

İĞDIR ÜNİVERSİTESİ

FBEDJIST

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ
JOURNAL OF THE INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY



İĞDIR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ

ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

**JOURNAL OF THE INSTITUTE
OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

www.igdir.edu.tr



İĞDIR ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (FBED)

Journal of the Institute of Science and Technology (JIST)

(Uluslararası Hakemli Dergi / International Peer Reviewed Journal)

Basılı ISSN 2146-0574

Elektronik ISSN 2536-4618

Veri Tabanı / Indexed by

EBSCO, TUBİTAK-ULAKBİM

Sahibi / Owner

Prof. Dr. Mehmet Hakkı ALMA

Rektör / Rector

Sorumlu Müdür / Director

Doç. Dr. Süleyman TEMEL / Assoc. Prof. Dr. Süleyman TEMEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü / Director of the Inst. of Sci. and Technology

Baş Editör / Editor in Chief

Doç. Dr. Süleyman TEMEL / Assoc. Prof. Dr. Süleyman TEMEL

Yardımcı Editörler / Associate Editors

Doç. Dr. Bilal KESKİN / Assoc. Prof. Dr. Bilal KESKİN

Yrd. Doç. Dr. Ersin GÜLSOY / Assist. Prof. Dr. Ersin GÜLSOY

Yrd. Doç. Dr. Adem KOÇYİĞİT / Assist. Prof. Dr. Adem KOÇYİĞİT

Yayın Komisyonu / Publication Committee

Yrd. Doç. Dr. Ali İhsan ATALAY / Assist. Prof. Dr. Ali İhsan ATALAY

Yrd. Doç. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK / Assist. Prof. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK

Yrd. Doç. Dr. Gökçe DİLEK KÜÇÜK / Assist. Prof. Dr. Gökçe DİLEK KÜÇÜK

Yrd. Doç. Dr. Tuba GENÇ KESİMCİ / Assist. Prof. Dr. Tuba GENÇ KESİMCİ

Yrd. Doç. Dr. Uğur GÜLLER / Assist. Prof. Dr. Uğur GÜLLER

Yrd. Doç. Dr. Yakup Erdal ERTÜRK / Assist. Prof. Dr. Yakup Erdal ERTÜRK

Arş. Gör. Hasan Kaan KÜÇÜKERDEM / RA. Hasan Kaan KÜÇÜKERDEM

Tasarım / Design

Hangar Marka İletişim Reklam Hizmetleri Yayıncılık Ltd. Şti.

Konur Sokak No: 57/4 Kızılay, Ankara - Türkiye

Tel / Phone : +90 312 425 07 34

Faks / Fax : +90 312 425 07 36

www.hangarreklam.com.tr

ULUSAL EDİTÖRLER KURULU

NATIONAL EDITORIAL BOARD

- Doç. Dr. Mikdat ŞİMŞEK, Bahçe Bitkileri
Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Beyhan KİBAR, Bahçe Bitkileri
İğdır Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Ersin GÜLSOY, Bahçe Bitkileri
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Mücahit PEHLUVAN, Bahçe Bitkileri
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Prof. Dr. Ahmet ULUDAĞ, Bitki Koruma
Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK, Bitki Koruma
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Tuba GENÇ KESİMCİ, Bitki Koruma
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Prof. Dr. Ümit İNCEKARA, Biyoloji
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Emel DİRAZ, Biyoloji
Sütçü İmam Üniversitesi, K.Maraş, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Hakan KİBAR, Biyosistem
Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Aysun ALTİKAT, Çevre Mühendisliği
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Züleyha BİNGÜL, Çevre Mühendisliği
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Prof. Dr. Genber KERİMLİ, Elektrik-Elektronik Müh.
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Adem KOÇYİĞİT, Elektrik-Elektronik Müh.
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. İkrım ORAK, Fizik
Bingöl Üniversitesi, Bingöl, Türkiye
- Prof. Dr. Ahmet ERDOĞAN, Gıda Mühendisliği
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT, Gıda Mühendisliği
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Uğur GÜLLER, Gıda Mühendisliği
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Doç. Dr. İlker KAZAZ, İnşaat Mühendisliği,
Erzurum Teknik Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Muhammed Yasin ÇODUR, İnşaat Müh.,
Erzurum Teknik Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Fikret TÜRKAN, Kimya,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Zeynep TURHAN IRAK, Kimya,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Faruk YEŞİLDAL, Makine Müh.
İbrahim Çeçen Üniversitesi, Ağrı, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. İsmail Hakkı KORKMAZ, Makine Müh.
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Alkan ÖZKAN, Matematik, İğdir Üniversitesi
İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Gökçe DİLEK KÜÇÜK, Matematik
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Lokman BİLEN, Matematik
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Doç. Dr. Ahmet Tuğrul POLAT, Peyzaj Mimarlığı,
Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye

- Doç. Dr. Murat ZENGİN, Peyzaj Mimarlığı
Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye
- Prof. Dr. Deniz ÇOBAN, Su Ürünleri
Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. İlkur MERİÇ, Su Ürünleri
Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye
- Prof. Dr. Füsün ERDEN, Tarım Ekonomisi
Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Yakup Erdal ERTÜRK, Tarım Ekonomisi
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Prof. Dr. Kamil HALILOĞLU, Tarla Bitkileri
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Doç. Dr. Bilal KESKİN, Tarla Bitkileri
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Doç. Dr. Süleyman TEMEL, Tarla Bitkileri
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Adem GÜNEŞ, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Mücahit KARAOĞLU, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Doç. Dr. Eser Kemal GÜRCAN, Zootekni
Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Ali İhsan ATALAY, Zootekni
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. İsa YILMAZ, Zootekni, İğdir Üniversitesi
İğdir, Türkiye

ULUSLARARASI EDİTÖRLER KURULU

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

- Prof. Dr. Muhammad HANIF, Mathematic
Lahore Üniversitesi, Lahore, Pakistan
- Prof. Dr. Muhammad SARWAR, Animal Science
University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan
- Prof. Dr. Tan YANWEN, Economics
South China Agricultural University, Guangzhou, China
- Prof. Dr. Abdul WAHID, Department of Botany
University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan
- Prof. Dr. Zafar IQBAL, Veterinary Science
University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan
- Prof. Dr. Khalid JAVED, Dep. of Livestock Prod.
University of Vet. & Animal Sciences, Lahore, Pakistan
- Assist. Prof. Dr. Christina BENEKI, Dep. of Bus. Admin.
Tech. Educ. Inst. of Ionian Islands, Cephalonia, Greece
- Dr. Abdul WAHEED, Animal Science
Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan
- Dr. Ferhat ABBAS, Vet- Animal Science, CASVAB
University of Balochistan, Balochistan, Pakistan
- Dr. Naveen KUMAR, Horticulture
University of Florida, Florida, USA

DİL EDİTÖRLERİ

LANGUAGE CONSULTANTS

- Okutman Didem ERDEL,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Uzm. Handan YILDIZ,
Milli Eğitim Müdürlüğü, İğdir, Türkiye
- Uzm. Talha YILDIZ,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye

BU SAYININ HAKEM LİSTESİ

REFeree LIST IN THIS NUMBER

- Prof. Dr. Recep AYDIN, Zootekni,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Prof. Dr. Ümit İNCEKARA, Biyoloji,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Prof. Dr. Alper ÖNENÇ, Zootekni,
Namık Kemal Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Aydın GEZER,
Matematik, Atatürk Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Behriye Tuba BİÇER, Tarla Bitkileri,
Dicle Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Cüneyt SUZER, Su Ürünleri Yetiştiriciliği,
Ege Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Engin TILKAT, Biyoloji,
Batman Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Ercan ÇELİK, Matematik,
Atatürk Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Kürşat ÇAVUŞOĞLU, Biyoloji,
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye
- Prof. Dr. Murat KARABULUT, Fiziki Coğrafya,
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye

Prof.Dr. Serpil ÖNDER, Peyzaj Mimarlığı,
Selçuk Üniversitesi, Türkiye

Prof.Dr. Şengül KARAMAN, Biyoloji,
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Koray ÖZRENK, Bahçe Bitkileri,
Siirt Üniversitesi, Siirt, Türkiye

Doç.Dr. Abdulkadir LEVENT, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,
Batman Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Aydın AKIN, Bahçe Bitkileri,
Selçuk Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Aygül EKİCİ, Su Ürünleri Yetiştiriciliği,
İstanbul Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Erol ATAY, Biyoloji,
Mustafa Kemal Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Hilal TURGUT, Peyzaj Mimarlığı,
Artvin Çoruh Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Hüseyin KARAKUŞ, Jeoloji,
Dumlupınar Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Işıl Seyis BİLKAY, Biyoloji,
Hacettepe Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Kağan KÖKTEN, Tarla Bitkileri,
Bingöl Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Melda ŞİŞECİOĞLU, Moleküler Biyoloji ve Genetik,
Atatürk Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Murat ZENGİN, Peyzaj Mimarlığı,
Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Necat TOGAY, Tarla Bitkileri,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Neslihan DİKBAŞ, Tarımsal Bioteknoloji,
Atatürk Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN, İnşaat Mühendisliği,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

Doç.Dr. Orhan YILMAZ, Zootekni,
Ardahan Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Ömer BEYHAN, Bahçe Bitkileri,
Sakarya Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Özlem BARIŞ, Biyoloji,
Atatürk Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Özlem TONÇER, Tarla Bitkileri,
Dicle Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Recep LİMAN, Genetik,
Uşak Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Satı UZUN, Tarla Bitkileri,
Erciyes Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Seda Karayünlü BOZBAŞ, Kimya,
Kocaeli Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Sezer OKAY, Moleküler Biyoloji,
Çankırı Karatekin Üniversitesi, Türkiye

Doç.Dr. Veyssel ÇOMAKLI, Kimya,
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Abdullah OSMANOĞLU,
Bahçe Bitkileri, Bingöl Üniversitesi, Bingöl, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Fatih ÇİĞ, Tarla Bitkileri,
Siirt Üniversitesi, Siirt, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Gökçe Dilek KÜÇÜK, Matematik-Bilgisayar,
İğdır Üniversitesi İğdir, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. İsa YILMAZ, Zootekni,
İğdır Üniversitesi İğdir, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Köksal KARADAŞ,
Tarım Ekonomisi, İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Murat AYDIN, Tarla Bitkileri Bölümü,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kenan GEÇER, Bahçe Bitkileri,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Ümit YILDIKO, Kimya,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Ahmet POLAT, Biyoloji,
Atatürk Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Ali İhsan ATALAY, Zootekni,
İğdir Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Atilla ÇAKIR, Bahçe Bitkileri,
Bingöl Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Bahri GÜR, Kimya,
İğdir Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Doğan İLHAN, Moleküler Biyoloji ve Genetik,
Kafkas Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Ebru DURAL, İnşaat,
Adnan Menderes Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Emel DIRAZ, Biyoloji,
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Emine AŞKAN, Tarım Ekonomisi,
İğdir Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Erkan RAYAMAN, Temel Eczacılık Bilimleri,
Marmara Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Ersin GÜLSOY, Bahçe Bitkileri,
İğdir Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Faika YARALI, Bahçe Bitkileri,
Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Ferhat KAYA, Enerji Bilimleri,
Atatürk Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Fikret TÜRKAN, Kimya,
İğdir Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Füreye ELİF ÖZBEK, Kimya,
Kafkas Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Hümeysra NERGİZ, Biyoloji,
Bitlis Eren Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Kesran AKIN, Biyoloji,
Bitlis Eren Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Lokman BİLEN, Matematik,
İğdir Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Meliha AKLIBAŞINDA, Peyzaj Mimarlığı,
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Mesut İŞİK, Eczane Hizmetleri,
Harran Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Mustafa YORGANCILAR, Tarla Bitkileri,
Selçuk Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Nalan Demircioğlu YILDIZ, Peyzaj Mimarlığı,
Atatürk Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Namık KILINÇ, Kimya,
İğdir Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Nigar Yıldırım AKSOY, Matematik,
Kafkas Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Özlem KIRAN, Biyoloji,
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Reşat GEÇEN, Coğrafya,
Mustafa Kemal Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Servet AŞKIN, Kimya,
İğdir Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Sevilay DEMİRCİ, Kimya,
Kafkas Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Sinan BAYRAM, Biyoloji,
Bayburt Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Uğur GÜLLER, Gıda Mühendisliği,
İğdir Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Yakup Erdal ERTÜRK, Tarım Ekonomisi,
İğdir Üniversitesi, Türkiye

Yrd.Doç.Dr. Yaşar KIRAN, Biyoloji,
Fırat Üniversitesi, Türkiye

Dr.Muhittin KULAK, Biyoloji,
Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Türkiye

Uzm. Dr. Handan YILDIZ, Rektörlük,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye

Uzm. Dr. Talha YILDIZ, Rektörlük,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye

Prof. Dr. Mustafa TAN, Tarla Bitkileri,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Kerim GÜLLAP, Tarla Bitkileri,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

İĞDIR ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (FBED)
YAYIN İLKELERİ

1. FBED, yılda dört kez yayınlanır. Dergide orijinal araştırma makalesi, derleme, teknik not yayımlanabilir. Araştırma konuları genomik dahil olmak üzere tarımın tüm yönleriyle ilgili olabilir. Ayrıca depolanan ürünler, pestisit bilimi, hasat sonrası fizyolojisi ve teknolojisi, tohumculuk, sulama, mühendislik, su kaynaklarının yönetimi, deniz bilimleri, hayvansal üretim ve hayvan ıslahı bilimi, fizyoloji ve morfoloji, su ürünleri yetiştiriciliği, bitki bilimi, süt bilimi, gıda bilimi, entomoloji, balık ve balıkçılık, ormancılık, temiz su bilimi, bahçe bitkileri, kümes hayvanları bilimi, toprak bilimi, sistematik biyoloji, veterinerlik, viroloji, yabancı otlar, tarım ekonomisi alanlarını içeren araştırmalar dergimize gönderilebilir. Tüm yazılar iki profesyonel hakem tarafından değerlendirilir, Editör ve Yayın Kurulu tarafından incelenir.
2. FBED Türkçe ve İngilizce dillerinde yazılmış orijinal araştırma makaleleri, kısa notlar, teknik notlar ve derlemeler (toplam yayınların%20) yayınlamayı planlamaktadır. Ayrıca, FBED diğer ülkelerden gelen araştırmaları kabul etmektedir.
3. Yayınlanması istenilen eserlerin herhangi bir yerde yayınlanmamış veya yayınlanmak üzere herhangi bir dergiye gönderilmemiş olması zorunludur.
4. Dergiye yayınlanmak üzere gönderilen eserlerle birlikte Telif Hakkı Devir Sözleşmesi de tüm yazarlarca (farklı adreslerde bulunan yazarlar forma ait tüm bilgileri doldurarak ayrıca imzalamak suretiyle gönderebilirler) imzalanarak gönderilmelidir.
5. Eserlerin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.
6. Dergide yayınlanması istenilen eserler, imzalı Telif Hakkı Devir Sözleşmesi ile derginin e-posta adresine (fbed@igdir.edu.tr) gönderilmelidir.
7. Aynı sayıda ilk isim olarak bir yazarın en çok iki makalesi basılır.
8. Eserler bilim etiği ilkelerine uygun olarak hazırlanmalı, gerekliyse Etik Kurul Raporu'nun bir kopyası eklenmelidir.
9. Sunulan metinler en çok 15 sayfa olmalıdır.
10. Yazının teslim tarihinden itibaren yaklaşık 30-60 gün sonra Sorumlu Yazar'a çalışmanın yayına kabul edilip edilmediği ya da durumu bildirilir.
11. Dergide yayınlanması istenilen eserler, imzalı Telif Hakkı Devir Sözleşmesi ile birlikte gönderilmelidir.

İĞDIR UNIVERSITY
Journal of The Institute of Science and Technology (JIST)
PUBLISHING POLICIES

1. JIST publishes four times a year original research papers, reviews, short notes, and technical notes on all aspects of agriculture including arid soil research and rehabilitation, agricultural genomics, stored products research, tree fruit production, pesticide science, post-harvest biology and technology, seed science research, irrigation, agricultural engineering, water resources management, marine sciences, agronomy, animal science, physiology and morphology, aquaculture, crop science, dairy science, food, science, entomology, fish and fisheries, forestry, freshwater science, horticulture, poultry science, soil science, systematic biology, veterinary, virology, viticulture, weed biology, agricultural economics and agribusiness. All the manuscripts submitted to our journal are peerreviewed by two professional referees, Editor in Chief, and Editorial Board.
2. JIST intends to publish original research papers, short notes, technical notes, and reviews (20% of total papers) written in Turkish and English languages. Also, JIST gladly accepts manuscript submissions from other countries.
3. Manuscripts and communications are accepted on the understanding that these have not been published nor are being considered for publication elsewhere.
4. All the authors should submit their manuscript with transfer form of copy right for potential publication. The transfer form of Copyright should be signed by all authors.
5. All the authors will be responsible contextually for contents of their manuscripts.
6. Manuscript and copy right transfer form as attachments should be submitted to an e-mail: fbed@igdir.edu.tr
7. Only two manuscripts of each author as first author can be published in same issue of JIST.
8. Manuscripts should be prepared in accordance with scientific ethic rules. When required, ethical committee reports with the related documents should be submitted to JIST.
9. Manuscripts submitted should be maximum 15 pages.
10. A decision will be informed to corresponding author after roughly 30-60 days from submission date of the manuscript.
11. Please contact for any question to fbed@igdir.edu.tr

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Bahçe Bitkileri / Horticulture

Farklı Yaprak Su Potansiyeli (Ψ_{yaprak}) ve Salkım Seyreltme Uygulamalarının Sangiovese Üzüm Çeşidinin Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri
Different Leaf Water Potentials (Ψ_{leaf}) and Cluster Thinning Applications Effects on Phytochemical Properties in cv. Sangiovese
Elman BAHAR, İlknur KORKUTAL, İpek Ezgi KABATAŞ

11

Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Badem (*Prunus amygdalus* L.) Potansiyeline Genel Bir Bakış
*A General View of Almond (*Prunus amygdalus* L.) Production Potential of Southeastern Anatolia Region*
Mikdat ŞİMŞEK, Ersin GÜLSOY

19

Odunsu Bitki Türlerinde İn-vitro Aşılama-I (Anaç, Kalem, Aşı Tekniği)
In vitro Micrografting of Woody Plant Species-I (Rootstock, Scion, Grafting Technique)
Hakan YILDIRIM, Nazan ÇALAR, Ahmet ONAY, Hüseyin KARLIDAĞ, Tuncay KAN

31

Uşak'ta Yetişen Farklı Alıç (*Crataegus* spp.) Genotipi Meyvelerinin Bazı Kimyasal ve Pomolojik Karakterlerinin Belirlenmesi
*Determination of Some Chemical and Pomological Characteristics of Different Hawthorn Genotypes (*Crataegus* spp.) Fruits Grown in Uşak*
Volkan OKATAN, Muttalip GÜNDOĞDU, Ayşen Melda ÇOLAK

39

Bitki Koruma / Plant Protection

On the Distribution of an Endemic Geometrid Moth, *Xanthorhoe inconsiderata* (Staudinger, 1892) (Lepidoptera)
Xanthorhoe inconsiderata (Staudinger, 1892), Endemik Bir Geometrid Güvenin Yayılışı Üzerine (Lepidoptera)
Erdem SEVEN

45

Biyoloji / Biology

Allium cepa L. Kök Ucu Hücrelerinde Diazinon Toksisitesinin Araştırılması
*The Investigation of Diazinon Toxicity in Root Tip Cells of *Allium cepa* (Onion) L.*
Umut BIÇAKCI, Kültiğin ÇAVUŞOĞLU, Kürşad YAPAR, Ali ACAR, Emine YALÇIN

49

Alyssum virgatum Nyar. Su Ekstrelerinin Sitotoksik ve Antisitotoksik Özellikleri
*Cytotoxic and Anticytotoxic Effects of *Alyssum virgatum* Nyar. Aqueous Extracts*
Yasin EREN, Dilek AKYIL, İmren ÇALIK

57

Bitki Kitinazları: Moleküler Yapıları, Önemleri ve Kullanımları
Plant Chitinases: Molecular Structure, Importance and Utilizations
Muhip HİLOOĞLU

65

73

Dönemeç (Engil) Deltası'nın Mevsimsel Ornitolojik Potansiyelinin Belirlenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Sayısal Haritaların Oluşturulması
Determining the Seasonal Ornithological Potential of the Dönemeç (Engil) Delta and Generate the Digital Maps Using Geographical Information Systems (GIS)
 Emrah ÇELİK, Atilla DURMUŞ

79

Nano Gümüş Sülfadiazin ve Nano Benzalkonyum Klorür Dezenfektanlarının Planktonik Bakterilere ve Biyofilm Tabakasına Etkinliğinin İncelenmesi
Investigation the Efficacy of Nano Silver Sulfadiazine and Benzalkonium Chloride Disinfectants on Planktonic Bacteria and Biofilm Layer
 Beyzanur ÇETİNLÖ, İrfan TÜRETGEN

87

Nur Dağları'nın (Amanoslar) Orta Kesiminin Farklı Yamaçlarında Bitki İndeks Değişiminin İzlenmesi
Monitoring Change of Vegetation Index Values in Different Side of The Middle Part of Nur Mountains (Amanos Mountains)
 Mehmet Ali ÇELİK, Ali Ekber GÜLERSOY

99

Salda Gölü Prokaryotik Çeşitliliğinin Yeni Nesil Dizileme Yöntemiyle Belirlenmesi
Determination Of Prokaryotic Diversity Of Salda Lake By Next Generation Sequencing Method
 Nilgün POYRAZ, Mehmet Burçin MUTLU

107

Sıçan (*Rattus norvegicus*)'da Uzun Süreli Demir Toksikitesi ile Uyarılan Sintaksin4 ve Sinapsin3 mRNA Seviyeleri
Syntaxin4 and Synapsin3 mRNA Levels Induced by Long-Term Iron Toxicity in Rat (Rattus norvegicus)
 Abdullah TUNÇ, Orhan ERDOĞAN

115

Topraktan İzole Edilen *Streptomyces* sp.'den Ksilanaz Üretimi ve Karakterizasyonu
Production and Characterization of Xylanase from Streptomyces sp. which is Isolated from Soil
 Barış ENEZ, Sema AGÜLOĞLU FİNCAN

İnşaat Mühendisliği / Civil Engineering

125

Toplam Lagrange Yöntemi ile Kabukların Burkulma Ötesi Analizi
Post Buckling Behavior of Shells Using Total Lagrangian Method
 Cengiz POLAT, Yusuf CALAYIR

Kimya / Chemistry

137

Çözelti Ortamından Katı-Sıvı Faz Dengeleri Yardımıyla NaH_2PO_2 ve NaCl Tuzlarının Ayrılması
A Separating Method For NaH_2PO_2 and NaCl Salts From Their Solutions Using Solid-Liquid Phase Equilibria
 Vedat ADIGÜZEL, Sevilay DEMİRCİ, Ömer ŞAHİN

143

Glutasyon Redüktaz (GR) Enziminin Japon Bildircin (*Coturnix coturnix japonica*) Eritrositlerinden Saflaştırılması ve Karakterizasyonu
Purification and Characterization of Glutathion Reductase Enzyme From Japanese Quail (Coturnix coturnix japonica) Erythrocytes
 Taner BOZKUŞ, Yusuf TEMEL, Mehmet ÇİFTÇİ

Koyun Karaciğerinden Alkol Dehidrogenaz: Safılaştırma, Karakterizasyon, ve Bazı Antibiyotiklerin Etkileri

Alcohol Dehydrogenase from Sheep Liver: Purification, Characterization and Impacts of Some Antibiotics

Yeliz DEMİR, Bülent ŞENGÜL, Bülent ERGUN, Şükrü BEYDEMİR

151

Poli - [(ε-kaprolakton-b-epiklorohidrin-b-ε-kaprolakton)] - g- (polistiren -) [(PCL-b-ECH-b-PCL)] - g-PS Blok-aşı Kopolimerleri Katyonik, Halka Açıklma Polimerizasyonu (ROP) ve Atom Transfer Radikal Polimerizasyon (ATRP) Tekniklerinin Kombinasyonu ile Sentezi

Synthesis of poly[ε-caprolacton-b-epichlorohydrin-b-ε-caprolactone]-g-poly(styrene) Block-Graft Copolymers via Cationic Ring Opening and Atom Transfer Radical Polymerization Transformations.

İsmail ÇAKMAK, Temal ÖZTÜRK, Ümit YILDIKO, Abdulkadir YÖRÜK

161

Van Çaldıran Ovası Yüzey Sularının İçme ve Sulama Suyu Açısından İncelenmesi

Investigation of Van Çaldıran Plain Surface Waters in terms of Drinking and Irrigation Water

Funda AYDIN

171

Makina Mühendisliği / Mechanical Engineering

Denizli İlinin Kırsal Kesimlerinde Hayvansal Kaynaklı Atıklardan Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi

Determination of animal resource wastes from Biogas Potential in Rural Areas of Denizli

İbrahim DORUK, Arif BOZDEVECİ

181

Matematik / Mathematics

Kendall Dağılım Fonksiyonu Yardımıyla Arşimedyen Copula Parametre Tahmini

Archimedean Copula Parameter Estimation with Kendall Distribution Function

Ayşe Metin KARAKAŞ, Mine DOĞAN

187

Radyal Schrödinger Denklemi İçin Nabla Operatörünün Bir Uygulaması

An Application of Nabla Operator for the Radial Schrödinger Equation

Reşat YILMAZER

199

Peyzaj Mimarlığı / Landscape Architecture

Erozyon Kontrolü Çalışmaları ve Şev Stabilizasyonlarında Geonet Kullanımı ve Örnek Bir Uygulama

Use the Geonet in Erosion Control Works and Slope Stabilizations – A Sample Study

Emre ÇOMAKLI, Yahya BULUT

209

Erzurum Kent içi Ulaşım Planlamasında Kullanılmak Üzere; CBS Tabanlı Trafik Kazalarının Analizi

Analysis of Traffic Accidents Based on GIS For Use in Transportation Planning in the City of Erzurum

Metin DEMİR, Ahmet Mesut CANER, Yahya BULUT

221

Kentleşmenin Hava Kalitesi Üzerine Etkisi; Bingöl İli Örneği

Effects of Urbanization on Air Quality; Sample of Bingol City

Ahmet KOÇ, Ahmet CAF, Sevgi YILMAZ

231

239 Karayolu Projelerinin Hazırlanmasında Yaban Hayatı Geçiş Yapılarının Değerlendirilmesi
Evaluation of Wildlife Crossing Structures in Preparing Highway Projects
Emre TERCAN

Su Ürünleri / Fisheries

249 Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Bitkisel İmmunostimulant Kullanımı
Use of Plant Immunostimulant in Aquaculture
Esin BABA

Tarım Ekonomisi / Agricultural Economy

257 Coğrafi İşaretli Erzurum Civil Peynir Tüketim Tercihlerine Dayalı Pazarlama Taktik ve Stratejileri
Marketing Tactic and Strategies Based on Consumption Preferences of Erzurum Civil Cheese with PGI
Derya BARAN, Yavuz TOPCU

Tarla Bitkileri / Field Crops

267 Bazı Bitki Hormonlarının Korungada (*Onobrychis sativa* L.) *In Vitro* Özellikler Üzerine Etkisi
The Effect of Some Plant Hormones on In Vitro Properties of Sainfoin (Onobrychis sativa L.)
Esin DADAŞOĞLU, Metin TOSUN

279 Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinde Özellikler Arası Korelasyon ve Path Analizi
Some Chickpea (Cicer arietinum L.) Varieties Relations Between Features Correlation and Path Analysis
Yusuf DOĞAN, Erol ORAL, Vahdettin ÇİFTÇİ, Enver KENDAL

285 Çukurova Koşullarında Bitki Yoğunluğu ve Bitki Yaşının Şeker Otu (*Stevia rebaudiana* Bertoni)'nun Verimine Etkisi
The Effects of Plant Density and Plant Age on Yield of Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) in Çukurova Conditions
Selin GEDİK, Leyla Sezen TANSI

293 Yüksek Rakımlı Çayır-Mera alanlarında Yetişen Bazı Yabani Türlerin Yem İçeriklerinin Belirlenmesi
Determination of Feed Contents of Some Wild Species Growing in the High-Altitude Grasslands
Süleyman TEMEL

Zootekni / Animal Science

299 Batman İli Ekstansif Koşullarında Yapılan Hindi Yetiştiriciliğinin Genel Yapısı ve Sorunların Tespiti
The General Structure of Turkey Breeding Carried out under Extensive Conditions in the Province of Batman
Yasin EKİNCİ, Turgay ŞENGÜL

309 Koyun Karkaslarının Kalite Sınıflandırılmasında "EUROP" Sistemi ve Türkiye'deki Uygulamalar
"EUROP" System and Applications of Sheep Carcasses for Quality Classification in Turkey
İbrahim ŞEKER, Abdurrahman KÖSEMAN, Yasin BAYKALIR, Pınar ŞEKER

Farklı Yaprak Su Potansiyeli (Ψ_{yaprak}) ve Salkım Seyreltme Uygulamalarının Sangiovese Üzüm Çeşidinin Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri

Elman BAHAR¹, İlknur KORKUTAL¹, İpek Ezgi KABATAŞ¹

ÖZET: Bu çalışma yaprak su potansiyeli ve salkım seyreltme uygulamalarının Sangiovese üzüm çeşidinin fitokimyasal özellikler üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Denemede 4 farklı yaprak su potansiyeli (Ψ_{yaprak}) uygulaması; Kontrol (Sulamasız) (<0.7MPa), $\Psi_{\text{so}} \text{ n€}(-0.3;-0.5\text{MPa}]$, $\Psi_{\text{so}} \text{ n€}(-0.3;-0.6\text{MPa}]$ ve $\Psi_{\text{so}} \text{ n€}(-0.3;-0.7\text{MPa}]$ ve 2 farklı Salkım Seyreltme Uygulaması; (Salkım Seyreltmesiz ve %50 Salkım Seyreltme) yapılmıştır. Araştırmada $\Psi_{\text{so}} \text{ n€}(-0.3;-0.7\text{MPa}]$ uygulamasının Kontrol'e göre fitokimyasal özellikleri iyileştirdiği saptanmıştır. Salkım seyreltme uygulamalarının yaprak su potansiyeli üzerinde farkedilir bir etkisi görülmemiş ancak %50 Salkım Seyreltme uygulamasının kaliteyi artırıcı etkide bulunduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak Sangiovese üzüm çeşidi için yaprak su potansiyeli uygulamalarından $\Psi_{\text{so}} \text{ n€}(-0.3;-0.7\text{MPa}]$ aralığı ile birlikte ürün yükünün fazla olması durumunda %50 Salkım Seyreltme uygulaması önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: Fitokimyasal özellikler, salkım seyreltme, sangiovese, su stresi, yaprak su potansiyeli.

Different Leaf Water Potentials (Ψ_{leaf}) and Cluster Thinning Applications Effects on Phytochemical Properties in cv. Sangiovese

ABSTRACT: This study was conducted in order to determine the effects of leaf water potential and cluster thinning applications on phytochemical properties of cv. Sangiovese. Four different leaf water potential (Ψ_{leaf}) applications; (Control (Non irrigated) (<0.7MPa), $\Psi_{\text{pd}} \text{ n€} (-0.3;-0.5] \text{ MPa}$, $\Psi_{\text{pd}} \text{ n€} (-0.3;-0.6] \text{ MPa}$, $\Psi_{\text{pd}} \text{ n€} (-0.3;-0.7] \text{ MPa}$) and two different cluster thinning applications; (non cluster thinning and 50% cluster thinning) were made. In this research, it was determined that the application of $\Psi_{\text{pd}} \text{ n€} (-0.3;-0.7 \text{ MPa})$ improves the phytochemical properties more than control treatment. Cluster thinning applications had an insignificant effect on leaf water potentials, whereas %50 Cluster Thinning application had a positive effect on the quality. As a result, $\Psi_{\text{pd}} \text{ n€}(-0.3;-0.7] \text{ MPa}$ interval leaf water potential application and when the excessive yield existing, %50 Cluster Thinning could be recommended for the cv. Sangiovese.

Keywords: Cluster thinning, Grape phytochemical characteristics, leaf water potential, sangiovese, water stress.

¹ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri, Tekirdağ, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: İlknur KORKUTAL, ikorkutal@nku.edu.tr

GİRİŞ

Üzüm fitokimyasallar bakımından bilinen en zengin meyve türlerinden biridir (Yang and Yang, 2013). Ayrıca üzümde bulunan antosiyanin ve polifenoller insan sağlığına da çok faydalıdır. Fenolik madde konsantrasyon ve kompozisyonları; çeşide, mevsime, çevre şartlarına ve bağın yönetimine (toprak kontrolü, iklim, ürün yükü) bağlı olarak değişmektedir (Yang et al., 2009).

Ojeda et al. (2002), ben düşme öncesi dönemde uygulanan su stresinin üzüm tanesinde büyümeyi daha fazla azalttığını; Matthews et al. (1987) ise toplam fenol ve antosiyanin konsantrasyonunu yükselttiğini belirtmişlerdir. Acevedo et al. (2004), ben düşme öncesi su stresine maruz bırakılan omcaların veriminin azaldığı ancak SÇKM miktarının yükseldiğini; ayrıca tane büyüklüğü azaldıkça şıradaki TPI (Total Fenol İndeksi) ile antosiyanin konsantrasyonunun arttığını saptamışlardır. Bindon et al. (2008), ben düşme döneminde PRD (Düzenlenmiş Kısıtlı Sulama) uygulamasında antosiyanin birikiminde belirgin bir azalış, SÇKM birikiminde ise bir etkisinin olmadığını kaydetmişlerdir. Lopes et al. (2011), kısıtlı su uygulanan omcalarda verimin azaldığı ve TA (Toplam Asitlik)'in düştüğü belirlemiştir. Öte yandan birçok araştırmacı aşırı sulamanın; antosiyanin, organik asit, şeker (Nadal and Arola, 1995; Calo et al., 1997) ve çözünebilir fenolik asitlerde azalmaya (Esteban et al., 2001) neden olduğunu bildirmişlerdir.

Climaco et al. (2004) salkım seyreltmenin sadece verim yüksekliği görülen bağlarda ürün kalitesinin düşebileceği durumlarda yapılmasını önermişlerdir. Salkım seyreltmenin zaman ve oranının önemli olduğunu Jackson and Lombard (1993) bildirmişlerdir. Araştırmacılar şaraplık çeşitlerde salkım seyreltme ile şırada şeker içeriği (Corino et al., 1992; Schalkwyk et al., 1995; Gao and Cahoon, 1998; Palliotti and Cartechini 2000), polifenol ve antosiyanin artarken (Palliotti and Cartechini 2000); omca başına verim (Schalkwyk et al., 1995; Palliotti and Cartechini, 2000; Kennedy et al., 2009; Nail, 2010) ve toplam asitliğin azaldığını (Pena-Neira et al., 2007; Prajitna et al., 2007; Kennedy et al., 2009) belirtmişlerdir. Bazı araştırmacılar salkım seyreltmenin pH üzerinde de belirgin bir etkisi olmadığını (Gao and Cahoon 1998) bildirmişlerdir.

Bu araştırmanın amacı; farklı yaprak su potansiyeli seviyeleri ve salkım seyreltme uygulamalarının, Sangiovese üzüm çeşidinde fitokimyasal özellikler üzerine etkilerini belirlemektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Deneme 2013 yılı vejetasyon periyodunda Sangiovese/110R aşu kombinasyonunda 2.8 x 1.5 m aralık-mesafe ile 2005 yılında dikilmiş ve çift kollu guyet şekli verilmiş Gülor Şarapçılık firmasına ait bağda yürütülmüştür. Bağ, Tekirdağ ili Şarköy ilçesinde ve konum olarak 40° 37' 49.98" K enlem ve 27° 09' 28.00" D boylamda, 41m rakımdadır.

E-L 35 (ben düşme) ile E-L 38 (olgunluk) fenolojik gelişme aşamaları arasında her bir parsel bir şafak öncesi yaprak su potansiyeli (Ψ_{s0}) seviyesini [Kontrol $\Psi_{s0} < -0.7$ MPa), $\Psi_{s0} -0.3$ ile -0.5 MPa arasında, $\Psi_{s0} -0.3$ ile -0.6 MPa arasında ve $\Psi_{s0} -0.3$ ile -0.7 MPa arasında tutacak şekilde sulama] oluşturmuş (Carbonneau et al., 1998) ve araştırma boyunca sırasıyla olmak üzere 0, 45, 140 ve 280 L su verilmiştir. Deneme süresince yağış miktarı ise 20.6 mm olarak kaydedilmiştir. Her sulama uygulamasında salkım seyreltme konusunu [Seyreltmesiz (SSZ) ve ben düşme döneminde (E-L 35) %50 Salkım Seyreltme (%50 SS)] oluşturacak şekilde düzenlenmiştir.

Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş; her parselde 2 omca denemeye alınmış; parselin yanındaki 3 omca ayrıca her tekerrürden sonra bir sıra kenar etkisi olarak deneme dışı bırakılmış ve toplam 64 omca dikkate alınmıştır. Budamada eşit sayıda göz bırakılmış ancak filizler 15-30 cm uzunluğundayken salkım (18-21 adet) ve sürgün sayıları (17-20 adet) tekrar dengelenmiştir. Scholander Basınç Odası ile Ψ_{s0} (şafak öncesi) ve Ψ_{g0} (gün ortası) yaprak su potansiyelleri ölçülmüştür. Araştırma sonucunda elde edilen veriler MSTAT-C programı ile analiz edilmiş, aradaki farkları belirlemek için LSD testi yapılmıştır.

Araştırmada İncelenen Kriterler

- İklim verileri ve fenolojik gelişme aşamaları:

İklim verileri ve fenolojik gelişme aşamaları Lorenz et al. (1995)'in oluşturduğu sınıflandırmaya göre düzenlenmiştir.

- **Yaprak su potansiyelleri (Ψ_{yaprak}):** Şafak öncesi ($\Psi_{\text{şo}}$) ve gün ortası (Ψ_{go}) olmak üzere ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

- **Şıra özellikleri:** 12.08.2013 tarihinden 27.08.2013 tarihine kadar (hasat) homojen ve eşit sayıda alınması şartıyla, örnekleme yöntemiyle salkımların omuz kısımlarından 3, orta kısımlarından 2 ve uç kısmından 1 adet olmak üzere her salkım başına 6, omca başına 12 olmak üzere her parselden 24 adet örnek alınmıştır. Hasatta ise her parselden 200 tane örnek olarak alınmış ve analiz edilmiştir.

Alınan şırada SÇKM ($^{\circ}\text{Brix}$), toplam asitlik (g L^{-1}), pH (Cemeroğlu, 2007); şeker konsantrasyonu (g L^{-1}) (Blouin and Guimberteau, 2000); tanedeki şeker miktarı (mg tane^{-1}) (Carbonneau and Bahar, 2009); tanenin bir gramındaki şeker miktarı ($\text{mg şeker g tane}^{-1}$); toplam antosiyanin miktarı (mg kg^{-1}) (Cemeroğlu, 2007); toplam polifenol indeksi (TPI) (INRA, 2007); asimile edilebilir azot miktarı (AEA) (mg L^{-1}) (Gump et al., 2001), olgunluk indislerinden $\text{pH}^2 \times \text{SÇKM}$ ($^{\circ}\text{Brix}$) ile şeker (g L^{-1})/titre edilebilir asit (g L^{-1}) (Blouin and

Guimberteau, 2000) analiz edilmiş ve omca başına verim (kg omca^{-1}) hesaplanmıştır.

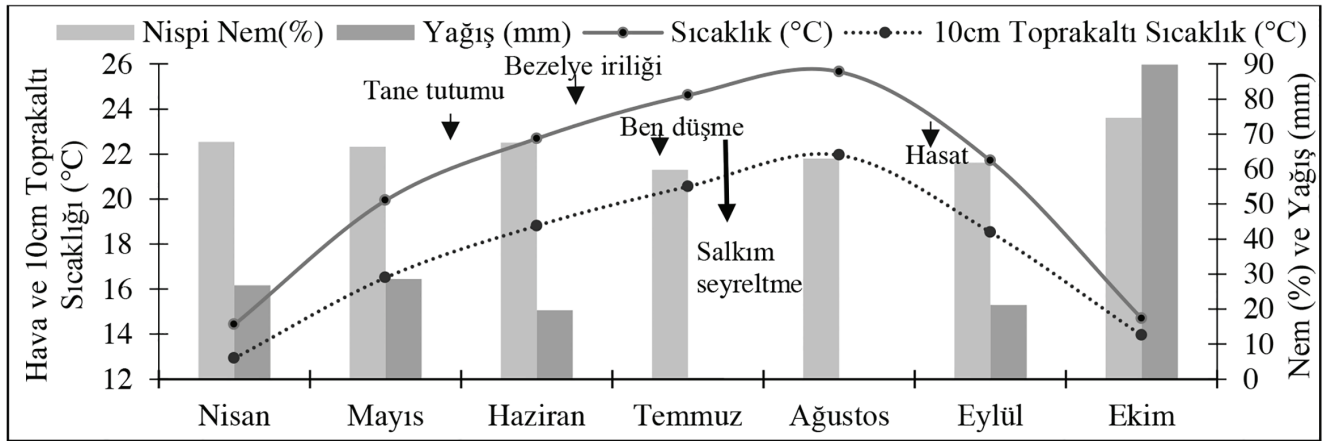
BULGULAR VE TARTIŞMA

İklim Verileri ve Fenolojik Gelişme Aşamaları

Denemenin kurulduğu yere ait 2013 yılı iklim verileri kullanılarak EST değeri 2285 gün-derece olarak bulunmuş ve IW (Winkler İndeksi) sınıflamasında V. Bağcılık bölgesinde yer almıştır (Carbonneau et al., 2007). Fenolojik gözlemler sonucunda 95. takvim gününde (05.04.2013) gözler kabarmaya başlamış, 138. takvim gününde tam çiçeklenme, 144. takvim gününde (24.05.2013) tane tutumu tamamlanmıştır. 196. günde (15.07.2013) ben düşme tamamlanmış ve 239. günde üzümler hasat edilmiştir (Şekil 1).

Yaprak Su Potansiyelleri (Ψ_{yaprak})

Araştırmadan elde edilen $\Psi_{\text{şo}}$ değerleri Carbonneau (1998), Deloire et al. (2004), Deloire and Heyns (2011) ve Rogiers et al. (2015) tarafından belirtilen değer aralıkları referans alınarak yorumlanmıştır.



Şekil 1. 2013 yılı iklim verileri ve fenolojik gelişme tarihleri

Denemede yer alan $n\text{E}(-0.3;-0.5]$ uygulamasında 157. gün sulamaya başlanmış ve ölçümlerden elde edilen veriler sonucu aynı uygulamada 177, 183, 200, 202 ve 215. günlerde sulama yapılmıştır. Yapılan $n\text{E}(-0.3;-0.6]$ uygulamasında 200, 202 ve 215. günlerde sulama yapılırken; $n\text{E}(-0.3;-0.7]$ uygulamasında 215. günde sulama yapılmış ve $\Psi_{\text{şo}}$ değerlerinin istenilen aralıklarda tutulması hedeflenmiştir. $\Psi_{\text{şo}}$ değerlerinde özellikle

ben düşme döneminden itibaren kararlı bir düşme gözlenmiştir.

157. gün yağmurun farklı uygulamalara ait tüm omcalarda yaprak su potansiyelini artırdığı görülmektedir. $n\text{E}(-0.3;-0.5]$ uygulamasına ait omcalarda 177. gün sulama uygulanmış ve yapılan ölçümlerde $n\text{E}(-0.3;-0.5]$ uygulamasında yaprak su potansiyeli değerinde azalış gösterirken diğer uygulamalarda genel olarak

azalış saptanmıştır. 199. takvim gününde $n\epsilon(-0.3;-0.5]$ ve $n\epsilon(0.3;-0.6]$ uygulamalarına sulama yapılmış, 200. takvim gününde yapılan ölçümlerde sulama yapılan uygulamalarda Ψ_{s0} değerlerinde bir azalma olmadığı, sulama yapılmayan diğer uygulamalarda ölçülen Ψ_{s0} değerlerinde azalış olduğu görülmüştür.

Genellikle tane tutumuna kadar Ψ_{s0} değerlerinin -0.3MPa üzerine çıkmadığı, tane tutumundan sonra azaldığı gözlenmiştir. Tane tutumundan ben düşmeye kadar olan dönemde sulama miktarları daha az ve sulama uygulamaları daha seyrek olmuştur. ŞÖYSP (şafak öncesi yaprak su potansiyeli) istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuş, sulama yapılmayan Kontrol omcalarında ben düşme döneminde Ψ_{s0} değeri -0.4MPa altına düşmeye başlamış, 202. gün -0.47MPa ölçülerek orta şiddetli stres; 226. gün Ψ_{s0} değeri -0.66MPa ile şiddetli stres tespit edilmiştir. En düşük Ψ_{s0} değeri hasat sonrası 245. gün -0.95MPa ile Kontrol omcalarında ölçülmüştür. Araştırma sonucunda elde edilen rakamsal verilere göre en düşük Ψ_{s0} değeri hasat sonrası 245. gün %50 SS uygulamasından ve -0.82MPa değeri ile alınmış ve bu uygulamanın stresi çok şiddetli olarak belirlenmiştir.

Araştırmada elde edilen Ψ_{g0} değerleri Smith and Prichard (2002) ve Deloیره and Heyns (2011) tarafından belirtilen değer aralıkları referans alınarak yorumlanmıştır. Ben düşme döneminden itibaren stresin arttığı kaydedilmiştir. 155. takvim gününde yapılan ilk ölçümlerde en düşük değeri $n\epsilon(-0.3;-0.5]$ uygulaması verirken; en yüksek Ψ_{g0} değeri -1.32MPa ile $n\epsilon(-0.3;-0.7]$ uygulaması vermiştir. 239. gün yani hasatta yapılan ölçümlerde en yüksek Ψ_{g0} değerinin ise -1.53MPa ile en çok sulanan $n\epsilon(-0.3;-0.5]$ uygulamasına ait olduğu görülmüştür. Denemede -1.56MPa ile %50 SS uygulaması en yüksek stres değerini almış ve şiddetli stres seviyesine sahip olduğu belirlenmiştir. SSZ uygulaması ile 200. gün yapılan Ψ_{g0} ölçümlerinde -1.54MPa ile en düşük su stresi değeri alınmış ve yüksek stres seviyesine ulaşılmıştır.

YSP arasındaki fark istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En düşük Ψ_{g0} değeri -2.16MPa ile $n\epsilon(-0.3;-0.7]$ uygulamasına ait iken en yüksek Ψ_{g0} değeri -1.53MPa ile en fazla sulanan $n\epsilon(-0.3;-0.5]$ uygulamasına ait bulunmuştur. Salkım seyreltme uygulamalarının gün ortası yaprak su potansiyeli değişimi üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Elde edilen değerler incelendiğinde en düşük Ψ_{g0} değerini %50 SS uygulaması (-1.90MPa) vermiştir bunu SSZ uygulaması -1.86MPa Ψ_{g0} değeri ile takip etmiştir.

Şıra Özellikleri

Primer metabolitler

SÇKM üzerine YSPAЕ istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli olup, en yüksek 26.54°Brix ile $n\epsilon(-0.3;-0.6]$ uygulamasından; 25.01°Brix ile en düşük değer de Kontrol uygulamasından alınmıştır (Çizelge 1). $n\epsilon(-0.3;-0.6]$ x %50 SS interaksyonundan 27.00°Brix ile en yüksek; Kontrol x SSZ interaksyonundan ise en düşük değer (24.08°Brix) alınmıştır. Bulgularımızın Ellis (2008)'in belirttiği su noksanlığının kuru madde birikimini artırdığı; ayrıca, Gao and Cahoon (1998)'in yaptıkları salkım seyreltme uygulaması üzümlerin SÇKM miktarını artırdığı bulgularıyla paralel olduğu kaydedilmiştir.

SSZ (6.49g L^{-1}) uygulaması toplam asitlik değeri üzerine artırıcı; %50 SS uygulaması düşürücü bir etki göstermiştir. YSPAЕ $n\epsilon(-0.3;-0.7]$ uygulaması ile toplam asitliğin en yüksek (6.53g L^{-1}), $n\epsilon(-0.3;-0.5]$ uygulaması ile en düşük (6.17g L^{-1}) değeri verdiği belirlenmiştir (Çizelge 1). Salkım seyreltmenin toplam asitliği azalttığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiş olup (Corino et al., 1992; Palliotti and Cartechini, 2000; Kennedy et al., 2009) araştırmamız bulguları ile uyumludur.

Şıra pH'ı üzerine SSZ ve %50 SS uygulamalarının her ikisinde de 3.63pH değeri elde edilmiştir. Schalkwyk et al. (1995) denememiz sonuçları ile paralel olmak üzere salkım seyreltme uygulamalarının pH üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını belirtmiştir. Bulgularımız ile aksi yönde olmak üzere Palliotti and Cartechini (2000) de salkım seyreltmenin pH'ı artırdığını bildirmişlerdir (Çizelge 1).

En yüksek şeker konsantrasyonu değerinin $n\epsilon(-0.3;-0.6]$ ve $n\epsilon(-0.3;-0.7]$ uygulamalarından alındığı görülmüştür (Çizelge 1). İnteraksiyonlar içinde en yüksek (267.48mg L^{-1}) şeker konsantrasyonu değeri $n\epsilon(-0.3;-0.7]$ x SSZ uygulamasıyla elde edilmiştir. Bulgularımızla aynı yönde Corino et al. (1992) ve Aires et al. (1997) salkım seyreltme ile şırada şeker içeriğinin arttığını belirlemişlerdir.

Tanedeki şeker miktarı $367.01\text{mg tane}^{-1}$ değeri ile $n\epsilon(-0.3;-0.7]$ uygulamasından en yüksek, Kontrol uygulamasından ise $345.00\text{mg tane}^{-1}$ değeri ile en düşük değer alınmıştır. %50 SS uygulaması 362.88mg L^{-1} ile en yüksek; en düşük değeri ise $347.42\text{mg tane}^{-1}$ ile SSZ vermiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Ψ_{yaprak} ve salkım seyreltme uygulamalarının primer ve sekonder metabolitler üzerine etkileri

| | SSU | ŞÖYSP (Ψ_{so} , MPa) | | | | SSAE |
|--|---------|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| | | Kontrol (<-7) | nC(-0.3;-0.7] | nC(-0.3;-0.6] | nC(-0.3;-0.5] | |
| SÇKM (°Brix) | SSZ | 24.08c | 26.53a | 26.07ab | 25.65ab | 25.58 |
| | %50 SS | 25.95ab | 26.13ab | 27.00a | 24.85bc | 25.98 |
| | ŞÖYSPAЕ | 25.01b | 26.32a | 26.54a | 25.25b | |
| ŞÖYSP LSD _{0.01} =1.065058; ŞÖYSPxSSU LSD _{0.01} =1.50622 | | | | | | |
| Toplam Asitlik (g L ⁻¹) | SSZ | 6.64 | 6.83 | 6.19 | 6.30 | 6.49 |
| | %50 SS | 6.19 | 6.23 | 6.45 | 6.04 | 6.23 |
| | ŞÖYSPAЕ | 6.41 | 6.53 | 6.32 | 6.17 | |
| Ö.D. | | | | | | |
| Şıra pH | SSZ | 3.52 | 3.65 | 3.68 | 3.67 | 3.63 |
| | %50 SS | 3.61 | 3.59 | 3.65 | 3.66 | 3.63 |
| | ŞÖYSPAЕ | 3.57 | 3.62 | 3.67 | 3.67 | |
| Ö.D. | | | | | | |
| Şeker Konsantrasyonu (g L ⁻¹) | SSZ | 239.05c | 267.48a | 262.20ab | 257.25ab | 256.49 |
| | %50 SS | 260.70ab | 262.70ab | 273.03a | 247.93bc | 261.09 |
| | ŞÖYSPAЕ | 249.88b | 265.09a | 267.61a | 252.59b | |
| ŞÖYSPAЕ LSD _{0.01} =12.49445; ŞÖYSP x SSU LSD _{0.01} =17.66982 | | | | | | |
| Tanedeki Şeker Miktarı (mg tane ⁻¹) | SSZ | 336.51de | 366.24ab | 328.76e | 358.17bcd | 347.42b |
| | %50 SS | 383.03a | 367.78ab | 361.23abc | 339.47cde | 362.88a |
| | ŞÖYSPAЕ | 359.77ab | 367.01a | 345.00b | 348.82b | |
| ŞÖYSPAЕ LSD _{0.01} =16.78981; ŞÖYSP x SSU LSD _{0.01} =23.74438 | | | | | | |
| Tanenin bir gramındaki şeker miktarı (mg g ⁻¹ tane) | SSZ | 183.89c | 205.75a | 201.69ab | 197.88ab | 197.30 |
| | %50 SS | 200.54ab | 201.64ab | 209.65a | 190.71bc | 200.63 |
| | ŞÖYSPAЕ | 192.21c | 203.69ab | 205.67a | 194.30bc | |
| ŞÖYSP LSD _{0.05} =9.608911; ŞÖYSP x SSU LSD _{0.05} =13.58905 | | | | | | |
| Toplam Antosiyanin Miktarı (mg kg ⁻¹) | SSZ | 287.11 | 296.66 | 326.10 | 262.79 | 293.16 |
| | %50 SS | 239.86 | 336.50 | 268.19 | 240.12 | 271.14 |
| | ŞÖYSPAЕ | 263.48 | 316.58 | 297.14 | 251.45 | |
| Ö.D. | | | | | | |
| Toplam Polifenol İndeksi | SSZ | 8.77 | 10.60 | 10.99 | 6.95 | 9.33 |
| | %50 SS | 6.64 | 12.41 | 12.57 | 10.35 | 10.49 |
| | ŞÖYSPAЕ | 7.70 | 11.51 | 11.78 | 8.65 | |
| Ö.D. | | | | | | |
| Asimile Edilebilir Azot Miktarı (mg L ⁻¹) | SSZ | 223.13ab | 144.38b | 183.75ab | 183.75ab | 183.75 |
| | %50 SS | 135.63b | 245.00a | 161.88ab | 234.06a | 194.14 |
| | ŞÖYSPAЕ | 179.38 | 194.69 | 172.81 | 208.91 | |
| ŞÖYSP LSD _{0.01} =87.77042 | | | | | | |
| pH ² x SÇKM | SSZ | 299.15 | 353.79 | 353.09 | 345.61 | 337.91 |
| | %50 SS | 338.21 | 336.76 | 359.59 | 332.99 | 341.89 |
| | ŞÖYSPAЕ | 318.68b | 345.27a | 356.34a | 339.30ab | |
| ŞÖYSP LSD _{0.05} =22.93108 | | | | | | |
| Şeker/Titre Edilebilir Asit | SSZ | 36.39 | 38.97 | 42.33 | 40.72 | 39.60 |
| | %50 SS | 42.30 | 42.29 | 41.88 | 41.35 | 41.95 |
| | ŞÖYSPAЕ | 39.35 | 40.63 | 42.11 | 41.04 | |
| Ö.D. | | | | | | |

%50 SS uygulamasının tanenin bir gramındaki şeker miktarını rakamsal olarak artırdığı belirlenmiştir. En yüksek tanenin bir gramındaki şeker miktarı 210.02mg değeri ile nE (-0.3;-0.6] uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 1). Bulgularımızla benzer yönde olmak üzere De la Hera Orts et al. (2004) şiddetli su stresinin; şeker ve asit miktarını azaltma eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir.

Asimile Edilebilir Azot (AEA) miktarının (208.91mg L⁻¹) en yüksek değerini en fazla sulama yapılan nE(-0.3;-0.5] ve stres seviyesinin düşük tutulduğu omcalardan alındığı belirlenmiştir (Çizelge 1). nE(-0.3;-0.7] x %50 SS ile nE(-0.3;-0.5] x %50 SS interaksiyonlarının en yüksek AEA değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bulgularımız Alverez et al. (2013)'in topraktaki alınabilir N miktarı arttıkça, şıradaki antosiyanin ve polifenol konsantrasyonunda azalma olduğunu bildirdikleri bulgusuyla paraleldir.

Sekonder metabolitler

Toplam antosiyanin miktarı üzerine ŞÖYSPAЕ en yüksek ve en düşük değerlerinin nE(-0.3;-0.5] (316.58mg L⁻¹) ve Kontrol (263.48mg L⁻¹) uygulamalarına ait olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). SSU Salkım Seyreltme uygulamalarından %50 SS uygulaması (271.14mg L⁻¹) en düşük; SSZ uygulaması (293.16mg L⁻¹) en yüksek toplam antosiyanin değerine sahip bulunmuştur. Bulgularımızla aynı yönde olmak üzere Ruby et al. (2004) ile Orts et al. (2005) aşırı olmamak kaydıyla su stresinin antosiyanin miktarını artırdığı saptamışlardır.

Toplam fenol indeksi açısından Kontrol uygulaması 7.70 değeri ile en düşük; nE(-0.3;-0.6] uygulaması 11.78 ile en yüksek değeri vermiştir. Öte yandan %50 SS uygulaması en yüksek, SSZ uygulaması en düşük değeri vermiştir. Palliotti and Cartechini (2000), salkım seyreltme uygulamalarının toplam fenolik madde miktarını artırdığını belirtmişler; bu bulguların araştırmamız ile uyum içinde olduğu görülmüştür.

Olgunluk İndisleri

pH² x SÇKM değerlerinin uygulamalara göre; nE (-0.3;-0.6] (356.34), nE(-0.3;-0.7] (345.27), nE(-0.3;-0.5] (339.30), Kontrol (318.68) şeklinde sıralandığı belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmede

tüm uygulamalarda pH² x SÇKM indislerinin alt sınırı olan 260 değerinin üzerinde oldukları kaydedilmiştir (Çizelge 1).

Şeker (g L⁻¹) / Titre Edilebilir Asit (g L⁻¹) üzerine YSPAЕ incelendiğinde en yüksek değer nE(-0.3;-0.6] (42.11) uygulamasına ait olup, en düşük değeri 39.35 g L⁻¹ ile Kontrol uygulaması vermiştir. SSAЕ'ne bakıldığında ise %50 SS (41.95) uygulamasını SSZ uygulaması (39.60) takip etmiştir (Çizelge 1).

Omca başına verim üzerine SSU istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olup, SSZ omcalarından (2.80kg omca⁻¹) en yüksek verim; %50 SS uygulanan omcalardan (1.57kg omca⁻¹) en düşük verim elde edilmiştir. Verim üzerine YSP uygulamalarının etkisi incelendiğinde nE(-0.3;-0.5] uygulaması ile en yüksek verim (2.45kg omca⁻¹); en düşük ise 1.93kg omca⁻¹ değeri ile Kontrol uygulamasına ait olmuştur (Çizelge verilmemiştir).

SONUÇ

Farklı yaprak su potansiyeli ve salkım seyreltme uygulamalarının sonuçları incelendiğinde:

Şafak öncesi yaprak su potansiyelinin kontrollü sulama uygulamaları ile ben düşme döneminden olgunluğa doğru -0.3MPa'dan -0.7MPa'a düşmesi, yani orta seviyeden şiddetli strese kadar yükselmesi, omcalarda şıra özelliklerini iyileştirirken, primer ve sekonder metabolitlerin birikimini de artırmıştır. Dolayısıyla Sangiovese üzüm çeşidinde olgunluk döneminde Ψ_{so} ' nün -0.7MPa'a düşmesinin kalite açısından olumlu sonuçlar verdiğini belirtmek yerinde olacaktır.

Sangiovese üzüm çeşidinde ben düşme döneminde yapılmış olan %50 SS uygulaması da şiddetli stres seviyesinde nE(-0.3;-0.7MPa] olduğu gibi omcalarda şıra özelliklerini iyileştirirken, primer metabolitlerin (TA hariç) ve toplam polifenollerin birikimini artırmıştır. Bu nedenle %50 salkım seyreltme uygulamasının şıra kalitesini artırmak amacıyla kullanılması uygun bulunmaktadır.

Ben düşme döneminde yapılan salkım seyreltme uygulamaları ürün yükü düşük olan omcalarda yaprak su potansiyelini önemli derecede artırıcı veya azaltıcı

bir etkide bulunmamıştır. Bu durumda ben düşme döneminde salkım seyreltmenin su stresine çözüm olmadığını söylemek mümkün görülmektedir. Nitekim Climaco et al. (2004) salkım seyreltmenin sadece verim yüksekliği görülen bağlarda ürün kalitesinin düşebileceği durumlarda yapılmasını önermişlerdir.

Sonuç olarak mevcut Terroir’da Sangiovese üzüm çeşidi için yaprak su potansiyelinin tane tutumu-ben düşme döneminde $n\text{€}(-0.2;-0.3\text{MPa}]$ arasında ve ben düşme-olgunluk döneminde $n\text{€}(-0.3;-0.7\text{MPa}]$ arasında tutulması ve ürün yükünün fazla olması halinde %50 SS yapılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Acevedo C, Ortego-Farias S, Moreno Y, Cordova F, 2004. Effects of different levels of water application in pre-and post-veraison on must composition and winecolor (cv. Cabernet Sauvignon). Proceedings of the 4th International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops.
- Aires A, Neves M, Almeida C, Castro R, 1997. Influencia do controlo da produção na relação rendimento/qualidade (*Vitis vinifera* L. cv. Baga). II Congresso Iberoamericano e III Congresso Iberico de Ciencias Horticolas, Actas de Horticultura, 18: 217-222.
- Bindon K, Dry P, Loveys B, 2008. Influence of partial rootzone drying on the composition and accumulation of anthocyanins in grape berries (*Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon). Australian Journal of Grape and Wine Research 14(2): 91-103.
- Blouin J, Guimberteau G, 2000. Maturation et Maturite des Raisins. Feret, Bordeaux ISBN: 2-902416-49-0.
- Boubals D, 2001. L’eclaircissage manuel de grapes (vendage en vert). Progress Agricole et Viticole 118(17): 71-78.
- Calo A, Tomasi D, Crespan M, Costacurta A, 1997. Relationship between environmental factors and the dynamics of growth and composition of the grapevine. Acta Horticulturae 427: 217-232.
- Carbonneau A, 1998. Aspects Qualitatifs. 258-276. In: Tiercelin, JR(Ed.), Traite d’irrigation. Tec&Doc. Lavosier Ed, Paris 1011p.
- Carbonneau A, Champagnol F, Deloire A, Sevilla F, 1998. Récolte et qualité du raisin, in C. Flanzly. Fondements Scientifiques et Technologiques. Lavoisier Tec&Doc ed, 1311p
- Carbonneau A, Deloire A, Jaillard B, 2007. La Vigne. Physiologie, Terroir, Culture. Dunod, Paris, 441p. ISBN: 9782100499984.
- Carbonneau A, Bahar E, 2009. Vine and berry responses to contrasted water fluxes in Ecotron around veraison: Manipulation of berry shrivelling and consequences on berry growth sugar loading and maturation. 16. International Symp. GIESCO Univ. of California. 12-15 July 2009, USA, pp. 145-154.
- Cemeroglu B, 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Ankara.
- Climaco P, Teixeira K, Ferreirinho MC, 2004. Efeitos da monda de cachos no rendimento e qualidade da cv. Alicante Bouschet. Vinea, Revista Viticultura Alentejo, Abril-Junho 46-53.
- Corino L, Ruaro P, Renosio G, Rabino M, Malerba G, 1992. Cluster thinning on the Barbera vine in some areas of Monferrato. Viticultural behaviour. Vignevini Bologna 18(7-8): 51-55.
- Deloire A, Carbonneau A, Wang Z, Ojeda H, 2004. Vine and water, a short review. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin 38(1): 1-13.
- Deloire A, Heyns E, 2011. The leaf water potentials: Principles, method and thresholds. Wineland 265: 119-121.
- Esteban MA, Villanueva MJ, Lissarrague JR, 2001. Effect of irrigation on changes in the anthocyanin composition of the skin of cv. Tempranillo (*Vitis vinifera* L.) grape berries during ripening. Journal of the Science of Food and Agriculture 81: 409-420.
- Gao Y, Cahoon GA, 1998. Cluster thinning effects on fruit weight, juice quality and fruit skin characteristics in Reliance grapes. Research Circular Ohio Agricultural Research and Development Center 299: 87-93.
- Gump BH, Zoecklein BW, Fugelsang KC, 2001. Prediction of prefermentation nutritional status of grape juice. In Spencer, J.F.T. & Ragout de Spencer, A.L. (Eds.), Methods in Biotechnology, Vol. 14: Food Microbiology Protocols. Totowa, NJ: Human Press.
- INRA, 2007. Determination d’Anthocyanes en echantillons de raisin. Mode operateire. Ref: MO-LAB-23. Version: 1, Septembre 2007. UE Pech Rouge. 2p.
- Jackson DI, Lombard PB, 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality- a review. American Journal of Enology and Viticulture 44(4): 409-430.
- Kennedy U, Learmonth R, Hassal T, 2009. Effects on grape and wine quality of bunch thinning of Merlot under Queensland conditions. Queensland Wine Industry Association. Project Number: RT 06/05-2, Australia.
- Lopes CM, Santos TP, Monteiro A, Rodrigues ML, Costa JM, Chaves MM, 2011. Combining cover cropping with deficit irrigation in a Mediterranean low vigor vineyard. Scientia Horticulturae 129: 603-612.
- Lorenz DH, Eichhorn KW, Bleiholder H, Klose R, Meier U, Weber E, 1995. Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L.) codes and descriptions according to the extended BBCH Scale. Australian Journal of Grape and Wine Research 1: 100-110.
- Matthews MA, Anderson MM, Schultz HR, 1987. Phenological and growth responses to early and late season water deficit in Cabernet franc. Vitis 26: 147-160.
- Nadal M, Arola L, 1995. Effects of limited irrigation on the composition of must and wine of Cabernet Sauvignon under semi-arid conditions. Vitis 34: 151-154.

- Nail WR, 2010. Effects of fruit thinning on yield, fruit quality and vine performance of red Bordeaux winegrape. The Connecticut Agric Exp Sta New Heaven Bull 1025. 12p.
- Noar A, Gal Y, Bravdo B, 2002. Shoot and cluster thinning influence vegetative growth, fruit yield, and wine quality of Sauvignon blanc grapevines. American Society for Horticultural Science 127: 628-634.
- Ojeda H, Andary C, Kraeva E, Carbonneau A, Deloire A, 2002. Influence of pre- and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. American Society for Enology and Viticulture 53(4): 261-267.
- Orts MLH, Martínez-Cutillas A, López-Roca JM, Gómez-Plaza E, 2005. Effect of moderate irrigation on grape composition during ripening. Spanish Journal of Agricultural Research 3(3): 352-361.
- Palliotti A, Cartechini A, 2000. Cluster thinning effects on yield and grape composition in different grapevine cultivars. Acta Horticulturae 512: 111-120.
- Pena-Neira A, Caceres A, Pastenes C, 2007. Low molecular weight phenolic and anthocyanin composition of grape skins from cv. Syrah (*Vitis vinifera* L.) in the Maipo Valley (Chile): Effect of clusters thinning and vineyard yield. Food Science and Technology International 13(2): 153-158.
- Prajitna A, Dami I, Steiner T, Ferree D, Scheerens J, Schwartz S, 2007. Influence of cluster thinning on phenolic composition resveratrol and antioxidant capacity in Chambourcin wine. American Journal of Enology and Viticulture 58: 346-350.
- Reynolds AG, 1989. Riesling grapes respond to cluster thinning and shoot density manipulation. American Society for Horticultural Science 114(3): 364-360.
- Reynolds A, Price S, Wardle D, Watson B, 1994. Fruit environment and crop level effects on Pinot noir. Vine performance and fruit composition in the British Columbia. American Journal of Enology and Viticulture 45: 452-459.
- Roby G, Matthews MA, 2004. Relative proportions of seed, skin and flesh, in ripe berries from Cabernet-Sauvignon grapevines grown in a vineyard either well irrigated or under water deficit. Australian Journal of Grape and Wine Research 10(1): 74-82.
- Rogiers S, Deloire A, Smith J, Tyreman S, 2015. Monitoring vine water status, Part:1 Some physiological principles. Grapevine Management Guide 2014-15. NSW Government Department of Primary Industries 16-19.
- Rubio JA, 2002. Riego y aclareo de racimos: efectos en la actividad fisiologica, en el control del rendimiento y en la calidad de la uva del cv. Tempranillo (*Vitis vinifera* L.) Universidad Politecnica de Madrid, Escuela de Agronomos.
- Schalkwyk DV, Hunter JJ, Venter JJ, 1995. Effect of bunch removal on grape composition and wine quality of *Vitis vinifera* L. cv Chardonnay. South African Journal of Enology and Viticulture 16: 15-25.
- Smith R, Prichard T, 2002. UC Cooperative Extension August <http://ucce.ucdavis.edu/files/filelibrary/2161/41093.pdf> (Erişim tarihi: 22.10.2015).
- Yang J, Martinson TE, Liu RH, 2009. Phytochemical profiles and antioxidant activities of wine grapes. Food Chemistry 116(1): 332-339.
- Yang J, Yang-Yu X, 2013. Grape phytochemicals and associated health benefits. Critical Reviews in Food Science and Nutrition Journal 53(11): 1202-1225.

Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Badem (*Prunus amygdalus* L.) Potansiyeline Genel Bir Bakış

Mikdat ŞİMŞEK¹, Ersin GÜLSOY²

ÖZET: 2015 yılı istatistiklerine göre Türkiye 80.000 ton badem üretimine sahiptir. Ülkemizin toplam badem üretimi dikkate alındığında Akdeniz ve Ege Bölgeleri 234.609 ve 146.080 tonluk üretimleri ile ilk iki sırayı paylaşmakta olup Güneydoğu Anadolu Bölgesi 15.370 tonluk üretim miktarı ile üçüncü sırada yer almaktadır. Bu bölgedeki iller dikkate alındığında toplam 3.881 ve 3.249 tonluk badem üretimleri ile Gaziantep ve Şanlıurfa illeri ilk iki sırada bulunmakta, Şırnak ili ise 102 tonluk üretimi ile son sırada yer almaktadır. Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin mevcut badem üretim potansiyeli ortaya konularak bu konudaki farkındalığı artırmak ve mevcut potansiyelin değerlendirilmesi ve yönlendirilmesi ile ilgili olarak ileriye dönük üretim planlamalarında karar vericilere ışık tutmak hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Badem üretim potansiyeli, geliştirme imkânları, Güneydoğu Anadolu Bölgesi

A General View of Almond (*Prunus amygdalus* L.) Production Potential of Southeastern Anatolia Region

ABSTRACT: According to 2015 statistics Turkey has 80.000 tonnes of total almond production. considering the total almond production by the Regions in Turkey, Mediterranean and Aegean regions rank first and second with 234.609 and 146.080 tonnes of almond productions respectively as Southeast Anatolia Region is the third with a production of 15.370 tonnes. Considering the 2015 year total almond production of the provinces in Southeast Anatolia Region, Gaziantep and Şanlıurfa provinces rank first and second with 3.881 and 3.249 tonnes of almond productions respectively as Şırnak province comes last with a production of 102 tonnes. In this study, through presenting the existing status of the almond production potential of the Southeast Anatolia Region, it was aimed to increase the awareness and set light to decision makers in future plans for making use of and directing the existing potential.

Keywords:. Almond Production potential, development opportunities, Southeast Anatolia Region

¹ Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye

² Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Iğdır, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Mikdat ŞİMŞEK, mikdat.simsek@dicle.edu.tr

GİRİŞ

Bitkilerin üretimi insanların daha sağlıklı beslenmesi, sanayilere hammadde sağlanması ve bir kısım bitkilerin ihracata konu olmasından dolayı önemli bir üretim faaliyetidir. Ülkemiz, bir çok meyve türünün üretimi yönünden geniş bir potansiyele sahip olup, pek çok meyve türünün yetiştirilmesine uygun ekolojik koşullarına sahiptir (Dizdaroğlu, 1985, Beyhan ve Şimşek 2007).

Türkiye, coğrafik yapısı itibariyle kültüre alınmış birçok meyve türünün yetiştiriciliğine uygun bir konumda bulunmasının yanı sıra bazı türlerinde anavatanıdır (Bilginer ve ark., 2009; Gerçekçioğlu ve ark., 2014; Şimşek ve Kara, 2016; Beyhan ve Bostan, 1995). Günümüz meyvecilik kültüründe değer kazanmış ve gittikçe önemi artan badem, ceviz, nar, antepfıstığı, elma, fındık, kiraz, kayısı ve incir gibi birçok meyve türü bu topraklarda ortaya çıkmıştır. Yapılan arkeolojik araştırmalara göre birkaç bin yıl önce Anadolu'da söz konusu birçok meyve türünün yetiştirildiği belirtilmiştir (Özbek, 1975; Gerçekçioğlu ve ark., 2014).

Sert kabuklu meyve türlerinden olan badem (*Prunus amygdalus* L. veya *Amygdalus communis* L.), Rosales takımının Rosaceae familyasının Prunus cinsi içerisinde yer almakta olup, yaklaşık 40 türü mevcut bulunmakta ve bunlardan 12'si ülkemizde yetişmektedir (Soylu, 2003; Şimşek ve ark., 2010; Gülsoy ve ark., 2016, Beyhan 2009). Ayrıca, meyvesinin besin değerinin yüksek olmasından dolayı insan beslenmesinde önemli bir yeri bulunmakta ve, dünyanın hemen her bölgesinde yetiştirilebilmektedir (Şimşek, 2011). Bu sebeple insan sağlığı açısından pek çok faydası bulunan bademin, hem içerdiği yağ ve hem de zengin mineral ve vitaminler nedeniyle üretimi ve tüketimi her geçen gün artmaktadır (Beyhan ve ark., 2011, Gülsoy ve Balta, 2014).

2015 yılı TÜİK verilerine göre 55 ilimizde badem yetiştiriciliği yapılmakta olup, üretim miktarımız 80.000 ton ve ortalama badem verimi 14 kg ağaç⁻¹'dir. Bölgeler bazında bakıldığında 22.992 tonluk badem üretimi ile Akdeniz Bölgesi birinci sırada yer almakta ve bölgedeki ortalama verim 19 kg ağaç⁻¹, Ege Bölgesi 18.021 tonluk

badem üretimi ile ikinci sırada bulunmakta ve bölgedeki ortalama verim 12 kg ağaç⁻¹ ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi 15.370 tonluk badem üretimi ile üçüncü sırada olup bölgedeki ortalama verim 11 kg ağaç⁻¹'dir. İller bazında Mersin ili 10.491 ton badem üretimi ile birinci sırada yer almakta ve ortalama verim 30 kg ağaç⁻¹, Antalya ili 5.785 ton badem üretimi ile ikinci sırada bulunmakta ve ortalama verim 22 kg ağaç⁻¹ ve Çanakkale ili 5.290 ton badem üretimi ile üçüncü sırada yer almakta ve ortalama verimi 24 kg/ağaç'tır (TÜİK, 2015).

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde genel iklim özelliklerinin (karasal iklim) görülmesinin yanı sıra özel olarak nitelendirebileceğimiz Akdeniz iklimi etkisinin yaşandığı yerlerde mevcuttur. Bu yüzden bölgede görülen iklimi genel ve özel olarak ikiye ayırabiliriz

1-Genel iklim özellikleri: Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde sıcaklık ve yağış dağılımında yer şekillerinin etkisinin oldukça fazla olduğu, 500 metrenin altında olan plato ve ovalarının, ülkemizin en sıcak yerlerini oluşturduğu, yaz aylarında özellikle Diyarbakır ili ve Altınbaşak ovasında sıcaklığın +40 °C nin üzerine çıkabildiği, kış mevsiminde ise sıcaklığın ovalık alanlarda +5 °C ve dağlık kesimlerde ise 0 °C nin altına düştüğü iklimdir. Bu bölgede karasal iklim hüküm sürmekte yıllık yağış miktarı 400–1200 mm arasında değişkenlik göstermekte, bölgenin en kurak yeri Ceylanpınar çevresi olup, güneydeki düzlüklerden kuzeydeki Torosların eteklerine doğru çıkıldıkça yağış miktarında artışlar gözlenmektedir (GABİBÖ, 2016).

2-Özel iklim özellikleri: Bu iklimde ikiye ayrılmakta, birincisi Orta Fırat bölümü olup, burada Akdeniz iklimi etkisini göstermekte, bölgenin içlerine doğru ise karasal iklim etkisini artırmakta ve kış sıcaklık ortalaması 0 °C'nin altına pek düşmemekte, yıllık yağış ortalaması 700 mm civarında seyretmektedir. Bu bölümde yaz aylarında yağışlar azalmakta ve sıcaklık artışıyla birlikte kuraklık artmakta ve iç kesimlerde ise karasal iklim etkisini göstermektedir.

İkincisi ise Dicle Bölümü olup, bu bölümde karasal iklim etkili olup, yazları çok sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve 0 °C'nin altına düşmekte ve yıllık yağış miktarı 500–600 mm arasında değişmektedir (GAB, 2016).

Badem yetiştiriciliğinde sıcaklık önemli bir etkidir. Her ne kadar 1000 m. yüksekliğe kadar yetiştiricilik mümkün ise de düşük kış soğuklarında tomurcuklarda ve dallarda zararlanmalar görülmektedir. Ayrıca badem meyvelerinin olgunlaşabilmesi için yazın oldukça yüksek bir sıcaklık isteği vardır. Bundan dolayı Anadolu'nun yüksek yerleri ile Karadeniz bölgesinin serin ve nispi nemi yüksek kesimleri badem yetiştiriciliği için uygun değildir (Atlı ve ark., 2011; Özçağırın ve ark., 2014).

Badem yetiştiriciliği ülkemizin Doğu Karadeniz bölgesinin kıyı kesimleri ile çok yüksek yaylaları dışında hemen hemen her ilimizde yapılmaktadır (Şimşek ve Yıldırım, 2010). Badem yetiştiriciliğini sınırlayan en önemli faktör ilkbahar geç donlarıdır. Çiçek açma döneminde badem ağacı kısa bir süre -4.4°C 'ye dayanmakta, taç yaprakları dökülmeye başlayınca -2.2°C ve küçük meyve döneminde ise, -1°C hatta -0.6°C 'de zarar görmektedir. Badem kuraklığa en çok dayanan meyve türlerinden birisidir. Ancak, yıllık yağışın 500-600 mm olduğu bölgelerde ve düzenle sulama yapılan bahçelerde verimlilik ve meyve kalitesinde artış görülmektedir (Küden ve ark., 2014). Çalışmaya konu olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin

iklimi badem yetiştiriciliği için uygundur. Bu bakımdan bu bölgemizde badem ve diğer ılıman iklim meyve türlerinin yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması ülke ekonomisi için önemlidir (Şimşek ve Yılmaz, 2010).

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNİN MEVCUT BADEM POTANSİYELİNİN GENEL DURUMU

Türkiye badem üretiminde üçüncü sırada yer alan Güneydoğu Anadolu Bölgesi (GAB)'nin bütün illerinde badem yetiştiriciliği yapılmaktadır. 2015 yılı istatistik verilerine göre, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 77.569 dekar alanda 15.370 ton badem üretimi yapılmakta ağaç başına verim 11 kg ağaç^{-1} , meyve veren yaştaki ağaç sayısı 1.393.019, meyve vermeyen yaştaki ağaç sayısı 930.784 ve toplam ağaç sayısı ise 2.323.803 adettir (TÜİK, 2015).

Ayrıca, son yıllarda badem yetiştiriciliğinin geliştirilmesi için bölgede Ferragnes, Ferraduel ve Teksas gibi standart çeşitler ile modern bahçeler tesis edilmektedir (Şekil 1). Bu bölgemizdeki badem potansiyelinin tam olarak anlaşılabilmesi için bölgedeki illerin badem potansiyelini incelemekte yarar vardır.



Teksas



Ferragnes



Ferradual



Nonpareil

Şekil 1. Bazı badem çeşitlerinin görünümü (BÇ, 2016).

1. ADIYAMAN İLİNİN MEVCUT BADEM POTANSİYELİ

Adıyaman ilinin kuzey kesimleri dağlık olup, kışları yağışlı ve soğuk, yazları ise sıcak ve kurak ve güney kesimlerinde ise kışları ılık ve yağışlı, yazları ise kurak ve sıcak geçmektedir. Yüksek yerlerde kış çok şiddetli geçmesine karşın, ovalık bölgelerde ise sıcaklık kışın -3.9°C 'den aşağı pek düşmemektedir

(AİBÖ, 2017). Bu ilin yıllık ortalama sıcaklığı 17.0°C , en düşük sıcaklığı 4.3°C , en yüksek sıcaklığı 37.3°C ve yıllık ortalama yağışı ise 674 mm'dir (İA, 2017). Adıyaman'ın bütün ilçelerinde badem yetiştiriciliği yapılmakta, toplam badem üretimi 1.800 ton, en fazla üretimi 12.968 ton ile Kahta ve en az üretimi ise 10 ton ile Sincik ilçelerinde gerçekleştirilmekte, ildeki ortalama badem verimi 12 kg ağaç^{-1} olup, bu değer

Güneydoğu Anadolu Bölgesinin ortalamasına denk ve ülkemiz ortalamasına yakın değerdedir (TÜİK, 2015). İlin iklim özellikleri dikkate alındığında badem yetiştiriciliği için oldukça uygun bir iklime sahip olduğu söylenebilir. (Çizelge 1).

GAP Baraj Gölü'nün devreye girmesiyle birlikte ilde iklimin daha da ılımanlaşacağı ve badem yetiştiriciliği için daha uygun koşullar oluşacağı, bu sebeple Adıyaman'da badem yetiştiriciliğinin daha da yaygınlaştırılmasının gerektiği düşünülmektedir.

Çizelge 1. Adıyaman ili merkez ve ilçelerinin 2015 yılı badem ağacı sayıları ve üretim miktarları.

| İlçe Adı | Toplu meyvelik alanı (dekar) | Üretim miktarı (ton) | Ağaç başına ortalama verim (kg) | Meyve veren yaşta ağaç sayısı | Meyve vermeyen yaşta ağaç sayısı | Toplam ağaç sayısı |
|---------------|------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Merkez | 4.500 | 267 | 15 | 17.800 | 107.200 | 125.000 |
| Besni | 3.772 | 250 | 10 | 25.000 | 74.177 | 99.177 |
| Çelikhan | 0 | 24 | 8 | 3.000 | 0 | 3.000 |
| Gerger | 527 | 43 | 7 | 6.100 | 5.600 | 11.700 |
| Gölbaşı | 2.620 | 512 | 13 | 39.400 | 15.000 | 54.400 |
| Kahta | 12.968 | 588 | 12 | 49.000 | 296.000 | 345.000 |
| Samsat | 120 | 13 | 12 | 1.100 | 590 | 1.690 |
| Sincik | 35 | 10 | 11 | 870 | 700 | 1.570 |
| Tut | 800 | 93 | 7 | 13.318 | 14.202 | 27.520 |
| TOPLAM | 25.342 | 1.800 | 12 | 155.588 | 513.469 | 669.057 |

2. BATMAN İLİNİN MEVCUT BADEM POTANSİYELİ

Batman ilinde yazlar sıcak ve kurak geçer, kışlar ise nispeten ılık ve yağışlı olup, yağışlar çoğunlukla yükseklerde kar ve ovalarda ise yağmur şeklindedir (BİBÖ, 2017). İlin yıllık ortalama sıcaklığı 16.7 °C ve yıllık ortalama yağışı 530 mm'dir. (İB, 2017). Batman'ın bütün ilçelerinde badem yetiştiriciliği yapılmakta, toplam badem üretimi 556 ton, en fazla üretimi 398 ton ile Gercüş ve en az üretim ise 8 ton ile

Merkez ilçeden karşılanmaktadır (TÜİK, 2015). İldeki bademin ortalama verimi 19 kg ağaç⁻¹ olup, bu değer hem Güneydoğu Anadolu Bölgesi hem de ülkemiz ortalamasından oldukça yüksektir. Ayrıca, ildeki iklim koşullarının badem yetiştiriciliği için uygun olması da önemli bir avantajdır (Çizelge 2). Bununla birlikte Iısu Barajı'nın tümüyle devreye girmesiyle birlikte yöre iklimi biraz daha ılımanlaşacaktır. Bu sebeple ildeki badem yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılmasında büyük yarar vardır.

Çizelge 2. Batman ili merkez ve ilçelerinin 2015 yılı badem ağacı sayıları ve üretim miktarları.

| İlçe Adı | Toplu meyvelik alanı (dekar) | Üretim miktarı (ton) | Ağaç başına ortalama verim (kg) | Meyve veren yaşta ağaç sayısı | Meyve vermeyen yaşta ağaç sayısı | Toplam ağaç sayısı |
|---------------|------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Merkez | 50 | 8 | 15 | 519 | 255 | 774 |
| Beşiri | 60 | 13 | 10 | 1.250 | 550 | 1.800 |
| Gercüş | 201 | 398 | 20 | 19.900 | 20.805 | 40.705 |
| Hasankeyf | 150 | 53 | 24 | 2.200 | 350 | 2.550 |
| Kozluk | 160 | 51 | 16 | 3.160 | 730 | 3.890 |
| Sason | 0 | 33 | 15 | 2.200 | 950 | 3.150 |
| TOPLAM | 621 | 556 | 19 | 29.229 | 23.640 | 52.869 |

3. DİYARBAKIR İLİNİN MEVCUT BADEM POTANSİYELİ

Diyarbakır ilinde sert kara iklimi ve yarı kurak yayla iklimi hüküm sürmekte, yazlar çok sıcak, kurak ve uzun, kışlar ise soğuk ve yağışlı geçmekte ve çoğunlukla sıcaklık değerleri +46.2°C ile -24.2°C arasında değişmekte (DİBÖ, 2017), yıllık ortalama sıcaklık 15.6 °C, yıllık ortalama yağış 530 mm'dir (İD, 2017). Diyarbakır'ın 14 ilçesinde badem üretimi yapılmakta toplam badem üretimi 2.793 ton, en fazla üretimi 733 ton ile Lice ve en az üretim ise 3 ton ile

Yenişehir ilçelerinde gerçekleştirilmektedir (TÜİK, 2015). İlin iklimi badem yetiştiriciliği için uygun olmasına rağmen, ortalama verim 9 kg ağaç⁻¹'dir. Bu değer hem Güneydoğu Anadolu Bölgesinin hem de ülke ortalamasının altındadır. Bunun en büyük nedeninin ise tohumdan yetişmiş badem ağaçlarının çoğunlukta olması ve son zamanlara kadar standart çeşitler ile yetiştiriciliğinin yapılmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 3). Bu nedenle, ilde standart badem çeşitleriyle yetiştiriciliğin yaygınlaştırılmasında yarar vardır.

Çizelge 3. Diyarbakır ili merkez ve ilçelerinin 2015 yılı badem ağacı sayıları ve üretim miktarları.

| İlçe Adı | Toplu meyvelik alanı (dekar) | Üretim miktarı (ton) | Ağaç başına ortalama verim (kg) | Meyve veren yaşta ağaç sayısı | Meyve vermeyen yaşta ağaç sayısı | Toplam ağaç sayısı |
|-----------|------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Çermik | 90 | 304 | 10 | 30.360 | 4.018 | 34.378 |
| Çüngüş | 2.500 | 540 | 20 | 27.000 | 1.650 | 28.650 |
| Dicle | 410 | 32 | 18 | 1.800 | 15.100 | 16.900 |
| Eğil | 726 | 432 | 10 | 43.290 | 6.215 | 49.505 |
| Ergani | 210 | 165 | 10 | 16.500 | 3.100 | 19.600 |
| Hani | 500 | 221 | 10 | 23.220 | 7.890 | 31.110 |
| Hazro | 550 | 86 | 12 | 7.200 | 2.450 | 9.650 |
| Kocaköy | 60 | 21 | 10 | 2.050 | 650 | 2.700 |
| Kulp | 1.170 | 189 | 18 | 10.525 | 2.895 | 13.420 |
| Lice | 660 | 733 | 6 | 122.200 | 48.800 | 171.000 |
| Silvan | 202 | 4 | 4 | 950 | 100 | 1.050 |
| Kayapınar | 81 | 32 | 11 | 2.915 | 59 | 2.974 |
| Sur | 150 | 31 | 11 | 2.800 | 6.000 | 8.800 |
| Yenişehir | 20 | 3 | 20 | 150 | 600 | 750 |
| TOPLAM | 7.629 | 2.793 | 9 | 306.960 | 105.027 | 411.987 |

4. GAZİANTEP İLİNİN MEVCUT BADEM POTANSİYELİ

Gaziantep'in yazları sıcak ve kurak, kışları ise çok soğuk olmayıp, ılıman bir iklime sahiptir. İldeki sıcaklık değerleri -17°C ile 48.8°C arasında değişmekte (GİBÖ, 2017), yıllık ortalama sıcaklık 15.5 °C, yıllık ortalama yağış 529 mm'dir (İG, 2017). Gaziantep'in 7 ilçesinde badem yetiştiriciliği yapılmakta olup toplam badem üretimi 17.596 ton, en fazla üretim 5.100 ton

ile Şehit Kamil ve en az üretim ise 18 ton ile Islahiye ilçelerinde gerçekleşmiştir (TÜİK, 2015). İldeki badem ağaçlarının ortalama verimi 21 kg ağaç⁻¹ olup, bu değer hem Güneydoğu Anadolu Bölgesinin hem de ülkemiz ortalamasından oldukça yüksektir. Aynı zamanda, ildeki iklim özellikleri de badem yetiştiriciliği için idealdir (Çizelge 4). Badem yetiştiriciliğinin Gaziantep'te yaygınlaştırılması durumunda, bölge halkı ve ülke ekonomisi için önemli katkılar sağlanacaktır.

Çizelge 4. Gaziantep ili merkez ve ilçelerinin 2015 yılı badem ağacı sayıları ve üretim miktarları.

| İlçe Adı | Toplu meyvelik alanı (dekar) | Üretim miktarı (ton) | Ağaç başına ortalama verim (kg) | Meyve veren yaşta ağaç sayısı | Meyve vermeyen yaşta ağaç sayısı | Toplam ağaç sayısı |
|------------|------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Şahinbey | 3.753 | 1.519 | 23 | 66.320 | 10.080 | 76.400 |
| Şehitkamil | 5.100 | 1.651 | 21 | 79.550 | 25.700 | 105.250 |
| Araban | 156 | 36 | 25 | 1.450 | 2.530 | 3.980 |
| İslahiye | 18 | 11 | 19 | 570 | 90 | 660 |
| Nizip | 282 | 121 | 10 | 12.070 | 2.810 | 14.880 |
| Nurdağı | 195 | 119 | 20 | 5.950 | 720 | 6.670 |
| Oğuzeli | 889 | 416 | 19 | 21.900 | 0 | 21.900 |
| Yavuzeli | 125 | 8 | 22 | 360 | 40 | 400 |
| TOPLAM | 10.518 | 3.881 | 21 | 188.170 | 41.970 | 230.140 |

5. KİLİS İLİNİN MEVCUT BADEM POTANSİYELİ

Kilis ilinde sıcak ve ılıman bir iklim hakim olup, yazları sıcak ve kurak kışları ise ılık geçmektedir. Sıcaklık değerleri 1.3°C ile 35.4°C arasında değişmekte (KİBÖ, 2017), yıllık ortalama sıcaklık 16.6 °C ve yıllık ortalama yağış miktarı 506 mm'dir (İK, 2017). Kilis'in bütün ilçelerinde badem yetiştiriciliği yapılmakta olup, toplam badem üretimi 952 ton, en fazla üretim Musabeyli

(593 ton) en az üretim ise Polateli (32 ton) ilçelerinde gerçekleşmiştir (TÜİK, 2015). İldeki badem ağaçlarının ortalama verimi 14 kg ağaç⁻¹ olup, bu değer Güneydoğu Anadolu Bölgesi ortalamasından yüksek ve ülkemiz ortalamasına eşdeğerdir. Ayrıca ildeki iklim özellikleri badem yetiştiriciliği için uygundur (Çizelge 5). Badem yetiştiriciliğinin ilde yaygınlaştırılması hem bölge halkına hem de ülkemizin milli ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Çizelge 5. Kilis ili merkez ve ilçelerinin 2015 yılı badem ağacı sayıları ve üretim miktarları.

| İlçe Adı | Toplu meyvelik alanı (dekar) | Üretim miktarı (ton) | Ağaç başına ortalama verim (kg) | Meyve veren yaşta ağaç sayısı | Meyve vermeyen yaşta ağaç sayısı | Toplam ağaç sayısı |
|-----------|------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Merkez | 622 | 213 | 14 | 15.115 | 1.679 | 16.794 |
| Elbeyli | 336 | 114 | 14 | 8.165 | 907 | 9.072 |
| Musabeyli | 1.744 | 593 | 14 | 42.379 | 4.709 | 47.088 |
| Polateli | 93 | 32 | 14 | 2.260 | 251 | 2.511 |
| TOPLAM | 2.795 | 952 | 14 | 67.919 | 7.546 | 75.465 |

6. MARDİN İLİNİN MEVCUT BADEM POTANSİYELİ

Mardin ilinde yazlar sıcak ve kışlar ise soğuk geçer. İldeki yıllık ortalama kar yağış süresi 10 günü ve sıfırın altındaki gün sayısı 60'ı geçmeyip, yılın 100 güne yakını 30°C'nin üstünde geçmektedir (MİBÖ, 2017). Mardin'de sıcaklık değerleri -0.5°C ile 38.1°C arasında, yıllık ortalama sıcaklık 16.6 °C ve yıllık ortalama yağış ise 648 mm civarındadır (İM, 2017). Mardin'in bütün ilçelerinde badem

üretimi yapılmakta, toplam badem üretimi 1.825 ton, en fazla üretimi 594 ton ile Midyat ve en az üretim ise 36 ton ile Mazıdağı ilçelerinde yapılmaktadır (TÜİK, 2015). İldeki badem ağaçlarının ortalama verimi 12 kg ağaç⁻¹ olup, bu değer Güneydoğu Anadolu Bölgesine denk ve ülkemiz ortalamasının biraz altındadır. Ancak ilin iklim özellikleri badem yetiştiriciliği için uygundur (Çizelge 6). İlde badem yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması, bölge halkı ve ülkemizin milli ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Çizelge 6. Mardin ili merkez ve ilçelerinin 2015 yılı badem ağacı sayıları ve üretim miktarları.

| İlçe Adı | Toplu meyvelik alanı (dekar) | Üretim miktarı (ton) | Ağaç başına ortalama verim (kg) | Meyve veren yaşta ağaç sayısı | Meyve vermeyen yaşta ağaç sayısı | Toplam ağaç sayısı |
|-----------|------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Dargeçit | 410 | 40 | 10 | 4.007 | 650 | 4.657 |
| Derik | 10 | 221 | 19 | 11.550 | 6 | 11.556 |
| Kızıltepe | 250 | 68 | 14 | 4.800 | 5.350 | 10.150 |
| Mazıdağı | 20 | 36 | 8 | 4.550 | 2.250 | 6.800 |
| Midyat | 2.400 | 594 | 14 | 41.550 | 28.450 | 70.000 |
| Nusaybin | 172 | 83 | 6 | 13.900 | 1.750 | 15.650 |
| Ömerli | 200 | 410 | 20 | 20.500 | 4.300 | 24.800 |
| Savur | 295 | 37 | 6 | 6.160 | 197 | 6.357 |
| Yeşilli | 350 | 173 | 15 | 11.500 | 1.040 | 12.540 |
| Artuklu | 220 | 163 | 5 | 32.550 | 930 | 33.480 |
| TOPLAM | 4.327 | 1.825 | 12 | 151.067 | 44.923 | 195.990 |

7. SİİRT İLİNİN MEVCUT BADEM POTANSİYELİ

Siirt'in yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlı geçmekte (SİBÖ, 2017), sıcaklık -0.8°C ile 37.6°C arasında, yıllık ortalama sıcaklık 16.2°C ve yıllık ortalama yağışı ise 767 mm civarında seyretmektedir (İS, 2017). Siirt'in bütün ilçelerinde badem yetiştiriciliği yapılmakta, toplam badem üretimi 212 ton, en fazla üretim Pervari (76 ton) ve en az üretim ise Baykan (1 ton) ilçelerinde gerçekleşmiştir (TÜİK,

2015). İlin iklimi badem yetiştiriciliğine çoğunlukla uygun olmasına rağmen, ortalama verim 8 kg ağaç^{-1} dir. Bu değer hem Güneydoğu Anadolu Bölgesi hem de ülke ortalamasının altındadır. Bunun en büyük sebebi ise Diyarbakır'da olduğu gibi Siirt'te de yetiştirilen bademlerin büyük birçoğunun tohumdan yetişmiş ağaçlardan el edilmesi ve standart badem çeşitleriyle yetiştiriciliğin az olmasından kaynaklanmaktadır (Çizelge 7). Bu nedenle, ilde standart badem çeşitleriyle yetiştiriciliğin yaygınlaştırılmasında fayda vardır.

Çizelge 7. Siirt ili merkez ve ilçelerinin 2015 yılı badem ağacı sayıları ve üretim miktarları.

| İlçe Adı | Toplu meyvelik alanı (dekar) | Üretim miktarı (ton) | Ağaç başına ortalama verim (kg) | Meyve veren yaşta ağaç sayısı | Meyve vermeyen yaşta ağaç sayısı | Toplam ağaç sayısı |
|----------|------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Merkez | 36 | 11 | 8 | 1.385 | 2 | 1.387 |
| Tillo | 125 | 65 | 5 | 13.000 | 5.250 | 18.250 |
| Baykan | 5 | 1 | 4 | 235 | 80 | 315 |
| Eruh | 50 | 55 | 15 | 3.650 | 570 | 4.220 |
| Kurtalan | 10 | 2 | 6 | 310 | 0 | 310 |
| Pervari | 287 | 76 | 10 | 7.865 | 610 | 8.475 |
| Şirvan | 10 | 2 | 13 | 150 | 27 | 177 |
| TOPLAM | 523 | 212 | 8 | 26.595 | 6.539 | 33.134 |

8. ŞANLIURFA İLİNİN MEVCUT BADEM POTANSİYELİ

Şanlıurfa ilinde yazlar uzun ve çok sıcak, buna karşın kışlar ise çok soğuk geçmemekte, yılın 25 günü sıcaklık değerleri 0°C'nin altında (ŞİBÖ, 2017) seyretmekte, yıllık ortalama sıcaklık 25.7 °C ve yıllık ortalama yağış 477 mm civarında gerçekleşmektedir (İŞ, 2017). Şanlıurfa'nın 11 ilçesinde badem üretimi yapılmakta toplam üretim 3.249 ton, en fazla üretim 1.120 ton ile Karaköprü ve en az üretim ise 7 ton ile Harran ilçelerinden karşılanmaktadır (TÜİK, 2015). İlin iklimi badem yetiştiriciliği için uygun olmasına karşın, ortalama verim 7 kg ağaç⁻¹'dir. Bu değer hem Güneydoğu Anadolu Bölgesi hem de ülke

ortalamasından düşüktür, Bunun en büyük nedeni ise Diyarbakır ve Siirt illerinde olduğu gibi tohumdan yetişmiş badem ağaçlarının çoğunlukta olması ve son zamanlara kadar standart çeşitlerle badem yetiştiriciliğine pek önem verilmemesidir (Çizelge 8). GAP Baraj Gölü'nün son zamanlarda devreye girmesi ilin iklimini biraz daha ılımanlaştırmış ve son yıllarda standart badem çeşitleriyle düzenli bahçelerin tesisinde büyük bir artış olmuş, gelecek yıllarda ise bademin veriminde önemli artışlar olacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle, ilde standart badem çeşitleriyle yetiştiriciliğin yaygınlaştırılması durumunda hem Güneydoğu Anadolu Bölgesi hem de ülke ekonomisine önemli katkılar sağlanacaktır (Beyhan, 2009).

Çizelge 8. Şanlıurfa ili merkez ve ilçelerinin 2015 yılı badem ağacı sayıları ve üretim miktarları.

| İlçe Adı | Toplu meyvelik alanı (dekar) | Üretim miktarı (ton) | Ağaç başına ortalama verim (kg) | Meyve veren yaşta ağaç sayısı | Meyve vermeyen yaşta ağaç sayısı | Toplam ağaç sayısı |
|-------------|------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Birecik | 932 | 145 | 10 | 14.536 | 6.900 | 21.436 |
| Bozova | 3.430 | 290 | 7 | 41.400 | 14.800 | 56.200 |
| Ceylanpınar | 670 | 127 | 7 | 18.210 | 35 | 18.245 |
| Halfeti | 5.050 | 27 | 8 | 3.400 | 49.050 | 52.450 |
| Harran | 12 | 7 | 19 | 360 | 0 | 360 |
| Hilvan | 1.714 | 23 | 15 | 1.515 | 48.000 | 49.515 |
| Siverek | 2.738 | 1.063 | 13 | 81.780 | 20.000 | 101.780 |
| Suruç | 1.717 | 200 | 10 | 20.000 | 48.680 | 68.680 |
| Eyyübüye | 1.000 | 100 | 4 | 25.000 | 0 | 25.000 |
| Haliliye | 1.000 | 147 | 5 | 30.000 | 0 | 30.000 |
| Karaköprü | 7.467 | 1.120 | 5 | 224.000 | 0 | 224.000 |
| TOPLAM | 25.730 | 3.249 | 7 | 460.201 | 187.465 | 647.666 |

9. ŞIRNAK İLİNİN MEVCUT BADEM POTANSİYELİ

Şırnak ilinde karasal iklim hüküm sürmekte, orta kesimleri kışın çok yağışlı, güney ve güneybatı kesimlerinde iklim daha yumuşak, yüksek dağlardan oluşan doğu kesimlerinde ise kışları sert ve kar yağışlı geçmektedir. İldeki en yüksek sıcaklık 48.5°C, en düşük sıcaklık değeri ise -20°C (ŞİBÖ, 2017), yıllık ortalama sıcaklık 13.5 °C ve yıllık ortalama yağış ise 830 mm'dir (İŞİ, 2017). Şırnak'ın 5 ilçesinde badem

yetiştirilmekte, toplam badem üretimi 102 ton, en fazla üretim Merkez (81 ton) ve en az üretim ise Uludere (2 ton) ilçelerinde gerçekleşmiştir. İldeki ortalama badem verimi 14 kg ağaç⁻¹ olup (TÜİK, 2015) bu değer Güneydoğu Anadolu Bölgesinden yüksek ve Kilis ilimizde olduğu gibi ülkemizin ortalamasına eşdeğerdir. Ayrıca ilin iklim özellikleri badem yetiştiriciliği için oldukça idealdir (Çizelge 9). Badem yetiştiriciliğinin ilde yaygınlaştırılması hem bölge halkına, hem de milli ekonomimize katkı sağlayacaktır.

Çizelge 9. Şırnak ili merkez ve ilçelerinin 2015 yılı badem ağacı sayıları ve üretim miktarları.

| İlçe Adı | Toplu meyvelik alanı (dekar) | Üretim miktarı (ton) | Ağaç başına ortalama verim (kg) | Meyve veren yaşta ağaç sayısı | Meyve vermeyen yaşta ağaç sayısı | Toplam ağaç sayısı |
|------------|------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Merkez | 0 | 81 | 14 | 6.000 | 0 | 6.000 |
| Cizre | 0 | 4 | 33 | 120 | 10 | 130 |
| Güçlükonak | 31 | 3 | 6 | 520 | 100 | 620 |
| İdil | 30 | 12 | 24 | 500 | 45 | 545 |
| Uludere | 23 | 2 | 13 | 150 | 50 | 200 |
| TOPLAM | 84 | 102 | 14 | 7.290 | 205 | 7.495 |

SONUÇ VE ÖNERİLER

1)

a-GAP Baraj Gölü'nün devreye girmesiyle birlikte Adıyaman ilinin ikliminde yumuşa meydana gelmiştir. Bu durum badem yetiştiriciliği için daha da uygun bir iklim koşulu sağlamıştır. Bu avantajından yararlanılarak ilde başta badem olmak üzere diğer ılıman iklim meyvelerin yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması ilin kalkınmasına ve ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

b-Yakın gelecekte Ilısu Baraj Gölü'nün tümüyle devreye girmesiyle Batman ilinin ikliminde daha fazla ılımanlaşma olacaktır. Bu sebeple badem ve diğer ılıman iklim meyvelerinin yetiştiriciliğine hız verilmesi gerekir. Bu bağlamda yanlış sonuçlara ulaşılmaması için standart çeşitlerle adaptasyon çalışmalarına önem verilmelidir.

c-Diyarbakır'da badem veriminin artırılması ve yetiştiriciliğin yaygınlaştırılması için geleneksel yetiştiricilikten modern yetiştiriciliğe geçişin hızlandırılması, bu konuda çiftçilerin daha fazla bilinçlendirilmesi gerekir.

d-Gaziantep'te badem yetiştiriciliği ve verimi ideal bir konumdadır. Ayrıca, ilde yetiştiriciliğin yaygınlaştırılması için uygun bir potansiyelde mevcuttur.

e-Kilis'te badem verimi ülke ortalamasına eşdeğerdir. Bu değer artırılması için standart çeşitlerle modern bahçelerin tesisine ağırlık verilmeli ve yetiştiricilik daha da yaygınlaştırılmalıdır.

f-Mardin'de standart badem çeşitleriyle yetiştiriciliğin yaygınlaştırılması halinde verim artışı sağlanacaktır.

g-Siirt ve Şanlıurfa illerinde, başta badem olmak üzere diğer meyve türlerinin yetiştiriciliği konusunda çiftçilerin bilinçlendirilmesi ve standart badem çeşitleriyle meyveciliğin yaygınlaştırılması gerekir.

h-Şanlıurfa'da GAP Baraj Gölü'nün devreye girmesiyle, standart badem çeşitleriyle düzenli bahçelerin tesisinde büyük bir artış olmuş olup, gelecekte bademin veriminde önemli artışlar olacağı tahmin edilmektedir.

ı-Şırnak'ta bilimsel verilere dayalı olarak standart badem çeşitleriyle yetiştiriciliğin yapılması halinde verimde önemli bir artış sağlanacaktır.

2) Güneydoğu Anadolu Bölgesinde badem ve öteki ılıman iklim meyve türlerinin yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda kültürel ve bakım işlemlerinin düzenli yapılması halinde hem badem üretiminde ve hem de diğer meyvelerin üretiminde artış olacak ve daha verimli ve kaliteli ürün elde edilecektir.

3) Güneydoğu Anadolu Bölgesinde seleksiyon yoluyla seçilmiş ümitvar badem genotipleri üzerinde adaptasyon çalışması yapılarak olumlu sonuç verenlerin, özellikle geç çiçeklenen seçilmesi, bunlara çeşit vasfı kazandırılarak bölgedeki yetiştiriciliğinin artırılmasına önem verilmelidir.

4) Badem yetiştiriciliği yapan ve yapmak isteyen çiftçilere, standart çeşitlerle tesis edilmiş badem bahçelerinin gezdirilmesinde yarar vardır.

5) Badem en erken çiçek açan meyve türlerinden biri olduğu için ilkbahar geç donlarından fazla etkilenmektedir. Bu sebeple Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki illerde özellikle

donların görülebileceği yüksek rakımlarda geç çiçek açan standart çeşitlerle bahçe tesislerinin yapılması oldukça önemlidir.

6) Modern badem yetiştiriciliğın Güneydoğu Anadolu Bölgesinin tüm illerinde yaygınlaştırılması için badem yetiştiriciliği yapan ve yapmak isteyen çiftçiler, buldukları Valililerin koordinatörlüğünde başta o ilde bulunan üniversitenin Tarım ile ilgili fakülte, yüksekokul, enstitü, araştırma merkezleri olmak üzere, İl Tarım, Gıda ve Hayvancılık Müdürlükleri,

Tarımsal Araştırma Merkezleri veya İstasyonları, Kalkınma Ajansları, Ziraat Odaları yanı sıra çeşitli Sivil Toplum Kuruluşlarına müracaat ederek bilgi birikimlerinden yararlanmaları hem çiftçilerin ve hem de ülkenin yararına olacaktır.

7) Güneydoğu Anadolu Bölgesinde badem ve diğer meyve türlerine ait potansiyelin geliştirilmesi durumunda; hem bölgenin kendi ihtiyacı karşılanacak ve hem de çevredeki bazı illere ve Ortadoğu ülkelerine meyve ihracatı yapılarak, ülkemiz ekonomisine katkı sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- AİBÖ, 2017. Adıyaman İklim ve Bitki Örtüsü (AİBÖ). <http://www.cografya.gen.tr/tr/adiyaman/iklim.html>.
- Atlı HS, Karadağ S, Sarpkaya K, Konukoğlu F, Bozkurt H, 2011. Badem Yetiştiriciliği El Kitabı. Gaziantep
- BÇ, 2016. Badem Çeşitleri (BÇ). www.e-fidancim.com.
- Beyhan Ö, 2009. , “Hilvan İlçesi Bademlerinin (*Prunus amygdalus* L) Seleksiyon Yoluyla Islahı Üzerinde Araştırmalar”, Bahçe Dergisi , Cilt No: 37(2) 24-38, 2009
- Beyhan Ö, Aktaş M, Yılmaz N, Şimşek N, Gerçekcioğlu R, 2011. Determination of Fatty Acid Composition in Seed Oils of Some Important Almond (*Prunus amygdalus* L.) Genotypes Growing in Tokat Province and Eagean Region ,Turkey”, Journal of Medicinal Plants Research (ISI) , Vol 5 (19), 4907–4911
- Beyhan Ö, Bostan SZ, 1995. “Darende Bademlerinin (*Prunus amygdalus* L.) Seleksiyon Yoluyla Islahı Üzerinde Araştırmalar.”, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fak. Dergisi , Cilt No: 4(2):123-132.
- Beyhan Ö, Şimşek M, 2007. “Kahramanmaraş Merkez İlçe Bademlerinin (*Prunus amygdalus* L) Seleksiyon Yoluyla Islahı Üzerinde Araştırmalar.”, Bahçe Dergisi , Cilt No: 36(1-2), 11-18,
- BİBÖ, 2017. Batman İklim ve Bitki Örtüsü (BİBÖ). <http://www.cografya.gen.tr/tr/batman/iklim.html>.
- Bilginer Ç, Gerçekcioğlu R, Soylu A, 2009. Genel Meyvecilik (Meyve Yetiştiriciliğinin Esasları). Ankara Nobel Yayınları.
- DİBÖ, 2017. Diyarbakır İklim ve Bitki Örtüsü (DİBÖ). <http://www.cografya.gen.tr/tr/diyarbakir/iklim.html>.
- Dizdaroğlu T, 1985. İzmir İli Menemen İlçesinde Şeftali, Kayısı ve Erik Yetiştiriciliğinin Ekonomik Açından Değerlendirilmesi (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Ege Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- GAB, 2016. Güneydoğu Anadolu Bölgesi.(GAB) https://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCneydo%C4%9Fu_Anadolu_B%C3%BC.
- GABİBÖ, 2016. Güneydoğu Anadolu Bölgesi İklimi ve Bitki Örtüsü (GABİBÖ). <http://www.eokul-meb.com/guneydogu-anadolu-bolgesi-iklimi-ve-bitki-ortusu-41476/>.
- Gerçekcioğlu R, Bilgener Ş, Soylu A, 2014. Genel Meyvecilik (Meyve yetiştiriciliğinin esasları). NOBEL Akademik Yayıncılık, Geliştirilmiş 4. Basım, 498 s., İstanbul.
- GİBÖ, 2017.Gaziantep İklim ve Bitki Örtüsü (GİBÖ). <http://www.cografya.gen.tr/tr/gaziantep/iklim.html>.
- Gülsoy E, Balta F, 2014. Aydın ili Yenipazar, Bozdoğan ve Karacasu İlçelerinden Selekte Edilen Badem (*Prunus amygdalus* Batch) Genotiplerinin Protein, Yağ ve Yağ Asidi Bileşimlerinin Belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(1): 9-14.
- Gülsoy E, Ertürk E.Y, Şimşek M. 2016. Türkiye Lokal Badem (*Prunus amygdalus* L.) Seleksiyon Çalışmaları. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26(1): 126-134.
- İA, 2017. İklim: Adıyaman (İA). <https://tr.climate-data.org/location/283/>.
- İB, 2017. İklim: Batman (İB). <https://tr.climate-data.org/location/284/>.
- İD, 2017. İklim: Diyarbakır (İD). <https://tr.climate-data.org/location/285/>.
- İG, 2017. İklim: Gaziantep(İG). <https://tr.climate-data.org/location/286/>.
- İK, 2017. İklim: Kilis (İK). <https://tr.climate-data.org/location/286/>.
- İM, 2017. İklim: Mardin (İM). <https://tr.climate-data.org/location/286/>.
- İS, 2017. İklim: Siirt (İS). <https://tr.climate-data.org/location/286/>.
- İŞ, 2017. İklim: Şanlıurfa (İŞ). <https://tr.climate-data.org/location/285/>.
- İŞİ, 2017. İklim: Şırnak (İŞİ). <https://tr.climate-data.org/location/285/>.
- KİBÖ, 2017. Kilis İklim ve Bitki Örtüsü (KİBÖ). <http://www.cografya.gen.tr/tr/kilis/iklim.html>.
- Küden AB, Küden A, Bayazıt S, Çömlekçioğlu Ç, İmrak B, Rehber YD, 2014. Badem Yetiştiriciliği, TAGEP Yayınları, 19 s.
- MİBÖ, 2017. Mardin İklim ve Bitki Örtüsü (MİBÖ). <http://www.cografya.gen.tr/tr/mardin/iklim.html>
- Özbek S, 1975. Genel Meyvecilik. Adana Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana.
- Özçağırın R, Ünal A, Özeker E, İsfendiyaroğlu M, 2014. Ilıman İklim Meyve Türleri Cilt III.Ege Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayın No:566. İzmir

- SİBÖ, 2017. Siirt İklim ve Bitki Örtüsü (SİBÖ). <http://www.cografya.gen.tr/tr/siirt/iklim.html>.
- Soylu A, 2003. Ilıman İklim Meyveleri II. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları. Yayın no: 72, Bursa.
- ŞİİBÖ, 2017. Şırnak İklim ve Bitki Örtüsü (ŞİİBÖ). <http://www.cografya.gen.tr/tr/sirnak/iklim.html>.
- ŞİBÖ, 2017. Şanlıurfa İklim ve Bitki Örtüsü (ŞİBÖ). <http://www.cografya.gen.tr/tr/sanliurfa/iklim.html>.
- Şimşek M, 2011. Çınar İlçesinde Badem Seleksiyonu. Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 1(1): 32-36.
- Şimşek M, Kara A, 2016. Diyarbakır Meyvecilik Potansiyeline Genel Bir Bakış. Uluslararası Diyarbakır Sempozyumu. 2-5 Kasım 201, Diyarbakır (Basımda).
- Şimşek M, Osmanoğlu A, Taş Z, 2010. Çermik'ten Seçilen Badem (*Prunus amygdalus* L.) Tiplerinin Meyve Performansları. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(2): 29-37.
- Şimşek M, Yıldırım H, 2010. Dicle İlçesinde Doğal Olarak Yetişen Badem Tiplerinin Seleksiyonu Üzerinde Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24 (4): 9-15.
- Şimşek M, Yılmaz KU, 2010. Diyarbakır'ın Silvan İlçesinde Doğal Olarak Yetişen Badem (*Prunus amygdalus* L.) Tiplerinin Seleksiyonu. Alatarım, 9 (1): 22-30.
- TÜİK, 2015. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) [https:// biruni.tuik.gov.tr /bitkiselapp/bitkisel.zul](https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul).

Odunsu Bitki Türlerinde İn-vitro Aşılama-I (Anaç, Kalem, Aşı Tekniği)*

Hakan YILDIRIM¹, Nazan ÇALAR², Ahmet ONAY², Hüseyin KARLIDAĞ¹, Tuncay KAN¹

ÖZET: İn-vitro aşılama, aksenik kültür koşullarında minyatür aşı kalemlerinin aşılmasını kapsayan ve diğer tekniklere nazaran en son vejetatif çoğaltım tekniklerinden biridir. Bu yöntem, sürgün ucu kültürü ve aşılamanın bazı sınırlayıcı özelliklerinin üstesinden gelmekle birlikte, her iki metodun avantajlarını da bir arada bulundurmaktadır. İlk uygulandığı zamanlarda bazı meyve tür ve çeşitlerindeki virüs ve benzeri endojen patojenlerin eradikasyonu için geliştirilen in-vitro aşılama, bitki gelişim ve fizyolojisinin farklı alanlarında çeşitli odunsu bitki türlerinde hızla gelişmiştir. Bunlar birçok odunsu türlerin olgun genotiplerinin klonal çoğaltımında bir ön koşul olarak fizyolojik rejuvenasyonu ve aşıda uyumsuzluğu da kapsamaktadır. Sonuç olarak in-vitro aşılama, yoğun olarak kullanılan ve diğer vejetatif çoğaltım metodlarında bulunan olumsuzlukların üstesinden gelebilmek için daha çok düşünülmesi ve kullanılmayı hak eden orijinal ve tecrübe gerektiren bir tekniktir. Doku ve hücreler arasındaki genetik benzerlik ve farklılıkların ayrıntılı incelenmesine imkan sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, 1970'li yıllarda turuncgillerde virüsten ari bitki üretimi amacıyla başlayan in-vitro aşılama çalışmalarının günümüze kadar nasıl bir süreçten geçtiği ve özellikle meyve türlerinin de dahil olduğu odunsu bitki türlerinde bitki ıslahı ve çoğaltımı amacıyla ne tür çalışmaların yapıldığının ortaya çıkarılması ve belli bir düzende sunulmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Aşılama, in-vitro, kalem

In vitro Micrografting of Woody Plant Species-I (Rootstock, Scion, Grafting Technique)

ABSTRACT: In vitro micrografting is a propagation technique, involving the grafting of relatively miniature cuttings under axenic culture conditions and it is one of the recent developed propagation techniques compared to other conventional vegetative propagation techniques. This method overcomes some of the limitations of shoot tip culture and grafting, while it also keeps together the advantages of both methods. Micrografting was applied for the eradication viruses and pathogens from some fruit species and cultivars during the first application period, but later, the technique was further developed on various woody plant species in different research areas of plant physiology and development. These includes physiological rejuvenation and incompatibility grafting as a prerequisite for the clonally propagation of mature genotypes of many woody species. Consequently, in vitro micrografting is used in large scale propagation and an original technique which needs experience by overcoming the disadvantages of other propagation technique. It also enables to examine in detail the genetic similarities and differences between the tissues and cells. The aims of this study were (1) to review how micrografting studies passed a process from 1970s until today, first started to obtain virus-free plants from citrus; (2) to reveal what kind of work has been presented particularly on the plant breeding and propagation of the woody plant species, including the type of fruit breeding and reproduction and (3) and to present those studies in a specific order.

Key words: Grafting, in-vitro, scion

* VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi (25-29 Ağustos 2015 Çanakkale)'nde poster bildiri olarak sunulan ve özeti yayınlanan makalenin bir kısmıdır.

¹ İnönü Üniversitesi , Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri, Malatya, Türkiye

² Dicle Üniversitesi , Fen Fakültesi, Biyoloji, Diyarbakır, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Hakan YILDIRIM, hakan.yildirim@inonu.edu.tr

GİRİŞ

İn vitro aşılama 1970'li yılların başlarında ağırlıklı olarak farklı meyve türlerinde öncelikli olarak turunçgillerde (Murashige et al., 1972; Navarro et al., 1975) başlayan daha sonra sert çekirdekli meyve türlerinde (Colin and Verhoyen, 1976) ve yumuşak çekirdekli türlerde (Alskief and Villemur, 1978) ve nihayetinde süs bitkilerinin de (Creze, 1984) içerisinde bulunduğu odunsu bitki türleriyle devam eden virüs eliminasyonu için geliştirilen ve diğer tekniklere göre nisbeten yeni bir vejetatif çoğaltım tekniğidir. Bu teknik sonraki zamanlarda yoğun olarak sahil çamı (Tranvan and David, 1985), boylu mazı (Misson and Giot-Wirgot, 1985), sekoya (Monteuuis, 1986) gibi odunsu bitki türlerinde seçilmiş olgun genotiplerin fizyolojik gençleşmesi işlemlerinde kullanılmıştır. İn vitro aşılama, genellikle 100 µm'den 1-2 cm'ye kadar değişen uzunluktaki küçük aşı kalemlerinin aşılmasına imkan tanımakla birlikte, arazi koşullarındaki anaçların kesim yerlerinde görülen kararma ve bazı fungus ırklarının zararından dolayı düşük olan aşı tutma oranının artırılmasını sağlamaktadır. Bazı türlerde sürgün uçları, sürgün ucu meristemi olarak sınırlandırılmıştır. Sürgün ucu meristemi ise apikal uç yanında bir kaç yaprak primordiyasını içermekle birlikte türlere göre değişiklik gösterebilmektedir.

İn vitro sürgün ucu meristem kültürü, özellikle virüsten kaynaklanan endojen kontaminasyonlu materyallerden temiz materyal üretimi için kullanılır. Aynı zamanda klonal anaçların kullanılması yoluyla olgun genotiplerin fizyolojik olarak geliştirilmesini sağlamaktadır (Hacket, 1985; Monteuuis, 1989). Kullanılan nisbeten daha küçük sürgün ucu eksplantı patojenlerin daha etkili eliminasyonunu sağlarken, kültürdeki başarı şansının azalmasına neden olmuştur. Bununla birlikte sürgün ucu meristem kültürü çalışmaları çok sayıda odunsu bitki türünde başarısızlıkla sonuçlanmıştır (George, 1993). Bunun temel nedeninin; türlere göre kullanılan doku kültürü besi ortamlarının uygun olmaması ve yaşlı donör bitkilerden alınan eksplantların besi ortamına karşı hassasiyetlerinin olduğu bildirilmektedir (Monteuuis, 1987a). İn vitro aşılama bu sınırlamalara karşı alternatif bir teknik olarak uygulanmakta olup; in vitro üretilen anaçların yapay besi ortamına göre daha doğal olması nedeniyle başarı şansını arttırmaktadır. İn vitro

aşılama bitkiler daha farklı amaçlar için dış koşullara aktarılabilirken; mikroçoğaltım veya aşılama işlemleri için in vitro koşullarda damızlık bitki olarak sağlıklı sürgün üretimi için muhafaza edilmeleri mümkün olabilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, 1970'li yıllarda turunçgillerde virüsten ari bitki üretimi amacıyla başlayan in vitro aşılama çalışmalarının günümüze kadar nasıl bir süreçten geçtiği ve özellikle meyve türlerinin de içinde bulunduğu odunsu bitki türlerinde in vitro aşılama için kullanılan anaç ve kalem özelliklerinin belirlenmesi ve ayrıca aşılama tekniğiyle ilgili yapılan çalışmaların bir araya getirilmesi ve bunun için ne tür çalışmaların yapıldığı ve nasıl uygulandığının ortaya çıkarılması ve belli bir düzende sunulmasıdır.

KULLANILAN MATERYALLERİN ÖZELLİKLERİ

1. Anaç

İn vitro aşılama genellikle aynı türe ait aşı kalemi ve anaçları kullanılırken, çok nadiren farklı türlerin anaçları da kullanılabilir. Ladin çeşitleriyle ilgili yapılan çalışmalarda aynı ya da farklı türlere yapılan aşılama başarılarında önemli farklılıkların olmadığı bildirilmiştir (Ponsonby and Mantell, 1993). Anacın ne olduğuna bakmaksızın kültür ortamının akselik koşullarda uygun şekilde ayarlanması gerekmektedir. Bazı araştırmacılar tarafından farklı anaç üretim sistemleri kullanılmış olup, sıvı besi ortamları (Gebhardt and Goldba, 1988), daha iyi kültür başlatma için filtre kağıtları (Murashige et al., 1972; Huang et al., 1988) üzerinde durulmuştur. Perlit ve vermikulit ortamları tam sıvı besi ortamlarına göre kök sistemi için daha rahat ortamlar olduğu bildirilmiştir (Tranvan and David, 1985; Monteuuis, 1987). Torf ve polypropilen lifler ve selülozik tamponlar da farklı araştırmacılar tarafından kullanılmıştır (Deogratias et al., 1986; Dumas et al., 1989; Ewald and Kretzschmar, 1986). Katı besi ortamlarıyla kıyaslandığı zaman bu tampon sistemlerinin en önemli avantajı anacın kök sistemine zarar vermeden aşılamanın rahatlıkla yapılması ve kültür kaplarından kolayca çıkarılabilmesidir.

Anacın gelişim devresi ve büyüklüğünün turunçgiller, şeftali, sekoya, ladin, sandal ağacı gibi odunsu türlerde mikroaşıda başarıyı etkilediği bildirilmiştir. Beyaz çam ağacının aşılama

kullanılmak üzere üretilecek anaçlar için embriyo kültürünün kullanılmasının aşı başarısı ve bitki gelişim açısından iyi sonuçlandığı bildirilmiştir (Goldfarb et al., 1992). Bazı meyve türlerinde de tohumdan kotiledonlar ayrıldıktan sonra ekilen materyalden üretilen genç anaçlar kullanılmıştır. Sekoya ağacında ise in vitro üretilen anaç sürgünler üzerine mikroaşılama yapıldıktan sonra köklenme ortamına aktarıldığı bildirilmektedir (Huang et al., 1992a).

Turunçgillerde in vitro üretilen fideler anaç olarak kullanılmadan önce birkaç gün karanlık ortamda bulundurulması tavsiye edilmektedir (Navarro et al., 1975). Ayrıca besi ortamına bitki büyüme düzenleyicilerinin ilave edilmesinin farklı meyve türlerindeki aşı başarısını arttırdığı bildirilmektedir (Jonard et al., 1987).

2. Aşı Kalem

a. Tür - çeşit etkisi: İn vitro aşılama başarı, tür ve çeşitler arasında farklılık göstermektedir. İğne yapraklı bitki türlerinde mikroaşılama teknik ve yöntemleri başarılı bir şekilde geliştirilmiş olmakla birlikte (Monteuuis, 1986, 1994), tik ağacı ve okaliptus türlerinde aynı araştırmacılar benzer çalışmalarla henüz bir gelişme sağlanamadığını bildirmektedirler. Mavi ladinin 'Koster' çeşidiyle %43 mikroaşılama başarısı sağlanırken, Avrupa Ladininde aşı kaleminin hazırlanması sırasında dokularda meydana gelen kararmadan dolayı aşı tutma oranının %7 olduğu bildirilmektedir (Ponsonby and Mantell, 1993). Fıstık çamı, sahil çamı ve badem bitkilerinin aynı yaştaki mikroaşılı bitkilerindeki sürgün gelişimleri arasında önemli farklılıkların bulunduğu bildirilmektedir (Dumas et al., 1989; Cortizoe et al., 2004; Yıldırım ve ark., 2013). Sürgün ucu aşılamanın bazı turunçgillerde farklı anaç-kalem kombinasyonları kullanılarak yapıldığı bildirilmiştir (Edriss and Burger, 1984; Kapari-Isaia et al., 2002). Şaraplık üzüm çeşitlerinde anaç ve çeşitlerde yapılan farklı kombinasyonlarda in vitro aşılama fazla bir farklılık görülmezken, in vivo yapılan aşılamaalarda büyük farklılıkların olduğu görülmüştür (Pathirana and McKenzie, 2005).

b. Kalem tipi: Aşı kalemi olarak genellikle sürgün ucu kullanımı tercih edilmektedir. Kalem büyüklüğü araştırmacılara ve türlere göre 0.1 mm'den 2-3 cm'ye kadar değişiklik göstermektedir. Örneğin

sekoya ağacının 100 yaşındaki bitkilerinden alınan 0.4 mm büyüklüğündeki sürgün ucu meristemleriyle elde edilen aşı başarısının %35 olduğu bildirilmektedir (Monteuuis, 1986). Ladin ve göknar ağaçlarında 0.1-0.25 mm uzunluğundaki meristemlerden %50 aşı başarısı elde edilmiştir (Monteuuis, 1994). 140 Yaşındaki Avrupa Karaçam ağacından alınan 0.3-0.5 mm büyüklüğündeki meristemlerden %69 aşı tutma oranının elde edildiği bildirilmiştir (Ewald and Kretschmar, 1996). Kaju fıstığında yapılan bir in vitro aşılama çalışmasında 1-2 cm uzunluğunda kullanılan sürgün uçlarından %60-80 aşı tutma oranı elde edilmiştir (Mnoney and Mantell, 2001). Khalafalla ve Daffalla (2008) tarafından Senegal Akasya'sında 1.5-3.0 cm uzunluğundaki aşı kalemleri kullanılarak %70-90 arasında değişen mikroaşılama başarısı elde ettiğini bildirmiştir. Kiraz ağacı ve 20 yaşındaki *Garcinia indica* (Kokum) ağaçlarında sırasıyla 0.4-1 mm ve 0.5-1 cm uzunluğunda sürgün kullanımının mikroaşılama için uygun olacağı bildirilmektedir (Deogratis et al., 1986; Chabukswar and Deodhar, 2006). Hem gençleştirme hem de bitki sağlığı amacıyla aşı kalemi büyüklüğünün uygun şekilde düşürülmesi gerekmektedir. Aşılama yapılacak aşı kaleminin; bitki türü, uygulayıcılara (aseptik koşullar altında hızlı ve dikkatli bir şekilde aşı kalemini hazırlama ve aşığı yapma) ve kullanılan mikroaşılama tekniğine göre 0.1-0.2 mm büyüklüğünde uygun ve yeterli olabilmektedir. Akasya mangium bitkisinde aşı kalemi büyüklüğünün 0.4-0.8 mm'den 0.2 mm'ye düşürülmesinin aşı tutma oranının azalmasına neden olduğu bildirilmiştir (Monteuuis, 1996). Örneğin Sekoya ağacında 0.2-0.3 mm büyüklüğünde sürgün ucu meristemleriyle elde edilen aşı başarısı %23 olurken, 0.4-0.5 mm'lik sürgün uçlarıyla %61 aşı tutma oranının elde edildiği bildirilmektedir (Monteuuis, 1987b). Turunçgil türlerinde yapılan çalışmalarda 0.4-0.7 mm aşı kalemleriyle %47 aşı başarısı sağlanırken, 0.05-0.1 mm'ye düşürülen aşı kalemleriyle elde edilen aşı başarısının %1.8 gibi çok düşük oranlarda gerçekleştiği bildirilmektedir (Navarro et al., 1975). Aynı durum elmanın da içinde bulunduğu bir çok odunsu bitki türünde benzer şekilde cereyan etmiştir. Kamelya bitkisinde aşı kalemi büyüklüğünün 8 mm'den 3-5 mm düşürülmesinin aşı başarısının %67'den %8'e düşmesine neden olmuştur (Creze, 1984). Bazı sert çekirdekli meyve türlerinde 0.4 mm'den daha küçük aşı kalemlerinden herhangi bir aşı başarısı elde edilemezken, 0.4-0.6 mm

büyükliğindeki aşı kalemleriyle daha iyi aşı başarısı elde edildiği görülmüştür (Colin and Verhoyen, 1976). Antepfıstığının Siirt çeşidiyle ilgili Onay ve ark., (2004) tarafından yapılan bir çalışmada; sırasıyla 2-4 mm ve 4-6 mm uzunluğundaki aşı kalemlerinden %56.7 ve %79.2 aşı başarısı sağlanırken, 0.5-1 mm ve 0.5 mm uzunluğundaki aşı kalemleriyle elde edilen aşı tutma oranlarının %27.2 ve %0 olarak çok düşük cereyan ettiği bildirilmektedir. Bazı turunçgil türlerinde sürgün uçlarına yapılan ön uygulamalarla aşı başarısının %100 olarak elde edildiği bildirilmektedir (Jonard et al., 1987). Farklı badem çeşitleriyle ilgili olarak yapılan bir çalışmada, kullanılan 4-8-15 mm uzunluğundaki aşı kalemlerinden elde edilen aşı başarıları arasında bir farklılık görülmezken, aşı kaleminin küçülmesiyle birlikte 28 günlük kültür periyodundan sonra gelişen sürgün gelişiminin de azaldığı bildirilmektedir (Yıldırım ve ark., 2010).

c. Donör bitkinin yaşı: İn vitro aşılama başarısı üzerine aşı kaleminin alındığı donör bitkinin yaşının etkisiyle ilgili olarak birkaç türde bazı çalışmalar yapılmıştır. Sahil çamı bitkisinde 2-3 aylık bitkilerden ve 11 yaşındaki ağaçtan alınan 5-7 mm uzunluğundaki sürgün uçlarıyla yapılan mikroaşılama çalışmalarında birbirine yakın sonuçlar alınırken sırasıyla %43 ve %45 başarının elde edildiği bildirilmiştir (Tranvan and David, 1985). Monteri çamı bitkisinde aşılama sonrası sürgün gelişimi bakımından genç bitkilerin yaşlılara göre daha iyi olduğu bildirilirken, aşı tutma oranları bakımından donör bitki yaşının önemli olmadığı görülmüştür (Fraga et al., 2002). Ewald ve ark., (1991), tarafından Avrupa Ladini ağaçlarında 11, 19 ve 55 yaşlarındaki bitkilerin mikroaşılama başarısını benzer oranda etkilediğini bildirmiştir. Şemsiye ağacı bitkisinde in vitro aşılama işleminden sonra yaşayan aşı kalemi oranı bakımından 2 yaşlı donör bitkilerin 11 yaşlı ağaçlara göre daha iyi olduğu bildirilmiştir (Detrez, 1994). Akasya magnium bitkisinde 0.3-0.4 m'lik sürgün uçlarıyla yapılan mikroaşılama başarısının genç bitkilerde %52, olgun ağaçlarda %46 olduğu; ancak in vivo koşullarda bu başarının %49 ve %0 olarak gerçekleştiği bildirilmiştir (Monteuuis, 1995b).

d. Fizyolojik koşullar: İn vitro aşılama başarısı ve aşı kaleminin gelişimi üzerine en önemli etki donör bitkilerden eksplant alma zamanına aittir. Elma'da yapılan bir çalışmada Kasım-Mart ayları

arasında alınan materyallerle yapılan aşı başarısı %10 iken, Mayıs ayında %70 olmuş, sonraki zamanlarda Haziran ayından Ekim ayına kadar başarının her ay %10 oranında düştüğü bildirilmiştir (Huang and Millikan, 1980). Antepfıstığının Siirt çeşidiyle ilgili ana bitkilerden alınma zamanlarına göre elde edilen başarının Nisan %70, Haziran %80 olduğu, bunun aksine Şubat ayı içerisinde alınan eksplantlardaki aşı başarısının %10 olduğu bildirilmiştir (Onay ve ark., 2004). Fıstık çamı ve monter çamı bitkilerde yapılan aşılama çalışmalarında mevsimsel değişim açısından en iyi aşı başarısı bitkilerin kış dinlenme periyodunda alınan eksplantlarından elde edilmiştir (Fraga et al., 2002; Cortizo et al., 2004). Dinlenme halindeki sürgünlerde daha iyi aşı başarısı sağlanan türler olmakla birlikte; bunun aksine aktif gelişme döneminde daha iyi sonuç veren türlerde bulunmaktadır. Şeftalide ilk mikroaşılama çalışmalarında aşı başarısı ortalama %14 olurken, eksplant alınan donör bitkilerin içinde buldukları fizyolojik durumun önemli olduğu ve özellikle Haziran ayında alınan materyallerdeki başarının daha iyi olduğu bildirilmiştir. Bunun nedeninin ise aktif dönemde bulunan bitki bünyesindeki oksin metabolizması ve peroksidaz aktivitesinden kaynaklandığı öne sürülmüştür (Poessel et al., 1980; Jonard, 1986). Elma, kiraz, hindistan eriği, şemsiye akasya, antepfıstığı, kokum gibi belli bazı türlerde yapılan çalışmalarda in vitro mikroçelik kullanımının, in vivo çelik kullanımından daha iyi olduğu bildirilmiştir (Detrez, 1994; Chabukswar and Deodhar, 2006).

Mikroaşıda elde edilen başarının, aslında bitkinin gelişme durumuna göre bir dalgalanma gösterdiği yapılan bazı çalışmalarda bildirilmektedir. Örneğin Jonard ve ark. (1983), tarafından yapılan bir çalışmada aşılama öncesinde bitkileri zeatin ön uygulaması yapılarak aşı kaleminin ve aşı başarısının artırılmasının sağlandığı bildirilmiştir. Oldukça spesifik bir örnek olarak turunçgillerde Jonard ve ark. (1987), aşı kalemlerini BA-2,4D ve GA₃ ile destekli MS besi ortamında tamamen karanlık ortamda 5 gün beklettikten sonra aşılama 2 gün önce 16/8 fotoperiyoda tabi tutularak aşılamanın yapıldığı bildirilmektedir. Yapılan uygulamalardan özellikle kinetin, 2,4 D veya kombinasyonlarının aşı tutma oranını arttırdığını bildirmiştir. Farklı araştırmacılar bu uygulamaları farklı turunçgil anaç ve kalemlerinde de uygulamışlardır (Edriss and Burger, 1984; Burger, 1985).

3. Aşılama Tekniği

Bitki türlerine göre ve değişen başarı oranlarıyla daha klasik aşılama prosedürleri yanında farklı in vitro aşılama teknikleri de kullanılmaktadır (Hartman et al., 1997). İn vitro kabukaltı aşısı tekniği; aktif gelişen 2-3 mm uzunluğundaki sürgün ucu meristemini kesilerek in vitro üretilmiş anaçlara aşılmasını içermektedir. Kaju fıstığında aşımın epikotil veya hipokotil üzerine yapılması arasında bir farklılık görülmediği (%70 ve %63), fakat hipokotil aşılama yönteminin epikotile göre daha iyi geliştiği görülmüştür (Mnoney and Mantell, 2001). Anaç hipokotilleri üzerinde bulunan aksiler tomurcukların temizlenmesi iyi bir anaç-kalem uyumu için önemli bir koşuldur. Epikotil aşılarda ise sürgünün tamamen dikkatlice temizlenmesi gerekir. Sürgün ucu meristemi ve sürgün uçları ladin çeşitleri (Ponsonby and Mantell, 1993) ve Douglas Göknarı'nda (Monteuuis, 1995a) kotiledonların arasına gelecek şekilde aşılandığı bildirilmiştir. Sahil çamı gibi bazı reçineli bitki türlerinde dokunun yarılmasına gerek olmayıp; epikotil üzerine yatay bir kesik açılıp yerleştirilmesi yeterlidir. Üstten dilcikli aşılanmanın aksine kabukaltı aşılama yönteminde kalem gelişimini teşvik etmek için ve anaçla arasındaki rekabeti önlemek için aşı yerinin üst tarafında anaçta gelişen sürgünlerin temizlenmesi gerekir.

İN vitro dilcikli aşılanma başlangıçta (Murashige et al., 1972; Navarro et al., 1975) tarafından geliştirilmiş olup, sonradan geniş yapraklı türlere (Alskief and Villemur, 1978; Jonard et al., 1983; Deogratis et al., 1986) ve iğne yapraklı türlere (Monteuuis, 1994) başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Turunçgillerde bazı araştırmacılar tarafından kesilen anaçların epikotil üzerine aşı kaleminin yerleştirildiği yere bağlı olarak aşı tutma oranlarının farklı olduğu bildirilmiştir. Bu işlem sonradan bazı turunçgillerde pratik hale getirilerek epikotil alt kısmına ters T aşısına dönüştürülerek uygulanmıştır. Senegal akasyasında epikotil üzerine yapılan aşılanmanın aşı uyumu kalitesinin epikotille kıyaslandığı zaman histolojik açıdan daha iyi olduğu gözlenmiştir (Palma et al., 1997).

İN vitro yarma aşı daha pratik olmakla birlikte; sürgün ucu "V" şeklinde her iki tarafından 20-30°lik açıyla kesilir. Bu uygulama büyüklüğü 0.3 mm ile 3 cm arasında olan bütün aşı kalemlerine uygulanabilir. Kullanılan anaçların tepesi kesildikten sonra oluşturulan

yarık kısmına yerleştirilir. Bu yöntemle yapılan aşılama Hindistan eriğinin anaçları üzerine 0.5-1 cm uzunluğundaki sürgün uçları aşılandığında yaşama oranının %90 olduğu ve geleneksel aşılama yöntemlerinde görülen dip sürgünü riskinin ortadan kaldırıldığı bildirilmektedir (Dahthu et al., 2004). Üzüm çeşitlerinde in vitro yarma aşımının anatomik ve morfolojik çalışmaları sırasında anaç ve kalem arasındaki mekanik bağlantının önemli ilk adım olduğu görülmüştür (Hartmann et al., 1997). Aşılamadan bir hafta sonra kallus oluşumunun meydana geldiği ve kayıp yaşanmadığı bildirilmiştir. Aşıdan 8-12 saat sonra anaç ve kalem vasküler dokuları arasında ilk kaynaşmanın sağlandığı, 20-30 gün sonra ise aşılar tutmanın meydana geldiği bildirilmektedir (Cantos et al., 1995).

18 yaşındaki Doğu Ladini ve 15 yaşındaki Douglas Göknarı ağaçlarında yapılan mikroaşılama çalışmalarında kabukaltı aşısının dilcikli aşılamadan daha etkili olduğu görülmüştür (Monteuuis, 1994; 1995a). Bu bulgular aynı zamanda bazı sert çekirdekli meyve türlerinde 0.4-0.6 m uzunluğundaki sürgün uçlarıyla ve antepfıstığı, badem ve kaju fıstığında uygulanma imkanı bulmuştur (Colin and Verhoyen, 1976; Onay ve ark., 2004; Yıldırım ve ark., 2010; Yıldırım ve ark., 2013). Bunun aksine *Acacia magnium* ve *Picea* gibi farklı süs bitkisi türlerinden yarma aşı tekniğinin kabukaltı aşı tekniğinden daha etkili olduğu bildirilmiştir (Monteuuis, 1996; Ponsoby and Mantell, 1993).

Ekleme aşı tekniği farklı araştırmacılar tarafından uygulanmış olup; Gabherdt and Cooldba, (1988) tarafından bazı sert çekirdekli türlerinde aşı uyumu karakterleriyle ilgili bir kısım çalışmalar için uygulanmıştır. Ancak bu metodun kullanımı oldukça sınırlı kalmıştır.

Dilcikli ve yarma aşı tekniklerinde aşılamadan önce anaçların kesik yüzeylerine DİECA, PVP ve askorbik asit uygulamasının bazı meyve türlerinde meydana gelen doku bozulmalarının önüne geçtiği bildirilmiştir (Mosella-Chancel et al., 1980). Ayrıca şeftali gibi farklı meyve türlerinde ve kamelya bitkisinde steril su damlaları, vitamin-şeker-besin maddesi ve büyüme maddeleri ihtiva eden jel bloklarının kullanımıyla in vitro aşılanmanın geliştirildiği bildirilmiştir (Creze, 1984; Chimot-Schall et al., 1986). Sahil çamı ağacında %0.8 gliserin içeren ve agar bulunduran küçük jeloz bloklar kullanılmıştır (Tranvan and David, 1985).

Bununla birlikte aşılama öncesinde aşı noktasına veya aşı kalemlerine yapılan dış uygulamaların bazı ibreli ağaç türlerinde faydasız olduğu bildirilmiştir. Anaç ve kalem arasındaki bağlantıyı güçlendirmek için farklı araştırmacılar tarafından parafilm, silikon halka, alüminyum folyo kullanıldığı; ancak 0.5 cm'den daha küçük anaçlar için bunun pratik olmadığı bildirilmiştir (Corizo et al., 2004; Fraga et al., 2002). Son yıllarda hünnap, sekoya ve avrupa ladini benzeri farklı bitkilerde aşılama sonrası 1-3 hafta kadar karanlık ortamda bekletilmelerinin sürgün ucu meristem aşılarda başarı oranını arttırdığı bildirilmiştir (Monteuus, 1994; Danthu et al., 2002a).

SONUÇ

İn vitro mikroaşılama, in vitro sürgün ucu ve/veya sürgün ucu meristemleriyle birlikte aşılamanın avantajlarını bir araya getirirken; vejetatif çoğaltım

tekniklerinde bulunan uyumsuzluk ve hastalıklar gibi bazı sınırlamaların üstesinden gelmektedir. Başarı oranının oldukça düşük olmasının yanı sıra; zaman, ustalık ve beceri istemesi nedeniyle ticari boyuttaki kullanımı sınırlı kalmıştır. Geleneksel aşılama yöntemi için in vitro aşılama, anaç ve kalemin özelliklerine ilave olarak uyuşma ve kaynaşma hususunda çeşitliliğin artmasını sağlamaktadır.

Araştırmacı ya da uygulayıcıların tecrübesi ve el becerisi bazı farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. İn vitro aşılama yöntemiyle hem hastaliksız bitki üretimi hem de gençleşmenin sağlanması bakımından bu yöntem en etkili vejetatif çoğaltım tekniğidir. Anaçların kalem üzerine olan etkisinin tam olarak ortaya çıkarılması ve kalemle arasındaki ilişkinin yani hücre ve dokular arasındaki fizyolojik ve genetik ilişkinin ortaya çıkarılması açısından da büyük öneme sahiptir.

KAYNAKLAR

- Alskief J, Villemur P, 1978. Greffage *in vitro* d'apex sur des plantules décapitées de pommier (*Malus pumilla* Mill). Comptes Rendus Académie des Sciences, Paris, Serie D, 287: 1115-1118.
- Burger D W, 1985. Micrografting: a tool for the plant propagator. Combined Proceedings of International Plant Propagators' Society, 34: 244-248.
- Cantos M, Ale's G, Troncoso A, 1995. Morphological and anatomical aspects of cleft micrografting of grape explants *in vitro*. Acta Horticulturae, 388:135-139.
- Chabukswar M M, Deodhar M A, 2006. Restoration of rooting competence in a mature plant of *Garcinia indica* through serial shoot tip grafting *in vitro*. Scientia Horticulturae, 108: 194-199.
- Colin J, Verhoyen M, 1976. Micrografts with meristematic tissues, a possible technique to eliminate viruses from *Prunus* trees. Acta Horticulturae, 67:97-102.
- Cortizo M, Alonso P, Fernández B, Rodríguez A, Centeno M L, Ordás R J, 2004. Micrografting of mature stone pine (*Pinus pinea* L.) trees. Annals of Forest Science, 61: 843-845.
- Crézé J, 1984. Où en sommes-nous de la greffe d'apex de camellia. Jardins de France, Mars 1984: 104-105.
- Danthu P, Soloviev P, Touré M A, Gay e A, 2002a. Propagation végétative d'une variété améliorée de jujubier introduite au Sénégal. Bois et Forêts des Tropiques, 272: 93-96.
- Danthu P, Touré M A, Soloviev P, Sagna P 2004. Propagation of Ornamental Plants Vegetative propagation of *Ziziphus mauritiana* var. *Gola* by micrografting and its potential for dissemination in the Sahelian zone. Agroforestry Systems, 60: 247-253.
- Deogratias J M., Lutz A, Dosba F, 1986. Microgreffage d'apex de cerisiers (*Prunus avium* L.) multipliés *in vitro* en vue de l'élimination de trois types de particules virales. Fruits, 41: 675-680.
- Detrez C, 1994. Shoot production through cutting culture and micrografting from mature tree explants in *Acacia tortilis* (Forsk.) Hayne subsp. *Raddiana* (Savi) Brenan. Agroforestry Systems, 25: 171-179.
- Dumas E, Franclet A, Monteuis O, 1989. Microgreffage de méristèmes primaires caulinaires de pins maritimes (*Pinus pinaster* Ait.) âgés sur de jeunes semis cultivés *in vitro*. Comptes Rendus Académie des Sciences, Paris, 309 (III): 723-728.
- Edriss M H, Burger D W, 1984. *In vitro* propagation of *Troyer citrange* from epicotyl segments. Scientia Horticulturae, 23: 159-162.
- Ewald D, Kretzschmar U, 1996. The influence of micrografting '*in vitro*' on tissue culture behaviour and vegetative propagation of old European larch trees. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 44: 249-252.
- Ewald D, Putenikhin V P, Matschke J, 1991. Mikropfropfung adulter Koniferen. Allgemeine Forst-Zeitschrift, 17: 878-880.
- Fraga M F, Cañal M J, Aragonés A, Rodríguez R, 2002. Factors involved in *Pinus radiata* D. Don. micrografting. Annals of Forest Science, 59:155-161.
- Gebhardt K, Goldba H, 1988. Establishment, graft union characteristics and growth of *Prunus* micrografts. Physiologia Plantarum, 72: 153-159.
- George EF, 1993. Plant propagation by tissue Culture, 2nd Ed. Exegetics Ltd. Hardcover Part 1. The Technology. 574 pp.

- Goldfarb B, McGill G E, Hackett W P, Monteuis O, 1992. *In vitro* culture and micrografting of White pine meristems. Proceedings of the International Plant Propagators' Society, 42: 412-414.
- Hackett W P, 1985. Juvenility, maturation and rejuvenation in woody plants. Horticultural Review 7: 109-155.
- Hartmann H T, Kester D E, Davies Jr F T, Geneve R L, 1997. Plant Propagation: Principles and Practices. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. Sixth edition, 770 pp.
- Huang L C, Lius S, Huang B L, Murashige T, Mahdi E F M, Van Gundy R, 1992a. Rejuvenation of *Sequoia sempervirens* by repeated grafting of shoot tips onto juvenile rootstocks *in vitro*: A model for phase reversal of trees. Plant Physiology, 98: 166-173.
- Huang L C, Chen W L, Chiu D S, 1988. *In vitro* graft-enhanced nucellar plant development in the mono embryonic *Citrus grandis* L. Journal of Horticultural Science, 63: 705-709.
- Huang S, Millikan D F, 1980. *In vitro* micrografting of apple shoot-tips. Hortscience, 15: 741-743.
- Jonard R, Hugard J, Macheix J J, Martinez J, Mosella-Chancel L, Poessel J L, Villemur P, 1983. *In vitro* micrografting and its applications to fruit science. Scientia Horticulturae, 20: 147-159.
- Jonard R, 1986. Mikrografting and its applications to tree improvement, p. 31-48. In: Y.P.S.Bajaj (ed.). Biotechnology in agriculture and forestry. Vol 1. Trees I. Springer- Verlag, Berlin.
- Jonard R, Soedharma I, Villemur P, 1987. Analyse Olivier Monteuis. *In vitro* grafting of woody species 23 de l'influence de divers facteurs sur l'amélioration des réussites au microgreffage chez les agrumes. Comptes Rendus Académie des Sciences, Paris, 305 (2), (III): 45-49.
- Khalafalla M M, Daffalla H M, 2008. *In vitro* micropropagation and micrografting of gum arabic tree [*Acacia senegal* (L.) Wild] International Journal of Sustainable Crop Production, 3: 19-27.
- Kapari-Isaia T, Minas G J, Polykarpou D, Iosifidou E, Arseni S, Kyriakou A, 2002. Shoot-tip grafting *in-vitro* for the elimination of viroids and citrus psorosis virus in the local "Arakapas" mandarin in Cyprus. IN Proceeding fifteenth IOCV conference pp. 417-419), Riverside, CA: IOCV
- Misson J P, Giot-Wirgot P, 1985. Rajeunissement d'un clone de thuja en vue de sa multiplication *in vitro*. Annales AFOCEL, 1984: 187-197.
- Mnoney E E, Mantell S H, 2001. *In vitro* micrografting of cashew. Plant, Cell Tissue and Organ Culture, 66: 49-58.
- Monteuuis O, 1986. Microgreffage de points végétatifs de *Sequoiadendron giganteum* Buchholz séculaires sur de jeunes semis cultivés *in vitro*. Comptes Rendus Académie des Sciences, Paris, 302, (III):223-225.
- Monteuuis O, 1987a. *In vitro* meristem culture of juvenile and mature *Sequoiadendron giganteum*. Three Physiology, 3: 265-272.
- Monteuuis O, 1987b. Microgreffage du séquoia géant. Annales AFOCEL, 1986: 39-61.
- Monteuuis O, 1989. Maturation concept and possible rejuvenation of arborescent species. Limits and promises of shoot apical meristems to ensure successful cloning. In: Gibson G. L., Griffin A. R., Matheson A. C. (Eds). Breeding Tropical Trees: Population Structure and Genetic Improvement Strategies in Clonal and Seedling Forestry. Proceedings of the Conference IUFRO, Pattaya, Thailand, 28 November-3 December 1988: 106-118.
- Monteuuis O, 1994. Effect of technique and darkness on the success of meristem micrografting of *Picea abies*. Silvae Genetica, 43: 91-95.
- Monteuuis O, 1995a. Influence of the grafting technique on meristem micrografting of Douglas-fir. New Forests, 10: 267-273.
- Monteuuis O, 1995b. *In vivo* grafting and *in vitro* micrografting of *Acacia mangium*: impact of ortet age. Silvae Genetica, 44: 190-193.
- Monteuuis O, 1996. *In vitro* shoot apex micrografting of mature *Acacia mangium*. Agroforestry Systems, 34: 213-217.
- Mosella-Chancel L, Signoret P A, Jonard J, 1980. Sur la mise au point de techniques de microgreffage d'apex en vue de deux types de particules virales chez le pêcher (*Prunus persica* Batsch.). Comptes Rendus Académie des Sciences, Paris, 290: 287-290.
- Murashige T, Bitters W P, Rangan T S, Nauer E M, Roistacher C N, Holliday P B, 1972. A technique of shoot apex grafting and its utilization towards recovering virus-free *Citrus* clones. Horticultural Science, 7: 118-119.
- Navarro L, Roistacher C N, Murashige T, 1975. Improvement of shoot-tip grafting *in vitro* for virus-free citrus. Journal of the American Society for Horticultural Science, 100: 471-479.
- Onay A, Pirinç V, Yildirim H, Basaran D, 2004. *In vitro* micrografting of pistachio (*Pistacia vera* L. cv. Siirt), Plant Cell, Tissue and Organ Culture 77: 215-219.
- Palma B, Vogt G F, Neville P, 1997. La microgreffe, une solution pour la multiplication *in vitro* de l'*Acacia senegal* (L) Willd ? Annals of Forest Science, 54: 203-210.
- Pathirana R, McKenzie M J, 2005. Early detection of grapevine leafroll virus in *Vitis vinifera* using *in vitro* micrografting. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 81: 11-18.
- Poessel J L, Martinez J, Macheix J J, Jonard R, 1980. Variations saisonnières de l'aptitude au greffage *in vitro* d'apex de pêcher (*Prunus persica* Batsch). Relations avec les teneurs en composés phénoliques et les activités péroxydasiques et polyphénoloxidasiques. Physiologie Végétale, 18: 665-675.
- Ponsonby D J, Mantell S H, 1993. *In vitro* establishment of *Picea pungens* f. *glauca* and *Picea sitchensis* seedling rootstocks with an assessment of their suitabilities for micrografting with scions of various *Picea* spp. Journal of Horticultural Science, 68: 463-475.
- Tranvan H, David A, 1985. Greffage *in vitro* du pin maritime (*Pinus pinaster*). Canadian Journal of Botany, 63: 1017-1020.
- Yildirim H, Onay A, Süzerer V, Tilkat E, Özden-Tokatlı Y, Akdemir H, 2010. Micrografting of almond (*Prunus dulcis* Mill.) cultivars 'Ferragnes' and 'Ferraduel'. Scientia Horticulturae, 125: 361-367.
- Yildirim H, Akdemir H, Süzerer V, Özden Y, Onay A, 2013. *In vitro* Micrografting of almond cultivars Texas, Ferrastar and Nonpareil. Biotechnology & Biotechnological Equipment A&EB. 27(1):3493-3501.

Uşak'ta Yetişen Farklı Alıç (*Crataegus* spp.) Genotipi Meyvelerinin Bazı Kimyasal ve Pomolojik Karakterlerinin Belirlenmesi

Volkan OKATAN¹, Muttalip GÜNDOĞDU², Ayşen Melda ÇOLAK³

ÖZET:Yapılan bu çalışmada, Uşak ilinde doğal olarak yetişen alıç (*Crataegus* spp.) genotiplerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bölgede yetişen 15 alıç genotipinden meyve örneği alınmış ve genotiplerde fiziksel özellikler olarak; meyve eni ve boyu, meyve ağırlığı, çekirdek sayısı ve çekirdek ağırlığı tespit edilmiştir. Genotiplerin biyokimyasal içerikleri olarak ise; suda çözünür kuru madde (SÇKM), pH, asitlik, toplam fenolik madde, antioksidant kapasitesi (DPPH) ve toplam antosiyanin içerikleri incelenmiştir. İncelenen genotiplerde meyve ağırlığı 0.96-4.03 g, meyve boyu 10.48-17.43 mm, meyve eni 12.53-19.94 mm, arasında tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı 960,00-3626.00 mg GA/g ta arasında, toplam antosiyanin madde miktarı ise 2.38-6.12 µg siy-3-gl/g ve antioksidant kapasitesi (DPPH) ise 19.24-59.24 % olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alıç, *crataegus*, kimyasal pomoloji, Uşak.

Determination of Some Chemical and Pomological Characteristics of Different Hawthorn Genotypes (*Crataegus* spp.) Fruits Grown in Uşak

ABSTRACT:In the present study; some physical and chemical properties of hawthorn (*Crataegus* spp.) genotypes growing in Uşak province. Fruit samples were taken from 15 hawthorn genotypes growing in the region. As physical properties of genotypes; fruit width and height, fruit weight, number of cores and core weight were determined. Biochemical contents of genotypes; PH, acidity, total phenolic substance, antioxidant capacity (DPPH) and total anthocyanin contents were investigated. The fruit weights, fruit size and fruit width were found to be between 0.96-4.03 g, 10.48-17.43 mm and 12.53-19.94 mm in the examined genotypes, respectively. The study; total phenolics, antioxidant capacity (DPPH) and total anthocyanin contents of hawthorn genotypes were determined as 960.00-3626.00 mg GA/g. 2.38-6.12 µg cy-3-gl/g and 19.24-59.24%, respectively.

Key words: Hawthorn, chemical, *crataegus*, pomology, Uşak.

¹ Uşak üniversitesi, Sivaslı MYO, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bölümü, Uşak, Türkiye

² Abant izzet baysal üniversitesi, Ziraat fakültesi, Bahçe Bitkileri, Bolu, Türkiye

³ Uşak üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bahçe Bitkileri, Uşak, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Volkan OKATAN, okatan.volkan@gmail.com

GİRİŞ

Alıç, sistematik olarak, Rosaceae familyasının *Crataegus* cinsi altında yer almaktadır ve dünya genelinde 200'den fazla türü olduğu düşünülmektedir (Ağaoğlu ve ark., 1995; Dönmez, 2004). Ülkemiz alıç (*Crataegus* spp.) bitkisinin önemli bir gen merkezi konumunda bulunmaktadır.

Türkiye ile birlikte Kuzey Avrupa, Afrika, Kuzey Amerika ve Asya'nın ılıman bölgeleri alıcın anavatanları arasında yer almaktadır (Ercişli, 2004). Sarımsı-yeşil, sarı, turuncu, kırmızı, koyu mor yada siyah renkli meyveleri oval, 2-3 cm çapında yenilebilir, yalancı çekirdekli sulu meyvedir (Davis, 1972; Kayacık, 1981; Pamay, 1992).

Alıcın meyve ve çiçeklerinde antioksidan özellikteki flavonoidler (flavanlar), vitaminler, saponin, organik asitler, eter yağı ve şekerler başta olmak üzere insan sağlığı bakımından faydalı birçok madde bulunmaktadır. Alıç ağacının yaprak, çiçek ve meyveleri kalbin düzenli çalışmasını desteklemek ve kalp-damar sistemi fonksiyonlarını normalize etmek için kullanılmaktadır (Chang and Zuo, 2002).

Alıç meyvesinin en önemli özelliklerinden birisi de başta Ca, P, K, Mg ve Fe olmak üzere yüksek miktarda farklı mineral maddeler içermesidir. Ayrıca, meyveler karbonhidrat, şeker ve vitamin (özellikle C vitamini) bakımından oldukça zengindir (Özcan ve ark., 2005).

Alıç meyvelerinin insan sağlığı bakımından oldukça önemli olduğu, bitkisinin önemli bazı yumuşak çekirdekli meyve türleri için anaç olarak kullanılma potansiyeli taşıdığı, güzel bir süs bitkisi olarak peyzajda geniş bir kullanım alanına sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca, yaban hayatının sürdürülebilirliği bakımından alıç önemli bir tür olmaktadır (Nas and Read, 2004).

Bu çalışmada Uşak ilinde doğal olarak yetişen alıç genotiplerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi ve üstün özellikte olanlarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma 2015 ve 2016 yıllarında Uşak bölgesinde doğal olarak yetişen alıç (*Crataegus* spp.) genotiplerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Meyve analizleri, ağaçlardan toplanan meyveler arasında tesadüfen seçilen 20 meyve üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, belirlenen 15 genotip üzerinde fiziksel olarak; meyve eni ve boyu (mm), meyve ağırlığı (g), çekirdek sayısı ve çekirdek ağırlığı (g) (Çizelge 1.) incelenmiştir. Kimyasal olarak ise; suda çözünür kuru madde (SÇKM), pH ve asitlik (Çizelge 2.) incelenmiş olup fitokimyasal özellikler bakımından ise toplam fenolik madde, toplam antosiyanin ve serbest radikalleri yakalama aktivitesi (DPPH) (Çizelge 3.) incelenmiştir.

Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Meyve analizleri için her genotip için olgunlaşmış 20 meyve üzerinden inceleme yapılmıştır. Meyve eni ve boyu (mm), meyve ağırlığı (g), çekirdek sayısı ve çekirdek ağırlığı (g), suda çözünür kuru madde (SÇKM), pH ve titre edilebilir asitlik Cemeroğlu (1992)' ye göre yapılmıştır.

Fitokimyasal Özellikler

Toplam fenol miktarı

Singleton and Rossi (1965) tarafından tarif edildiği üzere Folin-Ciocalteu's kimyasalı kullanılarak yapılmıştır. Meyve ekstraktı, FolinCiocalteu's kimyasalı ve saf su 1:1:18 oranlarında karıştırılarak 8 dakika bekletilmiştir. Sonra %7'lik sodyum karbonat ilave edilmiştir.

İki saat karanlık ortamda inkübasyondan sonra mavimsi bir renk alan çözeltinin absorbanı spektrofotometrede 750 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Sonuçlar gallik asit cinsinden μg gallik asit eşdeğer/g taze ağırlık (μg GAE/g ta) olarak hesaplanmıştır.

Toplam Antosiyanin Tayini

Meyvedeki toplam antosiyanin içeriği Giusti et al., (1999)'a göre spektrofotometrik olarak farklı

pH aralıklarında alınan absorbans değerlerine göre belirlenmiştir. Seyreltilip hazırlanmış ekstraktların ölçümleri için pH 1.0 (hidroklorik asit-potasyum klorid) ve pH 4.5 (asetik asit-sodyum asetat) tampon çözeltileri hazırlanarak, 510 ve 700 nm dalga boylarında ölçümler 47 yapılmıştır. Toplam antosiyanın içeriği siyanidin-3-glikozit eşdeğeri kullanılarak ve absorbanslar;

$$A=[(A510-A700)_{pH\ 1.0} - (A510-A700)_{pH\ 4.5}]$$

formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Sonuçlar μg siyanidin-3-glikozit/g taze ağırlık (μg siy-3-glk/g ta) olarak ifade edilmiştir.

Serbest Radikalleri Yakalama Aktivitesi

Alıç meyvelerindeki hidrojen bağlama yeteneğine sahip fenolik maddelerin 2,2-difenil-1-pikril-hidrazil (DPPH·) serbest radikalini yakalama aktivitesi tayini Dorman et al., (2003)'a göre yapılmıştır. Alıç sularından elde edilen fenolik ekstraktlarından 50 μL alınarak tüplere pipetlenmiş ve üzerine 450 μL Tris-HCl tamponu (50 mM, pH 7.4) ilave edilmiştir. Son olarak karışıma 1.00 mL DPPH· (0.10 mM, metanol içerisinde) çözeltisinden eklenerek 30 dakika boyunca karanlıkta bekletilmiştir. Oda sıcaklığında gerçekleşen reaksiyon süresinin bitiminde çözeltinin absorbansı spektrofotometrede 517 nm'de okunmuştur. DPPH (2,2-difenil-1-pikril-hidrazil) serbest radikalleri yakalama aktivitesi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar %'de inhibisyon olarak verilmiştir.

$$\% \text{ İnhibisyon (DPPH}\cdot\text{)} = \frac{[(\text{AbsKontrol} - \text{AbsÖrnek}) / \text{AbsKontrol}] \times 100}{1}$$

İstatistik Analiz

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 20 programı kullanılmıştır. Tek yönlü varyans analizi yapılan verilere ortalamaların karşılaştırılması için 'Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi' uygulanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Genotiplere ait fiziksel ölçümler Çizelge 1'de sunulmuştur. Araştırdığımız genotiplerde ortalama meyve ağırlığı 0.96-4.03 (g) arasında belirlenmiştir. Balta ve ark., (2015), Çorum'da yaptıkları bir çalışmada inceledikleri genotiplerde ortalama meyve ağırlığı 1.54-4.72 g arasında bulmuşlardır.

Karadeniz ve Kalkamış (1996) Edremit ve Gevaş ilçelerinde yaptıkları bir çalışmada alıç genotiplerinin ortalama meyve ağırlıklarını 0.81-2.14 g arasında olduklarını belirtmişlerdir.

Genotiplerde meyve eni ve boyu sırasıyla 12.53-19.94 ve 10.48-17.43 mm arasında belirlenmiştir. Özgen ve Sorgun (2012), tarafından yapılan bir çalışmada genotipler arasında ortalama meyve eni 14.28-20.87 mm ve ortalama meyve boyu ise 14.38 - 17.43 mm arasında olduğunu bulmuşlardır. Türkoğlu ve ark., 2005 yılında Van bölgesinde yaptıkları bir çalışmada genotiplerde ortalama meyve yüksekliğini 12.45-12.89 mm arasında ve ortalama meyve enini ise 13.44-14.48 mm arasında olduğunu bulmuşlardır.

İncelenen genotiplerde çekirdek sayısı 2.33-3.67 adet arasında bulunmuştur. Ortalama çekirdek ağırlıkları ise 0.23-0.98 (g) arasında olduğu tespit edilmiştir. Yaviç ve ark., (2016), Hakkari ilinde yaptıkları bir çalışmada genotiplere ait ortalama çekirdek sayısı 1.95-3.47 adet ve ortalama çekirdek ağırlığı 0.39-0.86 g olarak bulmuşlardır.

Özgen ve Sorgun (2012) tarafından yapılan bir çalışmada genotipler arasında çekirdek sayısı ortalama 1.6-3.0 ve çekirdek ağırlığı ise her meyve için ortalama 0.31-0.83 g arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 1. Genotiplere ait ortalama pomolojik özellikler.

| Genotipler | Meyve Ağırlığı (g) | Meyve Eni (mm) | Meyve Boyu (mm) | Çekirdek Sayısı | Çekirdek Ağırlığı (g) |
|------------|--------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| 64 US 1 | 1.37 fg* | 14.13 f | 11.13 f | 3.67 a | 0.30 f |
| 64 US 2 | 2.94 bc | 18.36 abcd | 16.97 ab | 3.33 ab | 0.77 bcd |
| 64 US 3 | 4.03 a | 19.94 a | 17.30 a | 3.00 abc | 0.89 abc |
| 64 US 4 | 3.39 ab | 18.92 ab | 16.35 abc | 2.67 bc | 0.82 abcd |
| 64 US 5 | 3.71 a | 18.87 ab | 17.20 a | 2.33 c | 0.97 ab |
| 64 US 6 | 3.76 a | 19.84 a | 17.43 a | 3.00 abc | 0.98 a |
| 64 US 7 | 1.64 ef | 14.56 f | 13.66 e | 3.00 abc | 0.52 e |
| 64 US 8 | 3.44 ab | 18.56 abc | 16.66 ab | 2.67 bc | 0.90 abc |
| 64 US 9 | 2.87 bc | 17.71 bcd | 14.46 de | 3.00 abc | 0.71 cd |
| 64 US 10 | 2.19 de | 16.65 de | 13.30 e | 3.00 abc | 0.71 cd |
| 64 US 11 | 0.96 g | 12.53 g | 10.48 g | 2.67 bc | 0.23 f |
| 64 US 12 | 2.66 cd | 17.32 bcd | 14.81 cde | 3.00 abc | 0.71 cd |
| 64 US 13 | 2.45 cd | 16.84 cde | 13.40 e | 3.00 abc | 0.64 de |
| 64 US 14 | 2.60 cd | 15.22 ef | 14.13 de | 2.67 bc | 0.79 abcd |
| 64 US 15 | 2.88 bc | 17.91 bcd | 15.44 bcd | 3.00 abc | 0.90 abc |

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ seviyesinde önemlidir.

Genotiplere ait bazı kimyasal ölçümler Çizelge 2'de sunulmuştur. Genotiplerde ortalama SÇKM 9.12-17.40 %, pH 2.95-4.12 % ve titre edilebilir asit oranı 0.58-2.85 % arasında olduğu tespit edilmiştir. Yavıç

ve ark., (2016) Hakkari ilinde yaptıkları bir çalışmada genotiplere ait ortalama SÇKM miktarlarını 16.04-25.56 %, pH 3.04-4.06 % ve titre edilebilir asit oranını ise 0.53-2.76 % olarak bulmuşlardır.

Çizelge 2. Genotiplere ait ortalama SÇKM, pH ve titre edilebilir asitlik değerleri.

| Genotipler | SÇKM % | pH % | Titre edilebilir asitlik % |
|------------|---------|--------|----------------------------|
| 64 US 1 | 9.12 o* | 2.93 f | 1.12 n |
| 64 US 2 | 11.85 k | 2.87 g | 2.48 e |
| 64 US 3 | 15.17 c | 3.38 c | 0.58 o |
| 64 US 4 | 12.17 j | 2.95 f | 2.85 a |
| 64 US 5 | 9.14 n | 2.92 f | 1.52 j |
| 64 US 6 | 13.17 g | 2.92 f | 1.87 g |
| 64 US 7 | 17.40 a | 4.12 a | 1.37 k |
| 64 US 8 | 14.98 d | 2.48 i | 1.73 i |
| 64 US 9 | 12.54 i | 2.93 f | 2.58 c |
| 64 US 10 | 9.24 m | 2.84 h | 1.33 l |
| 64 US 11 | 11.46 l | 2.92 f | 1.86 h |
| 64 US 12 | 13.69 e | 3.44 b | 2.62 b |
| 64 US 13 | 15.84 b | 3.37 c | 2.55 d |
| 64 US 14 | 13.14 h | 3.12 d | 2.22 f |
| 64 US 15 | 13.34 f | 3.11 d | 1.26 m |

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ seviyesinde önemlidir.

Genotiplere ait fitokimyasal özellikler Çizelge 3'te sunulmuştur. Yıllara ait ortalama toplam fenolik madde oranı 960.00-3626.00 μg GAE/g ta arasında bulunmuştur. Bahorun et al., (2003) alıç genotipleri üzerine yaptıkları bir çalışmada örneklerdeki toplam fenolik madde miktarını 47.40 mg/g olarak bulmuşlardır.

Kostić et al., (2012) Sırbistan'da yaptıkları bir çalışmada elde ettikleri alıç örneklerindeki toplam fenolik madde miktarını 2.12-30.63 mg mg GAE g-1 olarak bulmuşlardır. Genotiplere ait ortalama toplam antosiyanin miktarı 2.38-6.12 μg siy-3-gluk/g ta arasında

belirlenmiştir. Kostić et al., 2012 yılında Sırbistan'da yaptıkları bir çalışmada elde ettikleri alıç örneklerindeki toplam antosiyanin oranını 0.3207-3.168 mg olarak belirlemişlerdir.

Araştırmamızda incelediğimiz genotipler arasında ortalama DPPH miktarı 19.24-59.24 % olarak elde edilmiştir. Yine aynı çalışmada DPPH oranını 89.9 % olarak tespit etmişlerdir.

Çalışkan ve ark., 2012 yılında yaptıkları bir çalışmada alıç genotiplerindeki DPPH oranını 21.4-33.2 % olarak bulmuşlardır.

Çizelge 3. Genotiplere ait fitokimyasal özellikler.

| Genotipler | Toplam Fenolik Madde (μg GAE/g ta) | Toplam Antosiyanin (μg siy-3-gluk/g) | DPPH % |
|------------|--|--|---------|
| 64 US 1 | 2642.33 e* | 2.83 l | 26.43 n |
| 64 US 2 | 3626.00 a | 4.58 g | 38.43 i |
| 64 US 3 | 1873.33 k | 3.78 i | 43.14 g |
| 64 US 4 | 1964.67 j | 5.93 c | 52.78 d |
| 64 US 5 | 2882.00 d | 3.75 j | 59.24 a |
| 64 US 6 | 2431.00 g | 4.93 e | 36.46 j |
| 64 US 7 | 2238.00 i | 2.47 m | 35.68 k |
| 64 US 8 | 1639.00 l | 6.12 a | 53.42 c |
| 64 US 9 | 3251.00 c | 6.07 b | 52.18 e |
| 64 US 10 | 2318.00 h | 4.27 h | 39.46 h |
| 64 US 11 | 960.00 o | 3.43 k | 19.24 o |
| 64 US 12 | 3486.00 b | 6.11 a | 58.25 b |
| 64 US 13 | 1364.00 n | 2.38 n | 46.51 f |
| 64 US 14 | 2465.00 f | 5.43 d | 27.86 n |
| 64 US 15 | 1547.00 m | 5.43 d | 32.49 l |

* Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ seviyesinde önemlidir.

Araştırmamızda incelediğimiz alıç genotiplerinde fiziksel ve kimyasal özelliklere ait sonuçlar diğer araştırmacıların sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Ortaya çıkan farklılıkların ise genotiplerden, ekolojik faktörlerden ve yıllardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

SONUÇ

Yapmış olduğumuz bu çalışmada, Uşak İlinin alıç genetik kaynakları yönünden değerli bir potansiyele

sahip olduğunu göstermiştir. Yapılan incelemeler sonucunda meyve ağırlığı bakımından 64 US 3 ve 64 US 6 nolu genotipler diğerlerinden daha üstün olarak bulunmuştur.

Toplam fenolik madde bakımından 64 US 2, toplam antosiyanin miktarı bakımından 64 US 8 nolu genotip ve DPPH oranı bakımından ise 64 US 5 nolu genotip diğer genotiplerden daha üstün olarak belirlenmiştir. Ümitvar olarak belirlenen bu genotiplerin ıslah çalışmalarında değerli birer genetik materyal olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu S, Çelik H, Çelik M, Fidan Y, Gülşen Y, Günay A, Halloran N, Köksel İ, Yanmaz R, 1995. Genel Bahçe Bitkileri, A.Ü. Ziraat Fak. E.A.G. Vakfı Yayın No: 4, 369 s, Ankara.
- Bahorun T, Aumjaud E, Ramphul H, Rycha M, Luximon-Ramma A, Trotin F, Aruoma OI, 2003. Phenolic constituents and antioxidant capacities of *Crataegus monogyna* (Hawthorn) callus extracts. *Molecular Nutrition & Food Research*, 47(3), 191-198.
- Balta MF, Karakaya O, Ekici GK, 2015. Çorumda Yetişen Alıçların (*Crataegus* spp.) Fiziksel Özellikleri. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2).
- Cemeroğlu B, 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metodları.
- Chang Q, Zuo Z, 2002. Hawthorn. *The Journal of Clinical Pharmacology* 42:605-612.
- Çalışkan O, Gündüz K, Serçe S, Toplu, C, Kamiloglu Ö, Sengül M, Ercisli S, 2012. Phytochemical characterization of several hawthorn (*Crataegus* spp.) species sampled from the Eastern Mediterranean region of Turkey. *Pharmacognosy magazine*, 8(29), 16.
- Davis PH, 1972. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh University Press, 4, 133-147.
- Dorman HD, Koşar M, Kahlos K, Holm Y, Hiltunen R, 2003. Antioxidant properties and composition of aqueous extracts from *Mentha* species, hybrids, varieties, and cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(16), 4563-4569.
- Dönmez AA, 2004. The Genus *Crataegus* L. (Rosaceae) with Special Reference to Hybridisation and Biodiversity in Turkey. *Turk, J, Bot*, 28: 29-37.
- Ercisli S, 2004. A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 51(4), 419-435.
- Giusti MM, Rodríguez-Saona LE., Griffin D, Wrolstad RE, 1999. Electrospray and tandem mass spectroscopy as tools for anthocyanin characterization. *Journal of agricultural and food chemistry*, 47, 4657-4664.
- Karadeniz T, Kalkışım Ö, 1996. Edremit ve Gevaş İlçelerinde Yetişen Alıç Tiplerinin Meyve Özellikleri ve Ümitvar Tiplerin Seçimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi* 6 (1), s 27-33, Van.
- Kayacık H, 1981. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematigi, Cilt II, 4. Baskı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2766, Bozak Matbaası, İstanbul.
- Kostić DA, Velicković JM, Mitić SS, Mitić MN, Randelović SS, 2012. Phenolic content, and antioxidant and antimicrobial activities of *Crataegus oxyacantha* L (Rosaceae) fruit extract from Southeast Serbia. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 11(1), 117-124.
- Nas MN, Read PE, 2004. A hypothesis for the development of a defined tissue culture medium of higher plants and micropropagation of hazelnuts. *Scientia Horticulturae*, 101,189-200.
- Özcan M, Haciseferogulları H, Marakoglu T, Arslan D, 2005. Hawthorn (*Crataegus* spp.) fruit: some physical and chemical properties. *Journal of Food Engineering* 69, 409- 415.
- Özgen M, Sorgun E, 2010. Farklı renkteki alıç meyvelerinin pomolojik ve fitokimyasal özelliklerinin belirlenmesi.
- Pamay B, 1992. *Bitki Materyali I Ağaç ve Ağaçcıklar*, İstanbul.
- Singleton VL, Rossi JA, 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Türkoğlu N, Kazankaya A, Şensoy Rİ, 2005. Pomological Characteristics of Hawthorn Species Found in Van Region. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi (YYU J Agr Sci)*, 15(1): 17-21.

On the Distribution of an Endemic Geometrid Moth, *Xanthorhoe inconsiderata* (Staudinger, 1892) (Lepidoptera)

Erdem SEVEN¹

ABSTRACT: In this study, distributional and ecological information about an endemic geometrid moth *Xanthorhoe inconsiderata* (Staudinger, 1892), which is distributed only in Turkey, is presented. It is reported as new for the Lepidoptera fauna of Siirt Province from southeastern Turkey. The genitalia pictures of male and female of the species are submitted for the first time.

Keywords: Lepidoptera, Geometridae, *Xanthorhoe inconsiderata*, Turkey



Xanthorhoe inconsiderata (Staudinger, 1892), Endemik Bir Geometrid Güvenin Yayılışı Üzerine (Lepidoptera)

ÖZET: Bu çalışmada, sadece Türkiye’de dağılışı gösteren, endemik bir geometrid güvenin *Xanthorhoe inconsiderata* (Staudinger, 1892), yayılışı ve ekolojisi hakkında bilgi verilmiştir. Bu tür, Türkiye’nin Güneydoğusundaki Siirt ilinin Lepidoptera faunasında yeni tespit edilmiştir. Türün erkek ve dişi genital resimleri ilk kez sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Lepidoptera, Geometridae, *Xanthorhoe inconsiderata*, Türkiye

¹ Department of Gastronomy and Culinary Arts, School of Tourism and Hotel Management, Batman University, Batman, Turkey,
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Erdem SEVEN, e-mail: erdem_seven@hotmail.com

INTRODUCTION

In the family *Geometridae*, the valid genus name *Xanthorhoe* was advised by Hübner in 1825. This genus is distributed worldwide with 228 species (Scoble, 1999), 62 species are described from the Palaearctic region and 20 of them occurring in Europe (Hausmann and Viidalepp, 2012). And 11 species are hitherto known from Turkey: *Xanthorhoe biriviata* (Borkhausen, 1794), *X. decoloraria* (Esper, [1806]), *X. designata* (Hufnagel, 1767), *X. ferrugata* (Clerck, 1759), *X. fluctuata* (Linnaeus, 1758), *X. inconsiderata* (Staudinger, 1892), *X. montanata* ([Denis & Schiffermüller], 1775), *X. oxybiata* (Millière, 1872), *X. rectifasciaria* (Lederer, 1853), *X. spadicearia* ([Denis & Schiffermüller], 1775) and *X. quadrifasciata* (Linnaeus, 1761) (Koçak and Kemal, 2009; Koçak, 2014). Recent studies on *Geometridae* species in Siirt Province belong to Kemal and Seven, (2013) and Seven, (2014). Even though numbers of the species are not too many, external morphological characters are not sufficient for exact diagnosis in this group.

In this study, pictures of adults and genitalia of *Xanthorhoe inconsiderata* (Staudinger, 1892), which is

endemic and known only from Turkey, are presented. Furthermore, data on new locality and phenology of the species are given.

MATERIALS AND METHODS

The study materials were collected in 2013 from Bacavan Mountain, Şirvan district, Siirt Province, South-eastern of Turkey within the framework of the doctoral programme. But it could not be accurately diagnosed during the thesis (Seven, 2014). After further investigation, it was understood that only data for the species was given by Staudinger in 1892 for description of the species (without figures). And Hausmann (2011) has given short textual information about genitalia of *X. inconsiderata* when describing and comparing with sibling species *X. pederi* Hausmann & Friedrich, 2011, which was collected from Cyprus. However, could not be found its genitalia figures in any source. Therefore, the species is compared with in the Munich Museum (Zoologische Staatssammlung Muenchen) to identify it at the species level. The processed materials are deposited in the laboratory of Batman University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology.



Figure 1. Habitat of *X. inconsiderata* (Staudinger, 1892): Turkey, Siirt Province, Şirvan district, Bacavan Mountain, 1500 m, 29.5.2013. (photo E. Seven)

RESULTS AND DISCUSSION

In this research, the author has presented information about endemic *X. inconsiderata* moth, which is known only in Turkey from a small area. The specimens fly 1500-1600 m above sea-level in October at night. Bacavan Mountain, where is the habitat of the specimens, is containing rocky areas and including intensely *Crataegus* and *Quercus* species with *Juniperus* and *Paliurus* plants (Figure 1). In addition, the area contains various herbaceous plant species in the family *Asteraceae*, *Poaceae*, *Brassicaceae* and *Rubiaceae*. Larva is unknown but in current study it is estimated that feed on herbaceous plants in the family *Brassicaceae* or *Rubiaceae* such as other *Xanthorhae* species (Hausmann and Viidalepp, 2012) distributed in Europe.

Examined materials: 1♂ 1♀ Turkey, Siirt prov., Şirvan, Bacavan Mountain, 1560 m,

12.10.2013 (Genital slides no: Gp285♀, Gp292♂) (Figure 2. a-d).

Diagnosis: Male antennae bipectinate, female antennae filiform. Medial area of forewing contrasted against ground colour, darker. Discal spot sharp and black. Postmedial fascia narrow, covered with greyish scales. Terminal region of forewing completely dark, wavy line remarkable at the whole length. Hindwing with basis and terminal region darker, postmedial fascia in some degree straight.

Male genitalia: Costa of valva at tip stouter. Ventral part of pronged costal tip connected to centre of valvula. *Female genitalia:* Ductus bursae straight, sclerotised. Corpus bursae globular, signum in posterior position, strongly improved as a large semicircular darn of little spines.

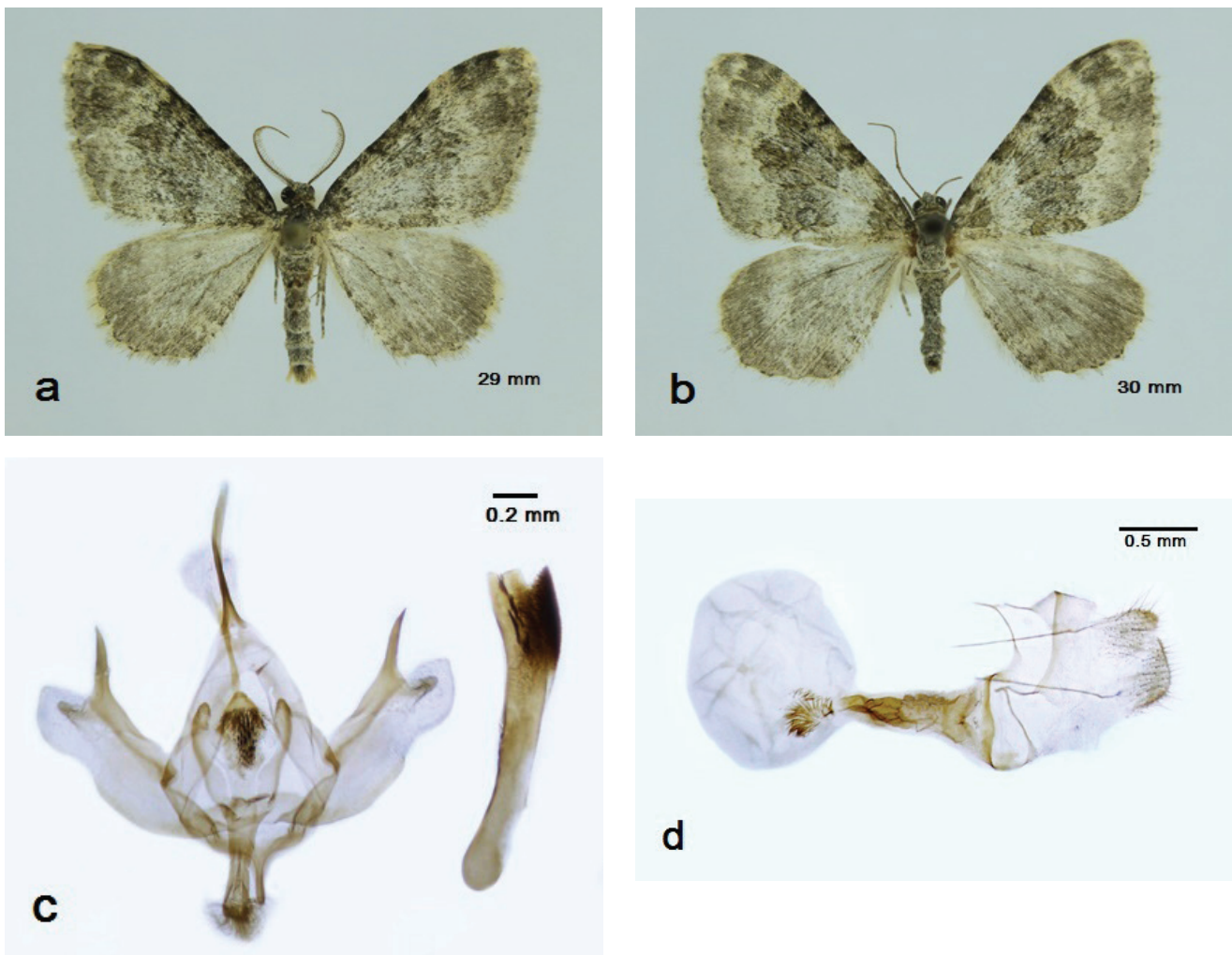


Figure 2. a-b. the adult and c-d. genitalia pictures of male and female of *X. inconsiderata* (Staudinger, 1892). (photos E. Seven)

In the original description, *X. inconsiderata* (Staudinger, 1892) was introduced based on two male specimens from Amasya Province.

Later, this species was recorded by Wherli (1934) from Kahramanmaraş Province (samples in Munich Museum). In this study, it is presented from Siirt Province, where is new locality. Specimens in this study are stored in a local collection in Turkey, while other samples are in the foreign museums. In addition, genitalia pictures of male and female of the species are submitted for the first time.

REFERENCES

- Hausmann A, 2011. An integrative taxonomic approach to resolving some difficult questions in the Larentiinae of the Mediterranean region (Lepidoptera, Geometridae). – Mitt. Münchn. Ent. Ges. 101: 73-97.
- Hausmann A, Viidalepp J, 2012. The Geometrid Moths of Europe. 3. volume, Apollo Books, Stenstrup.
- Kemal M, Seven E, 2013. Studies on the fauna and ecology of the Geometridae (Lepidoptera) in Şirvan district (Siirt Province, SE Turkey). Cent. ent. Stud., Priamus (Suppl.) 29: vi+1-41.
- Koçak AÖ, Kemal M, 2009. Revised Checklist of the Lepidoptera of Turkey. Centre entomological studies, Priamus supplement 17, 1-253.
- Koçak A, 2014. List of the 23773 Pterygot species in Turkey based upon the info-system of the Cesa. Priamus (Supplement) 32, 1-876.
- Scoble MJ, 1999. Geometrid moths of the world: a catalogue (Lepidoptera, Geometridae). Vols. 1, 2. Apollo Books, Stenstrup, pp. 1-116.
- Seven E, 2014. Eco-faunistic studies on the Macroheterocera species in Şirvan district of Siirt (Lepidoptera). Ph.D. Thesis. Yuzuncu Yıl University, Van, Turkey, [unpublished] (in Turkish). xvii + 427.
- Staudinger O, 1892. Neue Arten und Varietäten von Lepidopteren des paläarktischen Geometriden. Deutsche Entomologische Zeitschrift, Iris 5 (1): 141-260.
- Wehrli E, 1934. Lepidopterenfauna von Marasch in Türkisch Nordsyrien (Fortsetzung) - Die Geometriden der Ausbeute. Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft 024: 25-55.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is grateful to Dr. Axel Hausmann (Munich, Germany) and Dr. Ahmet Ö. Koçak, Dr. Muhabbet Kemal Koçak (Van, Turkey) for their help in determining of the species and valuable advice.

Summary of this study was presented by author in the Symposium on Euroasian Biodiversity at 23-27 May 2016 in Antalya, Turkey (Oral-Anibio-OP-178, p. 78).

Allium cepa L. Kök Ucu Hücrelerinde Diazinon Toksisitesinin Araştırılması

Umur BIÇAKCI¹, Kültiğin ÇAVUŞOĞLU¹, Kürşad YAPAR², Ali ACAR³, Emine YALÇIN¹

ÖZET: Günümüzde tarımsal üretimi ve verimi arttırmada kimyasal içerikli tarım ilacı (*pestisit*) kullanımı oldukça artmıştır. Bu artış ciddi çevre ve sağlık sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada, tarım alanlarında zararlı böceklerle mücadelede kullanılan bir insektisit olan Diazinonun toksik etkileri *Allium cepa* L. test materyali kullanılarak araştırılmıştır. Köklenme yüzdesi, kök uzunluğu, ağırlık artışı ve anatomik hasarlar toksisitenin fizyolojik indikatörleri, mitotik indeks (MI), kromozomal anormallik ve mikronukleus (MN) sıklığı ise toksisitenin *sitogenetik* indikatörleri olarak kullanılmıştır. *A. cepa* L. başları bir kontrol ve üç Diazinonun uygulama gurubu olmak üzere toplam dört gruba ayrılmıştır. 72 saat süresince kontrol grubundaki örnekler çeşme suyu, uygulama grubundaki örnekler ise Diazinon'un 50, 250 ve 500 mg L⁻¹ dozlarıyla muamele edilmişlerdir. Sonuçta, Diazinon uygulamasının doza bağlı olarak köklenme yüzdesi, kök uzunluğu, ağırlık kazanımı ve MI oranını azalttığı, kromozomal anormallik, MN ve anatomik hasar sayılarını ise arttırdığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, tarım sektöründe kullanılan Diazinon'un yüksek dozlarda toksisiteye neden olabileceği gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Diazinon, fizyoloji, kromozomal anormallik, mikronukleus (MN), sitogenetik

The Investigation of Diazinon Toxicity in Root Tip Cells of *Allium cepa* (Onion) L.

ABSTRACT: In recent years, agricultural production and productivity using chemical pesticides have increased considerably. This increase is not without its concomitant environmental and health problems. In this study, the toxic effect of Diazinon in insecticides used the combat pests in agricultural areas, have been investigated using *Allium cepa* L. test material. The percentage of germination, root length, weight increase and anatomical damages as physiological indicators of toxicity, mitotic index (MI), chromosomal aberrations and micronuclei (MN), were used as the cytogenetic indicators of toxicity. The *A. cepa* L. heads were divided into four groups, comprising control group and the other as Diazinon treatment group. Seeds in the control group were treated with tap water for 72 hours, whereas seeds in the Diazinon treatment group were treated with 50, 250 and 500 mg L⁻¹ doses. As a result, depending on the Diazinon doses, decrease in dose dependent germination percentage, root length, weight increase and MI toxicity have been observed, whereas increase in numbers of chromosomal aberrations, MN and anatomical damage have observed. As a result, it is shown that Diazinon used in agriculture may cause toxicity at high doses.

Keywords: Chromosomal aberration, cytogenetic, diazinon, micronuclei (MN), physiology

¹ Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji, Giresun, Türkiye

² Giresun Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı, Giresun, Türkiye

³ Giresun Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Giresun, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Kültiğin ÇAVUŞOĞLU, kultigincavusoglu@mynet.com

GİRİŞ

Günümüzde dünyanın karşı karşıya kaldığı en büyük problemlerin başında beslenme sorunu gelmektedir. Dünya nüfusu hızla artmakta fakat bu nüfusu besleyecek tarım alanlarının sayısı ise her geçen gün azalmaktadır. Hal böyle olunca da, birim alandan en yüksek verim almak kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenle, tarım sektöründe bu iç açıcı olmayan durumun çözümü olarak pestisitlere kurtarıcı gözüyle bakılmaktadır (Karakaya ve Boyraz, 1992).

Tarımsal uygulamalarda hastalık ve zararlılarla mücadelede gerek uygulama kolaylığı gerekse sonuçlarının daha kısa sürede alınması nedeniyle pestisit kullanımını her geçen gün artmaktadır (Kayış, 2010). Pestisitler, tarım ürünlerine zarar veren mikroorganizmaları, hastalık etmenlerini ve yabancı otları yok etmek amacıyla kullanılan biyolojik olarak aktif kimyasallardır (Ekebas et al., 2000). Pestisitlerin tarım alanlarında bilinçsiz ve yoğun miktarlarda kullanılması, toksik maddelerin toprak ve suda birikmesine sebep olurken; bunlarla beslenen canlıların vücuduna çeşitli yollarla (deri, solunum ve ağız yoluyla) girerek sağlık açısından da ciddi risk oluşturmaktadır (Vural, 1996). Bu durum çevre kirliliğine sebep olabildiği gibi, insan başta olmak üzere canlılar için kronik zehirlenmelere, sinir sistemi hasarlarına, enzim faaliyetlerinin engellenmesine ve hücre zar yapısının bozulmasına neden olmaktadır (Çakır ve Yamanel, 2005). Pestisitler; fiziksel yapılarına, formülasyonlarına ve etki ettikleri zararlı gruplarına vb. birçok şekilde sınıflandırılmaktadırlar. En yaygın kullanılanı ise etkili oldukları zararlı gruplarına göre herbisitler, insektisitler, akarisitler yapılan sınıflandırmadır. İnsektisitler modern tarımda zararlı böcekleri kontrol altında tutmak için kullanılan kimyasallardır (Gözütok, 2016).

Diazinon(O,O-Diethyl O-[4-methyl-6-(propan-2-yl)pyrimidin-2-yl] phosphorothioate, INN-Dimpylate-C₁₂H₂₁N₂O₃PS) zararlı böceklerle karşı kullanılan birçok tarım ilacının ana etken maddesi olan bir insektisittir. Tarımsal ürünlerin böceklerden korunması amacıyla kullanılır. Diazinon asetilkolinesteraz aktivitesini inhibe eden geniş spektrumlu organofosfat yapıda bir insektisittir (Sarabia et al., 2009).

Bu çalışmada, zararlı böceklerle mücadelede kullanılan Diazinon insektisitinin toksik etkileri *A. cepa*

L. test materyali kullanılarak araştırılmıştır. Sitotoksik etkilerin belirlenmesinde, *A. cepa* L. test materyalinin kullanımı kolay uygulanabilirlik, düşük maliyet, hızlı sonuç ve basit yöntem avantajları sunmaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Kök Uçlarının Hazırlanması

Bu çalışmada araştırma materyali olarak eşit büyüklükte *Allium cepa* L. başları kullanılmıştır. Örnekler bir kontrol ve üç uygulama grubu olmak üzere toplam dört gruba ayrılmış, örnekler 85x100 çapında steril beherlerde oda sıcaklığında 72 saat köklenmeye tabii tutulmuştur. Diazinon toksisite çalışmaları, daha çok hayvanlar ve insanlar üzerindeki etkileri konusunda yoğunlaşmıştır.

Diazinonun bitkiler üzerine toksik etkileri henüz araştırılmamıştır. Literatürde farklı canlılar için diazinon LD₅₀ değeri 40-1250 mg/kg doz aralığında belirlenmiştir (WHO, 1998). Bu noktadan hareketle bu çalışmada diazinonun 50, 250 ve 500 mg L⁻¹ dozları toksisite açısından değerlendirilmiş ve Grup I (kontrol grubu) çeşme suyu ile Grup II, 50 mg L⁻¹ Diazinon ile;Grup III, 250 mg L⁻¹ Diazinon ile Grup IV ise 500 mg L⁻¹Diazinon ile muamele edilmiştir.

Köklenen örneklerin kurumaması amacıyla, grupların su ve Diazinon seviyeleri günlük olarak kontrol edilerek, gerekli ilaveler yapılmıştır. Uygulama periyodu sonunda kök uçları dH₂O ile yıkanmış ve sitogenetik analizler için hazır hale getirilmiştir (Wei, 2004).

Kök Uzunluğu, Ağırlık Artışı ve Köklenme Yüzdesinin Belirlenmesi

Diazinonun kök uzunluğu üzerine etkisi, radikula oluşumu baz alınarak köklenme sonrası her bir gruba ait kök uzunluklarının milimetrik cetvel yardımıyla ölçülmesiyle, ağırlık artışı üzerine etkisi ise Diazinon uygulama öncesinde ve sonrasında soğan başlarının duyarlı hassas terazi ile tartımı sonucunda tespit edilmiştir.

Kök uzunluğu ve ağırlık artışındaki değişimler, *Allium cepa* L.'de Diazinonun büyüme üzerine etkisini belirlemek amacıyla incelenmiştir.

Kromozomal Anormallikler, Mitotik İndeks (MI) ve Mikronukleus (MN) Analizi

Diazinon uygulaması sonrasında kromozomal hasarların tespit edilmesi amacıyla, her bir gruba ait kök uçları 1 cm uzunluğunda kesilmiş, 2 saat boyunca “Clarke” fiksatorü ile (3:etanol/1:glialiasetik asit) fiksasyona tabii tutulmuştur. Fiksasyon sonrasında 15 dakika %96’lık etanolde yıkanan örnekler, +4 °C’de %70’lik etanolde saklanmıştır.

Preparat hazırlamak için, kök uçları 60 °C’de 17 dakika 1NHCl içerisinde hidrolize edilmiş, 30 dakika %45’lik asetik asit içerisinde bekletilmiştir. Son olarak ise, kök uçları 24 saat aseto-karmin ile boyanmış,

%45’lik asetik asitte ezilmiş ve binoküler araştırma mikroskobu altında X500 büyütmede fotoğraflanmıştır (Staykova et al., 2005).

MN sıklığını tespit etmek için ise, her bir uygulama grubunda toplamda 1000 hücre sayılmış, MN içeren hücreler araştırma mikroskobu altında belirlenerek X500 büyütmede fotoğraflandırılmıştır. MN tespitinde Fenech ve ark. (2003)’nin kriterleri dikkate alınmıştır.

Mitotik indeksi (MI) belirlemek amacıyla, hazırlanan preparatlardan her gruba ait 1000 hücre sayılmış ve mitotik giren hücrelerin yüzdesi aşağıdaki “Eşitlik 2” kullanılarak belirlenmiştir.

$$\text{Mitotik İndeks (MI)} = \frac{\text{Mitoza Girmiş Hücre}}{\text{Toplam Hücre Sayısı}} \times 100 \quad (2)$$

Anatomik Değişimlerin Belirlenmesi

Anatomik hasarın belirlenmesi amacıyla, 72 saat süresince 50, 250 ve 500 mg/L dozlarında Diazinon ile muamele edilen gruplarda kök uçlarından enine kesitler alınarak, metilen mavisi ile boyanmış, entellen yardımıyla daimi preparat haline getirilerek, araştırma mikroskobu altında X500 büyütmede fotoğraflandırılmıştır.

İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizi SPSS for Windows V 22.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA, 2013) paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. “One-way

ANOVA” ve “Duncan” testleri ile gruplar arasındaki istatistiksel farklılıklar değerlendirilmiş, veriler ortalama ± SD olarak verilmiş ve P değeri 0.05’den küçük olması durumunda istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Diazinonun *A. cepa*’da köklenme yüzdesi, ağırlık kazanımı, kök uzunluğu, mitotik indeks (MI), anatomik hasarlar, mikronukleus (MN) ve kromozomal hasar sıklığı üzerine etkileri Çizelge 1, Çizelge 2, Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3’te verilmiştir.

Çizelge 1. Diazinon uygulamasının köklenme yüzdesi, kök uzunluğu, başlarda ağırlık artışı ve kök ucunda Mikronukleus oluşumu üzerine etkileri

| Gruplar | Köklenme yüzdesi | Ortalama kök uzunluğu (cm) | Ortalama ağırlık artışı (g) | Ortalama (MN) |
|----------|------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Grup I | 98 | 10.86±2.50 ^a | +11.42 | 0.30±0.48 ^d |
| Grup II | 80 | 8.78±1.25 ^b | + 9.06 | 10.80±3.05 ^c |
| Grup III | 56 | 5.82±1.51 ^c | + 3.73 | 24.30±4.27 ^b |
| Grup IV | 30 | 2.62±0.96 ^d | + 1.12 | 46.30±6.13 ^a |

* Grup I: Kontrol, Grup II: 50 mg L⁻¹Diazinon, Grup III: 250 mg L⁻¹Diazinon, Grup IV: 500 mg L⁻¹Diazinon.

Diazinonun köklenme yüzdesi üzerine etkisi Çizelge 1’de verilmiştir. En yüksek köklenme yüzdesi kontrol grubunda, en düşük köklenme yüzdesi ise Diazinonun 500 mg L⁻¹ dozu ile muamele edilen Grup IV’de belirlenmiştir. Kontrol grubunda % 98,

Diazinonun 50, 250 ve 500mg L⁻¹lik uygulama gruplarında ise sırasıyla %80, %56 ve %30 oranında köklenme yüzdesi tespit edilmiştir. Sonuç olarak, köklenme yüzdesi Diazinon dozuna bağlı olarak azalmıştır.



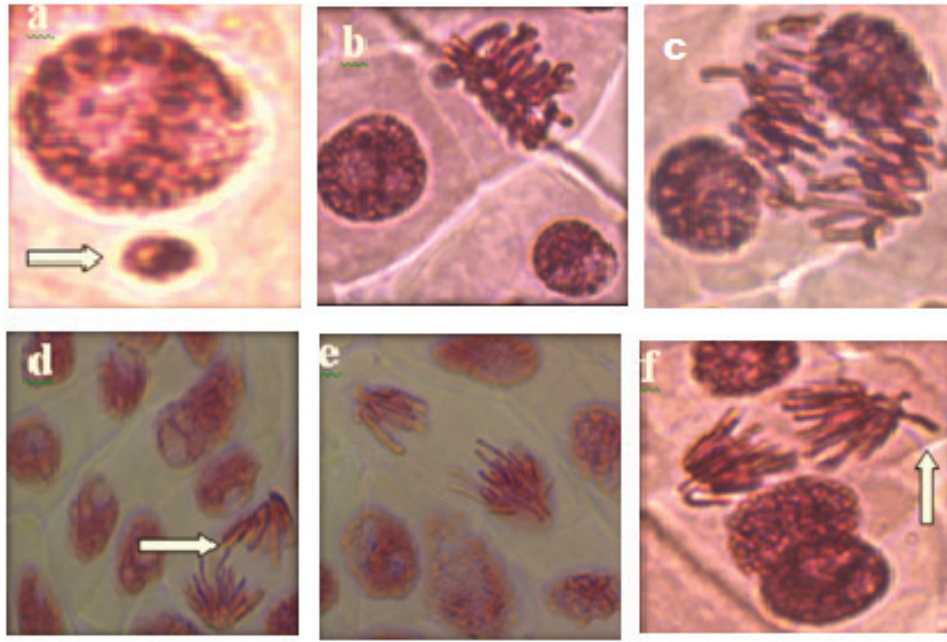
Şekil 1. Farklı dozlardaki Diazinon uygulamasının kök uzunluğuna etkileri (Grup I: Kontrol, Grup II: 50 mg L⁻¹ Diazinon, Grup III: 250 mg L⁻¹ Diazinon, Grup IV: 500 mg L⁻¹ Diazinon).

Diazinonun *A. cepa*’da kök uzunluğu üzerine etkileri Şekil 1 ve Çizelge1’de gösterilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi maksimum kök uzunluğu kontrol grubunda elde edilirken, en düşük kök uzunluğu oranı 500 mg L⁻¹Diazinon uygulanan Grup IV’de tespit edilmiştir. Kontrol grubunda belirlenen kök uzunluğu ortalama 10.86 cm iken, Grup II’de ortalama 8.78 cm, Grup III’de ortalama 5.82 cm ve Grup IV’de ise ortalama 2.62 cm olarak tespit edilmiştir. Gruplarda, kök uzunluğu açısından belirlenen bu farklılıkların istatistiksel açıdan da anlamlı olduğu gözlenmiştir (P<0.05). Sonuç olarak, Diazinon dozunun artmasıyla kök uzunluğunun azaldığı, bu azalmanın ise doza bağlı olarak gerçekleştiği saptanmıştır.

A. cepa’da Diazinon’un ağırlık artışı üzerine etkileri incelenmiş ve sonuçlar Çizelge1’de verilmiştir. Çizelgedeki sonuçlardan da görüldüğü gibi, 72. saatin sonunda maksimum ağırlık artışı kontrol grubuna ait örneklerde, minimum ağırlık artışı ise 500 mg/L Diazinon uygulanan Grup IV’de ölçülmüştür.

Ağırlık artışı kontrol grubunda ortalama 11.42 g olarak belirlenirken 50, 250 ve 500 mg L⁻¹dozlarında Diazinon uygulanan gruplarda ise sırasıyla ortalama 9.06 g, 3.73 g ve 1.12 g’lık ağırlık artışı ölçülmüştür. Gruplar arasında gözlenen bu değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu da saptanmıştır (P<0.05). Sonuç olarak, Diazinonun dozunun artmasıyla birlikte ağırlık artışının azaldığı, bu azalmanın ise doza bağlı olarak gerçekleştiği saptanmıştır.

A. cepa L. kök ucu hücrelerinde Diazinon tarafından teşvik edilen mikronukleus (MN) varlığı ve sıklığı Şekil 2 ile Çizelge1’de gösterilmiştir. Kontrol grubunda 0.30 oranında MN oluşumuna rastlanırken, Diazinon uygulanan Grup II’de 10.80, Grup III’de 24.30, Grup IV’de ise 46.30 oranında MN sıklığı tespit edilmiştir. Gruplar arasında gözlenen MN sıklığı farklarının istatistiksel açıdan önemli olduğu da belirlenmiştir (P<0.05). Sonuç olarak, Diazinon dozunun artmasıyla MN sıklığının arttığı, bu artışın ise doza bağlı olarak gerçekleştiği saptanmıştır.



Şekil 2. Diazinon uygulaması tarafından teşvik edilen kromozomal hasarlar(a: MN, b: yapışkan kromozom, c: C-mitoz, d: kromozom köprüsü, e: kromatinin eşit olmayan dağılımı, f: fragment). Boyama: aseto-karmin, Büyütme: 500X.

Çizelge 2. Diazinon uygulamasının teşvik ettiği kromozomal hasarlar ve Mitotik İndeks (MI) Üzerine Etkisi

| Gruplar | FRG | YK | KK | KED | CM | MI Yüzde (%) |
|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|
| Grup I | 0.00±0.00 ^d | 0.20±0.42 ^d | 0.00±0.00 ^d | 0.30±0.48 ^d | 0.10±0.32 ^d | 8.99 |
| Grup II | 11.20±2.74 ^c | 9.50±1.78 ^c | 7.00±1.70 ^c | 4.70±1.70 ^c | 2.50±1.27 ^c | 7.88 |
| Grup III | 29.10±5.02 ^b | 20.50±3.06 ^b | 15.40±3.03 ^b | 12.40±3.17 ^b | 7.70±2.36 ^b | 6.00 |
| Grup IV | 52.70±4.74 ^a | 35.00±3.06 ^a | 25.90±3.51 ^a | 19.80±3.65 ^a | 11.10±4.15 ^a | 4.62 |

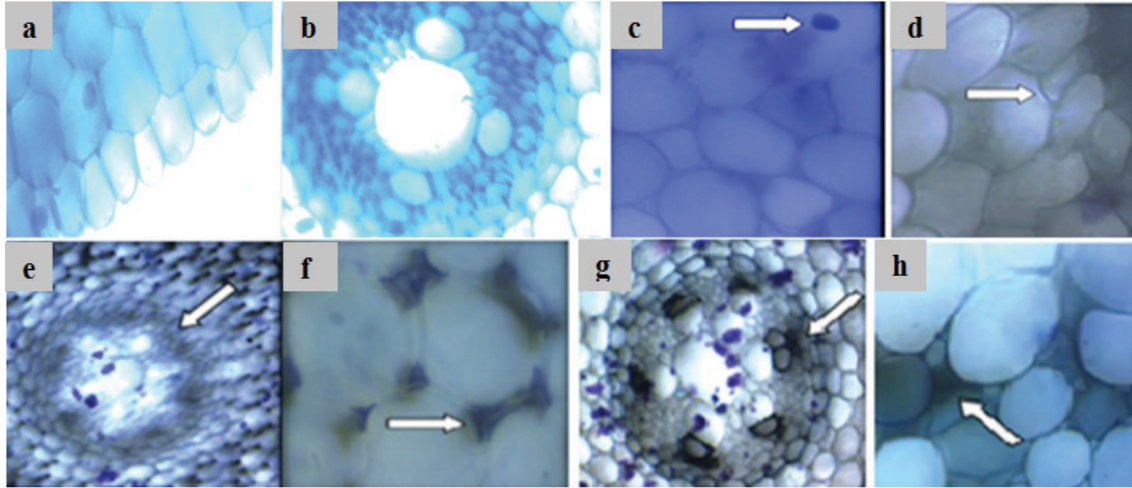
* Grup I: Kontrol, Grup II: 50 mg L⁻¹Diazinon, Grup III: 250 mg L⁻¹Diazinon, Grup IV: 500 mg L⁻¹Diazinon. Aynı sütunda birbirinden farklı harfler ile ifade edilen değerler istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0.05).FRG: fragment, YK: yapışkan kromozom, KK: kromozom köprüsü, KED: kromatinin eşit olmayan dağılımı, CM: c-mitoz.

Diazinon uygulaması sonrasında *A. cepa* L. kök ucu hücrelerinde gözlenen kromozomal hasarlar ve sayıları Şekil 2 ve Çizelge 2’de gösterilmiştir. Mikroskopik gözlemler sonucunda sırasıyla fragment>yapışkan kromozom>kromozom köprüsü>kromatinin eşit olmayan dağılımı>c-mitoz şeklinde hasarlar belirlenmiştir. Diazinonun kromozomlar üzerine en büyük etkisi fragment oluşumu şeklindedir. Kontrol grubunda birkaç yapışkan kromozom, kromozomun eşit olmayan dağılımı ve c-mitoz dışında herhangi bir kromozomal hasara rastlanılmazken, Diazinon uygulama gruplarında, farklı düzeyde ve farklı tipte kromozomal hasara rastlanılmıştır. Diazinonun dozunun artmasıyla kromozomal hasar düzeyinin arttığı, bu artışın doza bağımlı olarak gerçekleştiği ve

gruplar arasındaki farklılıkların ise istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.05).

Bölünen hücrelerin sayısını gösteren mitotik indeks (MI) değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. En yüksek MI yüzdesi kontrol grubunda, en düşük ise 500 mg L⁻¹ dozunda Diazinon ile muamele edilen Grup IV’de sayılmıştır. Kontrol grubunda % 8.99, Diazinon uygulama gruplarında ise sırasıyla % 7.88, % 6.00 ve %4.62 oranında MI belirlenmiştir.

Gruplar arasında belirlenen bu MI farklılıklarının ise istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (P<0.05). Sonuçta, Diazinon dozunun artması ile MI oranının azaldığı ve iki parametre arasında ters bir orantının varlığı tespit edilmiştir.



Şekil 3. Diazinon uygulamasının *A. cepa* L. kök ucu hücrelerinde teşkil ettiği anatomik hasarlar (a: kontrol grubu hücre çekirdeği, b: kontrol grubu iletim dokusu, c: yassılaştırmış hücre çekirdeği, d: hücre deformasyonu, e: belirgin olmayan iletim doku, f: korteks hücre çeperlerinde kalınlaşma, g: iletim dokuda bazı maddelerin birikimi, h: nekroz). Boyama: metilen mavisi. Büyütme: 500X.

Diazinon uygulamasının *A. cepa* L. kök ucu hücrelerinde teşkil ettiği anatomik hasarlar Şekil 3’de gösterilmiştir. Mikroskopik incelemeler sonucunda kontrol grubunda her hangi bir anatomik hasara rastlanmazken, Diazinon uygulama gruplarında ise Diazinon’un artan dozuna bağlı olarak, sayıları değişmekle beraber yassılaştırmış hücre çekirdeği, hücre deformasyonu, belirgin olmayan iletim doku, korteks hücre çeperlerinde kalınlaşma, iletim dokuda bazı maddelerin birikimi ve nekroz şeklinde anatomik hasarlar gözlenmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada, Diazinon’un *A. cepa* L. başlarında meydana getirdiği fizyolojik ve sitogenetik etkiler araştırılmıştır. Fizyolojik etkiler; köklenme yüzdesi, kök uzunluğu, ağırlık artışı ve anatomik hasarların tespiti ile sitogenetik etkiler ise; mikronucleus (MN) sıklığı, kromozomal hasar ve mitotik (MI) indeks sayılarının belirlenmesiyle araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, Diazinon dozu ile köklenme yüzdesi arasında ters bir orantı olduğu tespit edilmiştir. En yüksek köklenme yüzdesi kontrol grubunda, en düşük ise Diazinonun 500mg L⁻¹dozu ile muamele edilen Grup IV’de görülmüştür. Literatürde kimyasal ajan ve ağır metal iyonlarının köklenme oranı üzerine etkileri konusunda gerçekleştirilmiş, benzer tarzda

pek çok çalışma bulunmaktadır. Örneğin, Teker ve Çavuşoğlu (2013) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, 50 ve 100 mg L⁻¹ dozlarında 1,4 Dioksan uygulamasının her iki dozda da köklenme yüzdesini azalttığı, söz konusu azalışın 100 mg L⁻¹ dozunda daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Yine Çavuşoğlu ve ark. (2008) tarafından gerçekleştirilen benzer tarzdaki bir başka çalışmada ise, *Vicia faba* L. kök ucu hücrelerinde Fenol’ün farklı konsantrasyonları tarafından teşvik edilen sitotoksikite araştırılmış, sonuçta artan fenol dozuna bağlı olarak köklenme yüzdesinin azaldığı belirlenmiştir. Diazinonun bir diğer etkisi ise kök uzunluğu üzerine olmuştur. Diazinon dozundaki artışla birlikte kök uzunluğunun azaldığı belirlenmiştir. En fazla kök uzunluğu kontrol grubunda, en az ise 500 mg L⁻¹ dozunda Diazinon ile muamele edilen Grup IV’de ölçülmüştür. Literatürde Diazinonun kök uzunluğu üzerine etkileri konusunda kapsamlı bir çalışma bulunmamasına rağmen, diğer kimyasal ajanlar ile ağır metal iyonlarının etkileri konusunda gerçekleştirilmiş pek çok çalışma bulunmaktadır. Örneğin Soykan ve Koca (2007) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Dichlorvos (DDVP) insektisitinin 2 ml L⁻¹, 4 ml L⁻¹ ve 6 ml L⁻¹ dozlarının *A. cepa* kök uzunluğu üzerine etkileri araştırılmış ve DDVP dozuna bağlı olarak kök uzunluğunun azaldığı rapor edilmiştir. Kiran ve Şahin (2005) kurşun (PbCl₂) uygulamasının mercimek (*Lens culinaris* Medik)’de

kök büyümesinin kontrol grubuna göre azaldığını belirlemişlerdir. Diazinonun ağırlık artışı üzerinde de toksik etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. 72 saat'lik uygulama periyodu sonunda en fazla ağırlık artışı kontrol grubunda, en düşük ise Diazinon'un 500 mg L⁻¹dozu ile muamele edilen Grup IV'de ölçülmüştür. Literatürde ağırlık artışı üzerine Diazinon etkileri konusunda olmasa da, diğer kimyasal ajanlar ve ağır metal iyonları ile gerçekleştirilmiş benzer tarzda pek çok çalışma bulunmaktadır. Çavuşoğlu ve ark. (2011) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Glifosat'ın *Allium cepa* L.'de ağırlık artışı üzerine etkileri araştırılmış, uygulanan Glifosat dozuna bağlı olarak ağırlık artışının azaldığı belirlenmiştir. Öztürk (2013) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Imazethapyr herbisitinin *Allium cepa* L. kök ucu hücrelerinde mitoz bölünme ve kromozomlar üzerine etkileri araştırılmış, Imazethapyr'in tüm dozlarında mitotik indeks (MI) değerlerinin kontrol grubuna göre azaldığı, ayrıca kalgın kromozom, bozulmuş anafaz-telofaz, yapışıklık, anafaz köprüsü, prometafaz, c-metafaz, poliploidi ve binükler hücre şeklinde kromozomal hasarların oluşumu gözlenmiştir. Liu ve ark. (1992) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise, Krom nitrat ve Potasyum dikromat bileşiklerinin farklı dozlarının *A. cepa*L. kök ucu hücrelerinde MI üzerine etkileri araştırılmış, her iki bileşiminde hücre bölünmesini inhibe ederek, MI değerini azalttığı rapor edilmiştir. Bu çalışmada, Diazinonun genotoksik etkileri mikronukleus (MN) sıklığı, kromozomal hasar ve mitotik indeks (MI) sayıları tespit edilerek değerlendirilmiştir. Sonuçta, Diazinon dozundaki artışla bağlı olarak MI oranının azaldığı, MN sıklığı ve kromozomal hasarların arttığı belirlenmiştir. Mitotik indeks, hücre çoğalmasının ve büyümenin bir ifadesidir. Bu çalışmada mitotik indeksin azalması, diazinonun hücre çoğalması ve büyümeyi olumsuz etkilediğinin bir göstergesidir. Diazinon uygulamasının fragment, yapışkan kromozom, kromozom köprüsü, kromatinin eşit olmayan dağılımı ve c-mitoz şeklinde kromozomal hasarlara neden olduğu belirlenmiştir.

Diazinon uygulamasının *A. cepa* L. kök ucu hücrelerinde anatomik etkilerine bakıldığında, yassılaştırmış hücre çekirdeği, hücre deformasyonu, belirgin olmayan iletim doku, korteks hücre

çeperlerinde kalınlaşma, iletim dokuda bazı maddelerin birikimi ve nekroz şeklinde anatomik hasarlara neden olduğu belirlenmiştir. Söz konusu hasarların sayısı uygulanan Diazinon dozuna bağlı olarak artmıştır. Literatürde Diazinon'un kök ucu hücrelerinde teşvik ettiği anatomik etkiler ile ilgili gerçekleştirilmiş başka bir çalışma bulunmadığından, elde edilen sonuçlar diğer kimyasal ajanlarla gerçekleştirilen benzer tarzdaki çalışmaların verileri ile tartışılmıştır. Örneğin; Acar ve ark. (2015) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Paraquat herbisitinin *A. cepa* L. kök ucu hücrelerinde teşvik ettiği anatomik değişimler araştırılmış, sonuçta Paraquat uygulamasının kök ucu hücrelerinde yassılaştırmış hücre çekirdeği, nekroz, belirgin olmayan iletim doku, iletim dokusunda bazı maddelerin birikimi ve hücre deformasyonu şeklinde anatomik hasarlara neden olduğu belirlenmiştir. Aybeke ve ark. (2000) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, zeytinyağı fabrikası atık suyunun *T. aestivum* L.(buğday) kök uçlarında teşvik ettiği sitotoksik ve mutajenik etkileri incelenmiş, atık suyun farklı konsantrasyonlarıyla muamele edilen örneklerde mitotik anormalliklerin sayısı ile çok nükleuslu veya parçalanmış nükleuslu hücre sayısında belirgin bir artış rapor edilmiştir.

Sonuç olarak, özellikle Avrupa Birliği Ülkelerinde yasaklanmış olmasına rağmen, gelişmekte olan ülkelerde tarım alanlarındaki zararlı böceklerle mücadelede hala kullanılmaya devam eden Diazinonun belli bir doz seviyesine ulaştığında, toksik etkilere neden olabildiği *A. cepa* L. test materyali kullanılarak bir kez daha gözler önüne serilmeye çalışılmıştır. Bu nedenle, söz konusu kimyasalın kullanımından vazgeçilmesi, kullanılmasının zaruri olduğu durumlarda ise mutlaka hedef organizma dışındaki organizmalara toksik etki göstermeyecek uygun doz seviyelerinin belirlenmesi gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmamızı FEN-BAP-C-200515-13 nolu proje ile destekleyen, Giresun Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler (BAP) Birimi Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Acar A, Çavuşoğlu K, Türkmen Z, Çavuşoğlu K, Yalçın E, 2015. Theinvestigation of genotoxic, physiological and anatomical effects of Paraquat herbicide on *Allium cepa* L. Cytologia,80 (3): 343–351.
- Aybeke M, Olgun G, Sidal U,Kolonkaya D, 2000. Zeytinyağı fabrikası atık suyunun buğday (*Triticum aestivum* L.) kök ucu hücrelerindeki mitoz bölünme ve total protein miktarı üzerine etkisi. TurkishJournal of Biology,24: 127-140.
- Çakır S, Yamanel S, 2005. Böceklerde insektisitlere direnç. Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 6 (1): 21-29.
- Çavuşoğlu K, Yalçın E, Dönmez S, Kaymaz K, Özdemir G, Özgörür Z, Balcı D, Aslan B, Çakır M, 2008. *Vicia faba* L. (Fabaceae) kök ucu hücrelerinde fenol tarafından teşvik edilen sitotoksitenin belirlenmesi.Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Dergisi (e-Dergi), 3(2): 139-148.
- Demirtaş G, Çavuşoğlu K, Yalçın E, 2015. Anatomic, physiologicandcytogeneticchanges in *Alliumcepa*L. inducedbyDiniconazole. Cytologia,80 (1): 51–57.
- Ekebaş S, Çakır S, Ertuğrul O, Kence A, 2000. Thedetection of mutagenicactivity of somechemicals (Azamethypos, Dichlorvos, Methylparathion, Aflatoxin B1) bythesmart test in *Drosophila melanogaster*. Turkish Journal of VeterinaryandAnimalSciences, 24 (6): 563-569.
- Fenech M, Chang WP, Kirsch-Volders M, Holland N, Bonassi S, Zeiger E, 2003. Human Micron Nucleus project. HUMN Project: detailed description of the scoring criteria for the cytokinesis-block micro nucleus assayusing isolated human lymphocyte cultures. Mutation Research. 534(1-2): 65-75.
- Gözütok C, 2016. İnsektisitın canlılara etkisi. <http://www.kimyasalgelismeler.com/sectörler/tarım-ve-gıda-teknolojileri/insektisitın-canlılara-etkisi.html>. (Erişim tarihi: 20 Haziran, 2016).
- Karakaya M,Boyras N, 1992. Gıda kirlenmesinde pestisitler ve korunma yolları. ÇevreDergisi,1 (4): 11-15.
- Kayış T, 2010 Diazinon'un subletal konsantrasyonlarının *Pimpla turionellae* L.'nin 'nin eşey oranı ve bazı biyokimyasal parametreleri üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 102 s.
- Kıran Y, Şahin A, 2005. Kurşunun *Lens culinaris* Medik. tohumlarının çimlenmesi, kök gelişimi ve kök ucu hücreleri üzerindeki mitotik etkileri. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 18(1): 17-25.
- Lui D, Jiang W,Li M, 1992. Effects of trivalent and hexavalent chromium on root growt hand cell division of *Allium cepa*. Hereditas,117: 23-29.
- Öztürk NS, 2013. İmazethapyr herbisitinin *Allium cepa* L. kök meristem hücreleri üzerine sitogenetik etkileri. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 66 s.
- Sarabia L, Maurer I,Bustos-Obregon V, 2009. Melatonin prevents damage elicitedbytheorganophosphorouspesticide diazinon on the mouse testis. Ecotoxicology and Environmental Safety,72: 938-942.
- Soykan H, Koca S, 2007. Dichlorvos'un (DDVP) *Alliumcepa* L. kök ucu meristem hücrelerinde mitoz bölünme ve kromozomlar üzerine etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 18 s.
- Staykova TA, Ivanova EN, Velcheva IG, 2005. Cytogenetic effect of heavy metal andcyanide contaminated waters from the region of South West Bulgaria.Journal of Cell and Molecular Biology, 4: 41-46.
- Teker D, Çavuşoğlu K, 2013. *Allium cepa* L. (Amaryllidaceae) kök ucu hücrelerinde 1,4 Dioksan tarafından teşvik edilen sitotoksitenin belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,3 (3): 31-40.
- Vural N, 1996. Toksikoloji. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları. Ankara, Türkiye. 416 s.
- Wei QX, 2004. Mutagenic effects of chromiumtrioxide on root tip cells of *Viciafaba*. Journal of Zhejiang UniversityScience,5: 1570-1576.
- World Health Organization, United Nations Environment Programme, International Labour Organisation, Environmental Health Criteria 198, Diazinon, prepared by K. Barabás, Geneva, 1998 .

Alyssum virgatum Nyar. Su Ekstrelerinin Sitotoksik ve Antisitotoksik Özellikleri

Yasin EREN¹, Dilek AKYIL², İmren ÇALIK²

ÖZET: Bu çalışmada, *Brassicaceae* familyasına ait olan *Alyssum virgatum* Nyar. bitkisinin toprak üstü kısımlarının distile su ekstraktlarının (Av-eks) *Allium cepa* L. kök uçları üzerine antisitotoksik etkisi incelenmiştir. Av-eks'in farklı süre ve konsantrasyonlarının MMS (Metilmetansülfonat)'e karşı kök büyümesi, mitotik indeks ve anafaz-telofaz kromozom aberasyonları üzerine etkileri belirlenmiştir. *Allium* kök büyüme inhibisyonu testinde Av-eks'in 10 farklı konsantrasyonu (100 gL⁻¹, 50 gL⁻¹, 25 gL⁻¹, 12.5 gL⁻¹, 6.25 gL⁻¹, 3.2 gL⁻¹, 1.6 gL⁻¹, 0.8 gL⁻¹, 0.4 gL⁻¹ ve 0.2 gL⁻¹) soğan kök hücrelerine uygulanarak EC50 değeri belirlenmiştir. 0.8 gL⁻¹, 0.4 gL⁻¹ ve 0.2 gL⁻¹ konsantrasyonları hariç diğer Av-eks konsantrasyonları kök uzunluğunu önemli ölçüde azaltmıştır. Kök uzunluğunu yarıya indiren konsantrasyon olarak kabul edilen EC50 değeri yaklaşık olarak 1,6 gL⁻¹ olarak bulunmuştur. Antisitotoksisite testinde, distile su (negatif kontrol), MMS (pozitif kontrol) ve 10 ppm MMS içeren Av-eks'in farklı konsantrasyonları (0,5×EC50, EC50 ve 2×EC50) 24, 48 ve 72 saat süreyle kullanılmıştır. 10 ppm MMS içeren Av-eks karışımlarında, bitki ekstresindeki konsantrasyon artışına bağlı olarak mitotik indekste önemli bir yükselme gözlenmiştir. Kromozom aberasyon çalışmalarında ise anomali yüzdelerinin pozitif kontrol grubuna göre azaldığı tespit edilmiştir. İğ iplikleri bozulmalarının sebep olduğu kalın kromozom aberasyonu, diğer anomalilerden daha fazla tespit edilmiştir. Sonuçlar Av-eks'in, *A. cepa* kök meristematik hücrelerinde, MMS varlığında antisitotoksik ve antigenotoksik aktivite gösterdiğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: *Allium* test, *Alyssum virgatum*, antisitotoksisite, antigenotoksisite, *Brassicaceae*

Cytotoxic and Anticytotoxic Effects of *Alyssum virgatum* Nyar. Aqueous Extracts

ABSTRACT: In this study, anticytotoxic effects of distilled water extract of *Alyssum virgatum* Nyar. (*Brassicaceae* family) aerial parts (Av-ext) was determined on *Allium cepa* L. root meristematic cells. Effects of different concentrations and treatment periods of Av-ext on root growth, mitotic index and anaphase-telophase chromosomal aberrations, against MMS were determined. In *Allium* root growth inhibition test, EC50 value was determined by using 10 different concentrations of Av-ext (100 gL⁻¹, 50 gL⁻¹, 25 gL⁻¹, 12.5 gL⁻¹, 6.25 gL⁻¹, 3.2 gL⁻¹, 1.6 gL⁻¹, 0.8 gL⁻¹, 0.4 gL⁻¹ and 0.2 gL⁻¹). All of the Av-ext concentrations reduced the root length significantly, except 0.8 gL⁻¹, 0.4 gL⁻¹ and 0.2 gL⁻¹ doses. EC50 value that was accepted as reducing concentration of the root length about %50, was found about 1.6 gL⁻¹. In anticytotoxicity test, distilled water (negative control), MMS (positive control) and different concentration of Av-ext (0.5×EC50, EC50 ve 2×EC50) including 10 ppm MMS were used for 24, 48 and 72 hours treatment period. In Av-ext mixtures including 10 ppm MMS, it was observed that mitotic index was increased significantly related to the rising concentrations of the plant extract. In chromosome aberration study, percentages of anomalies were decreased according to positive control group. Laggard chromosome aberrations caused by mitotic spindle disruptions were determined more than the other anomalies. The results indicated that Av-ext. has anticytotoxic and antigenotoxic activity on *A. cepa* root meristematic cells against MMS.

Keywords: *Allium* test, *Alyssum virgatum*, anticytotoxicity, antigenotoxicity, *Brassicaceae*

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi, Fen Bilgisi Eğitimi, Isparta, Türkiye

² Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji Ve Genetik, Afyon, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Yasin EREN, ysnren@gmail.com

GİRİŞ

Bitkilerin tedavi amaçlı kullanımları insanlık tarihinin ortaya çıkışına kadar uzanmaktadır. Dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye’de de tıbbi bitkiler yüzyıllardır kullanılmaktadır. Ülkemiz zengin florasıyla çok sayıda tıbbi bitkiyi bünyesinde barındırmaktadır. Son yıllarda alternatif tıbbın önemli bir kısmını oluşturan bitki ekstraları üzerine yapılan çalışmalara ilgi çok artmıştır (Eren, 2011).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verileri, gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde nüfusun %80’inin alternatif tıp yöntemlerini kullandıklarını ve 20.000 tıbbi bitkiden de terapi amaçlı yararlandığını ortaya koymuştur (Çelik ve Çelik, 2007). Bazı medikal bitkilerin aşırı terapötik avantajları olmasına rağmen medikal bitkilerin bazı içerikleri potansiyel olarak toksik, mutajenik, karsinojenik ve teratojenik olabilmektedir. (Gadano et al., 2006). Bu nedenle, tedavi amacıyla kullanılan bitkilerin de, konvansiyonel ilaçlarda olduğu gibi kalite, güvenlik ve etkinlik yönünden test edilmeleri ve standardizasyonlarının yapılması gerekmektedir (Simaan, 2009).

Kimyasallar ve bitkisel ekstraktların sitotoksik aktiviteleri *Allium cepa* (Fiskesjö, 1985; Eren, 2016), *Vicia faba* (Cotelle et al., 1999), *Arabidopsis thaliana* (Menke et al., 2001) ve *Hordeum vulgare* (Nicoloff and Kappas, 1987) gibi bitki sistemleri ile test edilebilmektedir. Soğan kök ucu hücreler testi, ucuz ve etkili olmasından dolayı bitki ekstraktları ve kimyasalların sitotoksik ve antisitotoksik aktivitelerinin belirlenmesinde kullanılan önemli testlerden biridir (Fiskesjö, 1985; Almokhtar, 2016). *Allium* testinin, memeli test sistemleri ile benzer sonuçlar verdiği bildirilmektedir (El-Shabbaby et al., 2003). *Allium* test yüksek oranda hassastır ve diğer test sistemlerinde test edildiğinde zararlı olmadığı varsayılan birkaç bileşen için pozitif toksik etkiler verebilir (Fiskesjö, 1985).

Tıbbi bitkiler ve bunlardan elde edilen sekonder metabolitlerin kullanımı, sentetik maddelerde görülen yan etkilerin bitkisel droglarda daha az görülmesi, içerisindeki farklı etken maddelerle birkaç etkiye birden sahip olan

bitkisel drogların, yalnızca belirli etkilere sahip olan sentetik bileşiklere göre daha etkili olması ve gelişmekte olan ülkelerin, ülkelerindeki bitkilerden yararlanarak ilaç sektöründe dışa bağımlı olmama isteklerinden dolayı artmıştır (Eren, 2011). Bitkiler aleminin tohumlu bitkiler bölümü, kapalı tohumluların alt bölümü ve iki çenekliler sınıfının *Brassicaceae* familyasına giren *Alyssum* L. cinsi Türkiye florasının büyük cinsleri arasında yer almakta ve 90 türle temsil edilmektedir. Bunlardan 54’ü endemiktir (Davis, 1988).

Türlerin yoğunluğu Doğu Akdeniz’de fazladır (Babaoğlu et al., 2004). Adıgüzel ve ark. (2002) da yaptıkları çalışmalarında *Alyssum* türlerin de birçoğunun Anadolu’da yetiştiği ve Ni belirleyicisi olabileceği vurgulanmıştır.

Nikel bulunduran bitkiler yüksek seviyede metal biriktirici (hiperakümülatör) olarak adlandırılmıştır. Bu terim serpentinlerde yetişen biriktirici olmayan türlerde olması beklenen en yüksek değerden 100 kat daha fazla bir derişimi temsil etmektedir. *Alyssum* türüne ait cinslerdeki Ni biriktirme oranı göz önüne alınarak 168 *Alyssum* türü incelenmiş ve 45 biriktirici tür belirlenmiştir (Brooks, 2000).

Türkiye florasının önemi ise neredeyse tüm *Alyssum* türlerinin ve yüksek seviyede metal biriktiren türlerin yarısından fazlasının Türkiye’de yer almasından kaynaklanmaktadır. Türkiye’nin *Alyssum* türlerinden yüksek seviyede metal biriktirenler *A. callichroum* Boiss.& Bal., *A. caricum* T.R. Dudley & Hub.-Mor., *A. cassium* Boiss., *A. cypricum* Nyar., *A. dubertretii* Gomb., *A. floribundum* Boiss. & Bal., *A. murale* Waldst & Kit. *subsp. murale*’ye ait iki varyete (var. *murale* ve var. *haradjianii* (Rech) T.R. Dudley, *A. pterocarpum* T.R. Dudley ve *A. samariferum* Boiss & Hausskn.’dur (Reeves ve Adıgüzel, 2008).

Bu çalışmada endemik bir bitki olan *Alyssum virgatum*’un toprak üstü kısımlarının distile su ekstralarının, antisitotoksik ve antijenotoksik aktiviteleri *Allium* test sistemi ile belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bitki Ektresinin Hazırlanması

Alyssum virgatum bitkisi Uşak ilinin Murat Dağı yöresinde 29° 40' 50"- 29° 56' 38" doğu boylamları ile 38° 49' 54"- 38° 56' 02" kuzey enlemleri arasında toplandıktan sonra Afyon Kocatepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü herbaryumunda taksonomik sınıflandırması Doç. Dr. Mustafa Kargıoğlu tarafından yapılmıştır. Oda şartlarında (22-25°C, %40-50 nem oranı) kurutulmuş bitkilerin toprak üstü kısımları toz haline getirilmiştir. Çözücü olarak bu çalışmada distile su kullanılmıştır. Distile su ekstraksiyonu Sofowora (1999)'ya göre yapılmıştır. 100 g kurutulmuş bitki 1 L distile su içinde bekletilmiş ve böylece stok bitki ekstraktı hazırlanmıştır.

Allium cepa L. Kök Ucu Testi

Bu çalışmada bitkisel materyal olarak soğan (*Allium cepa*, 2n=16) kullanılmıştır. Kimyasal madde olarak da fuksin, potasyum metabisülfid ($K_2S_2O_5$), glasiyal asetik asit, metanol kullanılmıştır. *Allium* testi, Fiskesjö (1985)'nin protokolünün modifiye edilmesiyle yapılmıştır.

EC₅₀ konsantrasyonunun belirlenmesi

Bitki ekstrelerinin antisitotoksik etkileri belirlenmeden önce kök büyümesini engelleyen dozlar belirlenmiştir. Bu amaçla 10 farklı konsantrasyon (100 gL⁻¹, 50 gL⁻¹, 25 gL⁻¹, 12.5 gL⁻¹, 6.25 gL⁻¹, 3.2 gL⁻¹, 1.6 gL⁻¹, 0.8 gL⁻¹, 0.4 gL⁻¹ ve 0.2 gL⁻¹) soğan kök hücrelerine uygulanmış ve EC₅₀ değeri belirlenmiştir. Ortalama kök uzunluğunu kontrole göre %50 azaltan konsantrasyon değeri, etkili konsantrasyon (EC₅₀) değeri olarak tanımlanmıştır.

Kromozom aberasyon testi

Mitotik indeks ve kromozom aberasyonları için her bir konsantrasyonun uygulama süreleri 24, 48 ve 72 saat olarak belirlenmiştir. Distile suda 24 saat süreyle bekletilen soğanlardan homojen uzunluk-taki köklere sahip soğanlar, bitki ekstrelerinin etkin konsantrasyonu (EC₅₀) + 10 ppm MMS (Methyl Methane Sulfonate), etkin konsantrasyonun yarısı (EC₅₀/2) + 10 ppm MMS ve etkin konsantrasyonun

iki katı (2×EC₅₀) + 10 ppm MMS, içeren tüplere 24, 48 ve 72 saat süreyle maruz bırakılmıştır.

Preparatların hazırlanması

Testin bu aşaması Fiskesjö (1985)'ye göre gerçekleştirilmiş olup Her bir uygulama süresi sonunda soğan kök ucundan itibaren yaklaşık 1-2 cm uzunluğunda kesilen materyaller Carnoy fiksatifine alınarak 24 saat 4 °C'de tespit edilmiştir. Fiksasyon işleminden sonra kökler kullanılıncaya kadar %70'lik alkol içerisinde buzdolabında muhafaza edilmiştir. Kökler %70'lik alkol içerisinden çıkartıldıktan sonra 1N HCl içerisine alınarak 60 °C sıcaklıktaki su banyosunda 7 dakika hidroliz edilmiştir. Hidroliz işleminden sonra kökler distile su içerisine alınarak 15 dakika bekletilmiştir. Kökler Feulgen boyası ile oda sıcaklığında bir saat boyanmıştır.

Mikroskobik çalışma

Mikroskobik analizler; mitotik indeks, anafaz ve telofazdaki kromozom aberasyonları ile diğer aberasyonların belirlenmesini içermektedir. Mitotik indeks hesaplamalarından sonra, preparatların incelenmesine yeniden başlanmış ve bu sefer kromozom aberasyonları, her uygulamada toplam 500 anafaz veya telofaz hücresi incelenerek belirlenmiştir

Verilerin istatistiksel analizleri

Elde edilen veriler, SPSS programında Oneway ANOVA Duncan çoklu karşılaştırma testi ile istatistiksel açıdan değerlendirilmiş ve homojen gruplar belirlenmiştir. *Allium* test kök büyümesi inhibisyonu testi sonuçları Dunnett-t testiyle değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Allium Testine Ait Bulgular

Allium test, *Alyssum virgatum* türünün toprak üstü kısımlarının su ekstresi ile çalışılmıştır. *Allium* test ile kullanılan bitkinin su ekstrelerinin, mitotik safhalar üzerine etkisi ve oluşturdukları kromozom aberasyonları belirlenmeye çalışılmıştır.

Kök büyümesi inhibisyonu testi

Bu çalışma ile bitki ekstrelerinin hem kök büyümesi üzerine etkisi araştırılmış hem de sonraki aşamalar olan mitotik indeksin (MI) saptanması ve kromozom aberasyonlarının belirlenmesi denemelerinde kullanılacak olan konsantrasyon değerleri tespit edilmiştir. 96 saat sonunda kontrol grubunun ortalama kök uzunluğunu (3,46 cm) yarıya düşüren yaklaşık

değer olan etkin konsantrasyon (EC_{50}) değeri 1.6 gL^{-1} olarak hesaplanmıştır. % mitotik indeks (% MI) ve % kromozom aberasyonlarını (% KA) belirlemek için, bitki ekstresinin EC_{50} (1.6 gL^{-1}), $EC_{50}/2$ (0.8 gL^{-1}) ve $EC_{50} \times 2$ (3.2 gL^{-1}) konsantrasyonları kullanılmıştır. Bitki ekstresinin farklı konsantrasyonlarından elde edilen kök uzunluğu ortalaması verileri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. *Allium* testi kök büyümesi inhibisyonu testi sonuçları

| Test maddesi | Konsantrasyon (gL^{-1}) | Ortalama kök uzunluğu (cm) \pm SS |
|---|------------------------------------|-------------------------------------|
| Kontrol (dH_2O) | - | 3,46 \pm 0,38 |
| <i>A. virgatum</i> Toprak üstü su ekstresi | 100 | 0,39 \pm 0,06* |
| | 50 | 0,51 \pm 0,07* |
| | 25 | 0,71 \pm 0,11* |
| | 12,5 | 0,91 \pm 0,13* |
| | 6,25 | 0,97 \pm 0,08* |
| | 3,2 | 1,1 \pm 0,14* |
| | 1,6 | 1,71 \pm 0,07* |
| | 0,8 | 2,12 \pm 0,1* |
| | 0,4 | 3,27 \pm 0,24 |
| | 0,2 | 3,51 \pm 0,12 |

* Ortalamalar arasındaki fark 0,05 seviyesinde önemli. (Dunnett-t test 2-yönlü), SS: Standart Sapma.

Kök büyüme inhibisyonu testi sonuçları düşük konsantrasyon değerlerinde bitki ekstresinin kök büyümesine katkı sağladığını fakat ekstrenin yüksek konsantrasyonlarının büyümei inhibe ettiğini göstermektedir.

Mitotik indeks (MI) üzerine etkileri

Allium test mitotik indeksi belirleme testinden elde edilen verilere göre *Av* ekstrelerinin 24 saat uygulamasının MMS’e göre, 10 ppm MMS içeren 0,8, 1,6 ve 3.2 gL^{-1} *Av-eks*’in mitotik aktiviteyi artırdığı görülmüştür. Mitotik faz safhalarına bakıldığında ise, *Av-eks*’in konsantrasyonunun artışına uyumlu olarak pozitif mutajen (MMS) varlığında profaz yüzdesini de artırdığı görülmüştür. 10 ppm MMS içeren 3.2 gL^{-1} *Av-eks* konsantrasyonunun profaz safhasını önemli düzeyde artırdığı görülmüştür. *Av* ekstrelerinin 72 saat uygulamasında ise 10 ppm MMS içeren her üç konsantrasyonda mitotik aktiviteyi artırmıştır. *Av-eks*’in 48 ve 72 saat uygulamalarında, 10 ppm MMS’e

karşı mitotik indeksteki değişiklik artış şeklinde gerçekleşmiş olup bu artış istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur (Çizelge 2).

Kromozom aberasyon çalışmaları

Alyssum virgatum’un toprak üstü kısımlarının distile su ekstrelerinden elde edilen konsantrasyonların ve saat (24, 48 ve 72) uygulamalarının *Allium cepa* kök ucu meristem hücrelerinde neden olduğu bazı anafaz-telofaz kromozom anomalileri belirlenmiştir. İncelenen 500 hücrede ayrılmama, kalgın kromozom, anafaz köprüsü ve bozulmuş anafaz-telofaz anomalileri incelenmiştir. Fakat bazı konsantrasyonlarda, mitozun anafaz ve telofaz safhalarının oluşumunu engellediği için 500 hücreden daha az hücre sayılmıştır. Aynı zamanda anafaz-telofaz harici oluşan anomalilere de bakılmıştır. Bunlar ise 5000 hücre sayımı sırasında incelenmiş olup c-metafaz, poliploidi ve binükleer hücre oluşumlarıdır. Teste ait veriler Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 2. *Av-eks*'in mitotik indeks ve mitotik safhalar üzerine etkileri

| Konsantrasyon (g/L ⁻¹) | Sayılan Hücre | % MI ± SS | Mitotik Faz Safhaları (%) ± SS | | | |
|------------------------------------|---------------|-------------|--------------------------------|------------|-------------|-------------|
| | | | Profaz | Metafaz | Anafaz | Telofaz |
| Kontrol- 24 saat | 5366 | 85.13±4.13a | 82.5±3.77a | 0,9±0.28a | 1.35±0.18a | 0.51±0.18a |
| MMS (10ppm) | 5091 | 33.53±3.01b | 36.86±7.23b | 0.86±0.55a | 0.75±0.30b | 1.14±0.40b |
| 0.8+10ppm MMS | 5136 | 34.00±2.93b | 30.71±2.96c | 1.48±0.19b | 1.25±0.38ab | 0.57±0.14a |
| 1.6+10ppm MMS | 5132 | 34.12±2.24b | 31.62±2.43bc | 0.78±0.39a | 1.14±0.21ab | 0.98±0.39b |
| 3.2+10ppm MMS | 5234 | 37.16±1.28b | 35.40±1.47bc | 0.23±0.12c | 1.13±0.69ab | 0.40±0.25a |
| Kontrol- 48 saat | 5217 | 77.80±5.93a | 74.26±5.03a | 1.16±0.29a | 1.34±0.87a | 1.04±0.40ab |
| MMS (10ppm) | 5143 | 32.95±4.07c | 32.26±4.16c | 1.23±0.26a | 0.74±0.23ab | 0.72±0.40ab |
| 0.8+10ppm MMS | 5350 | 35.43±4.22c | 32.49±3.99c | 1.22±0.62a | 1.18±0.34ab | 0.54±0.35a |
| 1.6+10ppm MMS | 5197 | 36.25±1.84c | 34.11±5.79c | 0.48±0.22b | 1.02±0.13ab | 0.97±0.28ab |
| 3.2+10ppm MMS | 5277 | 45.83±2.63b | 43.44±2.73b | 0.38±0.28b | 0.93±0.39ab | 1.08±0.31b |
| Kontrol-72 saat | 5217 | 70.31±3.66a | 68.18±4.62a | 0.88±0.22a | 1.00±0.69a | 0.54±0.16a |
| MMS (10ppm) | 5083 | 30.69±5.05b | 28.80±2.67b | 1.06±0.24a | 1.49±0.33b | 0.53±0.23a |
| 0.8+10ppm MMS | 5151 | 36.95±2.02c | 34.24±1.85c | 0.85±0.35a | 1.16±0.24b | 0.71±0.31a |
| 1.6+10ppm MMS | 5525 | 44.64±3.62d | 42.81±3.64d | 0.77±0.25a | 1.07±0.21b | 0.60±0.13a |
| 3.2+10ppm MMS | 5269 | 46.8±1.63d | 45.12±1.99d | 0.25±0.13b | 1.13±0.41b | 0.31±0.16a |

* Sütunlardaki farklı küçük harfler p< 0.05 düzeyinde önemli (Duncan çoklu dağılım testi)

Alyssum virgatum'un toprak üstü kısımlarının distile su ekstrelerinden elde edilen konsantrasyonların her üç saat uygulamasında da anafaz-telofaz anomali yüzdesinde MMS'e göre azalmalar görülmüştür.

Diğer anomali yüzdelere bakıldığında ise, MMS içeren *Av-eks*'in 72 saat 10 ppm MMS içeren 1.6 g/L⁻¹ ve 3.125 g/L⁻¹ konsantrasyonları hariç, anomali yüzdelere MMS'e göre azalttığı tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çalışmanın literatürle karşılaştırılması

Brassicaceae familyası üyelerinden pek çoğu metal biriktirme özelliğine sahiptir. Özellikle *Alyssum* cinsine ait pek çok türün nikel metalini biriktirmesi ve bazı türlerde bu oranın kuru yaprak ağırlığının %3'üne tırmanması bu alanda elde edilmiş önemli bulgulardandır (Kramer et al., 1996). Çalışmamızda *Alyssum virgatum* türünün *A. cepa* kök büyümesinde inhibisyon etkisi göstermesi nikel metalini biriktirmesinden kaynaklanabilir.

Çizelge 3. *Ay-eks* kromozom aberasyonu sonuçları

| Konsantrasyon (g ^L ⁻¹) | Hücre Sayısı | Yapışıklık | Anafaz köprüsü | Kalın kromozom | Bozulmuş anafaz-telofaz | Anafaz-Telofaz Anomalileri Toplamı (%± S.S) | Diğer Anomali Toplamı (%± S.S) |
|---|--------------|------------|----------------|----------------|-------------------------|---|--------------------------------|
| Kontrol-24 | 480 | 0.80 | 0.20 | 42.20 | 4.60 | 49.30±8.50a | 0.14±0.39a |
| MMS | 500 | 5.60 | 1.20 | 50.20 | 6.20 | 63.20±4.76b | 0.66±0.05bc |
| 0.8+MMS | 500 | 0.40 | 1.00 | 40.60 | 5.40 | 47.40±8.79a | 0.00±0.00c |
| 1.6+MMS | 500 | 1.00 | 0.80 | 47.60 | 2.60 | 52.00±9.72a | 0.40±0.21ab |
| 3.2+MMS | 500 | 1.20 | 0.60 | 52.80 | 1.40 | 56.00±5.29ab | 0.56±0.38a |
| Kontrol- 48 | 500 | 4.00 | 2.40 | 32.00 | 7.60 | 46.00±3.74a | 0.04±0.09b |
| MMS | 474 | 1.98 | 4.73 | 44.93 | 4.43 | 66.07±9.09b | 0.40±0.23a |
| 0.8+MMS | 444 | 0.64 | 2.51 | 52.14 | - | 55.28±4.53ab | 0.04±0.05b |
| 1.6+MMS | 434 | - | - | 53.94 | 0.83 | 54.77±6.73ab | 0.08±0.02b |
| 3.2+MMS | 497 | 0.60 | 2.02 | 52.86 | - | 55.48±7.57ab | 0.00±0.00b |
| Kontrol- 72 | 497 | 8.83 | 2.22 | 38.22 | 6.45 | 55.72±3.18a | 0.06±0.09a |
| MMS | 480 | 5.55 | 8.80 | 56.65 | 5.25 | 76.25±2.49b | 0.10±0.08a |
| 0.8+MMS | 385 | 0.41 | 0.67 | 48.55 | 0.61 | 50.23±9.40a | 0.06±0.05a |
| 1.6+MMS | 463 | 0.25 | 2.20 | 50.22 | 1.49 | 54.17±3.76a | 0.60±0.33b |
| 3.2+MMS | 500 | 0.40 | 2.80 | 48.60 | 1.00 | 52.80±3.70a | 0.72±0.22b |

* Sütunlardaki farklı küçük harfler p< 0.05 düzeyinde önemli (Duncan çoklu dağılım testi)

Reeves ve Adıgüzel (2004), Türkiye’de endemik olarak yetişen ve Ni hiperakümülatörü bitkilerden *Alyssum*’un bazı çeşitlerinde Ni derişimlerini belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre g/kg olarak *Alyssum cassium* 5.59-20.00, *Alyssum callichroum* 0.033-10.9, *Alyssum huber-morathi* 1.22-13.5, *Alyssum masmenaeum* 5.48-24.3, *Alyssum pinifolium* 6.67-12.6 *Alyssum pterocarpum* 1.19-6.74 g Ni/kg bitki olduğu belirtilmiştir.

Erdoğan (2005), nikel stresinin fidelerin kök boyları üzerine etkisini incelemiş ve yapılan çalışmada, nikel dozu arttırıldıkça bitki kök boyu uzunluklarında azalma olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, kontrol grubunun kök uzunluğuna göre yaklaşık %88 oranında bir azalma belirlenmiştir. *Allium* testi çalışmasında kullandığımız *Alyssum virgatum* dozları, kontrol grubuna göre kök uzunluğunda azalma göstermiştir. Kök uzunlukları konsantrasyon artışına bağlı olarak

azalmıştır. Çalışmamızda kullandığımız en yüksek konsantrasyon olan 100 g^L⁻¹’den elde edilen kök uzunluğu değeri 0.39 cm olarak belirlenmiş ve bu da kontrol grubuna (3.46 cm) göre yaklaşık %88’lik bir azalma oluşturduğunu göstermektedir. Bu iki çalışma arasındaki paralellik kullandığımız bitki türünde de ağır metal (Ni) birikiminin olabileceğini göstermektedir. Yapılan çalışma sonucunda *Allium* test kök büyümesi inhibisyonu testi sonuçları Dunnett-t testine göre değerlendirilmiş olup 100 g^L⁻¹ konsantrasyonu dışında 0.8, 1.6, 3.2, 6.25, 12.5, 25, ve 50 g^L⁻¹ konsantrasyonlarında da kök büyüme inhibisyonu istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Soğan kök uçlarındaki büyümenin kontrol grubuna göre %45’den daha fazla azalması, bitkiler üzerinde büyük bir olasılıkla subletal etkiye sahip toksik maddelerin varlığına işaret etmektedir (Hidalgo et al., 1989; Antonsiewicz, 1990). Bu bilgiye dayanarak, *Alyssum virgatum* ekstresinin

hazırlanan konsantrasyonlarından 1.6 gL^{-1} ve üzerindeki dozların, *A. cepa* kök uçlarına subletal etkisinin olduğu sonucuna ulaşılabilir. Kök büyümesinin inhibisyonu genellikle apikal meristematik aktivite ve farklılaşma sırasında hücrenin uzamasıyla (Fuskoni et al., 2006) ilgilidir.

Mitotik indeks artışıyla beraber profaz safhasında artış metafaz safhasında düşüş görülmektedir. Bal (1995), profaz yüzdesinin yüksek olmasını iş teşekkülünün engellenmesi veya ertelenmesinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir. *Av* ekstresinin mitotik faz yüzdelerine etkisi incelendiğinde profaz yüzdesinin 48 ve 72 saat uygulamalarında MMS'e göre arttığı görülmüştür.

Alyssum L. taksonlarına (*A. foliosum* var. *megalocarpum*, *A. fulvescens* var. *fulvescens*, *A. simplex*, *A. murale* var. *murale*, *A. strigosum* subsp. *strigosum*, *A. corsicum*, *A. virgatum*, *A. cypricum*, *A. sibiricum*, *A. discolor*) ait metanol ekstraktlarının antioksidan, antibakteriyel ve sitotoksik aktiviteleri ile fenolik kompozisyonu araştırılmıştır. HPLC ile tespit edilen fenolik bileşen miktarlarında hiperakümülatör türlerde sinamik asit türevleri tespit edilmiş olup *A. virgatum* ise hiperakümülatör taksonlar içinde biyolojik olarak en aktif takson olmuştur (Özay, 2015). Bu çalışmada da 1.6 ve 3.2 g/L konsantrasyonlarda sitotoksik etki gösteren *A. virgatum* ekstraktı bir mutajen olan MMS'e karşı kullanıldığında mitoz aktivitesini artırıcı ve kromozom anomali yüzdesini azaltıcı etki göstermiştir.

Alyssum virgatum türü *Brassicaceae* (*Cruciferae*) familyası'na aittir. Bu familyaya ait bazı bitkiler geçmişte olduğu gibi günümüzde de besin olarak tüketilmektedir. Bu bitkilerin birçoğundan geleneksel tıpta da faydalanılmıştır (Çubukçu et al., 2002). *Cruciferae* bitkileri, çeşitli etken maddeleri içermelerinin yanında, özellikle indol-3-karbinol ve glukosinolat türevleri içerikleri bakımından, halen araştırmacıların dikkatini çekmeye devam etmektedirler.

Yapılan çalışmalarda Indol-3-karbinol'un antikarsinogenik maddelerden birisi olduğu belirtilmektedir (Almokhtar, 2016). Bu maddenin

meme ve prostat kanserinde ki tümör hücrelerinde etkili olduğu ve ayrıca serbest radikaller üzerinde tutma etkisi yaratarak antioksidan etki gösterdiği de yine bilimsel araştırmalarda saptanmıştır (Sarkar and Li, 2004). Genellikle, *Cruciferae* familyası bitkilerine özgü başka bir temel madde grubu da glukosinolatların antioksidan etkileri yapılan çalışmalarla da kanıtlanmıştır (Klanakarın, 2006).

En fazla anomaliye *Av* ekstresinin 10 ppm MMS içeren 3.2 gL^{-1} dozunun 24 saat uygulamasında (56.00 ± 5.29), en az anomaliyi ise 10 ppm MMS içeren 0.8 gL^{-1} dozun 24 saatlik uygulamasında (47.40 ± 8.79) rastlanılmıştır. Kalgın kromozom olayı tüm saat ve doz uygulamalarında en fazla görülen anomalidir. En fazla % 98.48 oranında 10 ppm MMS içeren 1.6 gL^{-1} dozun 48 saatlik uygulamasında rastlanmıştır. Bu bozukluk *Av* ekstresinin mikrotübül oluşumunu etkilemesi sonucunda kaynaklanmış olabilir (Kumari et al., 2009).

Bir pozitif mutajen olan MMS'e karşı kullanılan *Av-eks*'in tüm konsantrasyon ve süre uygulamalarında kromozom anomali yüzdelerinin düştüğü belirlenmiştir. Bu etki bitkinin içeriğinde bulunması muhtemel olan indol-3-karbinol ve glukosinolat türevlerinden kaynaklanabilir. Bu antigenotoksik aktivitenin nedeninin tam olarak belirlenebilmesi için bitkinin kimyasal içerik analizi yapılmalıdır.

Sonuç olarak, endemik olan *Alyssum virgatum* türünün distile su ekstresi çalışmada kullanılmış olup *Allium* test ile antimutajenite ve antisitotoksiteleri araştırılmıştır. Yapılan *Allium* test sonucunda kök uzama oranını kontrole göre belirgin bir şekilde azalttığı görülmüştür.

Kullanılan doza bağlı olarak MMS varlığında mitotik indekste artış meydana getirerek antisitotoksik etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu sonuçların *in vivo* çalışmalarla desteklenmesi bu ekstrenin etkinliğinin daha iyi anlaşılabilmesi açısından yararlı olacaktır. Ayrıca bu bitkinin etken maddelerinin tespit edilmesi ile içerik analizi yapılmış olmakla birlikte aktivite gösteren kimyasalları belirlenmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- Adıgüzel N, Reeves RD, 2002. A new nickel-accumulating species of *Alyssum* (Cruciferae) from western Turkey. *Edinburg Journal of Botany*, 59(2): 215-219.
- Almokhtar A, Adwasa Abeer A, Elkhoelyb Ahmed M, Kabele MN, Abdel-Rahmane A, Eissab A, 2016. Anti-cancer and cardioprotective effects of indol-3-carbinol in doxorubicin-treated mice. *Journal of Infection and Chemotherapy*, 22(1): 36-43.
- Antonsiewicz D, 1990. Analysis of the cell cycle in the root meristem of *Allium cepa* under the influence of Ledakrin. *Folia Histochemica et Cytobiologica*, 28: 79-96.
- Babaoğlu S, Açık L, Çelebi A, Adıgüzel N, 2004. Türkiye'nin bazı *Alyssum* L.(Brassicaceae) türlerinin RAPD-PCR ve SDS-PAGE yöntemleri ile molekül analizleri. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 17(3): 25-33.
- Bal Ş, 1995. *Datura stramonium* L. ve *Ureginea maritima* L. özularının *Allium cepa* L. kök ucu mitozu üzerinde sitolojik etkileri, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Brooks RR, 2000. Plants that Hyperaccumulate Heavy Metals; Their Role in Phytoremediation, Microbiology, Archaeology, Mineral Exploration and Phytomining. Brooks, R.R., CAB International, Cambridge, 1-14, 15-53, 153-180
- Cotelle S, Masfaraud JF, Ferard JF, 1999. Assessment of the genotoxicity of contaminated soil with the *Allium/Vicia*-micronucleus and the *Tradescantia*-micronucleus assays. *Mutation Research*, 426: 167-171.
- Çelik E, Çelik GY, 2007. Bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 5: 1-6.
- Çubukçu B, Meriçli AH, Mat A, Sarıyar G, Sütlüpinar N, Meriçli F, 2002. Fitoterapi Yardımcı Ders Kitabı. İstanbul Üniv. Yayın no 4311, Eczacılık Fak. Yayın no 79.
- Davis PH, Mill RR, Tan K, 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands . *Edinburgh*, 10: 50-54.
- El-Shabbaby OA, 2003. Genotoxicity screening of industrial wastewater using the *Allium cepa* chromosome aberration assay. *Pakistan Journal Biology Science*, 6: 23-28.
- Erdoğan O, 2005. Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) Fidelerinde Nikel Toksikitesinin Humik Asit İle Azaltılması Üzerine Bir Araştırma Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Eren Y, 2011. Bazı *Limonium* Türlerine ait Bitki Ekstrelerinin Mutajenik Etkilerinin Farklı Test Sistemleri ile Belirlenmesi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Eren Y, 2016. Mutagenic and cytotoxic activities of *Limonium globuliferum* methanol extracts. *Cytotechnology*, 68(2): 115-2124.
- Fiskesjö G, 1985. The *Allium* as a standard in environmental monitoring. *Hereditas*, 102: 99-102
- Fuskoni A, Repetto O, Bona E, Massa N, Gallo C, Dumas-Gaudot E, Berta G, 2006. Effect of cadmium on meristem activity and nucleus ploidy in roots of *Pisum sativum* L. cv. Frisson seedlings. *Environmental Experimental Botany*, 58: 253-260.
- Gadano AB, Gumi AA, Carballo MA, 2006. Argentine folk medicine: genotoxic effects of Chenopodiaceae family. *Journal of Ethnopharmacology*, 103: 246-251.
- Hidalgo A, Gonzales JA, Navas P, Garcia-Herdugo G, 1989. Abnormal mitosis and growth inhibition in *Allium cepa* roots induced by probham and chlorprobham. *Cytobios*, 57: 7-17.
- Klanakarın S, 2006. Bioactive glucosinolates and antioxidant properties of broccoli seeds cultivated in Thailand. *Journal Science Technology*, 28(1): 55-61.
- Kramer U, Charnack JM, Baker AJM, 1996. Free histidine as a metal chelator in plants that accumulate nickel. *Nature*, 379: 635-638.
- Kumari M, Mukherje A, Chandrasekaran N, 2009. Genotoxicity of silver nanoparticles in *Allium cepa*. *Science of the Total Environment*, 407: 5243-5246.
- Menke M, Chen I, Angelis KJ, Schubert I, 2001. DNA damage and repair in *Arabidopsis thaliana* as measured by the comet assay after treatment with different classes of genotoxins. *Mutation Research*, 493: 87-93.
- Nicoloff H, Kappas A, 1987. Binomial induced mitotic disturbances in *Hordeum vulgare*. *Mutation Research*, 38: 53-70.
- Özay C, 2015. Ege bölgesi'ndeki bazı *Alyssum* L. taksonlarının biyolojik aktivitelerinin incelenmesi ve aktif bileşenlerinin karakterizasyonu, Pamukkale Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı, Denizli.
- Reeves RD, Adıgüzel N, 2004. Rare plants and nickel accumulators from Turkish serpentine soils, with special reference to centaurea species. *Turkish Journal of Botany*, 28(1/2): 147-153.
- Reeves RD, Adıgüzel N, 2008. The nickel hyperaccumulating plants of the serpentines of Turkey and adjacent areas: a review with new data. *Turk Journal Biology*, 32: 143-153.
- Sarkar FH, Li Y, 2004. Indole-3-carbinol and prostate cancer. *Journal Nutrition*, 134: 3493-3498.
- Simaan JA, 2009. Herbal medicine, what physicians need to know. *Lebanese Medical Journal*, 57: 215-217.
- Sofowora A, 1999. *The state of medicinal plants research in Nigeria*, In: Proceeding of workshop held at Ile-Ife, Nigeria, 1-373

Bitki Kitinazları: Moleküler Yapıları, Önemleri ve Kullanımları

Muhip HİLOOĞLU

ÖZET: Kitinaz proteinleri biyolojik sistemlerde doğada yaygın şekilde bulunurlar. Bitki kitinazları, glikozid hidrolaz gen ailesinden GH18 ve GH19 aileleri içerisinde yer almaktadır. Yedi sınıfa (I-VII) ayrılan bitki kitinazları, yapıları, amino asit dizi benzerlikleri, substrat spesifiteleri, kataliz mekanizmaları ve inhibitör hassasiyetlerine göre birbirlerinden farklılaşırlar. GH19 ailesinde bulunan sınıf I, II, IV, VI ve VII kitinazlarının en önemlileri patojen bağlantılı proteinlerden oluşmaktadır. Genel olarak bitki kitinazları patojenlere ve abiyotik faktörlere yanıt olarak bitkiler tarafından üretilirler. Bunlar, bitkilerde antifungal, antibakteriyel, insektisidal, nematisidal ve antiviral savunma mekanizmaları geliştirirler. Kitinazlar, gen mühendisliği uygulamaları aracılığıyla ticari öneme sahip bitkilere aktarılmaktadır. Böylece, biyotik ve abiyotik etkilere karşı dirençli bitkiler geliştirilmektedir. Bu derlemede, bitki kitinazlarının özellikleri, önemleri ve kullanımları hakkında bilgiler verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kitinazlar, bitki savunma, patojen, genetik mühendislik

Plant Chitinases: Molecular Structure, Importance and Utilizations

ABSTRACT: Chitinase proteins are extensively distributed throughout various biological systems. Plant chitinases are found in the GH18 and GH19 families of the glycoside hydrolase gene family. Based on structure, substrate specificity, amino acid sequence similarity, mechanisms of catalysis and sensitivity to inhibitors, plant chitinases are classified into seven classes (I-VII). The most important chitinases are pathogenesis-related proteins which class I, II, IV, VI and VII are found in the GH19 family. In general, plant chitinases are produced by plants as an answer to pathogens and abiotic factors. They develop antifungal, antibacterial, insecticidal, nematocidal, and antiviral defence mechanisms in plants. Chitinases are transferred into commercially important plants via gene engineering applications. In this way, resistant transgenic plants are being developed counter to biotic and abiotic effects. In this review is giving information about the properties, importance and applications of plant chitinases.

Keywords: Chitinases, plant defense, pathogen, genetic engineering

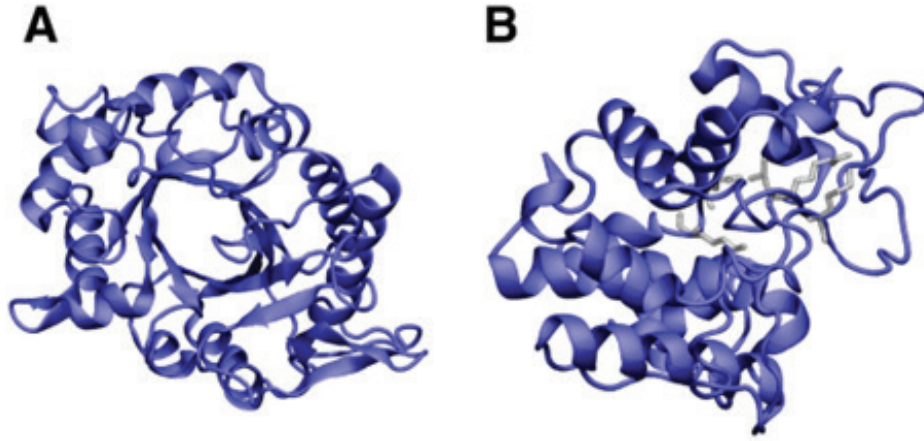


¹ Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Eskişehir, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Muhip HİLOOĞLU, mhilooglu@anadolu.edu.tr

GİRİŞ

Glikozid hidrolaz (GH) gen ailesi, enzimlerin altı sınıfından üçüncüsü olan hidrolazlara dahildir. İki ya da daha fazla karbonhidrat arasındaki veya karbonhidrat ve karbonhidrat olmayan parçalar arasındaki glikozidik bağları hidrolize ederler (Cantarel et al., 2009). GH aileleri amino asit dizilerinin benzerliklerine göre sınıflandırılırlar. Çünkü amino asit dizileri ve katlama benzerlikleri arasında doğrudan bir ilişki vardır. CAZy veritabanına göre GH'ların sınıflandırılmış 135 ailesi vardır (<http://www.cazy.org/>

Glycoside-Hydrolases.html). Kitinaz (EC 3.2.1.14) bu 135 aileden 18. (GH18) ve 19. (GH19) ailelere dahildir. İki aile amino asit dizilerine, üç boyutlu yapılarına ve katalitik reaksiyonlarının moleküler mekanizmasına göre farklılaşırlar (Mizuno et al., 2008). GH18 kitinazlarının katalitik bölgeleri (β/α)₈ TIM-barrel katlanmasına sahip olup bir substrat destekli tutma mekanizmasında görev alır. GH19 kitinazların katalitik bölgeleri ise büyük ölçüde α -heliks yapısı göstererek tek bir değişim çevirici mekanizması kullanır (Suginta et al., 2016) (Şekil 1).



Şekil 1. GH enzimlerinin 3 boyutlu yapıları A) *Aspergillus fumigatus*'tan (β/α)₈ barrel yapısında GH18 kitinazı B) *Carica papaya*'dan $\alpha+\beta$ yapıdaki bir GH19 kitinazı (Adrangi and Faramarzi, 2013)

GH18 ailesi kitinazlarının katalitik mekanizması, ürünlerin anomerik konfigürasyonlarını taşıyan substrata dayalı katalizi içerir. Bu aile esas olarak allosaminidin tarafından inhibe edilir. GH19 ailesi kitinazlarının katalitik mekanizması ise, hidrolize poli- β -(1,4)-N-asetilglukozamin (NAG) kalıntısının anomerik konfigürasyonunu tersine çeviren genel bir asid-baz mekanizmasıdır. GH19 ailesi kitinazların inhibitörleri amidinler ve amidrazonlardır (Kasprzewska et al., 2003; Karthik et al., 2017). Farklı organizmalardaki kitinazlar bu moleküler yapıları temelinde ve fizikokimyasal özelliklerine göre ayırt edilirler (Bhattacharje et al., 2017). GH18 ailesi kitinazları bakterilerde, funguslarda, virüslerde, hayvanlarda ve yüksek yapılı bitkilerde bulunurlar. GH19 ailesi kitinazlar ise yüksek yapılı bitkiler ve bazı bakterilerde bulunurlar.

Bitki Kitinazları

Kitinaz ilk olarak 1911 yılında Bernard tarafından orkide soğanlarında, termosensör görevi ve antifungal ajan olarak bulunmuştur. Bu enzim bitki bulunduğu tarihten itibaren bağışıklık cevabını güçlendirmede bir araç olarak kullanılmaktadır (Sharma et al., 2011). Bitki kitinazları; yapıları, substrat spesifiteleri, kataliz mekanizmaları ve inhibitör hassasiyetleri temelinde, GH18 ve GH19 aileleri içinde toplam 7 sınıf (I-VII) altında bulunmaktadırlar (Arie et al., 2000; Sarma et al., 2012). Sınıf I, II, IV, VI ve VII GH19 ailesinde; Sınıf III ve V ise GH18 ailesinin üyeleridir. (Adrangi and Faramarzi, 2013). Xu et al. (2007) Sınıf I'i Ia ve Ib olarak ikiye ayırmışlardır. Sınıf Ia kitinazlar asidiktir ve vakuolde bulunan yaklaşık 6 amino asitlik bir C-terminal bölgesine (ChBD) sahiptir. Sınıf Ib kitinazlar ise basittir, ChBD içermezler ve apoplastta

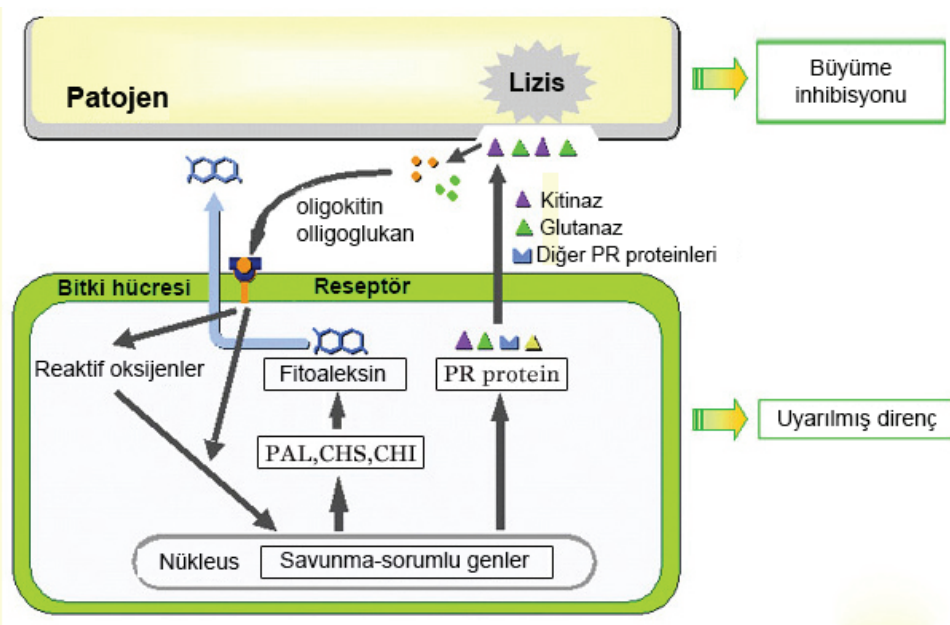
gizlenmiş şekilde bitkilerde bulunurlar (Ouyang et al., 2001; Xu et al., 2007). Sınıf II kitinazlarda yalnızca katalitik bölge bulunurken, sınıf I ve IV ise N-terminal sistein zengin kitin bağlanma bölgesi ve 10-20 kalıntı uzunluğundaki peptide bağlı C-terminal katalitik bölgesi (CatD) içerirler. Sınıf IV kitinazlarını sınıf I'den ayıran en önemli özellik katalitik bölgedeki karakteristik delesyonlardır (Mizuno et al., 2008). Bunlar, patojen yüzeyine yakın glikozidik bağın hidrolizi ile sonuçlanan kitin bağlayıcı bölgedeki üç adet delesyondur. Sınıf IV, asidik kitinazlar olup bağlayıcı bir bölge oluşturmazlar. Bunlar, hem sınıf II'ye hem de sınıf I'e çok daha az dizi benzerliği göstermektedirler (Porat et al., 2001). GH19 ailesinin 3 boyutlu yapısı ilk olarak Hart et al. (1996) tarafından arpa bitkisinden Sınıf II kitinazıyla rapor edilmiştir. Bu çalışmadan sonra fasulye bitkisinde de yapısı ortaya konmuştur (Hahn et al., 2000).

GH18 ailelerinin üyesi olan sınıf III ve V kitinazları ise daha uzak akrabalık ilişkisi gösterirler (Mizuno et al., 2008). Sınıf V'in tek temsilcisi *Utrica doica*'dan [ısırgan otu, (Utricaceae)] rapor edilmiştir. Bu sınıf, kitin bağlayıcı bölgelerle kitinaz homolojisine sahip olan bir lektindir. Sınıf V'te kitin bağlayıcı bölgedeki katalitik kalıntılar delesyona uğradığından herhangi bir katalitik aktiviteye sahip değildirler (Velezhan et al., 2000). Patojen bağımlı (PR) proteinlerden PR-3 sınıfında değerlendirilen kitinazlardan (sınıf I, II, IV, V, VI ve VII) farklı olarak sınıf III kitinazlar

PR-8 sınıfının içerisinde bulunmaktadır. Ek olarak, lizozim fonksiyonları da vardır. Sekans benzerliği ve substrat spesifitesi bakımından farklılık gösterirler. Tütün, nohut, salatalık ve arabidopsis bitkilerinde karakterizasyonu yapılan sınıf III'ün hem bazik hem de asidik formları bulunur (Van Loon, 1999; Neuhaus, 1999). Sınıf III kitinazların en bilineni; bir endo-kitinaz olan hevamindir. *Hevea brasiliensis*'nin (kauçuk ağacı) lateksinde bulunan vakuollerden izole edilmiş olan hevamin 29 kilodalton (kDa) büyüklüğüyle önemli oranda hayvan ve faj lizozimlerinden (14-21 kDa) farklılık göstermektedir (Scheltinga et al., 1994). Ancak bitki kitinazları genellikle böceklerde mevcut olan kitinazlardan daha düşük molekül ağırlığına sahip endo-kitinazlardır. Boyutları genellikle 25-40 kDa arasında değişir (Bhattacharya et al., 2007).

Patojen bağımlı proteinler ve önemleri

Bitkiler için oldukça özelleşmiş GH19 aile üyesi olan bitki kitinazları patojen bağımlı (PR) proteinlerin içinde kategorize edilip bunların önemli bir bölümünü içerir (Xayphakatsa et al., 2008). Yüksek yapılı bitkiler çeşitli patojenler tarafından gerçekleştirilen, biyokimyasal ve fizyolojik değişimlere neden olan saldırılara karşı geniş bir savunma mekanizması oluşturur. Bunlardan en önemlileri fitoaleksin üretimi ve PR proteinlerinin sentezi (β -1,3-Glukanazlar ve kitinazlar gibi) olup farklı proteinleri kodlayan bir dizi genin aktivasyonuna yol açarlar (Sharma, 2013) (Şekil 2).



Şekil 2. Kitinazların bitki savunmasında patojenlere karşı rolü (Nishizawa, 2005)

Bu proteinler, kitinazlardan meydana gelen PR-3, PR-4, PR-8 ve PR-11'in de içinde olduğu 17 aile içerisinde sınıflandırılır (Sels et al., 2008). PR proteinlerinin 17 ailesinin özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Patojen bağımlı (PR) proteinlerin sınıflandırılması

| Aile | Tip üyesi | Özellikleri | Kaynak |
|-------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| PR-1 | Tütün PR-1a | Antifungal | Antoniw et al., 1980 |
| PR-2 | Tütün PR-2 | β -1,3-glukanaz | Antoniw et al., 1980 |
| PR-3 | Tütün P, Q | Kitinaz tip I,II, IV,V,VI,VII | Van Loon, 1982 |
| PR-4 | Tütün 'R' | Kitinaz tip I,II | Van Loon, 1982 |
| PR-5 | Tütün S | Taumatın- benzeri | Van Loon, 1982 |
| PR-6 | Domates İnhibitor I | Proteinaz- inhibitör | Green and Ryan, 1972 |
| PR-7 | Domates P69 | Endoproteinaz | Vera and Conejero, 1988 |
| PR-8 | Salatalık kitinaz | Kitinaz tip III | Metraux et al., 1988 |
| PR-9 | Tütün 'lignin forming peroxidase' | Peroksidaz | Lagrimini et al., 1987 |
| PR-10 | Maydanoz 'PR1' | Ribonükleaz benzeri | Somssich et al., 1986 |
| PR-11 | Tütün 'class V' kitinaz | Kitinaz, tip I | Melchers et al., 1994 |
| PR-12 | Turp Rs- AFP3 | Defensin | Terras et al., 1995 |
| PR-13 | Arabidopsis THI2.1 | Tiyonin | Epple et al., 1995 |
| PR-14 | Arpa LTP4 | Lipid- transfer protein | Garcia-Olmeda et al., 1995 |
| PR-15 | Arpa OxOa (germin) | Oksalat oksidaz | Zhang et al., 1995 |
| PR-16 | Arpa OxOLP | Oksalat oksidaz-benzeri | Wei et al., 1998 |
| PR-17 | Tütün PRp27 | Bilinmiyor | Okushima et al., 2000 |

PR proteinleri, hidrolitik enzimler, enzim inhibitörleri ve membran-geçirgen peptidler de dahil işgalci patojenlere ve abiyotik faktörlere yanıt olarak bitkiler tarafından üretilen bir grup proteindir (Li and Yi, 2012; Adrangi and Faramarzi, 2013). Ek olarak, PR proteinleri antifungal, antibakteriyel, insektisidal, nematisidal ve antiviral etki gösterirler. Dolayısıyla, PR proteinleri bitkilerde patojenlere karşı geniş bir "sistemik kazanılmış direnç" (Systematic Acquired Resistance/SAR) mekanizmasına dahil olurlar.

Bitki kitinazlarının fonksiyonel yönleri

Kitin doğada karbonhidrat ve proteinler ile kompleks olarak bulunur (Sietsma and Wessels, 1979). Ek olarak, yağlarla, pigmentlerle ve minerallerle

(kalsiyum karbonat gibi) kompleks oluşturabilir (Synowiecki and Al-Khateeb, 2003). Kitin bir poli- β -(1,4)-N-asetilglukozamin olup doğada selülozdan sonra en fazla bulunan polisakkarit türüdür (Khoushab and Yamabhai, 2010). Doğada yaygın olarak bulunan kitinin mantarların hücre duvarlarının yapısında, eklem bacaklıların üst deri ve kabuklarında, nematodlarda, yumuşakçalarda ve bazı alglerde bulunduğu bildirilmiştir (Li et al., 2016). Çeşitli canlıların yumurtalarının kabuğunda da kitin varlığı bilinmektedir (Farnesi et al., 2015; Ju et al., 2016). Bu ve benzeri organizmalar bitkilere direkt zararlarının yanında dolaylı olarak viral, fungal ya da bakteriyel etmenleri taşıyabilen özelliklere sahiptirler. Kitinaz, kitinin doğrusal bir β 1-4 bağlı homopolimer olan

N-asetilglukozamin'nin (GlcNAc) endo veya ekzo yıkımından sorumludur. (Sietsma and Wessels, 1979). Şimdiye kadar, kitinazlar bitkinin bütün organ ve dokularında (tohumlar, kökler, yumrular, meyve ve çiçek) bulunmuşlardır (Nauman et al., 2013; Zhang et al., 2013). Bunlara apoplast ve vakuoller de dahildir. Bu kitinazlar bitki savunmasında patojenlere karşı çeşitli şekillerde (aktif veya pasif savunmada) kullanılabilir (Xu et al., 2007). Enzim, serbest veya immobilize formda kullanılabilirdiği gibi kitinaz üreten mikroorganizmaların toprağa verilmesi yoluyla da kullanılabilir. (Sharma et al., 2011). Bununla birlikte, kitinaz kaynağı olarak mikroorganizmaların kullanımı düşük maliyet ve kolaylıktan dolayı yaygındır. Burada, kitin yıkımı topraktaki azot döngüsü için önem taşır. Doğal kitinaz kaynağı olan *Serratia marcescens*, *Xanthomonas maltophilia* gibi bakteriler potansiyel üreticiler iken *Myrothecium verrucaria* ana kaynak olarak görülmektedir (Gowindsamy et al., 1998). Fakat, tek başlarına mikroorganizma kitinazları yetersiz kalmakta olup bitki kitinazları ile birlikte bitki savunmasında kullanılmaktadır. Bunların birlikte, kullanımı patojenik mikroorganizmaların öldürülmesinde hızlandırıcı olarak kullanılabilir (Sharma et al., 2011). Fungal patojenler bakımından in vitro deneyler göstermektedir ki kitinazların etki biçimi; pek çok fungal türün gelişimini hif uçlarını lizise uğratarak inhibe ederler. Bunu, fungus hücre duvarındaki kitinin hidrolizi yoluyla yaparlar (Zhang et al., 2013). Ayrıca, bitkilerin tohumlarının çimlenmesi sırasında, fungal hücre duvarını hedefleyerek, patojenik enfeksiyonu azaltan çeşitli sınıf IV kitinazların salgıladıkları gösterilmiştir. Örneğin; Mısır (*Zea mays*) bitkisinin, *Fusarium* ve *Bipolaris* mantar türlerine karşı korunmaya yardımcı olan iki sınıf IV kitinazı (ChitA ve ChitB) ürettiği gösterilmiştir (Price et al., 2015). Kitinaz dolaylı olarak böcek ve zararlıların popülasyonlarının kontrolünde de görev almaktadır. Ortamdaki kitin değişimi kitinaz üretimini artırır. Bu da böceklere, zararlılara ve bitki patojenlerine karşı biyo-kontrolör görevi görür (Senthilraja et al., 2013). Kitinazlar, bir çeşit sinyal molekülleri olan kito-oligosakkaridlerin ve bitkilerde patojenin biyo-kontrolünün temelini oluşturan etilen gibi bitki büyüme düzenleyicilerinin uygulanmasıyla indüklenebilirler (Kasprzewska et al., 2003).

Biyoteknolojide kullanımları

Günümüzde genetik mühendisliğin gelişmesiyle beraber bitkilere istenilen özelliklerin kazandırılması için gen aktarımları ya da gen susturma teknolojilerinden faydalanılmaktadır. Transgenik bitkilerde, endüstriyel uygulamalar için enzimlerin ekspresyonu ve saflaştırılması ile ilgili ksilanaz, transglutaminaz, endoglukanaz, lakkaz ve kitinaz dahil olmak üzere bir çok protein için başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Di Maro et al., 2010). Kitinazın transgenik overekspresyonu hem biyotik hem de abiyotik stres koşullarına karşı gelişmiş tolerans göstermiştir (Kumar et al., 2016). Son yıllarda, kitinazı daha fazla üreten transgenik bitkilerin üretimi bitki savunmasını arttırmak için kullanılmaktadır. Bu, hücre dışı enzimlerin aktivitesinin manipülasyonu, enzim negatif mutantlar veya transgenik bitkilerin kullanımı ile olmaktadır (Sharma et al., 2011). Transgenik bitkilerde kitinaz için donör olarak kullanılan başlıca bitkiler şunlardır; *Beta vulgaris*, *Brassica juncea*, *Cucumis sativus*, *Hordeum vulgare*, *Lycopersicon chilense*, *Lycopersicon esculentum*, *Momordica charantia*, *Nicotiana tabacum*, *Oryza sativa*, *Petuni* sp., *Phaseolus vulgaris*, *Triticum aestivum* ve *Zea mays* (Grover, 2012). Kitinaz genleri tek başlarına ya da β -1,3-glukanaz genleri ile birlikte bir dizi bitki türüne transfer edilerek etkileri incelenmiştir. Kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında transgenik bitkilerin sonuçları çoğu durumda daha artan seviyede fungal hastalıklara direnç veya gecikmiş hastalık belirtileri sergilemişlerdir. Fakat bazı çalışmalar kitinaz ve β -1,3-glukanaz genlerinin birlikte aktarımının daha etkili olduğunu göstermiştir (Grover, 2012; Senthilraja et al., 2013). Ayrıca kitinaz gibi birçok bitki defensini, fungal patojenlere karşı etkili bir direnç sağlanması için tanımlanmış, karakterize edilmiş ve ticari öneme sahip tarla bitkilerine aktarılmıştır (Ghag et al., 2016). Bunun yanında, β -1,3-glukanaz, taumatin benzeri proteinler, kitinazlar ve bir poligalakturonaz inhibitör proteinini içeren çeşitli antifriz aktivitesi olan PR proteinleri de bitkilerden izole edilmiştir (Griffith and Yaish, 2004). Bir çok çalışmada bu ve benzeri kitinazlar çeşitli bitkilere transfer edilerek patojenlere karşı arttırılmış direnç elde edilmiştir (Ignacimuthu and Ceasar, 2012; Pan et al, 2013; Molla et al., 2016).

SONUÇ

Bitki kitinazları, glikozid hidrolazlardan GH18 ve GH19 ailelerine ait 7 sınıf içerisinde tanımlanan, bitkilerin savunma mekanizmalarında oldukça etkili işlevleri olan enzimlerdir. Özellikle GH19 ailesi bitkiler için özelleşmiş kitinazları içerir. Bunlardan en önemlisi PR olarak bilinen “patojen bağıntılı proteinler”den oluşmaktadır. Kitinazların biyoteknolojide, tarımda ve diğer çevresel alanlarda geniş bir kullanımı vardır. Bitki kitinazları çeşitli patojen organizmalara karşı

biyopestisit ajan olarak kullanılırlar. Son yıllarda, ticari öneme sahip bitkilere gen mühendisliği teknikleri kullanılarak kitinazlar aktarılmaktadır.

Dünyada ve ülkemizde artan nüfusa bağlı olarak besin kıtlığı oluşmaktadır. Başta bu ihtiyacın karşılanabilmesinde, kitinaz proteinlerinin tanınması, işlevlerinin anlaşılması ve biyoteknolojik uygulamalardan yararlanması biyotik ve abiyotik etkilere karşı dirençli bitkiler geliştirilmesi bakımından önemlidir.

KAYNAKLAR

- Adrangi S, Faramarzi MA, 2013. From bacteria to human: A journey into the world of chitinases. *Biotechnol Adv.*, 31(8):1786-1785.
- Antoniw JF, Ritter CE, Pierpoint WS, Van Loon LC, 1980. Comparison of three pathogenesis-related proteins from plants of two cultivars of tobacco infected with TMV. *J. Gen. Virol.*, 47: 79-87
- Arie M, Hikichi K, Takahashi K, Esaka M, 2000. Characterisation of basic chitinase which is secreted by cultured pumpkin cells. *Plant Physiol*, 110(2): 232-239.
- Bhattacharjee B, Pathaw N, Chrungoo NK, Bhattacharjee A, 2017. Molecular modelling, dynamics simulation and characterization of antifungal chitinase from *Sechium edule*. *Gene*, 606: 39-46. doi:10.1016/j.gene.2016.12.007.
- Bhattacharya D, Nagpure A, Gupta RK, 2007. Bacterial chitinases: properties and potential. *Crit. Rev. Biotech.*, 27(1): 21e8.
- Cantarel BL, Coutinho PM, Rancurel C, Bernard T, Lombard V, Henrissat B, 2009. The Carbohydrate- Active EnZymes database (CAZy): an expert resource for Glycogenomics. *Nucleic Acids Res*, 37: D233-8
- Cletus J, Balasubramanian V, Vashisht D, Sakthivel N, 2013. Transgenic expression of plant chitinases to enhance disease resistance. *Biotechnol Lett.*, 35(11): 1719-1732.
- Di Maro A, Terracciano I, Sticco L, Fiandra L, Ruocco M, Corrado G, Parente A, Rao R, 2010. Purification and characterization of a viral chitinase active against plant pathogens and herbivores from transgenic tobacco. *J Biotechnol.*, 147(1):1-6.
- Epple P, Apel K, Bohlmann H, 1995. An Arabidopsis thaliana thionin gene is inducible via a signal transduction pathway different from that for pathogenesis-related proteins. *Plant Physiol.*, 109: 813-820.
- Farnesi LC, Menna-Barreto RFS, Martins AJ, Valle D, Rezende GL, 2015. Physical features and chitin content of eggs from the mosquito vectors *Aedes aegypti*, *Anopheles aquasalis* and *Culex quinquefasciatus*: Connection with distinct levels of resistance to desiccation. *J Insect Physiol.*, 83:43-52.
- Garcia-Olmedo F, Molina A, Segura A, Moreno M, 1995. The defensive role of nonspecific lipid-transfer proteins in plants. *Trends Microbiol.*, 3: 72-74.
- Ghag SB, Shekhawat UKS, Ganapathi TR, 2016. Plant Defensins for the Development of Fungal Pathogen Resistance in Transgenic Crops: Production, Safety, Regulation and Public Health. Elsevier Inc., 381-396.
- Govindsamy V, Gunaratna KR, Balasubramanian R, 1998. Properties of extracellular chitinase from *Myrothecium verrucaria*, an antagonist to the groundnut rust *Puccinia arachidis*, *Canadian Journal of Plant Pathology*, 20(1): 62-68
- Green TR, Ryan CA, 1972. Wound-induced proteinase inhibitor in plant leaves: a possible defense mechanism against insects. *Science*, 175: 776-777.
- Griffith M, Yaish MWF, 2004. Antifreeze proteins in overwintering plants: A tale of two activities. *Trends Plant Sci.*, 9(8): 399-405.
- Grover A, 2012. Plant Chitinases: Genetic Diversity and Physiological Roles. *CRC Crit Rev Plant Sci.*, 31: 57-73.
- Hahn M, Hennig M, Schlesier B, Hohne W, 2000. Structure of jack bean chitinase. *Acta Crystallog. Sect D*, 56: 1096-1099.
- Hart PJ, Pfluger HD, Monzingo AF, Hollis T, Robertus JD, 1995. The refined crystal structure of an endochitinase from *Hordeum vulgare* L. seeds at 1.8Å resolution. *J. Mol. Biol.*, 248: 402-413.
- Ignacimuthu S, Ceasar SA, 2012. Development of transgenic finger millet (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.) resistant to leaf blast disease. *J Biosci* 37: 135-147.
- Ju Y, Wang X, Guan T, Peng D, Li H, 2016. Versatile glycoside hydrolase family 18 chitinases for fungi ingestion and reproduction in the pinewood nematode *Bursaphelenchus xylophilus*. *Int J Parasitol.*, 46: 819-828.
- Karthik N, Binod P, Pandey A. *Chitinases.*; 2017. Chitinases. In book: *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering*, pp.335-368 doi:10.1016/B978-0-444-63662-1.00015-4.
- Kasprzewska A, 2003. Plant chitinases-regulation and function. *Cellular and Molecular Biology Letters*, 8(3): 809e24.
- Khoushab F, Yamabhai M. 2010. Chitin research revisited. *Marine Drugs*. 8(7): 1988-2012.
- Kumar SA, Kumari PH, Jawahar G, Prashanth S, Suravajhala P, Katam R, Sivan P, Rao KS, Kirti PB, Kishor KPB, 2016. Beyond just being foot soldiers – osmotin like protein (OLP) and chitinase (Chi11) genes act as sentinels to confront salt, drought, and fungal stress tolerance in tomato. *Environ Exp Bot.*, 132: 53-65.
- Lagrimini LM, Burkhart W, Moyer M, Rothstein S, 1987. Molecular cloning of complementary DNA encoding the lignin-forming peroxidase from tobacco: molecular analysis and tissue-specific expression. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 84: 7542-7546.
- Li H, Wang D, Deng Z, Huang G, Fan S, Zhou D, Liu B, Zhang B, Yu D, 2016. Molecular characterization and expression analysis of chitinase from the pearl oyster *Pinctada fucata*. *Fish Shellfish Immunol.*, (In press) doi:10.1016/j.cbpb.2016.10.007.

- Li L, Yi H, 2012. Differential expression of Arabidopsis defense-related genes in response to sulfurdioxide. *Chemosphere*, 87: 718–24.
- Melchers LS, Apotheker-de Groot M, van der Knaap JA, Ponstein AS, Sela-Buurlage MB, Bol JF, Cornelissen BJ, van den Elzen PJ, Linthorst HJ, 1994. A new class of tobacco chitinases homologous to bacterial exo-chitinases displays antifungal activity. *Plant J.*, 5: 469-480
- Metraux JP, Streit L, Staub T, 1988. A pathogenesis-related protein in cucumber is a chitinase. *Physiol. Mol. Plant Pathol.*, 33: 1-9.
- Mizuno R, Fukamizo T, Sugiyama S, Nishizawa Y, Kezuka Y, Nonaka T, Suzuki K, Watanabe T, 2008. Role of the loop structure of the catalytic domain in rice class I chitinase. *J Biochem.* 143(4): 487-95.
- Molla KA, Karmakar S, Chanda PK, Sarkar SN, Datta SK, Datta K, 2016. Tissue-specific expression of Arabidopsis NPR1 gene in rice for sheath blight resistance without compromising phenotypic cost. *Plant Sci.*, 250: 105-114.
- Naumann TA., Wicklow DT, 2013. Chitinase modifying proteins from phylogenetically distinct lineages of Brassica pathogens. *Physiol Mol Plant Pathol.*, 82: 1-9.
- Neuhaus JM, 1999. Plant chitinases. In: Datta SK, Muthukrishnan S (eds.) Pathogenesis-related proteins in plants. CRC Press, Boca Raton, USA, 86-114 pp.
- Nishizawa Y, 2005. Roles of Chitinases and beta-1,3-Glucanases in Plant Defense. <http://www.glycoforum.gr.jp/science/word/glycobiology/PS-A04E.html> (Erişim tarihi: 10 Kasım, 2016)
- Okushima Y, Koizumi N, Kusano T, Sano H. Secreted proteins of tobacco cultured BY2 cells: identification of a new member of pathogenesis-related proteins. *Plant Mole. Biol.* 2000; 42: 479–488.
- Ouyang SW, Zhao KJ, Feng LX, 2001. The structure and function, classification and evolution of plant chitinases. *Chinese Bulletin of Botany*, 18(4): 418-426.
- Pan XQ, Fu DQ, Zhu BZ, Lu CW, Luo YB, 2013. Overexpression of the ethylene response factor SIERF1 gene enhances resistance of tomato fruit to *Rhizopus nigricans*. *Postharv Biol Technol.*, 75: 28-36.
- Porat R, Vinokur V, Holland D, McCollum TG, Droby S. 2001. Isolation of a citrus chitinase cDNA and characterization of its expression in response to elicitation of fruit pathogen resistance. *J Plant Physiol.*, 158: 1585-1590. doi:10.1078/0176-1617-00585.
- Price NPJ, Momany FA, Schnupf U, Naumann TA, 2015. Structure and disulfide bonding pattern of the hevein-like peptide domains from plant class IV chitinases2. *Physiol Mol Plant Pathol.*, 89(1): 25-30.
- Sarma K, Dehury B, Sahu J, Sarmah R, Sahoo S, Sahu M, Sen P, Modi MK, Barooah M, 2012. A comparative proteomic approach to analyse structure, function and evolution of rice chitinases: a step towards increasing plant fungal resistance. *J Mol Model*, 18(11): 4761–80.
- Sels J, Mathys J, De Coninck BMA, Cammue BPA, De Bolle MFC, 2008. Plant pathogenesis-related (PR) proteins: A focus on PR peptides. *Plant Physiol Biochem.*, 46(11): 941-950.
- Senthilraja G, Anand T, Kennedy JS, Raguchander T, Samiyappan R, 2013. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Entomopathogenic Fungus Bioformulation Enhance The Expression of Defense Enzymes and Pathogenesis-Related Proteins in Groundnut Plants Against Leafminer Insect and Collar Rot Pathogen, *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 82: 10-19.
- Sharma N, Sharma KP, Gaur RK, Gupta VK, 2011. Role of Chitinase in Plant Defense. *Asian Journal of Biochemistry*, 6: 29-37.
- Sharma V, 2013. Pathogenesis related defence functions of plant chitinases and β -1,3-glucanases. *Vegetos.*, 26: 205-218.
- Sietsma JH. Wessels JGH, 1979. Evidence for Covalent Linkages between Chitin and β -Glucan in a Fungal Wall. *J Gen Microbiol.*, 114(1): 99-108.
- Somssich IE, Schmelzer E, Bollmann J, Hahlbrock K, 1986. Rapid activation by fungal elicitor of genes encoding “pathogenesis-related” proteins in cultured parsley cells. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 83: 2427-2430.
- Suginta W, Sirimontree P, Sriro N, Ohnuma T, Fukamizo T, 2016. The Chitin-Binding Domain of a GH-18 Chitinase from *Vibrio harveyi* is Crucial for Chitin-Chitinase Interactions. *Int J Biol Macromol.*, 93: 1111-1117.
- Synowiecki J, Al-Khateeb NA, 2003. Production, properties, and some new applications of chitin and its derivatives. *Crit. Rev. Food Sci.*, 43(2): 145-171.
- Terras FRG, Eggermont K, Kovaleva V, Raikhel NV, Osborn RW, Kester A, Rees SB, Torrekens S, Van Leuven F, Vanderleyden J, 1995. Small cysteine-rich antifungal proteins from radish: their role in host defense. *Plant Cell*, 7: 573-588.
- Terwisscha van Scheltinga AC, Kalk KH, Beintema JJ, Dijkstra BW, 1994. Crystal structures of hevamine, a plant defence protein with chitinase and lysozyme activity, and its complex with an inhibitor. *Structure*, 2(12): 1181-1189.
- Van Loon LC, 1982. Regulation of changes in proteins and enzymes associated with active defense against virus infection, in: R.K.S. Wood (Ed.), *Active Defense Mechanisms in Plants*, Plenum Press, New York, USA, pp. 247-273.
- Van Loon LC, 1999. Occurrence and properties of plant pathogenesis related proteins. In: Dutta SK, Muthukrishnan S (eds.) Pathogenesis related proteins in plants. CRC Press, Boca Raton, USA, 1-19 pp.
- Velazhahan R, Samiyappan R, Vidhyasekaran P, 2000. Purification of an elicitor-inducible antifungal chitinase from suspension-cultured rice cells. *Phytoparasitica*, 28: 131-139.
- Vera P, Conejero V, 1988. Pathogenesis-related proteins of tomato P-69 as an alkaline endoproteinase. *Plant Physiol.*, 87: 58-63.
- Wei Y, Zhang Z, Andersen CH, Schmelzer E, Gregersen PL, Collinge DB, Smedegaard-Petersen V, Thordal-Christensen H, 1998. An epidermis/papilla-specific oxalate oxidase-like protein in the defence response of barley attacked by the powdery mildew fungus, *Plant Mol. Biol.*, 36: 101–112.
- Xayphakatsa K, Tsukiyama T, Inouye K, Okumoto Y, Nakazaki T, Tanisaka T, 2008. Gene cloning, expression, purification and characterization of rice (*Oryza sativa* L.) class II chitinase CHT11. *Enzyme Microb Technol.*, 43(1): 19-24.
- Xu F, Fan C, He Y, 2007. Chitinases in *Oryza sativa* ssp. *japonica* and *Arabidopsis thaliana*, *Journal of Genetics and Genomics*, 34(2): 138-150.
- Zhang J, Kopparapu NK, Yan Q, Yang S, Jiang Z, 2013. Purification and characterisation of a novel chitinase from persimmon (*Diospyros kaki*) with antifungal activity. *Food Chem.*, 138(2-3): 1225-1232.
- Zhang Z, Collinge DB, Thordal-Christensen H, 1995. Germin-like oxalate oxidase, a H₂O₂-producing enzyme, accumulates in barley attacked by the powdery mildew fungus. *Plant J.*, 8: 139–145.

Determining the Seasonal Ornithological Potential of the Dönemeç (Engil) Delta and Generate the Digital Maps Using Geographical Information Systems (GIS)

Emrah ÇELİK¹, Atilla DURMUŞ¹

ABSTRACT: This research was performed in one of the important bird areas in Lake Van Basin, at Dönemeç (Engil) Delta, (Van - Turkey) from April 2011 to April 2012. A total of, 91 species and 1 subspecies belongs to 34 families were determined. Out of total, 34.7% (n:32) species were residents, 53.2% (n:49) were summer visitors, 4.43% (n:4) winter visitors, 6.52% (n:6) non - breeding transit migrants and 1.08% (n:1) random species. According to International Union for Conservation of Nature (IUCN) criterias, it was observed that one species was endangered (EN), one species was near threatened (NT), one species was vulnerable (VU) and 89 species were least concern (LC). The distribution of the species population in the area at six different habitats has been identified and habitats of the endangered species, in particular, have been highlighted by creating GIS-based distribution maps.

Keywords: ArcMap, conservation, ornithofauna, Van lake basin, wetland

Dönemeç (Engil) Deltası'nın Mevsimsel Ornitolojik Potansiyelinin Belirlenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Sayısal Haritaların Oluşturulması

ÖZET: Bu araştırma Van Gölü Havzası'ndaki önemli kuş alanlarından biri olan Dönemeç (Engil) Deltası'nda gerçekleştirildi. Nisan 2011 ve Nisan 2012 tarihlerini kapsayan bir yıllık arazi çalışmaları sonucunda 34 familyaya ait 91 tür ve 1 alttür tespit edildi. Bu türlerin 34.7% (32) Yerli, 53.2% (49) Göçmen, 4.34% (4) Kış ziyaretçisi, 6.52% (6) Transit Göçer, 1.08% (1) Rastlantısal tür olduğu belirlendi. Alandaki türler Uluslararası IUCN kriterlerine göre değerlendirildiğinde; 1 türün EN (Endangered), 1 türün VU (Vulnerable-Hassas), 1 türün NT (Near Threatened) ve 89 türün LC (Least Concern) statüsünde olduğu belirlendi. Alandaki türlerin, altı farklı habitatta populasyon dağılımı belirlenmiş, özellikle nesli tehlike altındaki türlerin yaşam alanları GIS tabanlı dağılım haritaları oluşturularak öne çıkarılmıştır.

Anahtar kelimeler: ArcMap, koruma, ornitofauna, sulakalan, Van gölü havzası

¹ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji, Van, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Emrah ÇELİK, celikemrah822@gmail.com

INTRODUCTION

Currently, Geographic Information Systems (GIS) is commonly used to monitor and conserve the avian species and their habitats in order to reduce the threats and to enhance their population such as in coastal regions (Mironga, 2004), in Matsula wetland west of Estonia (Magi et al. 2004), wetlands of Pakistan (WWF, 2007), and coastal and water birds in coastal regions of California (Stralberg, 2010). Habitat preferences by feeding areas of water birds which feed by diving and from surface in their study conducted in Delta Marsh in Canada, in this study in which GIS analysis technique was used, it was conducted that habitats where species are fed seasonally change in relation with vegetation density and water depth. It was emphasized that this condition should be taken into account in the conversation studies to be conducted in the area (Murkin et al., 1997; Nergiz and Durmuş, 2017). In Turkey, GIS (Geographic Information System) applications have started to be used in many different areas from urban planning to species and area conservation studies particularly in recent years. Besides, it was be used in determination of pollution parameters in wetlands wetlands (Doygun et al., 2003; Gündoğdu et al., 2007; Artar, 2008; Demir, 2008). However, GIS applications were used in ornithological studies (Onmuş, 2006; Açıkgoz, 2010). Dönemeç Delta has a rich avifauna

potential due to its different habitat types. Including the geographical information systems, this study includes the life spaces of the existing bird species in particular to the endangered ones in accordance with the international criteria and allows for preserving and monitoring activities toward such species and habitats.

MATERIAL AND METHOD

The material of this study involves Dönemeç (Engil) Delta (38°20' N / 43°09' E), which is one of the Important Bird Areas in Van Lake Basin in Turkey, and the birds that use the delta as for living purposes. We analyzed habitat preference of the bird species that stay and produce in the nutrition and breeding sites, the number of species, their population size, ecological and biological needs, threatening factors (Hunting pressure, overgrazing, reed cutting, egg collection, drainage) toward species and life spaces and necessary precautions to take. For this purpose, we have carried out counting and observation between April 2011 - April 2012. We have conducted observations for identifying the density of the population as a field work for one year as 15 days period on each month. The observations, concentrated on the reproduction periods have been conducted between 6⁰⁰-11⁰⁰; 15⁰⁰-19⁰⁰ hours when the individuals are active. The study area is divided into 76 UTM squares of 1 x 1 km² (Figure 1).

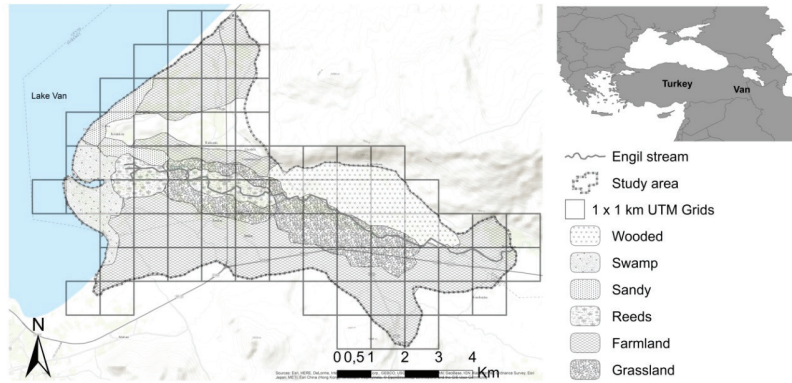


Figure 1. Study area location, 1 x 1 km UTM squares, and the major habitats

Each UTM has 3 observation points to represent the habitats present on the surface and to be at least 300 meters from each other. Observations were made at each observation point for a fixed duration of 15 minutes. Bird species, population numbers and UTM coordinates detected in the surroundings of the point and the surroundings were recorded on the land observation cards. The point records obtained as a result of the process are then assigned to UTM squares. Thus,

for each UTM square, there are 3 point scrolling and UTM square center point data that 3 points records are assigned. This process allows the possibility of analysis on a grid basis besides the point scale (Onmus, 2008). Line transects and Point counts were used to observe the number of the individual and population density (Bibby and Burgess, 1992). We utilized Kiziroğlu (2009; 2010) in identifying the species. Topographic maps were generated with 1/25.000 scale by taking

the coordinates of the Dönemeç Delta and different habitats within it and such maps are transferred to the digital environment and they laid the groundwork for all activities to be done in GIS environment. We have generated the maps for preserving the space and species with GIS analysis methods and had outputs to create the basis for the management plan. We have used ArcMap 10.2 software based on GIS for analyzing and the creation of the data from the digital data.

RESULTS AND DISCUSSION

It was found that 34.7% (n:32) species were residents, 53.2% (n:49) were summer visitors, 4.43% (n:4) winter visitors, 6.52% (n:6) non-breeding transit migrant and 1.08% (n:1) random species. Also, it was determined that 30 species absolutely breed, 15 species probably breed and 47 species do not breed in this area.

As a result of assessment of species living in the area by IUCN criteria's; it was seen that 1 species was EN (*Oxyura leucocephala*), 1 species was VU (*Aythya ferina*) 1 species was NT (*Limosa limosa*,) and 89 species were LC. 92 species were identified within 6

different habitat types determined in Dönemeç Delta. In this study, Spur-winged Lapwing (*Hoplopterus spinosus*) was recorded at Dönemeç Delta for the first time in Lake Van Basin. While some of species birds uses these habitats for breeding, and others uses for feeding and safekeeping purposes. Considering the seasonal distribution of the species, they use different habitats on every season. A large area of reeds and swarms are formed as a result of the spread of water at the place where Dönemeç (Engil) creek pours into the Van Lake. We observed that the level of water increased day by day due to the extreme rainfall, especially in spring. In that case, this place has turned into a suitable habitat for ducks, who feed on by diving and grebes species. The close-timbered reeds have turned into fields where bird species can maintain their vital activities such as reproduction and hiding. It is observed that the bird species in the area prefer common habitats in the summer seasons as they do in the spring. The bird species use these areas extensively for there are many foods and a minimum level of negative environment conditions such as pollution and hunting (Figure 2).

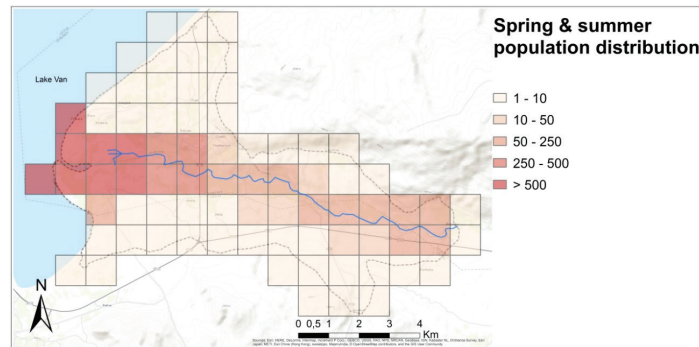


Figure 2. Spring and summer population distribution

Dönemeç Delta is an important assembly area for the migrating birds in particular to in autumn season. The bird species have spread over the reeds and mud flats that are formed in the areas where freshwater is mixed with the lake according to the observations

conducted in autumn. It has been identified that the bird species zero in some specific areas to feed on for food resources decrease due to the reduction of the water level in this season (Figure 3).

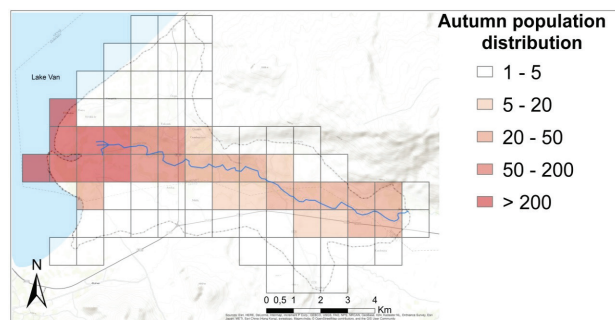


Figure 3. Autumn population distribution

The winter is cold and long in the region. The winter migratory and local species zero in such fields for a large part of the Delta is covered with snow and

only the regions of Engil creek mixing with the lake do not freeze (Figure 4).

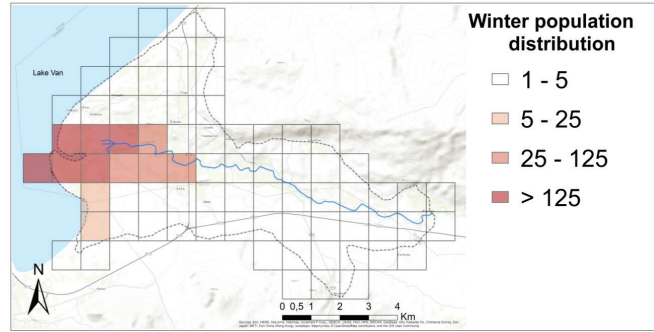


Figure 4. Winter population distribution

The habitat type of meadow and pasture is dominant in the region for drainage channel in the middle of the Delta pulls the water that is spread over the surface. This area experiences grazing pressure, which is the

common livestock grazing place for the surrounding villages. This influences the distribution of the bird species that use the area for feeding (Figure 5).

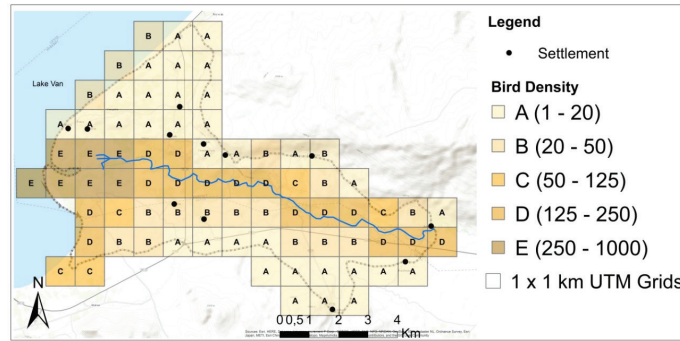


Figure 5. Nutrition distribution map for bird species living in delta

As it is indicated in Fig. 5, the lettering system has been used for the distribution of the species in the field and five different color scales have been created in line with the density. The UTM squares are marked with "A" are the areas where bird species spread out less often due to their proximity to the settlement and high anthropogenic pressures. The bird species spread out to the mudflats in the south part of the region where the creek is mixed with the lake and planted agricultural lands and streamside during the spring in the areas marked with "B". The UTM squares marked with "C" represent woodlands, mud flats, partly wet meadows and reeds and localities where the birds can easily find food and hide. The areas marked with "D" are the suitable habitats for feeding and preservation,

where close-timbered reeds are available and have lesser grazing pressure. The bird species perform their vital activities such as feeding and hiding in such areas. The areas marked with "E" in the map represents the dune flats in the form of an island, where it is hard for people to reach and involves the sections where Engil Creek is mixed with the lake and there are swarms and close timbered reeds that are fully isolated. These localities are an extremely favorable environment for the birds. Living in Van Lake and being an endemic fish species, the pearl mullet (*Alburnus tarichi* Goldenstädt, 1814) passes the Engil Stream in spring, facilitating the feeding of the bird species and eliminate the problem of finding food. The birds use this area both for feeding and reproduction (Figure 6)

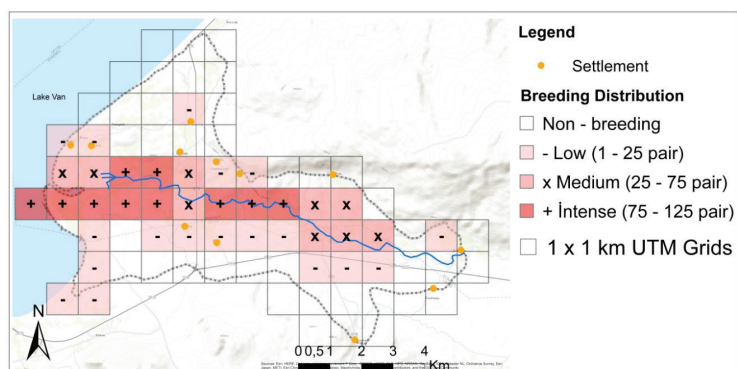


Figure 6. Breeding regions of bird species living in delta

The limits of the reproduction regions of the bird species have been determined in the observations conducted during spring (March - April). We have created three different color scales to identify the even number of the bird species, reproducing in the basin. We have used some symbols to show the color scale created. The UTM squares marked with “-” on the map are the localities that are preferred less often as a nesting site. The main reason for this was the environmental factors experienced in these regions (overgrazing, hunting pressure, lack of food, etc.), and proximity to the settlements, and lack of suitable habitats. At the same time, the area gets drier and turns into the unfavorable environment for the water, which once spread over the area, poured down to the lake through drainage channel. The UTM squares marked with “x” on the map have lesser negative environmental factors, defined above. Therefore these areas were suitable for reproduction. The UTM squares marked with “+” on the map are the regions which were covered with close-timbered reeds, and swarms that were hard to enter and sandy place. In particular, the birds frequently preferred these habitats as a nesting area during the breeding period. The main reason is the preserved nesting areas, provision of necessary food for caring the offspring and lack of external environment pressure. By this way, the chance of survival of the offspring improves and their risk and rate of death decreases. By this way, it positively contributes to the reproduction success of the water birds in the area. Furthermore, it has been observed that 9 pairs of the endangered *Oxyura leucocephala* duck shown in the region as “+” on the map are reproduced and their offspring fully matured and flown. It indicates that reproduction success of the species is high and it is important for the continuation of generation of the species.

In this study, we have identified 91 species and 1 subspecies of 34 families as a result of one-year field work that is between April 2011 and April 2012. We have identified 34.7% (n: 32) species were residents, 53.2% (n:49) were summer visitors, 4.43% (n:4) winter visitor, 6.52% (n:6) non-breeding transit migrant and 1.08% (n:1) random species. It has been defined that 30 species out of the available species have certainly reproduced, 15 of them have probably reproduced and 47 of them have not reproduced yet. Adızel (1993; 1998) has identified 148 species of birds in Van Lake Basin. The species identified herein were in parallel with the 148 species that were identified before. However, *Hoplopterus spinosus* which has not been identified and seen in the basin before is identified by us in the Dönemeç Delta for the first time. *Oxyura leucocephala*, which was recorded in the field by the study conducted in 1998, and was involved in the Endangered category, reproduced 9 pairs in 2012 and all of these offspring are matured and flew. It indicates that reproduction success of the species is high and it is important for the continuation of generation of the species.

Habitat preference of the water birds, feed on diving and on a surface according to their feeding area in their study, conducted in the Delta Swamp in Canada by using GIS (Murkin et al., 1997). At same time it was analyzed the habitat selection and distribution of the *Anas platyrhynchos* in their study in wetlands in Saginaw Bay in the USA.

They created the distribution map of the species in the area by using GIS and obtained outputs about the field management. However, we have identified the habitat preference and density of the birds in the delta and assessed them on GIS that is different from these two studies (Strauss, 2008). Seasonal change of the water level in the wetlands is significant for the species

that stay in such areas and the decrease and increase of water plants depending on the change of water level has a direct influence on the field preference of the water birds (Holm and Clausen, 2006). This study is similar with our work.

Our study proved that wetlands dry up due to the decrease of Engil Stream during summer, which is the only source to provide water to the delta and species get close to the lake to feed on and move up closer to some specific area. These conditions were disadvantage for species in summer.

CONCLUSION

Our study suggests, it is ornithologically important that the basin has a wide range of area and accommodates different habitat types. The reason why each species has an extensive potential is that there are

different habitat types and such habitats support vital activities according to the research conducted during four seasons. The migratory and winter migratory birds that visit the area have extensive activity in the place where delta pours down in the Van Lake. The fact that the Dönemeç Delta is located on the Van-Gevaş highway and that there is no transportation problem as well make the ornithological richness, the area has a great ecotourism and bio-tourism potential. For this reason, public institutions, civil society organizations, local authorities and the media have to work in cooperation and ensure that available potential should add a significant contribution to the region.

Acknowledgement

This study was summarized from Master thesis project (FBE-YL004) supported by Scientific Research Project Management unit of Yuzuncu Yil University.

REFERENCES

- Doygun H, Berberoğlu S, Alphan H, 2003. Determination of land usage changes of Hatay, Burnaz coastal dunes with remote sensing method. *Ecology*, 12: 4-9.
- Holm ET, Clausen, P, 2006. Effects of water level management on autumn staging waterbird and macrophyte diversity in three Danish coastal lagoons. *Biodiversity and Conservation*, 15: 4399-4423.
- Mägi E, Kastepõld T, Lotman A, 2004. Ornithological monitoring and wetland management in Matsalu. *Bird Census News*, 13: 139-144.
- Mironga JM, 2004. Geographic information systems (GIS) and remote sensing in the management of shallow tropical lakes, South Carolina. *Applied Ecology and Environmental Research*, 2(1): 83-103.
- Murkin HR, Murkin EJ, Ball JP, 1997. Avian habitat selection and Prairie wetland dynamics: A 10 year experiment. *Ecological Applications*, 7(4): 1144-1159.
- Nergiz H, Durmuş A, 2017. Effects of habitat change on breeding waterbirds in Arin (Sodalı) Lake, Turkey. *Applied Ecology And Environmental Research*, 15(3): 1111-1118.
- Stralberg D, Cameron DR, Reynolds MD, Hickey CM, Klausmeyer K, Busby SM, Stenzel LE, Shuford WD, Page GW, 2010. Identifying habitat conservation priorities and gaps for migratory shorebirds and waterfowl in California. *Biodiversity Conserv*, DOI 10.1007/s10531-010-9943-5.
- Gündoğdu V, Akgün G, Elele M, Piyancı O, 2007. Examination for the change in the quality of GIS-based observations in the years 2001-2006, in Gediz River sub basin. Congress for National Geographic Information Systems, 30 October-2 November, KTÜ, Trabzon.
- Onmuş O, 2006. Use of geographic information systems in order for monitoring and managing of important bird areas, Case study for important bird area of Gediz Delta. 4. Geographic Information Systems Days, 13-16 September, İstanbul.
- Açıkgöz G, 2010. Using remote sensing and geographic information systems to detect changes in the ovaries of coastal wetland system. Çukurova University, Institute of Science and Technology, (Unpublished) Master's thesis 79 p.
- Adızel Ö, 1998. Researches on Van Lake Basin Ornithofauna. Y Y Ü, Institute of Science and Technology, (Unpublished) Ph.D. thesis Van.
- Artar M, 2008. Development of a method for monitoring protected areas, in the example of Karatepe-Aslantaş National Park. Çukurova University, Institute of Science and Technology, (Unpublished) Ph.D. thesis 276 p.
- Demir A, 2008. Identification of the geographic information system aided distribution by determining salinity and some pollution levels in Akyatan Lagoon. Çukurova University, Institute of Science and Technology, Master's thesis 206 p.
- Onmuş O, 2008. Observation of nesting areas of breeder species in Gediz Delta and the management of these colonies. Ege University, Institute of Science, Ph.D. thesis 207 p.
- Strauss B, 2008. Nesting mallard (*Anas platyrhynchos*) habitat selection and management using GIS. Duke University, The Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Master's thesis 34 p.
- WWF Pakistan, 2007. Pakistan wetland GIS implementation strategy, Draft Discussion Paper, Pakistan Wetland Programme, Islamabad, 80 p
- Bibby CJ, Burgess ND, 1992. *Bird Census Techniques*. Academic Pres Limited, NW1 7DX, London. 257 p.
- Kızıroğlu İ, 2009. *Pocket Book for Turkish Birds*. Ankamat Printing, Ankara. 564 p.

Nano Gümüş Sülfadiazin ve Nano Benzalkonyum Klorür Dezenfektanlarının Planktonik Bakterilere ve Biyofilm Tabakasına Etkinliğinin İncelenmesi

Bezanur ÇETİROL¹, İrfan TÜRETGEN¹

ÖZET: Hızla gelişen nanoteknoloji alanı, bilim ve teknoloji uygulamalarının birlikte kullanılması ile nano düzeyde yeni ürünler oluşturulmasına olanak sağlamıştır. Nanopartiküller farklı endüstriyel ürünlerin üretimlerinde kullanılmalarının yanı sıra, bilimsel alanlarda da çeşitli faydalar sağlamaktadırlar. Özellikle antimikrobiyal özellikteki nanopartiküller endüstriyel ve klinik önem taşıyan mikroorganizmalara karşı kullanılan dezenfektanlarda etkinliği artırmaktadır. Uzun zamandır dezenfektan olarak kullanılan kuaterner amonyum bileşiklerinden olan benzalkonyum klorür ve gümüş sülfadiazinin bakterilere, bazı virüslere, mantarlara ve protozoonlara karşı bakteriyostatik ve bakterisidal etki gösterdiği bilinmektedir. Bu dezenfektanlar endüstri ve sağlık alanlarında mikroorganizma ile kontamine olmuş tüm yüzeylerde kullanılmaktadır. *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* ve *Klebsiella pneumoniae* gibi bakteriler klinik ve endüstriyel açıdan önemli olup ciddi kayıplara sebep olmaktadır. Planktonik hücreler dezenfektanlardan kolay etkilenebilmelerine rağmen, biyofilm içindeki bakteriler bu dezenfektanlara karşı dirençli olabilmektedirler. Mikroorganizmaya bağlı faktörler dezenfeksiyona etki ettiği gibi, dezenfektan tipi, konsantrasyonu, temas süresi, pH değeri, sıcaklık, organik madde varlığı gibi faktörler de etki etmektedir. Bu çalışmanın amacı nano gümüş sülfadiazin ve nano benzalkonyum klorür dezenfektanlarının planktonik ve biyofilm halindeki bakterilere etki ettiği minimum bakterisidal konsantrasyon (MBK) değerlerini tespit etmektir. Biyofilme etkili en düşük dozun nano gümüş sülfadiazin için 512 µl ml⁻¹, nano benzalkonyum klorür için 128 µl ml⁻¹ olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar üretici firma tarafından nano gümüş sülfadiazin ve nano benzalkonyum klorür dezenfektanlarının final konsantrasyonlarını belirlemek için değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Benzalkonyum klorür, biyofilm, dezenfeksiyon, gümüş nanoteknoloji, sülfadiazin

Investigation the Efficacy of Nano Silver Sulfadiazine and Benzalkonium Chloride Disinfectants on Planktonic Bacteria and Biofilm Layer

ABSTRACT: Rapid developing nanotechnology has provided creation of new products in nano size finding usage in science and technology applications. Nanoparticles provide benefits on different scientific fields as well as using them in production of industrial products. Especially, production of disinfectants using antimicrobial properties of nanoparticles increases against microorganisms that are industrially and clinically important. Silver sulfadiazine and the benzalkonium which are examples of the quaternary ammonium compounds, has been used for a long time as a disinfectant, have been known that they show bacteriostatic and bacteriocidal effect on bacteria, some viruses, fungus and protozoa according to the concentration. Some bacteria such as *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* are clinically and industrially harmful. In addition, these bacteria can cause economic problems with their biofilm structure. Indefensible planktonic cells are affected by this circumstance very easily. The protected biofilm bacteria continue to resist against the disinfectant. The aim of the recent study is to examine minimum bactericidal concentration (MBC) values of nano silver sulfadiazine and nano benzalkonium chloride against planktonic and biofilm forms of these bacteria to determine time and concentration. The minimal effective dose in biofilms were determined as 512 µl ml⁻¹ for nano silver sulfadiazine and 128 µl ml⁻¹ for nano benzalkonium chloride, respectively. Results of this study were evaluated by the producer to determine the final concentration of nano silver sulfadiazine and nano benzalkonium chloride.

Keywords: Biofilm, benzalkonium chloride, disinfections, nanotechnology, silver sulfadiazine

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji, İstanbul, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: İrfan TÜRETGEN, turetgen@istanbul.edu.tr

GİRİŞ

Dezenfeksiyon, mikrobiyal kontaminasyon sonrası olası bir enfeksiyonu engellemek için cansız nesnelere üzerinde bulunan, potansiyel olarak patojen mikroorganizmaları yok eden veya üremesini durduran, genellikle endosporları etkilemeyen, hastanelerde sıklıkla dezenfektan adı verilen kimyasal maddelerle, bazen de mekanik temizlik veya sıcaklık uygulamaları ile gerçekleştirilen bir uygulamadır (Gürler, 2003).

Bakteri kontaminasyonunu kontrol etmenin başlıca yollarından biri etkin bir dezenfeksiyon işleminin yapılmasıdır. Antibakteriyel madde üreten firmaların endüstriyel sistemlerin dekontaminasyonu için çeşitli biyositler ve konsantrasyonlar önermektedir. Fakat üreticiler tarafından önerilen bu konsantrasyonlar her sistem ve hedef mikroorganizma için her zaman uygun olmayabilir (Kimiran-Erdem ve ark., 2007; Şanlı-Yürüdü ve ark., 2007). Ayrıca uygulanan geleneksel dezenfektan aktivite testleri ile sadece planktonik bakterilere karşı minimum bakterisidal konsantrasyon (MBK) belirlenirken, biyofilmlere etkili olacak konsantrasyon belirlenmemektedir. Bu biyositler planktonik hücreler üzerine güçlü bir etki gösterirken biyofilm tabakası içine güç ulaşmakta ve biyofilm bakterileri bunlara karşı direnç oluşturabilmektedir. Bu nedenle bakterilerin planktonik formları yanında, düşük konsantrasyonlarda bile biyofilm tabakasına bakterisidal etki gösteren dezenfektanların üretimi oldukça önemlidir (Marsik and Denys, 1995). *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* ve *Klebsiella pneumoniae* çevremizde bulunan, enfeksiyona neden olan, klinik ve endüstriyel önemi bulunan bakterilerdir (Erdem,1999; Baştürk, 2005; Bayhün, 2008; Çelik, 2009; Ünal, 2011; Kuba, 2012).

Gelişmekte olan yeni teknolojiler, hayatımıza “nano” özellikli ürünler kazandırmıştır. Hızlı gelişim gösteren bir alan olarak ortaya çıkan nanoteknoloji, bilim ve teknoloji uygulamalarının birlikte kullanılması ile nano düzeyde yeni ürünler oluşturulmasını sağlamıştır. Boyut olarak 10-100 nanometre aralığında yer alan bu ürünler “nanoteknolojik ürün” olarak isimlendirilmektedirler. Nanoteknolojide kullanılan nano yapıları materyallerin kimyasal sentezlerinin ve süreçlerinin kapsamı çok geniş olup optik, elektronik,

manyetik, biyolojik ve biyomedikal gibi birçok uygulama alanına sahiptir (Koch, 2000).

Mevcut çalışmanın amacı, nanoteknolojik özellikli dezenfektan olan nano gümüş sülfadiazin ve nano benzalkonyum klorürün *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *E. coli* ve *K. pneumoniae* bakterilerinin biyofilm ve planktonik formlarına etki ettiği minimum bakterisidal konsantrasyon (MBK) değerlerini tespit etmektir. Ayrıca Alamar mavisi boyama yönteminden alınacak sonuçların klasik mikrobiyolojik kültür sonuçlarıyla kıyaslanması hedeflenmiştir. Dezenfektanların biyofilm içindeki bakterilere karşı etkili olduğu minimum bakterisidal konsantrasyonları ve etkinliğine dair elde edilen sonuçlar doğrultusunda üretici firmanın piyasaya sunacağı dezenfektan konsantrasyonlarını doğru olarak pazara arz edebilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada ATCC kültür koleksiyonlarından temin edilen *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Escherichia coli* ATCC 8739, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 ve *Klebsiella pneumoniae* ATCC 43816 suşları kullanılmıştır. Nano benzalkonyum klorür ve nano gümüş sülfadiazin dezenfektanlarının MBK değerleri, Clinical Laboratory Standards Institution (CLSI) tarafından bildirilen mikrodilüsyon yöntemi esas alınarak araştırılmıştır (CLSI, 2006). Ayrıca, deneyde kullanılan dezenfektanlar için nötralizan etkinliği ve toksisite testleri de yapılmıştır. Suşların çoğaltılması için nutrient agar plaklarına ekim yapılmış, 37°C’lik etüvde bir gece bekletildikten sonra oluşan kolonilerden 10 ml nutrient broth bulunan tüpte süspansiyonları hazırlanmıştır. Ticari olarak temin edilmiş olan Mc Farland serisinin 0.5 tüpünün bulanıklığı, spektrofotometre cihazında 600 nm dalga boyunda 0.132 absorbansa denk gelmektedir. Kültürden uygun sulandırım yapıp, aynı absorbansa denk gelmesi sağlanarak bakteri yoğunluğunun yaklaşık olarak 10^8 kob ml⁻¹ bulanıklığına denk gelmesi sağlanmıştır. Bakteri suşlarının nutrient agar plağında üremiş 24 saatlik kolonilerinden 10^8 kob ml⁻¹lik süspansiyon, 100 kat seyreltilerek 10^6 kob ml⁻¹ bakteri içeren tüpler hazırlanmıştır. Eppendorf marka 96 gözlü kuyu zeminli, polipropilen mikropleyt kuyucuklarına 50 µl gümüş sülfadiazin ve benzalkonyum klorür dezenfektanlarının ikişer kat azalan konsantrasyonları ek-

lenmiş ve daha sonra bu kuyucuklara hazırlanan bakteri süspansiyonundan 50'şer µl ilave edilmiştir. Böylece dezenfektanların son konsantrasyonları steril distile su kullanılarak, seri dilüsyonla % 4'lük gümüş sülfadiazin için 256 µl ml⁻¹ (% 1.024), 128 µl ml⁻¹ (% 0.512), 64 µl ml⁻¹ (% 0.256), 32 µl ml⁻¹ (% 0.128), 16 µl ml⁻¹ (% 0.064) olacak şekilde ayarlanmıştır. % 0.5'lik benzalkonyum klorür için 256 µl ml⁻¹ (% 0.128), 128 µl ml⁻¹ (% 0.064), 64 µl ml⁻¹ (% 0.032), 32 µl ml⁻¹ (% 0.016), 16 µl ml⁻¹ (% 0.008), 8 µl ml⁻¹ (% 0.004), 4 µl ml⁻¹ (% 0.002) konsantrasyonları hazırlanmıştır. Biyosit-bakteri karışımına 0, 15, 30, 60. dakika ve 24. saat temas süreleri sonunda 100 µl nötralize edici karışım (gümüş sülfadiazin için % 2.5 sodyum tiyosülfat, % 1 sodyum tiyoglikolat benzalkonyum klorür için % 3 Tween 80, % 0.3 lesitin) eklenmiştir. 5 dakika bekleme süresinin ardından bu karışım 10⁻³ ve 10⁻⁴ oranında seyreltilmiş ve nutrient agar plaklarına ikişer tekrarlı 100'er µl yayılmıştır. Ekim yapılan nutrient agar plakları 37°C sıcaklıktaki etüvde 24 saat bekletildikten sonra minimal bakterisidal konsantrasyon tayini için üremenin görülmediği minimum doz tespit edilmiştir.

Biyofilm deneyi için, bakteri suşlarının nutrient agarda bulunan 24 saatlik kolonilerinden, yukarıda Mc Farland serisi kullanılarak anlatıldığı şekilde 10⁶ kob ml⁻¹ süspansiyonları hazırlanmış ve 200'er µl alınarak 96 kuyucuklu mikroplytlere dağıtılarak 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılarak yüzeylere yapışması beklenmiştir. İnkübasyon süresi sonunda üst sıvı uzaklaştırılmış ve yapışmamış bakterilerin yüzeyden uzaklaştırılması için steril fosfat tamponu ile ek bir yıkama yapılmıştır. Böylece planktonik fazda bulunan bakteri hücreleri ortadan kaldırılarak 24 saatlik biyofilm tabakası deneylerde kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir. Biyofilm tabakası bulunan kuyulara, % 4'lük gümüş sülfadiazin için 512 µl ml⁻¹ (% 2.048), 256 µl ml⁻¹ (% 1.024), 128 µl ml⁻¹ (% 0.512), 64 µl ml⁻¹ (% 0.256), 32 µl ml⁻¹ (% 0.128) ve % 0.5'lik benzalkonyum klorür için 512 µl ml⁻¹ (% 0.256), 256 µl ml⁻¹ (% 0.128), 128 µl ml⁻¹ (% 0.064), 64 µl ml⁻¹ (% 0.032), 32 µl ml⁻¹ (% 0.016), 16 µl ml⁻¹ (% 0.008), 8 µl ml⁻¹ (% 0.004) konsantrasyonlardan 100'er µl eklenmiştir. 0, 15, 30, 60. dakika ve 24. saat temas süreleri sonunda biyosit-biyofilm karışımına 100'er µl nötralize edici karışım (gümüş sülfadiazin için % 2.5 sodyum tiyosülfat, %1 sodyum tiyoglikolat benzalkonyum klorür için

% 3 Tween 80, % 0.3 lesitin) eklenmiştir. Beş dakika bekleme süresinin ardından bu karışıma yavaşça pipetaj yapılarak yüzeydeki biyofilm tabakası kaldırılıp homojen bir karışım elde edilmiştir. Daha sonra bu karışım 10⁻³ ve 10⁻⁴ oranında seyreltilmiş ve nutrient agar plaklarına ikişer tekrarlı 100'er µl yayılmıştır. Ekim yapılan nutrient agar plakları 37°C sıcaklıktaki etüvde 24 saat bekletildikten sonra minimal bakterisidal konsantrasyon tayini için üremenin görülmediği minimum doz tespit edilmiştir. Süspansiyon testleri için yönerge ve standartlar varken, biyofilm tabakasındaki bakterilerin dezenfektan testleri için kabul görmüş standartlar bulunmamaktadır. O nedenle biyofilm deneyinde daha önceki çalışmalarda edinilen sonuçlar doğrultusunda ideal olduğunu düşünülen miktar, süre, konsantrasyon gibi parametreler kullanılmıştır. Ayrıca biyofilm deneyinde kuyuların tüm cidarına bakterinin yapışması için miktarda daha fazla inokulum konması şart olmaktadır. Oranlar kuyu hacmine göre final konsantrasyonu karşılaması için özenle hesaplanmıştır.

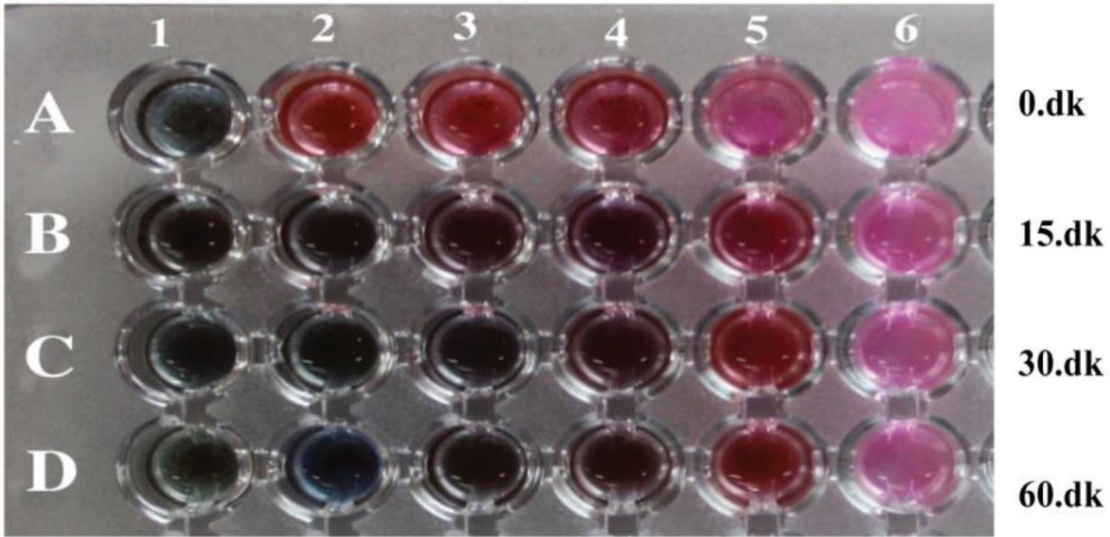
Sonuçlar klasik mikrobiyolojik kültür ve Alamar mavisi ile boyama yöntemiyle kayıt edilmiştir. Ölçülen absorbans değerleri, bakterinin olmadığı (blank) ve dezenfektanın olmadığı (kontrol) gruplarıyla karşılaştırılarak elde edilen sonuçlar kültür sonuçları ile birlikte değerlendirilmiştir. Canlılığı tespit etmek için kolay, düşük maliyetli, tekrarlanması mümkün olan ve biyofilm duyarlılığını ölçen ek bir yöntem daha ihtiyaç duyulmaktadır. Alamar mavisi boyama yöntemi, metabolik aktivite tespitine dayanan kolorimetrik bir indikatör içerir. Redoks indikatörü olan Alamar mavisi adlı boya yaygın olarak planktonik bakteri ve mantar duyarlılık testlerinde, hücre kültürü sitotoksite testlerinde kullanılmaktadır (Page et al., 1993; Pfaller and Barry, 1994; To et al., 1995; Baker and Tenover, 1996; Collins and Franzblan, 1997; Back et al., 1999). Alamar mavisi boyama yöntemi kolay, tek adımdan oluşan prosedüre sahip ve yüksek verimlilik sağlayan bir testtir. Alamar mavisi suda çözünebilir olduğundan diğer yaygın yöntemlerde ihtiyaç duyulan yıkama, fiksasyon ve ekstraksiyon gibi işlemlere gerek duyulmaz. Alamar mavisi araştırıcı ve uygulanan hücreler için toksik değildir. Bu nedenle çalışılması güvenlidir ve test hücrelerinin metabolizmalarına müdahale etmez. Alamar mavisi, çok uzun inkübasyonun mümkün olduğu kinetik çalışmalarda bile stabildir (Pettit et al., 2005).

Hücrelerin bulunduğu örneğe Alamar mavisi boyası eklendiğinde, boyanın okside formu sitosole girer ve FMNH₂, FADH₂, NADH, NADPH ve sitokromlardan gelen elektronlarca redüklenerek indirgenmiş forma dönüştürülür (Al-Nasiry, 2007). İndirgenme ile Alamar mavisi renk değişimine uğrar. Değişimin oranı hücre canlılığının oranını belirtir.

Üremenin devam etmesi indirgenmiş bir ortam oluştururken, üremenin azalması oksidatif bir ortam oluşturur. Oksitlenmiş ortam mavi renkliden, redüklenmiş ortam ise floresan özellik içerir ve pembe renklidir. Eğer ortamda bir üreme gerçekleşiyorsa mavi renk olan boya redüklenerek pembe renge dönüşmeye

başlar. Renk değişimi ile veriler gözle görülebilir, ancak absorbans veya floresan bazlı cihazlarla ölçülebilir (Pettit et al., 2005). Deneyde spektrofotometrik ölçümlerin tümü mikroplyet okuyucu spektrofotometre cihazı yardımıyla yapılmıştır (ThermoScientific™ Multiskan™ GO Microplate Reader). 570 nm dalga boyunda redüksiyon absorbans değerleri ölçülerek sonuçlar kaydedilmiştir.

Renk değişiminden önceki kuyucuklara karşılık gelen dezenfektan dozlarına sahip kuyucuklardan alınan inokulumlar uygun besiyeri içeren Petri kutularına ekilmiş, üremenin görülmediği en düşük doz MBK değeri olarak kaydedilmiştir.



Şekil 1. Alamar mavisi ile muamele sonrasında mikroplyette gözlenen renk değişimleri. Kantitatif tayin cihaz tarafından yapılmaktadır. Görsel sadece renk değişimini göstermek için verilmiştir (koyu mavi renk okside form iken pembe renk boyanın redüklenmiş formudur).

Kullanılan bakterilerin nötralizandan ve test prosedüründen olumsuz yönde etkilenmediğini doğrulamak ve çalışmada kullanılan dezenfektanları etkin bir şekilde nötralize eden ajanın seçimini sağlamak amacıyla CEN'in (European Committee for Standardisation) dezenfektanların bakterisidal aktivitelerinin tayin edilmesinde önerdiği EN 1276 standardında bildirilen validasyon testleri uygulanmış, sonuçlar bu standardın önerdiği kriterler doğrultusunda değerlendirilmiştir (Mataracı, 2010). Deneylerde elde edilen sayıların ortalamaları baz alınarak, tek yönlü varyans analizi ve Post-Hoc (çoklu karşılaştırma) analizi gerçekleştirilmiştir. Anlamlılık düzeyi $p < .05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada farklı konsantrasyondaki nano gümüş sülfadiazinin ile nano benzalkonyum klorürün *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *E. coli*, *K. pneumoniae* bakteri suşlarının süspansiyon ve mikroplyetlerde oluşturulmuş 24 saatlik biyofilmine karşı 0, 15, 30, 60. dakika ve 24 saatlik temas süreleri sonucunda bakteri sayısının minimum 3 log (%99.9) düşüş gösterdiği konsantrasyon bulunarak MBK değerleri saptanmıştır. Besiyeri olarak nutrient agarın kullanıldığı deneylerde elde edilen MBK değerleri Çizelge 1 ve 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 1'deki sonuçlara göre *S. aureus* suşunun diğer Gram (-) bakterilere göre nano gümüş sülfadiazine

daha dirençli olduğu, süspansiyon halindeki bakterilerin biyofilm oluşturdıkları zaman MBK değerlerinin artış gösterdiği ve en fazla artışın *P. aeruginosa* suşunda meydana geldiği saptanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda, gümüş sülfadiazinin 24 saatlik

temas sürelerine bakıldığında süspansiyon halindeki bakteriler için 256 $\mu\text{l ml}^{-1}$ (% 1.024), biyofilm için ise 512 $\mu\text{l ml}^{-1}$ (% 2.048) gümüş sülfadiazin içeren final konsantrasyonun bakteriler üzerinde bakterisidal etki oluşturduğu görülmüştür.

Çizelge 1. Nano gümüş sülfadiazinin farklı temas sürelerinde planktonik ve biyofilm halindeki bakteri suşlarına karşı saptanan MBK değerleri ($\mu\text{l ml}^{-1}$)

| | Planktonik | | | | | Biyofilm | | | | |
|----------------------|------------|-------|-------|-------|---------|----------|-------|-------|-------|---------|
| | 0.dk | 15.dk | 30.dk | 60.dk | 24.saat | 0.dk | 15.dk | 30.dk | 60.dk | 24.saat |
| <i>S. aureus</i> | >256 | >256 | >256 | >256 | 256 | >512 | >512 | >512 | >512 | 512 |
| <i>P. aeruginosa</i> | >256 | 128 | 128 | 128 | 128 | >512 | >512 | 512 | 512 | 512 |
| <i>E. coli</i> | >256 | >256 | 128 | 128 | 128 | 512 | 512 | 256 | 256 | 256 |
| <i>K.pneumoniae</i> | >256 | >256 | 128 | 128 | 128 | 512 | 512 | 256 | 256 | 256 |

Çizelge 2’deki sonuçlara göre nano benzalkonyum klorüre karşı bakterilerin süspansiyon hallerinden en fazla direnci *K. pneumoniae* göstermiştir. Biyofilm fenotipinde ise en az direnç *K. pneumoniae* suşuna aittir. Gümüş sülfadiazinde olduğu gibi biyofilm oluşturdıklarında bakterilere etki eden MBK değerleri artmış ve süspansiyon haline göre biyofilmde en fazla direnç oluşturan bakteri 24. saat sonucuna göre *P. aeruginosa* olmuştur. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde benzalkonyum klorürün 24 saatlik temas sürelerinde planktonik bakteriler için 64 $\mu\text{l ml}^{-1}$

(% 0.032), biyofilmdekiler içinse 128 $\mu\text{l ml}^{-1}$ (% 0.064) değerlerinin final konsantrasyon olarak etkili olduğu tespit edilmiştir.

Alamar mavisi boyama yöntemi ile 24 saatlik biyofilm deneyinde alınan sonuçlar 24 saatlik biyofilm bakterilerinin klasik mikrobiyolojik kültür sonuçları ile uyumlu çıkmıştır (Çizelge 3). Ölçülen absorbans değerleri, dezenfektanın olmadığı kontrol gruplarının dezenfektan içerenlerle kıyaslanarak elde edilmiş olup, sonuçlar kültür sonuçlarıyla birlikte değerlendirilmiştir (Back et al., 1999).

Çizelge 2. Nano benzalkonyum klorürün farklı temas sürelerinde planktonik ve biyofilm halindeki bakteri suşlarına karşı saptanan MBK değerleri ($\mu\text{l ml}^{-1}$)

| | Planktonik | | | | | Biyofilm | | | | |
|----------------------|------------|-------|-------|-------|---------|----------|-------|-------|-------|---------|
| | 0.dk | 15.dk | 30.dk | 60.dk | 24.saat | 0.dk | 15.dk | 30.dk | 60.dk | 24.saat |
| <i>S. aureus</i> | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 512< | 128 | 128 | 128 | 64 |
| <i>P. aeruginosa</i> | 32 | 16 | 16 | 16 | 16 | 256 | 128 | 128 | 128 | 128 |
| <i>E. coli</i> | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 512 | 128 | 128 | 64 | 64 |
| <i>K.pneumoniae</i> | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 128 | 64 | 64 | 64 | 64 |

Çizelge 3. Nano benzalkonyum klorür ve nano gümüş sülfadiazinin ($\mu\text{l ml}^{-1}$) 24 saatlik biyofilmlere karşı alamar mavisi boyama yöntemi ile spektrofotometrede saptanan absorpsiyon değerleri

| | Nano Benzalkonyum Klorür | | | | | Nano Gümüş Sülfadiazin | | | | |
|----------------------|--------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Kontrol | 64 μl | 128 μl | 256 μl | 512 μl | Kontrol | 64 μl | 128 μl | 256 μl | 512 μl |
| <i>S. aureus</i> | 0.689 | 0.598 | 0.226 | 0.219 | 0.219 | 0.689 | 0.645 | 0.656 | 0.612 | 0.298 |
| <i>P. aeruginosa</i> | 0.661 | 0.613 | 0.186 | 0.189 | 0.191 | 0.661 | 0.603 | 0.603 | 0.599 | 0.303 |
| <i>E. coli</i> | 0.701 | 0.644 | 0.213 | 0.201 | 0.188 | 0.701 | 0.685 | 0.666 | 0.648 | 0.245 |
| <i>K.pneumoniae</i> | 0.669 | 0.632 | 0.244 | 0.239 | 0.203 | 0.669 | 0.614 | 0.602 | 0.590 | 0.271 |

Kuda et al. (2008), paslanmaz çelik yüzeydeki *E. coli*, *P. aeruginosa* ve *S. aureus* hücrelerinin benzalkonyum klorüre karşı direncini incelemiş, *E. coli* ve *S. aureus*'un 10 dakikada 0.5 mg ml^{-1} konsantrasyonda 2 ila 6 log düşüş gösterdiğini, *P. aeruginosa*'nın 2.0 mg ml^{-1} konsantrasyonda inaktive olduğunu tespit etmiştir. Çalışmamızda benzalkonyum klorürün 15. dakikada *S. aureus*, *P. aeruginosa* ve *E. coli* biyofilminde bakteri sayısında 3 log azalma sağlayan MBK değerlerinin $128 \mu\text{l ml}^{-1}$ (% 0.064), *K. pneumoniae* biyofilmi için $64 \mu\text{l ml}^{-1}$ (% 0.032) olduğu sonucuna varılmıştır. Kuda et al. (2008) yapmış oldukları çalışma sonucunda 10. dakikada *P. aeruginosa* biyofilmine etki eden konsantrasyonun, *S. aureus* ve *E. coli* benzalkonyum klorüre göre daha fazla olduğunu saptamışken, sonuçlarımıza göre 15. dakikada etkili olan konsantrasyon aynıdır. Öte yandan, bu bakteriler biyofilm oluşturdıklarında her iki dezenfektana karşı en fazla direnci *P. aeruginosa* oluşturmaktadır. Benzer birçok çalışmada olduğu gibi, biyofilm bakterilerinin planktonik formdaki bakterilere göre beklendiği üzere daha dirençli oldukları gösterilmiştir. Benzalkonyum klorür ile yapılan çalışmalarla kıyasladığımızda, bulduğumuz MBK değerlerinin diğer çalışmalarla uygunluk gösterdiği tespit edilmiştir (Koch, 2000; Gürler, 2003).

SONUÇ

Bu veriler ışığında, firmanın üreteceği dezenfektan içerisindeki nano benzalkonyum klorür final konsantrasyonunun $\geq \% 0.1$, nano gümüş sülfadiazin oranının ise $\geq \% 2$ olması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu değerler deneylerde kullanılan bakterilerin türden bağımsız olarak tümünü öldürebilecek, deneyde elde edilen en yüksek MBK değerlerinin yüzde olarak fi-

nal konsantrasyonudur. Dezenfektanların bakterilere etki eden MBK değerlerini saptamak için klasik kültür yönteminin yanında Alamar mavisi boyama yöntemi de uygulanmıştır. Alamar mavisi boyama yöntemi 24 saatlik biyofilm deneyinde yine aynı saate denk gelen klasik kültür yöntemi ile yakın sonuçlar vermiş olup istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu çalışma ile Alamar mavisi boyama yönteminin biyosit etkinlik testlerinde de sağlıklı şekilde kullanılabilmesi gösterilmiştir. Ancak kendisine uygun nötralizan ile birleştiğinde dibe çökelti yapan dezenfektanlar için Alamar mavisi boyama yöntemi uygun değildir. Zira spektrofotometre cihazında yanlış okumalara yol açabilmektedir. Türkiye'de üretilen ve piyasaya sürülmüş dezenfektanlar içinde final konsantrasyonu akselik biyofilme karşı hem klasik mikrobiyolojik kültür hem de ek bir alternatif metotla sağlaması yapılarak test edilmiş dezenfektanla ilgili başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 36725 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Al-Nasiry S, Geusens N, Hanssens M, Luyten C, Pijnenborg R, 2007. The use of Alamar Blue assay for quantitative analysis of viability, migration and invasion of choriocarcinoma cells. *Human Reproduction*, 22(5): 1304–1309.
- Back SA, Khan R, Gan, X Rosenberg PA, Volpe JJ, 1999. A new alamar blue viability assay to rapidly quantify oligodendrocyte death. *Journal of Neuroscience Methods*, 91: 47–54.
- Baker CN, Tenover FC, 1996. Evaluation of alamar colorimetric broth microdilution susceptibility testing method for staphylococci and enterococci. *Journal of Clinical Microbiology*, 34: 2654–2659.
- Bayhün S, 2008. Klinik ve gıda kaynaklı örneklerden izole edilen *Staphylococcus aureus*'un antibiyotik dirençliliklerinin karşılaştırılması ve beta-laktamaz aktivitesinin değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, 102 s.
- Baştürk S, 2005. *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Acinetobacter baumannii* suşlarında çeşitli kinolon grubu antibiyotiklerin duyarlılıklarının araştırılması. Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Uzmanlık Tezi, 88s.
- Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI), 2006. http://simpleshovoflove.weebly.com/uploads/1/4/0/7/14073276/agar_dilution_assay.pdf (Erişim tarihi: 07 Aralık, 2016).
- Collins LA, Franzblau S G, 1997. Microplate alamar blue assay versus BACTEC 460 system for high-throughput screening of compounds against *Mycobacterium tuberculosis* and *Mycobacterium avium*. *Antimicrobial Agents Chemotherapy*, 41: 1004–1009.
- Çelik B, 2009. Doğadan ve klinik örneklerden izole edilen *Pseudomonas* bakterilerinin değişik fenotipik özelliklerinin farklı yöntemlerle araştırılması. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 79 s.
- Erdem B, 1999. Temel ve Klinik Mikrobiyoloji, Güneş Kitabevi, Ankara, 551-558.
- Gürler B, 2003. Dezenfektan seçimi ve dezenfektanların kullanımı konusunda güncel rehberler, 3. Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongre Kitabı, Simad Yayınları, Samsun, 159-168.
- Koch CC, 2000. Nanostructured materials processing, properties and potential applications. Noyes Publications William Andrew Publishing, New York, USA. 569 p.
- Kuba M, 2012. İçme suyu pompalarında *Escherichia coli*'nin oluşturduğu biyofilm yapısının incelenmesi ve oluşmasının önlenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 114s.
- Kuda T, Yano T, Kuda MT, 2008. Resistances to benzalkonium chloride of bacteria dried with food elements on stainless steel surface. *Learning with Texts*, 41: 988-993.
- Marsik FJ, Denys GA, 1995. Sterilization, decontamination and disinfection procedures for the microbiology laboratory, ASM Press, Washington, 86-71.
- Mataracı E, 2010. *Pseudomonas aeruginosa*'nın planktonik ve biyofilm kültürlerine karşı çeşitli dezenfektanların antimikrobik etkilerinin araştırılması. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 88s.
- Kimiran-Erdem A, Şanlı-Yürüdü NO, Çotuk A, 2007. Efficacy of a quaternary ammonium compound against planktonic and sessile populations of different *Legionella pneumophila* strains. *Annals of Microbiology*, 57 (1): 121-126.
- Page B, Page M, Noel C, 1993. A new fluorometric assay for cytotoxicity measurements *in vitro*. *International Journal of Oncology*, 3: 473–476.
- Pettit RK, Weber CA, Kean JM, Hoffmann H, Pettit GR, Tan R, Franks SK, Horton ML, 2005. Microplate alamar blue assay for *Staphylococcus epidermidis* biofilm susceptibility testing. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 49(7): 2612-2617.
- Pfaller MA, Barry AL, 1994. Evaluation of a novel colorimetric broth microdilution method for antifungal susceptibility testing of yeast isolates. *Journal of Clinical Microbiology*, 32: 1992–1996.
- Şanlı-Yürüdü NO, Kimiran-Erdem A, Çotuk A, 2007. Studies on the efficacy of chloramine t trihydrate (N-chloro-p-toluene sulfonamide) against planktonic and sessile populations of different *Legionella pneumophila* strains. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 210: 147–153.
- To W, Fothergill AW, Rinaldi MG, 1995. Comparative evaluation of macrodilution broth methods for antifungal susceptibility testing of yeast isolates. *Journal of Clinical Microbiology*, 33: 2660–2664.
- Ünal D, 2011. Çeşitli klinik örneklerden izole edilen *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Staphylococcus* ve *Candida* cinsi mikroorganizmalarda biyofilm varlığının araştırılması. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 145s.

Nur Dağları'nın (Amanoslar) Orta Kesiminin Farklı Yamaçlarında Bitki İndeks Değişiminin İzlenmesi

Mehmet Ali ÇELİK¹, Ali Ekber GÜLERSOY²

ÖZET: Nur Dağları gerek bulunduğu coğrafi konumdan gerekse iklim ve topografya koşullarından dolayı Türkiye'nin önemli biyolojik zenginlik alanlarından biridir. Türkiye'de bulunan bitki cinslerinin yaklaşık yarısını içeren Nur Dağları'nın izlenmesi ve buradaki bitki örtüsüne etki eden ekolojik unsurların anlaşılması önemlidir. Bu çalışmada, "bakı faktörünün Nur Dağları orta kesiminde bitki indeks değerleri değişiminde ne gibi etkileri olmaktadır?" sorusunun cevabı aranmıştır. Bitki indeks modelleri kullanılarak, Nur Dağları'nın orta kesiminde 16 günlük zamanda doğu ve batı yamaçlara (doğu-batı yönlü 36 km'lik bir mesafede) ait vejetasyon koşulları incelenmiştir. Sonuçlar, batı yamaçtaki bitki örtüsünün yılın tüm dönemlerinde, doğu tarafa oranla, daha yüksek fotosentez aktivite yaptığını göstermektedir. Böylesi bir çalışmanın bitki örtüsünün hangi coğrafi koşullarda daha yüksek fotosentez aktivite yaptığını sorgulayan araştırmaları teşvik etmesi amaçlarımız arasındadır. Bunun yanında söz konusu çalışmalar vejetasyon temelli araştırmalar yapan devlet kurumları ve bilim çevrelerine önemli bir katkı teşkil edebilecektir.

Anahtar Kelimeler: Bakı, bitki örtüsü, iklim, Nur Dağları, uzaktan algılama

Monitoring Change of Vegetation Index Values in Different Side of The Middle Part of Nur Mountains (Amanos Mountains)

ABSTRACT: Nur Mountains is one of important biological richness areas of Turkey because of both its geographical position on which it is located and its changing climatological and topographical conditions. It is important to monitor Nur Mountains consisting roughly half of plant types present at Turkey, and to understand ecological elements having an effect upon vegetation cover here. In this study, we sought an answer to the question that "what sort of effects do the exposure factor upon vegetation cover in the middle part of Nur Mountains?". By using vegetation index values, we investigated vegetation conditions belonging to east and west sides of it (at an east-west direction distance of 36 km) during a time period of 16-days in the middle part of Nur Mountains. Results show that the vegetation cover on the west side performed more photosynthetic activity during whole periods of the year compared to the east side. Our wish is that such a study has encouraged researches which question under which geographical conditions the vegetation cover has performed more photosynthetic activity. Besides that, the said studies would be able to comprise an important basis for government agencies and scientific environments doing researches on such as vegetation, forest etc.

Key Words: Climate, exposure, Nur Mountains, remote sensing, vegetation cover

¹ Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya, Kilis, Türkiye

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Sosyal Bilimler ve Türkçe Eğitimi, İzmir, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Mehmet Ali ÇELİK, mehmet.ali.celikk@gmail.com

GİRİŞ

Türkiye'nin orta kuşağın güneyinde bulunması, etrafının denizlerle çevrili olması, sıradağlar halinde dağ kuşaklarının uzanması ve bunlara bağlı olarak değişik iklim tiplerinin hüküm sürmesi dikkate değer ölçüde biyolojik çeşitliliğe sahip olmasına neden olmuştur (Avcı, 1993; Avcı, 2005). Başka bir deyişle, Türkiye'de farklı iklim, toprak, topoğrafya koşullarının kısa mesafelerde yatay-düşey yönde değişmesi, çok çeşitli odunsu ve otsu bitkilere ve diğer birçok vejetasyon tiplerine ev sahipliği yapmasına yol açmıştır (Atalay, 1994; Karabulut, 2006).

Bakı; sıcaklık, buharlaşma ve yağış gibi elemanlarıyla iklimi, bitki örtüsü formasyonlarını ve fonksiyonlarını değişime uğratan en önemli doğal unsurlardandır (Erinç, 1977; Atalay, 1994; Günel, 2013). Bakının yerel ısınma farklılıkları yanında, bir yerin çevresine göre daha az veya daha çok yağış alması üzerinde de etkileri vardır. Bu durum, hava akımları ile taşınan nemli hava kütlelerine dönük yamaçların, dönük olmayanlara göre daha fazla yağış almasıyla ilgilidir (Atalay, 1994; Türkeş, 2010). Nitekim yağış, sıcaklık, buharlaşma ve bakı faktörünün değişmesine bağlı olarak bitki örtüsünün vejetasyon devresi, boyu ve fotosentez aktivitesi değişir (Atalay, 2008).

Bu çalışmada, bakı faktörünün bitki örtüsü fenolojik devresi ve fotosentez aktivitesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda çalışma alanı olarak gerek coğrafi konumu, iklim özellikleri, yüksek ve arızalı topografyası ile gerekse de litoloji ve toprak özellikleri sayesinde Türkiye'nin önemli bitki tür ve çeşitliliğine sahip alanlarından birisi olan (Aytaç ve Semenderoğlu, 2011) Nur Dağları seçilmiştir. Nur Dağları'nın bitki örtüsü ve çeşitliliği, sınırları içerisinde yer aldığı Güney Anadolu bitki örtüsüne göre önemli farklılıklar göstermektedir. Nitekim Nur Dağları florası, 91 familya, 419 cins ve 880 tür ile tanımlanmaktadır (Atalay, 1987). Türkiye florasında yaklaşık 850 cins olduğu (Davis, 1965) göz önünde bulundurulursa, Nur Dağları'nın Türkiye'de bulunan bitki cinslerinin yaklaşık yarısını içerdiği anlaşılmaktadır. Akdeniz Flora Bölgesi içerisinde yer alan Nur Dağları, Türkiye'de kızılçam (*Pinus brutia*) ormanlarının doğal yayılış gösterdiği

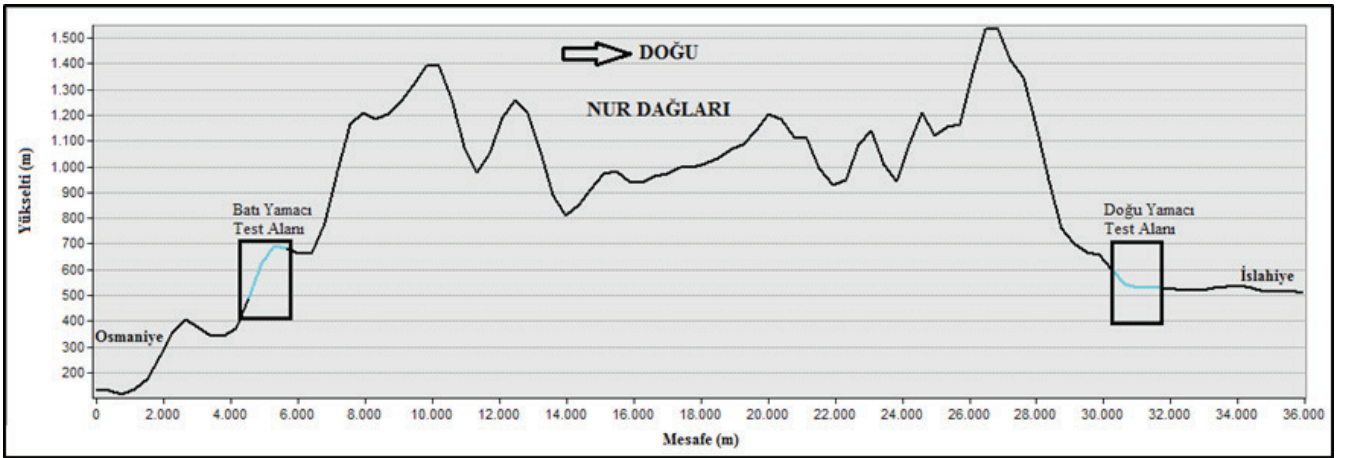
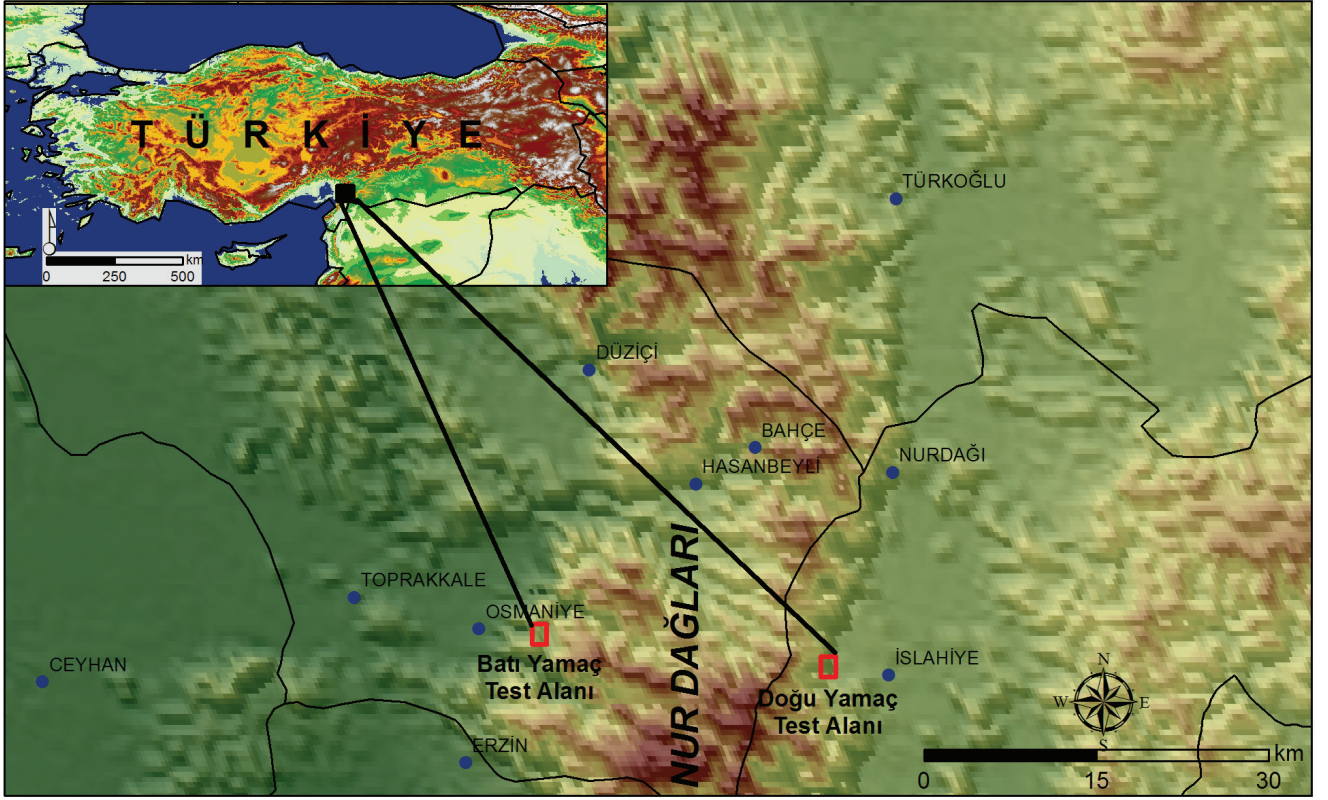
önemli alanlar arasındadır. Nur Dağları İskenderun-Antakya-Halep tarihi yolu üzerinde oluşu, bitki coğrafyası ve floristik açıdan gösterdiği ayrıcalıklar ile geçmişten bu yana pek çok araştırmacının ilgisini çekmiş ve bilimsel araştırmalara kaynak olmuştur (Davis, 1965; Akman, 197; Aytaç ve Semenderoğlu, 2012). Amanos Dağları bitki coğrafyası üzerine yapılan çalışmalar 1870'lere kadar dayanmaktadır (Altan, 1981). Son dönemlerde Dünya'da ve Türkiye'de bitki coğrafyası çalışmalarında uzaktan algılama teknikleri sıklıkla kullanılmaktadır (Karabulut, 2003; Brown et al., 2012; Çelik ve Karabulut, 2014). Çünkü uzaktan algılama teknikleri bitki çalışmalarında önemli kolaylık ve avantajlar sağlamaktadır. Bunun yanı sıra uzaktan algılama tekniklerine meteoroloji verileri entegre edilerek iklim ile vejetasyon koşulları arasındaki ilişkiler ortaya konulabilmektedir (Brown et al., 2008; Bothe et al., 2010; Çelik ve Karabulut, 2013).

Bu çalışmada Nur Dağları'nın orta kesimindeki bitki örtüsü uzaktan algılama tekniğiyle bitki indeks modeli oluşturmak suretiyle izlenmiştir. Bitki indeks modellerinden kesitler elde edilerek, Nur Dağları'nın orta kesiminde doğudan batıya doğru aynı bitki örtüsü türünde (iğne yapraklı orman) meydana gelen değişim ortaya konulmuş ve bu değişimin sebepleri üzerinde durulmuştur.

Çalışma Sahasının Yeri ve Özellikleri

Nur Dağları, İskenderun Körfezi kıyısında, Türkiye'nin en güney ucunda yer alan Kel Dağ'ın kuzeyinden başlayarak, güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda Kahramanmaraş'a kadar uzanarak, Amik Ovası ve Aşağı Asi Oluğu'nun kuzeybatı kesimini kesintisiz olarak sınırlar (Şekil 1). Orta Torosların bir parçası olan Nur Dağları, Güneydoğu Torosların Anadolu'daki başlangıcını oluşturur (Aytaç ve Semenderoğlu, 2014).

Doğu ve batı yamaçta belirlenen test alanlarının yükseltilerinin birbirine yakın olmasına dikkat edilmiştir. Batı yamaçta yer alan test alanının ortalama yükseltisi 600 m, en yüksek yeri 700 m ve en alçak noktası ise 500 m'dir. Nur Dağları'nın doğu yamacında bulunan test alanının ortalama yükseltisi ise 550 m'dir. Bu alanın en yüksek noktası 600 m, en alçak yeri 500 m'dir (Şekil 1).



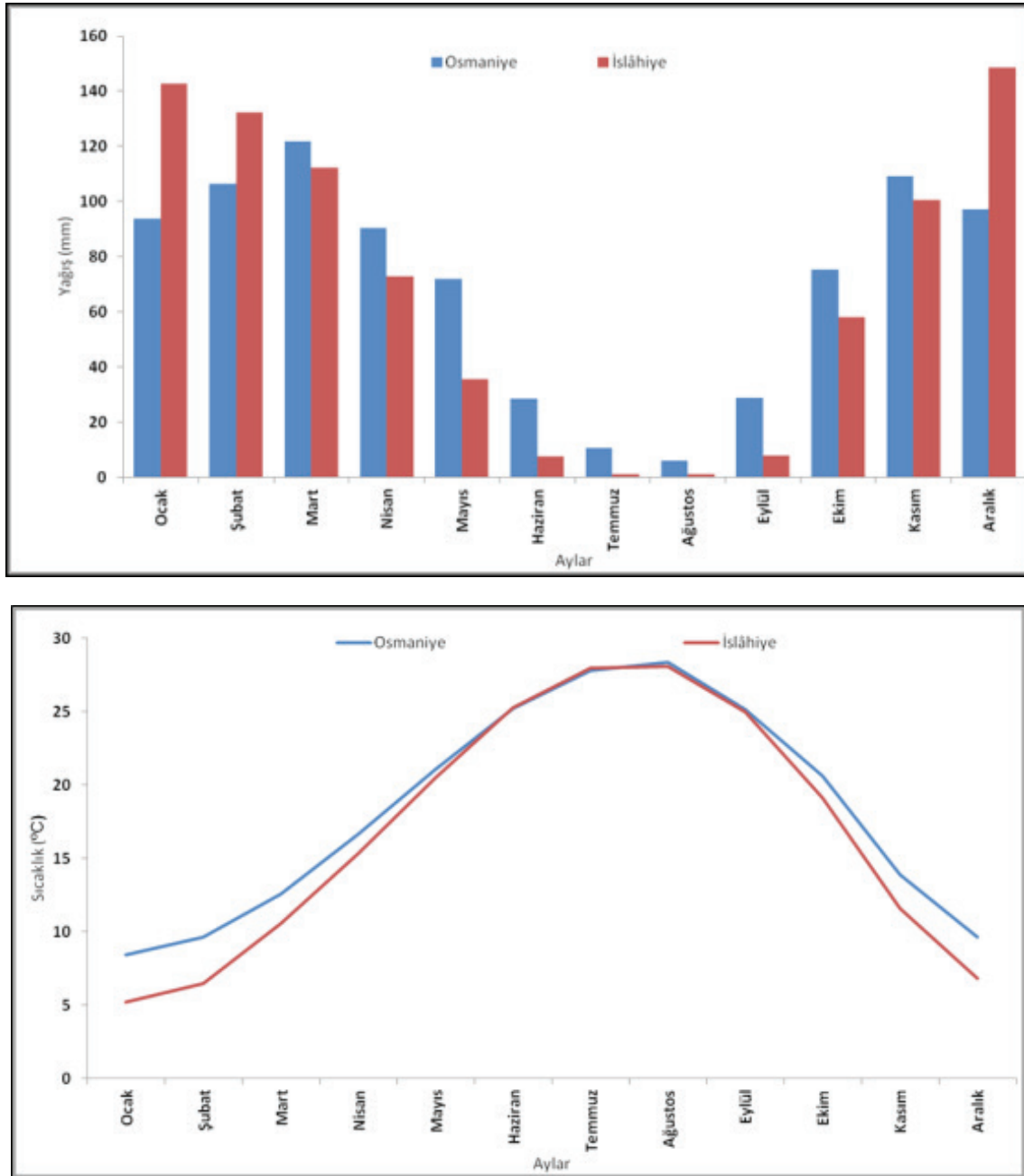
Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası (üstte) ve DEM verisinden üretilen çalışma alanına ait profil (altta).

Çizelge 1. Nur Dağları orta kesiminde doğu ve batı yamaçlardaki test alanlarının bazı doğal ortam özellikleri

| Test Alanı | Yükselti | Toprak | Jeoloji | Jeomorfoloji |
|---|----------|-----------------------------|---|--------------|
| Nur Dağları'nın Doğu Yamacında yer alan iğne yapraklı orman | 550 m | Kahverengi Orman Toprakları | Mesozoyik Kireçtaşı | Yamaç |
| Nur Dağları'nın Batı Yamacında Yer Alan İğne Yapraklı Orman | 600 m | Kahverengi Orman Toprakları | Mesozoyik Bazik İntrüzifler-Serpantin-Peridotit | Yamaç |

Araştırmamızda Nur Dağları'nın orta kesiminin batı ve doğu yamaçlarından test alanları belirlenmiştir. Çalışma alanının doğu yamacı batı yamacına oranla daha diktir ve Nur Dağları'nın doğusunda zirve ile ova tabanı arasındaki kot farkı aniden değişmektedir. Bu durum doğu yamaçta toprak oluşumu ve bitki örtüsüne etki etmektedir (Atalay, 2016). Batı yamaçta bitki örtüsü daha geniş alan kaplarken, doğu yamaçta eğimden dolayı toprak oluşumu ve bitki örtüsü gelişimi sınırlandırılmıştır.

Nur Dağları'nın batısında yer alan Osmaniye'nin ve doğusundaki İslâhiye'nin (Gaziantep) yağış ve sıcaklık özellikleri Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre, Osmaniye'nin uzun yıllar yağış ortalaması 818 mm, İslâhiye'nin ise 820 mm'dir. Osmaniye yağışlarının % 35'lik bir kısmını kış mevsiminde alırken, İslâhiye ise kış mevsiminde toplam yağışların % 51'lik bir kısmını almaktadır.



Şekil 2. (Solda) Nur Dağları'nın doğusunda yer alan İslâhiye ve batısındaki Osmaniye'nin yağış (üstte) ve sıcaklık verilerinin aylara göre dağılışı (altta).

Osmaniye'ye yıl içindeki en fazla yağış kış mevsiminden sonra ilkbahar aylarında düşmektedir. Bu dönem yağışları toplam yağışın % 34'lük bir kısmını teşkil etmektedir. İslâhiye de Osmaniye gibi yıl içinde kış mevsiminden sonra en fazla yağışını ilkbaharda (% 26) almaktadır. Osmaniye sonbahar aylarında toplam yağışların % 25'lik bir kısmını alırken, İslâhiye'de ise bu oran % 21'dir. Her iki merkez de en az yağışı yaz mevsiminde almaktadır. Osmaniye yaz mevsiminde toplam yağışlarının % 6'lık bir kısmını alırken, İslâhiye ise bu dönemde toplam yağışlarının % 2'lik bir kısmını almaktadır.

Osmaniye'nin uzun yıllar sıcaklık ortalaması 18.4 °C, İslâhiye'nin ise 16.8 °C'dir. Her iki merkez de en yüksek sıcaklıklara yaz mevsiminde ulaşmaktadır. Sonbahar ve kış ayları ile birlikte her iki merkezde de sıcaklık değerleri düşüş göstermektedir. Yıl içindeki ortalama sıcaklıkların en düşük olduğu ay her iki merkezde Ocak'tır. Ocak ayında İslâhiye'de sıcaklık ortalaması 5.2 °C iken Osmaniye'de 8.4 °C'dir (Şekil 2).

MATERYAL ve YÖNTEM

Uzaktan algılama tekniği, yeryüzündeki nesne veya nesne gruplarının elektromanyetik spektrumun çeşitli bölgelerinde yer alan enerjiye verdiği tepkileri ölçmektedir. Yeryüzü objeleri içinde uzaktan algılama yöntemiyle en kolay ve sağlıklı olarak tanımlanıp, incelenmesi mümkün olanı bitki örtüsüdür. Genel olarak

bitkiler, görünür ışın bölgesi denilen 0.4–0.7 µm dalga boyundaki ışınları absorbe ederler. Kızılötesi ışınları ise çok düşük oranda absorbe ederlerken çok büyük bir bölümünü yansıtırlar. Kızılötesi ışınların bitkilerce güçlü fakat farklı oranlarda yansıtılmaları, algılanması ve analiz edilmesi açısından çok büyük kolaylık sağlar.

Bu çalışmanın temelini NASA tarafından uzaydaki yörüngesine yerleştirilen MODIS uyduları teşkil etmektedir. MODIS uydularında, 1. ve 2. band 250 m, 3. ve 7. band 500 m, geri kalan 29 band ise 1 km mekânsal çözünürlüğe sahiptir.

MODIS uydusuna ait kırmızı dalga boylu ışınlar (0.58 - 0.68 mikron) denk gelen band 1 ve infrared (kızılötesi) dalga boyundaki (0.725 - 1.10 mikron) ışınları içeren band 2, bitki örtüsü incelemelerinde en kullanışlı ışık dalga boylarıdır. Çünkü bitkiler fotosentez faaliyetleri sırasında kullanmak amacıyla kırmızı ışığın büyük bir kısmını bünyelerinde tutup depolarken, diğer taraftan yakın infrared dalga boyundaki ışıkların büyük bir kısmını da yansıtırlar. Bu ilişkiden yararlanarak bitki indeksleri hazırlamak mümkündür.

Hesaplamalar yoluyla elde edilen indeks değerleri ise bitkilerin yeşil biyokütle, yaprak alanları, fotosentez için yutulan enerji miktarı gibi birçok özelliği ile yakından ilgilidir. Bu özellikler de bitki örtüsü durumunun belirlenebilmesi için kullanılan önemli parametreler olarak kabul edilmektedir. NDVI, yakın infrared ve kırmızı dalga boyundaki ışık değerlerinin birbirinden çıkarılıp daha sonra iki bandın toplamına bölünmesi ile elde edilen normalize edilmiş değerleri ifade eder.

$$NDVI = \frac{\text{Yakın İnfrared band} - \text{Kırmızı Band}}{\text{Yakın İnfrared band} + \text{Kırmızı Band}}$$

Bu formül -1 ila 1 arasında değişen NDVI değerlerini üretir ki, negatif değerler su, kar, bulut ve bitkiden yoksun nemli alanları ifade ederken pozitif değerler de bitki örtüsünün varlığını gösterir. Ancak negatif değerler ile bazı istatistiksel analizlerin çok zor olması nedeni ile gerçek NDVI değerleri, $(NDVI * 10000)$ formülü kullanılarak 0-10000 arasındaki indeks değerleri arasındaki rakam aralığına dönüştürülmüştür.

MODIS uyduları aracılığıyla bitki örtüsü formasyonlarına ait incelemelerinin yapılabilmesi için bulutsuz günde toplanan verilerin kullanılması önemlidir. Bir tek MODIS uydu görüntüsü çok ender olarak bulut içermeyebilir. Holben (1986) yılında yayınladığı bir

makalede uydunun bulutsuz görüntü elde edememe dezavantajını gidermek ve kullanışlı veriler üretebilmek için birçok görüntüyü kullanarak bileşke görüntüler elde etmiş, böylece uygun zamansal çözünürlükte ve kullanışlı yeni veriler üretmiştir. Bu yöntem her uydu görüntüsünün mükemmel ve kesin bir şekilde aynı projeksiyon sistemine kaydedilmesini zorunlu kılmaktadır. Başka bir deyişle farklı günlerde toplanan verilerdeki her pikselin her gün için aynı pikseli temsil etmesi zorunludur. Yani farklı günlerde toplanan veriler üst üste getirildiğinde aynı alanı gösteren pikseller bir biri üzerine çakışmak zorundadır. Bu teknik birbirini izleyen günlere ait görüntülerden hangisinin piksel değerinin seçileceği

maksimum değer kuralına göre yapılmaktadır. Yani her bir piksel değeri için maksimum NDVI değeri dikkate alınarak bileşke görüntüler elde edilir. Bu yöntemle çalışmamızda kullanılan görüntülerdeki bulutlulukla ilgili olumsuzluklar giderilmiş veya en az seviyeye indirilmiştir. Çünkü bulutlu günde NDVI negatif iken, açık günde indeks değeri yüksek ve pozitifdir. Neticede de maksimum indeks değerleri dikkate alınarak sadece bitki örtüsüyle ilgili pikseller seçilmiş ve bulut içeren pikseller hesaplama dışı kalmış olacaktır (Karabulut, 2006).

Çalışmada 2012 yılına ait 16 günlük periyotlar halinde toplam 23 adet MODIS NDVI görüntüsü kullanılmıştır. Test alanları seçilirken incelenen formasyonu en iyi ortaya koyabilecek sahalara tercih edilmeye çalışılmıştır. Doğal vejetasyon formasyonları ile ilgili veriler toplanırken 1 metre mekânsal çözünürlüğe sahip Bing Maps Aerial uydu görüntüsü, Landsat ETM (30 m mekânsal çözünürlük) verileri, Harita Genel Komutanlığı tarafından oluşturulan 1 / 25 000'lik topografya haritaları ve Orman Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulan orman amenajman haritaları kullanılmıştır. Bu veriler test sahalalarının doğru bir şekilde belirlenmesinde ve bu çalışmada sunulan tezin daha da güçlendirilmesi amacı ile kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmanın bu kısmı iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde Nur Dağları'nın doğu ve batı yamacında belirlenen test alanlarının NDVI pikselleri analiz edilmiştir. Batı yamaçtaki test alanına ait 108, doğu yamaçta ise 63 adet piksel incelenmiştir. Doğru yamaçta eğimin fazla olması nedeniyle vejetasyon alanının dar olmasından dolayı daha az piksel belirlenmiştir. Bu piksellerin 16 günlük periyotlar halinde maksimum, minimum ve ortalama NDVI değerleri üretilmiştir. Aynı zamanda yağışın artış ve azalışına bağlı olarak hangi yamaçta yıl içinde vejetasyon değişimi daha belirgindir? sorusunun cevabına ulaşmak için test alanı olarak belirlenen tüm piksellerin standart sapma değerleri incelenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde ise 16 günlük periyotlar halinde NDVI profilleri üretilmiştir. Batı'da Osmaniye'den, doğuda İslâhiye İlçesi'ne kadar uzanan sahaya ait kesitler çıkartılmıştır. Bu kesitlerde yıl içinde meydana gelen değişimler analiz edilmiştir.

Doğu ve batı yamaçta yer alan bitki örtüsünün NDVI piksel değerleri incelenmiştir. Batı yamaçta 108, doğu

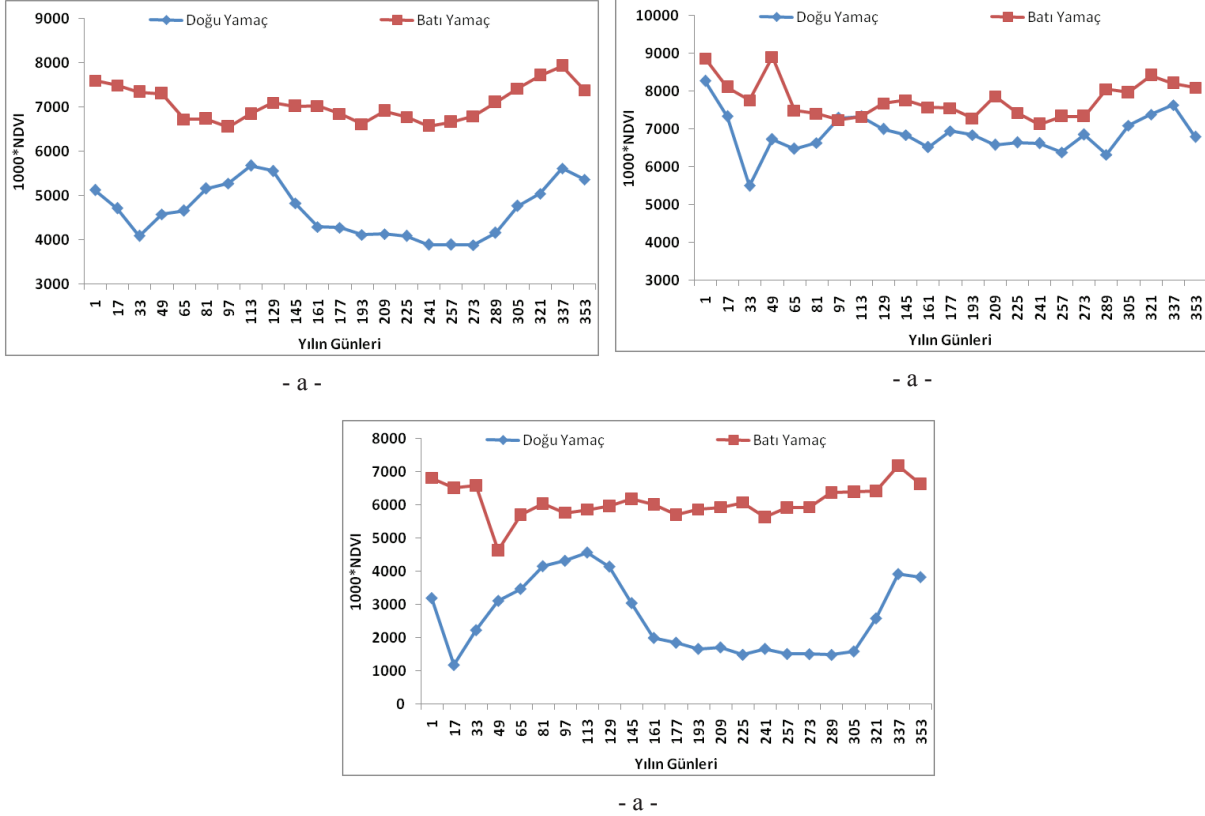
yamaçta ise 63 adet piksel incelenmiştir. Elde edilen bulgular, doğu yamaçta yer alan vejetasyon alanının daha düşük fotosentez aktivite yaptığını göstermektedir. Nur Dağları'nın batı kesimindeki bitki örtüsü yılın tüm günlerinde doğu yamaçtan daha yeşildir (Şekil 3). Nur Dağları'nın doğu ve batı yamacında yer alan bitki örtüsünün yıl içindeki vejetasyon salınımları da birbirine pek benzememektedir.

Doğu yamaçta yer alan vejetasyon ile batıdaki vejetasyon alanının birbiri ile olan ilişkisini öğrenmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Doğu ve batı yamaçtaki bitki örtülerinin piksellerinin ortalamasının korelasyon katsayısı 0.394'tür. Ortalama NDVI değerlerinde dikkate çeken bir diğer husus ise doğu ve batı yamaçta yer alan bitki örtüsünün belirgin bir farklılık göstermesidir. Doğru yamaçta yer alan bitkilerin vejetasyon aktivitesi kurak dönemde yavaşlarken, ilkbahar aylarında ise belirgin bir şekilde artmaktadır. Doğru ve batı yamaçtaki bitki örtüsünün maksimum NDVI değerleri yılın 97 ila 113. günlerinde eşittir (Şekil 3). Korelasyon analizi sonuçlarına göre; doğu ve batı yamaçtaki vejetasyonun maksimum NDVI değerleri ortalamaya oranla daha yüksektir. Her iki yamaçtaki maksimum piksellerin korelasyon katsayısı ortalamadan yüksektir. Maksimum NDVI değerlerinin korelasyon katsayısı 0.432'dir. Maksimum NDVI değerlerinde, doğu ile batı yamaçtaki bitki örtüsü arasındaki fark pek belirgin değildir. Doğru yamaçtaki bitki örtüsünün maksimum NDVI değerlerinin standart sapması, batı yamaçtaki bitki örtüsüne oranla daha yüksektir. Bir başka ifade ile doğu yamaçtaki bitki örtüsü yıl içindeki daha belirgin bir şekilde değişimler göstermektedir. Kurak dönemde doğu yamaçtaki bitki örtüsünün maksimum NDVI değerleri düşerken, yağışın arttığı kış aylarında ise bitki örtüsü daha yüksek fotosentez aktivitesi yapmaktadır. En düşük korelasyon katsayısı ise her iki yamacın minimum NDVI değerlerine aittir. Minimum NDVI değerlerinin korelasyon katsayısı 0.023'tür. Minimum NDVI değerlerinin yıl içindeki salınımları benzeşmemektedir.

Doğu yamaçtaki vejetasyon alanının fenolojik devreleri ise daha belirgindir. Doğru yamaçtaki vejetasyon alanının yaz aylarında minimum NDVI değerleri belirgin bir şekilde düşmektedir. Batı yamaçtaki vejetasyon alanı ise yıl içinde pek değişim göstermemektedir. Yılın tüm günlerinde minimum NDVI değerleri benzer trend göstermektedir (Şekil 3). Nitekim hem doğu yamaçtaki hem de batı yamaçtaki minimum NDVI değerlerinin standart sapma değerleri incelendiğinde doğu yamaçtaki

vegetasyonun standart sapmasının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, doğu yamaçtaki vegetasyonun iklimin kuraklaştığı dönemde kurduğunu, yağışlar

arttığında ise yeşillendiğini göstermektedir. Doğu ile batı yamaçtaki bitki örtüsü arasındaki en belirgin fark minimum NDVI değerlerinde görülmektedir.



Şekil 3. Nur Dağları'nın orta kesiminin doğu ve batı yamacında 16 günlük ortalama (a) maksimum (b) ve minimum (c) NDVI değerleri.

Nur Dağları'nın Orta Kesiminin Doğu-Batı Yönlü NDVI Profili

Bu bölümde, Nur Dağları'nın orta kesimine ait 16 günlük NDVI profilleri üretilmiştir ve Nur Dağları'nın doğusundan batısına NDVI kesitleri incelenmiştir. Böylelikle meydana gelen değişimlerin nedeni açıklanmaya çalışılmıştır.

Batıda Osmaniye'den doğuda İslâhiye'ye kadar olan 36 km'lik mesafede NDVI profilinde önemli salınımlar mevcuttur. Çalışma alanının batısının daha nemli olması nedeniyle yılın tüm dönemlerinde belirgin bir şekilde daha yüksek NDVI profili verildiği görülmektedir.

Ocak ayında Nur Dağları'nın batı yamacı çok yüksek NDVI değerleri göstermektedir. Osmaniye'den 10 km doğuya doğru gidildiğinde yükselti 1400 metreye ulaşmaktadır. Ocak ayında bu sahada NDVI değerlerinin ani bir şekilde düştüğü görülmektedir. Çünkü burada

kızılçam ormanları yerini daha az sıklıkta, cılız, daha dar yaprak alanı kaplayan ve az fotosentez yapan bitki örtüsüne bırakmaktadır. Yükseltinin artışına bağlı olarak bitki örtüsü formasyonunda meydana gelen değişim, NDVI değerlerine düşüş olarak yansımaktadır. Yılın tüm aylarında 1000 m'nin üzerindeki alanlar nispeten daha yüksek NDVI değerleri vermekteyken, kış ayları çalışma alanında NDVI profilinin en yüksek seviyelerde olduğu dönemdir. Bunun yanı sıra NDVI değerlerinin mekânsal değişimine bakıldığında 2 km ile 10 km'ler arasında NDVI değerleri çok yüksek seviyelerde olduğu görülmektedir. Osmaniye'nin 22 km doğusu, çalışma alanında bitki örtüsünün en yüksek fotosentez aktivite yaptığı bir diğer alandır. 26 ile 28 km arası ise Nur Dağları'nın orta kesiminin en yüksek noktalarındandır. Burada NDVI değerleri düşmektedir. Osmaniye'nin 30 km doğusunda Nur Dağları'nın batı yamacındaki kızılçam orman alanına ulaşılmakta ve burada NDVI değerleri artmaktadır.

Kesiti çıkarılan alan 36 km uzunluğundadır ve topografyanın arızalı olmasına bağlı olarak yükselti ve bakı şartları kısa mesafelerde değişiklik göstermektedir. Yükseltinin ani bir şekilde arttığı yerler 9-12 km ile 26-29 km arasındaki sahalardır. Nitekim bu duruma bağlı olarak aynı noktalarda (9-12 ve 26-29 km) NDVI değerlerinde ani düşüş yaşanmaktadır. Nur Dağları'nda yükselti arttıkça bitki örtüsü cılız bir hal almakta ve NDVI değerleri düşmektedir. Şubat ayına ait NDVI kesitlerine bakıldığında bu duruma rastlamak mümkündür. Bu ayda 10-12, 20 ve 26-28 km'ler arasında NDVI değerleri ani bir düşüş göstermektedir. Bu düşüşü Şubat ayının ikinci periyoduna ait profilde daha net bir şekilde görmek mümkündür. Nitekim Şubat periyodunda batıdan doğuya gidildiğinde 10 ve 16. km'ler ile 20, 26-28 km'ler arasında NDVI değerleri düşmektedir.

Mart ayında yüksek alanlardaki otsu bitkilerin NDVI değerlerinin yükseldiği görülmektedir. Bu dönemde sıcaklıkların artmasına bağlı olarak kar sularının erimesi ile otlak alanlar yeşermektedir. 10-12 km'ler arasında NDVI değerleri 3000 ile 5000 arasında NDVI değeri vermektedir. Bunun dışında batı yamaçtaki vejetasyonun doğuya oranla belirgin bir şekilde daha yeşil olduğu görülmektedir. Diğer aylarda olduğu gibi Nisan ayında da Nur Dağları'nın batı kesimi, doğusuna oranla, daha yüksek NDVI değeri göstermektedir. Osmaniye'nin 26 km doğusundaki alanda yükselti 1500 m'nin üzerine çıkmaktadır. Bu alanda yükseltinin fazla olması bitki örtüsünün sıklığını, boyunu, yoğunluğunu ve fotosentez aktivitesini düşürmektedir. Nisan ayının ilk 16 günlük periyodunda bu alanın NDVI değerleri 0.3 civarındadır. Bu alan Nisan ayının ikinci 16 günlük periyodunda nispeten daha yüksek NDVI değerleri (0.5) vermektedir. Nisan ayının ilk ve ikinci 16 günlük periyodunda, batı kesiminin NDVI değerleri aynıdır. NDVI değerlerinin kısa mesafede düşüp artmasının sebebi yükseltinin çok kısa mesafelerde değişmesidir. Yükseltinin çok kısa mesafelerde azalıp artmasına bağlı olarak bitki örtüsünün yapısı, fonksiyonu ve fotosentez aktivitesi değişmektedir. Bu durumu Nisan ayına ait NDVI profilinde görmek mümkündür. Mayıs ayında Nur Dağları'nın batı kesiminin NDVI değerleri 0.8'lere yükselmektedir. Bu durum söz konusu alanda fotosentez aktivitesinin arttığını göstermektedir. Mayıs ayında Nur Dağları'nın doğu kesiminin de NDVI değerleri artmaktadır. Nisan sonu ve Mayıs başındaki günler, yıl içerisinde Nur Dağları'nın doğu ve batı yamacında bitki örtüsünün en yeşil ve yoğun olduğu dönemdir. Bu

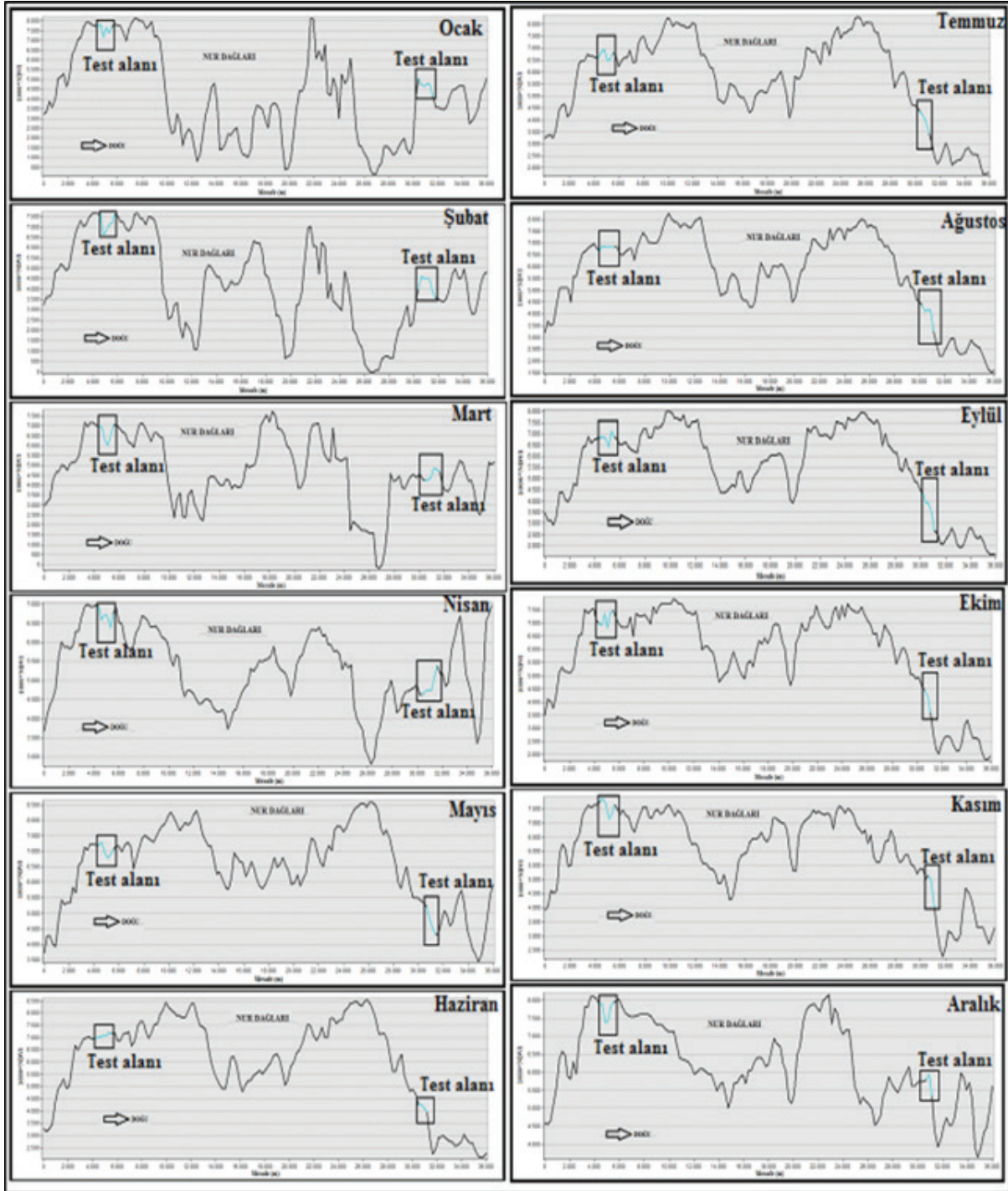
dönemde sadece doğu ve batı yamaçlar değil, yükseltinin arttığı alanlarda da bitki örtüsünün fotosentez aktivitesi diğer günlere oranla yüksek seviyelerdedir. Mayıs ayına ait NDVI kesiti incelendiğinde tüm sahada en düşük NDVI değerlerinin 0.3 civarında olduğu görülmektedir. Hâlbuki Ocak, Şubat ve Mart aylarındaki kesitler incelendiğinde, en düşük NDVI değerlerinin 0 ila 0.05 gibi çok düşük değerlere gerilediği görülmektedir. Mayıs ayında olduğu gibi Haziran ayında da NDVI değerleri yüksek seviyelerdedir. Buna karşın minimum NDVI seviyelerinde bir gerileme söz konusudur. Yükseltinin fazla olduğu kesimlerde NDVI değerleri 0.2'lere gerilemiştir.

Temmuz, Ağustos aylarının NDVI profili Haziran ayına benzerdir. Ağustos ayı Nur Dağları'nın batı yamacının en düşük NDVI seviyesine düştüğü aydır. Bu durum Ağustos ayına ait profilde net bir şekilde gözlenmektedir. Bilhassa Ekim ayı ile birlikte hem doğu hem de batı yamacın daha yeşil hale geldiği bitki indeks değerlerinden anlaşılmaktadır. Bu dönemde hem İslahiye'nin hem de Osmaniye'nin yağış miktarları artış eğilimi içerisindedir. Osmaniye ve İslahiye MGM verilerine göre Ağustos ayında yağış yok denecek kadar azdır. Buna bağlı olarak NDVI değerleri çok düşüktür. Ekim ayında ise yağış artarken, sıcaklık düşmektedir ve Nur Dağları'nın bitki örtüsü gelişme devresine girmektedir (Şekil 4). Nur Dağları'nın batı yamacında, genel olarak 600 m'ye kadar olan alçak kesimlerinde makiler, 900-1000 metrelere kadar yükselen kızılçamlarla (*Pinus brutia*) beraber yer alır (Aytaç ve Semenderoğlu, 2012). Buna bağlı olarak 1000 m'ye kadar bitki örtüsünün sık ve yoğun bir şekilde görülmesi ve yapraklarının geniş alan kaplaması NDVI değerlerinde yükselmeye neden olur. Bakının değişmesine bağlı olarak Nur Dağları'nın orta kesiminin doğuya bakan taraflarında ise 1000 metrelere kadar kızılçam (*Pinus brutia*) ve makilerden oluşan Akdeniz alt kuşağı ormanları görülürken, 1000 metreden yüksek kesimlerde karaçam (*Pinus nigra*), sedir (*Cedrus libani*) ve göknarlardan (*Abies cilicica*) oluşan Akdeniz dağ kuşağı ormanları yer alır (Aydınözü, 2007; Aytaç ve Semenderoğlu, 2012). Fakat doğu yamaçta yer alan bitki örtüsü batı tarafa oranla daha az yoğundur. Özellikle eğim nedeniyle doğu yamaçta bitki örtüsünün toprağın üzerini tam örtememesi burada NDVI değerlerinin nispeten düşük olmasına neden olmaktadır.

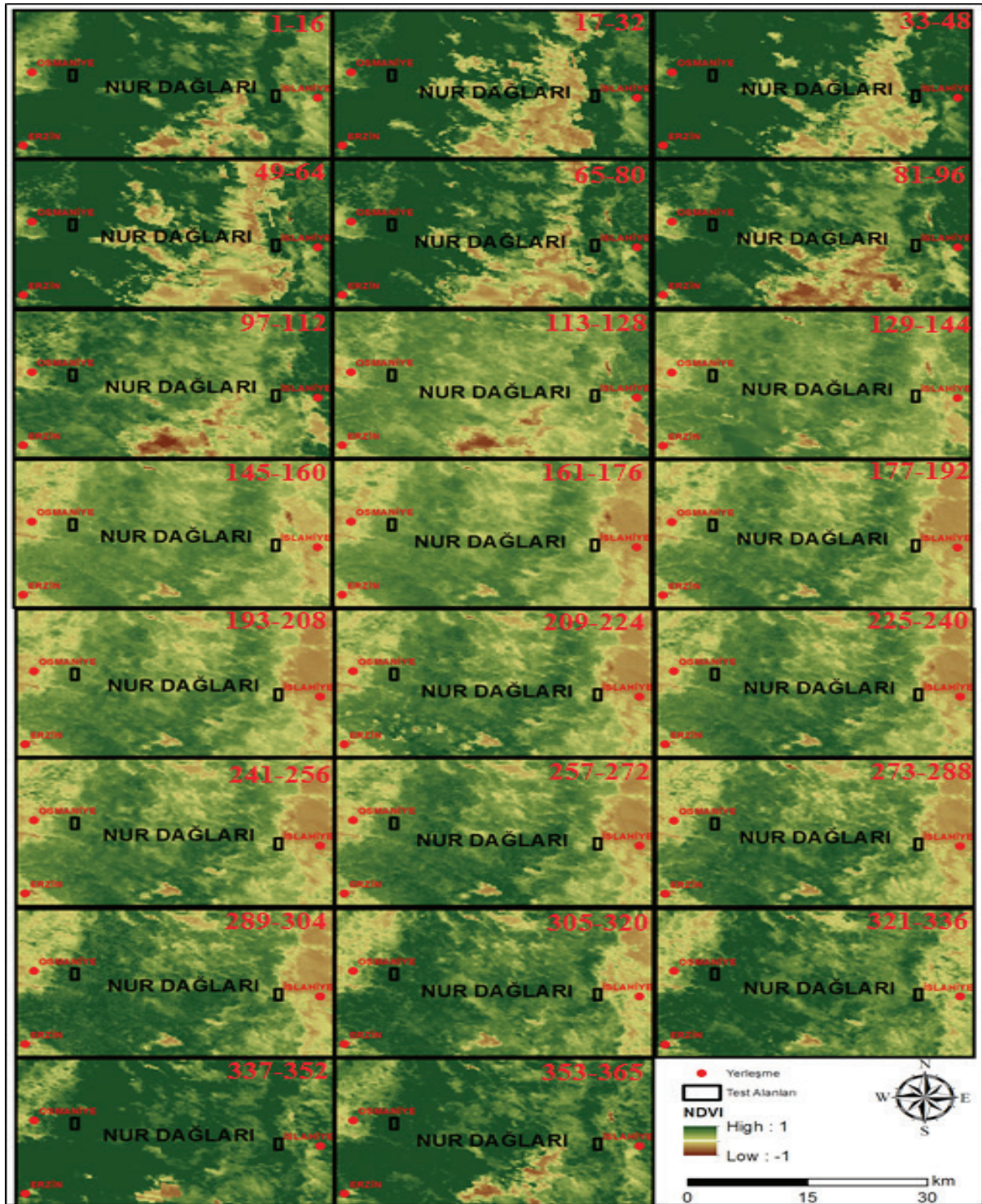
Genel olarak değerlendirilecek olursa, yılın tüm aylarında Nur Dağları'nın batı yamacındaki vejetasyonun, doğu tarafa oranla daha yüksek NDVI değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Nur Dağları'nın batı tarafında vejetasyon alanları fazla değişim göstermemektedir. Bu alanlarda ormanların geniş yer tutması nedeniyle NDVI değerlerinin standart sapması düşüktür. Zira bu alan NDVI haritalarında yıl boyunca

yeşil renk ile gösterilmiştir. Buna karşın doğu yamaç yıl içinde daha belirgin değişimler göstermektedir.

İlkbaharda ani bir şekilde NDVI değerleri yükselen Nur Dağları doğusu, yaz aylarında vejetasyonun daralması ile dikkati çekmektedir. Nitekim yıl içinde vejetasyonun alansal değişimi en fazla Nur Dağları'nın doğu tarafında görülmektedir (Şekil 4).



- a -



- b -

Şekil 4. Nur Dağları'nın doğu-batı yönlü 36 km mesafede aylık NDVI profilleri (a) ve Nur Dağları'nın orta kesiminde 16 günlük periyotlar halinde vejetasyon değişimi (b).

SONUÇ

Bu çalışmada Nur Dağları'nın orta kesiminde değişen bakı özelliklerine bağlı olarak bitki örtüsünde meydana gelen değişim incelenmiştir. Araştırmada 2012 yılına ait 23 adet NDVI verisi kullanılmıştır. Nur

Dağları'nın doğusundan batısına kesitler çıkarılarak mekânsal olarak bitki örtüsünün yıl içindeki değişimi analiz edilmiştir. Sonuçlar, bitki örtüsünün batı yamaçta daha geniş alan kapladığını, daha sık ve yoğun olduğunu göstermektedir. Nur Dağları'nın batı yamacında bitki

örtüsünün yoğun olması ve yaprak kısmının toprağın üzerini örtmesine bağlı olarak fotosentez aktivitesi daha yüksektir. Fotosentez aktivitesi yüksek alanlar bitki indeks modeli kullanmak suretiyle mekânsal olarak tespit edilmiştir.

Araştırmamızda doğuda İslâhiye'den batıda Osmaniye'ye uzanan bitki profili çıkarılmıştır ve vejetasyonun yükselti koşulları ile ilişkisi incelenmiştir. Nur Dağları'nın hem doğu hem de batı yamaçlarında 1000 m'ye kadar olan yükseltilerde NDVI değerleri düşüktür. Araştırma sahasında en yüksek fotosentez aktivite yapan alanların Osmaniye'nin 8 km doğusunda yer aldığı tespit edilmiştir. Bu durumun ortaya çıkmasında yükseltinin düşük olması yanında söz konusu alanların batı yamaçta yer alması da etkili olmuştur. Osmaniye'nin 28 km doğusu ile 32 km doğusu arasındaki alanda NDVI değerleri batıdaki

yamaçlara göre biraz düşüktür. Nitekim söz konusu alanların doğu yamaçta yer alması bitki örtüsünün yapısını değiştirmekte ve NDVI değerleri, batıya oranla, düşmektedir. Nur Dağları, Türkiye'nin önemli biyolojik çeşitlilik barındıran alanlarından. Böylesi alanların vejetasyonunun detaylı ve güncel bir şekilde izlenmesi gerekmektedir. Nitekim bu çalışmada Nur Dağları'nda 16 günlük zamanda ve doğu-batı yönlü 36 km'lik mekânda bitki örtüsü değişimleri analiz edilmiştir. Böylesi bir çalışmanın bitki örtüsünün hangi coğrafi koşullarda daha yüksek fotosentez aktivite yaptığını sorgulayan araştırmaları teşvik etmesi temennimizdir. Bu çerçevede, bitki örtüsünün farklı coğrafi birimlere göre değişiminin daha detaylı bir şekilde analiz edilmesi ön plana çıkmaktadır. Söz konusu kapsamda yürütülen çalışmalar, vejetasyon, orman vb. gibi konularda çalışmalar yapan devlet kurumları ve bilim çevrelerine önemli bir altlık teşkil edebilecektir.

KAYNAKLAR

- Altan T, 1981. Amanos Dağları Milli Park Olarak Planlanmalıdır. *Tabiat ve İnsan Dergisi*, 15 (2): 5-9.
- Atalay İ, 1987. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich) Ormanlarının Yayılış Gösterdiği Alanlar ve Yakın Çevresinin Genel Ekolojik Özellikleri ile Sedir Tohum Transfer Rejonlaması. Tarım Orman Köyişleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara, TÜRKİYE, 167s.
- Atalay İ, 1989. Vejetasyon Coğrafyasının Esasları. Dokuz Eylül Üniversitesi Basımevi, İzmir, TÜRKİYE, 213s.
- Atalay İ, 1994. Türkiye Vejetasyon Coğrafyası, Ege Üniv. Basımevi, İzmir, TÜRKİYE, 230s.
- Atalay, İ. 2016. Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası, Meta Basımevi, İzmir, TÜRKİYE,
- Avcı M, 1993. Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve "Anadolu Diagonali"ne Coğrafi Bir Yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, 28: 225-248.
- Avcı M, 2005. Çeşitlilik ve Endemizm Açısından Türkiye'nin Bitki Örtüsü. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, 13: 27-55.
- Aydınozü D, 2007. Türkiye'de Gerçek Sıcaklıkların Dağılışı İle Bitki Örtüsü Arasındaki İlişkiler. *Kastamonu Eğitim Dergisi* 15 (1): 353-372.
- Aytaç AS, Semenderoğlu A, 2011. Amanos Dağlarının Orta Kesiminin Vejetasyon Coğrafyası. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 2 (2): 34-47
- Aytaç AS., Semenderoğlu A, 2012. Amanos Dağlarının Orta Kesiminin Doğa Koruma Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 3 (1): 1-16
- Aytaç AS, Semenderoğlu A, 2014. Amanos Dağlarının Orta Kesimi Ve Yakın Çevresinin İklim Özellikleri. *Turkish Studies Dergisi*, 9 (2): 251-289.
- Brown JF, Wardlow BD, Tsegaye T, Hayes MJ, Reed BC, 2008. The vegetation drought response index: a new integrated approach for monitoring drought stress in vegetation. *GIScience and Remote Sensing*, 45: 1548-1603.
- Brown ME, De Beurs KM, Marshall M, 2012. Global phenological response to climate change in crop areas using satellite remote sensing of vegetation, humidity and temperature over 26 years. *Remote Sensing of Environment*, 126: 174-183.
- Bothe O, Fraedrich K., Zhu Z, 2010. The large-scale circulation sand summer drought and wetness on the Tibetan Plateau. *International Journal of Climatology*, 30: 844-855.
- Çelik MA, Karabulut M, 2013. Ahır Dağı (Kahramanmaraş) ve Çevresinde Bitki Örtüsü ile Yağış Koşulları Arasındaki İlişkilerin MODIS Verileri Kullanılarak İncelenmesi (2000-2010), *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 1 (6): 123-133.
- Çelik MA, Karabulut M, 2014. Antakya-Kahramanmaraş Grabeninde Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orman alanları ile yağış arasındaki ilişkilerin MODIS verileri (2000-2010) kullanılarak incelenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12(1): 49-68.
- Davis PH, 1965-1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. 1-9. Edinburgh University Press, Edinburgh, SCOTLAND.
- Erinç, S, 1977. Vejetasyon Coğrafyası, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 92, İstanbul, TÜRKİYE, 181s.
- Günal N, 2013. Türkiye'de iklimin doğal bitki örtüsü üzerindeki etkileri. *Acta Turcica: Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi*, 1: 1-22.
- Holben BN, 1986. Characteristics of maximum-value composite images of temporal AVHRR data, *International Journal of Remote Sensing*, 7: 1414-1434.
- Karabulut M, 2003. An examination of relationships between vegetation and rainfall using maximum value composite AVHRR-NDVI data, *TÜBİTAK Turkish Journal of Botany*, 27: 93-101.
- Karabulut M, 2006. NOAA AVHRR Verilerini Kullanarak Türkiye'de Bitki Örtüsünün İzlenmesi ve İncelenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4 (1): 29-42.
- Safriel U, Adeel Z, Niemeijer D, Puigdefabregas JWR, Lal R, et al. 2005. Dryland systems. In R. Hassan, R. Scholes, & N. Ash (Eds.), *Ecosystems and human well-being: Current state and trends (The Millennium Ecosystem Assessment series)* (). Island Press, Washington, DC, USA, pp. 623-662.
- Türkeş, M. 2010. *Klimatoloji ve Meteoroloji*, Kriter Yayınevi, İstanbul, TÜRKİYE, 650s.

Salda Gölü Prokaryotik Çeşitliliğinin Yeni Nesil Dizileme Yöntemiyle Belirlenmesi

Nilgün POYRAZ¹, Mehmet Burçin MUTLU¹

ÖZET: Çalışmada Salda Gölü'nden örnekleme yapılmış ve örnek için pH ve tuzluluk değerleri belirlenmiştir. Sonrasında örnekler filtreden geçirilerek, bu filtrelerden DNA ekstraksiyonu işlemi yapılmıştır. Elde edilen DNA Illumina MiSeq dizileme sistemiyle dizilenmiş ve veriler QIIME Programı ile analiz edilmiştir. Analiz sonrası elde edilen veriler değerlendirildiğinde en baskın bulunan Bacteria filumlarının Proteobacteria ve Actinobacteria olduğu belirlenmiştir. Sınıf düzeyinde ise Gammaproteobacteria, Acidimicrobia ve Actinobacteria baskındır. Ordo düzeyinde ise Enterobacteriales, Acidimicrobiales, Actinobacteriales baskındır. Archaea domaini değerlendirildiğinde ise Euryarchaeota filumunun baskın olduğu belirlenmiştir. Sınıf düzeyinde Halobacteria üyeleri baskındır. Halobacteria sınıfının Halobacteriales ordosu Halobacteriaceae familyasının *Haloarcula*, *Halobacterium*, *Halonotius*, *Halorhabdus*, *Halorubrum* ve *Haloplanus* cinsi üyeleri de baskın olarak bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Alkalifilik, prokaryotik çeşitlilik, Salda Gölü, yeni nesil dizileme

Determination Of Prokaryotic Diversity Of Salda Lake By Next Generation Sequencing Method

ABSTRACT: In our study, water sample was taken from Salda Lake and the pH and salinity data for the sample were determined. After that, samples were filtered and DNA extraction was performed. The obtained DNA was sequenced by the Illumina MiSeq sequencing system and data was analyzed by the QIIME program. When the data obtained after the analysis were evaluated, it was determined that the most dominant bacterial phyla are Proteobacteria and Actinobacteria. At class level, Gammaproteobacteria, Acidimicrobia and Actinobacteria were dominant. In order level Enterobacteriales, Acidimicrobiales, Actinobacteriales were abundant. When the Archaea domain was evaluated it was determined that the Euryarchaeota phylum was dominant. Halobacteria members were abundant at the class level. In addition Halobacteria class, Halobacteriales order, Halobacteriaceae family includes *Haloarcula*, *Halobacterium*, *Halonotius*, *Halorhabdus*, *Halorubrum* and *Haloplanus* genus members.

Keywords: Alkaliphilic, prokaryotic diversity, Salda Lake, next generation sequencing

¹ Anadolu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji, Eskişehir, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Nilgün POYRAZ, nilgunpoyraz@anadolu.edu.tr

GİRİŞ

Aşırı alkalın ortamlar arasında doğal olarak oluşan soda gölleri, soda çölleri, topraklar ve yapay endüstriyel sular bulunmaktadır. Genellikle 10'un üzerinde, bazen de 12'ye ulaşan pH değerlerine sahiptirler ve büyük miktarda Na_2CO_3 varlığı ile karakterize edilirler (Duckworth et al., 1996; Grant, 2006). Soda gölleri, Dünya'da yaygın olan doğal alkalın ortamlardır ve yüksek pH, tuzluluk ve yüksek verimlilik oranlarına sahip olması nedeniyle diğer su ekosistemlerinden oldukça farklıdır (Dudhagara et al., 2015). Bununla birlikte, tüm soda gölleri yüksek oranda verimli değildir ve birincil üretimi kontrol eden kısıtlı besin toksisite veya trofik etkileşimler gibi birçok sınırlayıcı faktör bulunmaktadır. Ayrıca, tuzluluk, mikrobiyal çeşitliliği sınırlayan en güçlü stres faktörü olabilir. Buna rağmen, nötral tatlı su sistemleri ile karşılaştırıldığında mikrobiyal açıdan oldukça yüksek morfolojik çeşitlilik gözlemlenmiştir (Lanzen et al., 2013). Ancak bu tür ortamlarda prokaryotik çeşitlilik hakkında hala yeterli bilgi bulunmamaktadır. Soda göllerindeki mikroorganizmalar biyoteknolojik öneme sahip olmaları nedeniyle de oldukça ilgi çekmektedir (Dudhagara et al., 2015). Çünkü yüksek pH ve yüksek tuzluluk derecelerinde etkin olan enzimler üretme potansiyeline sahip gruplar içermektedir (Horikoshi, 2006).

Dünya'da pek çok soda gölü bulunmaktadır ve en çok çalışma yapılan alan, Kenya-Tanzanya Rift Vadisi'dir. Doğu Afrika boyunca uzanan Büyük Rift Vadisi, tektonik faaliyetin bir dizi sığ depresyon yarattığı kurak bir tropikal bölgedir (Grant and Sorokin, 2011). Doğu Afrika Rift vadisinde soda göllerinde gerçekleştirilen kültür bağımlı ve bağımsız çalışmalar sonucu pek çok mikroorganizma izole edilmiştir ve bunların aerobik, heterotrofik ve (halo) alkalifilik Bacteria ve Archaea'lar olduğu belirlenmiştir (Duckworth et al., 1996). Diğer göller üzerine de yapılan pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar Mono Gölü'ndeki bakteriyel çeşitlilik çalışmaları (Humayoun et al., 2003), metanotrofik bakterilerin yapısal gen temelli çeşitlilik analizi (Lin et al., 2005), Soap Gölü'nde kültür bağımlı ve kültür bağımsız yöntemlerle analiz (Asao et al., 2011) ve belli alkalifilik mikroorganizmaların çeşitliliğinin 16S rRNA ve fonksiyonel genler kullanılarak araştırılması üzerinedir (Sorokin and Kuenen 2005; Antony et al., 2012; Tourova et al., 2014).

Ülkemiz de sodalı göller açısından büyük bir potansiyele sahiptir ve bu sodalı göllerden en büyüğü Van Gölü'dür. Bu göl tuzlu bir sodalı göldür ve aynı zamanda kapalı bir havza gölüdür (Reimer et al., 2009). Van gölü mikrobiyal çeşitliliği üzerine de kültür bağımlı ve kültür bağımsız yöntemlerle gerçekleştirilen çalışmalar mevcuttur (López-García et al., 2005; Kavak, 2013). Ülkemizdeki önemli soda göllerinden bir diğeri ise çalışmamızda örnekleme yapılan Salda Gölü'dür. Türkiye'nin güneyinde Göller Bölgesi'nde bulunan derin ve soda içeren bir göldür. Fiziksel ve kimyasal parametreler gölün, tabanında bulunan yeraltı kaynakları tarafından oluşturulan hidrokimyasal olarak farklı su tabakalarından oluştuğunu göstermektedir (Kazancı ve ark., 2004). Salda Gölü'nün suları, magnezyum bakımından zengindir ve yüksek derecede alkalın (pH > 9) 'dir. Gölün üç tarafı serpantinler, dördüncü tarafı ise dolomit ile çevrelenmiştir. Gölün içine giren suyun büyük kısmı meteoriktir ve havzalar gölün ötesine geçen geniş çakıllı alüvyon yelpaze deltaları (çoğunlukla serpantin çakıl taşları ile) üzerinden beslenir. Bu sular, gölün yüzey sularından çok daha soğuktur. Magnezyumun ise çakıllardan süzülmesi olduğu düşünülmektedir (Braithwaite and Zedef, 1996). Bu gölün mikrobiyal çeşitliliği üzerine çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Var olan çalışmaların bir kısmı geleneksel yöntemlere ve spesifik grupların analizine özellikle de Archaea izolasyon ve çeşitliliğine dayanmaktadır (Özcan ve ark., 2006 ; Özcan ve ark., 2007). Yapılan bir başka çalışmada ise ilk kez yeni nesil dizileme teknikleri kullanılarak Acıgöl, Salda Gölü ve Yarışlı Gölü'nün prokaryotik çeşitliliği analiz edilerek değerlendirilmiştir (Demirel ve ark., 2016). Yeni nesil dizileme yönteminin ortaya çıkmasıyla birlikte, doğrudan metagenomik yaklaşımlar, nispeten düşük çeşitlilik gösteren mikrobiyal toplulukları barındıran çevrelere başarıyla uygulanmaktadır. Yüksek verimlilikteki amplikon dizilemesi gibi yeni nesil 'omik' teknolojileri, milyarlarca dizinin elde edilmesine olanak tanır ve istatistiksel yöntemlerin uygulanması, bir sistemdeki sayısız baskın ve nadir bulunan organizmaların saptanmasını sağlar (Green et al., 2008; Bent and Forney, 2008; DeLong 2009, Gonzalez et al., 2012). Bu yüzden bu çalışmada da yeni nesil dizileme yöntemi kullanılmıştır ve çalışmanın temel amacı, Salda Gölü'nün mikrobiyal çeşitliliğinin, yüksek verimli 16S rRNA gen amplikon

dizilimi ile belirlenmesi ve gölün mikrobiyal çeşitliliği üzerine kültür bağımsız bir yaklaşım ile elde edilmiş verilerin sağlanmasıdır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Örnekleme ve fizikokimyasal analiz

Çalışmalarda kullanılmak üzere 10 litre su örneği Salda Gölü kıyısına 1-2 metre uzaklıktan ve 1 metre kadar derinlikten alınmıştır. Örneğin toplam tuz konsantrasyonu el refraktometresi (Eclipse) ile belirlenmiştir. Örneğin pH değeri ise pH metre ile ölçülmüştür. (Mettler Toledo, Schwerzenbach, Switzerland).

Nükleik asit ekstraksiyonu

Metagenomik analiz için, 500 ml su numunesi 0.22 um por çaplı polikarbonat filtreler (Millipore, Isopore GTTP04700) ile filtrelenmiş ve -20 °C derecede saklanmıştır. Yüksek molekül ağırlıklı DNA, klasik fenol / kloroform yöntemi ile ekstrakte edilmiş ve izopropanol ile çöktürülmüştür (Nogales et al., 1999; Cifuentes et al., 2000). Yöntemin detayları Mutlu ve ark., 2008' de belirtildiği şekilde uygulanmıştır.

Dizileme ve veri analizi

Su örneğinden elde edilen yüksek kalitedeki DNA, analiz için Argonne Ulusal Laboratuvarı'na (Argonne National Laboratory, Chicago, A.B.D) gönderilmiştir. Elde edilen DNA, 16S rRNA'nın V4 bölgesi için spesifik primerler (515F (5'-GTGCCAGCMGCCGCGGTAA-3' ve 806R (5'-GGACTACHVGGGTWTCTAAT-3')) kullanılarak mikrobiyal çeşitliliğin araştırılması için kullanılmıştır. Örnekler üç paralel olacak şekilde, 25 mikrolitrelik amplifikasyon reaksiyonları kurulmuştur. Genomik DNA amplifikasyonu için "Earth Microbiome Project" de önerilen protokollere uygun barkod primer seti Illumina MiSeq cihazına adapte edilmiş olarak kullanılmıştır (<http://www.earthmicrobiome.org/emp-standard-protocols/16s/>). 16S rRNA'nın V4 bölgesine özgü primerler aynı zamanda "Illumina flow cell" adaptor dizilerini içerecek şekilde uygulanmıştır (Caporaso et al., 2010a; b; 2011; 2012). Her 25 mikrolitrelik reaksiyon; 12 ml su, 10 ml HotMaster miks, 1 ml ileri primer (5 mM konsantrasyon, 200 pM son konsantrasyon), 1 ml barkod etiketli geri primer (5 mM konsantrasyon, 200 pM son konsantrasyon) ve 1

ml kalıp DNA olacak şekilde hazırlanmıştır. Polimeraz zincir reaksiyonları için; 94 °C 3 dakika denatürasyon işlemi sonrası 94 °C'de 45 saniye, 50 °C'de 1 dakika ve 72 °C'de 90 saniye olmak üzere 35 döngü ve son uzama için 72 °C'de 10 dakika şeklinde uygulama yapılmıştır. Yaklaşık 240 ng PZR ürünü tek bir tüpte toplandıktan sonra "MoBio UltraClean PCR Clean-Up" kiti talimatlarına uygun olarak saflaştırılmıştır. A260/280 oranı 1.8-2.0 aralığında olmasına özen gösterilerek dizilemeye alınmıştır (Caporaso et al., 2012). Amplikon kütüphaneleri 2 nM düzeyinde dilüye edilip denature edildikten sonra 6.1 pM son konsantrasyonunda MiSeq cihazı ile üretici firmanın önerdiği protokol kullanılarak dizileme işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen verilerin analizinin gerçekleştirilmesi amacıyla da QIIME (Quantitative Insights Into Microbial Ecology) programından yararlanılmıştır. Program Linux veya Mac OS X işletim sistemi ile çalışmaktadır. Program kurulumu sonrası komutlar kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. İleri ve geri amplikonlar «fastq-join» kullanılarak kontiglerde toplanmıştır. Çıktı dosyası (.fastq), barkod dosyası (.fastq) ve haritalama dosyası-mapping file (.txt) birlikte işlenmiş ve veri kitaplıkları (split_libraries_fastq.py) oluşturulmuştur (Caporaso et al., 2012). Sonrasında kaliteli filtrelenmiş okumalar pick_open_reference_otus.py komutu verilerek %97 ve üzeri benzerlikte Operasyonel taksonomik birimler (Operational taxonomic unit-OTU' lar) gruplandırılmıştır. Kimera kontrolü ve OTU seçimi için QIIME komutlarından "pick_OTUs.py" kullanılmıştır. Bu komut ile %97 benzerlik gösteren OTU seçimi yapılmakta ve bununla birlikte "de novo" kimera tespiti ise USEARCH (Edgar, 2010) algoritması ile sağlanmaktadır. Bu komut ile HDF5 formatında OTU tablosu içeren bir BIOM dosyası oluşturulmaktadır. Örnek spesifik OTU tablosu oluşturulduktan sonra "singleton" ların filtrelenmesi için QIIME komutlarından biri olan "filter_otus_from_otu_table.py" kullanılmıştır. Bu işlemlerin ardından çeşitlilik analizleri gerçekleştirilmiştir.

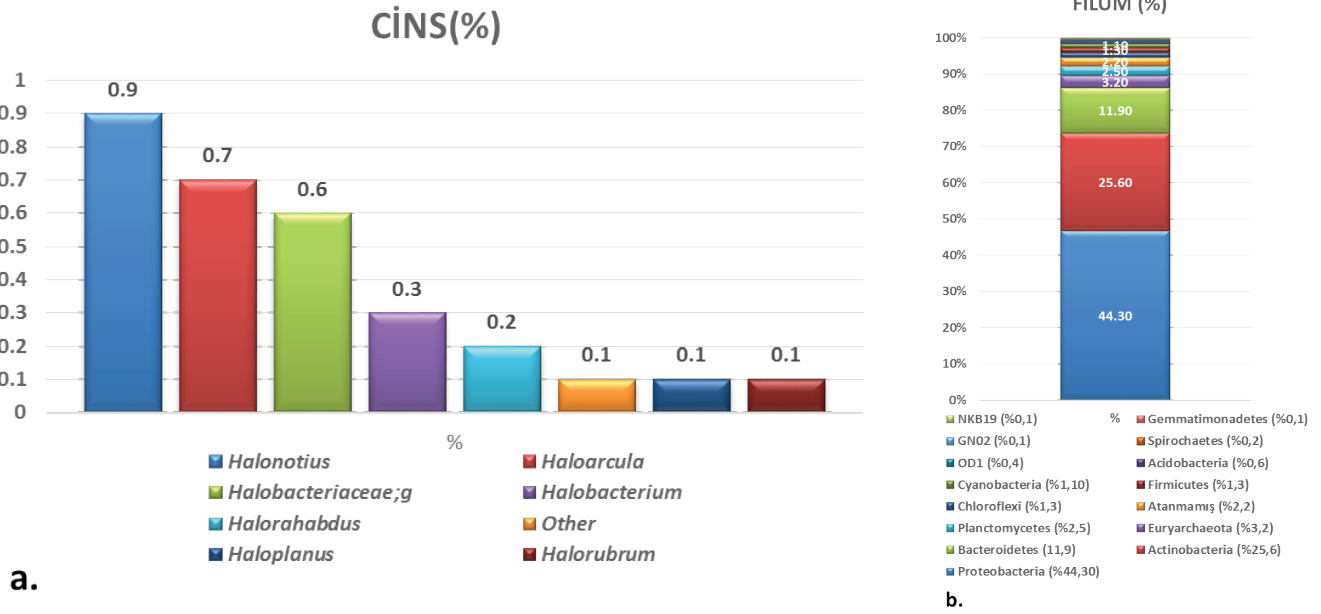
BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmanın sonucuna göre Salda Gölü'nün mikrobiyal çeşitliliği son derece yüksektir. Burada farklı fonksiyonel rollere sahip organizmalar bulunmaktadır. Çalışma kapsamında örneğin toplam tuz konsantrasyonu

% 1.1, pH değeri ise 9.2 olarak ölçülmüş ve örneğin pH değerinin alkalın olduğu belirlenmiştir. Yapılan çeşitlilik analizi sonrası ise yüksek kalitede 36879 adet kaliteli okuma dizisi elde edilmiştir.

Elde edilen OTU'lar analiz edildiğinde komünitenin % 3.2 sini Archaea domaini üyeleri, % 94.4' ünü de Bacteria domaini üyeleri oluşturduğu belirlenmiştir.

Archaea domaini üyeleri incelendiğinde tümü Euryarchaeota filumunun Halobacteriaceae sınıfının Halobacteriales ordosunun Halobacteriaceae familyasına aittir. Cins düzeyinde değerlendirildiğinde ise şekil 1a'da görüldüğü gibi % 0.9 *Halonotius*, % 0.7 *Haloarcula*, % 0.3 *Halobacterium*, % 0.2 *Halorhabdus*, % 0.1 *Halorubrum*, % 0.1 *Haloplanus*'tan oluşmaktadır.

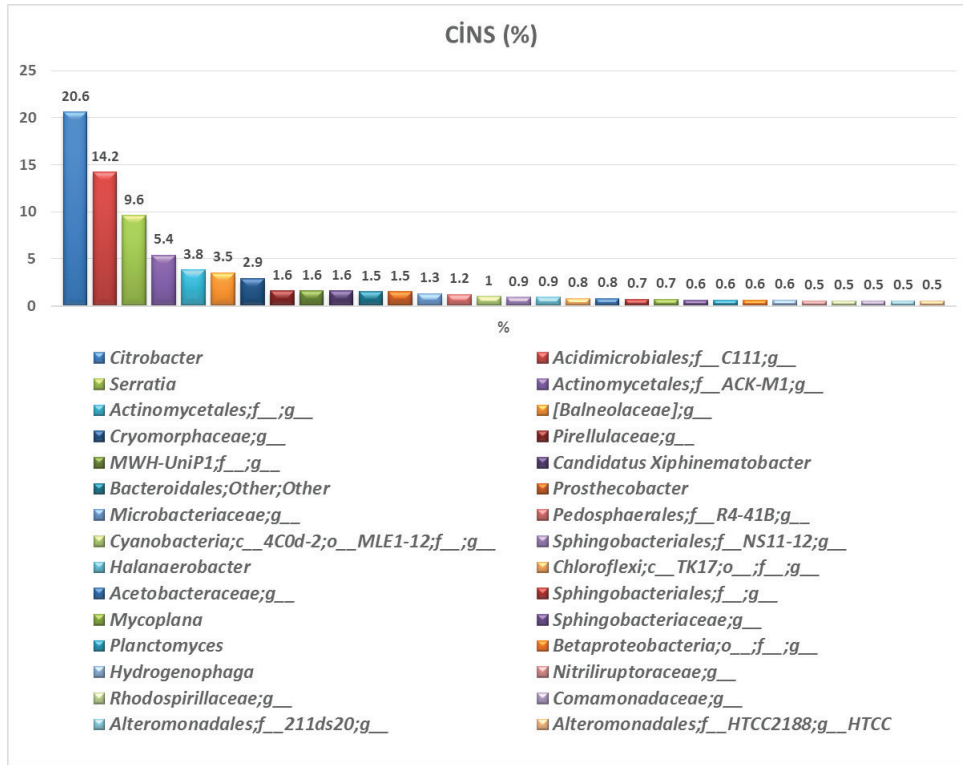


Şekil 1 a. Euryarchaeota filumunda yer alan cinsler

b. Kommunitedeki taksonomik filumlar

Bacteria domaini üyeleri incelendiğinde ise şekil 1b' de görüldüğü gibi toplamda 14 farklı filum üyesi belirlenmiştir. En baskın üç filum ise % 44.3 Proteobacteria, % 25.6 Actinobacteria ve % 11.9 Bacteroidetes üyeleridir. Sınıf düzeyinde değerlendirildiğinde Proteobacteria filumunun Gammaproteobacteria (% 33.3) sınıfı en baskın sınıftır. Bunu Alphaproteobacteria, Betaproteobacteria ve Deltaproteobacteria izlemektedir. Actinobacteria filumu üyeleri içerisinde ise en baskın sınıf Acidimicrobia (% 14.6) ve Actinobacteria (% 10.5)'dır. Bacteroidetes filumu içerisinde ise Rhodothermii (% 3.8), Flavobacteria (% 2.9) ve Sphingobacteria

(% 2.2) baskındır. Ordo düzeyinde ise en baskın 3 ordo Enterobacteriales (% 30.3), Acidimicrobiales (% 14.6) ve Actinomycetales (% 10.5) ordolarıdır. Familya düzeyinde en baskın 3 familya Enterobacteriaceae (% 30.3) Acidimicrobiales ordosu-familya C111 grubu (% 14.2), Actinomycetales ordosu-familya ACK-M1 grubu (% 5.4) familyalarıdır. Cins düzeyinde ise *Citrobacter* (% 20.6), *Acidimicrobiales ordosu familya C111 içinde yer alan cinsler* (% 14.2) ve *Serratia* (% 9.5) cinsleri en baskın cinslerdir. Ancak örnekte pek çok farklı mikroorganizma cinsi bulunmaktadır. Diğer taksonomik gruplar Şekil 2'de detaylı bir şekilde verilmiştir.



Şekil 2. Bacteria domaininde yer alan cinsler

Sonuçlar değerlendirildiğinde Salda Gölü'ndeki en dominant grup bakterilerdir. Sınıf düzeyinde Gammaproteobacteria, Acidimicrobia, Actinobacteria son derece baskındır. Özellikle *Citrobacter*, *Serratia* ve Acidimicrobiales ordosu C111 taksonomik grubu oldukça yoğundur. *Citrobacter* cinsi üyeleri çevresel sularda oldukça yaygındır. Suların dışında kanalizasyon, toprak ve gıda gibi ortamlardan da izole edilmiştir (Cabral, 2010). *Serratia* üyeleri ise bazı çalışmalarda rapor edilmiş olsa da soda göllerinde çok yaygın olmayan gruplardır (Belkova and Matyugina, 2014). Ancak *Serratia* türleri üzerine yapılmış çalışmalarda alkalitolerant oldukları ve alkalın ortamlardan izole edildikleri raporlanmıştır. Bu türlerin iyi proteaz üreticisi oldukları, alkalın demir (III) indirgeme reaksiyonu gerçekleştirmeleri gibi ekolojik özellikleri bulunmaktadır (Thorpe et al., 2012; Kumar et al., 2014). Diğer baskın grup C111 ise Urbach et al., 2001 tarafından rapor edilmiş bir aktinomiset taksonomik grubudur. Bu grup içerisinde tatlı sulardan izole edilmiş taksonomik kümeler yer almaktadır (Urbach et al., 2001; Zwart et al., 2002). Gölde bulunan diğer bakteri üyeleri ise Cryomorphaceae, Balneolaceae, Halobacteroidaceae, Pirellulaceae, Acetobacteraceae,

Comamonadaceae, Verrucomicrobiaceae ve Chthoniobacteraceae familyalarına ait üyelerdir. Bu üyelerin fonksiyonel özellikleri ve çeşitlilikleri son derece fazladır. Cryomorphaceae üyeleri denizel kökenlidir ve düşük tuzlu çevrelere adapte olmuşlardır (Bowman, 2014). Pirellulaceae amonyak okside eden bakterileri içermektedir ve süngerlerin bulunduğu ortamlardan izole edilirler (Kellogg et al., 2016). Acetobacteraceae familyasının tüm üyeleri aerobiktir ve etanolün asetik aside aerobik oksidasyonunu gerçekleştirir (Kerstens et al., 2006). Salda Gölü'ndeki Archaea domaini üyeleri ise Halobacteriaceae familyasına aittir. Bu grup büyüme için en az 1.5 M NaCl gerektirmektedir (Grant et al., 2001). Archaea domaini içinde *Halonotius* cinsi baskındır ve bu cinsin bilinen habitatları kristalizasyon havuzlarıdır (Burns et al., 2010). Üyelerin bir kısmı ise *Haloarcula* cinsine aittir. *Haloarcula* cinsi üyeleri daha önce de rapor edilmiştir (Jiang et al., 2006). Elde edilen veriler önceki çalışmalardan elde edilen verilerle karşılaştırılarak incelendiğinde bazı benzerlikler ve farklılıklar görülmektedir. Salda Gölü üzerine gerçekleştirilen önceki çalışmada % 39.6 Gammaproteobacteria üyeleri, % 25.6 Alphaproteobacteria üyeleri, % 23.7

Bacilli üyeleri, % 5.3 Cyanobacteria üyeleri, % 1.8 ise Actinobacteria üyeleri belirlenmiştir. Archaea üyeleri değerlendirildiğinde ise % 76.1 Methanobacteria, % 21.4 Halobacteria, % 1.4 Thaumarchaeota üyesi belirlenmiştir (Demirel ve ark., 2016). Kültür bağımlı yöntemler kullanılarak gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise tüm Archaea üyelerinin Halobacteriaceae familyasına ait olduğu belirlenmiştir (Özcan ve ark., 2007). Elde ettiğimiz sonuçlar incelendiğinde Gammaproteobacteria (% 33.3) üyeleri baskın olarak belirlenmiştir. Bunu Acidimicrobia (% 14.6) ve Actinobacteria (% 10.5) izlemektedir. Archaea üyeleri değerlendirildiğinde ise çalışmamızdaki tüm üyelerin Euryarchaeota filumunun Halobacteriaceae sınıfının Halobacteriales ordosunun Halobacteriaceae familyasına ait olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar da diğer çalışmalarla büyük oranda örtüşmektedir. Ancak bazı grupların dağılımı ve bolluğu farklılık göstermektedir. Bu farklılığın da çalışmalarda örneklerin tuzluluk değerlerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü mikrobiyal aktiviteler ağırlıklı olarak enerjisel kısıtlamalara bağlı olarak tuzluluk tarafından kontrol edilir ve bu nedenle tuzluluk, mikrobiyal çeşitliliği ve bileşimini şekillendirmede baskın bir faktördür (Yang et al., 2016).

Yapılan diğer çeşitlilik çalışmalarında tuzlu soda göllerinde Bacteroidetes, Alfa ve Gammaproteobacteria üyelerinin baskın olduğu belirlenmiştir. Tuzluluğun yüksek olduğu yerlerde ise Euryarchaeota üyeleri baskındır (Vavourakis et al., 2016). 16S rRNA klon kütüphanesi temelli önceki kültür bağımsız çalışmalarda da tuzlu soda göllerinden Euryarchaeota rapor edilmiştir (Grant et al., 1999; Simachew et al., 2016). Duckworth et al., 1996'da, Doğu Afrika soda göllerinden Archaeae domaininden *Natronococcus*

ve *Natronobacterium*, Bacteria domaininden ise *Halomonas*, *Bacillus* ve *Arthrobacter* gibi alkalifilik bakterileri izole etmiştir. Archaea (Euryarchaeota) ile ilgili birkaç 16S rRNA gen dizisi, Kenya Magadi Gölü'ndeki alkalın tuzladan da belirlenmiştir (Grant et al., 1999). Çeşitli soda gölleri arasında, fotosentetik primer üreticiler gibi mikrobiyal çeşitlilik profillerinde bazı farklılıklar gözlemlenmesine rağmen, benzerlikler en göze çarpan özelliklerdir (Grant and Sorokin, 2011).

SONUÇ

Çalışmamızda ekstrem ortamlardan biri olan Salda Gölü'nün mikrobiyal çeşitliliği belirlenmiştir. Ayrıca çeşitliliğin belirlenmesi soda göllerindeki mikroorganizmaların biyoteknolojik potansiyellerinin değerlendirilmesine de olanak tanımaktadır. Soda gölleri, yüksek pH'da çalışan mikrobiyal enzimlerin de önemli kaynaklarıdır (Grant, 2010). Tarama yöntemleri ve dizileme teknolojisindeki son gelişmeler, salin ve alkalın göl ekosistemlerinden ticari olarak önemli enzimlerin ve biyomoleküllerin keşfedilmesine yol açabilir. Burada sunulan veriler Salda Gölü mikrobiyal topluluğunun büyük oranda halofilik Archaea ve Proteobacteria filumu, Gammaproteobacteria sınıfı ve Actinobacteria sınıfı tarafından oluşturulduğunu göstermektedir. Çalışmamız, Salda gölündeki prokaryotik çeşitliliğin karakterize edilmesine yönelik öncül çalışmalardan biri niteliğindedir ve yeni bakteri türlerini ve izolatları biyoteknolojik potansiyelleriyle tanımlamayı amaçlayan gelecek çalışmaları için temel oluşturarak, bu tip ekosistemlerin tanımlanmamış çeşitliliğe sahip olduğunu vurgulamıştır. Gelecekteki çalışmalarda ise gölün farklı derinlik ve lokasyonlarından örnekler alınarak analizlerin detaylandırılması planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Antony CP, Murrell JC, Shouche YS, 2012. Molecular diversity of methanogens and identification of *Methanolobus* sp. as active methylotrophic Archaea in Lonar crater lake sediments. FEMS microbiology ecology, 81(1): 43-51.
- Asao M, Pinkart HC, Madigan MT, 2011. Diversity of extremophilic purple phototrophic bacteria in Soap Lake, a Central Washington (USA) Soda Lake. Environmental microbiology, 13(8): 2146-2157.
- Belkova N and Matyugina E, 2014. Vertical distribution of bacteria in Doroninskoe lake (Zabaikalie, Russia): Paradigm of Dominance. Acta Geologica Sinica (English Edition), 88(1): 53-55.

- Bent SJ, and Forney LJ, 2008. The tragedy of the uncommon: understanding limitations in the analysis of microbial diversity. The ISME journal, 2(7): 689-695.
- Bowman JP, 2014. The Family Cryomorpaceae. The Prokaryotes. Springer, Berlin Heidelberg. 1028p.
- Braithwaite CJR and Zedef V, 1996. Hydromagnesite stromatolites and sediments in an alkaline lake, Salda Golu, Turkey. Journal of Sedimentary Research, 66(5): 991-1002.
- Burns DG, Janssen PH, Itoh T, Kamekura M, Echigo A, and Dyal-Smith ML, 2010. *Halonotius pteroides* gen. nov., sp. nov., an extremely halophilic archaeon recovered from a saltern crystallizer. International journal of systematic and evolutionary microbiology, 60(5): 1196-1199.

- Cabral JP, 2010. Water microbiology. Bacterial pathogens and water. *International journal of environmental research and public health*, 7(10): 3657-3703.
- Caporaso JG, Bittinger K, Bushman FD, DeSantis TZ, Andersen GL and Knight R, 2010a. PyNAST: a flexible tool for aligning sequences to a template alignment. *Bioinformatics*, 26: 266–267.
- Caporaso JG, Kuczynski J, Stombaugh J, Bittinger K, Bushman FD, Costello EK, Fierer N, Peña AG, Goodrich JK, Gordon JI, Huttley GA, Kelley ST, Knights D, Koenig JE, Ley RE, Lozupone CA, McDonald D, Muegge BD, Pirrung M, Reeder J, Sevinsky JR, Turnbaugh PJ, Walters WA, Widmann J, Yatsunenko T, Zaneveld J, Knight R. 2010b. QIIME allows analysis of high-throughput community sequencing data. *Nature methods*, 7(5): 335-336.
- Caporaso JG, Lauber CL, Walters WA, Berg-Lyons D, Lozupone CA, Turnbaugh PJ, Fierer N, Knight R. 2011. Global patterns of 16S rRNA diversity at a depth of millions of sequences per sample. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 : 4516-4522.
- Caporaso JG, Lauber CL, Walters WA, Berg-Lyons D, Huntley J, Fierer N, Owens SM, Betley J, Fraser L, Bauer M, Gormley N, Gilbert JA, Smith G, Knight R, 2012. Ultra-high-throughput microbial community analysis on the Illumina HiSeq and MiSeq platforms. *The ISME journal*, 6(8): 1621-1624.
- Cifuentes A, Antón J, Benlloch S, Donnelly A, Herbert R A, and Rodríguez-Valera F, 2000. Prokaryotic diversity in *Zostera noltii*-colonized marine sediments. *Applied and environmental microbiology*, 66(4): 1715-1719.
- DeLong EF, 2009. The microbial ocean from genomes to biomes. *Nature*, 459(7244): 200-206.
- Demirel C, Gül Karagüler N, Menekşe-Kiliç M, Akçer-Ön S, Haydar Gültekin A, Balci N, 2016. Prokaryotic diversity in the extreme lakes of Turkey, SW Anatolia, Turkey. EGU General Assembly Conference Abstracts, 17-22 April 2016, Vienna, Austria.
- Duckworth AW, Grant WD, Jones BE and Van Steenberg R, 1996. Phylogenetic diversity of soda lake alkaliphiles. *FEMS Microbiology Ecology*, 19 (3): 181-191.
- Dudhagara P, Ghelani A, Patel R, Chaudhari R and Bhatt S, 2015. Bacterial tag encoded FLX titanium amplicon pyrosequencing (bTEFAP) based assessment of prokaryotic diversity in metagenome of Lonar soda lake, India. *Genomics data*, 4: 8-11.
- Edgar RC, 2010. Search and clustering orders of magnitude faster than BLAST. *Bioinformatics*, 26: 2460–2461.
- Gonzalez A, King A, Robeson II MS, Song S, Shade A, Metcalf JL and Knight R, 2012. Characterizing microbial communities through space and time. *Current opinion in biotechnology*, 23(3): 431-436.
- Grant WD, Kamekura M, Ventosa A, McGenity TJ, 2001. Order Halobacteriales. *Bergey's manual of systematic bacteriology*, Springer, New York, 722p.
- Grant S, Grant WD, Jones BE, Kato C, Li L, 1999. Novel archaeal phylotypes from an East African alkaline saltern. *Extremophiles*, 3(2): 139-145.
- Grant WD and Heaphy S, 2010. Metagenomics and recovery of enzyme genes from alkaline saline environments. *Environmental technology*, 31(10): 1135-1143.
- Grant WD, 2006. Alkaline environments and biodiversity, in extremophiles. *Encyclopaedia of life support systems (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO: Oxford: Eolss Publishers.
- Grant WD and Sorokin DY, 2011. Distribution and diversity of soda lake alkaliphiles. *Extremophiles Handbook*, Springer, Tokyo. 1247p.
- Green JL, Bohannan BJ and Whitaker RJ, 2008. Microbial biogeography: from taxonomy to traits. *Science*, 320(5879): 1039-1043.
- Horikoshi K, 2006. Alkaliphiles: genetic properties and applications of enzymes. Springer, New York. 256p.
- Humayoun SB, Bano N and Hollibaugh JT, 2003. Depth distribution of microbial diversity in Mono Lake, a meromictic soda lake in California. *Applied and environmental microbiology*, 69(2): 1030-1042.
- Jiang H, Dong H, Zhang G, Yu B, Chapman LR and Fields MW, 2006. Microbial diversity in water and sediment of Lake Chaka, an athalassohaline lake in northwestern China. *Applied and environmental microbiology*, 72(6): 3832-3845.
- Kavak N, 2013. Van gölü prokaryotik çeşitliliğinin araştırılması. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 140s.
- Kazancı N, Girgin S, Dügel M, 2004. On the limnology of Salda Lake, a large and deep soda lake in southwestern Turkey: future management proposals. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 14(2): 151-162.
- Kellogg CA, Ross SW, and Brooke SD, 2016. Bacterial community diversity of the deep-sea octocoral *Paramuricea placomus*. *PeerJ*, 4: e2529.
- Kerstens K, Lisdiyanti P, Komagata K and Swings J, 2006. The family Acetobacteraceae: the genera *Acetobacter*, *Acidomonas*, *Asaia*, *Gluconacetobacter*, *Gluconobacter*, and *Kozakia*. *The prokaryotes*, Springer New York. 1115p.
- Kumar Sanjeevi A, Palanisamy K and Prabhu Balasubramani G, 2014. Production Of Protease From Rice Mill Waste By *Serratia* Species. *International Journal of Advances in Interdisciplinary Research*, 1(2): 49-54
- Lanzen A, Simachew A, Gessesse A, Chmolewska D, Jonassen I, Øvreås L, 2013. Surprising prokaryotic and eukaryotic diversity, community structure and biogeography of Ethiopian soda lakes. *PLoS One*, 8(8): e72577.
- Lin JL, Joye SB, Scholten JC, Schäfer H, McDonald IR and Murrell JC, 2005. Analysis of methane monooxygenase genes in Mono Lake suggests that increased methane oxidation activity may correlate with a change in methanotroph community structure. *Applied and environmental microbiology*, 71(10): 6458-6462.
- López-García P, Kazmierczak J, Benzerara K, Kempe S, Guyot F, Moreira D, 2005. Bacterial diversity and carbonate precipitation in the giant microbialites from the highly alkaline Lake Van, Turkey. *Extremophiles*, 9(4): 263-274.
- Mutlu MB, Martínez-García M, Santos F, Peña A, Guven K and Antón J, 2008. Prokaryotic diversity in Tuz Lake, a hypersaline environment in Inland Turkey. *FEMS microbiology ecology*, 65(3): 474-483.
- Nogales B, Moore ER, Abraham WR and Timmis KN, 1999. Identification of the metabolically active members of a bacterial community in a polychlorinated biphenyl-polluted moorland soil. *Environmental microbiology*, 1(3): 199-212.

- Özcan B, Cokmus C, Coleri A, Caliskan M, 2006. Characterization of extremely halophilic archaea isolated from saline environment in different parts of Turkey. *Microbiology*, 75(6): 739-746.
- Özcan B, Özcengiz G, Coleri A, Çökmüş C, 2007. Diversity of halophilic Archaea from six hypersaline environments in Turkey. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 17: 985-992.
- Reimer A, Landmann G, Kempe S, 2009. Lake Van, eastern Anatolia, hydrochemistry and history. *Aquatic Geochemistry*, 15(1-2): 195-222.
- Simachew A, Lanzén A, Gessesse A, Øvreås L, 2016. Prokaryotic community diversity along an increasing salt gradient in a soda ash concentration pond. *Microbial ecology*, 71(2): 326-338.
- Sorokin DY and Kuenen JG, 2005. Haloalkaliphilic sulfur-oxidizing bacteria in soda lakes. *FEMS microbiology reviews*, 29(4): 685-702.
- Thorpe CL, Morris K, Boothman C and Lloyd JR, 2012. Alkaline Fe (III) reduction by a novel alkali-tolerant *Serratia sp.* isolated from surface sediments close to Sellafield nuclear facility, UK. *FEMS microbiology letters*, 327(2): 87-92.
- Tourova TP, Grechnikova MA, Kuznetsov BB and Sorokin DY, 2014. Phylogenetic diversity of bacteria in soda lake stratified sediments. *Microbiology*, 83(6): 869-879.
- Urbach E, Vergin KL, Young L, Morse A, Larson GL, and Giovannoni SJ, 2001. Unusual bacterioplankton community structure in ultra-oligotrophic Crater Lake. *Limnology and Oceanography*, 46(3): 557-572.
- Vavourakis CD, Ghai R, Rodriguez-Valera F, Sorokin DY, Tringe SG, Hugenholtz P and Muyzer G, 2016. Metagenomic insights into the uncultured diversity and physiology of microbes in four hypersaline soda lake brines. *Frontiers in microbiology*, 7:211.
- Yang J, Ma LA, Jiang H, Wu G and Dong H, 2016. Salinity shapes microbial diversity and community structure in surface sediments of the Qinghai-Tibetan Lakes. *Scientific reports*, 6:25078.
- Zwart G, Crump BC, Kamst-van Agterveld MP, Hagen F and Han SK, 2002. Typical freshwater bacteria: an analysis of available 16S rRNA gene sequences from plankton of lakes and rivers. *Aquatic Microbial Ecology*, 28(2): 141-155.

Syntaxin4 and Synapsin3 mRNA Levels Induced by Long-Term Iron Toxicity in Rat (*Rattus norvegicus*)

Abdullah TUNÇ¹, Orhan ERDOĞAN¹

ABSTRACT: Although iron is necessary for brain tissue, its overload causes many metabolic disorders as well as neurodegenerative disorders. Syntaxin4 and synapsin3 are proteins associated with synaptic vesicles that play a role in neurotransmitter release. In this study we investigated the effects of sublethal doses of ferric iron at 0.87 ppm, 3 ppm, 30 ppm and 300 ppm on mRNA levels of genes coding syntaxin4 and synapsin3 proteins that function in nerve cell signal transmission in cortex and hippocampus tissues of rats (*Rattus norvegicus*). While mRNA level of the syntaxin4 gene was unchanged in the cortex, mRNA level of syntaxin4 decreased with 30 ppm and 300 ppm exposure in the hippocampus. mRNA level of synapsin3 gene in both cortex and hippocampus tissues increased in all treatment groups compared to control group.

Key words: Iron overload, mRNA expression, syntaxin4, synapsin3

Sıçan (*Rattus norvegicus*)’da Uzun Süreli Demir Toksisitesi ile Uyarılan Sintaksin4 ve Sinapsin3 mRNA Seviyeleri

ÖZET: Demir beyin dokusu için gerekli olmasına rağmen aşırı birikimi nörodejeneratif rahatsızlıkların yanında birçok metabolik bozukluklara neden olmaktadır. Sintaksin4 ve sinapsin3 nörotransmitter salınımında rol oynayan sinaptik veziküller ile ilişkili proteinlerdir. Biz bu çalışmada ferrik demirin (Fe^{3+}) 0.87 ppm, 3 ppm, 30 ppm ve 300 ppm subletal dozlarına maruz kalmış sıçanların (*Rattus norvegicus*) korteks ve hipokampus dokularındaki sinir hücre sinyali iletiminde fonksiyonu olan Sintaksin4 ve Synapsin3 proteinlerini kodlayan genlerin mRNA seviyeleri üzerine etkilerini araştırdık. Sintaksin4 geninin mRNA seviyesi korteks dokusunda değişmez iken hipokampus dokusunda 30 ppm ve 300 ppm maruziyeti ile mRNA seviyesi azalmıştır. Hem korteks hem de hipokampus dokularında sinapsin3 geni mRNA seviyesi artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Demir birikimi, mRNA ifadesi, sintaksin4, sinapsin3

¹ Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik, Erzurum, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Orhan ERDOĞAN, oerdogan@atauni.edu.tr

INTRODUCTION

Iron presence is necessary for many vital functions in many tissues besides brain tissue in all mammalian cells. These functions include high respiratory activity of brain tissue, myelination, formation of GABAergic activity, and the production of many neurotransmitters such as dopamine, neuroprine, serotonin. Iron is a cofactor for enzymes involved in the synthesis of neurotransmitters such as tyrosine hydroxylase and tryptophan hydroxylase (Moos and Morgan, 2004). People are often exposed to iron via several industrial, agricultural, domestic and technological applications (Bradl, 2005). But when the iron concentration reaches uncontrollable levels, it is a source of concern for the brain because of its high reactivity. The inability of the brain cells to regenerate further exacerbates the toxicity of iron (Ponka, 2004). Regional iron accumulation at an abnormal level has been observed in the specific tissues of many dementia and neurodegenerative disorders including Alzheimer (Bishop et al., 2002), Huntington (Dexter et al., 1991) and Parkinson (Kaur and Andersen, 2004).

The synaptic conditions are mediated by signal events at the pre- and post-synaptic terminals of neurons. The release of neurotransmitters into the synaptic cleft is mediated by soluble N-ethylmaleimide sensitive factor attachment protein receptors (SNAREs) that serve a function in membrane fusion. As a result, the v-SNAREs in the synaptic vesicle membrane are matched with the t-SNAREs in the presynaptic membrane via action potential. This complex performs the fusion by approximating the membranes (Harris et al., 2016). Syntaxins together with many protein families constitute the SNARE proteins. Syntaxins are a family of transmembrane proteins that fuse intracellular vesicles to target membranes. Furthermore, syntaxins also mediate and control the membrane composition (Jahn and Scheller, 2006; Martens and McMahon, 2008). Syntaxin4, one of this protein family, is required for various occurrences of membrane composition events such as membrane fusion in axon and postsynaptic regions (Harris, et al., 2016), myelin biogenesis in oligodendrocytes (Biljard, et al., 2015), exocytosis in astroglial plasma membranes (Tao-Cheng, et al., 2015) and membrane fusion in the cytoplasm (Chen and Scheller, 2001).

Synapsins are a family of neuron-specific phosphoproteins identified about 30 years ago (Johnson et al., 1972). Synapsin3 like other synapsins is also associated with synaptic vesicles that play a role in neurotransmitter release (Kao et al., 1998). In this context, they perform critical functions in binding of synaptic vesicles to the cytoskeletal networks of presynaptic terminals (Pieribone et al., 1995). The synapsins are phosphorylated via various kinases to alter affinities to actin filaments, thus it occurs transferring the vesicles to the presynaptic terminal to induce signal transduction (Chi et al., 2001). It has been reported that synapsin3 regulates the size of the recycling pool of synaptic vesicles, neurotransmitter release (Kile et al., 2010), synaptic depression that limiting the exo- and endo-cytotic vesicles (Feng et al., 2002) and the inhibition of post-synaptic current, and plays also a role in neurodegenerative disorders (Stöber et al., 2000; Chen et al., 2009; Porton et al., 2010) due to its strong association with the release of dopamine (Kile et al., 2010).

In this study, we investigated the effects of ferric iron (Fe^{3+}) on mRNA levels of synapsin3 and syntaxin4 genes that play a role in synaptic transmission in neurons in rat cortex and hippocampus tissues. Thus we mainly aimed to contribute to determine these functions and to the literature about these genes.

MATERIALS and METHOD

Experimental animal and experimental application

Male Sprague Dawley (*Rattus norvegicus*) rats obtained from Atatürk University (Erzurum, TURKEY), Experimental Medical Application and Research Center were used in the study. The animals were kept under optimum conditions, with a temperature of 22 ± 2 °C, 40-60 % humidity and a light-dark period of 12-12 s. Animals were also acclimatized with deionized water for a week before experimental application. In the following weeks the concentration was adjusted by mixing the waters with iron ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) according to the concentrations of the groups. Rats were exposed to deionized water (DIW) mixed with daily metal for 100 days. In the experiment, 5 groups of rats were experimented. Concentrations are summarized in

Table 1. Rats were killed by anesthesia. During the experimental process, no animals died and no toxic signs were seen. Parts of the brain were quickly removed and frozen at -80 °C for experimental steps.

Animal experiments were carried out in accordance with the applicable national guidelines for the use and care of laboratory animals and were approved by the Local Animal Ethics Committee of Ataturk University.

Table 1. Concentrations of Fe³⁺ and feeding times given to rat groups

| Week | Control | MPL 0.87 ppm | 1X 3 ppm | 10X 30 ppm | 100X 300 ppm |
|------|---------|-----------------|-------------|---------------|-----------------|
| 1 | DIW | DIW | DIW | DIW | DIW |
| 2 | DIW | MPL | MPL | MPL | MPL |
| 3 | DIW | MPL | 1X | 1X | 1X |
| 4 | DIW | MPL | 1X | 10X | 10X |
| 5 | DIW | MPL | 1X | 10X | 100X |
| 6 | DIW | MPL | 1X | 10X | 100X |
| 7 | DIW | MPL | 1X | 10X | 100X |
| 8 | DIW | MPL | 1X | 10X | 100X |
| 9 | DIW | MPL | 1X | 10X | 100X |
| 10 | DIW | MPL | 1X | 10X | 100X |
| 11 | DIW | MPL | 1X | 10X | 100X |
| 12 | cutting | MPL | 1X | 10X | 100X |
| 13 | | cutting | 1X | 10X | 100X |
| 14 | | | cutting | 10X | 100X |
| 15 | | | | cutting | 100X |
| 16 | | | | | cutting |

MPL: Maximum Permissible Limit, ppm: Parts per million

RNA extraction and cDNA synthesis

Total RNA was manually isolated from 500 mg of frozen tissues by using TRIzol reagent (Invitrogen). RNA concentrations and quality were verified by means of spectrophotometer (NanoDrop) and RNA gel electrophoresis, respectively. Afterwards, RNA samples were stored at -80 °C. cDNA synthesis was performed with SuperScript® First-Strand Synthesis System (Invitrogen) kit using 4 µl total RNA. After the quantification of the single-stranded cDNA was synthesized by the nanodrop (Thermo), the correctness of the synthesis using classical PCR

has been proven. Samples were stored at -20 °C until working.

TaqMan probe and primer design

Synapsin3, Syntaxin4 and Glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase (Gapdh) primers and probes belonging to *Rattus norvegicus* were designed using primer design program (<http://primer3.ut.ee/>). The specific region specificities of the oligonucleotide sequences obtained were checked by blasting in GenBank. The oligonucleotide sequences, product lengths and genbank accession numbers belonging to primer and probes used are given in Table 2.

Table 2. Genes specific forward and reverse primers, TaqMan probes, product lengths and genebank accession numbers

| Gene | Primers and Probes | Sequence (5'→3') | Product Length | Genebank Accession Numbers |
|-----------|--------------------|---|----------------|----------------------------|
| Syntaxin4 | Forward | 5'-TGCCATCTGTGTTTCTGTAC-3' | 114 | NM_031125 |
| | Reverse | 5'-AAATGCTGGGTCTCTGTTTCTC-3' | | |
| | Probe | 5'- ^{FAM} - TGGCTGTCATCATTGGCATCACC - ^{TAMRA} -3' | | |
| Synapsin3 | Forward | 5'-AGACAGACAAGGCATCACTACATC-3' | 115 | NM_017109 |
| | Reverse | 5'-AGCCCAAAGGCAAGCAAAAT-3' | | |
| | Probe | 5'- ^{FAM} - ACCATACGCTTGCTCCCTGCCG - ^{TAMRA} -3' | | |
| Gapdh | Forward | 5'-TGGACCTCATGGCCTACATG-3' | 144 | NM_017008.4 |
| | Reverse | 5'-AGGGAGATGCTCAGTGTGG-3' | | |
| | Probe | 5'- ^{CY5} - ACCACCCAGCCCAGCAAGGA - ^{BHQ2} -3' | | |

Gene expression analysis

Quantitative determination of gene expression by Real Time PCR was performed with Rotor-Gene Q (Qiagen). PCR was carried out as multiplex in 50 µl volumes containing 900 nM forward and reverse primers, 250 nM TaqMan probes and 25 µl FastStart TaqMan Probe Master (Applied Biosystems) that contains in AmpliTaq Gold DNA Polymerase, AmpErase uracil N-Glycosylase (UNG), dNTP with dUTP optimize buffer component.

The thermal conditions for amplification and determination of the samples and standards are as follows; 2 min at 50 °C, 10 min at 95 °C, afterwards 45 cycles of 10 sec at 95 °C, and 1 min at 60 °C. The data were analyzed using method (e)^(-ΔΔCt). Analytical precision was verified by considering the standard curve. The efficiency value is calculated from the slope curve using the formula (Pfaffl, 2001) and the slope value is known through Qiagen Rotor-Gene Q software.

Statistical analysis

All statistics were analyzed by ANOVA method and variance analysis in SPSS 17.0 package program. Duncan multiple comparison test was used to determine

the significance difference among groups means as a result of ANOVA test and variance analysis.

The value of p less than 0.05 was considered statistically significant. All values are shown as Mean±S.D. (Mean±Standard Deviation). Each group contains three animals, and all measurements were triplicated for each animal.

RESULTS

The effects of iron (Fe³⁺) on mRNA levels of genes encoding proteins involved in nerve cell signal transduction in cortex and hippocampus tissues of rats (*Rattus norvegicus*) exposed to sublethal doses of 0.87 ppm, 3 ppm, 30 ppm and 300 ppm were investigated.

It was observed that the expression levels of syntaxin4 gene increased gradually, as it increased the ion concentration in the cortex tissue. However, the differences in mRNA levels among the all treatments (0.87 ppm, 3 ppm, 30 ppm and 300 ppm) were statistically insignificant when compared to controls and to each other (p>0.05) (Figure 1).

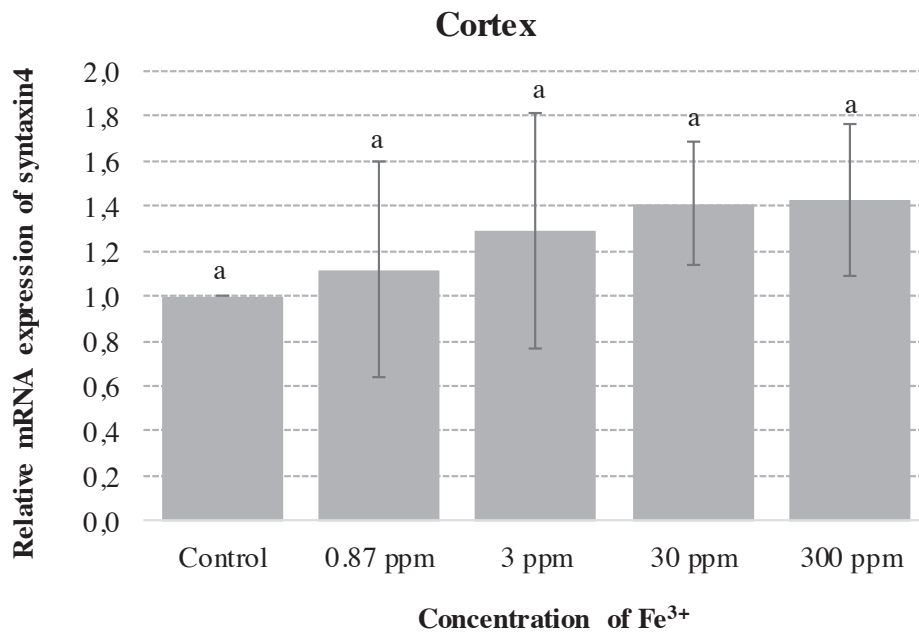


Figure 1. *In vivo* effect of various iron concentrations on the syntaxin4 gene in the rat cortex. a, b, c, d: statistical significance between each values in the lines. $p < 0.05$ was considered as significant.

Hippocampal syntaxin4 mRNA levels were not significantly different between 0.87 ppm and 3 ppm groups when compared to both controls and each other ($p > 0.05$). In the 30 ppm and 300 ppm groups, the

mRNA levels were significantly reduced compared to the control, 0.87 ppm and 3 ppm groups ($p < 0.05$), but the mRNA level difference between each others was not statistically significant ($p > 0.05$) (Figure 2).

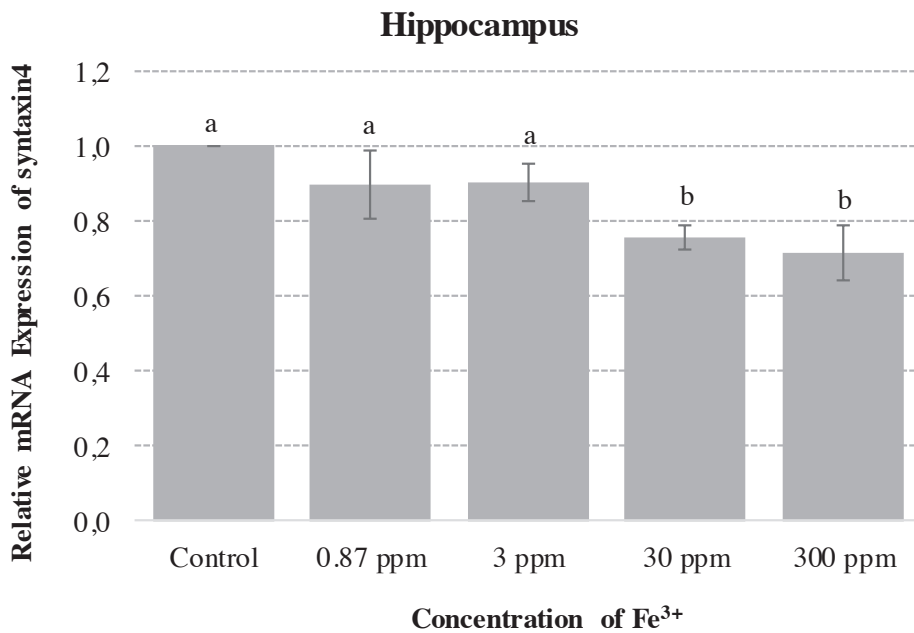


Figure 2. *In vivo* effect of various iron concentrations on the syntaxin4 gene in the rat hippocampus. a, b, c, d: statistical significance between each values in the lines. $p < 0.05$ was considered as significant.

When mRNA levels of synapsin3 in the cortex were experimented, no statistical differences was found in the 0.87 ppm group compared to the control group ($p>0.05$). A significant increase was observed in the 3 ppm group compared to the control group and 0.87 ppm group ($p<0.05$). The highest mRNA level was

observed in the 30 ppm treatment and this increase of mRNA level was found to be significant compared to other groups ($p<0.05$). The mRNA level of the 300 ppm group was significantly decreased compared to the 30 ppm group and decreased to look like mRNA level of control group ($p<0.05$) (Figure 3).

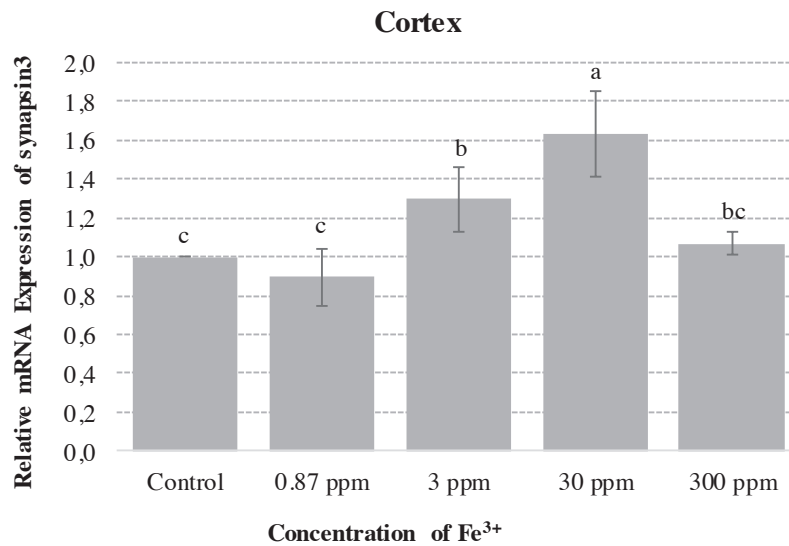


Figure 3. *In vivo* effect of various iron concentrations on the synapsin3 gene in the rat cortex. a, b, c, d: statistical significance between each values in the lines. $p<0.05$ was considered as significant.

When hippocampal Synapsin3 gene was considered, mRNA levels of the all treatments (0.87 ppm, 3 ppm, 30 ppm and 300 ppm) increased significantly compared to

the mRNA level of the control group ($p < 0,05$). The mRNA level differences among treatments were not statistically significant ($p>0.05$) (Figure 4).

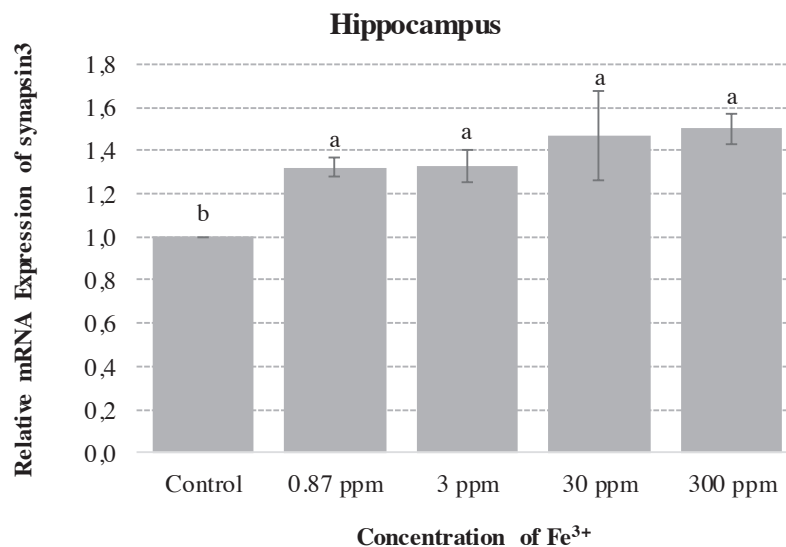


Figure 4. *In vivo* effect of various iron concentrations on the synapsin3 gene in the rat hippocampus. a, b, c, d: statistical significance between each values in the lines. $p<0.05$ was considered as significant.

DISCUSSION

It is known that iron is clearly require in neuron. Iron overload causes neuronal disorders. This is thought to be caused by affecting motor and cognitive functions as a result of impairment of energy metabolism and neurotransmitter synthesis (Moos and Morgan, 2004). Levels of neurotransmitter synthesis can affect the amount of synaptic vesicle and therefore, it can be expected to affect the mRNA levels of proteins that perform to formation of SNARE complex. Docking and fusion of synaptic vesicles to the plasma membrane are required for action potential in nerve cells. Syx4 is associated with membrane fusion in both axonic and postsynaptic regions (Harris et al., 2016). In this work, as the iron concentration increased, mRNA level of hippocampal Syx4 decreased. This may be for the reason that the accumulation of iron leads to a decrease in synaptic vesicle amount and as a result, it may decrease the action potential. Indeed, some metals are a potent inhibitors for action potential (Cooper et al., 1983) and this supports our hypothesis. However, in this study, there was no change in Syx4 mRNA level in the cortex.

Experiments have shown that in synapsin3-deficient neurons, a decrease in inhibitory post-synaptic potential occurs although the synaptic vesicle reserve does not change (Feng et al., 2002). This suggests that synapsin3 acts as a negative regulator of neurotransmission. It is known that synapsin3 protein is involved in slow synaptic transmission as it helps dopamine release as well as neuronal growth (Porton et al., 2011). In our study, the increase of synapsin3 mRNA level in the tissues means that synaptic transmission in rats is attempted to be inhibited by iron ions. Thus, the idea that iron ion can inhibits neurotransmission may arise. This idea also overlaps with the conclusion, we reveal from the syntaxin4 mRNA level. We guess that decreasing in mRNA level of 300 ppm treatment of the cortical synapsin3 may be induced by negative feedback regulation of the iron (Meyron-Holtz et al., 2004; Hentze et al., 2004).

CONCLUSIONS

Expression schemas in both cortex and hippocampus tissues are partially collateral with eachother. Our results have shown that iron overload can abnormally affect synaptic transmission mechanisms in neurons.

REFERENCES

- Bijlard M, Klunder B, de Jonge JC, Nomden A, Tyagi S, de Vries H, Hoekstra D, Baron W, 2015. Transcriptional expression of myelin basic protein in oligodendrocytes depends on functional syntaxin 4: a potential correlation with autocrine signaling. *Molecular and Cellular Biology*, 35(4): 675-687.
- Bishop GM, Robinson SR, Liu Q, Perry G, Atwood CS, Smith MA, 2002. Iron: a pathological mediator of Alzheimer disease?. *Developmental Neuroscience*, 24(2-3): 184-187.
- Bradl H, (2005). *Heavy metals in the environment: origin, interaction and remediation*. First Edition. London, United Kingdom, 282 p.
- Chen Q, Che R, Wang X, O'Neill FA, Walsh D, Tang W, Shi Y, He L, Kendler KS, Chen X, 2009. Association and expression study of synapsin III and schizophrenia. *Neuroscience Letters*, 465(3): 248-251.
- Chen YA, Scheller RH, 2001. SNARE-mediated membrane fusion. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 2(2): 98-106.
- Chi P, Greengard P, Ryan TA, 2001. Synapsin dispersion and recluster during synaptic activity. *Nature neuroscience*, 4(12): 1187-1193.
- Cooper GP, Suszkiw JB, Manalis RS, 1983. Heavy metals: effects on synaptic transmission. *Neurotoxicology*, 5(3): 247-266.
- Dexter DT, Carayon A, Javoy-Agid F, Agid Y, Wells FR, Daniel SE, Lees AJ, Jenner P, Marsden CD, 1991. Alterations in the levels of iron, ferritin and other trace metals in Parkinson's disease and other neurodegenerative diseases affecting the basal ganglia. *Brain*, 114(4): 1953-1975.
- Feng J, Chi P, Blanpied TA, Xu Y, Magarinos AM, Ferreira A, Takahashi RH, Kao HT, McEven BS, Ryan TA, Augustine GJ, 2002. Regulation of neurotransmitter release by synapsin III. *Journal of Neuroscience*, 22(11): 4372-4380.
- Harris KP, Zhang YV, Piccioli ZD, Perrimon N, Littleton JT, 2016. The postsynaptic t-SNARE Syntaxin 4 controls traffic of Neuroligin 1 and Synaptotagmin 4 to regulate retrograde signaling. *Elife*, 5: e13881.
- Hentze MW, Muckenthaler MU, Andrews NC 2004. Balancing acts; molecular control of mammalian iron metabolism. *Cell*, 117:285-297
- Jahn R, Scheller, RH, 2006. SNAREs-engines for membrane fusion. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 7(9): 631-643.
- Johnson EM, Ueda T, Maeno H, Greengard P, 1972. Adenosine 3', 5-Monophosphatedependent Phosphorylation of a Specific Protein in Synaptic Membrane Fractions from Rat Cerebrum. *Journal of Biological Chemistry*, 247(17): 5650-5652.

- Kao HT., Porton B, Czernik AJ, Feng J, Yiu G, Häring M, Benfenati F, Greengard P, 1998. A third member of the synapsin gene family. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(8): 4667-4672.
- Kaur D, Andersen J, 2004. Does cellular iron dysregulation play a causative role in Parkinson's disease?. *Ageing Research Reviews*, 3(3): 327-343.
- Kile BM, Guillot TS, Venton BJ, Wetsel WC, Augustine GJ, Wightman RM, 2010. Synapsins differentially control dopamine and serotonin release. *Journal of neuroscience*, 30(29): 9762-9770.
- Martens S, McMahon HT, 2008. Mechanisms of membrane fusion: disparate players and common principles. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 9(7): 543-556.
- Meyron-Holtz EG, Ghosh MC, Rouault TA, 2004. Mammalian tissue oxygen levels modulate iron-regulatory protein activities in vivo. *Science* 306: 2087-2090
- Moos T, Morgan EH, 2004. The metabolism of neuronal iron and its pathogenic role in neurological disease: review. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1012(1): 14-26.
- Pfaffl MW, 2001. A new mathematical model for relative quantification in real-time RT-PCR. *Nucleic Acids Research*, 29(9): e45-e45.
- Pieribone VA, Shupliakov O, Brodin L, Hilfiker-Rothenfluh S, 1995. Distinct pools of synaptic vesicles in neurotransmitter release. *Nature*, 375(6531): 493-497.
- Polka P, 2004. Hereditary causes of disturbed iron homeostasis in the central nervous system. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1012(1): 267-281.
- Porton B, Rodriguiz RM, Phillips LE, Gilbert J, Feng J, Greengard P, Kao HT, Wetsel WC, 2010. Mice lacking synapsin III show abnormalities in explicit memory and conditioned fear. *Genes, Brain and Behavior*, 9(3): 257-268.
- Porton B, Wetsel WC, Kao HT, 2011. Synapsin III: role in neuronal plasticity and disease. In *Seminars in Cell & Developmental Biology* 22(4): 416-424.
- Stöber G, Meyer J, Nanda I, Wienker TF, Saar K, Knapp M, Jatske S, Schmid M, Lesch KP, Beckmann H, 2000. Linkage and family-based association study of schizophrenia and the synapsin III locus that maps to chromosome 22q13. *American Journal of Medical Genetics*, 96(3): 392-397.
- Tao-Cheng JH, Pham A, Yang Y, Winters CA, Gallant PE, Reese TS, 2015. Syntaxin 4 is concentrated on plasma membrane of astrocytes. *Neuroscience*, 286: 264-271.

Topraktan İzole Edilen *Streptomyces* sp.'den Ksilanaz Üretimi ve Karakterizasyonu

Barış ENEZ¹, Sema AGÜLOĞLU FİNCAN²

ÖZET: Bu çalışmada topraktan izole edilen *Streptomyces* sp.'nin izolasyonu, tanımlanması ve optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. *Streptomyces* sp.'nin optimum şartları belirlenerek optimum 35 °C, pH 7.0 ve 52. saat olarak maksimum üreme gerçekleştirdiği tespit edilmiştir. Ksilanaz üretiminin en iyi olduğu koşullar ise 35 °C, pH 7.0 ve 72. saat olarak belirlenmiş ve en iyi enzim aktivitesine 40°C ve pH 7.0'de ulaşılmıştır. Enzim aktivitesi üzerine metallere etkisi araştırıldığında Zn²⁺, Hg²⁺ ve Fe²⁺ elementlerinin güçlü bir şekilde enzim aktivitesini inhibe ettiği gözlemlenmiştir. Kullanılan deterjanlardan Triton X-100 aktiviteyi artırırken SDS ise güçlü şekilde inhibe ettiği tespit edilmiş ve enzim aktivitesinin; 35°C-45°C aralıklarında da 1 saat boyunca stabil kaldığı, pH 6.0, ve 7.0 de 1 saat sonunda %100 korunduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Streptomyces* sp., ksilanaz, izolasyon, karakterizasyon, üretim

Production and Characterization of Xylanase from *Streptomyces* sp. which is Isolated from Soil

ABSTRACT: In this work, *Streptomyces* sp., was isolated from soil, identified and optimized. Optimum conditions of *Streptomyces* sp. were determined and it is observed that maximum reproduction is achieved at 35 °C, pH 7.0 and 52 hours. It was also revealed that the best conditions for producing xylanase was 35 °C, pH 7.0 and 72 hours and the best enzyme activity was achieved at 40 °C and pH 7.0. The effect of metals on enzyme activity was investigated, and it was observed that enzyme activity was strongly inhibited by Zn²⁺, Hg²⁺ and Fe²⁺. It was found that Triton X-100, one of the detergents was used, boosts activity, while other one, SDS, inhibits strongly and it is revealed that, enzyme activity remains stable for 1 hour at 35°C, 40°C and 45°C and also it is preserved 100% after 1 hour at pH 6.0 and pH 7.0.

Keywords: *Streptomyces* sp, xylanase, isolation, characterization, production

¹ Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Veteriner Sağlığı Bölümü, Bingöl, Türkiye

² Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Diyarbakır, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Sema AGÜLOĞLU FİNCAN, semaagul@dicle.edu.tr

GİRİŞ

Tarihsel gelişim açısından bakıldığında enzimlerin çok farklı kaynaklardan elde edildiği görülmektedir. Bunlar bitkisel, hayvansal ya da endüstriyel anlamda ihtiyacı karşılayabilen mikrobiyal kaynaklı enzimlerdir (Gupta et al., 2003). Bugüne kadar yaklaşık 2500 farklı enzim tanımlanmış ve bunların ancak %10'u ticari alanda kullanım için kendilerine yer bulmuşlardır. Bu %10 içinde 25 tanesi nişasta sanayi ile deterjan katkı maddesi olarak kullanılmış olup, ticari alanda yararlanılan bütün enzimlerin %80'ini oluşturmaktadırlar (Woodley, 2000). Bitkisel ve hayvansal enzimlerin endüstriyel ihtiyacı karşılayamaması, bu alandaki ilginin giderek artan bir şekilde mikrobiyal enzimlere yönelmesini sağlamıştır. Mikroorganizmalar, biyokimyasal çeşitlilikleri ve genetik manipülasyonlara uygunluğu gibi sebeplerden dolayı ideal bir enzim kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Rao et al., 1998). Günümüzde endüstride kullanılan enzimlerin yaklaşık %90'ı mikroorganizmaların faaliyetleri sonucunda üretilmektedir (Godfrey and West, 1996).

Ksilanaz, ksilandaki β -1,4-D-ksilozidik bağlarını zincirin iç kısımlarından hidrolizle kıran glikosidazlardır (o-glikozid hidrolazlar; E.C. 3.2.1). Bunlar, hücre metabolizması için karbon kaynağının sağlanmasında ve bitki patojenlerince bitki hücresinin enfeksiyonunda gerekli olan ve doğada yaygın bir enzim grubudur (Collins et al., 2005).

Günümüzdeki biyoteknolojik prosesler belli başlı organizmalar tarafından yürütülmektedirler. Bu sık kullanılan organizma türlerinden bir tanesi de *Streptomyces*' lardır. *Streptomyces* türleri funguslar gibi substrat miseli havasal misel ve spor oluşumunu içeren kompleks bir hayat döngüleri vardır. *Streptomyces*' lar birçok hücre dışı metabolit sentezleyebilmektedirler.

Bu metabolitler arasında antibiyotikler, pigmentler gibi ikincil metabolitler, hücre dışı enzimler ve proteinler gelmektedir. Hücre dışı enzimlerin salgılanması ile *Streptomyces*' lar, morfolojik farklılaşma, antibiyotik sentezinin, tamamlanması, pigmentasyon, hücre dışındaki rekalsitrant polimerik materyalin sindirimi gibi birçok metabolik fonksiyonu yerine getirebilmektedir (Duran, 2011).

MATERYAL VE YÖNTEM

Streptomyces sp.'in Biyokimyasal Testleri

İzole edilen mikroorganizma %0.5'lik ksilan içeren nutrient agarda üretilerek biyokimyasal testleri yapılmıştır.

Mikroorganizma ve Kültür Koşulları

Streptomyces sp. makam dağından alınan toprak örneklerinden izole edilerek Ref-Gen tarafından kısmi olarak 16S rRNA analizi yapılmıştır (METU Teknokent/Ankara). Mikroorganizma pH 7.0, sıcaklık 35°C ve % 0.5 ksilan içeren Nutrient Broth ortamında 72 saat üretilmiştir.

Protein Miktar Tayini

Protein miktar tayini Lowry metoduna göre yapılmıştır. (Lowry et al., 1951)

Ksilanaz Aktivite Tayini

Ksilanaz aktivite tayini Miller (1959) DNS metodunun modifiye edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Aktivite tayini için enzim çözeltisi ile %0.5lik ksilan çözeltisi 40 °C de 45 dakika inkübe edilmiştir. Daha sonra reaksiyonu durdurmak için 3,5 DNS ilave edilmiş ve 5 dakika kaynar su banyosunda bekletilmiştir. 535 nm'de spektrofotometrik ölçüm yapılmıştır.

Streptomyces sp. ve Ksilanaz Üretimi Üzerine Sıcaklık, pH ve inkübasyon

Süresinin Etkisinin Belirlenmesi

100 ml'lik erlenlerde 25 ml sıvı besi yerleri hazırlanarak her birine 2 ml bakteri ekimi yapılmıştır. 25-55 °C sıcaklık aralıklarında bakteri ve enzim üretiminin optimum değerlerin belirlemek için 120 rpm'de çalkalamalı su banyosunda bekletilmiş ve spektrofotometrede absorbans ölçümleri yapılmıştır.

Hazırlanan %0.5 ksilan içeren NB ortamında pH 4.0'ten başlayarak 0.5'lik artışlarla pH 10.0'a kadar farklı pH'larda enzim üretimi ve bakteri üretimi gerçekleştirilmiştir.

İnkübasyon süresinin mikroorganizma gelişimi ve enzim üretimine etkisi için; bakteri NB besi yerinde

(pH 7.0) ve 35 °C'de üretilerek 4-96 saatleri arasında her 4 saatte bir örnek alınarak spektrofotometrede absorbans ölçümleri yapılmıştır.

Ksilanaz Aktivitesi Üzerine Sıcaklık ve pH'nın Etkisi

Sıcaklık ve pH'nın ksilanaz aktivitesine etkisini araştırırken enzim olarak, NB besi ortamında üretilen bakteri kültürünün santrifüj edilmesiyle elde edilen üst sıvı kullanılmıştır.

Sıcaklık etkisi için; 25°C'den 5°C artan sıcaklık aralıklarıyla 55°C'ye kadar ksilanaz aktivitesi ölçüldü ve rölatif enzim aktivitesi saptanmıştır. pH etkisi için; substrat olarak kullandığımız ksilan %0,5'lik olacak şekilde sırasıyla sitrik asit, Tris-HCl ve karbonat/bikarbonat tamponları içerisinde ayrı ayrı hazırlanmıştır. Daha sonra ksilanaz aktivite tayini yapılarak rölatif enzim aktivitesi saptanmıştır.

Enzim Aktivitesi Üzerine Bazı Metal Maddelerin ve Deterjanların Etkisi

Enzim aktivitesi üzerine bazı metallerin etkisini saptamak için CaCl₂, CuCl₂, ZnCl₂, MgCl₂, HgCl₂, MnCl₂, ve FeCl₂ dan 50 mM'lık stok çözeltilerinden toplam hacimde (150 µl) 1.5 mM konsantrasyonu olacak şekilde 0.1 M pH 7.0 Tris-HCl tamponunda hazırlandı. Enzim aktivitesi üzerine bazı deterjanların etkisini araştırmak için % 0.5 oranında SDS, Tween-40, Tween-80, TritonX-100 kullanıldı. Bu deterjanlar 0.1 M pH 7.0 Tris-HCl tamponunda hazırlanmıştır

Sıcaklık ve pH'nın Ksilanaz Stabilitesine etkisi

Ksilanaz enziminin sıcaklık stabilitesi saptanması için 35°C, 40°C ve 45°C de sadece enzim kullanılarak 15-120 dakika arasında inkübasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

Ön inkübasyon sonrası enzim substrat karışımı ile kalan enzim aktivitesini saptamak için enzimin aktivite gösterdiği optimum sıcaklıkta inkübasyona bırakılmıştır.

pH stabilitesinin saptanması için 0.1 M Sitrik Asit, 0.1 M. Tris- HCl, 0.1 M karbonat / bikarbonat

hazırlandı. Enzim, farklı tamponlarla 180 dakika ön inkübasyon bırakılmıştır. Ön inkübasyon sonrasında substrat eklenerek kalan aktivite tayini deney koşulları altında ölçülmüştür.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Biyokimyasal Testler ve Mikroorganizmanın Tanımlanması

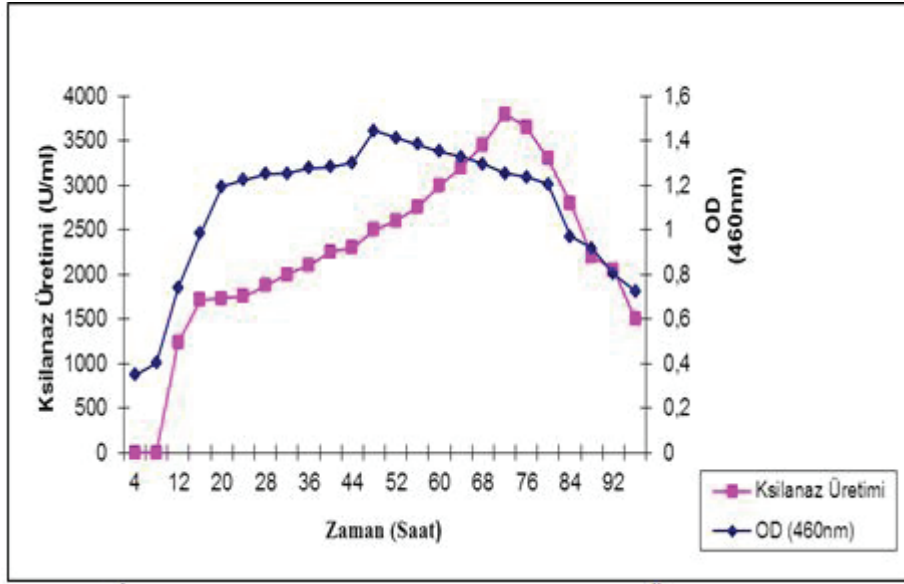
Yapılan biyokimyasal testler sonucunda mikroorganizmanın çizelge 1 de gösterildiği gibi gram pozitif, basil (çubuk) şeklinde ve ksilan ortamında ksilanaz enzimi ürettiği belirlenmiştir.

Ref-Gen tarafından kısmi olarak 16S rRNA analizi yapılan bakterinin *Streptomyces* sp. olduğu tespit edilmiştir (METU Teknokent/Ankara).

```
CCCTCACTCGCAGTCCACATTCGACAGCTCCC
TCCCACAAGGGGTTGGGCCACCGGCTTCGGGT
GTCACCGACTTTCGTGACGTGACGGGCGGTGT
GTACAAGGCCCGGAACGTATTCACCGCAGCA
ATGCTGATCTGCGATTACTAGCAACTCCGACTT
CATGGGGTCGAGTTGCAGACCCCAATCCGAAC
TGAGACCGGCTTTTTGAGATTCGCTCCGCCTC
ACGGCATCGCAGCTCTTTGTACCGGCCATTGTA
GCACGTGTGCAGCCCAAGACATAAGGGGCATG
ATGACTTGACGTTCGTCACCTTCCCTCCGAG
TTGACCCCGGCGGTCTCCTGTGAGTCCCATCA
CCCCGAAGGGCATGCTGGCAACACAGGACAA
GGGTTGCGCTCGTTGCGGGACTTAACCAACA
TCTCACGACACGAGCTGACGACAGCCATGCAC
CACCTGTATACCGACCACAAGGGGGGCACTAT
CTCTAATGCTTCCGGTATATGTCAAGCCTTGG
TAAGGTTCTTCGCGTT...
```

Bakteri ve Ksilanaz Üretimi Üzerine İnkübasyon Süresinin, Sıcaklık ve pH'nın Etkisi

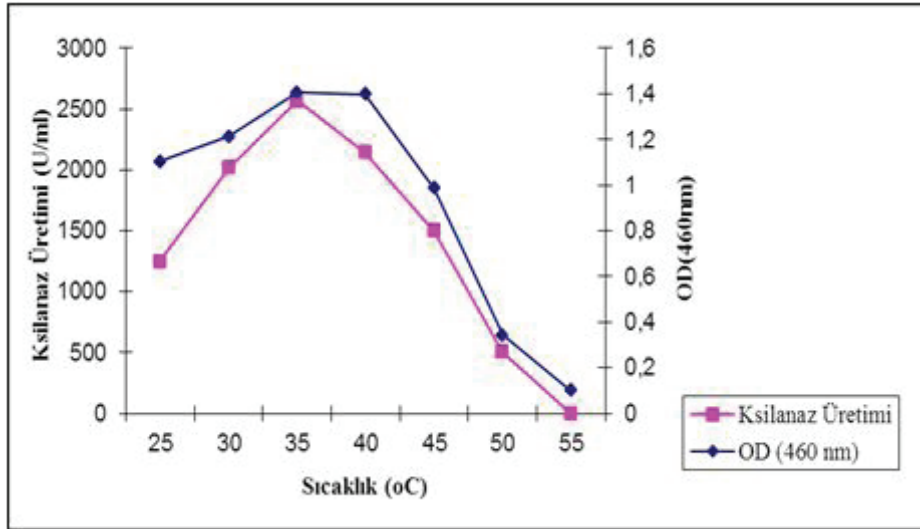
Farklı inkübasyon sürelerinin enzim üretimi ve *Streptomyces* sp.'nin üremesinin etkisini belirlemek için 4-96. saatleri arasındaki analiz sonucunda şekil 1 de görüldüğü gibi maksimum enzim üretiminin 72.saat ve üremenin ise 52 saatte olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1. İnkübasyon süresinin Bakteri ve Ksilanaz Üretimine Etkisi

Sıcaklığın etkisini belirlemek için; 5 °C'lik artışla 25 °C 'den 55 °C 'ye kadar % 0,5 ksilanlı NB besi yerinde (pH 7.0) inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda maksimum enzim

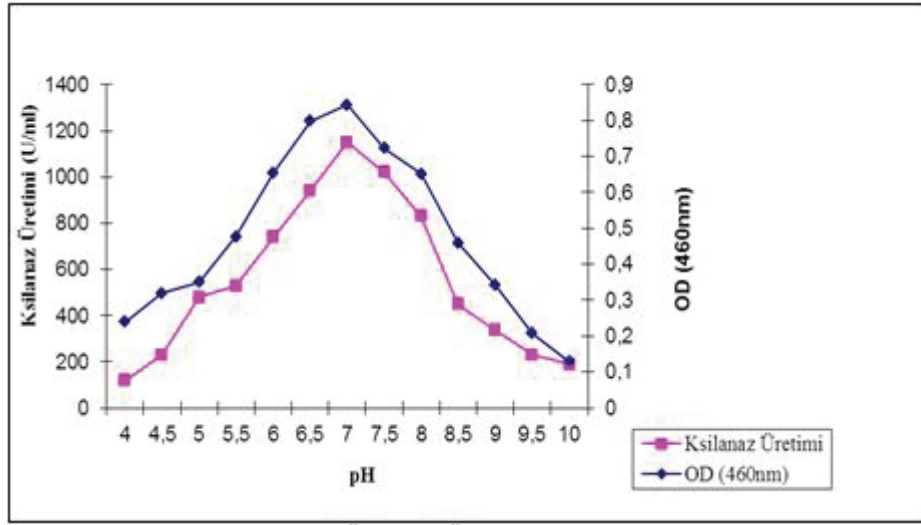
üretimi ve üremenin 35 °C'de olduğu belirlendi. Şekil 2'ye bakıldığında artan sıcaklıklarda hem bakteri üremesinin hem de enzim üretiminin giderek azaldığı görülmüştür.



Şekil 2. Bakteri ve Enzim Üretimi Üzerine Sıcaklığın Etkisi

Farklı pH'larda hazırlanan besi yerlerine ekimi yapılan bakterinin maksimum enzim üretimi ve optimum üremesinin pH 7.0 da olduğu görülmüştür. Şekil 3'te belirtildiği üzere artan pH'ların bakteri ve enzim üretimini olumsuz etkilediği belirlenmiştir. *Streptomyces* suşlarından üretilen ksilanaz'ın optimum aktivite gösterdiği değerler literatürlerde değişik

şekillerde (72 saat, pH:7.0 ve 30 °C; 120 saat, pH:7.0 ve 37 °C; 120 saat, pH:6.5 ve 28 °C; 96 saat, pH:6.5 ve 50 °C; 68 saat, pH:7.0, 36 °C; 96 saat, pH:7.0 ve 40 °C) yer almıştır. Sanjivkumar ve arkadaşları, 2017; Maheswari ve Chandra, 2000; Pradeep ve arkadaşları, 2013; Boonchuay ve arkadaşları, 2016; Lv ve arkadaşları, 2008; Chi ve arkadaşları, 2013).

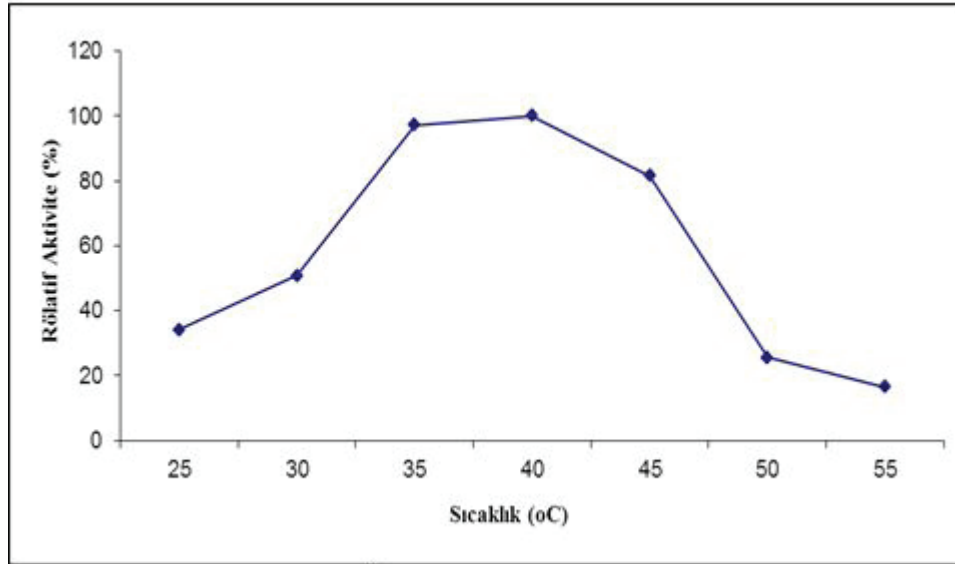


Şekil 3. Bakteri ve Enzim Üretimi Üzerine pH'nın Etkisi

Ksilanaz Aktivitesi Üzerine Sıcaklık ve pH'nın Etkisi

Optimum koşullarda üretilen mikroorganizma maksimum ksilanaz salgılandığı 35 °C, pH 7.0 ve 72. saat

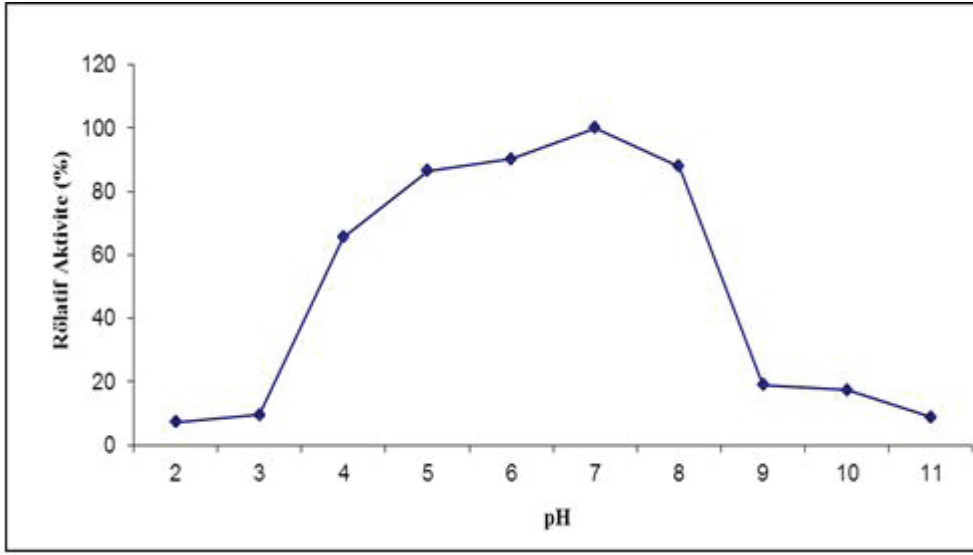
sonrasında elde edilen enzim üst sıvısından 25-55 °C aralığında yapılan sıcaklık tespitinde enzimin maksimum sıcaklık aktivitesinin 40 °C olduğu belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Ksilanaz Aktivitesi Üzerine Sıcaklığın Etkisi

Aynı ortam koşullarında pH 2-11.00 aralığında yapılan incelemede ksilanaz aktivitesinin en fazla

pH 7.0 da olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5).

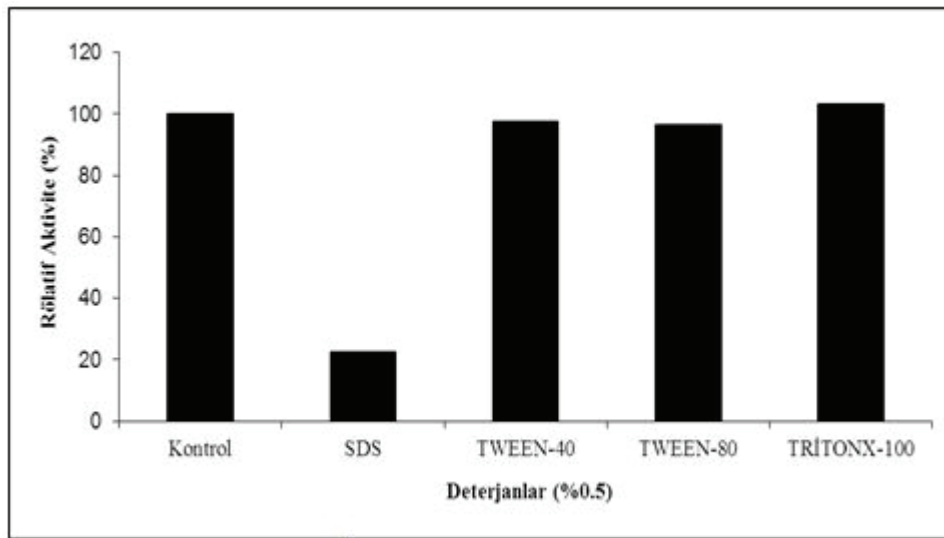


Şekil 5. Ksilanaz Aktivitesi Üzerine pH Etkisi

Yapılan araştırmada en yüksek enzim aktivitesi pH 7.0 ve 40 °C'de tespit edilmiştir. Daha önceki çalışmalarda, Sanjivkumar et al., (2017) *Streptomyces olivaceus*'ten elde ettikleri ksilanazın en yüksek aktivite gösterdiği sıcaklığın 40 °C de; Chi et al., (2013) *Streptomyces thermocarboxydus*'tan üretilen ksilanazın ise 65 °C olduğunu belirlemişlerdir. *Streptomyces* türlerinden elde edilen ksilanazların optimum pH aralıkları 5.0-7.0 arasında değişmektedir (Chi et al., 2013; Bajaj ve Singh, 2010; Ninawe et al., 2008; Georis et al., 2000).

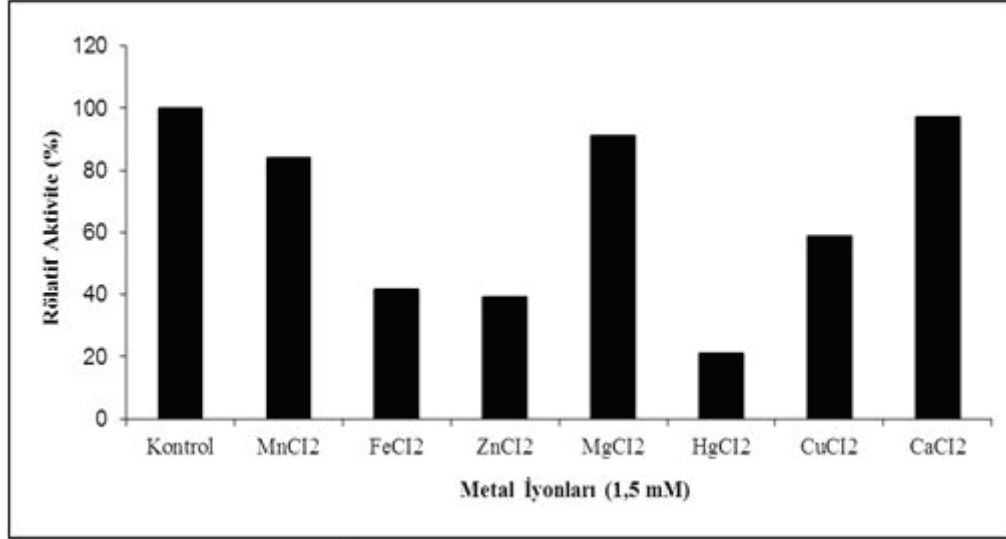
Enzim Aktivitesi Üzerine Deterjan ve Metallerin Etkisi

Uygun şartlarda üretilen mikroorganizma'dan elde edilen ksilanaz aktivitesi üzerine deterjan etkisi incelendiğinde deterjanlardan kontrole göre kalan enzim miktarları; SDS %22, Tween-40 % 98, Tween-80 % 96 ve TritonX-100 %103 olarak belirlenmiştir. Triton X-100 aktiviteyi artırırken SDS ise güçlü şekilde inhibe ettiği tespit edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Enzim Aktivitesi Üzerine Deterjanların Etkisi

Metal etkisi araştırıldığında ise Zn^{2+} (% 61) , Hg^{2+} (% 79)ve Fe^{2+} (% 58) güçlü bir şekilde enzim aktivitesini inhibe ettiği, Ca^{2+} ise kontrole yakın bir değer gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 7).



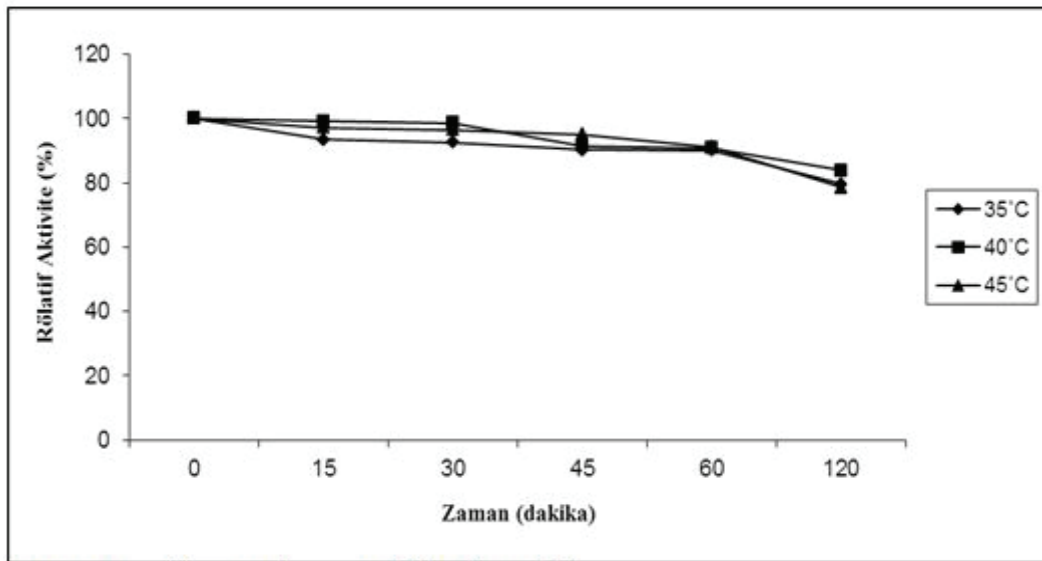
Şekil 7. Enzim Aktivitesi Üzerine Metallerin Etkisi

Adigüzel ve Tunçer, (2016) yaptıkları çalışmada SDS, Mg^{2+} , Hg^{2+} , Zn^{2+} ksilanaz aktivitesini inhibe ettiğini; Boonchuay et al., (2016) ksilanaz aktivite üzerine denedikleri metal iyonları ve kimyasal reaktiflerden özellikle SDS ve Hg^{2+} 'ın enzim aktivitesini tamamen inhibe ettiğini, Fe^{3+} , Zn^{2+} , Mg^{2+} 'un ise orta düzeyde enzim inhibisyonuna neden olduğunu belirlemişlerdir. Paradeep et al., (2013) Fe^{3+} , Zn^{2+} ,

Cu^{2+} ve SDS'nin ksilanaz aktivitesi üzerine inhibe etkisi gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Sıcaklık ve pH'nın Ksilanaz Stabilitesine etkisi

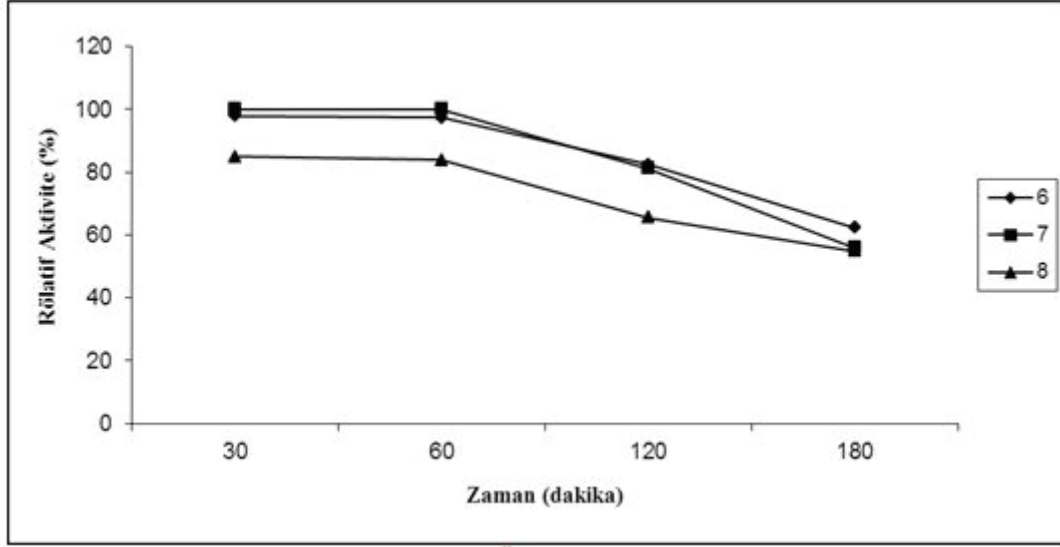
Enzimin sıcaklık stabilitesi incelendiğinde ksilanaz enzimi 35°C, 40 °C ve 45°C sıcaklıklarında 1 saat boyunca stabil kaldığı ancak giderek stabilitesini kaybettiği görülmüştür (Şekil 8).



Şekil 8. Sıcaklığın Ksilanaz Stabilitesine Etkisi

Yapılan araştırmada enzimin pH stabilitesi incelenmiştir. pH 6.0 ile 7.0 değerlerinde 1 saat boyunca

enzim aktivitesinin %100 korunduğu tespit edilmiştir (Şekil 9).



Şekil. 9. pH'nın Ksilanaz Stabilitesine Üzerine Etkisi

Chi et al., (2013) *Streptomyces thermocarboxydus*' tan üretilen ksilanazın 45°C ve 55°C de stabilitesinin korunduğunu, pH stabilitesinin ise pH 5.0 ve 6.0 olduğunu belirlemişlerdir. Nascimento et al., (2002) *Streptomyces* sp. strain AMT-'ten üretilen enzimin 55°C ve 65°C sıcaklıklarında stabil kaldığını buna ek olarak ksilanazın pH stabilitesinin ise pH 6.0 da stabil kaldığını bulmuşlardır. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar diğer araştırmacıların bulgularıyla uyum içindedir.

SONUÇ

Streptomyces sp.'den ksilanaz üretimi SmF (Submerged Fermentation=Derin Kültür Tekniği) işlemi ile gerçekleştirilmiştir. pH, sıcaklık ve inkübasyon

süresi gibi farklı parametreler ile üretim koşulları optimize edilmiştir. Optimal üretim koşulları sırasıyla; 72 saat, pH:7.0 ve 35 °C olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda topraktan izole edilen bakterilerden üretilen ksilanazın daha önceki çalışmalarda sonuçlara göre genel olarak sıcaklık ve pH'nın uygunluk gösterdiği, inkübasyon süresinin ise daha kısa sürede olmasından dolayı ekonomik yönden büyük avantaj sağladığı görülmüştür. Belirli metal ve deterjanların ksilanaz aktivitesi üzerine etkisi incelendiğinde; enzim aktivitesinin Mn^{+2} ve Mg^{+2} ile orta şekilde; Hg^{+2} , Cu^{+2} , Fe^{+3} ve Zn^{+2} güçlü bir şekilde inhibe edildiği tespit edilmiştir. Kullanılan deterjanlardan ise SDS'nin ksilanaz aktivitesini inhibe ettiği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Adigüzel AO, Tunçer M, 2016. Production, Characterization and Application of a Xylanase from *Streptomyces* sp. AOA40 in Fruit Juice and Bakery Industries. Food Biotechnology, 30 (3): 189–218.

Bajaj BK, Singh NP, 2010. Production of xylanase from an alkali tolerant *Streptomyces* sp. 7b under solid-state fermentation, its purification, and characterization. Applied Biochemistry and Biotechnology, 162:1804–18.

Boonchuay Pinpanit, Takenaka S, Kuntiyac A, Techapunc C, Leksawasdic N, Seesuriyachanc P, Chaiyasoc T, 2016. Purification, characterization, and molecular cloning of the xylanase from *Streptomyces thermovulgaris* TISTR1948 and its application to xylooligosaccharide production. Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic 129, 61–68.

Chi WJ, Lim JH, Park DY, Park JS, Hong SK, 2013. Production and characterization of a thermostable endo-type β -xylanase produced by a newly-isolated *Streptomyces thermocarboxydus* subspecies MW8 strain from Jeju Island. Process Biochemistry, 48: 1736–1743.

- Collins T, Gerday C, Feller G, 2005. Xylanases, xylanase families and extremophilic xylanases. *FEMS Microbiology Reviews*, 29 (1): 3–23.
- Duran M, 2011. Lakkaz Üreticisi *Streptomyces* Türlerinin Katı Kültür Performanslarının Karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans.
- Godfrey, T, West S, 1996. Introduction to Industrial Enzymology. (T.Godfrey and S. West editör) *Industrial Enzymology*, 2nd Edition, Stockton Pres, New York.
- Georis J, Giannotta F, Buyl ED, Granier B, Frere JM, 2000. Purification and properties of three endo- β -1,4-xylanases produced by *Streptomyces* sp. strain S38 which differ in their ability to enhance the bleaching of kraft pulps. *Enzyme and Microbial Technology*, 26:178–86.
- Gupta R, Gigras P, Mohapatra H, Goswami VK, Chauhan B, 2003. Microbial α -amylases: a biotechnological perspective. *Process Biochemistry*, 1-18.
- Lowry OH, Roserbrough NJ, Farr AL, Randall R, 1951. Protein measurement with folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193, 265–275.
- Lv Z, Yang J, Yuan H, 2008. Production, purification and characterization of an alkaliphilic endo- β -1,4-xylanase from a microbial community EMSD5. *Enzyme and Microbial Technology*, 43: 343–348.
- Maheswari MU, Chandra TS, 2000. Production and potential applications of a xylanase from a new strain of *Streptomyces cuspidosporus*. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 16: 257–263.
- Miller GL, 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars, *Analytical Chemistry*, 31: 426–428
- Nascimento RP, Coelho RRR, Marques S, Alves L, Gírio FM, Bonc EPS, Amaral-Collaço MT, 2002. Production and partial characterisation of xylanase from *Streptomyces* sp. strain AMT-3 isolated from Brazilian cerrado soil. *Enzyme and Microbial Technology*, 31: 549–555.
- Ninawe S, Kapoor M, Kuhad RC, 2008. Purification and characterization of extra-cellular xylanase from *Streptomyces cyaneus* SN32. *Bioresource Technology*, 99:1252–8.
- Pradeep GC, Choi YH, Choia YS, Seong CN, Choc SS, Leed HJ, Yoo JC, 2013. A novel thermostable cellulase free xylanase stable in broad range of pH from *Streptomyces* sp. CS428. *Process Biochemistry*, 48: 1188–1196.
- Rao MB, Tanksale AM, Gathe MS, Deshpande W, 1998. Molecular and Biotechnological aspect of Microbial proteases. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 62(3): 597–635.
- Sanjivkumar M, Silambarasan T, Palavesam A, Immanuel G, 2017. Biosynthesis, purification and characterization of β -1,4-xylanase from a novel mangrove associated actinobacterium *Streptomyces olivaceus* (MSU3) and its applications. *Protein Expression and Purification*, 130: 1–12.
- Woodley JM, 2000. Advances in Enzyme Technology-UK Contributions. *Advances in Biochemical Engineering/ Biotechnology*, 70: 93–108

Toplam Lagrange Yöntemi ile Kabukların Burkulma Ötesi Analizi

Cengiz POLAT¹, Yusuf CALAYIR²

ÖZET: Bu çalışmada, 9-düğümlü izoparametrik kabuk eleman kullanılarak kabukların burkulma ötesi davranışı incelenmektedir. Formülasyonda toplam Lagrange yaklaşımı esas alınmakta ve malzeme lineer elastik kabul edilmektedir. Lineer olmayan denge denklemleri yay-boyu metodu (arc-length method) ile çözülmektedir. Değişik nümerik örnekler çözümlenerek kabukların burkulma ötesi davranışı elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kabuk eleman, burkulma ötesi davranış

Post Buckling Behavior of Shells Using Total Lagrangian Method

ABSTRACT: In this study, the post-buckling behavior of shells is investigated using 9-noded isoparametric shell elements. Total Lagrangian approach is used in the formulation and shell material is assumed to be linearly elastic. Non-linear equilibrium equations are solved by arc-length method. Various examples were analyzed to obtain post-buckling behavior of shells.

Keywords: Shell element, post-buckling behavior

¹ Fırat Üniversitesi, İnşaat Bölümü, TBMYO İnşaat Bölümü, Elazığ, Türkiye

² Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elazığ, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Cengiz POLAT, cpolat@firat.edu.tr

GİRİŞ

Lineer analizlerde, yapıda medyana gelen yer değiştirmelerin ve şekil değiştirmelerin küçük olduğu kabul edilmektedir. Yani, yükleme esnasında yapının geometrisinin değişmediği ve lineer şekil değiştirme yaklaşımlarının kullanılabileceği varsayılmaktadır. Bununla birlikte, yükleme esnasında yapının geometrisi sürekli değişir ve bu değişim geometrik bakımdan lineer olmayan analizlerin dikkate alınmasını gerekli kılmaktadır. Lineer analizler ile yapının yük taşıma kapasitesi genellikle doğru olarak tahmin edilememektedir. Bu nedenle yapı davranışını tam olarak tanımlamak için lineer olmayan denge denklemleri kullanılmalıdır (Zienkiewicz and Taylor, 2000; Parente, 2003). Geometrik bakımdan lineer olmayan sistemlerin analizinde kullanılan üç esas Lagrange kinematik yaklaşımı mevcuttur. Bunlar; Toplam Lagrange (Total Lagrangian), Güncelleştirilmiş Lagrange (Updated Lagrangian) ve Ko-rotasyonel (Co-Rotational) formülasyondur (Felippa and Haugen, 2005).

Bu çalışmada, Mindlin-Reissner yaklaşımını temel alan 9-düğümlü izoparametrik kabuk elemanın formülasyonu verilmektedir. Kayma deformasyon etkileri “kabuğun orta yüzey normali, deformasyon

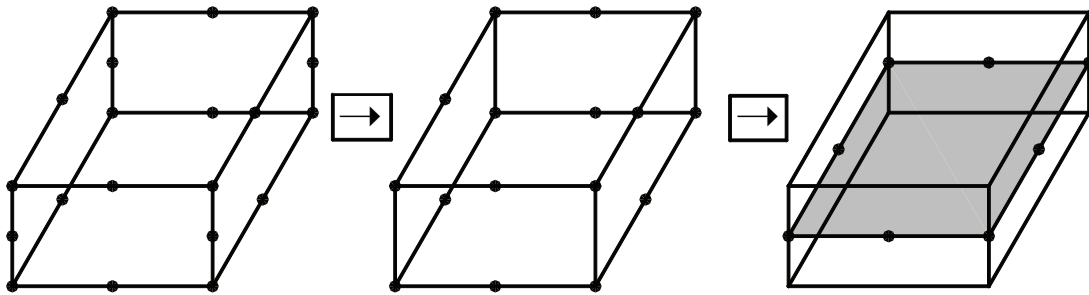
sırasında orta yüzeye dik kalmayabilir” varsayımı ile dikkate alınmaktadır. Bu teori ile bir noktadaki yer değiştirmeler ile orta yüzey normallerinin dönmeleri bağımsız olmaktadır (Bathe, 1996).

Formülasyonda toplam Lagrange yaklaşımı esas alınmakta ve malzeme lineer elastik kabul edilmektedir. Denge denklemleri Yay-boyu (Arc-length) metodu ile çözülmektedir. Kabukların burkulma ötesi davranışını elde etmek için MATLAB programlama dilinde bir kod yazılımı gerçekleştirilmiştir.

FORMÜLASYON

Elemanın Geometrisi ve Kinematığı

Şekil 1’de 20 düğümlü bir katı elemandan 8 düğümlü bir kabuk elemanın elde edilişi gösterilmiştir. Bu işlemin birinci aşamasında kalınlık doğrultusundaki şekil değiştirmeler sabit kabul edilerek orta düzlemdeki düğümler kaldırılır; ikinci aşamasında ise, karşılıklı iki düğüm, iki dönme serbestliği ilave edilmiş bir düğümlerle bağlanarak düğüm sayısı yarıya indirilir. Katı elemandaki toplam serbestlik 60 olmasına karşılık, elde edilen kabuk elemandaki serbestlik ise 40 olmaktadır (McNeal,1998).



Şekil 1. 20 düğümlü katı elemandan 8 düğümlü kabuk elemanın elde edilmesi

Şekil 2’de 9 düğüme sahip bir kabuk eleman görülmektedir. Bu elemanın orta yüzeyindeki eğrisel koordinatlar ξ ile η ve kalınlık doğrultusundaki koordinatı ise ζ olsun. Bu koordinatlar -1 ve +1

arasında değişmektedir. Kabuk elemanın herhangi bir k düğüm noktasında tanımlanan doğrultman vektörü \mathbf{V}_n^k , üst ve alt yüzey koordinatları kullanılarak

$$V_n^k = \left\{ \begin{matrix} V_{nx}^k \\ V_{ny}^k \\ V_{nz}^k \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} X_k \\ Y_k \\ Z_k \end{matrix} \right\} - \left\{ \begin{matrix} X_k \\ Y_k \\ Z_k \end{matrix} \right\}_{alt} \Big/ t_k \quad (1)$$

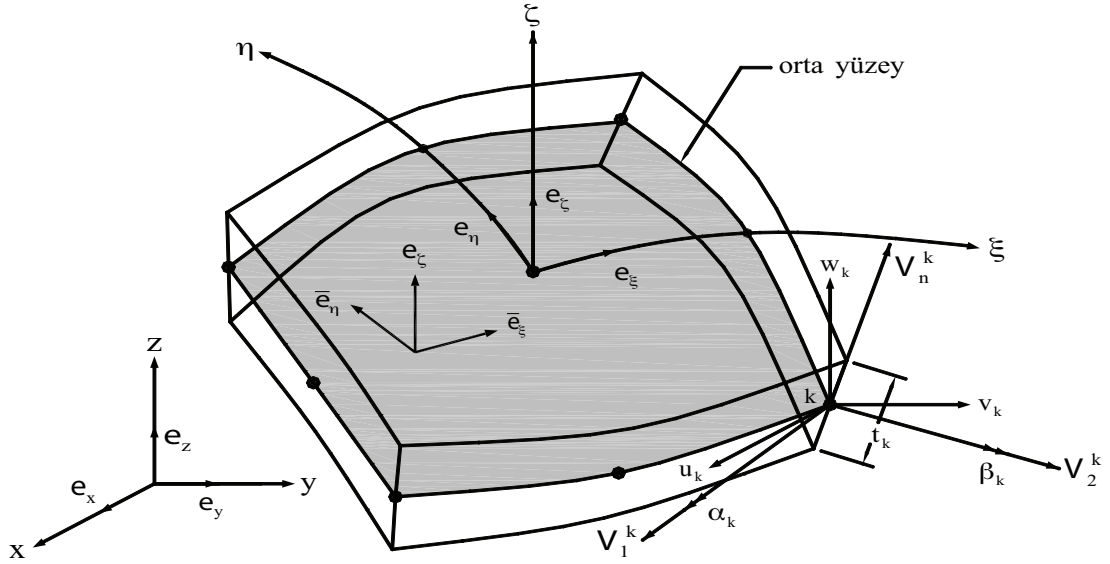
bağıntısı ile ifade edilebilir. Burada V_{nx}^k , V_{ny}^k ve V_{nz}^k sırasıyla, k düğüm noktasına ait V_n^k doğrultman

vektörünün x, y ve z bileşenlerini; t_k ise k düğüm noktasındaki eleman kalınlığını göstermektedir. Kabuk eleman içindeki herhangi bir noktanın konumu

$$x = \sum_{k=1}^n N_k x_k + \frac{\zeta}{2} \sum_{k=1}^n N_k t_k V_{nx}^k \quad (2a)$$

$$y = \sum_{k=1}^n N_k y_k + \frac{\zeta}{2} \sum_{k=1}^n N_k t_k V_{ny}^k \quad (2b)$$

$$z = \sum_{k=1}^n N_k z_k + \frac{\zeta}{2} \sum_{k=1}^n N_k t_k V_{nz}^k \quad (2c)$$



Şekil 2. Dokuz düğümlü kabuk eleman

şeklinde verilebilir. Burada n eleman düğüm noktası sayısını, N_k ise k düğümü ile ilgili şekil fonksiyonunu göstermektedir (Reddy, 1997; Crisfield, 1991).

Kabuk eleman içindeki herhangi bir noktanın yer değiştirmesi, orta yüzey üzerindeki her k düğüm noktasına ait yer değiştirmeler ile bu düğüm

noktasındaki V_n^k doğrultman vektörüne dik olan iki vektör etrafındaki dönmeler dikkate alınarak ifade edilebilir. Şekil 3'de deformasyon sırasında düğüm noktası doğrultman vektörü V_n^k 'nin dönmesi sonucu, bu vektörün uç noktasında meydana gelen yer değiştirmeler gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi V_n^k vektörü V_1^k etrafında α_k açısı kadar döndüğünde vektörün uç noktası, V_2^k vektörü doğrultusunda $-\|V_n^k\| \sin \alpha_k$ kadar ötelenme yapar. Eğer α_k açısı çok küçük kabul edilirse $\sin \alpha_k \cong \alpha_k$ olarak alınabilir; dolayısıyla, bu dönme sırasında V_n^k vektörünün uç noktası $\|V_n^k\| = 1$

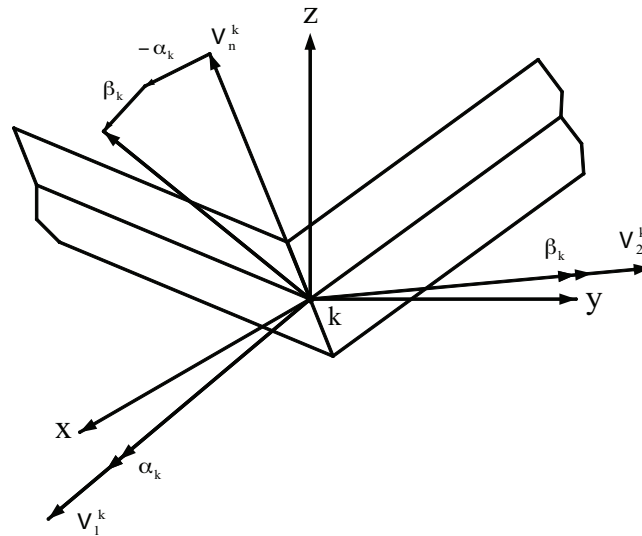
olduğundan) V_2^k vektörü doğrultusunda $-\alpha_k$ kadar doğrusal ötelenme yapar. Benzer şekilde, V_n^k vektörü V_2^k etrafında β_k açısı kadar döndüğünde vektörün uç noktası, V_1^k vektörü doğrultusunda β_k kadar pozitif ötelenme yapar. Doğrultman vektörü V_n^k 'nin kendi etrafındaki dönmesi kendisinde yer değiştirme meydana getirmemektedir. Yukarıdaki kabullerden V_n^k doğrultman vektörünün deformasyondan sonra da doğru kaldığı ve referans yüzeye göre rölatif dönme yaptığı görülebilir. Dolayısıyla kabuk eleman içindeki herhangi bir noktanın yer değiştirmesi

$$u = \sum_{k=1}^n N_k u_k + \frac{\zeta}{2} \sum_{k=1}^n N_k t_k (-V_{2x}^k \alpha_k + V_{1x}^k \beta_k) \quad (3a)$$

$$v = \sum_{k=1}^n N_k v_k + \frac{\zeta}{2} \sum_{k=1}^n N_k t_k (-V_{2y}^k \alpha_k + V_{1y}^k \beta_k) \quad (3b)$$

$$w = \sum_{k=1}^n N_k w_k + \frac{\zeta}{2} \sum_{k=1}^n N_k t_k (-V_{2z}^k \alpha_k + V_{1z}^k \beta_k) \quad (3c)$$

bağıntıları ile verilebilir.



Şekil 3. Deformasyon sırasında k düğümüne ait V_n^k doğrultman vektörünün dönmesi sonucu, bu vektörün uç noktasının yer değiştirmeleri

Şekil 2’de verilen e_ξ , e_η ve e_ζ birim vektörleri genellikle birbirlerine dik değildir. Bununla beraber \bar{e}_ξ , \bar{e}_η ve e_ζ birbirlerine dik vektörlerdir. Bu vektörler

$$\bar{e}_\xi = \frac{e_\eta \cdot e_\zeta}{\|e_\eta \cdot e_\zeta\|} ; \bar{e}_\eta = e_\zeta \cdot \bar{e}_\xi \quad (4)$$

eşitlikleri ile bulunabilir. Kabuk elemanın V_n^k , V_1^k ve V_2^k orta yüzey normal vektörleri arasındaki bağıntılar ise

$$V_1^k = \frac{e_y \cdot V_n^k}{\|e_y \cdot V_n^k\|} ; V_2^k = V_n^k \cdot V_1^k \quad (5)$$

denklemleri ile verilebilir. Burada e_y global y eksenini doğrultusundaki birim vektördür (Polat, 2006).

Gerilme ve Şekil Değişiklikleri

Kabuk yüzeyine normal doğrultudaki gerilme ve şekil değiştirme sıfır kabul edilerek, gerekli gerilme ve şekil değiştirme bağıntıları elde edilebilir. Kabuk elemanın kartezyen koordinat sistemindeki ikinci Piola-Kirchhoff gerilmeleri σ ve Green-Lagrange şekil değişiklikleri ϵ sırasıyla,

$$\sigma = [\sigma_x \ \sigma_y \ \sigma_z \ \tau_{xy} \ \tau_{yz} \ \tau_{xz}]^T ; \epsilon = [\epsilon_x \ \epsilon_y \ \epsilon_z \ \gamma_{xy} \ \gamma_{yz} \ \gamma_{xz}]^T \quad (6)$$

bağıntıları ile ifade edilebilir. Denklem (7)’deki şekil değiştirme vektörü

$$\epsilon = \epsilon_0 + \epsilon_L = \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial u}{\partial x} \\ \frac{\partial v}{\partial y} \\ \frac{\partial w}{\partial z} \\ \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \\ \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \\ \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 \right] \\ \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 \right] \\ \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 \right] \\ \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial w}{\partial y} \\ \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \frac{\partial w}{\partial z} \\ \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial w}{\partial z} \end{array} \right\} \quad (7)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada ϵ_0 ve ϵ_L sırasıyla, lineer ve lineer olmayan şekil değiştirme vektörlerini göstermektedir. Eğer

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (8)$$

şeklinde tanımlanır,

$$\theta_x = \begin{bmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} & \frac{\partial v}{\partial x} & \frac{\partial w}{\partial x} \end{bmatrix}^T ; \theta_y = \begin{bmatrix} \frac{\partial u}{\partial y} & \frac{\partial v}{\partial y} & \frac{\partial w}{\partial y} \end{bmatrix}^T ; \theta_z = \begin{bmatrix} \frac{\partial u}{\partial z} & \frac{\partial v}{\partial z} & \frac{\partial w}{\partial z} \end{bmatrix}^T \quad (9a)$$

ve

$$\theta = [\theta_x \quad \theta_y \quad \theta_z^T] \quad (9b)$$

olduğu göz önünde bulundurulursa, lineer şekil değiştirmeler

$$\varepsilon_0 = H \theta \quad (10)$$

bağıntısı ile verilebilir. Benzer şekilde lineer olmayan şekil değiştirmeler ise,

$$A = \begin{pmatrix} \theta_x^T & \theta & \theta \\ \theta & \theta_y^T & \theta \\ \theta & \theta & \theta_z^T \\ \theta_y^T & \theta_x^T & \theta \\ \theta & \theta_z^T & \theta_y^T \\ \theta_z^T & \theta & \theta_x^T \end{pmatrix} ; \quad 0 = \{0 \ 0 \ 0\} \quad (11)$$

olarak ifade edilerek

$$\varepsilon_L = \frac{1}{2} A \theta \quad (12)$$

şeklinde yazılabilir. Burada A matrisi 6x9 boyutundadır. Herhangi bir elemanın lokal koordinatlarda düğüm

noktası deplasman vektörü, her düğümde beş serbestlik derecesi olmak üzere,

$$u = [u_1 \quad v_1 \quad w_1 \quad \alpha_1 \quad \beta_1 \quad \dots \quad u_n \quad v_n \quad w_n \quad \alpha_n \quad \beta_n]^T \quad (13)$$

şeklinde verilebilir. Burada n elemandaki toplam düğüm noktası sayısını göstermektedir.

Lineer şekil değiştirmelerin varyasyonu

$$d\varepsilon_0 = H d\theta \quad ; \quad d\theta = G du \quad (14)$$

biçiminde yazılabilir.

$$d\varepsilon_0 = H G du = B_0 du \quad ; \quad B_0 = H G \quad (15)$$

olarak elde edilir. Burada B_0 lineer şekil değiştirme-yer değiştirme matrisidir. Lineer olmayan şekil değiştirmelerin varyasyonu ise

$$d\varepsilon_L = A d\theta \quad (16)$$

olarak verilebilir. Denklem (14) ve (16) kullanılarak

$$d\varepsilon_L = A G du = B_L du \quad ; \quad B_L = A G \quad (17)$$

bağıntısı elde edilir. Burada B_L lineer olmayan şekil değiştirme-yer değiştirme matrisini temsil etmektedir. Toplam şekil değiştirmelerin varyasyonu

$$d\varepsilon = d\varepsilon_0 + d\varepsilon_L \quad (18)$$

şeklinde ifade edilebilir. (15) ve (17) bağıntıları (18) eşitliğinde kullanılırsa, şekil değiştirme ve yer değiştirmeleri birbirine bağlayan B matrisi,

$$d\varepsilon = [H + A]G du = [B_0 + B_L] du = B du \quad ; \quad B = B_0 + B_L \quad (19)$$

olarak elde edilir. Bu denklemde B_0 ve B_L matrisleri sırasıyla, geometrik bakımdan lineer ve lineer olmayan şekil değiştirme-yer değiştirme matrislerini temsil etmektedir. B_0 matrisinin varyasyonu küçük deformasyonlarda sıfır terimleri vermesine karşılık, büyük deformasyonlar dikkate alındığında bu matrisin varyasyonu sıfırdan farklı terimler içerebilir.

B_L matrisi ise her zaman yer değiştirmelere bağlı olmaktadır (Polat, 2006).

Statik Denge ve Teğet Rijitlik Matrisi

Geometrik bakımdan lineer olmayan sistemlerde, yük-deplasman ilişkisi de lineer değildir (Nuhoğlu, 2005). Sistemdeki yer değiştirmeler ve dönmeler sonucunda oluşan iç kuvvetler ve dış kuvvetler arasındaki fark, artımsal-iteratif yöntemler kullanılarak belirlenen tolerans düzeyine düşürülebilir. Sistem düğüm noktası yer değiştirme ve dönmelerini içeren \mathbf{u} deplasman vektörü kullanılarak, gerekli denge denklemleri virtüel iş metoduyla bulunabilir. Lineer olmayan bir yapı sisteminin statik haldeki dengelenmemiş artık kuvvetleri

$$R(u) = F - P = \int_V B^T \sigma dV - P \quad (20)$$

şeklinde yazılabilir. Burada R dengelenmemiş kuvvet vektörünü, F iç kuvvet vektörünü ve P ise dış yük vektörünü temsil etmektedir.

Teğet rijitlik matrisi K_T 'yi elde etmek için (20) denkleminin varyasyonu alınarak

$$dR = dF = \int_V dB^T s dV + \int_V B^T ds dV = \int_V dB^T s dV + \bar{K} du = K_T du \quad (21)$$

eşitliği elde edilebilir. Burada \bar{K} rijitlik matrisi

$$\bar{K} = \int_V B^T D B dV = K_0 + K_L \quad (22)$$

şeklinde tanımlanmıştır. Bu denklemde, D kabuk elemanın malzeme matrisini, K_0 küçük değiştirme rijitlik matrisini ve K_L ise büyük yer değiştirme rijitlik matrisini temsil etmektedir. K_0 ve K_L matrislerinin açık şekilleri sırasıyla,

$$K_0 = \int_V B_0^T D B_0 dV \quad ; \quad K_L = \int_V B^T D B dV \quad (23)$$

bağıntıları ile verilebilir (Polat ve Ulucan, 2007).

K_σ rijitlik matrisi ise

$$K_\sigma = \int_V G^T S G dV \quad ; \quad S = \begin{Bmatrix} \sigma_x I_3 & y_{xy} I_3 & y_{xz} I_3 \\ y_{xy} I_3 & \sigma_y I_3 & y_{yz} I_3 \\ y_{xz} I_3 & y_{yz} I_3 & \sigma_z I_3 \end{Bmatrix} \quad ; \quad I_3 = \begin{Bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{Bmatrix} \quad (24)$$

olarak verilebilir. Burada S büyüklüğü altı gerilme bileşenini içeren bir matristir. Böylece (21) artımsal denge denklemindeki teğet rijitlik matrisi K_T

$$K_T = \bar{K} + K_\sigma \quad (25)$$

biçiminde verilebilir (Polat ve Calayır, 2010).

Denge Denklemlerinin Çözümü

Yapıların lineer olmayan davranışını inceleyebilmek için yük-deformasyon eğrisi tam olarak elde edilmelidir. Yük kontrollü bir metot olan Newton-Raphson metodu sınır noktası civarlarında

çözüm vermez ve ilaveten yük kontrollü metotlarda bir adımdaki yük seviyesi parametresi sabit tutulur. Dolayısıyla yük-deformasyon eğrisini tam olarak elde edebilmek için yay-boyu (arc-length) metotları kullanılmaktadır. Bu metotta yük seviyesi parametresi

her iterasyonda yeniden elde edilerek yakınsama noktasına ulaşılır. Böylece sınır noktalarını (maksimum ve minimum yükler) geçen çözüm algoritmaları elde edilebilir (Polat ve Calayır, 2007).

SAYISAL UYGULAMA

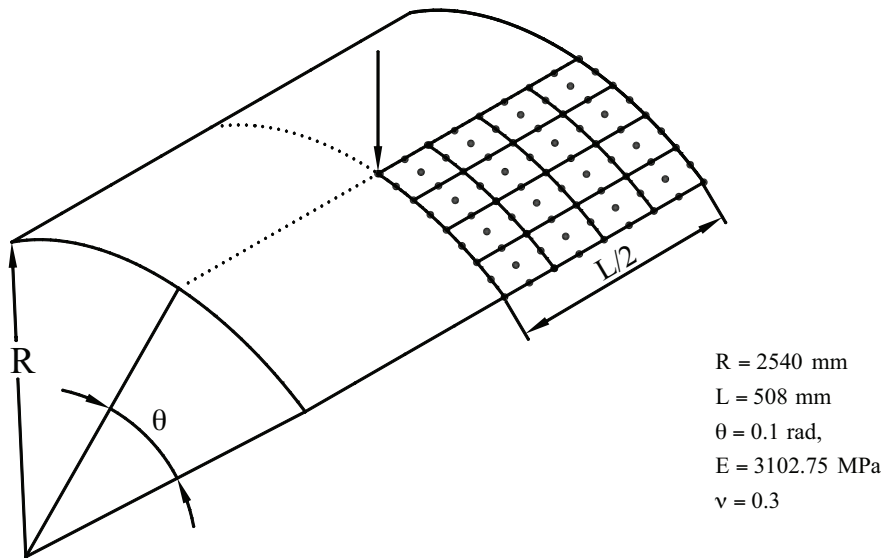
Bu bölümde incelenen sayısal örneklerin çözümleri, kabukların burkulma ötesi davranışını elde etmek için yazarlar tarafından MATLAB programlama dilinde geliştirilen bir bilgisayar yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

Tekil Yüke Maruz Silindirik Kabuk

Şekil 4’de malzeme ve geometrik özellikleri verilen silindirik kabuk, eğri kenarları serbest, düz kenarları ise sabit mafsallı olarak tasarlanmıştır. Orta noktasında tekil yüke maruz kabuğun burkulma

ötesi (post-buckling) analizi farklı kabuk kalınlıkları için yapılmıştır. Simetriden dolayı sadece kabuğun çeyrek kısmı dikkate alınmış ve çözümlerde 4x4 ağ yapısına sahip dokuz düğümlü dörtgen kabuk elemanlar kullanılmış ve bu elemanların rijitlik matrisi hesabında 2x2x2 indirgenmiş integrasyon (Q9R) işlemi uygulanmıştır. Yakınsama kriterinde tolerans değeri 10^{-4} olarak alınmıştır. Kabuk tepe noktası için elde edilen sonuçlar, ANSYS paket programının 10x10 ağ yapısına sahip SHELL63 elemanın çözümleri ile birlikte Şekil 5-7’de verilmiştir.

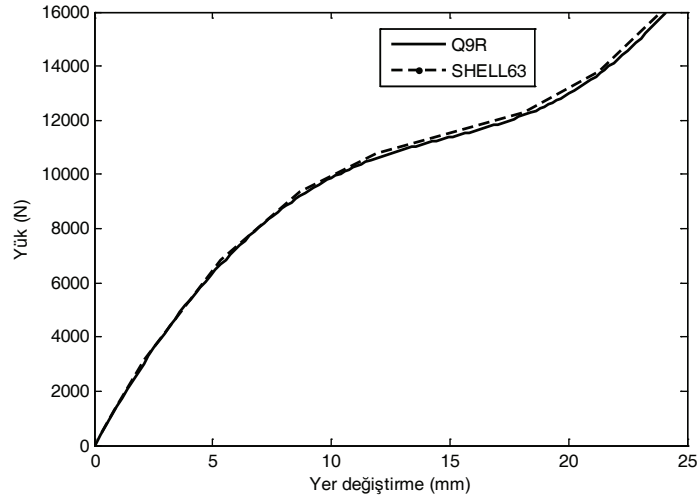
ANSYS ile problem çözümünde geometrik bakımdan lineer olmayan etkileri göz önüne almak için Nlgeom, Nsubst, ArcLen ve Lnsrch komutlarından yararlanılmıştır. Nsubst için 30 ve ArcLen için ise 4 başlangıç değerleri seçilmiştir. Her iki analiz sonuçlarının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir.



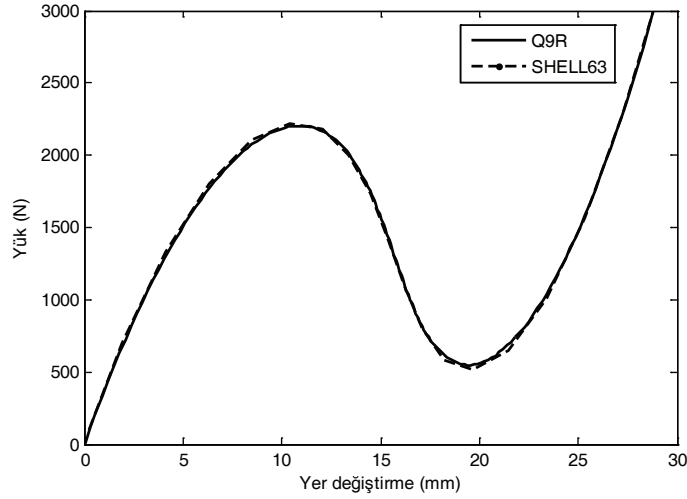
Şekil 4. Tekil yüke maruz silindirik kabuk

Kabuk kalınlığı $t=25.4$ mm alınarak elde edilen çözüm Şekil 5’de verilmiştir. Bu grafikte kabukta herhangi bir burkulma durumu görülmemektedir. Kabuk kalınlığı 12.7 mm alındığında denge eğrisinde

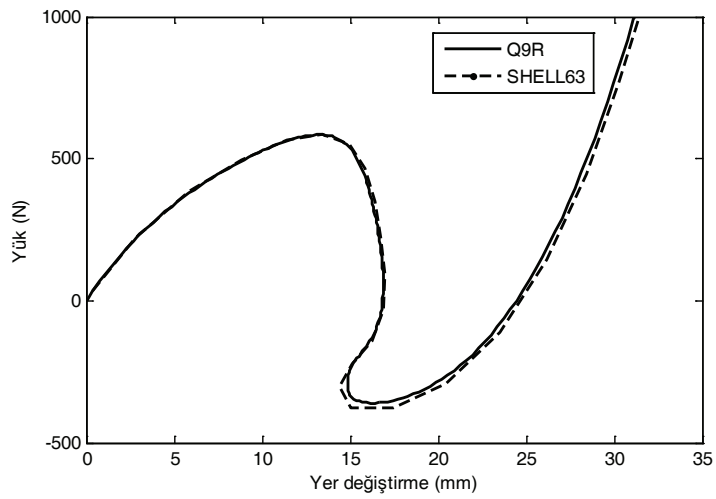
virgü burkulması (snap-through), kabuk kalınlığı 6.35 mm alındığında ise denge eğrisinde ilaveten geri virgü burkulması (snap-back) davranışı oluşmaktadır ve bu eğriler sırasıyla Şekil 6 ve Şekil 7’de verilmiştir.



şekil 5. $t=25.4$ mm ($R/t=100$) için tepe noktasının düşey yer değiştirmesi



şekil 6. $t=12.7$ mm ($R/t=200$) için tepe noktasının düşey yer değiştirmesi

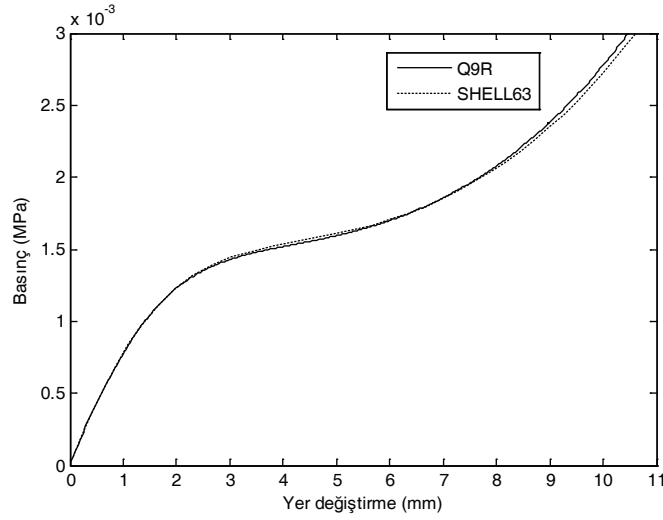


şekil 7. $t=6.35$ mm ($R/t=400$) için tepe noktasının düşey yer değiştirmesi

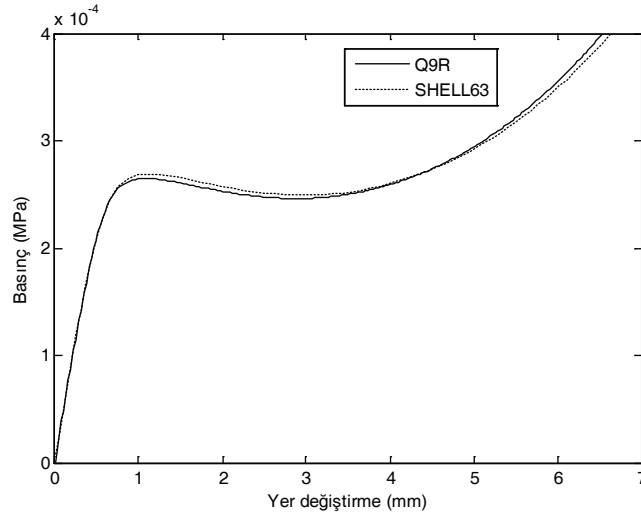
Dış Basınca Maruz Ankastre Mesnetli Silindirik Kabuk

Analiz için Şekil 4’de verilen kabuk kullanılmıştır. Fakat, kabuğun tüm kenarları ankastre mesnetli olarak seçilmiştir. Dış basınç etkisindeki kabuğun elastik ötesi analizi farklı kabuk kalınlıkları kullanılarak

incelenmiştir. $t=3.175$ mm için yapılan analizde kabuğun tepe noktasının denge eğrisinde herhangi bir vurgu burkulması davranışı görülmemektedir (Şekil 8). Kabuk kalınlığı $t=1.5875$ mm’ye düşürüldüğünde denge eğrisinde vurgu burkulması davranışı oluşmaktadır (Şekil 9).



Şekil 8. $t=3.175$ mm ($R/t=800$) için tepe noktasının yük-yer değiştirme eğrisi



Şekil 9. $t=1.5875$ mm ($R/t=1600$) için tepe noktasının yük-yer değiştirme eğrisi

SONUÇ

Bu çalışmada, 9-düğümlü izoparametrik kabuk eleman kullanılarak kabukların burkulma ötesi davranışı incelenmiştir. Problemin sonlu eleman formülasyonunda

toplam Lagrange yaklaşımı esas alınmakta ve malzeme lineer elastik kabul edilmektedir. Lineer olmayan denge denklemleri yay-boyu metodu ile çözülmektedir. Kabukların burkulma ötesi davranışını elde etmek için

değişik nümerik örnekler gerçekleştirilmiştir. Kabuk kalınlığının burkulma ötesi davranışta oldukça önemli etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Analizler, yazarlar tarafından MATLAB programlama dilinde geliştirilen bir bilgisayar yazılımı kullanılarak yapılmış ve elde

edilen sonuçlar ANSYS paket programının SHELL63 elemanı çözümleri ile karşılaştırılmıştır.

Her iki çözümün birbirine çok yakın olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Bathe KJ, 1996. Finite Element Procedures. Prentice-Hall: Englewood Cliffs, New Jersey.
- Crisfield MA, 1991. Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. Volume I, John Wiley and Sons, New York.
- Felippa CA, Haugen B, 2005. A unified formulation of small strain co-rotational finite elements: I. Theory, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 194: 2285-2335.
- Feng YT, Peric D, Owen DRJ, 1996. A New Criterion for Determination of Initial Loading Parameter in Arc-Length Methods. Computers and Structures, 58: 479-485.
- McNeal RH, 1998. Perspective on Finite Elements for Shell Analysis. Finite Elements in Analysis and Design, 30:175-186.
- Nuhoğlu A, 2005. Noktasal İterativ Yaklaşım ile Kablolu ve Kafes Sistemlerin Geometrik Nonlineer Analizi. Teknik Dergi, 16(76): 3425-3443.
- Parente E, Vaz LE, 2003. On Evaluation of Shape Sensitivities of Non-Linear Critical Loads. International Journal for Numerical Methods in Engineering, 56(6): 809-846.
- Polat C, 2006. Geometrik Bakımdan Lineer Olmayan Kabuk Yapıların Statik Ve Dinamik Davranışı. Doktora Tezi, Elazığ.
- Polat C, Calayır Y, 2007. Dikdörtgen Plakların Geometrik Bakımdan Lineer Olmayan Statik Analizi. F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19 (3): 357-362.
- Polat C, Calayır Y, 2007. Lineer Olmayan Yapı Sistemlerinin Analizi İçin Yay-Boyu Metodu. F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19 (4): 525-530.
- Polat C, Calayır Y, 2010. Nonlinear Static and Dynamic Analysis of Shells of Revolution. Mechanics Research Communications, 37(2): 205-209.
- Polat C, Ulucan ZÇ, 2007. Geometrically Non-linear Analysis of Axisymmetric Plates and Shells. F. Ü. International Journal of Science & Technology, 2 (1): 33-40.
- Reddy JN, 1997. Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells: Theory and Analysis. 2nd edition, CRC Press, New York.
- Souza NEA, Feng YT, 1999. On the Determination of the Path Direction for Arc-Length Methods in the Presence of Bifurcations and `Snap-Backs`. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 179: 81-89.
- Zienkiewicz OC, Taylor RL, 2000. The finite element method: solid mechanics. Vol. 2, Butterworth-heinemann.

Çözeltiler Ortamından Katı-Sıvı Faz Dengeleri Yardımıyla NaH_2PO_2 ve NaCl Tuzlarının Ayrılması

Vedat ADIGÜZEL¹, Sevilay DEMİRCİ¹, Ömer ŞAHİN²

ÖZET: Sanayi ve geri dönüşüm sistemlerinde en önemli istek, elde edilecek ürünün en uygun ve en ekonomik olarak elde edilmesidir. Katı sıvı faz dengelerine uygulanan fizikokimyasal yöntemlerle yapılan çalışmalarda, istenilen kimyasalın hiçbir kimyasal katkı yapılmaksızın sadece çözünürlük farkına dayanılarak çözeltilerden ayrılması için yöntem geliştirilmektedir. Bu çalışmada NaH_2PO_2 ve NaCl tuzlarını içeren bir çözeltinin, 298.15 K'deki faz dengeleri ve yoğunluk, viskozite, tuzluluk ve iletkenlik gibi fizikokimyasal özelliklerinin değişimi incelenmiştir. Ötonik noktada (denge halinde) üçlü sistem sırasıyla kütlece %1.83 NaCl , %46.43 NaH_2PO_2 ve %51.74 H_2O içermektedir. Ayrıca ötonik noktada yoğunluk 1373 kg m^{-3} , viskozite 14.12 cP, iletkenlik $664 \mu\text{S cm}^{-1}$ ve tuzluluk 360 g kg^{-1} olarak ölçülmüştür. Katı fazda $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ve NaCl tuzları tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ayırma, fizikokimyasal özellikler, katı-sıvı faz dengeleri, sodyum hipofosfit.

A Separating Method For NaH_2PO_2 and NaCl Salts From Their Solutions Using Solid-Liquid Phase Equilibria

ABSTRACT: Obtaining the product that will be taken as the most convenient and the most economical is the most important demand within industrial and recycling systems. The method has been developed to sort the intended chemical out the solution just on the basis of the solubility variance without any chemical additives in the studies done with the physicochemical methods carried out solid and liquid phase equilibria. In this work, the (solid-liquid) phase equilibrium of NaH_2PO_2 - NaCl - H_2O ternary system at 298.15 K was studied experimentally. The solubility of the ternary system was measured using isothermal solubility equilibrium method and the corresponding phase diagrams were plotted. In the phase diagrams, there are two solid phase crystalline zones, which correspond to NaCl and $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. The composition of ternary system's invariant point (as a weight) was characterized by as following; 1.83% mass NaCl , 46.43% mass NaH_2PO_2 and 51.74% mass H_2O . The density, viscosity, conductivity and salinity of invariant point are 1373 kg m^{-3} , 14.12 cP, $664 \mu\text{S cm}^{-1}$ and 360 g kg^{-1} , respectively.

Keywords: Sodium hypophosphite, physicochemical properties, separation, solid-liquid equilibria.

¹ Kafkas Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Kars, Türkiye

² Siirt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Siirt, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Vedat ADIGÜZEL, vedatnursen@gmail.com

GİRİŞ

Sanayi ve geri dönüşüm sistemlerinde en önemli istek, elde edilecek ürünün en uygun ve en ekonomik olarak elde edilmesidir. Fizikokimyasal yöntemlerle yapılan çalışmalarda, istenilen kimyasalın hiçbir kimyasal katkı yapılmaksızın sadece çözünürlük farkına dayanılarak çözümlenmeden ayrılması için yöntem geliştirilmektedir. Tuz endüstrisinde genellikle tuz üretim prosesi kurulan su tuz sistemlerinden elde edilen verilere göre oluşturulmuştur. Örnek olarak; sodyum sülfat üretimi kritik sıcaklık olarak 32.4°C'de $\text{NaSO}_4\text{-NaSO}_4\cdot 10\text{H}_2\text{O}$ sistemine göre yapılmaktadır. Silvinitten KCl üretimi $\text{KCl-NaCl-H}_2\text{O}$ üçlü sistemine göre yapılmaktadır. Karnalitten ($\text{KCl}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$), KCl üretimi 25°C'de kurulan $\text{KCl-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$ sistemine oluşturulan gibbs üçgeniyle uygulanmaktadır (Civelekoğlu, 1987). Ayrıca kimya endüstrisinde solvay teknolojik süreci adı ile bilinen sodanın (Na_2CO_3) üretiminde son ürünün verimini yükseltebilmek için Na^+ , NH_4^+ / Cl^- , (HCO_3^-)/ H_2O dörtlü karşılıklı su tuz sistemi üzerinde fizikokimyasal yöntemler kullanılarak araştırma gerçekleştirilmiştir (Lu and Zhang, 1994).

Bilindiği gibi anorganik kimyada bazı elementlerin bazı kimyasal bileşiklerinin elde edilmesi çok basamaktır ve bundan dolayı da pahalı olduklarından kullanım alanları pek gelişmemiştir. Hipofosfitler de böyle bileşiklerdendir. Suda hidroksitleri çözünmeyen bileşiklerden hipofosfit tuzlarının eldesi çok basamaklı olduğundan hem pahalı hem de zordur. Fizikokimyasal özellikler kullanılarak bahsi geçen hipofosfit tuzlarının eldesi daha kolay ve ekonomiktir (Karyagin, 1947; Alişoğlu, 2002).

Fizikokimyasal analiz yöntemleriyle birçok göl, deniz ve yeraltı su kaynaklarının ihtiva ettikleri tuzlar esasında kurulmuş olan üçlü, dörtlü ve beşli su-tuz sistemlerinin araştırılması yapılarak çizilen "Bileşim-Özellik" diyagramları esas alınır birçok değerli kimyasal maddelerin elde edilmesi, geri kazanılması, karışımlardan ayrılması ve teknolojik üretimi gerçekleştirilmiştir. Örneğin, Hazar denizi Kara-Boğazgöl sularından mirabilite kristal hidratın $\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot 10\text{H}_2\text{O}$ kristallerinin ayrılması, Na^+ , Mg^{2+} // Cl^- , SO_4^{2-} // H_2O dörtlü karşılıklı su-tuz sisteminde çözünürlüğün ve faz dengelerinin fizikokimyasal yöntemlerle araştırılması sonucu mümkün olmuştur (Anosov and Pogodin, 1948).

Günümüzde fizikokimyasal analiz yöntemi kullanılarak göllerde araştırma yapan özel enstitüler

bile kurulmuştur Çin'de bulunan Qinghai Institute of Salt Lakes Chinese Academy of Science örnek olarak verilebilir (<http://english.isl.cas.cn/>, 23/08/2013).

Fizikokimyasal yöntemler kullanılmasıyla yapılan çalışmalara ait makalelerin sayısı oldukça çoktur. Ülkemizde bu çalışmalar yeni yeni yapılmaya başlanmıştır.

Fizikokimyasal analiz yöntemiyle son yıllarda yapılmış H_2PO_2 içeren çalışmalara ait yaygın örneklerden bazıları aşağıdaki gibidir:

293.15 K'de $\text{Na, Mn/H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O, Ca, Mn/H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O, NH}_4, \text{Mn/H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O}$ sistemleri (Dolinina et al., 1990),

273.15 K'de $\text{Na, Ba/H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O, Na/Cl, H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O, Ba/Cl, H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O, Na, Ba/Cl, H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O}$ sistemleri (Erge et al., 2013),

273.15 K'de $\text{Na, Zn/H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O, Na/Cl, H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O, Zn/Cl, H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O, Na, Zn/Cl, H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O}$ sistemleri (Adiguzel et al., 2014),

273.15 K'de ($\text{Na, Mn/NO}_3, \text{H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O}$ sistemi (Alisoglu and Necefoglu, 1997),

298.15 K'de $\text{Na, Mn/Cl, H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O}$) sistemi (Alisoglu, 2002),

298.15 K'de $\text{K, Mn/(Br, H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O}$ sistemi (Alisoglu, 1998),

278.15 K'de $\text{Na, Mn/(Br, H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O}$) sistemi (Alisoglu, 2005),

298.15 K'de $\text{Ca, Na/(Cl, H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O}$) sistemi (Tan et al., 2015),

298.15 K'de $\text{Na, Zn/H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O, Na/Cl, H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O, Na, Zn/Cl, H}_2\text{PO}_2//\text{H}_2\text{O}$ sistemleri (Demirci et al., 2016).

MATERYAL VE YÖNTEM

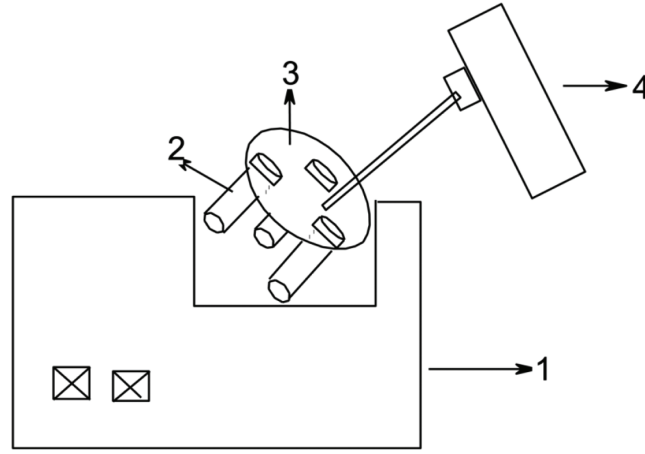
$\text{NaCl-NaH}_2\text{PO}_2\text{-H}_2\text{O}$ üçlü sistemini oluşturmak için 298.15 K'de 40 mL saf su ve doymuş oluncaya kadar NaCl izole bir tüpler şeklindeki diske yerleştirildi (Şekil 1.) ve artan miktarlarda NaH_2PO_2 tüplere ilave edildi. Bütün tüpler 298.15 K'de stabil hale getirilmiş ısıtmalı soğutmalı sirkülatöre yerleştirilip bir gün süreyle karıştırıldı. Fazlar ayrıluncaya kadar bekletildi. Daha sonra bütün tüplerin sıvı ve katı fazından numuneler alınarak tuz bileşimleri ve fizikokimyasal özellikleri

incelendi. Aynı şekilde doymuş NaH_2PO_2 çözeltisi tüpleri üzerine artan miktarlarda NaCl eklenerek ötonik noktaya kadar devam edildi. Elde edilen verilerden gerekli matematiksel işlemler yapıldıktan sonra grafikler çizilip yorumlandı.

Katı ve sıvı fazın tuz bileşimleri, Cl^- iyonu ve H_2PO_2^- iyonu analizlerine göre incelenip hesaplanmıştır. NaCl miktarı Mohr yöntemiyle klorür iyonu tayini ile tespit edilmiştir. İndikatör olarak potasyum kromat ilave edilerek ayarlı gümüş nitrat çözeltisi ile titre edilir. Dönüm noktası, koyu kırmızı renkli Ag_2CrO_4 çökeleğinin meydana gelmesi ile anlaşılır (Gündüz, 1999).

NaH_2PO_2 tuzunun miktarı ise asidik ortamda CuCl_2 varlığında 0.025 M ferroun **çözeltisi** indikatör olarak ilave edilerek 0,1N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ çözeltisi ile titre edilerek tespit edilir (Alişoğlu, 1973).

Sıvı fazların viskozite ölçümleri Brookfield DV2T marka viskozimetre (accuracy 1%) ile, yoğunlukları Mettler Toledo 30PX marka yoğunluk ölçer (accuracy $\pm 0.001 \text{ g cm}^{-3}$) ile, iletkenlik ve tuzluluk değerleri ise Cond 315I/SET Kondüktometri (accuracy $\pm 0.5 \%$, $\pm 0.1 \text{ K}$) cihazları ile yapılmıştır. Katı fazın kimyasal bileşimi Şreynmahers'in "kalıntı" yöntemine göre hesaplanmıştır (Alişoğlu, 1973).



Şekil 1. Deney düzeneği (1:ısıtmalı soğutmali sirkülatör, 2:izole deney tüpü, 3: disk, 4: mekanik karıştırıcı)

BULGULAR ve TARTIŞMA

$\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{-H}_2\text{O}$ ikili sisteminin bileşimi kütlece % 51.96 NaH_2PO_2 ve % 48.04 H_2O olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte yoğunluk 1394 kg m^{-3} , viskozite 17.60 cP, iletkenlik $642 \mu\text{S cm}^{-1}$ ve tuzluluk 350 g kg^{-1} olarak ölçülmüştür. $\text{NaCl-H}_2\text{O}$ ikili sisteminde ise bileşim, kütlece % 26.42 NaCl ve % 73.58 H_2O olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte yoğunluk 1194 kg m^{-3} , viskozite 1.50 cP, iletkenlik $588 \mu\text{S cm}^{-1}$ ve tuzluluk 320 g kg^{-1} olarak ölçülmüştür.

$\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{-NaCl-H}_2\text{O}$ üçlü sisteminin ötonik noktasında kütlece % 1.83 NaCl , % 46.43 NaH_2PO_2 ve % 51.74 H_2O tespit edilmiştir. Ötonik noktanın fizikokimyasal değerleri ise; yoğunluğu 1373 kg

m^{-3} , viskozitesi 14.12 cP, iletkenliği $664 \mu\text{S cm}^{-1}$ ve tuzluluğu 360 g kg^{-1} olarak gözlemlenmiştir.

$\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{-NaCl-H}_2\text{O}$ üçlü sisteminin 298.15 K'de çözünürlük değişim değerleri Çizelge 1'de, fizikokimyasal değişim değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 1 verilerine göre çözünürlük değişim grafiği olan Çizelge 3, Çizelge 2 verilerine göre de fizikokimyasal değişim grafikleri olan Çizelge 4 ve Çizelge 5 çizilmiştir. Tüm grafik çizimlerinde Origin 8 programı kullanılmıştır.

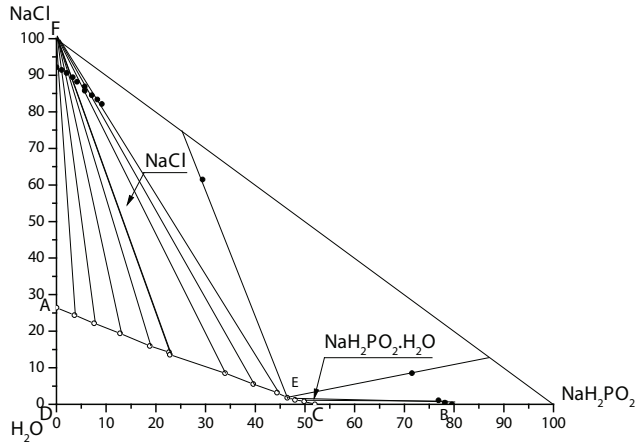
Toplamda 15 test noktası çalışılmış, 11 ve 12.noktalarda ötonik noktaya varılmıştır. Sistemin katı fazında NaCl ve $\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{-H}_2\text{O}$ tuzlarının varlığı tespit edilmiştir.

Çizelge 1: NaCl-NaH₂PO₂-H₂O 298.15K'de çözünürlük değerleri

| No | SIVI FAZ BİLEŞİM % KÜTLE | | | KATI FAZ BİLEŞİM % KÜTLE | | KATI FAZ KİMYASAL BİLEŞİM |
|------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------------|--|
| | NaCl | NaH ₂ PO ₂ | H ₂ O | NaCl | NaH ₂ PO ₂ | |
| 1 | 26.42 | 0.00 | 73.58 | 92.24 | 0.00 | NaCl |
| 2 | 24.38 | 3.60 | 72.02 | 91.48 | 1.02 | NaCl |
| 3 | 22.18 | 7.58 | 70.24 | 90.65 | 2.03 | NaCl |
| 4 | 19.43 | 12.79 | 67.78 | 89.47 | 3.25 | NaCl |
| 5 | 15.96 | 18.76 | 65.28 | 88.24 | 4.12 | NaCl |
| 6 | 14.25 | 22.65 | 63.10 | 86.97 | 5.67 | NaCl |
| 7 | 13.6 | 22.80 | 63.60 | 85.79 | 6.08 | NaCl |
| 8 | 8.55 | 33.92 | 57.53 | 84.54 | 7.12 | NaCl |
| 9 | 5.58 | 39.60 | 54.82 | 83.38 | 8.23 | NaCl |
| 10 | 3.20 | 44.38 | 52.42 | 82.13 | 9.11 | NaCl |
| 11E | 1.83 | 46.43 | 51.74 | 61.51 | 29.40 | NaCl+NaH₂PO₂.H₂O |
| 12E | 1.83 | 46.43 | 51.74 | 8.54 | 71.50 | NaCl+NaH₂PO₂.H₂O |
| 13 | 1.22 | 47.98 | 50.80 | 1.12 | 76.83 | NaH ₂ PO ₂ .H ₂ O |
| 14 | 0.80 | 49.81 | 49.39 | 0.47 | 78.12 | NaH ₂ PO ₂ .H ₂ O |
| 15 | 0.00 | 51.96 | 48.04 | 0.00 | 79.56 | NaH ₂ PO ₂ .H ₂ O |

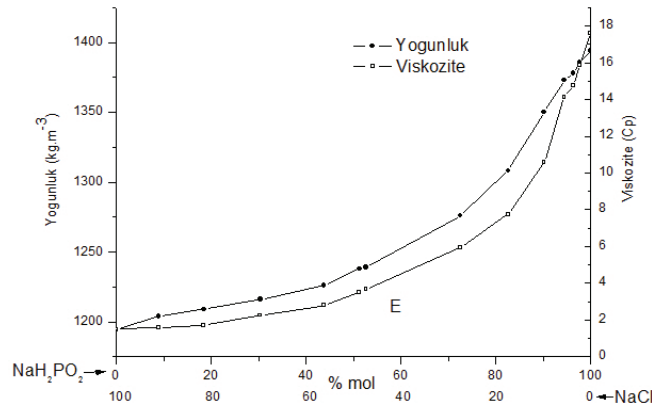
Çizelge 2: NaCl-NaH₂PO₂-H₂O 298.15 K'deki fizikokimyasal değerleri

| No | Sıvı Faz (%Kütle) | | | Yoğunluk (kg m ⁻³) | Viskozite (cP) | İletkenlik (μS cm ⁻¹) | Tuzluluk (g kg ⁻¹) |
|-----------|-------------------|----------------------------------|------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| | NaCl | NaH ₂ PO ₂ | H ₂ O | | | | |
| 1 | 26.42 | 0.00 | 73.58 | 1194 | 1.50 | 588 | 320 |
| 2 | 24.38 | 3.60 | 72.02 | 1204 | 1.60 | 597 | 325 |
| 3 | 22.18 | 7.58 | 70.24 | 1209 | 1.70 | 605 | 329 |
| 4 | 19.43 | 12.79 | 67.78 | 1216 | 2.25 | 613 | 333 |
| 5 | 15.96 | 18.76 | 65.28 | 1226 | 2.80 | 621 | 337 |
| 6 | 14.25 | 22.65 | 63.10 | 1238 | 3.50 | 626 | 340 |
| 7 | 13.6 | 22.80 | 63.60 | 1239 | 3.67 | 627 | 340 |
| 8 | 8.55 | 33.92 | 57.53 | 1276 | 5.96 | 640 | 349 |
| 9 | 5.58 | 39.60 | 54.82 | 1308 | 7.76 | 649 | 354 |
| 10 | 3.20 | 44.38 | 52.42 | 1350 | 10.60 | 658 | 358 |
| 11 | 1.83 | 46.43 | 51.74 | 1373 | 14.12 | 664 | 360 |
| 12 | 1.83 | 46.43 | 51.74 | 1373 | 14.12 | 664 | 360 |
| 13 | 1.22 | 47.98 | 50.80 | 1378 | 14.75 | 650 | 354 |
| 14 | 0.80 | 49.81 | 49.39 | 1386 | 15.86 | 645 | 352 |
| 15 | 0.00 | 51.96 | 48.04 | 1394 | 17.60 | 642 | 350 |

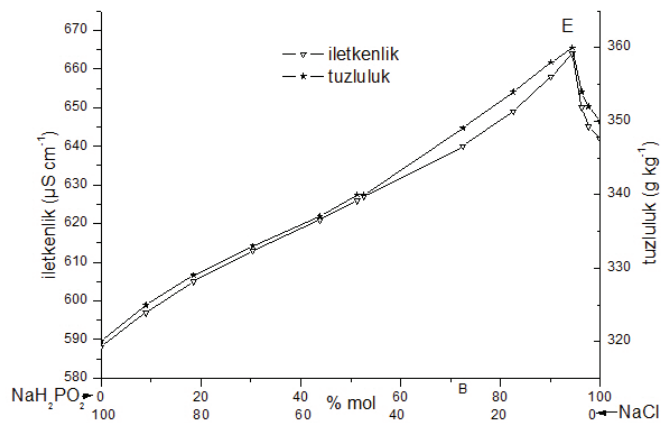


Çizelge 3. $\text{NaCl-NaH}_2\text{PO}_2\text{-H}_2\text{O}$ sisteminin 298.15K’de faz dengeleri

Çizelge 3’de AFE bölgesi NaCl ’nin kristallenme alanını, EBC bölgesi $\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{.H}_2\text{O}$ tuzunun kristallenme alanını, ADCE bölgesi ise her iki tuz için doymamış bölgeyi temsil etmektedir.



Çizelge 4. $\text{NaCl-NaH}_2\text{PO}_2\text{-H}_2\text{O}$ sisteminin 298.15K’de viskozite ve yoğunluk değişimi



Çizelge 5. $\text{NaCl-NaH}_2\text{PO}_2\text{-H}_2\text{O}$ sisteminin 298.15K’de tuzluluk ve iletkenlik değişimi

SONUÇ

298.15K'de NaCl-NaH₂PO₂-H₂O sisteminin deneysel veriler ışığında çizilen grafikler incelendiğinde, deneysel sonuçların anlamlı ve birbiriyle uyumlu olduğu görülmüştür. Çalışmada herhangi bir ikili tuza rastlanmamıştır.

Doygun NaCl çözeltisinin NaCl-NaH₂PO₂-H₂O üçlü sisteminde ötonik noktaya kadar çözünürlüğünün % 26.42'den % 1.83'e kadar düştüğü, NaH₂PO₂'nin ie % 51.96'dan % 46.43'e ötonik noktada düştüğü gözlemlenmiştir. Bu üçlü sistemde NaH₂PO₂'nin NaCl üzerine güçlü bir salting-out etkisi (çözüldürme)

uzaklaştırma) uyguladığı gözlemlenmiştir. Bu önemli özellik bize bahsi geçen tuzları içeren bir çözelti ortamından NaH₂PO₂ eklenmesiyle NaCl'ün hızla çökeceği sonucunu vermiştir.

Yapılan çalışma verilerine göre bahsi geçen iki tuzun çözelti ortamından ayrılması, bu tuzların saflaştırılması, geri kazanımı için kolay ve ekonomik bir ayırma yöntemi önerilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafında 114Z651 nolu projeye desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Adiguzel V, Erge H, Alisoglu V, Necefoglu H, 2014. Study of the solubility, viscosity and density in Na₂Zn₂+Cl-H₂O, Na₂-Zn₂+-(H₂PO₂)-H₂O, Na₂, Cl₂-(H₂PO₂)-H₂O, and Zn₂+,Cl₂-(H₂PO₂)-H₂O ternary systems, and in Na₂, Zn₂+Cl₂-(H₂PO₂)-H₂O reciprocal quaternary system at 273.15 K, J. Chem. Thermodyn. 75, 35-44.
- Alisoglu V, 1998. Solubility and phase in equilibrium in the K₂Br₂/MnBr₂/Mn(H₂PO₂)₂/H₂O system, J.C.R. Chim. 1, 781-785.
- Alisoglu V, 2005. Study of solubility and of phases in the equilibrium in the Na₂,Mn₂+Br₂-(H₂PO₂)-H₂O system, J.C.R. Chim. 8, 1684-1687.
- Alisoglu V, Necefoglu H, 1997. Solubility in the Na₂(NO₃)₂/Na₂(H₂PO₂)₂/Mn(H₂PO₂)₂/H₂O system, J.C.R. Chim. 324, 139-142.
- Alisoğlu V, 2002. Analyse Physico-chimique du Systeme Quaternaire Na₂, Mn₂+Cl₂-(H₂PO₂)-H₂O, C.R., Chimie 5, 547-549.
- Alişoğlu V, 1973, Potasyum ve Manganın Bromür ve Sülfatlarını İhtiva Eden Karşılıklı Su-Tuz Sisteminin Fizikokimyasal Araştırılması, Doktora Tezi. Bakü.
- Civelekoğlu H, 1987. İnorganik teknolojiler, İTÜ Maden Fakültesi ofset Atölyesi, İstanbul.
- Demirci S, Adigüzel V, Şahin Ö, 2016. The Solubilities and Physicochemical Properties of NaH₂PO₂-NaCl-H₂O, NaH₂PO₂-Zn(H₂PO₂)₂-H₂O, and NaCl-Zn(H₂PO₂)₂-H₂O Ternary Systems and in NaH₂PO₂-NaCl-Zn(H₂PO₂)₂-H₂O Quaternary System at 298.15 K, Journal of chemical engineering and data, 61, 7 2292-2298.
- Dolinina RM, Aliev VA, Lepeschkov IN, 1990. phase-equilibria in the H₃PO₃-Li₂SO₄-K₂SO₄-H₂O at 25oC, Zh. Neorg. Khim. 34,1625-1626.
- Erge H, Adiguzel V, Alisoglu V, 2013. Study of the solubility in Na-Ba-Cl-H₂O, Na-Ba-H₂PO₂-H₂O, Na-Cl-H₂PO₂-H₂O, and Ba-Cl-H₂PO₂-H₂O ternaries, and in Na₂, Ba₂+Cl₂-(H₂PO₂)-H₂O reciprocal quaternary system at 0 oC, Fluid Phase Equilib. 344, 13-18.
- Gündüz T, 1999, Kantitatif Analiz Laboratuar Kitabı, Gazi Kitabevi, Ankara.
- <http://english.isl.cas.cn/>. (Erişim tarihi: 23/08/2013).
- Karyagin YV, Chisty Khimicheskie Reaktivy, 1947. İzd.vo. Khim. Lit., M.L., 290.
- Lu BL, Zhang MJ, 1994. Study on phase-diagram of the Na₂, NH₄+Cl₂, SO₄²⁻, H₂O system at 100-degrees-C- the fundamental of utilization of NaHCO₃ mother liquid of natural soda brines by ammoniation carbonation process, Acta Chimica Sinica, 52, 7, 634-638.
- Tan LN, Wang JM, Zhou H, et al., 2015. Solid-liquid phase equilibria of Ca(H₂PO₂)₂-CaCl₂-H₂O and Ca(H₂PO₂)₂-NaH₂PO₂-H₂O ternary systems at 298.15 K, Fluid Phase Equilib. 388, 66-70.

Glutasyon Redüktaz (GR) Enziminin Japon Bildırcın (*Coturnix coturnix japonica*) Eritrositlerinden Saflaştırılması ve Karakterizasyonu

Yusuf TEMEL¹, Taner BOZKUŞ², Yusuf KARAGÖZOĞLU², Mehmet ÇİFTÇİ²

ÖZET: Glutasyon (γ -L-glutamil-L-cysteinyll-glycine) organizmanın hücre içi okside moleküllerin zararlı etkisinden korunmasında görevli düşük moleköl ağırlıklı bir tiyoldür. Glutasyon redüktaz (GR) enzimi glutasyon metabolizmasında yer alan temel enzimidir. Bu çalışma kapsamında GR enzimi japon bildırcın eritrositlerinden saflaştırılarak karakterize edilmiştir. Saflaştırma işlemi hemolizatın hazırlanması ve 2',5'-ADP Sepharose 4B afinite kromatografisi olmak üzere 2 basamakta gerçekleştirilmiştir. GR enzimi bildırcın eritrositlerinden 33.75 EÜ m g⁻¹ protein spesifik aktivite ile %46.2 verimle, 1 028 kat saflaştırılmıştır. Enzim saflığı SDS-PAGE ile kontrol edilmiştir alt birimlerinin moleköl ağırlığı aynı yöntemle 78.7 kDa olarak bulunmuştur. Daha sonra çalışma kapsamında saflaştırılan enzimin karakteristik ve kinetik özellikleri tesbit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Bildırcın, eritrosit, glutasyon redüktaz, karakterizasyon, saflaştırma

Purification and Characterization of Glutathion Reductase Enzyme From Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*) Erythrocytes

ABSTRACT: Glutathione (γ -L-glutamyl-L-cysteinyll-glycine) is a low molecular weight thiol which protects organism from harmful effect of oxidized molecules in cell. Glutathione reductase (GR) is a key enzyme involved in the glutathione metabolism. In the present study GR enzyme has been purified and characterized from Japanese quail erythrocytes. The purification proses consisted of two steps, which include preparation of hemolysate, and 2',5'-ADP Sepharose 4B affinity chromatography. The japanese quail erythrocytes GR enzyme had specific activity of 33.75 EU m g⁻¹ proteins, with a yield of 46.2% and 1 028 purification fold. Enzyme purity and molecular weight of subunits were determined by SDS-PAGE method as 78.7 kDa. Then, characteristics and kinetic properties of the purified enzyme was determined.

Key words: Characterization, erythrocyte, glutathion reductase, purification, quail

¹ Bingöl Üniversitesi, Solhan Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Bingöl, Türkiye

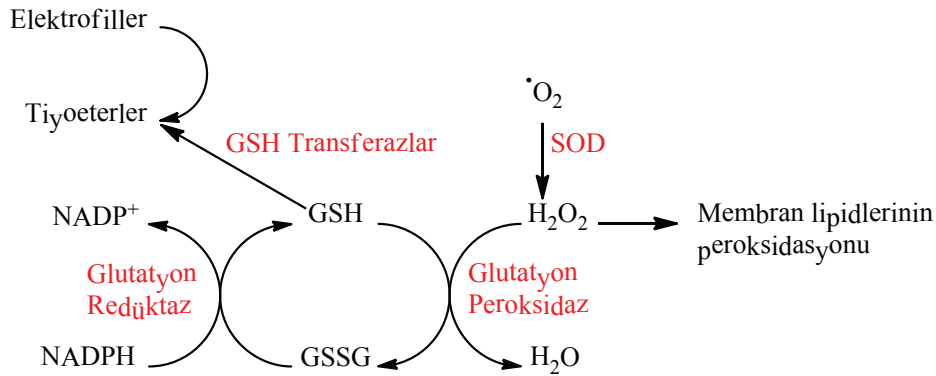
² Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya bölümü, Bingöl, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Mehmet ÇİFTÇİ, mciftci@bingol.edu.tr

GİRİŞ

Prokaryotik ve ökaryotik tüm hücrelerde bulunan glutatyon, tripeptid (γ -glutamil-sisteinil-glisin) yapısında olan önemli bir tiyoldür ve hücre içi serbest sülfhidril gruplarının büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. İlk olarak 1888 yılında maya hücresinde bulunduktan sonra 1921'de Hopkins tarafından saflaştırılarak karakterize edilmiştir (Açan, 1990). Glutatyon, yapısında bulunan $-SH$ grupları ile okside moleküllerin zararlı etkilerine karşı hücreyi korumaktadır. Glutatyon'un başlıca görevleri şunlardır: hücre içindeki serbest radikallerin ve reaktif oksijen ürünlerinin zararsızlaştırılması, hemoglobin ve spektrin gibi membran proteinleri ve çeşitli enzimlerin tiyol gruplarının korunması, DNA ve protein sentezi, ksenobiyotiklerin, bazı antineoplastik ilaçların ve bazı metabolik son ürünlerin konjugasyonla detoksifikasyonu, aminoasit transportu, insülin gibi bazı proteinlerin disülfür bağlarının

koparılması ve böylece proteinlerin konformasyonlarının değişmesi, hücre içerisinde sistein deposu olarak bulunması ve bazı enzimlerin reaksiyonlarında rol oynamasıdır. Üstlendiği bu önemli görevleri dolayısıyla hücrede glutatyon'un düşük konsantrasyonda bulunması sonucunda bazı metabolik olumsuzluklar meydana gelebilmektedir (Knapen et al., 1999). Glutatyon redüktaz (NADPH: GSSG oksidoredüktaz, EC 1.8.1.7) ilk defa 1951'de keşfedilmiştir. Bu enzim düşük veya yüksek molekül ağırlıklı disülfür substratları ile indirgenmiş piridin nükleotidleri arasında elektron transferini katalizler. GR enziminin katalizlediği reaksiyonun bilinen en önemli hedeflerinden biri hücre ortamındaki indirgenmiş glutatyon/yükseltgenmiş glutatyon (GSH/GSSG) oranını korumaktır. Bu oran eritrosit hücrelerinde yaklaşık 500/1'dir. Bu oranın düşmesi halinde eritrosit hücreleri hemolize uğramaktadır (Keha ve Küfrelioğlu, 2010).



Şekil 1. Glutatyonun tripeptidinin ve glutatyon redüktaz enziminin hücredeki rolü.

Antioksidan bir enzim olan glutatyon peroksidaz (GPx) enziminin katalizlediği reaksiyonlarda, özellikle hidroperoksitlerin detoksifikasyonu ve diğer bazı bileşiklerin indirgenmesi sonucu GSSG oluştuğu için glutatyon redüktaz hücre içi glutatyon indirgeme-yükseltme olayında merkezi bir role sahiptir. Glutatyon redüktaz, GSH/GSSG oranını yükselterek hücre içi $-SH/-SS$ oranını korur (Toribio et al., 1996). Aynı zamanda GR enziminin klinik olarak karaciğer ve kanser hastalıklarının teşhisinde, beslenmede, riboflavin yetersizliğinin ölçümünde ve bazı genetik bozuklukların belirlenmesinde yararlanılmaktadır (Beütler, 1969).

Daha önce yapılan çalışmalarda GR enzimi prokaryotik ve ökaryotik pek çok kaynaktan saflaştırılarak karakterize edilmiştir. Bu kaynakları; domuz eritrositi, sığır eritrositi, sıçan karaciğeri, sığır karaciğeri, koyun beyini, koyun karaciğeri gibi memeli dokuları, gökkuşuğu alabalığı ve hindi karaciğer dokusu, mantarlar, siyanobakteri gibi mikroorganizmalar, buğday, mısır, bezelye ve ıspanak gibi bitkisel kaynaklar oluşturmaktadır (Worhington and Rosemeyer, 1976; Boggaramand and Brobjer, 1979; Carlberg and Mannervik, 1981; Acan ve Tezcan, 1989; McCallum and Barrett, 1995; Jiang et al., 1995;

Mullineaux et al., 1996; Patel et al., 1998; Lamotte et al., 2000; Erat, 2002; Ulusu ve ark., 2005; Ulusu ve Tandoğan, 2007; Tekman et al., 2008; Taşer and Çiftci, 2012). Saffaştırılan kaynaklarda GR enziminin moleköl kütleşi 70-140 kDa arasında değiştiiği, homodimerik bir enzim olduğu ve her bir alt birimine bir FAD'nin bağlandığı rapor edilmiştir (Douglas, 1987). Son olarak Taher tarafından yapılan çalışmada GR enzimi bildircin karaciğer dokularından saffaştırılarak karakterize edilmişt ve enzimin alt birimlerinin moleköl kütleşi 59 kDa olarak hesaplanmıştır (Taher, 2017).

Bu çalışmanın amacı hücre içi glutasyon metabolizmasının düzenlenmesinde, hücrenin okside moleküllerin zararlarına karşı korunmasında, DNA ve protein sentezinde, aminoasit transportunda önemli görevler üstlenen glutasyon redüktaz enziminin bildircin eritrosit dokusundan saffaştırılması ve enzime ait karakteristik özelliklerinin belirlenmesidir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Kimyasallar

Yapılan çalışmalarda kullanılan (NADPH), (NADP⁺), (GSSG), (GSH), (TEMED), sodyum bikarbonat ve (EDTA) Sigma Chem. Comp.'den. 2',5'-ADP-Sepharose 4B Pharmacia'dan diğer kimyasallar E.Merc AG'den temin edildi.

Kan temini ve hemolizatın hazırlanması

Çalışmada, Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftliğinde yetiştirilen bildircinlerden taze kan örnekleri görevliler yardımıyla temin edildi. Alınan taze kan 15 dakika 2 500 × g'de santrifüj edildi. Tüplerin üst kısmında kalan plazma ve lökosit tabakası damlalıkla dikkatli bir şekilde alındı. Tüplerin altında kalan eritrosit peleti 0.16 M (izotonik) KCl çözeltisi ile üç defa yıkandı. Her defasında 2 500 × g'de 15 dakika santrifüj edildi. Elde edilen eritrositler hacimlerinin 5 katı kadar buzlu su ile hemoliz edildi. Hemolizat içerisinde bulunan eritrosit hücre zarlarını uzaklaştırmak için +4°C'de 10 000 × g'de 30 dakika santrifüj yapıldı. Üst kısımdaki hemolizat sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere damlalıkla dikkatli bir şekilde alındıktan sonra çökelek kısmı uzaklaştırdı. Böylece hemolizat elde edildi (Hunaiti and Soud, 2000)

Afinite kolonunun hazırlanması ve bildircin eritrosit GR enziminin saffaştırılması

2 g kuru 2',5'-ADP sepharose 4B jeli tartıldı ve 400 ml deiyonize su ile safsızlıkların uzaklaştırmaları için birkaç defa yıkandı (10 ml'lik kolon yatak hacmi için). Yıkama esnasında jel şişirilmiş oldu. Şişirilmiş jelin havası su trombu kullanılarak vakum ile alındıktan sonra dengeleme tamponu (50 mM KH₂PO₄, 1 mM EDTA, 1mM DTT, pH 7.3) ilave edilerek jel süspanse edildi. Süspanse edilmiş jel, 1 × 10 cm'lik kapalı sistemden oluşan soğutmalı afinite kromatografisi kolonuna paketlenildi. Jel çöktükten sonra peristaltik pompa kullanılarak dengeleme tamponu ile yıkandı. Kolonun dengelenmiş olduğuna eluat ile tamponun 280 nm'de absorbanslarının ve pH'larının eşitlenmesi sonucu karar verildi. Böylece afinite kolonu hazırlanmış oldu. Hazırlanan hemolizat 2',5'- ADP- sepharose 4B afinite kolonuna uygulandı. Enzim çözeltisinin tamamı kolondan geçtikten sonra kolondan 0.4 M KH₂PO₄ tamponu (pH 7.3) geçirilerek yıkandı. Bu yıkama, spektrofotometrede takip edilerek absorbans değerlerinin köre eşit olmasıyla belirlendi. Kolon yıkandıktan sonra GR enzimi elüsyon tamponu (50 mM KH₂PO₄, 1 mM EDTA, 1 mM GSH ve 0.5 mM NADPH, pH 7.3) ile afinite kolonundan elüe edildi (Carlberg and Mannervik, 1981).

GR enziminin aktivitesinin ölçümü

GR enziminin aktivite ölçümünde reaksiyona giren NADPH'ın 340 nm'de maksimum absorbans vermesi esnasından yararlanıldı. GR enzimi katalizlediği reaksiyonda NADPH'ın azalmasına sebep olmaktadır. Bu azalma spektrofotometrik olarak 340 nm'de takip edilerek enzim aktivitesi belirlendi (Carlberg and Mannervik, 1981).



Protein tayini

Kantitatif protein tayini Bradford metoduna göre yapıldı (Bradford, 1976). Standart protein olarak sığır serum albümin kullanıldı.

SDS-PAGE ile enzim saflılığının kontrolü

Enzim saffaştırıldıktan sonra %3-8 kesikli sodyum dodesilsülfat poliakrilamid jel elektroforezi (SDS-

PAGE) Laemmli metoduna göre yapılarak enzimin saflık derecesi kontrol edildi (Laemmli, 1970).

Optimum iyonik şiddetin belirlenmesi

Bıldırcın eritrositlerinden saflaştırılan GR enzimi için optimum aktivite sağlayan iyonik şiddetinin belirlenmesi amacıyla 1mM EDTA içeren 10, 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1 000 mM KH_2PO_4 (pH 7.5) tamponları kullanıldı.

Bıldırcın eritrositlerinden saflaştırılan GR enziminin optimum pH'sını belirlemek amacıyla 7.5-9.0 pH'sı aralığında olan 400 mM Tris-HCl ve pH'sı 5.5-8.0 aralığında olan 400 mM KH_2PO_4 tampon çözeltileri kullanıldı. Enzimin gösterdiği aktiviteler spektrofotometrik olarak belirlendi.

Stabil pH belirlenmesi

Bıldırcın eritrosit GR enziminin stabil pH'ı belirlemek amacıyla pH 'ları 7.5, 8.0, 8.5, ve 9.0 aralığında 400 mM Tris-HCl ve pH 'ları 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 7.5, 8.0 aralığında 400 mM KH_2PO_4 tampon çözeltileri kullanıldı. Belirtilen pH'lardaki tampon çözeltilerinin 2 mL si 1 mL enzim çözeltisi ile karıştırılarak +4°C'de muhafaza edildi. 6 gün boyunca 24 saat aryla yapılan aktivite ölçümünde enzimin stabil olduğu pH belirlendi.

Optimum sıcaklığın belirlenmesine yönelik çalışmalar

Bıldırcın eritrosit GR enziminin optimum sıcaklığını belirlemek amacıyla 0°C ile 90°C arasında 10 ar °C aralıklarla enzim aktivitesi spektrofotometrik olarak ölçüldü.

Molekül ağırlığının belirlenmesi

GR enziminin alt birimlerinin molekül kütleleri (SDS-PAGE) Laemmli yöntemiyle belirlendi (Laemmli, 1970). Standart protein olarak 120 kda E. Coli β -galaktozidaz, 85 kda sığır serum albumin, 50 kda tavuk yumurtası ovalbumin, 35 kda sığır eritrosit karbonik anhidraz kullanıldı.

Kinetik çalışmalar

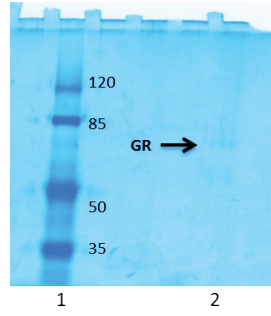
Bıldırcın eritrosit GR enziminin GSSG ve NADPH substratları için K_M ve V_{max} Değerlerini belirlemek için sabit GSSG konsantrasyonunda NADPH'nin 5 farklı konsantrasyonlarıyla aktivite ölçümleri yapıldı. Elde edilen değerlerle Lineweaver-Burk grafiği çizildi. Bu grafikten yararlanarak NADPH için K_M ve V_{max} değerleri belirlendi. Aynı şekilde NADPH'nin sabit konsantrasyonunda GSSG'nin 5 farklı konsantrasyonlarıyla aktivite ölçümleri yapılarak Lineweaver-Burk grafiği oluşturuldu ve GSSG için K_M ve V_{max} değerleri hesaplandı. Aktivite ölçümleri optimal şartlarda gerçekleştirildi (Lineweaver and Burk, 1934).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında glutatyon redüktaz enzimi bıldırcın eritrosit dokularından, hemolizattan hazırlanması ve 2', 5' ADP Sepharose-4B afinité kromatografisi yöntemi kullanılarak 33.75 EÜ m g⁻¹ spesifik aktivite ile % 46.2 verimle tek adımda 1 028 kat saflaştırıldı. Bu yöntemle kısa zamanda ve yüksek saflıkta enzim elde edildi. Enziminin saflık derecesi SDS-PAGE yöntemiyle kontrol edildi (Şekil 2) ve sonuçlar çizelge 1'de verildi.

Çizelge 1. Bıldırcın eritrositlerinden saflaştırılan GR enziminin saflaştırma basamakları

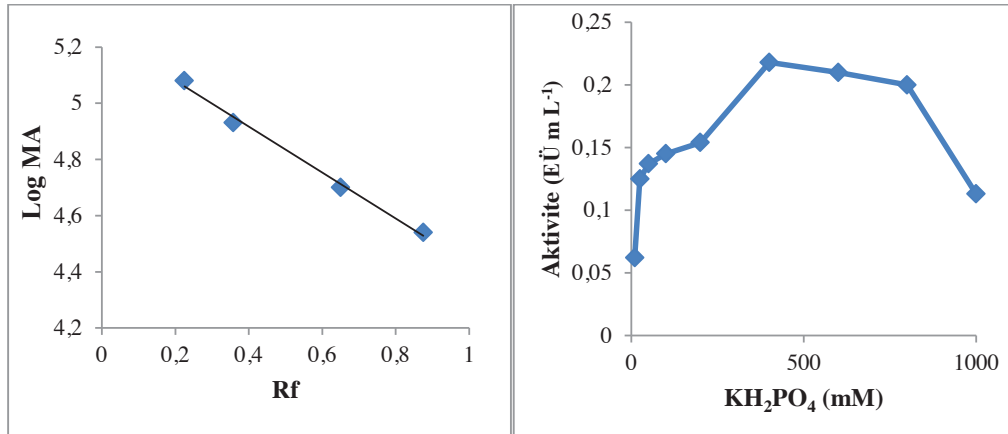
| Saflaştırma Basamağı | Toplam Hacim (mL) | Aktivite (EÜ m L ⁻¹) | Protein (mg m L ⁻¹) | Toplam Aktivite (EÜ) | Toplam Protein (mg) | Spesifik Aktivite (EÜ m g ⁻¹) | % Verim | Saflaştırma Katsayısı |
|------------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------|---|---------|-----------------------|
| Hemolizat | 8 | 0.292 | 8.303 | 2.336 | 66.4 | 0.035 | 100 | 1 |
| 2',5'-ADP sepharose 4B | 3 | 0.360 | 0.010 | 1.08 | 0.032 | 33.75 | 46.2 | 1 028 |



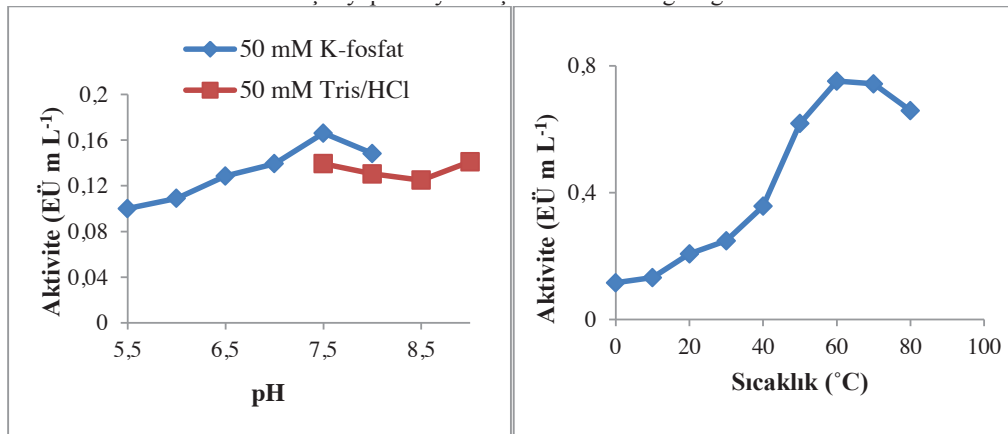
Şekil 2. Afinite kolonundan elüe edilen bildircin eritrosit GR enziminin SDS-PAGE ile saflık kontrolü *1. kuyu: Standart proteinler (120 kda E. Coli β -galaktozidaz, 85 kda sığır serum albumin, 50 kda tavuk yumurtası ovalbumin, 35 kda sığır eritrosit karbonik anhidraz) 2. kuyu: Afinite kolonundan elüe edilen saf GR enzimi.

Enzimin alt birimlerinin mol kütesinin hesaplanması için SDS-PAGE fotoğrafından yararlanılarak her bir standart protein ve GR enzimi için R_f değerleri hesaplanarak Log MA - R_f grafiği çizildi. Bu grafik kullanılarak Laemmli metoduna göre enzimin alt birimlerinin molekül kütesi yaklaşık olarak

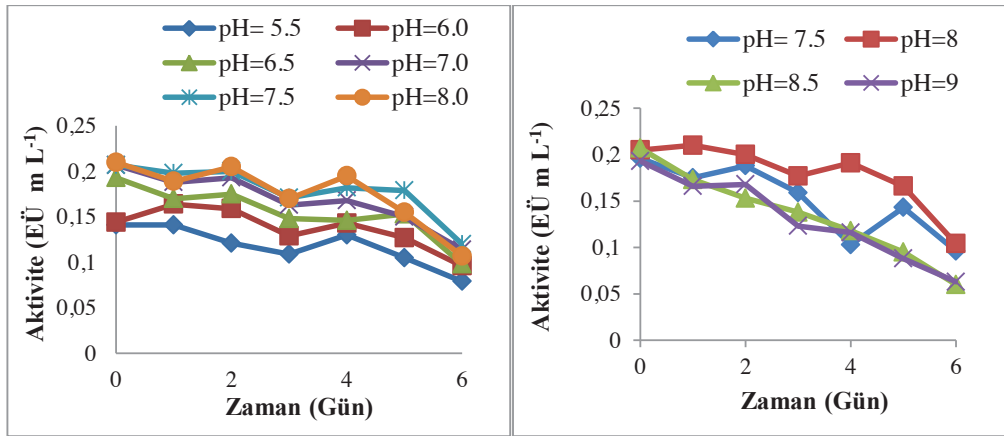
78.7 kDa olarak belirlendi (Şekil 3). Bildircin eritrosit GR enzim aktivitesi için en uygun iyonik şiddet 400 mM KH_2PO_4 (Şekil 4), optimum pH, 400 mM KH_2PO_4 tamponu pH 7.5 (Şekil 5), optimum sıcaklık 60 °C (Şekil 6), stabil pH, 400 mM KH_2PO_4 tamponu pH 6.0 (Şekil 7 / Şekil 8) olarak belirlendi.



Şekil 3. Bildircin eritrosit GR enziminin SDS-PAGE sonucu molekül kütesini bulmak için çizilen LogMA- R_f grafiği. **Şekil 4.** Değişik konsantrasyonlardaki KH_2PO_4 tampon çözeltileri kullanılarak bildircin eritrosit GR enzimi için yapılan iyonik şiddet - aktivite grafiği.



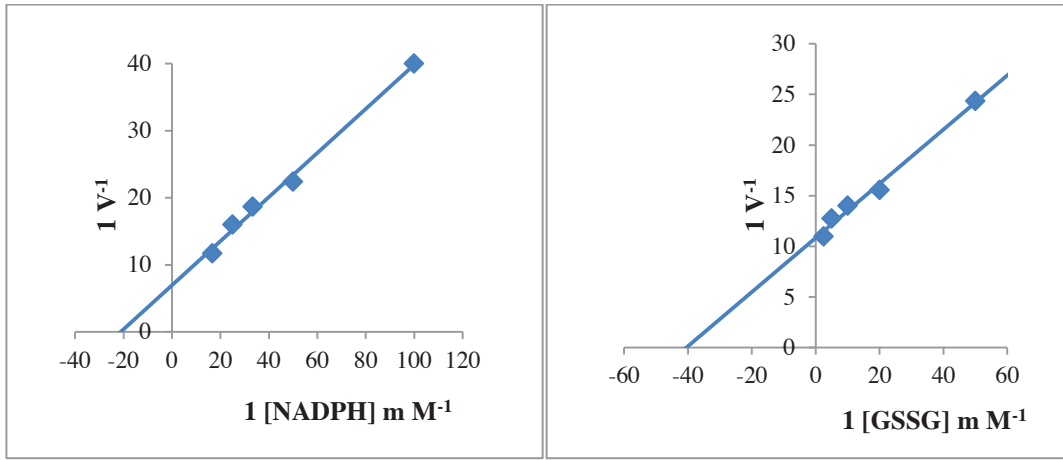
Şekil 5. Bildircin eritrosit GR enzimi için yapılan optimum pH çalışmasının sonucuna yönelik pH - aktivite grafiği **Şekil 6.** Bildircin eritrosit GR enziminin optimum sıcaklığını belirlemek için çizilen sıcaklık-aktivite grafiği.



Şekil 7. GR enzimi için farklı pH'lardaki 400 mM KH_2PO_4 tampon çözeltileri kullanılarak elde edilen stabil pH grafiği Şekil 8. GR enzimi için farklı pH'lardaki 400 mM Tris/HCl tampon çözeltileri kullanılarak elde edilen stabil pH grafiği.

GR enziminin GSSG ve NADPH substratları için K_M ve V_{max} değerlerini belirlemek için Lineweaver-Burk grafikleri çizildi. Bu grafiklerden yararlanarak NADPH için K_M değeri 0.047 mM ve V_{max} değeri 1.45

EÜ m L^{-1} olarak; GSSG için ise, K_M değeri 0.025 mM ve V_{max} değeri 0.092 EÜ m L^{-1} olarak tespit edildi. Aktivite ölçümleri optimal şartlarda gerçekleştirildi (Şekil 9 / Şekil 10).



Şekil 9. NADPH için K_M ve V_{max} değerlerinin belirlenmesi Şekil 10. GSSG için K_M ve V_{max} değerlerinin belirlenmesi grafiği.

Antioksidan, okside molekülleri ve serbest radikalleri hücre hasarına neden olmadan zararsızlaştıran moleküllere denir. Vücudumuzda gerçekleşen redoks reaksiyonları sonucunda kararsız ve yüksek aktiviteye sahip serbest radikaller oluşabilmektedir. Bu tür moleküller dengeye ulaşabilmek için makromoleküllere (proteinler, lipidler ve DNA gibi) saldırırlar ve hücrelere zarar veren zincir reaksiyonlarını başlatabilirler (Deepali et al., 2013).

Antioksidan savunma sistemleri, serbest radikal oluşumunu önleyerek ya da okside molekülleri indirgeyerek vücudun oksidatif stresten korumasını sağlar (Genestra, 2007). İki çeşit antioksidan savunma sistemi vardır. Bunların ilki; süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz gibi enzimlerin oluşturduğu enzimatik antioksidanlardan, ikincisi ise askorbik asid (Vitamin C), tokoferoller (Vitamin E) ve karotenoidler gibi diyetle alınan enzimatik olmayan

antioksidanlardan oluşur. Glutasyon enzimatik olmayan bir antioksidandır, vücutta aminoasitlerden sentezlenebildiğinden diyetle alınması zorunlu değildir (Valko et al., 2007). Glutasyon redüktaz, tiyoredoksin redüktaz ve lipoamid dehidrogenaz'ı da içeren piridin nükleotid disülfid oksidoredüktaz ailesine mensup bir flavoenzimdir (Bohme et al., 2000; Temel ve ark., 2017). GR enzimi, hücre içi redoks dengesinin sağlanmasında, protein ve diğer makro moleküllerin okside moleküllerin zararlarına karşı korunmasında ve glutasyon bağımlı antioksidan sistem için anahtar rol oynar (Kanzok et al., 2001).

GR enzimi keşfedildikten sonra hücrede üstlendiği fonksiyonları ve metabolizma açısından önemini belirlemek için çeşitli kaynaklardan saflaştırılarak karakterize edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda GR enziminin saflaştırılmasında DEAE-Sephadex A-50, CM-Sephadex C-50 gibi farklı iyon değişim kromatografi metodları, Sephadex G-200 jel filtrasyon kromatografisi, GSSG-NH(CH₂)₆NH-agaroz jel, GSSG(N)-sTT-selüloz matriksi, ADP-agaroz ve 2',5'-ADP Sepharose-4B afinite kromatografisi gibi farklı yöntemler kullanılmışlardır (Harding, 1973; Worthington and Rosemeyer, 1976; Mannervik et al., 1976; Connell and Mullet, 1986; Adem and Çiftci, 2016). Bu çalışmada bildircin eritrosit glutasyon redüktaz enzimi, 2', 5' ADP Sepharose-4B afinite kromatografisi kullanılarak tek adımda ve çok kısa sürede yüksek saflıkta elde edilmiştir. Bu yöntem önceki yöntemlerle karşılaştırıldığında daha ekonomik ve etkilidir.

Önceki çalışmalarda GR enziminin doğal halinin molekül ağırlığının 70-150 kDa olacağı rapor edilmiştir (Harding, 1973). Bildircin eritrosit GR enziminin molekül ağırlığını hesaplamada SDS-PAGE yöntemi kullanılmış enzimin alt birimlerinin molekül ağırlığı 78.7 kDa olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç önceki çalışmalarla benzerlik arz etmektedir. GR enzimi için optimum pH farklı kaynaklarda 6.5-9 arasında değişmektedir. Bildircin GR enzimi için optimum pH, KH₂PO₄ tamponu pH 7.5 olarak bulunmuştur. Bildircin GR enzimi için yapılan stabil pH çalışmalarında farklı kaynaklar için enzimin pH 5.5-9 aralığında stabil olduğu rapor edilmiştir (Tekman et al., 2008; Taşer and Çiftci, 2012; Taher, 2017). Bildircin GR enzimi için stabil pH, KH₂PO₄

tamponu pH 8.0 olarak hesaplandı. Bildircin GR enziminin optimum sıcaklığı 60 °C olarak bulundu. Bu sonuç önceki çalışmalarla benzerlik arz etmektedir. GR enzimi için optimum iyonik şiddet farklı kaynaklarda 40-600 mM arasında değişmektedir. Bildircin GR enzimi için optimum iyonik şiddet 400 mM KH₂PO₄ tamponu olarak belirlendi. Bu sonuç sığır eritrositlerinden saflaştırılan GR enzimi ile benzerlik arz etmektedir (Erat ve ark., 2003). Bildircin GR enzimi için yapılan kinetik çalışmalar sonucu NADPH substratı için K_M değeri 0.047 mM ve V_{max} değeri 1.45 EÜ m L⁻¹ olarak belirlendi. GSSG substratı için ise, K_M değeri 0.025 mM ve V_{max} değeri 0.092 EÜ m L⁻¹ olarak tespit edildi. Sonuçlar karşılaştırıldığında GR enzimin GSSG substratına olan afinitesinin NADPH substratına olan afinitesinden daha fazla olduğu tespit edildi.

SONUÇ

Glutasyon hücre içerisinde; serbest radikallerin ve reaktif oksijen ürünlerinin zararsızlaştırılması, DNA ve protein sentezi, ksenobiyotiklerin, bazı antineoplastik ilaçların detoksifikasyonu, aminoasit transportu, bazı proteinlerin disülfür bağlarının koparılması hücre içerisinde sistein deposu olarak bulunması ve bazı enzimlerin reaksiyonlarında rol oynaması gibi önemli görevleri yürüten bir tiyoldür. Glutasyon redüktaz enzimi hücre içi glutasyon metabolizmasının düzenlenmesinde merkezi rol üstlenmektedir. Bu çalışma kapsamında glutasyon redüktaz enzimi japon bildircin eritrositlerinden 2', 5' ADP Sepharose-4B afinite kromatografisi yöntemi kullanılarak 33.75 EÜ m g⁻¹ spesifik aktivite ile % 46.2 verimle tek adımda 1 028 kat saflaştırıldı. Daha sonra saf enzime ait karakterizasyon özellikleri belirlendi. Elde edilen sonuçların metabolik açıdan büyük önem arz eden glutasyon redüktaz enzimi üzerine bundan sonra yapılacak çalışmalar için yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından BAP-718-289-2015 proje numarası ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Acan N.L., Tezcan E.F., 1989. Sheep brain glutathione reductase: purification and general properties. *FEBS Letter*, 250: (1) 72-74.
- Açan L. 1990. Koyun beyni glutatyon redüktazının saflaştırılması ve bazı özelliklerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 100s
- Adem S., Ciftci M. 2016. Purification and Biochemical Characterization of Glucose 6-Phosphate Dehydrogenase, 6-Phosphogluconate Dehydrogenase and Glutathione Reductase from Rat Lung and Inhibition Effects of Some Antibiotics. *J Enzyme Inhib Med Chem*. 31:(6) 1342-8.
- Beütler E., 1969. Effect of flavin compound on Glutathione Reductase Activity; In vivo and in vitro studies. *J Clin Invest*. 48: 1957–1966.
- Boggaram V., Brobjer K.L., Mannervik B., 1979. Purification of glutathione reductase from porcine erythrocytes by the use of affinity chromatography on 2',5'-ADP-Sepharose 4B and crystallization of the enzyme. *Anal. Biochem.*, 98: 335-340.
- Bohme C.C., Arscott D.L., Becker K., Schirmer H.R., Williams C.H., 2000. Kinetic Characterization of Glutathione Reductase from the Malarial Parasite Plasmodium Falciparum. *J. Biol. Chem*. 275 (48): 37317–23.
- Bradford M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Anal. Biochem*. 72(1–2):248–254.
- Carlberg I., Mannervik B., 1981. Purification and characterization of glutathione reductase from calf liver. *Glutathione reductase assays*. *Methods in Enzymology*, 113: 484-495.
- Connell J. P., Mullet J. E., 1986. Pea Chloroplast Glutathione Reductase: Purification and Characterization. *Plant Physiology*. 82 : (2) 351–56.
- Deepali P., Supriya K., Neeta B., Meena K., Aditi M., Yashwant I., Varsha D., 2013. Antioxidant Defence System, Or. Maxillofacial Pathol. J. 4: (1), 309-315.
- Douglas K.T., 1987. Mechanizm of glutathione-dependent enzymes., Meister, A., (ed). *Avdan. Enzymol.*, John Wiley and Sons inc., New York. 59: 103-167.
- Erat M., 2002. İnsan ve sığır eritrosit glutatyon redüktaz enziminin saflaştırılması, bazı ilaç ve kimyasal maddelerin inhibisyon veya aktivasyon etkilerinin araştırılması. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 154s
- Erat M., Sakiroglu H., Çiftci M., 2003. Purification and Characterization of Glutathione Reductase from Bovine Erythrocytes. *Prep. Biochem. and Biotech*. 33 (May 2014): 283–300.
- Genestra M., 2007. Oxy Radical, Redox-Sensitive Signalling Cascades and Antioxidants. *Cellular Signalling* 19 : (9) 1807–19.
- Harding J.J., 1973. Affinity Chromatography in the Purification of Glutathione Reductase. *Journal of Chromatography* 77: 191-99.
- Hunaiti A.A., Soud M., 2000. Effect of lead concentration on the level of glutathione, glutathione S-transferase, reductase and peroxidase in human blood. *Sci Total Environ*. 29: 45-50.
- Jiang F., Hellmans U., Stroga E., Bergman B., Mannervik B., 1995. Cloning, sequencing and regulation of the glutathione reductase gene from the cyanobacterium *Anabaena PCC 7120*. *J. Biol. Chem.*, 270: (39), 22882-22889.
- Kanzok S.M., Fechner A., Bauer H., Ulschmid J.K., Müller H.M., Botella-Munoz J., Schneuwly S., Schirmer R., Becker K., 2001. Substitution of the thioredoxin system for glutathione reductase in *Drosophila melanogaster*. *Science*. 26: 291(5504), 643-646.
- Keha E., Küfrevioğlu Ö.İ., 2010. *Biyokimya, Aktif Yayınevi, Erzurum*, 653s
- Knapen M.F., Zusterzeel, P.L., Peters, W.H., Steegers, E.A., 1999. Glutathione and glutathione-related enzymes in reproduction, *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.*, 82: 171-184.
- Laemml U.K., 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227(5259):680–685.
- Lamotte F., Vianey-Liuaud N., Duviau M.P., Kobrehel K., 2000. Glutathione reductase in wheat grain. 1. Isolation and characterization. *J. Agric. Food Chem*. 48: 4978-4983.
- Lineweaver H., Burk D., 1934. The determination of enzyme dissociation constants, *J. Am. Chem. Soc*. 57: 685.
- Mannervik B., Jacobsson K., Boggaram V., 1976. Purification of Glutathione Reductase from Erythrocytes by the Use of Affinity Chromatography on 2', 5'-ADP-Sepharose 4-B. *FEBS Letters* 66 (2): 221–24.
- McCallum M. J., Barrett, J., 1995. Purification and properties of glutathione reductase from the cestode *Moniezia expansa*. *Int. J. Biochem. Cell. Biol.*, 27: 393-401.
- Mullineaux P., Enard C., Hellens R., Creissen G., 1996. Characterization of glutathione reductase gene and its genetic locus from pea (*Pisum sativum L.*). *Planta*, 200: 186-194.
- Patel M.P., Marcinkeviciene J., Blanchard J.S., 1998. Enterococcus faecalis glutathione reductase: Purification, characterization and expression under normal and hyperbaric O₂ conditions. *FEMS Microbiology Letters*, 166: 155-163.
- Taşer P., Çiftci M., 2012. Purification and characterization of glutathione reductase from turkey liver. *Turk. J. Vet. Anim. Sci*, 36: 546-553.
- Taher S.S.M., 2017. Purification And Characterization of Glutathione Reductase From Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*) Liver, Master Thesis, Bingöl University institute of science, 78p.
- Tekman B., Ozdemir H., Senturk M., Ciftci M., 2008. Purification and characterization of glutathione reductase from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) liver and inhibition effects of metal ions on enzyme activity.. *Comp Biochem. Physiol. C Toxicol. Pharmacol*. 148: 117-121.
- Temel Y., Küfrevioğlu O.İ., Ciftci M., 2017. Investigation of the effects of purification and characterization of turkey (*Meleagris gallopavo*) liver mitochondrial thioredoxin reductase enzyme and some metal ions on enzyme activity. *Turk. J. Chem* 41: 48-60.
- Toribio F., Martinet L.E., Pascual P., Lopez B.J., 1996. Methods for purification of glutathione peroxidase and related enzymes, *J. Chromatog. B*. 684: 77-97.
- Uluşu G., Erat M., Çiftci M., Şakiroğlu H., Bakan E., 2005. Purification and characterization of glutathione reductase from sheep liver. *Turk J. Vet. Anim Sci*. 29: 1109-1117.
- Uluşu N.N., Tandoğan B., 2007. Purification and kinetic properties of glutathione reductase from bovin liver. *Mol Cell Biochem*, 303: 45-51.
- Valko M.D., Leibfritz J., Moncol M.T., Cronin M., Mazur M., Telser J., 2007. Free Radicals and Antioxidants in Normal Physiological Functions and Human Disease. *Int.J Biochem Cell Biol*. 39 (1): 44-84.
- Worthington D.J., Rosemeyer M.A., 1976. Glutathione Reductase from Human Erythrocytes. *Catalytic Properties and Aggregation*. *Eur. J. Biochem. / FEBS*, 67 (1): 231–38.

Alcohol Dehydrogenase from Sheep Liver: Purification, Characterization and Impacts of Some Antibiotics

Yeliz DEMİR², Bülent ŞENGÜL³, Bülent ERGUN¹, Şükrü BEYDEMİR¹

ABSTRACT: Alcohol dehydrogenase (ADH) is a dimeric enzyme in which each subunit of the enzyme has a Zn²⁺ metal-containing catalytic domain and a cofactor-binding domain. This enzyme converts the alcohol to aldehyde. The present article focuses on the purification, characterization and *in vitro* effects of some antibiotics on alcohol dehydrogenase from sheep liver. ADH was purified with specific activity of 0.5 U/mg proteins and approximately 52.03-fold from sheep liver by DEAE-Sephadex A-50 ion exchange chromatography and gel filtration on Sephadex G-100. The subunit and the natural molecular weights of the enzyme were determined by gel filtration and SDS-PAGE 38.16 kDa and 80.49 kDa, respectively. The optimum ionic strength, temperature and pH of ADH were found 400 mM, 40 °C and 10.5, respectively. The inhibitory effects of the antibiotics were tested at various concentrations. IC₅₀ values for kanamycin sulfate, amikacin sulfate, gentamicin, lincomycin, and clindamycin were found to be 43.31, 36.47, 20.38, 18.73 and 1.31 mM, respectively.

Keywords: Alcohol dehydrogenase, antibiotics, characterization, inhibition, purification

Koyun Karaciğerinden Alkol Dehidrogenaz: Saflaştırma, Karakterizasyon, ve Bazı Antibiyotiklerin Etkileri

ÖZET: Alkol dehidrogenaz (ADH), her bir alt biriminin bir Zn²⁺ metal içeren katalitik alana ve bir kofaktör bağlama alanına sahip olduğu dimerik bir enzimdir. Bu enzim, alkolü, aldehide dönüştürür. Bu makale koyun karaciğerinden alkol dehidrogenazın saflaştırılması, karakterizasyonu enzimin aktivitesi üzerine bazı antibiyotiklerin *in vitro* etkilerine odaklanmaktadır. ADH, DEAE-Sephadex A-50 iyon değişim kromatografisi ve Sephadex G-100 jel filtrasyon kromatografisi vasıtasıyla koyun karaciğerinden 0.5 U mg⁻¹ protein spesifik aktivite ve yaklaşık olarak 52.03-kat saflaştırıldı. Enzimin alt birim ve doğal hallerinin molekül kütleleri jel filtrasyon kromatografisi ve SDS-PAGE ile sırasıyla 38.16 kDa ve 80.49 kDa olarak belirlendi. ADH'nin optimum iyonik şiddeti, sıcaklığı ve pH'sı sırasıyla 400 mM, 40°C ve 10.5 idi. Antibiyotiklerin inhibitör etkileri çeşitli konsantrasyonlarda denendi. Kanamisin sülfat, amikasin sülfat, gentamisin, linkomisin ve klindamisin için IC₅₀ değerleri sırasıyla, 43.31, 36.47, 20.38, 18.73 ve 1.31 mM olarak bulundu.

Anahtar Kelimeler: Alkol dehidrogenaz, antibiyotikler, inhibisyon, karakterizasyon, saflaştırma

¹ Anadolu Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya, Eskişehir, Türkiye

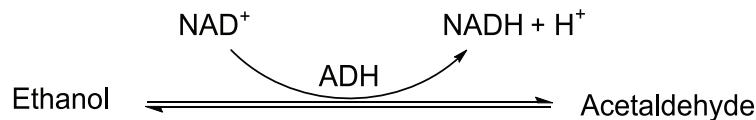
² Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya, Erzurum, Türkiye

³ Bayburt Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Sağlık Hizmetleri Bölümü, Bayburt, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Şükrü BEYDEMİR, sukubeydemir@anadolu.edu.tr

INTRODUCTION

It is well known that long-term and excessive alcohol consumption causes many various diseases including liver disorders. Some of these can be irreversible and fatal for human life. Particularly, liver is a unique member called as mother of body. Any disorder in the liver affects to the all body functions. Therefore, many studies have been carried out on liver alcohol metabolism for a long time (Li and Ding, 2017; Stickle, et al., 2017)

Alcohol metabolism contains mainly two pathways, oxidative and non-oxidative pathways. The oxidative pathway takes place in the liver and another in extrahepatic tissues. Oxidative reaction is a catalyzed major pathway by cytosolic alcohol dehydrogenase enzyme. Alcohol dehydrogenase (ADH, EC 1.1.1.1) is a crucial enzyme in this pathway. The zinc containing enzyme is responsible for the reversible oxidation of alcohol to aldehyde, a highly toxic molecule, by the reduction of NAD^+ to NADH .



The active form of ADH is generally at dimeric form in the liver (Sunderland et al., 2016) In the present study, ADH was obtained from sheep liver by some chromatographic techniques. The inhibitory effects of the antibiotics on ADH were investigated at various concentrations. These results may be important in terms of alcohol consumption when using these drugs in case of illness. It is known that the reaction catalyzed by ADH is the main way of alcohol detoxification. Thus, inhibition of the enzyme may cause some vital side effects. On the other hand, to understand that the enzyme is a target for some drugs may provide an important advantage about steps to be followed in treatment.

Accumulation of acetaldehyde increases with ADH inhibition or excessive consumption of the ethanol. These nasty symptoms are characterized as thirst, vomiting, dizziness headache and other decreased sensory abilities (Manir, M.M., et al., 2012). Already, it is well known that the intermediate acetaldehyde may be carcinogenic, mutagenic and toxic. Actually, the reaction of ethanol conversion to acetaldehyde is thought to be a suitable way of preventing alcoholic disorders. However, inhibition of ADH or accumulation of acetaldehyde can cause negative effects as mentioned above (Figure 1).

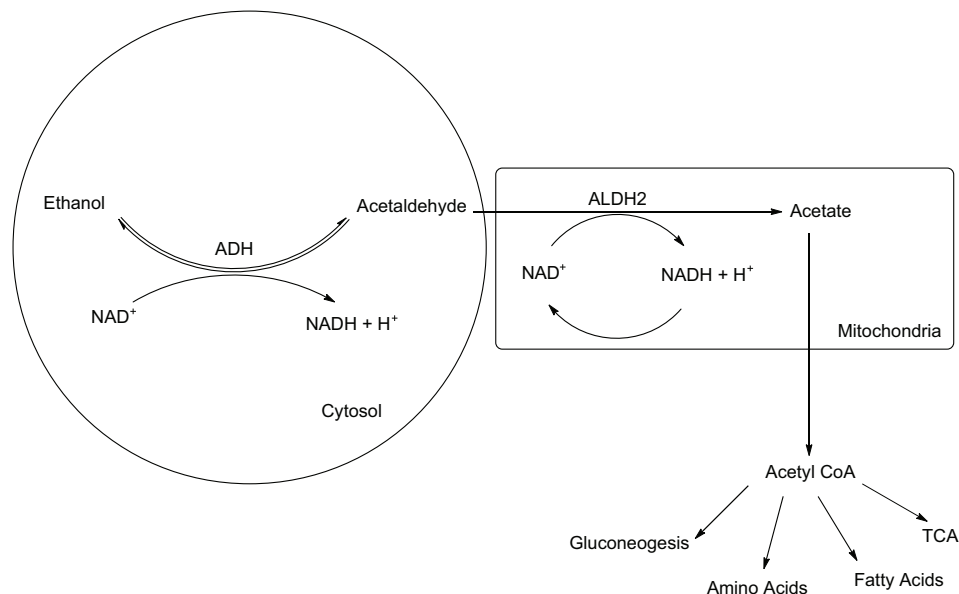


Figure 1. The reaction is a catalyzed major pathway by cytosolic alcohol dehydrogenase enzyme. Alcohol dehydrogenase is a crucial enzyme in this pathway. Accumulation of acetaldehyde increases with ADH inhibition or excessive consumption of the ethanol. it is well known that the intermediate acetaldehyde may be carcinogenic, mutagenic and toxic. Actually, the reaction of ethanol conversion to acetaldehyde is thought to be a suitable way of preventing alcoholic disorders. However, inhibition of ADH or accumulation of acetaldehyde can cause negative effects as mentioned above.

Enzyme inhibition can be caused by a number of substances such as chemicals, pesticides, herbicides including drug molecules. Thus, the rate of an enzyme activity may be either completely dropped or stopped. Almost all substances display their toxic effects in a similar way. Particularly, some enzymes are called as drug-target such as carbonic anhydrase, paraoxonase and sorbitol dehydrogenase (Mert et al., 2016; Alım and Beydemir 2016; Aslan And Beydemir, 2017). Antibiotics are indispensable drugs especially for the treatment of bacterial infections. Antibiotics in different classes are known to be effective on different bacteria. The selected drugs for this study, gentamycin, kanamycin and amikacin are in aminoglycosides and lincomycin, clindamycin are also in a group of lincosamides (Figure 2). Aminoglycosides are a class of antibiotics having a strong activity against most gram-negative bacteria and they are commonly used in antimicrobial therapy. Gentamicin is employed for the

treatment of crucial infections caused by gram negative bacteria (Lin et al., 2011). Kanamycin produced by *Streptomyces kanamyceticus* is used to treat gram-negative and gram-positives bacterial infections. This drug has a role in inhibition and reduction of translation fidelity and bacterial protein synthesis at ribosomal level (Kotra et al., 2000). Amikacin is the broadest spectrum aminoglycoside with the least resistance. Also, amikacin is a frequently preferred agent owing to its favorable features including fast and potent bactericidal effect, synergy with β -lactam antibiotics, low resistance, chemical stability and lower cost (Kent et al., 2014). Lincomycin, a member of lincosamide antibiotics, was discovered from the fermentation of *Streptomyces* spp. in 1963 (Giguère, 2013). This drug is effective against gram positive and anaerobic bacteria. Clindamycin, a lincomycin analog, shows distinct advantages over lincomycin for the treatment of a number of bacterial infections (Batzias et al., 2005).

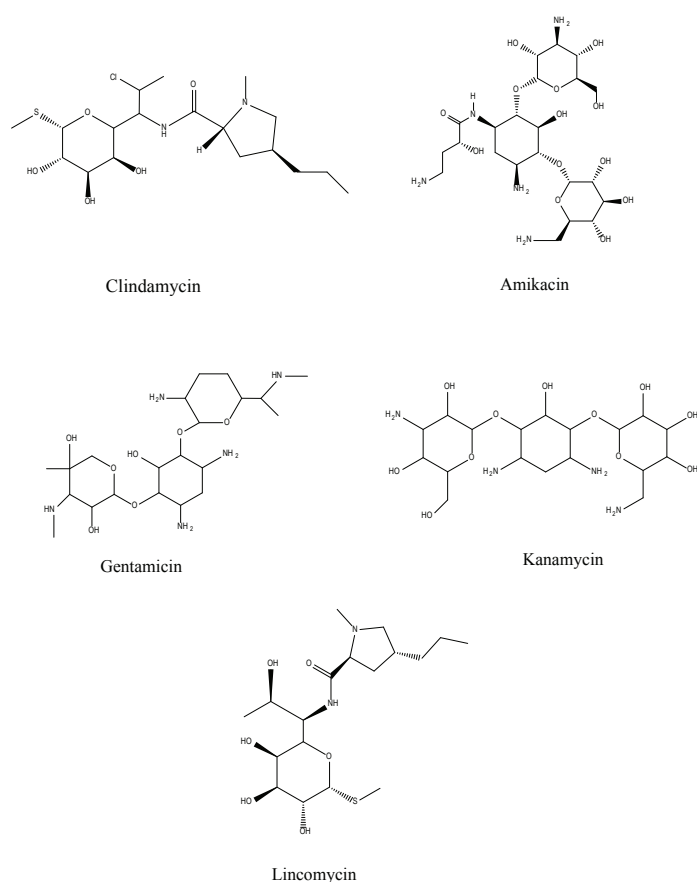


Figure 2. Chemicals structures of antibiotics used for *in vitro* inhibition studies on ADH activity.

Consequently, the reaction catalyzed by alcohol dehydrogenase is important point for both biosynthesis and energy metabolism. Because, produced acetaldehyde and then acetate serve as a major contributor

for Acetyl CoA molecule. Therefore, investigation of interaction of this enzyme with drugs may be important in terms of to develop a treatment method for some patients.

MATERIAL AND METHODS

Chemicals

DEAE Sephadex A-50, Sephadex G-100, NAD⁺, protein assay reagents and chemicals for electrophoresis were obtained from Sigma-Aldrich Co. All other chemicals were analytical grade and obtained from Merck.

Purification of alcohol dehydrogenase from sheep liver

ADH was purified from sheep liver by using simple chromatographic methods such as ammonium sulfate fractionation DEAE-Sephadex anion exchange chromatography and Sephadex G-100 gel filtration chromatography. These techniques had been explained in our previous studies (Ekinçi and Beydemir, 2009; İşgör and Beydemir, 2010; Türkeş et al., 2016) The first purification step was ammonium sulfate precipitation. Solid ammonium sulfate was added by gently mixing serum sample at 0%–60% and 60%–80% saturations. After mixing, the bulk was centrifuged at 24000×g for 30 min at 4°C. The protein pellet from 60% to 80% ammonium sulfate saturation was dissolved in 10 mM Na-phosphate buffer (pH 8.0) and dialyzed against the same buffer. The dialyzed enzyme solution was loaded onto the DEAE-Sephadex A-50 anion exchange column previously equilibrated with 10 mM Na-phosphate buffer (pH 8.0). Twelve ml of concentrated enzyme was loaded to the top of the column. The enzyme was eluted with linear gradient of 0.2-1.5 M NaCl at a flow rate of about 30 ml/h using a peristaltic pump (Ismatec) and fractions of 3.0 ml were collected and the enzyme activity was analysed at 340 nm, spectrophotometrically. The fractions with the enzyme activity were pooled and mixed with glycerol. Then this enzyme solution was loaded onto the Sephadex G-100 column equilibrated with 10 mM Na-phosphate buffer (pH 8.0). In collected fractions were determined both protein amount (280 nm) and enzyme activity (340 nm). The enzyme purity was controlled by SDS-PAGE method.

ADH activity assay

Alcohol dehydrogenase activity was carried out in 0.1 M sodium phosphate at pH 7.5 containing 0.5 mM NAD⁺ and varied concentrations of ethanol as substrate. The enzyme activity was assayed by following the absorbance increase of NADH at 340 nm, spectrophotometrically. The extinction coefficient was 6.22 mM⁻¹ cm⁻¹ (Lee et al., 2015).

Protein determination

The protein quantity was calculated according to the Bradford procedure. The bovine serum albumin was used the standard for this experiment. This study was performed at 595 nm in spectrophotometer (Bradford, 1976).

SDS–polyacrylamide gel electrophoresis

SDS-PAGE was carried out through 3%–8% discontinued method (Laemmli, 1970) The experiment was reported as our previous studies (Demir and Beydemir, 2015; Alım and Beydemir, 2016) The protein bands were identified via silver staining. The electrophoretic pattern was photographed (Figure 3).

Molecular weight determination by gel filtration

For determination of the active form molecular weight of ADH was carried out by Sephadex G-100 gel (column size: 3.0 x 40 cm). Column was equilibrated using 50 mM Tris-HCl, pH 7.5 with 100 mM KCl. Standard protein solution contained b-Amylase, 200 kDa; Alcohol Dehydrogenase, 150 kDa; bovine serum albumin, 66 kDa; carbonic Anhydrase, 29 kDa; Cytochrome c, 12.5 kDa. The standard protein fractions were eluted from the column with the same buffer. Subsequently, the pure alcohol dehydrogenase enzyme was applied to the column and was eluted. The elution volume was compared with standard proteins. Details of this technique were explained in our previous study (Yılmaz et al., 2002; Söyüt and Beydemir, 2012).

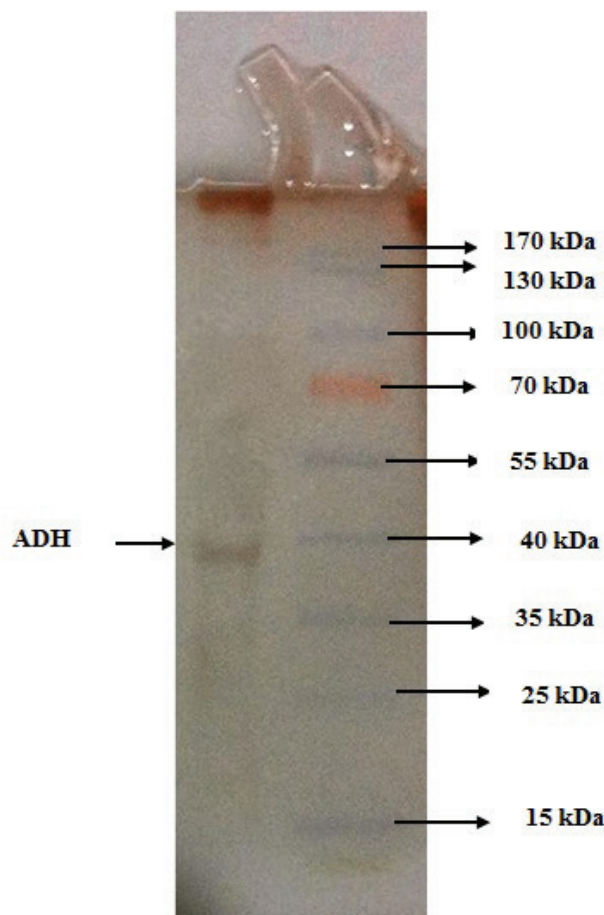


Figure 3. SDS-PAGE analysis of alcohol dehydrogenase to confirm the purify of the enzyme was carried out according to the Laemmli's method. Samples were applied as 10 μ g to the electrophoresis and the protein bands were obtained with silver staining. The Standart protein marker was purchased from Thermo.

Effect of pH on ADH activity

The optimal pH was determined on activity of pure enzyme in the buffers at different pH levels (5.0-10.5).. The prepared buffers were 0.05 M phosphate buffer (5.0–8.0), 0.05 M Tris-HCl buffer (7.5–9.0) and 0.05 M glycine/NaOH buffer (9.0–10.5). Experiments were carried out as in our previous study (Demir and Beydemir, 2015).

Effect of temperature on the alcohol dehydrogenase activity

The measurements about the effect of temperature on the ADH activity were performed at various temperatures ranging from 0 to 80°C as in our previous study, spectrophotometrically (Demir and Beydemir, 2015).

Effect of ionic strength on ADH activity

The impact of ionic strength on ADH activity was determined using Glycine–NaOH buffer in different ionic strengths at pH 10.5. This study was carried out as in our previous studies (Demir and Beydemir, 2015).

In vitro inhibition studies

Two different group antibiotics were selected for inhibition studies. One group was aminoglycosides as kanamycin sulfate, amikacin sulfate, gentamicin, another was lincosamides as lincomycin, and clindamycin (Figure 2). ADH activity was assayed in five different inhibitor (I) concentrations at 340 nm, spectrophotometrically. IC_{50} values of these drugs were determined from Activity%-[I] graphs.

RESULTS

Table 1 indicates the purification results of the ADH from sheep liver with a specific activity of 0.5 EU xmg⁻¹ and approximately 52-fold. The purification process includes simple chromatographic methods such as ammonium sulfate fractionation (60%–80%), DEAE-Sephadex anion exchange chromatography, Sephadex G-100 gel filtration chromatography.

The purity of ADH was confirmed with SDS-PAGE. The subunit molecular weight was 38.16 kDa (Table 2). Active form molecular weight of the enzyme was calculated as 80.49 kDa by K_{av}-Log MW graph

(Table 2). This experiment was carried out using Sephadex G-100 gel filtration chromatography method. Thus, dimeric form of the enzyme was revealed. The optimum pH, ionic strength and temperature were determined as 10.5, 400 mM and 40 °C, respectively (Table 2).

Subsequently, *in vitro* inhibition effects of the antibiotics and IC₅₀ values were calculated from Activity%-[I] graphs (Figure 4). While kanamycin sulfate, amikacin sulfate, gentamicin, which are aminoglycoside had 43.31, 36.47, 20.38 mM, lincomycin, and clindamycin which are lincosamide antibiotics had 18.73 and 1.310 mM, respectively (Table 3).

Table 1. Purification steps of alcohol dehydrogenase.

| Purification steps | Activity (EU/mL) | Protein (mg/mL) | Total Volume (mL) | Total Activity (EÜ) | Total Protein (mg) | Specific Activity (EU/mg) | Purification Fold | Yield% |
|---|------------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|--------|
| Homogenate | 0.321 | 33.40 | 40 | 12.84 | 1336 | 0.00961 | 1 | 100 |
| Ammonium sulphate Precipitation (60-80%) | 0.279 | 30.8 | 15 | 4.185 | 462 | 0.00975 | 1.014 | 34.58 |
| DEAE-Sephadex A50 anion exchange chromatography | 0.129 | 9.5 | 12 | 1.548 | 114 | 0.013 | 1.35 | 12.05 |
| Sephadex G-100 gel filtration chromatography | 0.027 | 0.054 | 3 | 0.081 | 0,162 | 0.5 | 52.03 | 0.630 |

Table 2. Kinetic Properties of ADH from Sheep Liver

| Substrate | Ionic Strength (mM) | Optimum pH | Optimum Temperature (°C) | Subunit MW (kDa) | Natural Form MW (kDa) |
|-----------|---------------------|------------|--------------------------|------------------|-----------------------|
| Ethanol | 400 | 10.5 | 40 | 38.16 | 80.49 |

Table 3. IC₅₀ and R² Values for Sheep Liver ADH

| Inhibitors | IC ₅₀ (mM) | R ² |
|-------------------|-----------------------|----------------|
| Kanamycin sulfate | 43.31 | 0.9704 |
| Amikacin sulfate | 36.47 | 0.9725 |
| Gentamicin | 20.38 | 0.9612 |
| Lincomycin | 18.73 | 0.9643 |
| Clindamycin | 1.310 | 0.9834 |

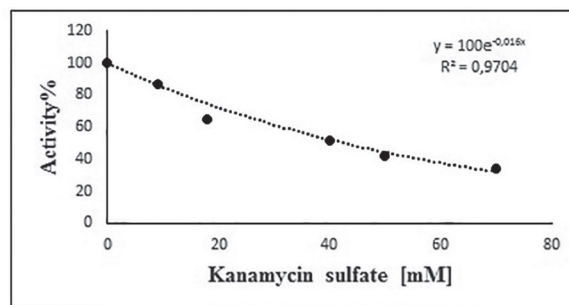
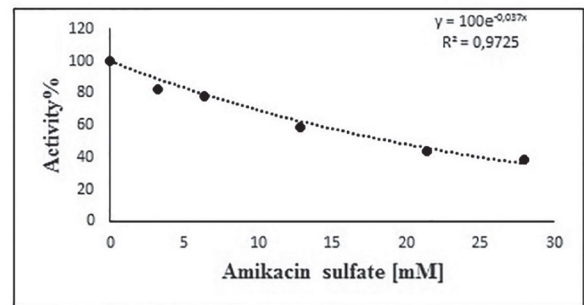
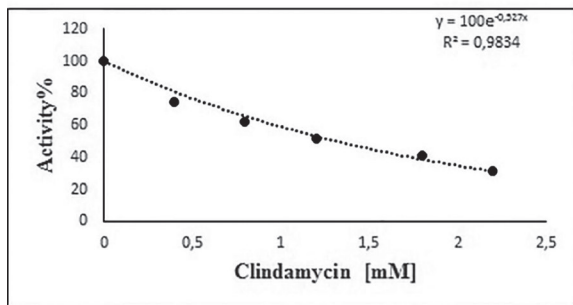
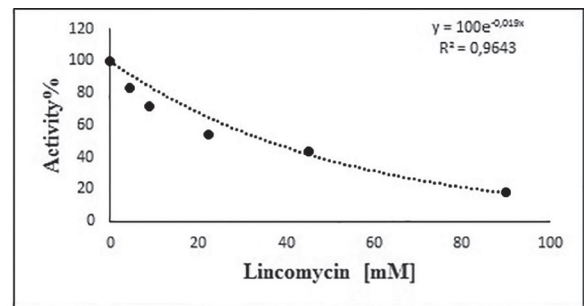
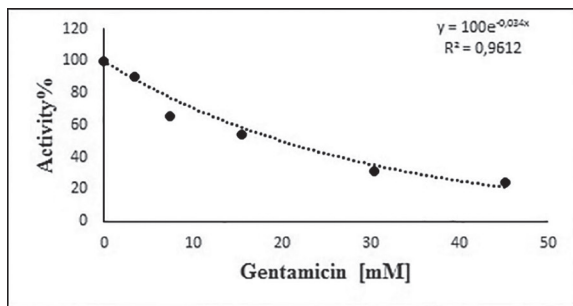


Figure 4. Inhibition graphs of kanamycin sulfate, amikacin sulfate, gentamicin, lincomycin, and clindamycin by using five different compounds concentrations for determination of IC₅₀.

DISCUSSION

Alcohol dehydrogenase is a zinc metalloenzyme and responsible for the oxidation of alcohols to aldehydes in the liver (Raj et al., 2014). ADH has been found in many organisms such as yeast, plants, microbes, mammals. Yeast ADH has been extensively used in producing stereospecific organic molecules, medicinal compounds, industrially relevant materials and fermentation products other (Drauz, 2012; Itoh, 2014; Kirmair et al., 2015). Until now, this important enzyme has been purified from many sources such as plant, yeast, bacteria and various animal tissues. For instance, ADH was purified and characterized from *Arabidopsis thaliana* which is a model organism having small flowers. They used *Escherichia coli* system for expression and purification methods contained metal chelating affinity chromatography. Subsequently, they determined some enzymatic properties such as optimal pH, and K_m value of various alcohols as substrates. Obtained optimum pH (10.5) was observed that it was different than ADHs from other sources (Cheng et al., 2013). In addition, Akduman et al (2013) were able to purify the alcohol dehydrogenase from yeast with a single-step by using their own synthesized gel. They obtained the enzyme from Baker's yeast with 48.6 U x mg⁻¹ specific activity and 62.7% yield. In another study, ADH enzyme was purified from *Thermus thermophilus* with 68% yield and 25-fold purification using a single chromatographic step (Raghava and Gupta, 2010) Purifications and characterizations of enzymes are important in order to develop strategies to be able to monitor the enzyme behavior in the solutions. For instance, pH is directly effective on the ionizable groups of the amino acid in the catalytic site of the enzymes. At the same way, salt concentration and temperature can largely change to the enzymatic activity. Knowing these parameters is crucial for *in vitro* interactions studies. In the present study, ADH was purified with 52.03-fold purification from sheep liver using two simple chromatographic methods including DEAE-Sephadex A-50 ion exchange chromatography and gel filtration on Sephadex G-100 (Table 1). After then, ADH was characterized in terms of some enzymatic properties such as optimum ionic strength, tem-

perature and pH. They were found as 400 mM, 40°C and, 10.5, respectively. Also, the subunit and the natural molecular weights of the enzyme were determined as 80.49 and 38.16 kDa by gel filtration chromatography and SDS-PAGE. Thus, it was understood having a dimeric three dimensional structure of ADH as in accordance with the literature (Cheng et al., 2013; Raghava and Gupta, 2010)

In vitro and *in vivo* inhibition studies of the enzymes are very important to light the metabolic pathways. Moreover, the effects of drugs including various chemicals such as pesticides, herbicides, heavy metals and determining their toxicities are understood with their knowing the effect mechanisms of enzymes. Many chemicals may be effective on the various enzymes systemic or dramatically. Even, some enzymes are well known as drug-target macromolecules. For instance, carbonic anhydrases (CAs) are a large family of the metalloenzymes. CAs are found in almost all tissues and may effect from a lot of chemicals and drugs, directly (Söyüt and Beydemir, 2008; Çoban et al., 2009). For example, in our previous study was showed *in vitro* and *in vivo* effects of gentamicin sulfate on CA-I and II isozyme activity. It is interesting that they found CA inhibition in *in vivo*. On the other hand, CA activity is inhibited at low concentrations *in vitro* conditions, at high concentrations are also activated (Beydemir et al., 2002) Besides, paraoxonase, glucose-6-phosphate dehydrogenase and sorbitol dehydrogenase are enzymes studied the interactions with different chemicals (Ekinçi and Beydemir, 2009; Beydemir et al., 2003; Alım and Beydemir, 2012) In the present study, gentamycin, kanamycin, amikacin, lincomycin and clindamycin were selected to investigate inhibitory effect on the alcohol dehydrogenase activity. While the gentamycin, kanamycin and amikacin were aminoglycoside drugs, lincomycin and clindamycin were lincosamide group. All of these antibacterial drugs inhibited the sheep liver ADH. The order of inhibition is as follows: clindamycin > lincomycin > gentamicin > amikacin sulfate > kanamycin sulfate. That is interesting, clindamycin and lincomycin, which is lincosamide drugs, had the most effective inhibition with the IC_{50} values, 1.31 and 18.73 mM, respectively. Both drugs have -SH group in their structure as different from the others.

Moreover, clindamycin contains a chlorine (Cl) group unlike lincomycin. We think that chlorine at the clindamycin structure may be effective in inhibition level. Because, Cl is known anion its inhibitory property on activities of the enzymes, generally. Also, low inhibition levels of other drugs are considered originated from their similar functional groups. There are several studies on inhibition mechanism of ADH from obtained various sources. For example, some reports showed that 2,2,2-trifluoroethanol, (Taber, 1998) thiol compound (pyrazoles) (Li et al., 2010) and 4,4' dithiodipyridine (Zheng et al., 1997) inhibited the alcohol dehydrogenase. In another study, isolated catechins, and flavonoids from the leaves of *Camellia sinensis* exhibited yeast alcohol dehydrogenase (ADH) inhibitory activities in the range of IC_{50} 8.0-70.3 μ M (Manir et al., 2012). In addition, Lee *et al.* studied inhibition of acetaminophen on recombinant human ADH isoenzymes, recombinant human (aldehyde dehydrogenase A1) ALDH1A1 and ALDH2. They found that acetaminophen showed noncompetitive inhibition for ADH enzymes and ALDH2, but ALDH1A1 showed competitive inhibition (Lee et al., 2013).

REFERENCES

- Akduman B, Uygun M, Aktaş Uygun D, Akgöl S, Denizli A, 2013. Purification of yeast alcohol dehydrogenase by using immobilized metal affinity cryogels. *Materials Science and Engineering, C* 33; 4842-4848.
- Alım Z, Beydemir S, 2016. Some Anticancer Agents Act on Human Serum Paraoxonase-1 to Reduce Its Activity. *Chem Biol Drug Des*, 88 (2); 188-96.
- Alım Z, Beydemir Ş, 2012. Effects of some anti-neoplastic drugs on sheep liver sorbitol dehydrogenase. *Arch. Physiol. and Biochem.*, 118; 244-252.
- Aslan HE, Beydemir Ş, 2017. Phenolic compounds: The inhibition effect on polyol pathway enzymes. *Chemico-Biological Interactions*, 266; 47-55.
- Batzias GC, Delis GA, Athanasiou, LV, 2005. Clindamycin bioavailability and pharmacokinetics following oral administration of clindamycin hydrochloride capsules in dogs. *Vet. J.*, 170 (3); 339-45.
- Beydemir Ş, Çiftçi M, Küfrevioğlu Öİ, Büyükkuroğlu ME, 2002. Effects of gentamicine sulfate on enzyme activities of carbonic anhydrase from human erythrocytes in vitro and from rat erythrocytes in vivo. *Biol. Pharm. Bull.*, 25; 966-969.
- Beydemir Ş, Kulaçoğlu DN, Çiftçi M, Küfrevioğlu Öİ, 2003. The effects of some antibiotics on sheep lens glucose 6-phosphate dehydrogenase in vitro. *Eur. J. Ophthalmol.*, 13; 155-161.
- Bradford MM, 1976. Rapid and Sensitive Method for Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*, 72 (1-2); 248-254.
- Cheng F, Hu, T, An Y, Huang J, Xu Y, 2013. Purification and enzymatic characterization of alcohol dehydrogenase from *Arabidopsis thaliana*. *Protein Expression and Purification*, 90; 74-77.
- Çoban TA, Beydemir Ş, Gucin I, Ekinci D, Innocenti A, Vullo D, Supuran CT, 2009. Sildenafil is a strong activator of mammalian carbonic anhydrase isoforms I-XIV. *Bioorgan. Med. Chem.*, 17; 5791-5795.
- Demir Y, Beydemir S, 2015. Purification, refolding, and characterization of recombinant human paraoxonase-1. *Turkish Journal of Chemistry*, 39 (4); 764-776.
- Drauz K, 2012. Enzyme catalysis in organic synthesis: a comprehensive handbook. John Wiley & Sons.
- Ekinci D, Beydemir Ş., 2009. Effect of some analgesics on paraoxonase-1 purified from human serum. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 24 (4); 1034-1039.
- Giguère S, 2013. Lincosamides, Pleuromutilins, and Streptogramins Antimicrobial Therapy in Veterinary Medicine. John Wiley & Sons, Inc.
- İşgör MM, Beydemir S, 2010. Some cardiovascular therapeutics inhibit paraoxonase 1 (PON1) from human serum. *Eur J Pharmacol*, 645 (1-3); 135-42.

CONCLUSION

In conclusion that ADH enzyme was purified from sheep liver by using simple chromatographic methods at three steps. The characterization of the enzymatic properties was carried out for determining pH, ionic strength, temperature, subunit molecular weight and active form molecular weight.

After then, *in vitro* inhibition studies of kanamycin sulfate, amikacin sulfate, gentamicin, lincomycin, and clindamycin were performed on ADH activity. The drugs were potential inhibitors for ADH. Particularly, lincosamide drugs were most effective on the enzyme activity. We consider that this study will be help adjusting of drug dosages at the therapy. Besides, this study may give ideas about developing of new inhibitors of alcohol dehydrogenase enzyme.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was financially supported by Bayburt University Scientific Research Projects Coordination Commission with project number 2016/01-10.

- Itoh N, 2014. Use of the anti-Prelog stereospecific alcohol dehydrogenase from *Leifsonia* and *Pseudomonas* for producing chiral alcohols. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 98 (9); 3889-3904.
- Kent A, Turner MA, Sharland M, Heath PT, 2014. Aminoglycoside toxicity in neonates: something to worry about? *Expert Rev Anti Infect Ther*, 12 (3); 319-31.
- Kirmair L, Seiler DL, Skerra A, 2015. Stability engineering of the *Geobacillus stearothermophilus* alcohol dehydrogenase and application for the synthesis of a polyamide 12 precursor. *Appl Microbiol Biotechnol*, 99 (24); 10501-13.
- Kotra LP, Haddad J, Mobashery S, 2000. Aminoglycosides: perspectives on mechanisms of action and resistance and strategies to counter resistance. *Antimicrob Agents Chemother*, 44 (12); 3249-56.
- Laemmli UK, 1970. Cleavage of Structural Proteins during Assembly of Head of Bacteriophage-T4. *Nature*, 227(5259); 680.
- Lee SL, Lee YP, Wu ML, Chi YC, Liu CM, Lai CL, Yin SJ, 2015. Inhibition of human alcohol and aldehyde dehydrogenases by aspirin and salicylate: Assessment of the effects on first-pass metabolism of ethanol. *Biochemical Pharmacology*, 95 (1); 71-79.
- Lee YP, Liao JT, Cheng YW, Wu TL, Lee SL, Liu JK, Yin SJ, 2013. Inhibition of human alcohol and aldehyde dehydrogenases by acetaminophen: Assessment of the effects on first-pass metabolism of ethanol. *Alcohol*, 47 (7); 559-565.
- Li J, Jiang Z, Wu H, Liang Y, Zhang Y, Liu J, 2010. Enzyme-polysaccharide interaction and its influence on enzyme activity and stability. *Carbohydr. Polym.*, 82; 160-166.
- Li Y, Ding WX, 2017. Adipose tissue autophagy and homeostasis in alcohol-induced liver injury. *Liver Research*, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.livres.2017.03.004>
- Lin L, Wagner MC, Cocklin R, Kuzma A, Harrington M, Molitoris BA, Goebel MG, 2011. The Antibiotic Gentamicin Inhibits Specific Protein Trafficking Functions of the Arf1/2 Family of GTPases. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 55 (1); 246-254.
- Manir MM, Kim, JK, Lee BG, Moon SS, 2012. Tea catechins and flavonoids from the leaves of *Camellia sinensis* inhibit yeast alcohol dehydrogenase. *Bioorg. Med. Chem.*, 20(7); 2376-81.
- Mert S, Alim Z, İşgör MM, Beydemir Ş, Kasımoğulları R, 2016. The synthesis of novel pyrazole-3,4-dicarboxamides bearing 5-amino-1,3,4-thiadiazole-2-sulfonamide moiety with effective inhibitory activity against the isoforms of human cytosolic carbonic anhydrase I and II. *Bioorganic Chemistry*, 68; 64-71.
- Raghava S, Gupta MN, 2010. Purification and characterization of an alcohol dehydrogenase with an unusual specificity towards glycerol from *Thermus thermophilus*. *Bioresource Technology*, 101; 2554-2557.
- Raj SB, Ramaswamy S, Plapp BV, 2014. Yeast alcohol dehydrogenase structure and catalysis. *Biochemistry*, 53 (36); 5791-803.
- Söyüt H, Beydemir Ş, 2008. Purification and some kinetic properties of carbonic anhydrase from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) liver and metal inhibition. *Protein and Peptide Letters*, 15; 528-535.
- Söyüt H, Beydemir Ş, 2012. The impact of heavy metals on the activity of carbonic anhydrase from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) kidney. *Toxicol. Ind. Health.*, 28, 296-305.
- Stickel F, Moreno C, Hampe J, Morgan MY, 2017. The genetics of alcohol dependence and alcohol-related liver disease. *Journal of Hepatology*, 66; 195-211.
- Sunderland JR, Tao X, Butrick EE, Keilich LC, Villa CE, Miecznikowski JR, Jain SS, 2016. Investigation of liver alcohol dehydrogenase catalysis using an NADH biomimetic and comparison with a synthetic zinc model complex. *Polyhedron*, 114; 145-151.
- Taber RL, 1998. The competitive inhibition of yeast alcohol dehydrogenase by 2,2,2-trifluoroethanol. *Biochemical Education*, 26 (3); 239-242.
- Türkeş C, Söyüt H, Beydemir Ş, 2016. In vitro inhibitory effects of palonosetron hydrochloride, bevacizumab and cyclophosphamide on purified paraoxonase-I (hPON1) from human serum. *Environmental toxicology and pharmacology*, 42; 252-257.
- Yılmaz H, Ciftci M, Beydemir S, Bakan E, 2002. Purification of glucose 6-phosphate dehydrogenase from chicken erythrocytes. Investigation of some kinetic properties. *Preparative Biochemistry and Biotechnology*, 32; 287-301
- Zheng SY, Xu D, Wang HR, Li J, Zhou HM, 1997. Kinetics of irreversible inhibition of yeast alcohol dehydrogenase during modification by 4,4'-dithiodipyridine. *International Journal of Biological Macromolecules*, 20 (4); 307-313.

Synthesis of poly[ϵ -caprolacton-b-epichlorohydrin-b- ϵ -caprolactone]-g-poly(styrene) Block-Graft Copolymers via Cationic Ring Opening and Atom Transfer Radical Polymerization Transformations

İsmail ÇAKMAK², Temel ÖZTÜRK³, Ümit YILDIKO¹, Abdulkadir YÖRÜK⁴

ABSTRACT: The poly[ϵ -caprolacton-b-epichlorohydrin-b- ϵ -caprolactone]-g-(polystyrene-) [(PCL-b-ECH-b-PCL)]-g-PS block-graft copolymers were prepared via cationic, ring opening (ROP) and atom transfer radical polymerization (ATRP) transformations. With this goal in the first, cationic ring-opening technique was used to polymerize the epichlorohydrin (ECH). The ring opening polymerisation (ROP) of ϵ -caprolactone (ϵ -CL) was carried out using poly (epichlorohydrin) (PECH) with hydroxyl functional groups acting as initiators at 110 °C to yield poly(ϵ -caprolacton-b-epichlorohydrin-b- ϵ -caprolactone) (PCL-PECH-PCL) block copolymer. Finally, in the atom transfer radical polymerisation (ATRP) of the styrene, chloromethyl groups of the PECH segment of PCL-PECH-PCL were used as the starting functional group. [PCL-b-PECH-b-CL] -g-PS graft copolymer block was obtained as a result of polymerization. The results of the analysis indicated that the molecular weights of the graft copolymers increased linearly with styrene polymerisation. Synthesized polymers were characterized by ¹H-NMR, GPC and DSC techniques.

Keywords: ATRP, ROP, block copolymer, block-graft copolymer, epichlorohydrin, ϵ -caprolacton.

Poli - [(ϵ -kaprolakton-b-epiklorohidrin-b- ϵ -kaprolakton)] - g- (polistiren-) [(PCL-b-ECH-b-PCL)] - g-PS Blok-aşı Kopolimerleri Katyonik, Halka Açıklama Polimerizasyonu (ROP) ve Atom Transfer Radikal Polimerizasyon (ATRP) Tekniklerinin Kombinasyonu ile Sentezi

ÖZET: Poli - [(ϵ -kaprolakton-b-epiklorohidrin-b- ϵ -kaprolakton)] - g- (polistiren -) [(PCL-b-ECH-b-PCL)] - g-PS blok-aşı kopolimerleri katyonik, halka açıklama polimerizasyonu (ROP) ve atom transfer radikal polimerizasyon (ATRP) tekniklerinin kombinasyonu ile sentezlenmiştir. Bu amaçla, epiklorohidrin (ECH) polimerize etmek için katyonik halka açma tekniği kullanılmıştır. Sentezlenen, Hidroksil fonksiyonel gruplu poli (epiklorohidrin) (PECH), ϵ -kaprolaktonun (ϵ -CL) 110 ° C'de halkalı açılma polimerizasyonunun (ROP) başlatıcısı olarak poli (ϵ -kaprolakton-b-epiklorohidrin- B- ϵ -kaprolakton) (PCL-PECH-PCL) blok kopolimerinin eldesinde kullanıldı. Son olarak, başlatıcı olarak PCL-PECH-PCL'nin PECH bloğunun klorometil gruplarını kullanarak gerçekleştirilen stirenin atom transfer radikal polimerizasyonu (ATRP), [PCL-b-PECH-b-CL] -g-PS-graft kopolimeri oluşumuyla sonuçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, graft kopolimerlerinin moleküler ağırlıklarının stiren dönüşümüyle arttığını gösterdi. Polimerler, ¹H-NMR, GPC ve DSC teknikleri ile karakterize edildi.

Anahtar Kelimeler: ATRP, ROP, blok kopolimer, blok-aşı kopolimer, epiklorohidrin, ϵ -kaprolakton.

¹ İğdır Üniversitesi, Tuzluca Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Hizmetler Ve Dökümantasyon, İğdır, Türkiye

² Kafkas Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Kars, Türkiye

³ Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Giresun, Türkiye

⁴ Isparta Üniversitesi, Isparta Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler Ve Dökümantasyon, Isparta, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Ümit YILDIKO, yildiko1@gmail.com

INTRODUCTION

Numerous monomers have been polymerized by this technique after Matyjaszewski (Wang et al., 1995a) reported the ATRP technique, which uses compounds of alkyl halides as initiators and a Cu (I) -ligand complex as a catalyst. (Kato et al., 1995; Percec et al., 1995; Muftuoglu et al., 2004; Coessens et al., 2001). ATRP is one of the most suitable controlled polymerization technique to polymerize styrene and acrylate derivatives, and a range of other monomers yielding polymers with low polydispersities (PD) (Okcu et al., 2010; Du et al., 2015). Comparing to the other living/controlled radical polymerizations techniques, the ATRP has drawn widespread attention because of its many advantages and great industrialization prospects (Wang et al., 1995b). ATRP method has served a very important purpose for the preparation of new different type functional copolymers with controlled molecular weights and low polydispersities (PDI) (Matyjaszewski 1998; Chen et al., 2015).

The complexes of transition metals like Cu(I), Ni(II), Ru(II), Fe(II) and Os(II) have been used as catalysts in ATRP for the preparation of block copolymers (Matyjaszewski 1998; Braunecker et al., 2007). Copper (II) based catalysts are the most convenient and cheapest in terms of cost as well. Copper(I)-catalyzed ATRP is one of the most important techniques for controlling radical polymerizations (Matyjaszewski 1998; Tsarevsky et al., 2006).

There are many attempts to prepare block and graft copolymers due to their various properties and applications (Alam et al., 2015; Cakmak et al., 2006; Cakmak et al., 2008; Szabó et al., 2015). One of those polymers called segmented copolymers have some advantages like incorporated at least two or more polymer blocks possessing different chemical properties into one polymer segment. A wide range of disjointed copolymer properties can be prepared and inserted into the copolymers by using different monomers (Okrasa et al., 2004). The most suitable materials for the different applications are the polymers contain a specific combination of block and graft copolymers (Stoekel et al., 2002).

Ring-opening polymerization (ROP) is a very useful polymerization technique for controlled synthesis of aliphatic polyesters (Stridsberg et al., 2002; Yuan et al., 2008; Yang et al., 2008; Erdogan et al., 2005) such as polylactide, polyglycolide, polymandelide, polyvalerolactone, or poly(ϵ -caprolactone) (PCL). Cakmak et al. prepared PECH-PS, PECH-PMMA graft copolymers by the transformation of cationic, photopolymerization and ATRP process (Cakmak and Baykara, 2006; Cakmak et al., 2008). Preparation of PECH-b-St-gPMMA block-graft copolymers by the transformation of activated monomer, nitroxide mediated polymerization and ATRP techniques was described by Yagci et al. (Tasdelen et al., 2007). Cho synthesized various cyclic monomers having -CN, -CO₂R and -C₆H₅ groups and these monomers were polymerized via radical ring-opening mechanism to obtain high molecular weight polymers (Cho, 2000). Yao et al. prepared and characterized a sequence of new anilido-imine-Al complexes, and those complexes were used as initiators for the polymerization of 3-caprolactone via ring opening mechanism (Yao et al., 2008).

Chen et al. synthesized and characterized Fe(II)/heterocyclic carbene coordination compounds. These complexes were used for polymerization of ϵ -caprolactone via ring opening mechanism as a single component initiator (Chen et al., 2006). Messman et al. carried out the ring-opening polymerization (ROP) of L-lactide, used Poly(L-lactide) in ATRP to yield molecular weight controllable linear block copolymers (Messman et al., 2005). Gowda et al. used FeCl₃·6H₂O, RuCl₃·H₂O and FeCl₂·4H₂O catalysts for polymerization of ϵ -caprolactone, δ -valerolactone and β -butyrolactone by ring opening method (Gowda and Chakraborty, 2009).

In this research, we present the preparation and characterization of ABA block copolymer chains of poly(epichlorohydrin) (PECH) (A block) and mediated PCL (B block) using ROP. Then, using this poly(ϵ -caprolactone-b-epichlorohydrin-b- ϵ -caprolactone) [poly(ϵ -CL-b-ECH-b- ϵ -CL)] block copolymers, poly(ϵ -caprolactone-b-epichlorohydrin-g-polystyrene-

b- ϵ -caprolactone) [poly(ϵ -CL-*b*-ECH-*g*-PS-*b*- ϵ -CL)] block-graft copolymers were synthesized by ATRP. The bulk-ATRP of Styrene (S) was carried out using CuCl/2,2'-bipyridine (bpy) complex as catalyst.

MATERIALS AND METHODS

Copper (I) chloride (CuCl), ϵ -caprolactone (ϵ -CL), epichlorohydrin (ECH), stannous octoate (Sn(oct)₂) and 2,2'-bipyridine (bpy) were supplied from Merck or Aldrich. The styrene was obtained from Merck Company and the extraction was carried out with 10% NaOH solution and purified by conventional procedure. The other materials were supplied from Aldrich or Fluka and used as purchased.

Cationic Polymerization of ECH: 30 ml of CH₂Cl₂ and 10 g of 57% HBF₄ were added to a flask and a magnetic stirrer was used for homogeneous mixing. The reaction was set so that nitrogen gas would pass through it. To the reaction vessel, 96 g of epichlorohydrin were added (3 hour periods).

The reaction contents were poured into 1 L of water to remove inorganic impurities and the organic phase was separated. After drying with MgSO₄ and evaporation of the organic phase, a viscous substance remained in the glass vessel. (23.0 g 36 % yield of ECH). M_n : 1611 g/mol M_w/M_n : 1.04, ¹H-NMR (ppm): 4.02-4.10 (HOCH₂), 3.69-3.60 (CHO), 3.97-3.83 (OCH₂Cl).

Ring-opening Polymerization of ϵ -CL: The general recipe for ROP of ϵ -CL with PECH as follows: to a Schlenk tube containing magnetic stirring bar, macroinitiator (PECH) and monomers with bulbed by nitrogen (ϵ -CL) were added.

The tube content were degassed by bulbing pure nitrogen again and placed in a thermostated silicon-oil bath at 110 °C. PCL-PECH-PCL block copolymers synthesized were precipitated in excess methanol to remove unreacted ϵ -caprolactone and the soluble small impurities. The synthesis conditions and the results can be seen in Table 1.

Table 1. ROP of ϵ -CL with PECH at 110°C

| Code | Time (h) | ϵ -CL (g) | PECH (g) | Yield of polymer (%) | \overline{M}_n GPC | $\overline{M}_w / \overline{M}_n$ |
|------|----------|--------------------|----------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|
| FC-1 | 4 | 2.7074 | 0.7394 | 4.64 | 3500 | 1.41 |
| FC-2 | 4 | 2.5965 | 0.8006 | 26.8 | 4300 | 1.60 |
| FC-3 | 2 | 2.5300 | 0.7400 | 3.7 | 4500 | 1.51 |
| FC-4 | 2 | 5.0160 | 0.7642 | 5.1 | 3400 | 1.44 |
| FC-5 | 2.5 | 15.0021 | 3.0560 | 13.6 | 3000 | 1.45 |

Grafting by ATRP method: The Schlenk tubes dried with hot air which is containing the reaction mixture of monomer (S), poly(ϵ -CL-*b*-ECH-*b*- ϵ -CL) block copolymer, CuCl, and bipyridine were degassed by vacuum and nitrogen (to create an inert atmosphere), and sealed under vacuum. Then all the test tubes were placed in a silicone oil bath set at a temperature of 110 ° C. When the polymerization

completed, Schlenk tubes were cooled. The tubes' contents were diluted with ethyl acetate.

These Solvents were filtered and precipitated with methanol to separate the polymer products. The block-graft copolymers were dried at 40°C in a vacuum oven for three days. The conditions and data from which the polymerisation is obtained can be seen in Tables 2 and 3.

Table 2. ATRP of styrene with poly(ϵ -CL-b-ECH-b- ϵ -CL) block copolymer (FC-5 in Table 1) at 110°C . Time: 14 hours

| Code | S/poly(ϵ -CL-b-ECH-b- ϵ -CL) (mol/mol) | poly(ϵ -CL-b-ECH-b- ϵ -CL) (g) | S (g) | CuCl (g) | bPy (g) | Yield of polymer (%) | \overline{M}_n GPC | $\overline{M}_w / \overline{M}_n$ |
|-------|---|---|--------|----------|---------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|
| FAB-2 | 200/1 | 0.1442 | 1.0212 | 0.0048 | 0.0150 | 3,8 | 3100 | 1.44 |
| FAB-3 | 50/1 | 0.5772 | 1.0179 | 0.0190 | 0.0600 | 25,5 | 3800 | 1.70 |
| FAB-4 | 75/1 | 0.3848 | 1.0043 | 0.0127 | 0.0400 | 15,75 | 3200 | 1.58 |
| FAB-5 | 100/1 | 0.2886 | 1.0424 | 0.0095 | 0.0300 | 12,5 | 3200 | 1.59 |

Table 3. ATRP of styrene with poly(ϵ -CL-b-ECH-b- ϵ -CL) block copolymer (FC-1 in Table 1) at 110°C. Poly(ϵ -CL-b-ECH-b- ϵ -CL) = 2.5×10^{-2} g (7.0×10^{-6} mol), CuCl = 7.0×10^{-4} g (7.0×10^{-6} mol), bpy = 2.2×10^{-3} g (1.4×10^{-5} mol), time: 22 hours

| Code | S (g) | Yield of polymer (%) | \overline{M}_n GPC | $\overline{M}_w / \overline{M}_n$ |
|------|--------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|
| FT-1 | 0.5049 | 3,2 | 30000 | 3.60 |
| FT-2 | 0.7651 | 37,5 | 51000 | 2.13 |
| FT-4 | 1.2504 | 33,7 | 59000 | 1.88 |
| FT-6 | 2.0146 | 42,11 | 62000 | 1.73 |

Characterization of the polymers: A Waters brand system consisting of a Waters 2414 refractive index detector, a Waters model 1515 isocratic pump and HR3, HR4E and HR4 stragrag columns was used as the GPC instrument. The $^1\text{H-NMR}$ spectra of the polymers were

obtained on a Varian/Mercury-200 (200 MHz) NMR spectrometer in CDCl_3 solution. Perkin Elmer Diamond differential calorimetry was used for differential scanning calorimetry (DSC) analyzes. (Under a nitrogen atmosphere, in the temperature range 20 - 250 °C)

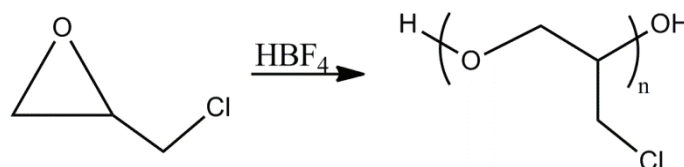
RESULTS AND DISCUSSIONS

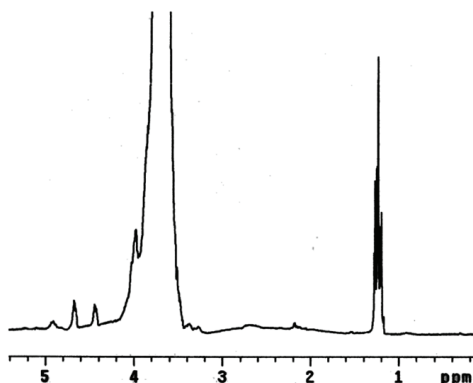
Synthesis of Poly(epichlorhydrin) (PECH):

According to scheme 1, PECH with chain end hydroxyl group was synthesized by cationic polymerization of ECH. HBF_4 was used as the catalyst in the reaction and the results were confirmed by $^1\text{H-NMR}$ and GPC measurements. According to the $^1\text{H-NMR}$ spectrum

of PECH in FIG. 1, It indicates characteristic signals of 4.07-3.60 ppm (broad) for the protons $-\text{OCH}_2$, CH_2 $-\text{CH}_2$ Cl and $-\text{CH}_2$ Cl of PECH.

Cationic polymerization of ECH was carried out by dropwise addition of ECH to the HBF_4 solution. The actively extending PECH chain was stopped with water and OH terminal PECH was obtained.

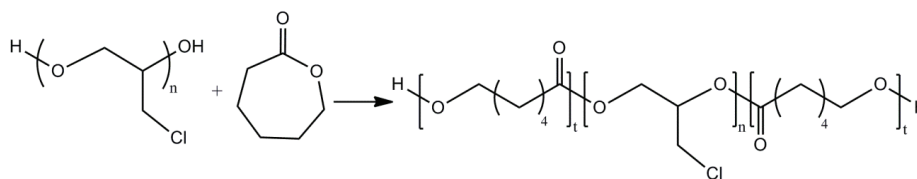
**Figure 1.** $^1\text{H-NMR}$ spectrum of PECH



Scheme 1. Cationic polymerization of epichlorohydrin (ECH).

Synthesis of PCL-PECH-PCL block copolymers: PCL- PECH- PCL block copolymers were synthesized by the ROP of ϵ -CL with PECH possessing two hydroxyl functional groups in different conditions according to Table 1. The synthesis of

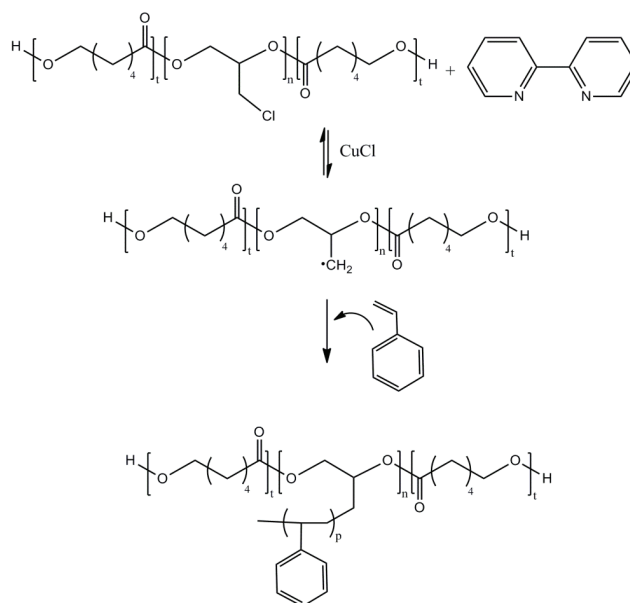
block copolymers was performed in the presence of $\text{Sn}(\text{oct})_2$ (110°C). The polydispersities of the PCL-PECH-PCL block copolymers were determined between 1.41 and 1.60. The reaction pathway is represented in Scheme 2.



Scheme 2. ROP of ϵ -caprolactone with PECH.

Synthesis of [PCL-b-PECH-b-CL]-g-PS block-graft copolymers: The approach for the synthesis of block-graft copolymers is shown in scheme 3. Tables 2 and 3 include the results from several polymerizations

using poly(ϵ -CL-b-ECH-b- ϵ -CL) block copolymer as macroinitiator. The physical state of yielded block-graft copolymer was white solid.



Scheme 3. ATRP of styrene with poly(ϵ -CL-b-ECH-b- ϵ -CL)/CuCl/bpy initiating system.

Characterization of the Polymers: Yielded polymers can be undergone polymer films. The characterization of polymeric macromolecules with mostly transparent properties can be summarized as follows. When compared to Macro initiator, the determined increases in molecular weights will prove the formation of the block-graft copolymer of the products. The $^1\text{H-NMR}$, and GPC measurement

techniques were used for the characterization of block and block-graft copolymers. In Fig. 1, the characteristic signals of PECH at 4.00-3.40 ppm in $^1\text{H-NMR}$ analysis show PECH protons ($-\text{CH}_2-$, $-\text{CHO}-$, $-\text{CH}_2\text{Cl}$). The $-\text{OH}$ proton signals in the spectrum can be seen at 1.2 ppm. The structure of the PCL-b-PECH-b-PCL block copolymer was characterized by $^1\text{H-NMR}$ (see Figure 2).

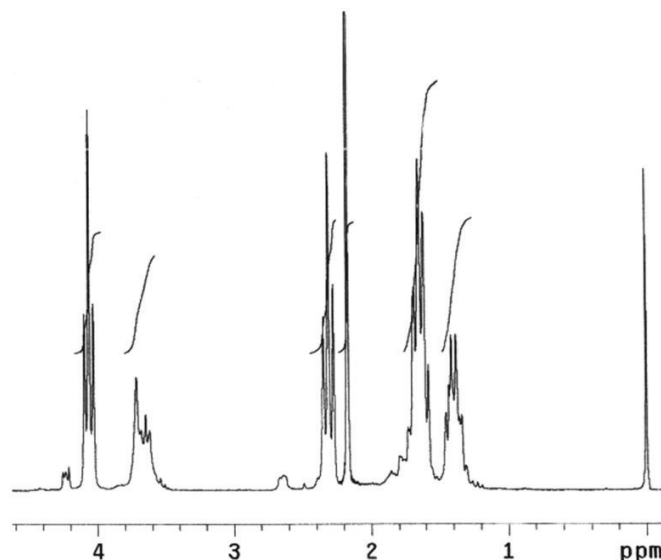


Figure 2. $^1\text{H-NMR}$ spectrum of PCL-b-PECH-b-PCL block copolymer

As shown in Figure 2, signals are observed at 4.01-4.08 ppm (triplet), originating from methylene protons ($-\text{OCH}_2-$) of PCL chain, and a signal observed 3.63-3.70 ppm is assigned to the $-\text{OCH}_2-$ protons of PECH chain. Figure 3 shows $^1\text{H-NMR}$ spectrum of [(PCL-b-PECH-

b-PCL)]-g-PS block-graft copolymer, which exhibits signals at 6.59-7.26 ppm (aromatic $-\text{CH}$ for PS), 4.03-4.09 ppm ($-\text{OCH}_2-$ for PECH) and 2.27-2.34 ppm ($\text{O}=\text{CCH}_2-$ for PCL).

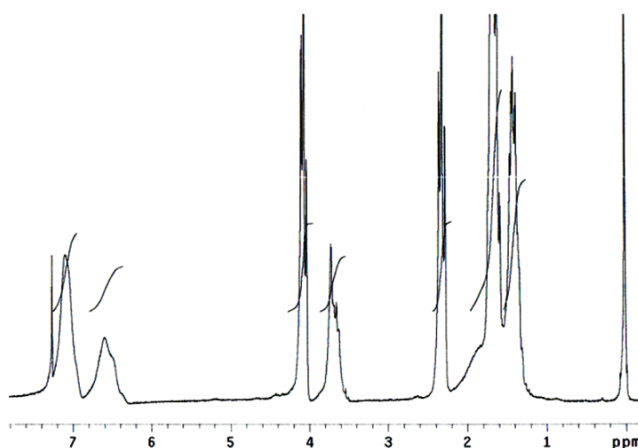


Figure 3. $^1\text{H-NMR}$ spectrum of [(PCL-b-PECH-b-PCL)]-g-PS block-graft copolymer

The molecular weight values (M_n) of the block and block-graft copolymer are determined by GPC as

shown in Figure 4.

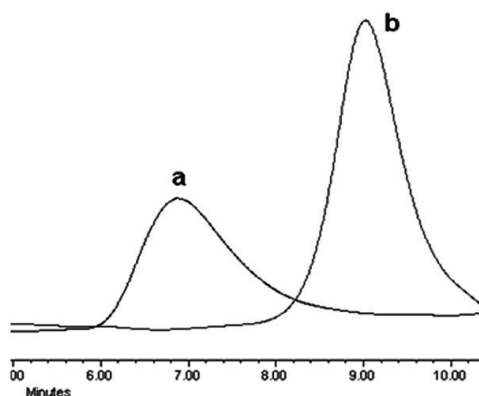


Figure 4. GPC curves of (a) [ϵ -CL-b-ECH-b- ϵ -CL]-g-PS (Table 3- FT-4) M_n : 59346 g/mol (b) ϵ -CL-b-ECH-b- ϵ -CL M_n : 3529 g/mol (Table 1 FC-1).

Chromatograms show the increasing average molecular weight due to block graft copolymerization and narrow molecular weight distribution. According to the GPC results the block-graft copolymers have the polydispersity values in a range of 1,44-170. The low

polydispersity value of the block-graft copolymers is a result and evidence of ATRP. Narrow/low polydispersity values indicate that the polymer chains have similar molecular weights.

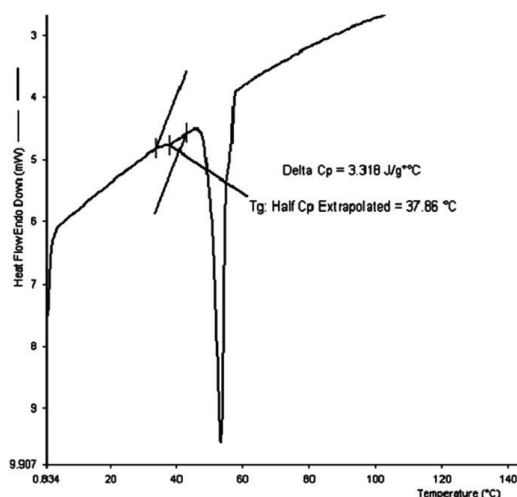


Figure 5. DSC curve of the PCL-b-PECH-b-PCL block copolymer.

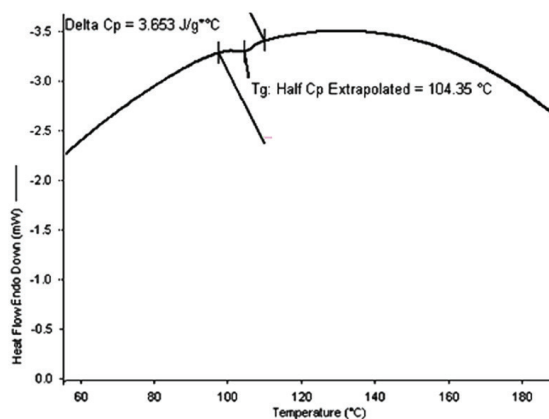


Figure 6. DSC curve of the [(PCL-b-PECH-b-PCL)]-g-PS

The glass transition temperature (T_g) of PS is 100 °C. PECH was an amorphous polymer, exhibiting a T_g at -23 °C. The T_g 's of the PCL-b-PECH-b-PCL and [(PCL-b-PECH-b-PCL)]-g-PS are shown Figure 5 and Figure 6. Due to narrow polydispersities (1,44-1,70) of yielded block-graft copolymer ([PCL-b-PECH-b-PCL)]-g-PS is showing a higher T_g (104,35 °C) than styrene's homopolymer (100 °C). In addition, the obtained results indicate that T_g values of block and block-graft copolymers were different than those of their homopolymers. This is an evidence for the formation of block and block-graft copolymers.

CONCLUSION

The synthesis of block-graft copolymers has drawn an increasing attention of the researchers in recent years.

REFERENCES

- Alam BM, Aouak T, Alandis NM, Alam MM. 2015. Synthesis, Characterization, Drug Solubility Enhancement, and Drug Release Study of Poly(Methacrylic Acid-graft-Simvastatin). *Int. J. Polym. Mater. Polym. Biomater.* 64:229–241.
- Braunecker WA, Brown WC, Morelli BC, Tang W, Poli R, Matyjaszewski K. 2007. Origin of Activity in Cu-, Ru-, and Os-Mediated Radical Polymerization *Macromolecules*40:8576–8585.
- Cakmak I, Baykara H, Set B. 2008. Synthesis of poly(epichlorohydrin-g-methyl methacrylate) and poly(epichlorohydrin-g-styrene) graft copolymers by a combination of cationic and photopolymerization methods. *J. Appl. Polym. Sci.* 107:1604–1608
- Cakmak I, Baykara H. 2006. Synthesis of poly(epichlorohydrin-g-methyl methacrylate) graft copolymers by the combination of cationic and atom transfer radical polymerization.) *J. Appl. Polym. Sci.* 102:2725–2729.
- Chen G, Pei X, Wei H, Xu L, Fang X. 2015. Synthesis and characterization of sulfonated block copolyimides derived from 4,4'-sulfide-bis(naphthalic anhydride) for proton exchange membranes. *J. Appl. Polym. Sci.* 132:41501.
- Chen M-Z, Sun H-M, Li W-F, Wang Z-G, Shen Q, Zhang Y. 2006. Synthesis, structure of functionalized N-heterocyclic carbene complexes of Fe(II) and their catalytic activity for ring-opening polymerization of ϵ -caprolactone. *J. Organomet. Chem.* 691:2489–2494.
- Cho I. 2000. New ring-opening polymerizations for copolymers having controlled microstructures. *Prog. Polym. Sci.* 25:1043–1087.
- Coessens V, Pintauer T, Matyjaszewski K. 2001. Functional polymers by atom transfer radical polymerization. *Prog. Polym. Sci.* 26:337–377
- Erdogan T, Bernaerts KV, Van Renterghem LM, Du Prez FE, Goethals EJ. 2005. Preparation of star block co-polymers by combination of cationic ring opening polymerization and atom transfer radical polymerization. *Des. Monomers Polym.* 8:705–714.
- Gowda RR, Chakraborty D. 2009. Environmentally benign process for bulk ring opening polymerization of lactones using iron and ruthenium chloride catalysts. *J. Mol. Catal. -Chem.* 301:84–92.
- Kato M, Kamigaito M, Sawamoto M, Higashimura T. 1995. Polymerization of Methyl Methacrylate with the Carbon Tetrachloride/Dichlorotris-triphenylphosphine)ruthenium(II) / Methylaluminum Bis(2,6-di-tert-butylphenoxide) Initiating System: Possibility of Living Radical Polymerization. *Macromolecules.* 28:1721–1723.
- Matyjaszewski K. 1998. Radical Nature of Cu-Catalyzed Controlled Radical Polymerizations (Atom Transfer Radical Polymerization) *Macromolecules.* 31:4710–4717.
- Messman JM, Scheuer AD, Storey RF. 2005. Synthesis and characterization of A–B–A triblock copolymers derived from chloro-telechelic poly(L-lactide): combining ring-opening polymerization (ROP) and atom transfer radical polymerization (ATRP). *Polymer.* 46:3628–3638.
- Muftuoglu A. E, Cianga I, Colak D, Yagci Y. 2004. Synthesis of A2B and A2B2 type miktoarm star co-polymers by combination of ATRP or ROP with photoinduced radical polymerization. *Designed Monomers and Polymers.* 7:563–582.
- Nuyken O, Weidner R. 1986. Graft and block copolymers via polymeric azo initiators () *Adv. Polym. Sci.* 73-74:145–199.
- Okcu SS, Durmaz YY, Yagci Y. 2010. Synthesis and Characterization of Telechelic Block Co-polymers by Combination of Atom Transfer Radical Polymerization and Click Chemistry Processes. *Designed Monomers and Polymers.* 13:459–472.

This is because of the fact that block-graft copolymers are having special chemical structures yield unusual physical properties.

The [(PCL-b-PECH-b-PCL)]-g-PS block-graft copolymers were obtained by a subsequent three methods without any modification of the initiating site, using AMP, CRP and ATRP methods. In conclusion, poly(ϵ -CL-b-ECH-b- ϵ -CL) block copolymer were used as the macroinitiator for ATRP of styrene, resulting poly(ϵ -CL-b-ECH-g-PS-b- ϵ -CL) block-graft copolymers, successfully.

Acknowledgement: This project was financially supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK), no. 107T294 (TBAG-HD/283). The authors gratefully acknowledge TUBITAK for the financial support.

- Okrasa L, Pakula T, Inoue Y, Matyjaszewski K. 2004. Morphology and thermomechanical properties of well-defined polyethylene-graft-poly(n-butyl acrylate) prepared by atom transfer radical polymerization. *Colloid Polym. Sci.* 282:844–853.
- Percec V, Barboiu B. 1995. “Living” Radical Polymerization of Styrene Initiated by Arenesulfonyl Chlorides and CuI(bpy) nCl. *Macromolecules.* 28:7970–7972.
- Stoekel N, Wieland PC, Nuyken O. 2002. New syntheses of graft copolymers using the DPE-technique: ATRP graft copolymerization. *Polym. Bull.* 49:243–250.
- Stridsberg KM, Ryner M. 2002. Albertsson AC. Controlled Ring-Opening Polymerization: Polymers with designed Macromolecular Architecture. In *Degradable Aliphatic Polyesters*, ed AC Albertsson. 157:41–65. Berlin: Springer-Verlag Berlin.
- Szabó Á, Wacha A, Thomann R, Szarka G, Bóta A, Iván B. 2015. Synthesis of Poly(methyl methacrylate)-poly(poly(ethylene glycol) methacrylate)-polyisobutylene ABCBA Pentablock Copolymers by Combining Quasiliving Carbocationic and Atom Transfer Radical Polymerizations and Characterization. *J. Macromol. Sci. Part A.* 52:252–259.
- Tasdelen MA, Yagci Y, Demirel AL, Biedron T, Kubisa P. 2007. Synthesis and Characterization of Block-Graft Copolymers [poly(epichlorohydrin-b-styrene)-g-poly(methyl methacrylate)] by Combination of Activated Monomer Polymerization, NMP and ATRP). *Polym. Bull.* 58:653–663.
- Tsarevsky NV, Braunecker WA, Tang W, Brooks SJ, Matyjaszewski K. 2006. et al. Copper-based ATRP catalysts of very high activity derived from dimethyl cross-bridged cyclam. *J. Mol. Catal. Chem.* 257:132–140.
- Wang J, Matyjaszewski K. 1995. Controlled/“living” radical polymerization. atom transfer radical polymerization in the presence of transition-metal complexes. *J. Am. Chem. Soc.* 117:5614–5615.
- Wang J, Matyjaszewski K. 1995. Controlled/“Living” Radical Polymerization. Halogen Atom Transfer Radical Polymerization Promoted by a Cu(I)/Cu(II) Redox Process. *Macromolecules.* 28:7901–7910.
- Yang L, Zhou H, Shi G, Wang Y, Pan C-Y. 2008. Synthesis of ABCD 4-miktoarm star polymers by combination of RAFT, ROP, and “Click Chemistry”. *J. Polym. Sci. Part -Polym. Chem.* 46:6641–6653.
- Yao W, Mu Y, Gao A, Su Q, Liu Y, Zhang Y. 2008. Efficient ring-opening polymerization of ϵ -caprolactone using anilido-imine–aluminum complexes in the presence of benzyl alcohol. *Polymer.* 49:2486–2491.
- Yuan W, Yuan J, Zhou M, Pan C. 2008. Synthesis, characterization, and fluorescence of pyrene-containing eight-arm star-shaped dendrimer-like copolymer with pentaerythritol core. *J. Polym. Sci. Part -Polym. Chem.* 46:2788–2798.

Van Çaldıran Ovası Yüzeysel Sularının İçme ve Sulama Suyu Açısından İncelenmesi

Funda AYDIN¹

ÖZET: Bu çalışmada, Çaldıran (Van) Ovası yüzeysel sularının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve içme-kullanım ve sulama suyu standartları ve kriterlerine göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çaldıran Ovası yüzeysel sularının sıcaklık, pH ve özgül elektriksel iletkenlik değerleri sırası ile 11.55-20.19 °C, 6.79-8.97 ve 129-1203 $\mu\text{S cm}^{-1}$ arasında ölçülmüştür. Hesaplanan Sodyum Adsorpsiyon Oranı, Sodyum Yüzdesi ve Artık Sodyum Karbonat İndeksi değerleri sırası ile 0.38-3.81, %16.58-%55.62 ve 0.24-5.22 meq L^{-1} arasında değişmektedir. ABD Tuzluluk Diyagramı ile yapılan değerlendirmede Çaldıran Ovası yüzeysel suları C_1S_1 , C_2S_1 ve C_3S_1 sınıfları ile karakterize edilmektedir. Wilcox Diyagramı ile yapılan değerlendirmede ise incelenen sular “çok iyi-iyi” ve “iyi-kullanılabilir” sınıfında yer almaktadır. Buna karşın hem içme-kullanım suyu standartları hem de sulama suyu yönetmelikleri dikkate alındığında, inceleme alanında Çaldıran (0.65 mg L^{-1}) ve Evciler (mg L^{-1}) örnekleme noktaları dışında kalan tüm su noktalarının florür içeriği ($1.06\text{-}2.33 \text{ mg L}^{-1}$) standartlarda öngörülen sınır değerin (1 mg L^{-1}) üzerinde yer almaktadır. Çaldıran Ovası yüzeysel sularının florür içeriğinin, standartlarda izin verilen limit değerlerin üzerinde olması nedeniyle, doğrudan içme-kullanım suyu olarak kullanılmasının uygun olmadığı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Çaldıran Ovası, florür, içme suyu, su kalitesi, sulama suyu

Investigation of Van Çaldıran Plain Surface Waters in terms of Drinking and Irrigation Water

ABSTRACT: In this study, it was aimed to determine the physical and chemical properties of Çaldıran (Van) Plain surface waters and to evaluate them according to drinking-use and irrigation water standards and criteria. The temperature, pH and specific electrical conductivity values of Çaldıran Plain surface waters were measured between 11.55-20.19 °C, 6.79-8.97 and 129-1203 $\mu\text{S cm}^{-1}$, respectively. The calculated Sodium Adsorption Ratio, Sodium Percentage and Residual Sodium Carbonate Index values ranged from 0.38 to 3.81, 16.58 to 55.62% and 0.24 to 5.22 meq L^{-1} , respectively. The surface waters of Çaldıran Plain are characterized in the classes of C_1S_1 , C_2S_1 and C_3S_1 by the US Salinity Diagram. The studied waters are in the “very good-good” and “good-permissible” classes in the evaluation of the Wilcox Diagram. However, the fluoride content ($1.06\text{-}2.33 \text{ mg L}^{-1}$) of all water points except for Çaldıran (0.65 mg L^{-1}) and Evciler (0.18 mg L^{-1}) are above the standard limit value (1 mg L^{-1}) taking in consideration of drinking-water standards and irrigation water regulations. The fluoride content of Çaldıran Plain surface waters is considered as inadequate to be used directly as potable water because it is above the limit values allowed in the standards.

Keywords: Çaldıran Plain, drinking water, fluoride, irrigation water, water quality

¹ Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Eczacılık Temel Bilimler Anabilim Dalı, 65080, Tuşba, Van, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Funda AYDIN, faydin@yyu.edu.tr

GİRİŞ

Son yıllarda, sanayi ve teknolojinin hızlı gelişmesine paralel olarak ülkemizdeki yüzey ve yeraltı su kaynakları da kirlenir hale gelmiştir. Evsel ya da endüstriyel atıkların, doğrudan alıcı ortama verilmesi, bilinçsizce yapılan zirai ilaçlamalar ve gübreleme, vb. faaliyetler, sularımızın kirlenmesinde önemli faktörlerin başında gelmektedir. Bundan dolayı, yaşamın temel kaynağı olan su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliği için yüzey veya yeraltısuyu akım sistemlerinde meydana gelen fiziksel ve kimyasal süreçlerin ve bu süreçleri etkileyen parametrelerin tanımlanması gerekmektedir.

Su kaynakları, tarımsal ve/veya endüstriyel nedenlerle kirlenebildiği gibi, bulunduğu ortamın jeolojik yapısına bağlı olarak suların kullanımını olumsuz etkileyebilecek kirleticilerle de söz konusudur. Jeolojik yapıya bağlı olarak toprakta ve kayalarda bulunan (arsenik, florür, bor, vb.) mineraller, su-kayaç etkileşim süreçleri nedeni ile suda çözünerek doğal su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır (Özkan ve ark., 1998, Ağaoğlu ve ark., 2007; Arslan ve ark., 2007; Oruç 2008; Başkan ve Pala, 2009; Reyes-Gomez et al., 2013).

Örneğin florür içerikli doğal kayalar, doğal sularda bulunan florür seviyesinin daha da artmasına neden olmaktadır (Garcia and Borgnino, 2015; Hapçioğlu ve ark., 1992). Bu tür bölgelerde su ve topraktaki florür miktarı yüksek derişimlerde olduğu için, bölgede yaşayan insanların tükettikleri içme suyu ve tarımsal arazilerinde kullandıkları sulama suyu ile flor'ü bünyelerine almakta ve sürekli alınan florür toksik etkilere neden olmaktadır (Küçükırmak, 2007; D'Alessandro, 2006).

Florür zehirlenmeleri "florosis" olarak bilinmekte ve içme sularında önerilen florür seviyesi 1 mg L⁻¹'den daha düşük olmalıdır (Demirel, 2009). Ülkemizin doğusunda yer alan Tendürek Dağı çevresinin (Çaldıran, Diyadin ve Doğubeyazıt) jeolojik yapısına bağlı olarak hem yeraltı sularında hem de yüzeysularında yüksek

miktarda florür yer almakta olup (Oruç ve ark., 1976; Oruç, 2005) insan ve hayvanlarda florosis vakaları görülmektedir (Meral et al., 2004; Cinar and Selcuk, 2005; Comba and Çınar, 2016).

Bu çalışmada, Çaldıran (Van) Ovası yüzeysuyu kalitesinin belirlenmesi ve kullanıma açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen örnekleme ve değerlendirme çalışmaları, Çaldıran Ovası ve yakın dolay için ilk kez gerçekleştirilmiştir.

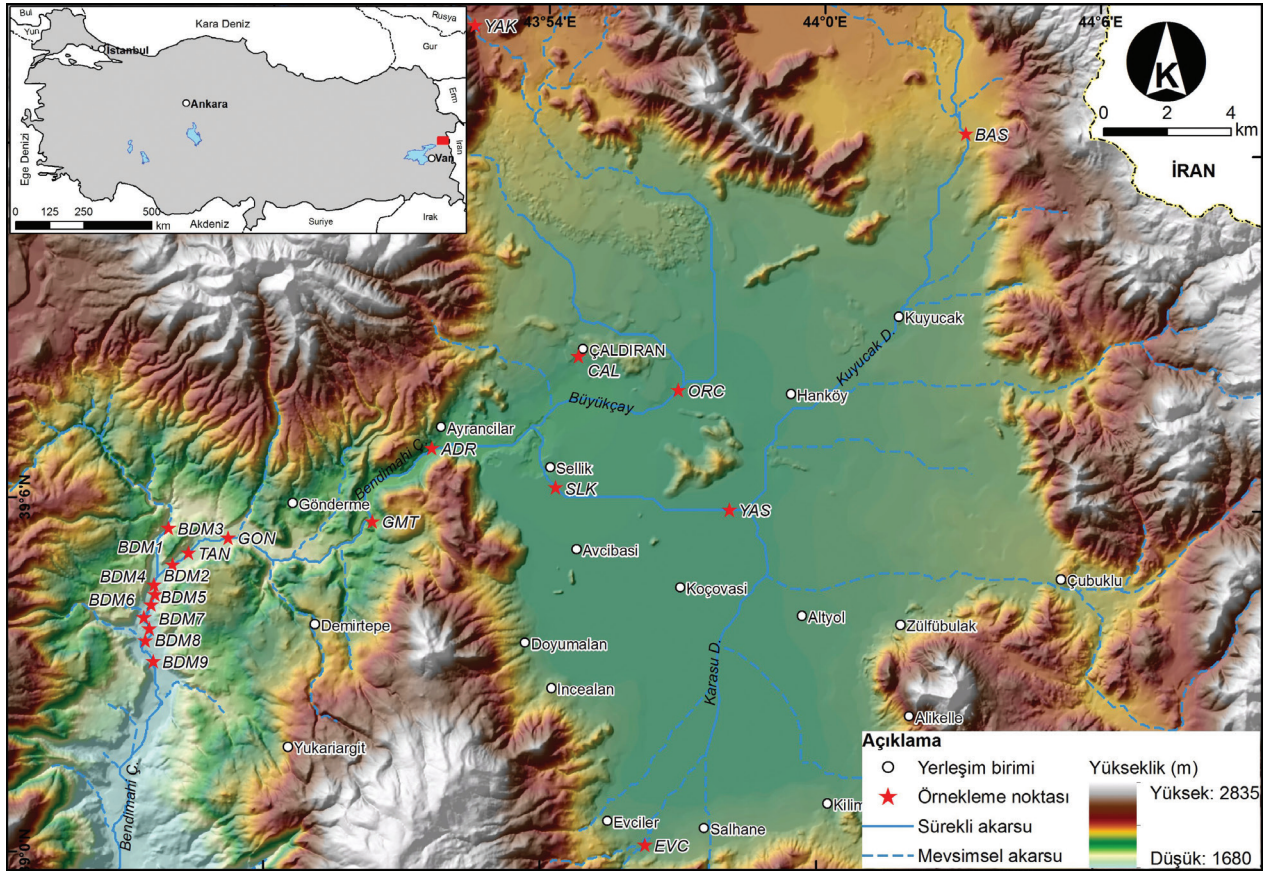
MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma alanı ve örnekleme çalışması;

Çaldıran Ovası, Türkiye'nin doğusunda Van il merkezinin yaklaşık 130 km kuzeydoğusunda 39°7' kuzey ve 43°45' doğu koordinatında yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma kapsamında, inceleme alanında yer alan akarsular üzerinden toplam 20 noktada örnekleme çalışması gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Temmuz 2016 tarihinde gerçekleştirilen arazi çalışması kapsamında, arazide yerinde fiziksel parametreler ölçülmüş ve laboratuvar analizleri için su örnekleme çalışmaları yapılmıştır. Suların sıcaklık (± 0.15 °C), pH (± 0.2 birim) ve elektriksel iletkenlik ($\pm 1 \mu\text{S cm}^{-1}$) gibi fiziksel özellikleri arazide YSI 556MP çok parametrelili ölçüm cihazı ile kaynak başında ölçülmüştür.

Toplam çözünmüş madde (TDS) miktarı, arazide ölçülen iletkenlik değerlerinin 0.66 katsayısı ile çarpılarak hesaplanmıştır (Hounslow, 1995). Suların 25 °C'deki eşdeğer elektriksel iletkenlik (EC₂₅) değerleri ise APHA et al. (1989) tarafından önerilen eşitlik ile hesaplanmıştır. Anyon ve katyon analizleri için her bir noktada su örnekleri, kaynak başında iki adet 125 mL'lik plastik şişelere filtre edilerek (45 mm) hava kabarcığı kalmayacak şekilde alınmıştır. Buna ek olarak anyon analizi için alınan örneklerin pH değeri HNO₃ ile 2'nin altına düşürülmüştür.

Arazide alınan örnekler, buzdolabında +4 °C koşulunda analiz edilinceye kadar, korunmaya alınmıştır.



Şekil 1. İnceleme alanı lokasyon ve örnekleme noktaları haritası

Kimyasal analizler ve hesaplamalar; arazide alınan örnekler, Hacettepe Üniversitesi Hidrojeoloji Mühendisliği ABD, Su Kimyası Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Anyon (F, Cl, NO₂, NO₃, PO₄ ve SO₄) ve katyon (Na, K, Ca, Mg ve NH₄) analizleri iyon kromatografi cihazı (Dionex ICS-1000) ile gerçekleştirilmiştir. CO₃ ve HCO₃ analizleri ise hata sınırı ±3 mg L⁻¹ olan titrimetrik yöntemler ile yapılmıştır. NO₂-N, NO₃-N ve NH₄-N azotu parametreleri ise sırasıyla NO₂, NO₃ ve NH₄ parametrelerine ait derişim değerlerinin sırası ile 0.304, 0.226 ve 0.778 katsayıları ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Her bir su noktasına ait kimyasal analiz sonucu, elektronötralite <±%5 olacak şekilde kontrol edilmiştir (Appelo ve Postma, 2005).

Çaldıran Ovası yüzeysuyu kalitesinin belirlenmesi ve kullanım açısından değerlendirilmesi amacı ile Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR; Richards, 1954), Sodyum Yüzdesi (% Na; Wilcox, 1955) ve Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC; Eaton, 1950) değerleri her bir su kaynağı için hesaplanmıştır. Suların kullanılabilirlikleri ve sınıflarının belirlenmesi amacı ile ABD tuzluluk

(EC₂₅-SAR; Richards, 1954) ile Wilcox (EC₂₅-%Na; Wilcox, 1955) diyagramları kullanılmıştır. Ayrıca, su örneklerine ait analiz sonuçları; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği (SKKY, 1991), Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY, 2012) ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (TS266, 2005) ile Dünya Sağlık Örgütü (WHO 2006), Amerika Çevre Koruma Ajansı (US EPA 2009) ve Avrupa Birliği (EU 2014) standartları dikkate alınarak da değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yüzeysuyu standartlarına göre değerlendirme; inceleme alanından alınan suların kimyasal analiz sonuçları ve hesaplanan parametrelere ait bilgi Çizelge 1'de verilmektedir. Çaldıran Ovası yüzeysularına ait T, pH, EC, EC₂₅ ve TDS değerleri sırası ile 11.55-20.19 °C, 6.79-8.97, 105-930 µS cm⁻¹, 129-1203 µS cm⁻¹ ve 69-614 mg L⁻¹ arasında değişmektedir. Suların ortalama sıcaklığı 16.29 °C, pH'ı 7.90, EC'i 728 µS cm⁻¹, EC₂₅'i 876 µS cm⁻¹ ve TDS'i 480 mg L⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Çaldıran Ovası yüzeysularının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

| Kod | T (°C) | pH | EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$) | EC ₂₅ | TDS | Analiz Sonuçları | | | | | | | | | | | | | | EN (%) | Na (%) | SAR | RSC (meq L^{-1}) | Wilcox | ABD Tuzluluk |
|-------|-----------|------|---------------------------------|------------------|-----|------------------|-------|-------|-------|-----------------|------|-------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-----------|-----------|------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | | Na | K | Ca | Mg | NH ₄ | F | Cl | CO ₃ | HCO ₃ | SO ₄ | NO ₂ | NO ₃ | PO ₄ | | | | | | | |
| EVC | 15.20 | 8.07 | 105 | 129 | 69 | 5.57 | 2.17 | 10.15 | 3.36 | 0.02 | 0.18 | 2.22 | 0.00 | 62.56 | 2.34 | 0.00 | 1.52 | 0.00 | -2.74 | 22.07 | 0.38 | 0.24 | Çi-İ | C ₁ S ₁ | |
| YAK | 11.50 | 7.98 | 622 | 837 | 411 | 27.11 | 3.83 | 89.44 | 16.67 | 0.00 | 1.54 | 3.83 | 21.54 | 344.10 | 9.82 | 0.00 | 0.76 | 0.00 | 3.21 | 16.58 | 0.69 | 0.52 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| BAS | 13.10 | 7.51 | 930 | 1203 | 614 | 129.70 | 11.62 | 48.08 | 25.87 | 1.63 | 2.04 | 10.69 | 0.00 | 594.30 | 1.87 | 0.00 | 0.59 | 0.00 | 1.88 | 53.92 | 3.75 | 5.22 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| ORC | 13.00 | 7.02 | 684 | 887 | 451 | 47.30 | 6.42 | 78.04 | 18.30 | 0.51 | 1.25 | 4.77 | 24.62 | 369.20 | 7.99 | 0.00 | 1.94 | 0.00 | 3.04 | 27.00 | 1.25 | 1.47 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| YAS | 15.30 | 8.92 | 819 | 1004 | 541 | 122.40 | 13.57 | 29.53 | 29.54 | 1.56 | 2.00 | 11.33 | 21.54 | 472.40 | 9.44 | 0.00 | 5.96 | 0.00 | 3.24 | 55.62 | 3.81 | 4.56 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| CAL | 13.40 | 7.30 | 478 | 614 | 315 | 20.57 | 21.40 | 48.22 | 13.28 | 0.82 | 0.65 | 20.42 | 0.00 | 228.40 | 22.92 | 0.00 | 29.18 | 0.00 | 1.47 | 18.11 | 0.67 | 0.29 | Çi-İ | C ₂ S ₁ | |
| SLK | 15.60 | 7.30 | 859 | 1045 | 567 | 66.96 | 8.56 | 61.30 | 30.83 | 0.00 | 1.32 | 8.63 | 21.54 | 450.50 | 8.58 | 0.00 | 1.27 | 0.00 | 1.18 | 33.37 | 1.74 | 2.51 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| ADR | 17.00 | 6.79 | 885 | 1046 | 584 | 68.60 | 9.45 | 83.05 | 33.16 | 1.28 | 2.33 | 10.48 | 30.77 | 4.13 | 9.03 | 0.00 | 0.57 | 0.00 | 2.73 | 29.56 | 1.61 | 2.21 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| GMT | 15.00 | 7.83 | 872 | 1079 | 576 | 68.20 | 9.70 | 64.93 | 30.64 | 1.18 | 1.82 | 12.96 | 0.00 | 512.00 | 10.13 | 0.00 | 1.66 | 0.00 | 1.11 | 33.06 | 1.75 | 2.44 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| GON | 15.20 | 8.20 | 824 | 1014 | 544 | 68.48 | 9.85 | 50.72 | 30.95 | 1.12 | 1.46 | 13.61 | 0.00 | 450.50 | 9.89 | 0.00 | 1.34 | 0.00 | 2.07 | 35.86 | 1.87 | 2.30 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| TAN | 15.50 | 8.27 | 799 | 976 | 527 | 68.28 | 9.74 | 42.72 | 30.90 | 0.63 | 1.89 | 11.34 | 18.47 | 381.70 | 10.00 | 0.00 | 0.89 | 0.00 | 3.23 | 37.64 | 1.94 | 2.20 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| BDM 1 | 16.00 | 8.45 | 792 | 957 | 523 | 67.96 | 10.21 | 49.53 | 31.50 | 1.53 | 1.06 | 11.57 | 30.77 | 372.30 | 8.79 | 0.00 | 1.19 | 0.00 | 4.04 | 35.71 | 1.86 | 2.07 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| BDM 2 | 16.30 | 8.97 | 783 | 939 | 517 | 73.46 | 9.95 | 47.32 | 31.69 | 0.99 | 1.42 | 12.83 | 24.62 | 387.90 | 9.38 | 0.00 | 1.20 | 0.00 | 4.22 | 37.97 | 2.03 | 2.21 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| BDM 3 | 17.80 | 8.83 | 765 | 888 | 505 | 62.30 | 8.29 | 44.71 | 27.40 | 1.28 | 1.51 | 11.26 | 30.77 | 322.20 | 8.37 | 0.00 | 0.85 | 0.00 | 4.28 | 36.60 | 1.81 | 1.82 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| BDM 4 | 17.30 | 8.43 | 764 | 896 | 504 | 69.12 | 9.71 | 45.92 | 30.69 | 1.44 | 1.65 | 12.08 | 24.62 | 378.50 | 9.27 | 0.00 | 0.98 | 0.00 | 3.28 | 37.26 | 1.94 | 2.21 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| BDM 5 | 18.10 | 7.88 | 736 | 847 | 486 | 67.53 | 9.75 | 38.53 | 30.97 | 0.82 | 1.17 | 10.24 | 21.54 | 366.00 | 9.07 | 0.00 | 1.24 | 0.00 | 3.11 | 38.37 | 1.97 | 2.25 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| BDM 6 | 19.20 | 8.16 | 730 | 820 | 482 | 68.78 | 10.36 | 38.55 | 30.81 | 1.12 | 1.66 | 13.12 | 18.45 | 372.30 | 9.43 | 0.00 | 0.86 | 0.00 | 2.87 | 38.79 | 2.00 | 2.26 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| BDM 7 | 19.00 | 7.11 | 716 | 807 | 473 | 68.57 | 9.79 | 36.69 | 30.69 | 1.27 | 1.51 | 10.44 | 24.62 | 356.60 | 9.18 | 0.00 | 1.16 | 0.00 | 2.96 | 39.32 | 2.02 | 2.31 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| BDM 8 | 19.90 | 7.51 | 707 | 783 | 467 | 67.26 | 9.77 | 37.35 | 31.22 | 0.84 | 1.19 | 11.26 | 18.47 | 366.00 | 9.34 | 0.00 | 0.72 | 0.00 | 3.26 | 38.47 | 1.97 | 2.18 | İ-K | C ₃ S ₁ | |
| BDM 9 | 20.20 | 7.54 | 685 | 754 | 452 | 66.71 | 9.21 | 33.67 | 30.28 | 0.09 | 1.20 | 10.65 | 12.30 | 366.00 | 9.18 | 0.00 | 0.45 | 0.00 | 2.86 | 39.72 | 2.01 | 2.24 | İ-K | C ₃ S ₂ | |
| Ort | 16.18 | 7.90 | 728 | 876 | 480 | 65.24 | 9.67 | 48.92 | 26.94 | 0.91 | 1.44 | 10.69 | 17.23 | 357.88 | 9.20 | 0.00 | 2.72 | 0.00 | 2.56 | 35.25 | 1.85 | 2.18 | | | |
| Min | 11.50 | 6.79 | 105 | 129 | 69 | 5.57 | 2.17 | 10.15 | 3.36 | 0.00 | 0.18 | 2.22 | 0.00 | 4.13 | 1.87 | 0.00 | 0.45 | 0.00 | -2.74 | 16.58 | 0.38 | 0.24 | | | |
| Max | 20.20 | 8.97 | 930 | 1203 | 614 | 129.70 | 21.40 | 89.44 | 33.16 | 1.63 | 2.33 | 20.42 | 30.77 | 594.30 | 22.92 | 0.00 | 29.18 | 0.00 | 4.28 | 55.62 | 3.81 | 5.22 | | | |
| SD | 2.40 | 0.64 | 178 | 220 | 118 | 28.03 | 3.71 | 18.84 | 7.82 | 0.54 | 0.49 | 3.85 | 11.14 | 134.39 | 3.94 | 0.00 | 6.34 | 0.00 | 1.54 | 9.67 | 0.83 | 1.17 | | | |

EN: Elektronörlite (analiz hatası); Çİ-İ: Çok iyi-İyi; İ-K: İyi-Kullanılabilir

Su örneklerinin pH, EC, F, NH₄-N, NO₂-N ve NO₃-N parametrelerinin analiz sonuçları, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY, 2012) dikkate alınarak kalite sınıflaması yapılmıştır (Çizelge 2). İnceleme alanında BDM 2, BDM 3 ve YAS nolu örnekleme noktaları dışındaki su noktalarının pH (>8.5) açısından I. Sınıf yüzey suyu kalitesinde oldukları görülmektedir. İletkenlik açısından EVC su noktası I. Sınıf su kalitesine sahipken, ADR, BAS, GMT, GON, SLK ve YAS su noktaları III. Sınıf ve diğer tüm su noktaları ise II. Sınıf su kalitesi ile temsil edilmektedir.

Florür açısından; EVC ve CAL suları I. Sınıf, ADR ve BAS IV. Sınıf ve diğer sular ise II. ve III. sınıf

sular grubundadır. Çaldıran ve Muradiye bölgesinde ki yüzeysularının florür içeriği (0.4-1.1 mg L⁻¹; Ağaoğlu ve ark., 2007) ile bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar tutarlılık göstermektedir.

İncelenen suların NH₄-N parametresi bakımından su kalitelerinin EVC, YAK, SLK ve BDM 9 numaralı örneklerde I. Sınıf (<0.2), diğer örneklerde ise II. Sınıf (>0.2) kalitede oldukları gözlenmiştir. NO₃-N parametresi açısından ise SLK nolu örnek II. Sınıf su kalitesi ile temsil edilirken, diğer örnekler ise I. Sınıf su kalitesindedir. Çaldıran Ovası yüzeysuları, YSKYY'ye (2012) göre genel olarak I. ve II. Sınıf su kalitesi ile karakterize edilmektedir.

Çizelge 2. Çaldıran Ovası yüzey suları YSKYY (2012)'e göre değerlendirilmesi

| Parametreler | Ortalama (mg L^{-1}) | Su Kalite Sınıfları | | | | |
|---------------|------------------------------------|---------------------|---------|---------|-----------|-------|
| | | I | II | III | IV | |
| pH | 7.90 ± 0.64 | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 | 6.0-9.0 | <6.0-9.0> | |
| İletkenlik | EC | 728 ± 128 | <400 | 1000 | 3000 | >3000 |
| Florür | F | 1.44 ± 0.49 | <1 | 1.5 | 2.0 | >2.0 |
| Nitrit Azotu | NO ₂ -N | 0.00 | <0.002 | 0.01 | 0.05 | >0.05 |
| Nitrat Azotu | NO ₃ -N (ort) | 0.61 ± 1.43 | <3 | 10 | 20 | >20 |
| | NO ₃ -N (mak) | 6.59 | | | | |
| | NO ₃ -N (min) | 0.10 | | | | |
| Amonyum Azotu | NH ₄ -N (ort) | 0.70 ± 0.42 | <0.2 | 1.0 | 2.0 | >2.0 |
| | NH ₄ -N (mak) | 1.27 | | | | |
| | NH ₄ -N (min) | 0.00 | | | | |

İçmesuyu standartlarına göre değerlendirme; alınan su örneklerinin, içme-kullanım standartlarına (TS266, 2005; WHO, 2006; US EPA, 2009; EU, 2014) göre değerlendirme sonuçları Çizelge 3’de verilmektedir. Yüzeysel su içme-kullanım suyu kriterlerine göre değerlendirildiğinde, pH ve T parametrelerinin belirtilen tüm içme suyu standartları için uygun olduğu görülmektedir. Ortalama EC₂₅ değerinin, Avrupa Birliği (EU, 2014) standardına göre yüksek ve TS266 (2005) içme suyu standardına göre ise uygun olduğu belirlenmiştir. Sulardaki majör iyonları oluşturan Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄, NO₂ ve PO₄ parametrelerinin, değerlendirmeye alınan tüm içme suyu standardında belirtilen limit değerlerin altında oldukları ve içme-kullanım suyu açısından risk içermedikleri Çizelge 3’de görülmektedir.

İçme sularının yüksek nitrat iyon içeriğine sahip olması antropojenik (yapay) kirliliğin bir göstergesidir (Sağlam ve Adiloğlu, 1997). Alınan suların NO₃ sonucu, CAL (29.18 mg L⁻¹) ve YAS (5.96 mg L⁻¹) nolu örneklerde, diğer örnekleme noktalarına nazaran oldukça yüksektir.

Ancak yüksek çıkan nitrat değerleri göz önüne alınsa da, inceleme alanındaki tüm örnekleme noktalarında nitrat değeri, standartlarda öngörülen limit değerlerin altında yer almakta olup içme suyu olarak sorun taşımadıkları görülmüştür.

CAL örnekleme noktası, Çaldıran ilçe merkezi yerleşim alanı içinde kalmaktadır (Şekil 1). Bu noktadaki yüksek nitrat değerinin, yerleşim birimlerinden drene olan atıksulardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 3. İncelenen yüzeysel sularının içmesuyu standartlarına göre değerlendirilmesi

| Parametreler | Ortalama | TS 266 | WHO | US EPA | EU |
|--|---------------|----------|---------|---------|---------|
| pH | 7.90 ± 0.64 | 6.5-9.5 | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 | 6.5-9.5 |
| Sıcaklık (°C) | 16.19 ± 2.40 | 12-25 | - | - | 12-25 |
| İletkenlik, (25 °C µS cm ⁻¹) | 876 ± 220 | 400-2000 | - | - | <400 |
| Amonyak (mg L ⁻¹) | 0.85 ± 0.51 | 0.5 | 0.2 | 0.5 | 0.5 |
| Florür (mg L ⁻¹) | 1.44 ± 0.49 | 1 | 1.5 | 4 | 1.5 |
| Fosfat (mg L ⁻¹) | 0.00 | 0.4-5.0 | - | - | 0.4-5.0 |
| Kalsiyum (mg L ⁻¹) | 48.93 ± 18.85 | 100-200 | - | - | 100 |
| Klorür (mg L ⁻¹) | 10.69 ± 3.85 | 30 | 250 | - | - |
| Magnezyum (mg L ⁻¹) | 26.94 ± 7.82 | 30-50 | 30-50 | - | 50 |
| Nitrat (mg L ⁻¹) | 2.72 ± 6.33 | 50 | 50 | 10 | 50 |
| Nitrit (mg L ⁻¹) | 0.00 | 0.05 | 3 | 1 | 0.1 |
| Potasyum (mg L ⁻¹) | 9.67 ± 3.71 | 10-20 | - | - | 10-20 |
| Sodyum (mg L ⁻¹) | 65.24 ± 28.05 | 20-175 | 200 | - | 20-150 |
| Sülfat (mg L ⁻¹) | 9.20 ± 3.94 | 25-250 | 250 | - | 250 |

Diğer taraftan inceleme alanındaki suların amonyak sonuçları (ortalama: 0.86±0.51 mg L⁻¹), BDM 9, EVC, ORC, SLK ve YAK nolu örnekleme noktalarında standartlarda öngörülen değerlerin altında gözlenirken, diğer noktalarda standartlarda öngörülen değerlerin üzerinde olduğu gözlenmiştir. Sudaki yüksek amonyum ya da amonyak varlığı, suyun kullanılmış sularla kirlendiğinin işaret etmektedir. Bu durum en çok amonyum tuzlarının kullanıldığı gübrelerin kullanımı, evsel atık sularının alıcı ortama doğrudan verilmesi, dışkı, vb. maddelerin suya karışması neticesinde

görülmektedir. Bu nedenle, bu suların içme-kullanım suyu olarak kullanılabilmesi için amonyak parametresi yönünden gerekli tedbirlerin alınması gerekir.

Çaldıran Ovası yüzeysel sularının florür içeriği, US EPA (2009) içme suyu standardına göre (mak. 4 mg L⁻¹) uygun olduğu görülürken, WHO (2006) ve EU (2014) içme suyu standartlarına (mak. 1.5 mg L⁻¹) göre 10 nokta dışında uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak TS266’ya göre ise EVC (0.18 mg L⁻¹) ve CAL (0.65 mg L⁻¹) dışında kalan tüm su noktalarının florür değerleri standart değerin (mak. 1 mg L⁻¹) üzerindedir (Çizelge 1).

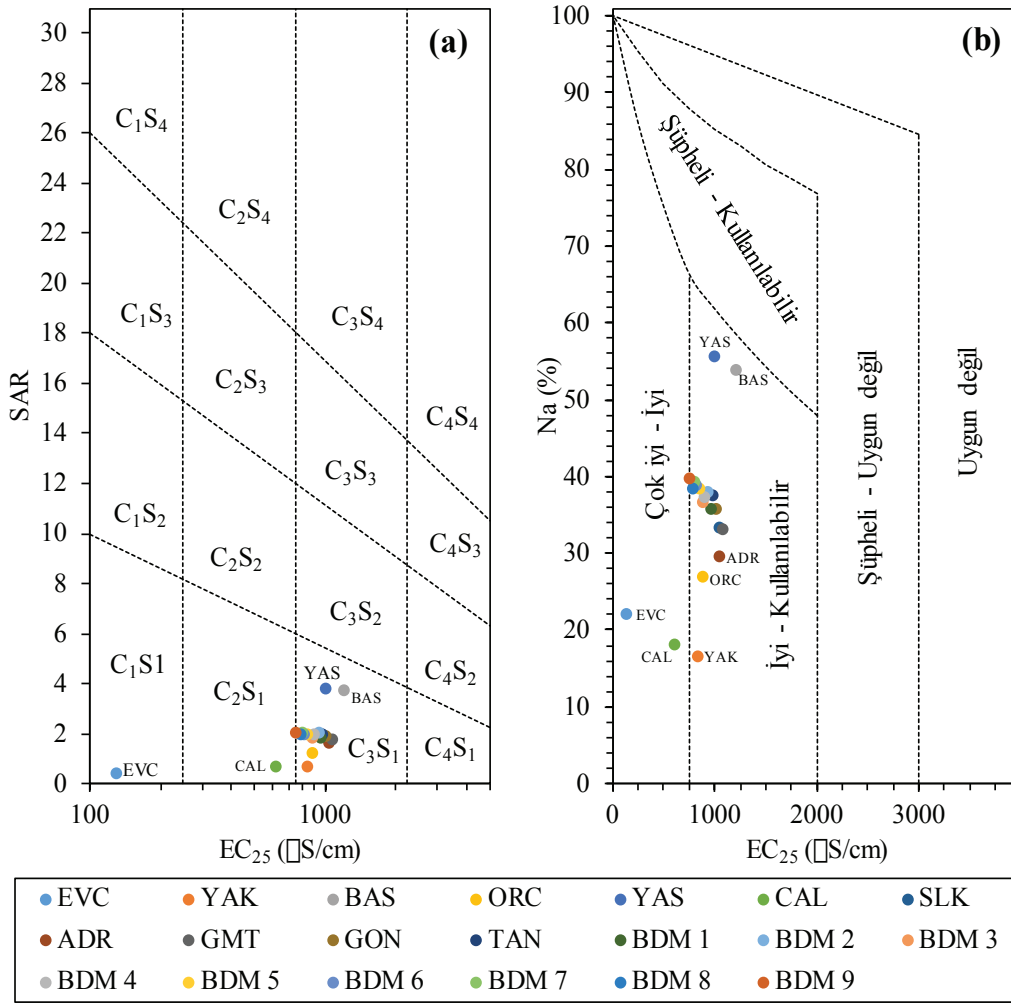
Suların florür içeriği 0.18 mg L^{-1} ile 2.33 mg L^{-1} arasında değişmekte olup, ortalama $1.44 \pm 0.49 \text{ mg L}^{-1}$ elde edilmiştir. Diğer taraftan Çaldıran ve Muradiye bölgesinde yapılan çalışmalarda yüzey ve yeraltı sularının florür içeriği; Oruç ve ark., (1976)'da $2.0-7.0 \text{ mg L}^{-1}$, Oruç (1988)'de $1.2-8.25$, Oto (2002)'de $1.50-2.38 \text{ mg L}^{-1}$, Ağaoğlu ve ark., (2007)'de $0.40-1.10 \text{ mg L}^{-1}$ ve Aydın ve ark., (2013)'de $0.33-3.74 \text{ mg L}^{-1}$ arasında değiştiği belirtilmektedir. Oruç ve ark., (1976) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, bu bölgedeki yüksek florür içeriğinin bölgenin jeolojik yapısından kaynaklandığı öne sürülmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 1984) raporlarında, sularda belirli bir düzeyin (1.5 mg L^{-1}) üzerinde florür bulunmasının toksik etkiye hatta zehirlenmeler neden olabileceği belirtilmektedir. Bununla birlikte hem daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda (Meral et al., 2004; Cinar and Selcuk, 2005; Comba and Çınar, 2016) hem de arazi çalışmaları sürecinde insanlar (dişlerde çürüme ve yoğun bir şekilde sararma, vb.) ve hayvanlar (deride dökülme, vb.) üzerinde florosis hastalığının izleri net bir şekilde gözlenmektedir. Dolayısı ile Çaldıran Ovası suların florür değerlerinin genel olarak izin verilen limit değerlerin üzerinde olması nedeniyle, doğrudan içme-kullanım suyu olarak kullanılmasının uygun olmadığı düşünülmektedir.

Sulama suyu kriterlerine göre değerlendirme; Bendimahi Nehri aracılığı ile drene olan Çaldıran havzasındaki sular, Çaldıran Ovasından itibaren Van Gölü'ne kadar olan alanda (Çaldıran Ovası, Muradiye Ovası, vb.) sulama suyu amacı ile kullanılmaktadır. Sulama sularında düşük (<6.5) ve yüksek (>8.5) pH değeri, bitkilerde dengesiz beslenmeye veya toksik maddelerin birikimine neden olabildiğinden (Demir ve Kılıç, 2012), standartlarda sulama sularının pH değerinin $6.5-8.5$ (SKKY, 1991) arasında olması istenilmektedir. Çaldıran Ovası yüzey sularının pH değeri 6.79 ile 8.97 arasında değişmektedir (Çizelge 1). İnceleme alanında, Yassitepe Köyü (YAS) ve Bendimahi Nehri (BDM 1, BDM 2, BDM 3 ve BDM 4) örneklerinin pH değeri, standartlarda öngörülen sınır değerinin üzerinde, diğer noktalarda ise standart da öngörülen sınır değerler içinde yer almaktadır. Sulardaki TDS miktarının göstergesi olan EC değerlerine göre sınıflandırdığında; EVC

örneği I. Sınıf, CAL, YAK, ORC ve Bendimahi Nehri (BDM 5, 6, 7, 8 ve 9) örnekleri II. Sınıf ve diğer tüm su noktaları iletkenlik açısından III. Sınıf ile karakterize edilmektedir.

Bitkinin sulama suyu ile bünyesine aldığı Cl ve SO_4 zamanla bitki bünyesinde birikerek, bitkide toksik etkiye neden olabileceğinden (Kaya ve Öztürk, 2003), sulama sularında çok yüksek olmaması gerekmektedir. İncelenen suların Cl içeriğinin $2.22-20.42 \text{ mg L}^{-1}$ (ort: $10.69 \pm 3.85 \text{ mg L}^{-1}$) arasında bir değişim gösterdiği görülmüştür. Yüzeysularında en düşük SO_4 değeri BAS noktasında 1.87 mg L^{-1} iken, en yüksek CAL noktasında 22.92 mg L^{-1} olarak gözlenmiştir. Ovadaki tüm suların ortalama SO_4 içeriği ise $9.20 \pm 3.94 \text{ mg L}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1). İnceleme alanındaki sular hem Cl hem de SO_4 açısından standartlarda öngörülen değerlerin (I. Sınıf) altında yer almakta ve sulama suyu olarak kullanılabilir olduğu görülmektedir. Azot, bitkinin büyümesinde önemli bir role sahip olup bitkiler için gerekli olan önemli besinlerden biridir (Kacar, 1984). Azotlu gübreler (amonyum nitrat, sülfat, üre, vb.) tarımsal amaçlı toprağa atıldıktan sonra, NO_3 ve NO_2 iyonlarına dönüşmektedir. Çaldıran Ovası yüzeysularının NO_3 içeriği CAL ve YAS örneklemeleri dışında kalan tüm noktalarda I. sınıf su kalitesindedir.

Suların, sulama suyu olarak kullanılabilirliğinin kontrolü amacı ile ABD Tuzluluk (EC_{25} -SAR) ve Wilcox (EC_{25} -%Na) diyagramları sıklıkla kullanılmaktadır. İnceleme alanından toplanan su örneklerinin ABD Tuzluluk ve Wilcox diyagramları Şekil 2'de verilmektedir. ABD tuzluluk sınıflamasına göre su örnekleri sırası ile C_1S_1 , C_2S_1 ve C_3S_1 sınıflarında yer almakta olup S_1 "düşük sodyumlu su" olduklarını ve bitki ve toprak açısından bir sorun teşkil etmediklerini ifade etmektedir (Şekil 2a). Bununla birlikte incelenen suların % Na değerleri dikkate alındığında, CAL ve YAK kodlu örneklerin I. Sınıf (<20 ; çok iyi), BAS ve YAS kodlu örnekler III. Sınıf ($40-60$; ihtiyatla kullanılır) ve diğer örneklerinde II. Sınıf ($20-40$; iyi) sular olduğu görülmektedir. Wilcox sınıflamasına göre Çaldıran Ovasındaki yüzeysuları çok iyi-iyi ve iyi-kullanılabilir sınıfında yer almaktadır (Şekil 2b).



Şekil 2. Çaldıran Ovası yüzeysel sularının (a) ABD Tuzluluk ve (b) Wilcox diyagramları

RSC sulama sularında, alkaliteden kaynaklanan tehlikenin belirlenmesinde kullanılan bir indekstir. RSC, yüksek katyon değişim kapasitesine sahip killi topraklarda sulama suyunun uygunluğunu belirlemede kullanılmaktadır. CAL, EVC ve YAK örnekleri için hesaplanan RSC değeri, bu suların I. Sınıf ($<1.25 \text{ meq L}^{-1}$; çok iyi) sular olduğunu işaret ederken, BAS, SLK ve YAS suları V. Sınıf ($>2.5 \text{ meq L}^{-1}$; kullanılmaz) sular olduğunu işaret etmektedir (Çizelge 1). Diğer su noktaları için hesaplanan RSC değeri ise III. Sınıf ($1.25-2.5 \text{ meq L}^{-1}$; kontrollü kullanılabilir) ile karakterize edilmektedir.

Çalışma kapsamında hesaplanan SAR, RSC ve %Na ile ABD Tuzluluk ve Wilcox diyagramları

ile yapılan değerlendirmeler; Çaldıran Ovası yüzeysel sularının sulama suyu olarak kullanılabilirliği açısından bir risk olmadığını gösterse de, SKKY (1991) Teknik Usuller Tebliği, Çizelge 4'de; florür iyonu için her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunun da sınır değeri 1.0 mg L^{-1} olarak belirtilmektedir. Söz konusu tebliğde yer alan sınır değeri dikkate alındığında, Çaldıran Ovası CAL ve EVC örnekleme noktaları dışında kalan tüm su noktalarının F içeriği standartlarda öngörülen sınır değerin üzerinde yer almaktadır (Çizelge 1). Dolayısıyla söz konusu yüzeysel sularının, sulama suyu olarak kullanılması hem bitki hem de diğer canlılar (insanlar ve hayvanlar) açısından sakınca içermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, Çaldıran Ovası yüzey suları, yüzeysuyu, içme-kullanım ve tarımsal sulama suyu standartları ve kriterlerine göre incelenmiş ve değerlendirilmiştir. İncelenen sular, standartlara ve kriterlere göre genel olarak I. ve II. sınıf su kalitesine sahiptir. Bazı örnekleme noktalarının amonyak içeriği içme-kullanım suyu açısından sakınca içerirken, bazı su noktalarının (BAS, SLK, YAS) RSC değerleri de sulama suyu açısından sakınca içermektedir. İnceleme alanındaki sularda gözlenen amonyak kirliliğinin giderilmesi ve en az düzeye indirilmesi için bölgedeki yapay kirlilik kaynaklarının (evsel atıksu, tarımsal gübre kullanımı, vb.), uygun tekniklerle (atıksu altyapı tesislerinin yapılması, ihtiyaç oranında gübre kullanım

politikalarının geliştirilmesi, vb.) bertaraf edilmesi önerilmektedir.

İnceleme alanında değerlendirmeye alınan hemen hemen tüm su noktalarının florür içeriği, standart limit değer (1.0 mg L⁻¹) üzerinde elde edilmiş olup içme-kullanım ve tarımsal sulama suyu açısından risk teşkil etmektedir. Bölgede gerçekleştirilen önceki çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiş olup bu durum bölgenin doğal jeolojik yapısından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak Çaldıran Ovası yüzey sularının florür değerlerinin genel olarak izin verilen limit değerlerin üzerinde olması nedeniyle, doğrudan içme-kullanım suyu olarak kullanılmasının uygun olmadığı düşünülmekte ve kullanılması durumunda gerekli tedbirlerin alınması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu S, Alişarlı M, Alemdar S, 2007. Van bölgesi su kaynaklarında flor düzeylerinin belirlenmesi. *YYU Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18 (1): 59-65.
- Appelo CAJ, Postma D, 2005. *Geochemistry, Groundwater and Pollution*, A.A. Balkema, Rotterdam.
- APHA – AWWA and WPCF, 1989. *Standart Methods for the Estimation of Water and Waste Water (17th Ed.)*. American Public Health Association, Washington.
- Arslan H, Güler M, Cemek B, Demir Y, 2007. Bafra Ovası yeraltı suyu kalitesinin sulama açısından değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (2): 219-226.
- Aydın H, Mutlu H, Kazancı A, 2013. Çaldıran (Van) jeotermal sahasının hidrojeokimyasal özellikleri. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17-20 Nisan 2013, 71-90, İzmir.
- Başkan MB, Pala A, 2009. İçme sularında arsenik kirliliği: Ülkemiz açısından bir değerlendirme. *Pamukkale Üniversitesi Müh. Bilimleri Dergisi*, 15: 69-79.
- Cınar A, Selçuk M, 2005. Effects of Chronic fluorosis on thyroxine, triiodothyronine, and protein-bound iodine in cows. *Fluoride*, 38 (1): 65-68.
- Comba B, Çınar A, 2016. Investigation of effects of fluorosis on some minerals and hormones in sheep. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 63: 223-227.
- D'Alessandro W, 2006. Human fluorosis related to volcanic activity: a review. *Environmental Toxicology*, 10:21-30.
- Demir S, Kılıç K, 2012. Erbaa Ovası yeraltı suyunun tuzluluğunun değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2: 79-86.
- Demirel Ü, 2009. Flor elementinin canlılar üzerine etkisi ve Kapadokya bölgesinde florosis gerçeği. 1. Tıbbi Jeoloji Çalıştayı, Nevşehir.
- Eaton FM, 1950. Significance of carbonates in irrigation waters. *Soil Science*, 69: 123-133.
- EU, 2014. European Union, Drinking Water Regulations. The Stationery Office, Dublin, Irland.
- Garcia MG, Borgnino L, 2015. Fluoride in the context of the environment, in *fluorine: Chemistry, analysis, function and effects*. Royal Society of Chemistry, 3-21.
- Hapçıoğlu B, Dişçi R, Demir L, Başak E, Güray Ö, Özer N, 1992. Türkiye içme sularında florürün bölgesel dağılımı. *İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 26 (4): 222-223.
- Hounslow AW, 1995. *Water Quality Data: Analysis and Interpretation*, CRC Press, New York.
- Kacar B, 1984. Bitki besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Yayın No: 899, Ankara.
- Kaya N, Öztürk M, 2003. Elazığ il sınırları içerisindeki sulama sularının incelenmesi. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 3: 87-92.
- Küçükırmak G, 2007. Florun fizyolojik ve toksikolojik karakterleri. Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Meral I, Demir H, Gunduz H, Mert N, Dogan I, 2004. Serum copper, zinc, manganese, and magnesium status of subjects with chronic fluorosis. *Fluoride*, 37 (2): 102-106.
- Oruç N, Alpman N, Karamandere İ, 1976. Tendürek volkanı çevresindeki yüksek fluorür içerikli kaynak sularının hidrojeolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 19: 1-8.
- Oruç N, 1988. Çaldıran yöresi su örneklerinde florür düzeyi ve önemi. *Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Eskişehir*.
- Oruç N, 2005. Türkiye’de yüksek düzeyde florür içeren kaynak suları ve önemi. 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyumu, 1-3 Aralık 2005, 215-227 s.
- Oruç N, 2008. Occurrence and problems of high fluoride waters in Turkey: an overview. *Environmental Geochemistry and Health*, 30: 315-323.
- Oto G, 2002. Muradiye ve Çaldıran yöresinden alınan su ve koyunların kan örneklerindeki flor düzeyine mevsimsel değişimlerin etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van*.

- Özkan G, Köseoğlu M, Bilgin A, 1988. Isparta içme suyundaki florürün çevre kayalarla ilişkisi. Ulusal 1. Hidrojeoloji Sempozyumu, Ankara, 247–256.
- Reyes-Gomez VM, Alarcon-Herrera MT, Gutierrez M, Lopez DN, 2013. Fluoride and arsenic in an alluvial aquifer system in Chihuahua, Mexico: Contaminant Levels, Potential Sources, and Co-occurrence. Water Air Soil Pollut, 224 (1433): 1-15.
- Richards LA, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. US Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 60, Washington DC
- Sağlam MT, Adiloğlu A, 1997. Su Kalitesi (genişletilmiş 2. baskı). Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Ders Kitapları Yayın No: 27, Tekirdağ.
- SKKY, 1991. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği. Resmi Gazete Tarihi/Sayı: 07.01.1991/20748.
- TS266, 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete Tarihi/Sayı: 17.02.2005/25730.
- US EPA, 2009. Drinking water contaminants, office of water regulation and standards. United States Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, USA.
- Wilcox LV, 1955. Classification and Use of Irrigation Water, US Department of Agriculture. Circular 969, Washington DC.
- WHO, 1984. Fluorine and fluorides. Environmental Health Criteria 36, World Health Organization, 25-26., Geneva.
- WHO, 2006. Guidelines for drinking water quality. First Adendum to third ed., Recommendations, vol. 1, World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- YSKYY, 2012. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği. Resmi Gazete Tarihi/Sayı: 30.11.2012/28483.

Denizli İlinin Kırsal Kesimlerinde Hayvansal Kaynaklı Atıklardan Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi

¹İbrahim DORUK, ²Arif BOZDEVECİ

ÖZET: Yenilenebilir enerji kaynakları konusunda son yıllarda birçok araştırma yapılmakta ve bu alternatif enerji kaynaklarından biride biyogaz enerjisidir. Biyogaz havasız fermantasyon koşullarında her türlü organik atıklardan yapılabildiği gibi kırsal kesimlerde genellikle hayvansal kaynaklı atıklardan üretilmektedir. Hayvansal kaynaklı atıkların değerlendirilmesinde en iyi yollardan biri biyogaz üretimidir. Bu çalışmada; Denizli merkez ve ilçelerinde ortaya çıkan hayvansal kaynaklı atıklardan yola çıkarak biyogaz potansiyeli hesaplanmıştır. Denizli genelinde 2014 verilerine göre toplam hayvan sayısı 4 370 129, oluşan günlük yaş gübre miktarı ise 4 578 889 kg gün'dür. Sonuçlar Denizli'de ki hayvansal kaynaklı atıklarından 70.16 m³ yıl biyogaz üretilebileceğini göstermiştir. Hayvansal kaynaklı atıklardan yıllık biyogaz potansiyelinin enerji karşılığı motorin 46.30 milyon litre, elektrik enerjisi eş değerliği 329 milyon kWh⁻¹ 'dır. Çalışmamız sonucunda biyogaz potansiyeli en fazla olan ilçe Çivril ve hayvan sayısı en yüksek ilçe ise Honaz'dır.

Anahtar sözcük: Yenilenebilir enerji, biyogaz potansiyeli, hayvansal atıklar, kırsal kesim

Determination of animal resource wastes from Biogas Potential in Rural Areas of Denizli

ABSTRACT: In recent years, many studies are done on renewable energy sources and one of the renewable energy sources is biogas. Biogas is a all kinds of organic waste can be made as of anaerobic fermentation conditions it is generally produced from animal waste in rural areas. One of the best ways for evaluation of biogas production is a waste of animal origin. In this study; starting from animal waste resulting from Denizli centers and districts biogas potential has to be calculated. There are 4 370 129 total animals in Denizli according to the last data in 2014 and composed of the amount of fertilizer day-old 4 578 889 kg day. The results shown that province of Denizli has a potential of 70.16 million m³ year will be produced biogas potential from animal origin waste. The possible animal waste origin amount of biogas that can be produced in Denizli is annual approximately equal to motorin 46.30 million liter, 329 milyon kWh⁻¹ electric energy. In resulting study with the greatest potential for biogas Civril district and has the town highest number of animals of Honaz.

Key Words: Renewable energy, biogas potential, animal wastes, rural area

¹ Pamukkale Üniversitesi Denizli Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Otomotiv programı, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri, Denizli, Türkiye
² İMPEC Teknoloji, Ar-Ge, Denizli, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: İbrahim DORUK, idoruk@pau.edu.tr

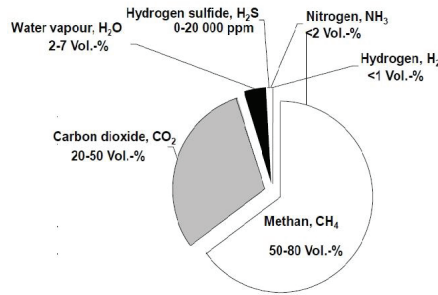
GİRİŞ

Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte sanayinin gelişmesi enerji kaynakları talebini artırmakta mevcut durumdaki enerji üretiminin bu talebi karşılayamamasından dolayı enerji fiyatları yükselmektedir. Buda daha pahalı enerji kullanımı anlamına gelmektedir (Hammad,1999) Bu sorunun çözümü için bilinen enerji kaynaklarının dışında; güneşten, dalgalardan, rüzgârdan, şimşeklerden, deniz yosunları gibi değişik kaynaklardan enerji elde etmek amacıyla bilim adamları çalışmalarına devam etmektedir.

Bütün bu çalışmaların bir başka temel nedeni de çevre kirliliğinin insan ve canlı sağlığını tehdit eder boyutlara ulaşmasıdır. Enerji elde edilmesinde kullanılacak olan teknolojinin ucuz enerji sağlamasının yanında çevreyi de kirlilememesi ve çevre dostu olması son yıllarda büyük önem arz etmektedir. Yenilebilir enerji kaynaklarından olan biyogazın ucuz olması, çevre

dostu olması ve kırsal kesimlerde kolayca uygulanabilir olması kullanımını ve önemini daha da arttırmaktadır. (Karim et al., 2005). Günümüzde diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de enerji açığının giderek artması biyogaz üreten tesislerin yaygınlaştırılmasını önemli hale gelmiştir.

Organik atıkların havasız ortamda fermantasyona uğraması sonucu ortaya çıkan biyogaz alternatif yenilebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahiptir. Biyogaz her türlü organik maddeden elde edilebildiği halde ülkemizde genel olarak biyogaz potansiyeli hesabında hayvan gübreleri esas alınmıştır. Organik bazlı atık/artıkların oksijensiz ortamda (anaerobik) fermantasyon sonucunda ortaya çıkan renksiz - kokusuz, havadan hafif, parlak mavi bir alev şeklinde yanan ve içeriği organik maddelerin bileşimine bağlı olarak yaklaşık; % 40-70 metan, % 30-60 karbondioksit, % 0-3 hidrojen sülfür ile çok az miktarda hidrojen ve azot bulunan bir gaz karışımıdır(Şekil 1).



Şekil 1. Biyogazın kimyasal içeriği

Türkiye nüfusunun, %35'ini kırsal kesimler yaşamakta, yine toplam nüfusun %66'sı tarım sektöründe geçimini sağlamaktadır. Tarımsal faaliyetlerinin ise yaklaşık 1/3'lük kısmı hayvancılıkla alakalı olmakla beraber, 2.5 milyon kadar hayvan çiftlik ve işletmeleri bulunmaktadır. Kırsal kesimde yaşayan ve geçimini tarımdan sağlayan bölgelerde biyogaz, hem enerji kaynağı hem de gübre kaynağı olarak kullanımından dolayı önem taşımaktadır. Biyogaz tesisinde üretilen 1 m³ biyogaz; 1.46 kg odun kömürü, 3.47 kg odun, 0.43 kg bütan gaz, 0.66 litre motorin, 0.75 litre benzin, 0.00052 Ton eş değer petrol(TEP) ve 4.7 kWh⁻¹ elektrik enerjisine eşdeğerdir (Yaldız, 2004; Yapraklı ve Bayramoğlu, 2013).

Enerji piyasası düzenleme kurulu 10.09.2015 tarihli raporuna göre motorin fiyatı 3.88 TL kabul

edilmiştir. 29.12.2010 tarihli 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunu ile tesislere göre elektrik üretim fiyatları tanımlanmış en yüksek sabit fiyatlı alım garantisi seviyesi olan 13.3 ABD Doları cent/kWh(0.35 TL kWh) olarak belirlenmiştir.

Kırsal kesimde oldukça bol bulunan hayvansal atıklar, biyogaz sistemleri için en önemli girdilerdendir. Biyogaz sistemlerinde girdi olarak kullanılan bu organik atıkları çevresel ve sağlık sorunlarına yol açabilecekken, biyogaz üretim sistemlerinde kullanılması ile ekonomik değere çevrilmektedir. Biyogaz üretilen anaerobik reaktörlerde, çıkış kısmında kütle % 98-96 oranına iner. Bu kütlenin yaklaşık % 7-25'i katı, % 75-93'ü sıvı haldedir. Reaktörden çıkan bu katı ve sıvı gübre oldukça zengin içeriği

sahip olduğu için kırsal kesimlerde organik tarımda kullanılabilir olması işletmeler ve çiftçiler için cazip olan bir diğer noktadır. Bu araştırmada son yıllarda alternatif enerji kaynaklarından biri olan hayvansal atık kaynaklı biyogazın Denizli il ve ilçelerindeki günlük üretim potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca üretilme potansiyeli olan biyogazın ekonomik olarak var olan yakıtlarla karşılaştırılarak hesaplanması yapılmaya çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmamızda kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TUİK) 2014 yılı verileri kullanılarak oluşturulmuştur. Hayvansal atık potansiyelini belirlemek amacıyla Agro-Waste projesi kapsamında hayvan başına belirlenen; büyükbaş hayvan için 10 kg gün, küçükbaş hayvan için 3 kg gün ve kümes hayvanları için 0.08 kg gün değerleri dikkate alınmıştır

(Koçer ve Kurt, 2013; Avcıoğlu ve ark., 2013; Çağlayan ve Koçer, 2014).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan araştırmalar ve hesaplamalar sonrasında çizelge incelendiğinde Denizli ilinde toplamda 4 348 321 hayvan bulunduğu belirlenmiştir. Toplam hayvan sayısı varlığının %79 kanatlı hayvan, %16 küçükbaş ve %5'lik kısmı ise büyükbaş hayvanlardan oluşmaktadır.

Denizli toplam hayvan varlığının ilçeler bazında incelendiğinde en fazla hayvan sayısının 1 076 592 Honaz ilçesinde olduğu belirlenmiş, bunu sırayla 1 028 874 Çivril, 494 805 Tavas, 296 211 Buldan ve bunları diğer ilçeler takip etmektedir(Çizelge 1). Araştırmada hayvan sayısı verilerinden yola çıkılarak Denizli ilçelerinde günlük üretilen toplam yaş gübre miktarı 4 578 889 kg gün olarak hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denizli ilçelerindeki büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayısı (TUİK 2014)

| İlçe | Büyükbaş | Küçükbaş | Kanatlı | Toplam |
|--------------|----------|----------|--------------|-----------|
| Merkezefendi | 5 245 | 24 576 | 21 530 | 51 351 |
| Çardak | 8 405 | 15 069 | 7 395 | 30 869 |
| Çivril | 39 709 | 95 755 | 893 410 | 102 8874 |
| Güney | 4055 | 15 000 | 144 287 | 163 342 |
| Honaz | 10 438 | 21 000 | 1 045 154 | 1 076 592 |
| Kale | 6 517 | 14 538 | 23 045 | 44 100 |
| Acıpayam | 52 210 | 70 914 | 62 388 | 185 512 |
| Pamukkale | 18 861 | 18 759 | 234 900 | 272 520 |
| Babadağ | 1 333 | 24 785 | 528 | 26 646 |
| Baklan | 7 207 | 15 240 | 7 690 | 30 137 |
| Bekilli | 1 531 | 19 817 | 3 172 | 24 520 |
| Sarayköy | 10 683 | 19 648 | 195 650 | 225 981 |
| Serinhisar | 3 950 | 48 905 | 5 287 | 58 142 |
| Tavas | 18 455 | 125 900 | 350 450 | 494 805 |
| Çal | 7 856 | 54 014 | 183 797 | 245 667 |
| Bozkurt | 8 050 | 12 400 | 4 688 | 25 138 |
| Buldan | 10 431 | 34 000 | 251 780 | 296 211 |
| Beyağaç | 3 610 | 8 977 | 8 385 | 20 972 |
| Çameli | 15 050 | 15 500 | 38 200 | 68 750 |
| Toplam | 233 596 | 654 797 | 3 481 736 | 4 370 129 |

Beş kişiden oluşan bir ailenin günlük bir saat aydınlatma için kullanım 0.15 m^3 saat-gün, günlük yemek pişirme ihtiyacı: 0.35 m^3 kişi-gün olarak bilindiğine göre (Kırımhan, 1981); günlük 8 saat

aydınlatma amaçlı kullanıldığı düşünülürse toplam ihtiyaç yaklaşık 3 m^3 gün olarak alınabilir. Denizli ili biyogazdan faydalanacak kişi sayısı Çizelge 2’de görülmektedir.

Çizelge 2. Denizli ilindeki günlük üretilen toplam yaş gübre ve biyogaz potansiyeli

| | Hayvan sayısı (2014) | Yaş Gübre (kg/gün) | Biyogaz Miktarı ($\text{m}^3\text{CH}_4/\text{kg}$) | Faydalanacak kişi sayısı |
|-----------------|----------------------|--------------------|---|--------------------------|
| Büyükbaş | 233 596 | 2 335 960 | 81 759 | 136 265 |
| Küçükbaş | 654 797 | 1 964 391 | 98 220 | 163 700 |
| Kanatlı | 3 481 736 | 278 539 | 12 256 | 20 427 |
| Toplam | 4 370 129 | 4 578 889 | 192 234 | 320 390 |

Denizli ilinde potansiyel üretilebilecek günlük biyogaz miktarı toplamı $192\,234 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ ’dir. Denizli il ve ilçelerinde üretilebilecek potansiyel biyogaz miktarı küçükbaş hayvan yaş gübresinden $98\,220 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, kanatlı hayvan yaş gübresinden $12\,256 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ ve büyükbaş hayvan yaş gübresinden $81\,759 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ ’dir. Üretilme potansiyeli olan biyogazdan yararlanabilecek

kişi sayısı literatür bilgilerine göre hesaplandığında, büyükbaş yaş gübresinden üretilen biyogazdan 136 265 kişi, küçükbaş yaş gübresinden üretilen biyogazdan 163 700 kişi ve kanatlı yaş gübresinden üretilen biyogazdan 20 427 kişi faydalanabileceği hesaplanmıştır. Toplam sayısı hesaplandığında 320 390 kişi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Denizli ilçelerindeki günlük üretilen biyogaz potansiyeli ve faydalanacak kişi sayısı

| Yerleşim birimleri | Biyogaz ($\text{m}^3/\text{gün}$) | Faydalanacak kişi sayısı | Yerleşim birimleri | Biyogaz ($\text{m}^3/\text{gün}$) | Faydalanacak kişi sayısı |
|--------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Merkezefendi | 5 596 | 9 329 | Bekilli | 3 520 | 5 865 |
| Çardak | 5 227 | 8 713 | Sarayköy | 7 375 | 12 291 |
| Çivril | 31 405 | 52 343 | Serinhisar | 8 737 | 14 561 |
| Güney | 4 176 | 6 961 | Tavas | 26 578 | 44 296 |
| Honaz | 10 481 | 17 470 | Çal | 11 499 | 19 164 |
| Kale | 4 541 | 7 571 | Bozkurt | 4 694 | 7 823 |
| Acıpayam | 29 129 | 48 550 | Buldan | 9 637 | 16 061 |
| Pamukkale | 10 240 | 17 070 | Beyağaç | 2 640 | 4 399 |
| Babadağ | 4 184 | 6 976 | Çameli | 7 727 | 12 878 |
| Baklan | 4 835 | 8 059 | Toplam | 192 233 | 320 389 |

İlçeler bazında günlük biyogaz üretilme potansiyeli incelendiğinde ise Çivril ilçesi $31\,405 \text{ m}^3$, Acıpayam, $29\,129 \text{ m}^3$, Tavas $26\,578 \text{ m}^3$ gün biyogaz üretebilme potansiyeline sahip olduğu hesaplanmıştır. Bu ilçeleri sırasıyla Çal, Honaz ve Pamukkale ilçeleri takip etmiştir. Biyogaz potansiyeli en yüksek olan Çivril, Acıpayam ve Tavas ilçeleri büyükbaş, küçükbaş ve

kanatlı hayvan sayıları kendi aralarında kıyaslandığında büyükbaş hayvan sayısı Acıpayam 52 210, Çivril 39 709 ve Tavas 18 455 olduğu belirlenmiştir. Küçükbaş hayvan sayıları kıyaslandığında Tavas 125 900, Çivril 95 755 ve Acıpayam 70 914 ve kanatlı hayvan sayıları ise Çivril 893 410, Tavas 350 450 ve Acıpayam 62 388 olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada hayvan sayılarından yola çıkılarak Denizli merkez ve ilçelerinin günlük biyogaz üretim potansiyeli belirlenmiş ve hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyel değerleri diğer yakıtlarla karşılaştırmalar yapılmıştır.

Denizli ilindeki hayvan varlığına göre hesaplamalar sonucu elde edilen potansiyel biyogaz enerjisi, günlük 192 233 m³, yıllık olarak ise yaklaşık 70 milyon m³ olarak belirlenmiştir. İlçeler bazında en yüksek gaz üretebilme potansiyeli günlük 31 405 m³, yıllık olarak 11 milyon m³ ile Çivril ilçesinden elde edilebileceği gözlenmiştir.

Eryılmaz ve arkadaşlarının(2015) Yozgat ilinde 2012 verilerine göre yapmış oldukları çalışmada hayvansal kaynaklı biyogaz potansiyeli tespitinde yıllık biyogaz potansiyeli Yozgat merkez ve ilçelerinde toplam 45 milyon m³ olarak hesaplanmış, üretilme potansiyeli bulunan bu biyogazın yıllık 6 milyon m³ Yozgat merkezden olabileceği belirlenmiştir. Doğu Marmara Kalkınma ajansının 2011 yılında yayınladığı Doğu Marmara Yenilenebilir enerji raporunda Yalova, Düzce, Bolu, Sakarya ve Kocaeli illerindeki hayvansal kaynaklı biyogaz potansiyeli belirlenmeye çalışılmıştır. Raporunda en fazla biyogaz üretebilme potansiyeline sahip ilçeler sırasıyla, Kocaeli ili Kandıra ilçesinde 26 milyon m³, Bolu ili Merkez ilçesinde 18 milyon m³, Sakarya ve Düzce illerinde ise 11 milyon m³ ile

Merkez ilçelerinde ve Yalova ili Merkez ilçesinde ise 859 000 m³ olduğu raporda belirtilmiştir(Anonim, 2011). Hayvansal kaynaklı atıklardan biyogaz üretilme potansiyeli Denizli merkezde yıllık 1 milyon m³, Çivril ilçesinde ise bu potansiyelin yıllık 11 milyon m³ olduğu yaptığımız çalışmayla belirlenmiştir.

Yapraklı ve Bayramoğlu(2014) TRA1 bölgesinde(Erzincan-Erzurum-Bayburt) biyokütle enerjisinin potansiyelini ve ekonomik etkilerini tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada analiz sonuçlarına göre bitkisel ve hayvansal kaynaklı biyokütle enerjisi potansiyeli 4.778 TEP karşılık geldiğini belirlemişlerdir. Denizli ili geneli için hayvansal kaynaklı biyokütle enerjisi potansiyel değeri 36 486 TEP olarak hesaplanmıştır.

Denizli merkez ve ilçelerinde üretilme potansiyeli olan biyogaz ile ticari olan yakıtlarda karşılaştırılmalı olarak Çizelge 4'de verilmiştir. Denizli ili genelinde yılda elde edilebilecek biyogaz miktarının ısıl değeri; 46.30 milyon litre motorin ve 329 milyon kWh⁻¹ elektrik enerjisine karşılık gelmektedir. Ton eş değer Petrol olarak hesaplandığında ise 36.486 TEP karşılık gelmektedir. Bu ısıl değer ekonomik değer olarak, motorinde ise 179.67 milyon TL'ye karşılık gelmektedir. Elektrik enerjisi değeri ekonomik olarak hesaplandığında 115.42 milyon TL gibi bir rakam karşımıza çıkmaktadır(Çizelge 4).

Çizelge 4. Denizli ilinde yıllık üretililecek biyogazın diğer yakıtlara göre miktar ve ekonomik eşdeğerliği

| | Biyogaz m ³ /yıl | Motorin ^a | | Elektrik ^b | |
|-----------------|--------------------------------|----------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | Milyon Litre | Milyon TL | Milyon Kwh ⁻¹ | Milyon TL |
| Büyükbaş | 29.84 | 19.69 | 76.41 | 140.25 | 49.09 |
| Küçükbaş | 35.85 | 23.66 | 91.80 | 168.49 | 58.97 |
| Kanathı | 4.47 | 2.95 | 11.45 | 21.025 | 7.35 |
| Toplam | 70.16 | 46.30 | 179.67 | 329.77 | 115.42 |

a: EPDK 2015 Eylül motorin litre fiyatı 3.88 b:kWh⁻¹ biyogazdan üretilen elektrik satış birim fiyatı 0.35 TL(Anonim,2015).

Gelişmekte olan biyogaz teknolojisinin Denizli il genelinde yayılmasıyla hesaplanan miktarlarda maddi kaynağımız ülkemizde kalacak ve yeni teknolojilerin gelişmesinde önünü açacaktır. Iğdır ilinde yapılan bir çalışmada toplam üretililecek

biyogaz potansiyelinin elektrik enerjisindeki karşılığı yıllık 100 milyon kWh⁻¹ elektrik enerjisine karşılık gelirken(Altıkat ve Çelik, 2012) Denizli ili için bu elektrik enerjisi yıllık 329 milyon kWh⁻¹'dir.

SONUÇ

Çalışmamızda Denizli merkez ve ilçelerindeki biyogaz potansiyeli belirlenmeye çalışılmış ve ilçeler arasında Çivril ilçesinde biyogaz tesis çalışması için hayvansal kaynaklı atıkların rahatlıkla kaynak oluşturabileceği belirlenmiştir. Kanatlı hayvan sayısının en fazla olduğu ilçe olan Honaz ilçesinde de kanatlı hayvansal atıkların değerlendirilmesi için bir tesis çalışması yapılabilir. Denizli genelinde Denizli Kumkısıkkı çöplüğü biyogaz tesisi ve Denizli atık su arıtma biyogaz tesisi elektrik üretim santrali olmak üzere iki biyogaz tesisi faaliyet göstermektedir. Yapılan hesaplamalar ve çalışmalar Denizli merkez ve ilçelerinde hayvansal kaynaklı biyogaz tesisi kurulumu potansiyelinin olduğunu göstermektedir. Hayvansal kaynaklı atıkların değerlendirilmesi için kurulacak tesisler Denizli ilinin yenilenebilir enerji potansiyelini artırılmasında ve yenilenebilir enerji üreten iller arasında da lider konuma gelmesinde yardımcı olacaktır.

Günümüzde biyogaz tesislerinin artan önemine binaen teknolojisinde her geçen gün gelişmesi kırsal

kesimlerde kurulan tesisler vasıtasıyla elektrik, yakıt ve gübre olarak dışa bağımlılığın azalmasına yardımcı olacaktır. Dışa bağımlılığın azalmasıyla birlikte organik tarımın gelişmesinin önü açılmakta hemde çevre sorunu olan CO₂ salımına bir nebze de olsa çözüm bulunmaya çalışılmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte biyogaz ile çalışan tarım araçlarının sayısının artması, çiftçinin en fazla harcaması olan motorine bağımlılığı azaltılabilecektir.

Motorine olan bağımlılığın azalmasıyla her çiftçi kendi yakıtını kendi yapabilecek, tarımsal üretimde kullanabileceği gübresinide bu tesislerden çıkan sıvı ve katı gübre olarak temin edebilecektir. Biyogaz tesislerinin kurulması sadece çevre dostu bir sistem geliştirmiş olmayacak bunun yanında ülkemiz tarımında gelişmesinde anahtar rol oynayabilecektir. Ülkemiz öz kaynaklarını daha verimli kullanarak, dışa daha az bağımlı, gelişmiş bir teknolojiyle birlikte tarımın gelişmesi doğru orantılı olarak ilerleyecek, bütün bu çalışmaların sonucunda sağlıklı bir nesil ve daha temiz bir çevre bırakabilecektir.

KAYNAKLAR

- Altıkat S., Çelik A., 2012. Iğdır İlinin hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. 2(1): 61-66.
- Anonim 2015, Nilüfer Belediyesi Organik atıklardan biyogaz üretim tesisi fizibilite çalışması nihai raporu .
- Avcıoğlu A. O., Çolak A., Türker U, 2013. Türkiye'nin tavuk atıklarından biyogaz potansiyeli. Tekirdag Ziraat Fakültesi Dergisi. 10(1):21-28.
- Çağlayan G.H., Koçer N. N, 2014. Muş İlinde hayvan potansiyelinin değerlendirilerek biyogaz üretiminin araştırılması. Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi.2: 215-220.
- Eryılmaz T., Yesilyurt M.K, Gokdogan O., Yumak B, 2012. Determination of biogas potential from animal waste in Turkey: A Case Study for Yozgat Province. 2(4): 106-111.
- Hammad M., Badarneh D., Tahboub K., 1999. Evaluating variable organic waste to produce methane. Energy Conversion and Management, 40: 1463-1475.

- Karim K., Hoffmann R., Klasson T.K, Al-Dahhan, M.H, 2005. Anaerobic digestion of animal waste: Effect of mode of mixing. Water Research, 39: 3597-3606
- Kırımhan S., 1981, Biyogazın oluşumu - özellikleri ve Türkiye'de yararlanma imkanları, Uluslararası Biyogaz Semineri, 23-26 Kasım 1981, Ankara, ss. 158-172. Anonim,2011. DoğuMarmara yenilenebilir enerji raporu. <http://www.marka.org.tr/sayfa/202/205/dokuman-arsivi>.
- Koçer N. N., Kurt., G, 2013.Malatya'da hayvancılık potansiyeli ve biyogaz üretimi. SAÜ. Fen Bil. Der.1: 1-8
- TUIK 2014. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri .
- Yaldız O., 2004. Biyogaz teknolojisi. Ders Kitabı, Akdeniz Üniversitesi Yayınları, Yayın no: 78, Antalya,181 sayfa.
- Yapraklı S. ve Bayramoğlu T, 2013. Biyokütle enerjisi ve yerel ekonomik büyüme: TRA1 ve TRA2 Bölgeleri Üzerine Tanımsal Analizler. C. Çopuroğlu (Ed.). 2. Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı Konferans Bildirileri, 16-17 Mayıs 2013, Elazığ.

Archimedean Copula Parameter Estimation with Kendall Distribution Function

Ayşe Metin KARAKAŞ¹, Mine DOĞAN¹

ABSTRACT: In the literature, up to now, it is common that for Gumbel, Clayton and Frank calculated Kendall Distribution function $K(u)$ and to the extent those applications have been made. Kendall distribution functions show stochastic orderings of random vectors. The aim of Kendall distribution function is selected suitable copula function for using data set. For dependence structures of the data set, we calculated Kendall Tau and Spearman Rho values which are nonparametric. Based on this method, parameters of copula are obtained. In this paper, we are made Kendall Distribution function which obtained with the help of generator function of Archimedean copula calculation for Ali Mikhail Haq and Joe and in relation with that simulation study. We used data set which generated dependent generalized pareto distribution (Gp(3,3,3)) for this study. For dependency among these variables, we used Archimedean copula. In connection with this, we define basic properties of copulas and nonparametric methods Kendall Tau, Spearman Rho are given. In this study, to explain the relationship among the variables, five Archimedean copula are selected; Gumbel, Clayton, Frank Joe and Ali Mikhail Haq. Afterwards, we are obtained nonparametric estimation of parameters of these copulas with the help of Kendall Tau. With Kendall distribution function values, we found the suitable Archimedean copula family for this data set.

Key Words: Archimedean copula, copula function, kendall distribution function, kendall tau

Kendall Dağılım Fonksiyonu Yardımıyla Arşimedyan Copula Parametre Tahmini

ÖZET: Literatürde şimdiye kadar Gumbel, Clayton ve Frank için Kendall dağılım fonksiyonu hesaplanmış ve uygulamaları yapılmıştır. Kendall dağılım fonksiyonu tesadüfi vektörlerin stokastik sıralamasını gösterir. Kendall dağılım fonksiyonunun amacı kullanılan veri seti için uygun olan copula fonksiyonunu seçmektir. Veri setinin bağımlılık yapısı için parametrik olmayan Kendall Tau ve Spearman Rho değerlerini hesapladık. Bu yöntemle bağlı olarak, copula parametreleri elde edildi. Bu çalışmada Ali Mikhail Haq ve Joe copula için arşimedyan copulanın üreteç fonksiyonu yardımıyla Kendall dağılım fonksiyonunu hesapladık ve bununla ilgili simülasyon çalışması yaptık. Biz bu çalışma için bağımlı genelleştirilmiş pareto (Gp(3,3,3)) dağılımından üretilen veri seti kullandık. Bu değişkenler arasındaki bağımlılık yapısı için Arşimedyan copula kullandık. Bununla bağlantılı olarak, copulanın temel özellikleri tanıtıldı ve nonparametrik Kendall Tau ve Spearman Rho verildi. Bu çalışmada bu değişkenler arasındaki bağımlılık yapısını açıklamak için beş Arşimedyan copula ailesi seçildi; Gumbel, Clayton, Frank Joe ve Ali Mikhail Haq. Devamında Kendall tau yardımıyla bu copulaların parametrelerinin nonparametrik tahmini elde edildi. Kendall dağılım fonksiyonu değerleri ile veri seti için uygun arşimedyan copula bulundu.

Anahtar Kelimeler: Archimedean copula, copula fonksiyonu, kendall dağılım fonksiyonu, kendall tau

¹ Bitlis Eren Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik, Bitlis, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Ayşe Metin KARAKAŞ, aysekarakas5767@gmail.com

INTRODUCTION

Copulas were first introduced as a part of metric spaces theory. The important features and applications of copulas have been progressing during recent years. (Sklar, 1959) introduced the general notions of a copula (Schweitzer and Wolff, 1981). A copula function links to univariate marginal to their multivariate distribution. Using Copula function, we model connection between random variables. Copula function is analyzing the dependence structure and it provides degree of dependence structure. Copula is continuous transformation and invariant under increasing. Copulas can use for modeling dependence in several applied fields such as econometric, finance and actuarial studies. Archimedean

copula definitions us to minimize the work of multivariate copula to a only univariate function. In this article explores for Gumbel, Clayton and Frank calculated Kendall Distribution function and to the extent that applications have been made. We made $K(u)$ function calculation for Ali Mikhail Haq and Joe and in relation with that simulation study. Throughout the paper we work bivariate Archimedean copulas; Clayton, Gumbel and Frank, Joe and Ali Mikhail Haq.

MATERIAL AND METHOD

2.1 Copula

The copula is defined as a $C : [0,1]^2 \rightarrow [0,1]$ that ensures the limiting conditions

$$\checkmark C(u, 0) = C(0, u) = 0 \text{ and } C(u, 1) = C(1, u) = u, \forall u \in [0, 1].$$

$$\checkmark (u_1, u_2, v_1, v_2) \in [0, 1]^4, \text{ such that } u_1 \leq u_2, v_1 \leq v_2$$

$$C(u_2, v_2) - C(u_2, v_1) - C(u_1, v_2) + C(u_1, v_1) \geq 0.$$

Ultimately, twice differentiable and 2-increasing property can be replaced by the condition;

$$c(u, v) = \frac{\partial^2 C(u, v)}{\partial u \partial v} \geq 0. \quad (1)$$

$c(u, v)$ is density of the copula. In the following, for n -uniform random U_1, U_2, \dots, U_n variables, the joint distribution function C is described;

$$C(u_1, u_2, \dots, u_n, q) = P(U_1 \leq u_1, U_2 \leq u_2, \dots, U_n \leq u_n, \dots, q). \quad (2)$$

Here θ is dependence parameter (Sklar, 1959; Schweitzer and Wolff, 1981; Genest and Mackay,

1986; Frees and Valdes, 1998; Cherubini and Luciano, 2001; Genest and Favre, 2006; Genest et al., 2009).

2.2 Sklar Theorem

Let X and Y be random variables with continuous distribution functions F_X and F_Y , with $F_X(X)$ and $F_Y(Y)$ are uniformly distributed on the space $[0,1]$. At this case, there is a copula so for all $x, y \in R$,

$$F_{XY}(X, Y) = C(F_X(X), F_Y(Y)) \quad (3)$$

The copula C for (X, Y) is the joint distribution function for the pair $F_X(X), F_Y(Y)$ ensured F_X, F_Y continuous (Sklar, 1959; Schweitzer and Wolff, 1981; Genest and Mackay, 1986; Frees and Valdes, 1998; Cherubini and Luciano, 2001; Genest and Favre, 2006; Genest et al., 2009).

2.3 Archimedean Copula

Let ϕ define a function, $\phi: [0,1] \rightarrow [0,\infty]$, that is continuous and this function is supplies:

$$\checkmark \phi(1) = 0, \phi(0) = \infty.$$

\checkmark For all $t \in (0,1)$, $\phi'(t) < 0$, ϕ is decreasing, for all $t \in (0,1)$ $\phi''(t) \geq 0$, ϕ is convex.

ϕ has an inverse $\phi^{-1}: [0,\infty] \rightarrow [0,1]$, that is to say this equation has the similar properties out of $\phi^{(-1)}(0) = 1$ and $\phi^{(-1)}(\infty) = 0$. The Archimedean copula is shown by

$$C(u, v) = \phi^{(-1)}[\phi(u) + \phi(v)]. \quad (4)$$

(Schweitzer and Wolff, 1981; Cherubini and Luciano, 2001; Genest and Favre, 2006; Genest et al., 2009)

2.4 Gumbel Copula

The Archimedean copula is defined with the help of generator function $\phi(t) = (-\ln t)^\theta, \theta \geq 1$;

$$C_\theta(u, v) = \exp\left(-[(-\ln u)^\theta + (-\ln v)^\theta]^{1/\theta}\right); 0 \leq u, v \leq 1 \quad (5)$$

θ is the copula parameter restricted to .

2.5 Clayton Copula

The Archimedean copula is defined with the help of generator function $\phi(t) = \frac{t^{-\theta} - 1}{\theta}, \theta \in [1, \infty) \setminus \{0\}$

$$C_q(u, v) = (u^{-\theta} + v^{-\theta} - 1)^{1/\theta} \quad (6)$$

θ is the copula parameter restricted to $(0, \infty)$.

2.6 Frank Copula

The Archimedean copula is defined with the help of generator function; $\phi(t) = -\ln \frac{e^{-\theta t} - 1}{e^{-\theta} - 1}$, $\theta \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$;

$$C_{\theta}(u, v) = -\frac{1}{\theta} \ln \left(1 + \frac{(e^{-\theta u} - 1)(e^{-\theta v} - 1)}{(e^{-\theta} - 1)} \right) \quad (7)$$

θ is the copula parameter restricted to $(0, \infty)$.

2.7 Ali Mikhail Haq Copula

The Archimedean copula is defined with the help of generator function; $\varphi(t) = \ln [1 - \theta(1-t)] / t$

$$C_{\theta}(u, v) = \frac{uv}{1 - \theta(1-u)(1-v)} \quad (8)$$

θ is the copula parameter restricted to $[-1, \infty]$

2.8 Joe Copula

The Archimedean copula is defined with the help of generator function; $\varphi(t) = -\ln [1 - (1-t)^{\theta}]$

$$C_{\theta}(u, v) = 1 - \left[(1-u)^{\theta} + (1-v)^{\theta} - ((1-u)^{\theta} (1-v)^{\theta}) \right]^{1/\theta} \quad (9)$$

θ is the copula parameter restricted to $[1, \infty]$.

2.9 The Nonparametric Estimation

The Archimedean Copula submits each copula has statement that connects its parameters to associated Kendal Tau and Spearman Rho. In this study only the relationships contain Kendal Tau that is given in table.

Table 1. The link between Archimedean copulas and Kendall Tau

| Family | Range of θ | t |
|-----------------|--------------------------------|---|
| Gumbel | $\theta \in [1, \infty)$ | $\frac{\theta - 1}{\theta}$ |
| Clayton | $\theta \in [0, \infty)$ | $\frac{\theta}{\theta + 2}$ |
| Frank | $\theta \in (-\infty, \infty)$ | $1 - \frac{4}{\theta} [1 - D_1(\theta)]$ |
| Ali Mikhail Haq | $\theta \in [-1, 1]$ | $\frac{3\theta - 2}{3\theta} - \frac{2(1-\theta)^2 \ln(1-\theta)}{3\theta^2}$ |
| Joe | $\theta \in [1, \infty)$ | $1 + \frac{4}{\theta} D_J(\theta)$ |

Here D is debye functions. $D_J(\theta) = \int_{t=0}^1 \frac{[\ln(1-t^\theta)](1-t^\theta)}{t^{\theta-1}} dt$.

2.10 Kendall Distribution Function and Properties

In the past, it proposed a nonparametric method for forecasting the dependence function of a double of random variables for Archimedean copula (Genest and Rivest, 1993). The state of emphasizing a probability model for independent observations $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ from a bivariate non Gaussian distribution function $H(X, Y)$ might be reduced by denoted H and its marginal of F_X and F_Y , its related dependence function C . C is the association copula with generator φ and Kendall Distribution function the function given by

$$K(u) = \Pr\{C(U_1, \dots, U_n) \leq u\} \quad (10)$$

(Genest and Rivest, 1993) gives that if C is Archimedean copula, forecast of Archimedean copula is singly defined by function on the space $(0, 1)$;

$$K(u) = u - \frac{\phi(u)}{\phi'(u)} \quad (11)$$

a nonparametric estimation of K is shown by

$$K_n(u) = \sum_{j=1}^n I\{U_j \leq u\} / n + 1 \quad (12)$$

To define the generator function ϕ , we show the paces; to forecast Kendall Tau value utilizing the non-parametric estimation and nonparametric forecast of K . For $K_n(u)$ nonparametric estimation of $K(u)$

i) The nonparametric forecast of Archimedean copula Kendall Tau correlation coefficient using

ii) Define the pseudo-observations $U_i = F_n(X_i, Y_i) = \sum_{j=1}^n I[\{X_j \leq X_i, Y_j \leq Y_i\}] / n + 1, i=1, 2, \dots, n$

$$K_n(u) = \frac{(U_i \leq u)}{n + 1} = \frac{\text{number of } U_i \leq u}{n + 1} \quad (13)$$

iii) Form a parametric estimation of K

$$K(u) = u - \frac{\phi(u)}{\phi'(u)} \quad (14)$$

iv) The election of Archimedean copula that is suitable for the data may be done by minimum a range

$$\int [K_{\phi_n}(u) - K_n(u)]^2 dK_n(u) \quad (15)$$

(Schweitzer and Wolff, 1981; Frees and Valdes, 1998; Cherubini and Luciano, 2001; Genest et al., 2009).

$$f(x; k, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma} \left(1 + k \frac{(x - \mu)}{\sigma} \right)^{-1-1/k} \quad (16)$$

where, $k \neq 0$ is shape parameter, $\mu \in (-\infty, \infty)$ is state parameter, $\sigma \in (0, \infty)$ is scale parameter. The cumulative distribution functions of the generalized Pareto distribution;

Table 2. Kendall Distribution functions of Archimedean copulas

| Family | Generator $\phi(u)$ | Generator first derivative $\phi'(u)$ | The distribution function $K(u) = u - \frac{\phi(u)}{\phi'(u)}$ |
|-----------------|--|---|---|
| Gumbel | $(-\ln(u))^\theta$ | $-\theta(\ln u)^{\theta-1} \frac{1}{u}$ | $u - \frac{(u \ln u)}{\theta}$ |
| Clayton | $u^{-\theta} - 1$ | $-\theta u^{-\theta-1}$ | $u - \frac{(u^{\theta+1} - u)}{\theta}$ |
| Frank | $-\ln\left(\frac{e^{-\theta u} - 1}{e^{-\theta} - 1}\right)$ | $\frac{\theta}{1 - e^{-\theta u}}$ | $u - \frac{\ln\left(\frac{e^{-\theta u} - 1}{e^{-\theta} - 1}\right)}{\theta} (e^{-\theta u} - 1)$ |
| Ali Mikhail Haq | $\ln[1 - \theta(1 - u)]/u$ | $\frac{\theta u - \ln[1 - \theta(1 - u)][1 - \theta(1 - u)]}{u^2[1 - \theta(1 - u)]}$ | $u - \frac{\ln[1 - \theta(1 - u)]u[1 - \theta(1 - u)]}{\theta u - \ln[1 - \theta(1 - u)][1 - \theta(1 - u)]}$ |
| Joe | $-\ln[1 - (1 - t)^\theta]$ | $\left[\frac{\theta(1 - t)^{\theta-1}}{[1 + (1 - t)^\theta]} \right]$ | $t - \frac{\ln[1 - (1 - t)^\theta][1 - (1 - t)^\theta]}{\theta(1 - t)^{\theta-1}}$ |

2.11 Generalized Pareto Distribution

The probability density function of the generalized Pareto distribution is shown;

$$F_{(k,m,s)}(x) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \frac{k(x - m)}{s}\right)^{-1-1/k} & \text{for } k \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{x - m}{s}\right) & \text{for } k = 0 \end{cases} \quad (17)$$

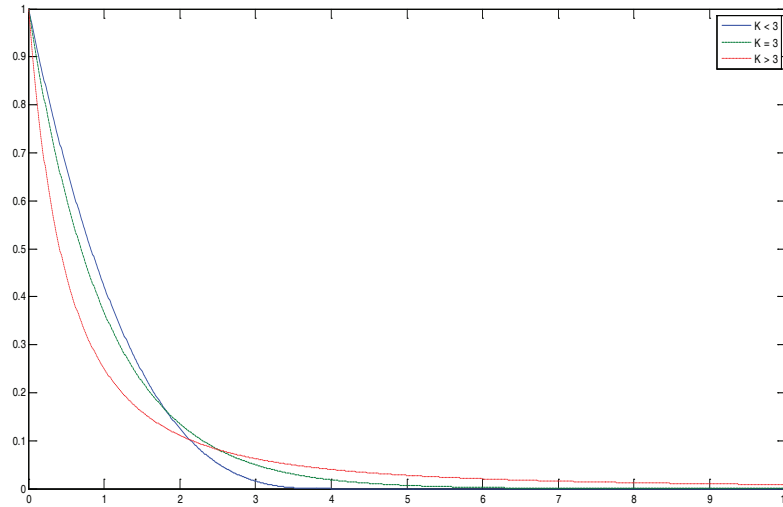


Figure 1. Change chart for k ($k=3, k<3$ and $k>3$) shape parameter of the generalized Pareto distribution

RESULTS AND DISCUSSION

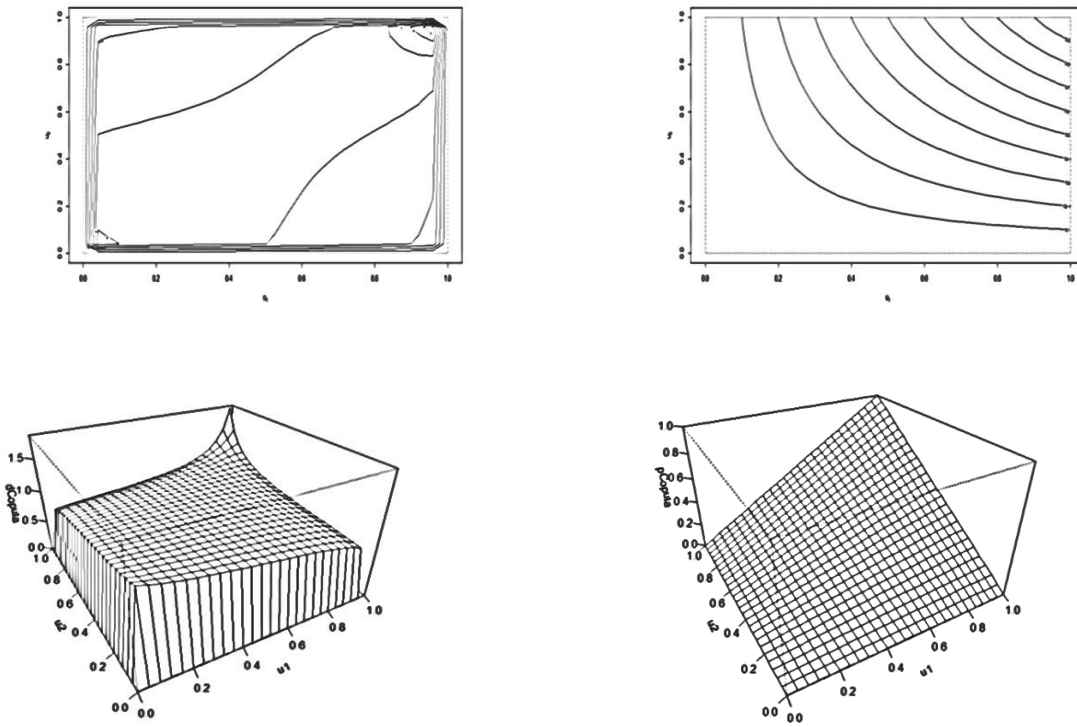
The first section is the method that has been proposed by given (Genest and Rivest, 1993). In this section, out of Pearson correlation coefficient, another one measures of dependence denominated correlation. it is based on Kendall Tau that has been nonparametric measures of dependence. We have seen that the doubled correlations are all positive. Namely, Kendall Tau value is positive. This study consists of estimation of Archimedean copula. (Genest and Mackay, 1986) simplified method and leads to guess the parameters of Archimedean copula that focuses on Kendall Tau value. This study, up to now, in previous studies, in the

literature it is common that for Gumbel, Clayton and Frank calculated Kendall Distribution function and to the extent that applications have been made. We made Kendall Distribution function calculation for Ali Mikhail Haq and Joe and in relation with that simulation study. In this simulation study, we generated dependent gamma distribution $X \sim Gp(3,3,3)$ and $Y \sim Gp(3,3,3)$. Here $n=400$ data were used. We calculated Kendall Tau value in such that 0.074 for (X, Y) . Using this, that is shown the parameters of copulas obtained and consequences are given table 3.

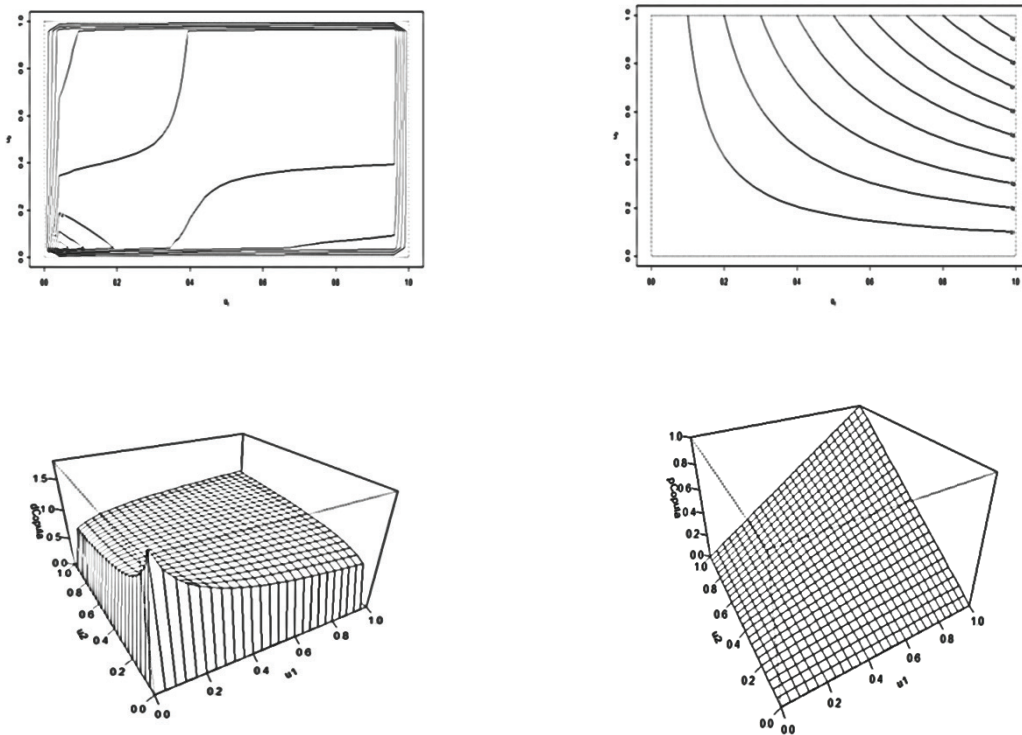
Table 3. Nonparametric estimation of Archimedean copula

| Dependency parameter | Gumbel | Clayton | Frank | Ali Mikhail Haq | Joe |
|----------------------|----------|-----------|-----------|-----------------|----------|
| $\hat{\theta}$ | 1.079914 | 0.1598272 | 0.6689712 | 0.3061617 | 2.139303 |

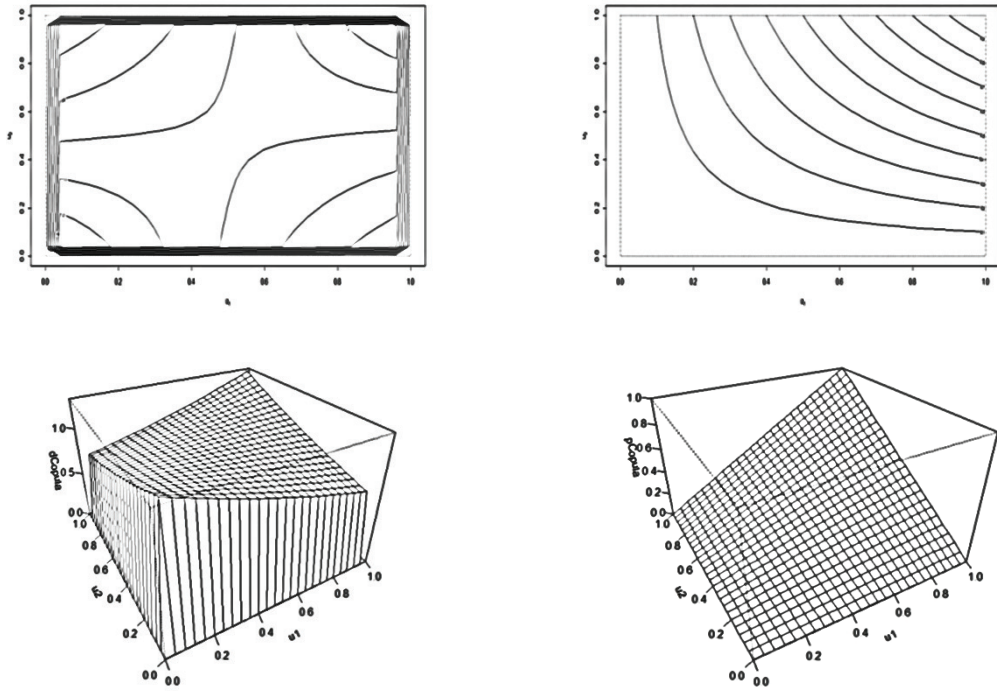
The following figures are obtained by using the values in table 3.



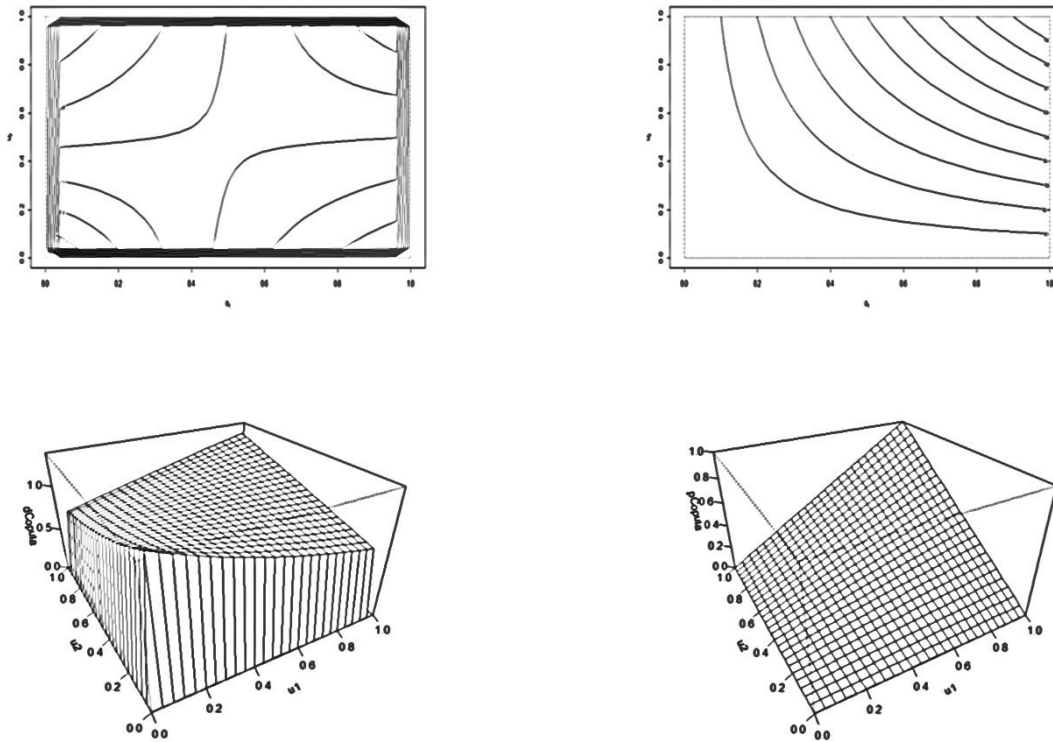
Figures 2. For Gumbel Copula $\theta = 1.079914$, respectively two and three dimensional density and pobability function.



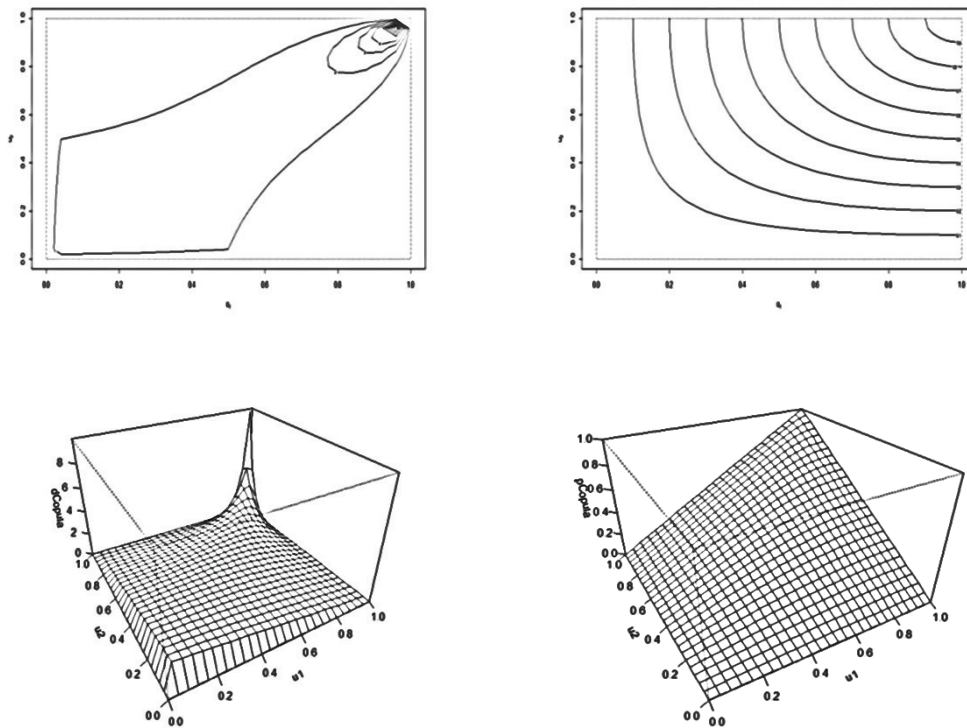
Figures 3. For Clayton Copula $\theta = 0.1598272$, respectively two and three dimensional density and probability function



Figures 4. For Frank Copula $\theta = 0,6689712$, respectively two and three dimensional density and probability function



Figures 5. For Ali Mikhail Haq Copula $\theta = 0.3061617$, respectively two and three dimensional density and probability function



Figures 6. For Joe Copula $\theta = 2.139303$, respectively two and three dimensional density and probability function.

Finally, this study consists of forming a fit copula to the data. The consequences of estimations are given table 4.

Table 4. Fitting a suitable copula the data

| pairs | Gumbel | Clayton | Frank | Ali Mikhail Haq | Joe |
|----------|------------|-----------|------------|-----------------|------------|
| (X, Y) | 0.00077860 | 0.0000010 | 0.00343404 | 0.00069857 | 0.00082700 |

CONCLUSION

In our paper, we modeled the dependence structure between $X \sim Gp(3,3,3)$ and $Y \sim Gp(3,3,3)$. utilizing Archimedean copula. According to table 4, $K_n(u)$ the nonparametric estimation of is obtained by utilizing pseudo-observations, and utilizing table 2, for Gumbel, Clayton, Frank, Ali Mikhail Haq and Joe respectively $K_G(u)$, $K_C(u)$, $K_F(u)$, $K_{AMH}(u)$ and $K_J(u)$ values calculated. In table 4 $K_n(u)$ value compared Consequently, using the square distance measure, with 0.0000010 value, Clayton copula shows better suitability than Gumbel, Frank, Ali Mikhail Haq and Joe.

REFERENCES

- Cherubini U, Luciano E, 2001. Value-at-risk trade-off and capital allocation with copulas. *Economic Notes*, 30: 235–256.
- Frees EW, Valdez EA, 1998. Understanding relationships using copulas. *North American Actuarial Journal*, 2: 1-25.
- Genest C, Favre AC, 2006. Everything you always wanted to know about copula modelling but were afraid to ask. *Journal of Hydrologic Engineering*, 12: 347-368.
- Genest C, Gendron M, Boudeau-Brien M, 2009. The advent of copulas in finance. *The European Journal of Finance*, 15: 609-618.
- Genest C, MacKay J, 1986. The joy of copulas: bivariate distributions with uniform marginal. *The American Statistician*, 40: 280-283.
- Genest C, Rivest LP, 1993. Statistical inference procedures for bivariate archimedean copulas. *Journal of the American Statistical Association*, 88: 1034-1043.
- Malevergne Y, Sornette D, 2003. Testing the gaussian copula hypothesis for financial assets dependences. *Quantitative Finance*, 3: 231-250.
- Metin A, Çalđk S, 2012. Copula function and application with economic data. *Turkish Journal of Science and Technology*, 7: 199-204.
- Naifar N, 2010. Modeling dependence structure with archimedean copulas and applications to the iTraxx CDS index. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 235: 2459-2466
- Nelsen R, 1999. *An Introduction to Copulas*. Springer-Verlag, New York, USA. 272p.
- Rosenberg J, Schuermann T, 2006. A general approach to integrated risk management with Skewed, Fat-tailed Risks. *Journal of Financial Economics*, 79: 569-614.
- Schweitzer B, Wolff EF, 1981. On nonparametric measures of dependence for random variables. *Annals of Statistics*, 9: 879-885.
- Shih JH, Louis TA, 1995. Inferences on the association parameter in copula models for bivariate survival data. *Biometrics*, 51: 1384-1399.
- Sklar A, 1959. Fonctions de repartition a n dimensions et leurs marges. *Publications de l'Institut de Statistique de l'University de Paris*, 8: 229-231.

An Application of Nabla Operator for the Radial Schrödinger Equation

Reşat YILMAZER¹

ABSTRACT: The aim of this present study is to obtain the discrete fractional solutions of the radial Schrödinger equation by applying the nabla discrete fractional calculus (DFC) operator.

Keywords: Fractional calculus, discrete fractional calculus, nabla operator, radial Schrödinger equation



Radyal Schrödinger Denklemi İçin Nabla Operatörünün Bir Uygulaması

ÖZET: Bu çalışmanın amacı, nabla ayrık kesirli hesap operatörünün uygulanmasıyla radyal Schrödinger denkleminin ayrık kesirli çözümlerini elde etmektir.

Anahtar Kelimeler: Kesirli hesap, ayrık kesirli hesap, nabla operatörü, radyal Schrödinger denklemi

¹ Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik, Elazığ, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Reşat YILMAZER, rstyilmazer@gmail.com

INTRODUCTION

Two basic concepts of the ordinary calculus are derivative and integral operators and similarly, two basic concepts of the discrete calculus are sum and difference operators in mathematics. In the fractional calculus, orders of derivative and integral operators consist of arbitrary numbers and similarly, orders of sum and difference operators consist of arbitrary numbers in the discrete fractional calculus (DFC). Kuttner defined the difference operator with reel order in 1956 (Kuttner, 1957). In 1974, Diaz and Osler studied on differences of fractional order (Diaz and Osler, 1974). Gray and Zhang developed a new concept for the fractional difference (Gray and Zhang, 1988). Miller and Ross introduced sum and difference operators with fractional order in 1989 (Miller and Ross, 1989). Thus, many scientific studies take part in literature related to fractional calculus and DFC at the present time.

Nabla DFC operator which is the basic subject of our paper has an important position in the DFC theory. Atici and Eloe mentioned the nabla derivative and, new identities of the gamma function were developed (Atici

and Eloe, 2009). And, two definitions were defined for nabla discrete fractional sum operators (Abdeljawad and Atici, 2012). Nabla discrete Sumudu transform of Taylor monomials, fractional sums, and differences were studied and, this transform was used to obtain the solutions of some fractional difference equations with initial value problems (Jarad et al., 2012). Inc and Yilmazer exhibited some particular solutions of the Chebyshev's equations via nabla DFC operator (Inc and Yilmazer, 2016). Sufficient conditions on global existence and uniqueness of solutions of nonlinear fractional nabla difference systems were introduced and, the dependence of solutions on initial conditions and parameters was studied (Jonnalagadda, 2015). A nabla DFC method was used to solve the confluent hypergeometric equation (Inc et al., 2016). A study related to DFC operator was presented for the vibration equations (Ozturk, 2016).

In our present paper, we used nabla DFC operator for the radial Schrödinger equation and, we obtained the solutions both as fractional forms and as hypergeometric forms.

MATERIALS AND METHODS

Definition 2.1. (Yilmazer and Ozturk, 2012) Fractional derivative and fractional integral definitions of Riemann-Liouville are as follows:

$${}_a D_{\tau}^{\omega} \psi(\tau) = [\psi(\tau)]_{\omega} = \frac{1}{\Gamma(k - \omega)} \frac{d^k}{d\tau^k} \int_a^{\tau} \frac{\psi(\rho)}{(\tau - \rho)^{\omega+1-k}} d\rho, \quad (1)$$

$$(k - 1 \leq \omega < k, k \in \mathbb{N}),$$

and,

$${}_a D_{\tau}^{-\omega} \psi(\tau) = [\psi(\tau)]_{-\omega} = \frac{1}{\Gamma(\omega)} \int_a^{\tau} \frac{\psi(\rho)}{(\tau - \rho)^{1-\omega}} d\rho \quad (\tau > a, \omega > 0). \quad (2)$$

Lemma 2.1. When $\psi(z)$ and $\phi(z)$ are analytic and single-valued functions, linearity rule is

$$[a\psi(z) + b\phi(z)]_{\omega} = a\psi_{\omega}(z) + b\phi_{\omega}(z) \quad (\omega \in \mathbb{R}, z \in \mathbb{C}), \quad (3)$$

where a and b are constants (Ozturk and Yilmazer, 2016).

Lemma 2.2. If $\psi(z)$ is an analytic and single-valued function, index rule is

$$[\psi_\nu(z)]_\omega = \psi_{\nu+\omega}(z) = [\psi_\omega(z)]_\nu \quad (\nu, \omega \in \mathbb{R}, z \in \mathbb{C}), \quad (4)$$

where $\left| \frac{\Gamma(\nu+\omega+1)}{\Gamma(\nu+1)\Gamma(\omega+1)} \right| < \infty$ (Yilmazer and Ozturk, 2013).

Lemma 2.3. When $\psi(z)$ and $\phi(z)$ are analytic and single-valued functions, generalized Leibniz rule is

$$[\psi(z)\phi(z)]_\omega = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\Gamma(\omega+1)}{\Gamma(\omega-k+1)\Gamma(k+1)} \psi_{\omega-k}(z)\phi_k(z) \quad (\omega \in \mathbb{R}, z \in \mathbb{C}), \quad (5)$$

where $\left| \frac{\Gamma(\omega+1)}{\Gamma(\omega-k+1)\Gamma(k+1)} \right| < \infty$ (Yilmazer and Ozturk, 2012).

Property 2.1. In the fractional calculus, the following properties are available:

$$(e^{az})_\omega = a^\omega e^{az} \quad (\omega \in \mathbb{R}, z \in \mathbb{C}), \quad (6)$$

$$(e^{-az})_\omega = e^{-i\pi\omega} a^\omega e^{-az} \quad (\omega \in \mathbb{R}, z \in \mathbb{C}), \quad (7)$$

$$(z^a)_\omega = e^{-i\pi\omega} \frac{\Gamma(\omega-a)}{\Gamma(-a)} z^{a-\omega} \quad \left(\omega \in \mathbb{R}, z \in \mathbb{C}, \left| \frac{\Gamma(\omega-a)}{\Gamma(-a)} \right| < \infty \right), \quad (8)$$

$$\Gamma(\omega-k) = (-1)^k \frac{\Gamma(\omega)\Gamma(1-\omega)}{\Gamma(k+1-\omega)} \quad (\omega \in \mathbb{R}, k \in \mathbb{Z}_0^+), \quad (9)$$

where λ ($\lambda \neq 0$) is a constant (Ozturk and Yilmazer, 2016).

Definition 2.2. The rising factorial power $\omega^{\bar{k}}$ is given by

$$\tau^{\bar{k}} = \tau(\tau+1)(\tau+2) \dots (\tau+k-1) \quad (k \in \mathbb{N}, \tau^{\bar{0}} = 1). \quad (10)$$

And, “ τ to the ω rising” is also defined by

$$\tau^{\bar{\omega}} = \frac{\Gamma(\tau + \omega)}{\Gamma(\tau)} \quad (\omega \in \mathbb{R}, \tau \in \mathbb{R} \setminus \{\dots, -2, -1, 0\}, 0^{\bar{\omega}} = 0). \quad (11)$$

Thus, the following equality is available:

$$\nabla(\tau^{\bar{\omega}}) = \omega \tau^{\bar{\omega}-1}, \quad (12)$$

where $\nabla\psi(\tau) = \psi(\tau) - \psi(\tau - 1)$ (Inc et al., 2016).

Definition 2.3. Let $\omega \in \mathbb{R}^+$ such that $0 < k - 1 \leq \omega < k$ ($k \in \mathbb{Z}$).

The ω -th order fractional sum of ψ is defined as follows:

$$\nabla_a^{-\omega}\psi(\tau) = \sum_{\rho=a}^{\tau} \frac{[\tau - \phi(\rho)]^{\bar{\omega}-1}}{\Gamma(\omega)} \psi(\rho) \quad (a \in \mathbb{R}), \quad (13)$$

where $\tau \in \mathbb{N}_a = \{a, a + 1, a + 2, \dots\}$, $\phi(\tau) = \tau - 1$, is backward jump operator of the time scale calculus.

The ω -th order fractional difference of ψ is given as follows:

$$\nabla_a^{\omega}\psi(\tau) = \nabla^k \nabla_a^{-(k-\omega)}\psi(\tau) = \nabla^k \sum_{\rho=a}^{\tau} \frac{[\tau - \phi(\rho)]^{k-\omega-1}}{\Gamma(k-\omega)} \psi(\rho), \quad (14)$$

where $\psi: \mathbb{N}_a \rightarrow \mathbb{R}$ (Atici and Acar, 2013).

Definition 2.4. (Ozturk, 2016) The shift operator E is

$$E^k\psi(\tau) = \psi(\tau + k) \quad (k \in \mathbb{N}). \quad (15)$$

Theorem 2.1. When $\omega, \nu > 0$ and a, b are scalars, then,

$$\nabla^{-\omega} \nabla^{-\nu} \psi(\tau) = \nabla^{-(\omega+\nu)} \psi(\tau) = \nabla^{-\nu} \nabla^{-\omega} \psi(\tau), \quad (16)$$

$$\nabla^\omega [a\psi(\tau) + b\phi(\tau)] = a\nabla^\omega \psi(\tau) + b\nabla^\omega \phi(\tau), \quad (17)$$

$$\nabla \nabla^{-\omega} \psi(\tau) = \nabla^{-(\omega-1)} \psi(\tau), \quad (18)$$

$$\nabla^{-\omega} \nabla \psi(\tau) = \nabla^{1-\omega} \psi(\tau) - \binom{\tau + \omega - 2}{\tau - 1} \psi(0), \quad (19)$$

where $\psi, \phi: \mathbb{N}_0 \rightarrow \mathbb{R}$ (Inc and Yilmazer, 2016).

Lemma 2.4. (Inc et al., 2016) For $\forall \tau \in \mathbb{N}_a$, , power rule is given by

$$\nabla_a^{-\omega} (\tau - a + 1)^{\bar{\nu}} = \frac{\Gamma(\nu + 1)}{\Gamma(\omega + \nu + 1)} (\tau - a + 1)^{\overline{\omega + \nu}} \quad (\omega, \nu \in \mathbb{R}, \omega > 0). \quad (20)$$

Lemma 2.5. The following equality is available:

$$\nabla_{a+1}^{-\omega} \nabla \psi(\tau) = \nabla \nabla_a^{-\omega} \psi(\tau) - \frac{(\tau - a + 1)^{\overline{\omega-1}}}{\Gamma(\omega)} \psi(a) \quad (\omega > 0), \quad (21)$$

where $\psi: \mathbb{N}_a \rightarrow \mathbb{R}$ (Atici and Acar, 2013).

Lemma 2.6. In DFC, Leibniz rule is as follows:

$$\nabla_0^\omega (\psi\phi)(\tau) = \sum_{k=0}^{\tau} \binom{\omega}{k} [\nabla_0^{\omega-k} \psi(\tau - k)] [\nabla^k \phi(\tau)], \quad (\omega > 0, \tau \in \mathbb{Z}^+), \quad (22)$$

where $\psi, \phi: \mathbb{N}_0 \rightarrow \mathbb{R}$ (Ozturk, 2016).

MAIN RESULTS

In the β - dimensional space, the radial equation of the fractional Schrödinger equation is

$$F''(x) + \frac{\beta - 1}{x} F'(x) + \left[\frac{2m}{\hbar^2} \left(E + e^2 \frac{\delta_a}{x^{a-2}} \right) - \frac{\ell(\ell - \beta - 2)}{x^2} \right] F(x) = 0, \quad (23)$$

where $1 \leq \beta \leq 3$, $0 \leq x \leq \infty$, and δ_a is defined by

$$\delta_a = \frac{\Gamma\left(\frac{a}{2}\right)}{2\pi^{a/2}(a-2)b_0} \quad (a > 2).$$

For “Eq. 23.”, we use the following equalities:

$$F(x) = x^\ell e^{-\delta x} \psi(x) \quad (\delta^2 = -2mE/\hbar^2),$$

and,

$$z = 2\delta x, \quad c = \frac{me^2\delta_a}{\hbar^2}.$$

And then, we have

$$z \frac{d^2\psi}{dz^2} + (\mu - z) \frac{d\psi}{dz} + \left(v z^{3-a} - \frac{\mu}{2} \right) \psi(z) = 0 \quad (z \in \mathbb{C}, z \neq 0), \quad (24)$$

where $\mu = 2\ell + \beta - 1$, $v = \frac{c}{2^{3-a}\delta^{4-a}}$ (Yilmazer and Ozturk, 2013).

Hereafter, we can apply the nabla DFC operator to “Eq. 24.” by means of the following theorem.

Theorem 3.1. Let $a=2$ in “Eq. 24.”. Thus, we write

$$z \frac{d^2\psi}{dz^2} + (\mu - z) \frac{d\psi}{dz} + \left(v z - \frac{\mu}{2} \right) \psi(z) = 0. \quad (25)$$

The discrete fractional solutions of “Eq. 25.” are given by

$$\psi^I = AZ^{1-\mu}e^{(1-\sqrt{1-4v})z/2} [z^{-(\xi+2-\mu)}e^{\sqrt{1-4v}z}]_{-(1+E^{-1}\xi)}, \tag{26}$$

$$\psi^{II} = BZ^{1-\mu}e^{(1+\sqrt{1-4v})z/2} [z^{-(\xi+2-\mu)}e^{-\sqrt{1-4v}z}]_{-(1+E^{-1}\xi)}, \tag{27}$$

where $\psi \in \{\psi: 0 \neq |\psi_\omega| < \infty; \omega \in \mathbb{R}\}$, A, B, μ and v are constants.

Proof. At first, we choose $\psi = z^\alpha \varphi$ ($\varphi = \varphi(z)$) for “Eq. 25.”, and then, we have

$$z\varphi_2 + (2\alpha + \mu - z)\varphi_1 + \left[\alpha(\alpha + \mu - 1)z^{-1} - \left(\alpha + \frac{\mu}{2}\right) + vz\right]\varphi = 0. \tag{28}$$

If we get $\alpha(\alpha + \mu - 1) = 0$ in “Eq. 28.”, so $\alpha = 0$ or $\alpha = 1 - \mu$. When $\alpha = 0$, we obtain “Eq. 25.” from “Eq. 28.”. So, we use $\alpha = 1 - \mu$ for “Eq. 28.”, and

$$z\varphi_2 + (2 - \mu - z)\varphi_1 + \left(\frac{\mu}{2} - 1 + vz\right)\varphi = 0. \tag{29}$$

Now, we get $\varphi = e^{\eta z} f$ ($f = f(z)$) for “Eq. 28.”, and so,

$$zf_2 + [2 - \mu + (2\eta - 1)z]f_1 + \left[\eta(2 - \mu) + \frac{\mu}{2} - 1 + (\eta^2 - \eta + v)z\right]f = 0. \tag{30}$$

If $\eta^2 - \eta + v = 0$ in “Eq. 30.”, thus, $\eta = \frac{1 \pm \sqrt{1-4v}}{2}$ and, we obtain

$$zf_2 + [2 - \mu - \sqrt{1 - 4v}z]f_1 + \left[\sqrt{1 - 4v}\left(\frac{\mu}{2} - 1\right)\right]f = 0. \tag{31}$$

where $\eta = \frac{1 - \sqrt{1-4v}}{2}$. Hereafter, we can use the nabla (∇^ω) DFC operator to “Eq. 31.”, and we have

$$zf_{2+\omega} + [\omega E + 2 - \mu - \sqrt{1-4vz}]f_{1+\omega} - \sqrt{1-4v} \left(\omega E - \frac{\mu}{2} + 1 \right) f_{\omega} = 0. \quad (32)$$

For $\omega E - \frac{\mu}{2} + 1 = 0$ in “Eq. 32.”, $\omega = E^{-1}\xi$ ($\xi = \frac{\mu}{2} - 1$), and “Eq. 32.” is be written as

$$zf_{2+E^{-1}\xi} + [\xi + 2 - \mu - \sqrt{1-4vz}]f_{1+E^{-1}\xi} = 0. \quad (33)$$

Now, we suppose that $f_{1+E^{-1}\xi} = g = g(z)$ ($f = g_{-(1+E^{-1}\xi)}$) for “Eq. 33.”. Therefore,

$$g_1 + [(\xi + 2 - \mu)z^{-1} - \sqrt{1-4v}]g = 0, \quad (34)$$

and,

$$g = Az^{-(\xi+2-\mu)}e^{\sqrt{1-4v}z}, \quad (35)$$

where A is a constant. After all, we obtain “Eq. 26.” by means of backwards processes.

By means of the similar steps, we have “Eq. 26.” for $\eta = \frac{1+\sqrt{1-4v}}{2}$ in “Eq. 31.”.

Theorem 3.2. Let ${}_2\varphi_0$ be Gauss hypergeometric function. “Eq. 26.” is written as the following hypergeometric form:

$$\psi(z) = z^{-(\xi+1)}e^{(1+\sqrt{1-4v})z/2} {}_2\varphi_0 \left[1 - E^{-1}\xi, \xi + 2 - \mu; \frac{1}{\sqrt{1-4vz}} \right], \quad (36)$$

where $\left| [z^{-(\xi+2-\mu)}]_k \right| < \infty$ ($k \in \mathbb{Z}^+ \cup \{0\}$) and $\left| \frac{1}{\sqrt{1-4vz}} \right| < 1$.

Proof. At first, if “Eq. 5.” is applied to “Eq. 26.”, we have

$$\begin{aligned} \psi(z) &= Az^{1-\mu}e^{(1-\sqrt{1-4v})z/2} \\ &\times \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\Gamma(-E^{-1}\xi)}{\Gamma(-E^{-1}\xi - k)k!} [z^{-(\xi+2-\mu)}]_k (e^{\sqrt{1-4v}z})_{-(1+E^{-1}\xi+k)}. \end{aligned} \quad (37)$$

By means of “Eq. 6.”, “Eq. 8.” and “Eq. 9.”, “Eq. 37.” is obtained as follows:

$$\psi(z) = A(\sqrt{1-4v})^{-(1+E^{-1}\xi)} z^{-(\xi+1)} e^{(1+\sqrt{1-4v})z/2} \times \sum_{k=0}^{\infty} (1-E^{-1}\xi)_k (\xi+2-\mu)_k \frac{1}{k!} \left(\frac{1}{\sqrt{1-4vz}}\right)^k. \tag{38}$$

At the end of, we have “Eq. 36.” for $1/A = (\sqrt{1-4v})^{-(1+E^{-1}\xi)}$ in “Eq. 38.”

Theorem 3.3. Let ${}_2\varphi_0$ be Gauss hypergeometric function. “Eq. 27.” is written as the following hypergeometric form:

$$\psi(z) = z^{-(\xi+1)} e^{(1+\sqrt{1-4v})z/2} {}_2\varphi_0 \left[1-E^{-1}\xi, \xi+2-\mu; \frac{-1}{\sqrt{1-4vz}} \right], \tag{39}$$

where $\left| [z^{-(\xi+2-\mu)}]_k \right| < \infty$ ($k \in \mathbb{Z}^+ \cup \{0\}$) and $\left| \frac{-1}{\sqrt{1-4vz}} \right| < 1$.

CONCLUSION

Our present paper is related to an application of nabla DFC operator for the radial Schrödinger equation. In this context, we obtained the successful results for

the fractional calculus studies under favour of discrete fractional solutions and hypergeometric forms. And, we will use this operator (*or, similar operators*) for the different equations in our future studies.

REFERENCES

Abdeljawad T, Atici FM, 2012. On the definitions of nabla fractional operators. *Abstr. Appl. Anal.*, 2012: 13p.

Atici FM, Acar N, 2013. Exponential functions of discrete fractional calculus. *Appl. Anal. Discrete Math.*, 7: 343-353.

Atici FM, Eloe PW, 2009. Discrete fractional calculus with the nabla operator. *Electron. J. Qual. Theory Differ. Equ.*, 3: 1-12.

Diaz JB, Osler TJ, 1974. Differences of fractional order. *Amer. Math. Soc.*, 28: 185-202.

Gray HL, Zhang N, 1988. On a new definition of the fractional difference. *Math. Comp.*, 50: 513-529.

Inc M, Yilmazer R, 2016. On some particular solutions of the Chebyshev’s equation by means of ∇^α discrete fractional calculus operator. *Progr. Fract. Differ. Appl.*, 2 (2): 123-129.

Jarad F, Kaymacalan B, Tas K, 2012. A new transform method in nabla discrete fractional calculus. *Adv. Difference Equ.*, 190, doi: 10.1186/1687-1847-2012-190.

Jonnalagadda JM, 2015. Analysis of nonlinear fractional nabla difference equations. *Int. J. Anal. Appl.*, 7 (1): 79-95.

Kuttner B, 1957. On differences of fractional order. *Proc. London Math. Soc.*, 3: 453-466.

- Miller KS, Ross B, 1989. Fractional difference calculus. Ellis Horwood Ser. Math. Appl., 139-152.
- Ozturk O, 2016. A study on nabla discrete fractional operator in mass-spring-damper system. New Trends Math. Sci., 4 (4): 137-144.
- Ozturk O, Yilmazer R, 2016. Solutions of the radial component of the fractional Schrödinger equation using N -fractional calculus operator. Differ. Equ. Dyn. Syst., doi: 10.1007/s12591-016-0308-8.
- Yilmazer R, Inc M, Tchier F, Baleanu D, 2016. Particular solutions of the confluent hypergeometric differential equation by using the nabla fractional calculus operator. Entropy, 18 (2): 49.
- Yilmazer R, Ozturk O, 2012. N -fractional calculus operator N^n method applied to a Gegenbauer differential equation. Cankaya Univ. J. Sci. Eng., 9 (1): 37-48.
- Yilmazer R, Ozturk O, 2013. Explicit solutions of singular differential equation by means of fractional calculus operators. Abstr. Appl. Anal., 2013: 6p.

Use the Geonet in Erosion Control Works and Slope Stabilizations – A Sample Study

Emre ÇOMAKLI¹, Yahya BULUT²

ABSTRACT: Especially in recent years, geosynthetic materials are called “miracle materials” because they provide both useful and alternative solutions in engineering applications worldwide and their use is expanding swiftly. The purpose of the current research was to determine the soil holding capacity of geonet which is one of the geosynthetic materials in order to ensure more effective glaxis stabilization in high sloping terrai*+ns. The Geonet product was tested and analyzed at a glaxis with a slope of 74% within the boundaries of the district of Çamlidere of the province of Ankara. In this study, The success statues of the issue of erosion and the use of geonet were tackled. According to the results of the study, soil erosion decreased four fold with the use of the geonet product. Moreover, it has been thought that these applications contributed to the visual quality positively.

Keywords: Erosion, geosynthetic, geonet, slope stabilization.

Erozyon Kontrolü Çalışmaları ve Şev Stabilizasyonlarında Geonet Kullanımı ve Örnek Bir Uygulama

ÖZET: Geosentetik malzemeler özellikle son yıllarda, bütün dünyada dış mekan mühendislik uygulamalarında alternatif çözümler sağladıklarından kullanımları hızla yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada yüksek eğimli arazilerde şev stabilizasyonunu daha etkin olarak sağlamak amacıyla geosentetik malzemelerden geonet’in toprağı tutma kapasitesinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ankara ili Çamlidere ilçesi sınırları içerisinde %74 eğimli bir şevde geonet ürünü denenerek araştırma yapılmıştır. Yapılan çalışmada geonet’in erozyon kontrolü konusunda başarı durumları incelenmiştir. Çalışma sonucuna göre geonet ürününün kullanımı ile toprak erozyonu 4 kat azaltılmıştır. Aynı zamanda bu uygulamaların görselliği olumlu etkilediği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Erozyon, geosentetik, geonet, şev stabilizasyonu.

¹ Atatürk Üniversitesi, Çevre Sorunları Araştırma Merkezi, Erzurum, Türkiye

² Atatürk Üniversitesi, Mimarlık Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Emre ÇOMAKLI, comakliemr@gmail.com

INTRODUCTION

Soil of many countries is exposed to severe erosion all over the world. According to various studies, approximately 24 billion tons of soil are lost due to erosion every year, and the number is increasing day by day. The loss of soil causes a major problem especially in dry zones and ensures the zones to face the risk of being a desert.

In the world, there are 110 countries which are about to become deserts because of erosion. The United Nations Environment Programme (UNEP) calculated that the cost of desertification is approximately 42 billion dollars per annum (Anonim 2013a).

As sources about erosion are analyzed, the continent where erosion occurs the most around the world is Asia Continent which also involves Turkey. Unless required precautions are taken, the severity of erosion will get higher and higher. Thus, the world will rapidly become a desert and the rural poverty will relatively increase (Anonim 2013b).

Loss of soil in Turkey is mostly because of erosion like in other parts of the world. Erosion caused by humankind's intervention in nature results in serious problems as well as natural erosion caused by lay, climate, flora, and features of soil. 73% of Turkey's land is exposed to erosion. It is known that the amount of soil wasted from the country surface due to various causes in a year is about 1.4 million tons. Lands of the country take organic substances and minerals away with them while being eroded and moved (Anonim 2013c).

Soil carried from the field by streams in Turkey is in seven-fold of USA, in seventeen-fold of Europe, and in twenty two-fold of Africa. The Euphrates River carries 108 million tons of soil and Yesilirmak carries 55 million tons of soil per year.

32 million tons of soil are accumulated in the Keban Dam, and 31 million tons of soil are

accumulated in the Karakaya Dam every year. 90 million tons of nutrient are lost as well as soil due to erosion per annum.

500 million tons of fertile topsoil from the cultivated area and 1.4 billion tons of fertile topsoil from all surface of the country are lost because of erosion every year.

The lost soils are equivalent to a terrain which is 25 cm-thick and about 400 thousand hectares-width (Anonim 2013c).

The loss of soil caused by erosion in Turkey is three out of 33 of erosion occurring in the world. In another word, while the amount of the lost soil caused by erosion per capita is 4 tons per annum, it is unfortunately 10 tons in Turkey (Dogan 2011).

The loss caused by wind and water is avoided with the erosion control. Geosynthetics enables violent planting in fields being exposed to erosion.

Various studies have been carried out in order to minimise the negative effects of erosion in Turkey, and successful results have been considerably obtained. Moreover, new techniques used for the erosion control in the world should be tested in Turkey.

MATERIALS AND METHOD

Materials

1- The search site

The search site is on the 30th km of the TEM highway between Ankara and Istanbul, 5 m inside of the path.

The research was done in a 900 square meter field next to the studies of avoidance of erosion already done by the General Directorate of Forestry (OGM) within the number 100 division boundaries of Camlıdere Department of Forestry Pecenek (Figure 1).

The search site is in the coordinates of 32° 23' 19.911" E 40° 26' 37.605"N.



Figure 1. The Satellite image of the search site

2-Research Materials

Geonet

They are products generally made of polyethylene and used for drainage purposes thanks

to their cavernous structures which make liquid transmission easy despite their resistance to some extent (Figure 2)(Table 1). It has been made up of a set of two polymer bars the gaps of which are about 6-30 mm. (Wasti 2007).

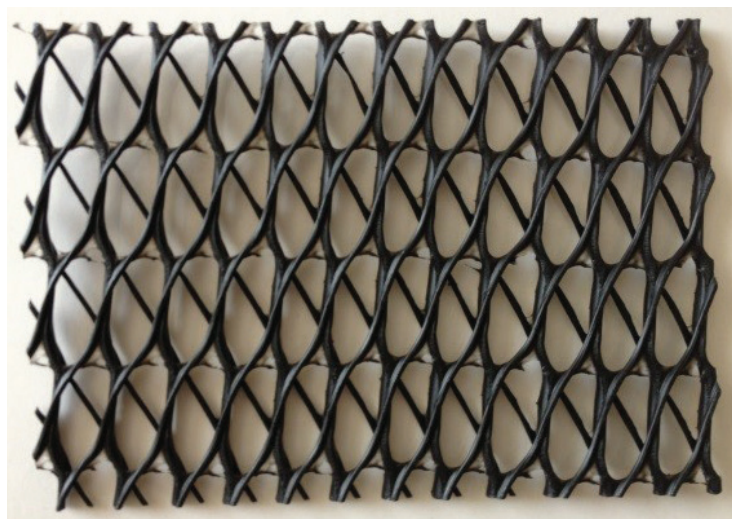


Figure 2. A sample of Geonet (Anonim 2013d)

The drainage of water leaking from surface and rock slopes, and the sub-drainage under soil embankments

can be used for the purpose of avoidance of erosion on inclined surfaces (Myles 2006).

Table 1. The features of Geonets

| Physical Features | Mechanical Features |
|--------------------------------------|------------------------------|
| - Intensity | - The Tensile Strength |
| - Unit Weight | - The Compressive Strength |
| - Strip Dimensions | - The Cutting Force Strength |
| - The interstrip Angle | -The Flow Rate |
| -The Size and Shape of the cavernous | |

3- The Structure of Land

It is stated that the apex of the slope chosen for the search site is 1132 m. and the lowest height is 1110 m.

The slope length in the site the inclination of which is about 74% is 30 m. The site has a high inclination, is lack of flora, and is prone to erosion (Figure 3).

**Figure 3.** The search site

4- The Features of Soil

The field involving the search site has the characteristics of the step zone. According to the result of the analysis made from the sample of soil extracted

from the search site, the texture of soil was stated as loamy clay, and the soil has a neutral character, is slightly lime-based, salt-free, and extremely lack of organic substances (Table 2).

Table 2. The Table of the Soil Analysis

| PHYSICAL ANALYSES | | | | | CHEMICAL ANALYSES | | | | |
|-------------------|----------|--------|---|----------|-------------------|--------|---------------------|---------------|------------------------------|
| Sand % | Powder % | Clay % | The Type of Soil (According to the international soil triangle) | pH 1.2.5 | Lime | Lime | Organic Substance % | Total Azote % | Saltiness |
| | | | | | Total | Active | | | EC10 ³ 25C° mS/cm |
| | | | | | % | % | | | |
| 51,54 | 22,74 | 25,72 | Loamy Clay | 7,10 | 2,33 | - | 0,46 | 0,02 | 0,58 |

5- The Features of Climate

The large part of fall is in winter and especially in spring. Early frost is in September, late frost lasts until the end of April (Table 4). As climatic data from Kizilcahamam Meteorological Station is examined,

a dry period is observed from mid June to the end of September. The majority of precipitation falls between December and May according to the average of many years (Table 3).

Table 3. Temperature Data of Months when a research was made according to data between 1970 and 2012 from Kizilcahamam Station.

| Parameter | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. |
|--|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Mean Temperature (°C) | -1.1 | 0.2 | 4.2 | 9.2 | 13.9 | 16.3 | 10.8 | 4.7 | 0.7 |
| The Average of Maximum Temperature (°C) | 3.1 | 5.0 | 10.0 | 15.3 | 20.3 | 24.2 | 18.1 | 10.8 | 4.8 |
| The Average of Minimum Temperature (°C) | -4.8 | -4.1 | -1.3 | 3.2 | 7.0 | 8.6 | 4.6 | 0.0 | -2.9 |
| Days of Maximum Temperature | 7 | 13 | 31 | 30 | 12 | 1 | 2 | 2 | 6 |
| The Year of Maximum Temperature | 1971 | 1979 | 1975 | 1970 | 1970 | 2003 | 1999 | 2004 | 2008 |
| Maximum Temperature (°C) | 17.0 | 17.4 | 24.4 | 29.7 | 31.4 | 35.3 | 30.5 | 23.2 | 16.9 |
| The Difference of Maximum Temperature on a Day(°C) | 20.6 | 21.2 | 22.6 | 22.0 | 24.4 | 25.2 | 24.4 | 23.6 | 20.8 |

The effect of climate on erosion is with precipitation, temperature, and wind. One of the most important of them is precipitation, and the type, the intensity, the duration, and the antecedent of fall affect erosion differently. Especially in The Central Anatolia

Region involving the search site, summer drought and lack of rainfall are much more in comparison with other regions. Hence, the region lack of flora is one of the regions which are affected by erosion the most in Turkey.

Table 4. The precipitation data of months when a research was made according to data between 1970 and 2012 from Kizilcahamam Station.

| Parameter | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| The Average of Areal Precipitation(mm) | 64.8 | 53.1 | 50.5 | 62.4 | 60.0 | 21.5 | 39.1 | 47.4 | 76.0 |
| Maximum Precipitation (mm) | 51.5 | 41.1 | 40.6 | 45.7 | 40.4 | 54.8 | 40.5 | 58.4 | 54.6 |
| The Average of Days on Which Precipitation is 0.1 mm and higher. | 12.3 | 11.3 | 11.2 | 12.8 | 13.7 | 4.9 | 7.8 | 9.5 | 12.3 |
| The Average of Days on Which Precipitation is 10 mm and higher. | 2.0 | 1.6 | 1.5 | 1.7 | 2.0 | 0.6 | 1.2 | 1.6 | 2.4 |
| The Average of Days on Which Precipitation is 50 mm and higher. | 0.0 | | | | | 0.0 | | 0.0 | 0.0 |
| The Number of Snowy Days | 8.4 | 7.2 | 4.8 | 1.1 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 2.2 | 6.2 |
| The Number of Snow-Covered Days | 14.4 | 9.7 | 3.8 | 0.3 | 0.0 | | | 1.6 | 8.4 |
| Maximum Snow Depth(cm) | 55 | 45 | 19 | 7 | 4 | | | 20 | 34 |

Method

The research was made in a 900 square meter field which is along with the TEM highway between Ankara and Istanbul. The site was straightened with labor-power in September, 2012 first of all by weeding out of the search site. The

geonet product which was brought in rolls to the site was applied approximately on three days by being unrolled from top to bottom (Figure 4). The site was divided into two and the geonet product was spread over 450 square meter. The rest of site was intended for the control panel.

**Figure 4.** An image from the run phase of the geonet product

In order to fix the geonet used as a cover material on the apex of slope, the product was fixed by diking 50 cm. The dike was filled with soil. The outspread geonet should always stay in touch with the ground

under it. To ensure that, tieback anchors were placed on every 2-3 square meter along with the surface of the slope (Figure 5).



Figure 5. Laying of Tieback Anchors

A metal plate was fixed in semicylinder under the slope in an attempt to save and to measure soil leaking (Figure 6). Measurements were carried out bimonthly

and lasted 9 months. They started on September 10, 2012 and ended up on May 24, 2013.



Figure 6. The semicylinder metal plate

Soil measurements were carried out with a JW 3000 model assay balance measuring in 0.1 g of precision. A Garmin GPSMAP 60CSx model GPS device was used to determine coordinates and altitudes. The

fundamental principles of the geonet application were based on the application examples of erosion control blankets (Figure 7).



Figure 7. The application of geonet

The quantity of soil saved in the metal plates started to be measured on September 10, 2012 and the

measurements were recorded by being periodically carried out until May 24, 2013.

RESULTS AND DISCUSSION

The amount of sediment yield in the geonet application

It has been observed that the quantity of leaking soil has increased due to starting of precipitation. It

is thought that erosive precipitation has significant influence on increasing of the quantity of soil carried. While the increase was high in the first measurements, it has been on the decline since February and March when the germination started (Table 5).

Table 5. The precipitation data of months measured

| PRECIPITATION (mm) | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| | 2012 | | | | | 2013 | | | |
| Period | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May. |
| Total Precipitation | 12.4 | 15.2 | 21.0 | 125.2 | 97,2 | 40 | 58,4 | 38,6 | 27,2 |
| Maximum Precipitation | 12.4 | 4.4 | 9.8 | 21.0 | 42.0 | 13,6 | 19,4 | 12,4 | 9,2 |

The independent samples t-test was applied for the purpose of identifying whether there was a significant difference between the site where the geonet was

used and the site without the geonet. The results were displayed on Table 6.

Table 6. The averages of the site with the geonet and the site without the geonet – the results of the t-test

| Groups | N | Mean | Sd | t | The Significance Level |
|--------------------|----|---------|---------|---------|------------------------|
| Geonet Application | 16 | 375,93 | 76,298 | -16,560 | P<0.05 |
| Control | 16 | 1522,31 | 266,175 | -16,560 | |

As Table 6 is dealt with, it was observed that there is a difference between the geonet application site (375,93) and the control site (1522,31). A significant difference at P< .05 level was detected as a result of

the t-test ($t = -16,560$) which was applied to identify the difference statistically. According to the results of the measurement, the loss of soil from the control site was in four-fold of the geonet application site (Table 7).

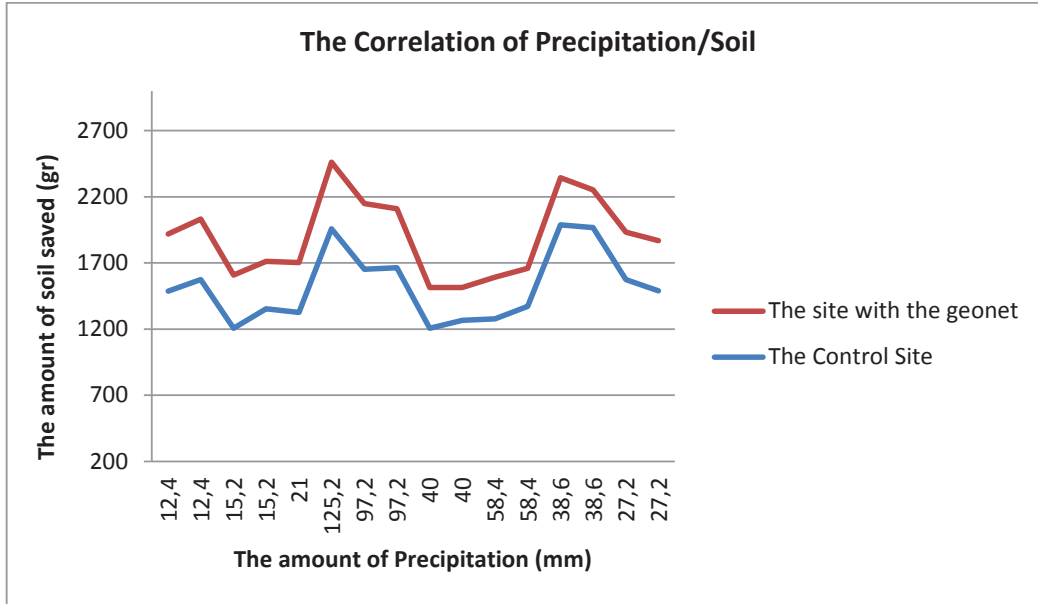
Table 7. The amount of sediment yield in control and geonet application sites moved by precipitation.

| Measurement | Month | Date | Geonet Application (gr) | Control (gr) |
|---------------------------------------|-----------|------------|-------------------------|---------------|
| 1 | SEPTEMBER | 10.09.2012 | 432 | 1487 |
| 2 | SEPTEMBER | 22.09.2012 | 458 | 1574 |
| 3 | OCTOBER | 06.10.2012 | 403 | 1206 |
| 4 | OCTOBER | 20.10.2012 | 358 | 1354 |
| 5 | NOVEMBER | 01.11.2012 | 378 | 1325 |
| 6 | DECEMBER | 20.12.2012 | 505 | 1957 |
| 7 | JANUARY | 05.01.2013 | 495 | 1653 |
| 8 | JANUARY | 20.01.2013 | 446 | 1663 |
| 9 | FEBRUARY | 07.02.2013 | 308 | 1207 |
| 10 | FEBRUARY | 22.02.2013 | 250 | 1265 |
| 11 | MARCH | 09.03.2013 | 314 | 1278 |
| 12 | MARCH | 23.03.2013 | 289 | 1371 |
| 13 | APRIL | 10.04.2013 | 357 | 1987 |
| 14 | APRIL | 30.04.2013 | 286 | 1967 |
| 15 | MAY | 14.05.2013 | 358 | 1574 |
| 16 | MAY | 24.05.2013 | 378 | 1489 |
| TOTAL | | | 6015 | 24357 |
| THE AVERAGE of the MEASUREMENT | | | 375.9 | 1522.3 |

While a low difference was observed between precipitation increase or decrease and the amount of sediment yield in the geonet application site,

an increase in the amount of sediment yield was observed in the control site due to the effects of precipitation (Table 8).

Table 8. The correlation between the amount of total precipitation and the amount of accumulated sediment yield



An appropriate environment was created because of saving soil. As it is observed on Figure 8, lots of herbaceous plants started to develop. Hence, both the geonet itself and the growing newly vegetation

cover had influence on saving soil on the ground. Furthermore, both the view of the product and the developing vegetation cover positively affected the visually, too.



Figure 8. Start up of germination under the geonet

The vegetation cover is getting lost day by day due to erosion as well as the topographic structure, climatic conditions, the interventions of humankind, overurbanization, changings in climatic conditions, and drought. Especially inclined lands are eroded because of the factors such as rain and wind so that it causes alive soil to get lost.

Erosion is increasing because of the reasons such as destroying forest lands, overgrazing on pastures, adverse land use, and irregular rural habitation (Anonim 2015). The result of erosion is to become a desert. The destruction of the vegetation cover, the exposure of soil to erosion, the decrease of springs result in erosion. Lots of lands in Turkey are under the desertification threat. Although erosion occurs as a result of natural factors, humankind speed up the process with their interventions. Even, it is known that the acceleration goes up in 10-40 fold with the effects of humankind (Blanco et al. 2010). Thus, administrative and educational precautions play an essential role in controlling erosion as well as technical precautions.

Natural or artificial elements should be used in order to avoid erosion as soon as possible. Natural methods are always preferred as they are cheaper and more long-lasting in comparison with artificial ones. It will be a permanent solution especially when inclined lands which are wide in terms of field are stabilized with herbal methods. As permanent solutions, natural methods such as covering land with grass clods, mulching, alive woven fences, and blankets made of fodder are frequently used. Besides, artificial methods in which geosynthetic products the usage area of which has become widespread especially in last years are used and are preferred.

As measurements and the amount of precipitation are taken into consideration, it is observed that the loss of soil has increased with the increase of precipitation. For example, while the loss of soil is high in the site without the geonet in December when total of precipitation is high, the loss is relatively low in September and October when total of precipitation is low. Besides, while the loss of soil is low during the period when the site is covered

with snow, the loss is at the highest level in April when both snow melts and also rain increases. With the help of the work carried out in the inclined field, it is determined that soil is saved more in the site with the geonet than in the site without the geonet. The application technically yields a positive result that the site with the geonet saves soil in four fold in comparison with the site without the geonet. Geotextiles which are used in or on the surface course of slopes avoid the course on the surface to leak, to get deformed and make erosion minimised. Geosynthetic products in a shape of a rough net provide seeds with an appropriate environment to sprout. Hence, it is ensured that the vegetation cover rapidly grow on the slope (Dernek 1998).

The usage areas of geosynthetic products are increasing day by day as alternative materials to conventional construction ones both in the world and also in Turkey thanks to their technical superiorities and low costs. Geosynthetic products which provide significant technical and economical advantages when they are appropriately used should be applied by considering their engineering features according to the target application. Thus, it is a must to make a preliminary investigation in detail in the research site to minimise potential mistakes as much as possible (Wasti 2007). For example, high-strength geosynthetic products should be used on erosion control works. A geonet product in erosion control and slope stabilization should be especially preferred on the purpose of carrying out filtration, drainage, and protection.

The usage of geosynthetic products are much more in constructional engineering compared to other occupational disciplines in Turkey. In this regard, their usage should be generalised in other relevant disciplines, especially in forestry and landscape applications.

The works done by international and national geosynthetic organizations, universities, and producers of geosynthetic products should be considered multidisciplinary and effectively handed in sharers. It should be identified how geosynthetic products are affected by specific conditions such as

climatic and topographic ones with the help of the pilot scheme. The landscape ecology is contributed by taking precautions for soil reinforcement, enhancing microclimate and water system and boosting ecological variety (Çelem 1988). The research site should be investigated well for the target works. Geosynthetic products rapidly propose over

CONCLUSION

The Geonet product was tested and analyzed at a glacia with a slope of 74% within the boundaries of the district of Çamlıdere of the province of Ankara.

The application technically yields a possitive result that the site with the geonet saves soil in four fold in comparison with the site without the geonet. While the loss of soil is low during the period when the site is covered with snow, the loss is at the highest level in April when both snow melts and also rain increases.

REFERENCES

- Anonim 2013a, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, www.cem.gov.tr (10.08.2013).
- Anonim 2013 b, www.tema.org.tr (10.07.2013).
- Anonim 2013 c, <http://aris.cob.gov.tr> (11.08.2013).
- Anonim 2013 d, Geoplas ürün tanıtım broşürü.
- Anonim 2015. Erozyon ve Sel Kontrolü Uygulamalarında Dikkate Alınacak Hususlarla İlgili Rehber,
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Blanco, Humberto & Lal, Rattan, 2010. "Soil and water conservation", Principles of Soil Conservation and Management. Springer. p 2. ISBN 978-90-481-8529-0
- Dernek Ö, 1998. Jeosentetikler ve Karayollarında Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

specific gradients and in smaller sites. However, the single handed usage of geosynthetic products may not provide a permanent solution on erosion control and slope stabilization works. In such cases, especially biological repair methods should be applied. Planting should be primarily preferred since it is an ecologist solution in slope improvement.

Geosynthetic products rapidly propose over specific gradients and in smaller sites.

However, the single handed usage of geosynthetic products may not provide a permanent solution on erosion control and slope stabilization works. In such cases, especially biological repair methods should be applied.

Planting should be primarily preferred since it is an ecologist solution in slope improvement.

- Doğan O, 2011. Türkiye’de erozyon sorunu nedenleri ve çözüm önerileri. *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim*, 134, 62-69.
- Özgülç M, 1999. TEM Hadımköy-Kınalı Arası Peyzaj Planlaması Üzerinde Görsel Araştırmalar. *İTÜ Orman Fak. Der., A Serisi*, 49. cilt, Sayı:2.
- Yılmaz HR, Eskisar T, 2007. Geosentetik Ürünlerin Geoteknik Mühendisliği Sorunlarının Çözümünde Kullanımı ve Sağlanan Faydalar, 2. Geoteknik Sempozyumu, 22-23 Kasım 2007, Adana.
- Wasti Y, 2007. Geosentetikler – Teori ve Uygulama, Ankara.
- Çelem H, 1988. Sorunlu Alanlarda Bitkilendirme Tekniği, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1047, Ankara.
- Myles B, 2006. The need for Geosynthetic Standards and generic Specifications, İkinci Ulusal Geosentetikler Konferansı, İstanbul No:62 İstanbul, 313-31.

Erzurum Kent içi Ulaşım Planlamasında Kullanılmak Üzere; CBS Tabanlı Trafik Kazalarının Analizi

Metin DEMİR¹, Ahmet Mesut CANER¹, Yahya BULUT¹

ÖZET: Genel olarak büyükşehirlerimizin çoğunda ulaşım alternatiflerinin azlığı, nüfus ve taşıt trafiğinde kapasitesini aşan kullanım, günümüzün en önemli problemlerinden birisi olan trafik kazalarını meydana getirmektedir. Bu trafik kazalarının yoğunlaştığı noktaların saptanması, kentin ulaşım planlarının hazırlanmasında kullanılan parametrelerden biridir. Kentte kazaların sıklıkla meydana geldiği alanlar, kentin ulaşımındaki “kara noktalar” olarak adlandırılmaktadır. Bu noktalar; fiziksel planlama konusunda çalışanlar tarafından yaygın bir biçimde kabul edilen bir teknoloji olan Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla tespit edilebilmektedir. Bu çalışmada; Erzurum kentinde ulaşım planlaması yapılmasında, trafik kazası tespit tutanaklarından elde edilen veriler kullanarak, kentin kara noktaları tespit edilmiştir. Bu sayede kentinin gelişimindeki ulaşım politikaları ve kararları coğrafi bilgi sistemleri ile değerlendirilerek, trafik kazalarının azaltılmasına yönelik olarak, yerel yönetimlerin, ihtiyaç duydukları nitelikli verinin üretilmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: CBS, Erzurum, kara nokta, trafik kazası, ulaşım planlaması

Analysis of Traffic Accidents Based on GIS For Use in Transportation Planning in the City of Erzurum

ABSTRACT: In general, lack of transportation alternatives in many of our major cities, usage over carrying capacity of the population and vehicle traffic are today’s most important problems which constitute the traffic accident. Determining the points that traffic accidents occurred mostly are one of the parameters used in the preparation of the city’s transportation plan. In the city’s transport, the areas are named “black spots” where accidents frequently occurred in the city. These points; can be detected with the help of Geographical Information Systems that the technology used extensively in the physical planning of urban planners working. In this study; black spots in the city have been identified by using data’s obtained from report of traffic accidents, in making transportation planning in the city of Erzurum. In this way; it is aimed to produce quality data needed by local governments, transport policies and decisions in the development of the city evaluated with Geographical Information Systems as for the reduction of traffic accidents.

Keywords: Black spots, CBS, Erzurum, traffic accident, transport planning

¹ Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı, Erzurum, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Metin DEMİR,metin@atauni.edu.tr

GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin hızla gelişmesi ve nüfusun çoğalması, insan ihtiyaçlarını artırmış ve çeşitlendirmiştir. Birleşmiş Milletlerin yaptığı çalışmalara göre 7 milyarı aşkın dünya nüfusunun yarısı kentlerde yaşamakta, 2050 yılında dünya nüfusunun yüzde 70'inin kentlerde yaşayacağı öngörülmektedir. Artan kentli nüfusun ihtiyaçları incelendiğinde ulaşım talebinin ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir. Bu noktadan hareketle kentsel ulaşım planlaması da kentlerin sağlıklı gelişebilmesi ve sürdürülebilir bir çevre oluşturulabilmesi için üzerinde önemle durulması gereken bir olgudur (Karakaş ve ark., 2009).

Sürdürülebilir kentler oluşturabilmek için kentsel ulaşım planlaması olmazsa olmaz kıstaslardan biridir. İyi bir ulaşım planlaması; sorunun tespiti, gerekli verilerin toplanması ve analizi, sosyal ve ekonomik yapı dikkate alınarak uygun çözüm önerileri bulunmasıyla oluşturulabilir (Altun ve Dündar, 2005).

Trafik kazaları, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizin de en önemli sorunlarından birisidir. Yapılan araştırmalara göre trafik kazaları, doğal afetlerden daha fazla sosyal ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Yılmaz ve ark., 2007).

Trafik kazalarının önlenmesi için alınabilecek en büyük önlemlerden biri daha önceden gerçekleşmiş kazaların analiz edilmesidir. Bu analizler sonucunda elde edilecek verilerle gerek yollarda gerekse çevresel faktörler üzerinde önlemler alınabilir.

Ülkemiz de trafik kazalarının analizleri kaza sonrasında kaza yerine gelen görevliler tarafından kaza tespit tutanaklarıyla yapılmaktadır. Hazırlanan raporda

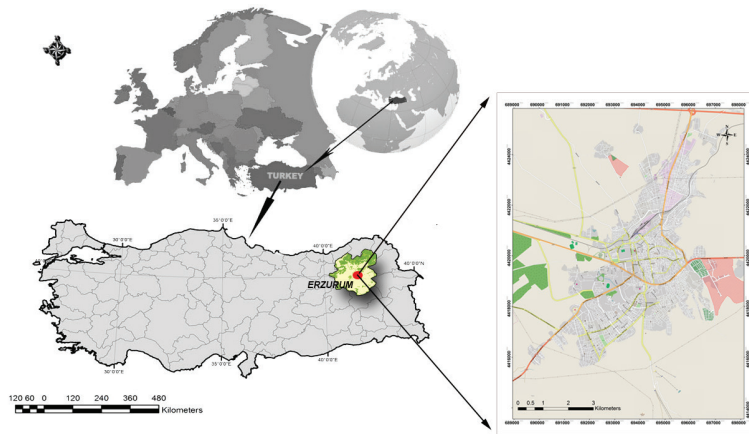
kazanın şeklini gösteren kaza diyagramı çizilmekte ayrıca kaza lokasyonu, hava durumu, yolun fiziksel yapısı, kazaya karışan araç sayısı, araç cinsi, uyarı levhaları ve sinyalizasyon bilgileri gibi birçok bilgiye yer verilmektedir (Yılmaz ve ark., 2007).

Kaza tespit tutanaklarından elde edilen verilere göre trafik kazalarının yoğunlaştığı noktaların saptanmasında, aynı lokasyonda kazalar eğer üç ve üçten fazla ise ve aynı şekilde oluşmuş ise bu nokta "kara nokta" olarak adlandırılır. Homburger and Kell, (1981)'e göre bir yılda dört veya daha fazla aynı türden kaza olan kesimlerin incelenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. (Akın ve Eryılmaz 2001; Yılmaz ve ark., 2007; Karaşahin ve Terzi 2003; Kindaya GG, 2014.)

Yapılan çalışmada; Erzurum kentinde 2012-2015 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarının tutanakları incelenerek, kara noktaların tespiti için gerekli olan konum bilgileri elde edilmiştir. Ayrıca trafik kazalarına etki eden hava, yol ve kazaya karışan araçlar üzerinde incelemeler yapılmıştır. Ayrıca Erzurum kenti ulaşım politikalarının yapılmasında, trafik kazalarının azaltılmasına ilişkin çözümler ortaya konulmaya çalışılmaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın materyalini, Erzurum kenti ve yakın çevresi oluşturmaktadır (Şekil 1). Kent yaklaşık 825 km²'lik yüzölçümüyle Doğu Anadolu Bölgesinin en büyük ovalarından biri olan Erzurum Ovası'nın güneydoğu kısmında, Palandöken Dağları'nın kuzeye bakan yamaçlarının hafif eğimli yüzeyleri üzerinde kurulmuştur (Kocaman ve ark., 2005).



Şekil 1. Çalışma alanı olan Erzurum kenti lokasyon haritası

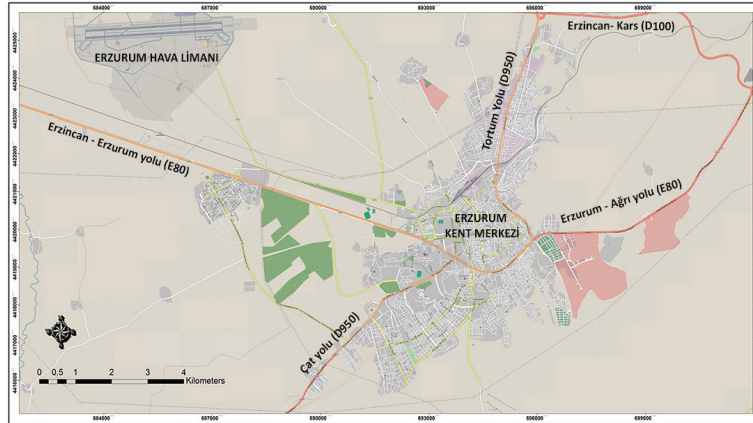
Trafik kazaların mekânsal analizi için; verilerin coğrafi bilgi sistemleri ortamına aktarılıp dağılımlarını ve mekân bileşenleriyle ilişkilerini kurarak, kazalarının meydana geldiği tehlikeli bölgelerin (kara noktalar) tespit edilmesi mümkündür. (Karaşahin ve Terzi 2003; Velavan K, 2006; Yılmaz ve ark., 2007; Deshpande ve ark., 2011; Kabakuş ve ark., 2012).

Çalışmada, Erzurum Valiliği, İl Emniyet Müdürlüğü, Trafik Tescil ve Denetleme Şube Müdürlüğü tarafından düzenlenen, 2012 ve 2015 yılları arasında meydana gelen toplamda 2332 adet trafik kaza tespit raporları kullanılmıştır. Kaza raporlarından derlenen veriler, ArcGIS 10.1 programı kullanılarak veri tabanı oluşturulmuştur. Bu aşamadan sonra veriler, CBS’de ayrı ayrı değerlendirilerek kentin kara noktaları tespit edilmiş ve kaza verileri her türlü istatistiksel ve konumsal analiz yapılabilir hale gelmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Erzurum kenti, konum itibariyle komşu illerin karayollarının kesiştiği bir noktada bulunmaktadır. Diğer doğu illerine olan ulaşım kolaylığı ve bölge kenti olması nedeniyle Erzurum ilindeki ticaret, çevre illere göre ileri bir seviyededir. Erzurum’un kent içi ulaşım sisteminde, trafik yoğunluğu bakımından, doğu-batı yönünde uzanan ve hemen hemen birbirine paralel olan üç ana aks bulunmaktadır (Şekil 2). Bunlar;

- Kuzey Çevre Yolu ve 50. Yıl Caddesi,
- Kent merkezinden geçen Cemal Gürsel-Cumhuriyet Caddesi ve
- Üniversite ile Karskapı arasında yer alan Güney Çevre yoludur (Anonim 2012).



Şekil 2. Erzurum kent için karayolu ağı

Erzurum Trafik Tescil ve Denetleme Şube Müdürlüğünden alınan verilere göre; 2010 ile 2015 yılları arasında trafiğe kayıtlı araç sayısı dağılımı

ve bir önceki yıla göre artış yüzdeleri (Çizelge 1.)’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Trafiğe kayıtlı olan araçlar

| Yıl | Kayıtlı araç | Trafiğe yeni çıkan araç | % Yüzde |
|------|---------------------|-------------------------|---------|
| 2010 | 80.149 | - | - |
| 2011 | 87.194 | 7045 | % 8.78 |
| 2012 | 93.109 | 5915 | % 6.78 |
| 2013 | 98.295 | 5186 | % 5.56 |
| 2014 | 103.310 | 5015 | % 5.10 |
| 2015 | 106.919 (Ekim Sonu) | 3609 | % 3.49 |

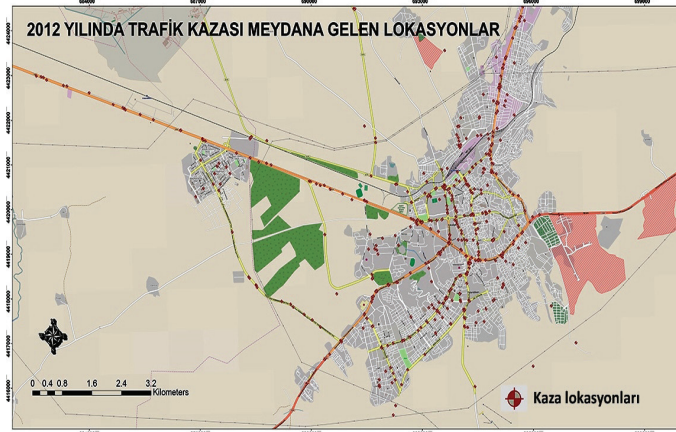
2012-2015 yılları arasında Erzurum kentinde meydana gelen 2332 adet kazanın yıllara göre dağılımı (Çizelge 2.)’de verilmiştir.

Çizelge 2. Yıllara göre meydana gelen kaza sayıları

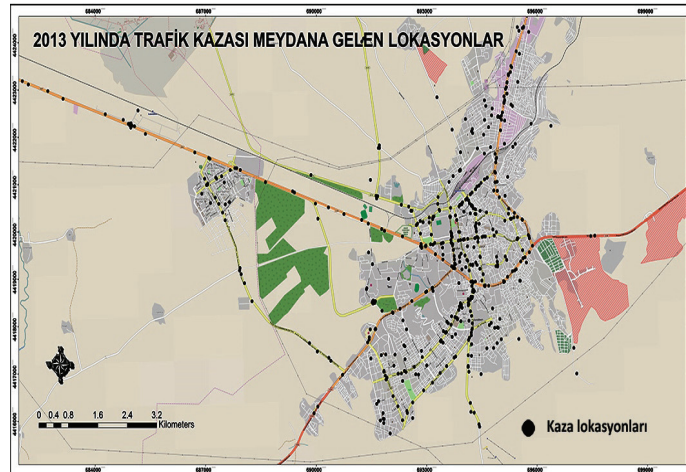
| Yıl | Kaza Sayısı (Adet) | Ölü sayısı | Yaralı Sayısı |
|------|--------------------|------------|---------------|
| 2012 | 525 | 5 | 520 |
| 2013 | 565 | 3 | 562 |
| 2014 | 679 | 2 | 678 |
| 2015 | 563 (Ekim Sonu) | 4 | 559 |

Erzurum kentinde 2012-2015 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarının tutanaklarından elde edilen veriler Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) aracılığıyla sorgulanarak elde edilen haritalar trafik kazalarının sebeplerine yönelik açıklamalar yapmayı kolaylaştırmıştır. Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6’da

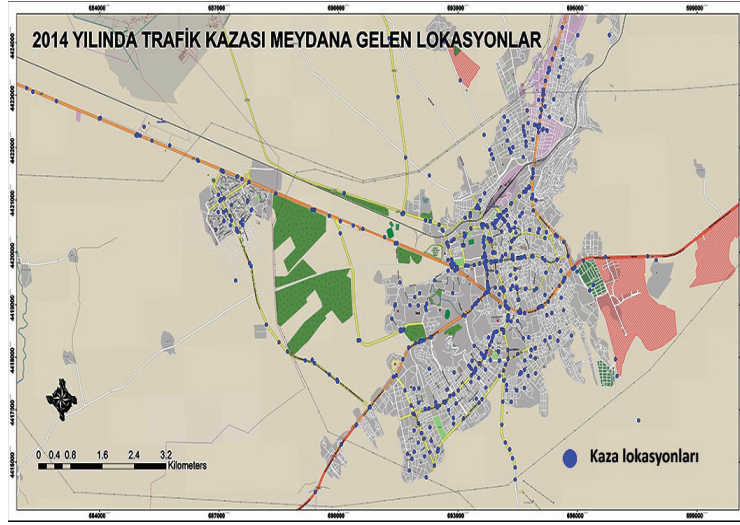
sırasıyla 2012, 2013, 2014, 2015 yıllarına ait Erzurum kent sınırları içerisinde meydana gelen trafik kazalarının haritalarını sayısal veriler ışığında göstermektedir. Şekil 7’de ise aynı yıllar arasında meydana gelen trafik kazaları haritalarını bir bütün halde sayısal olarak göstermektedir.



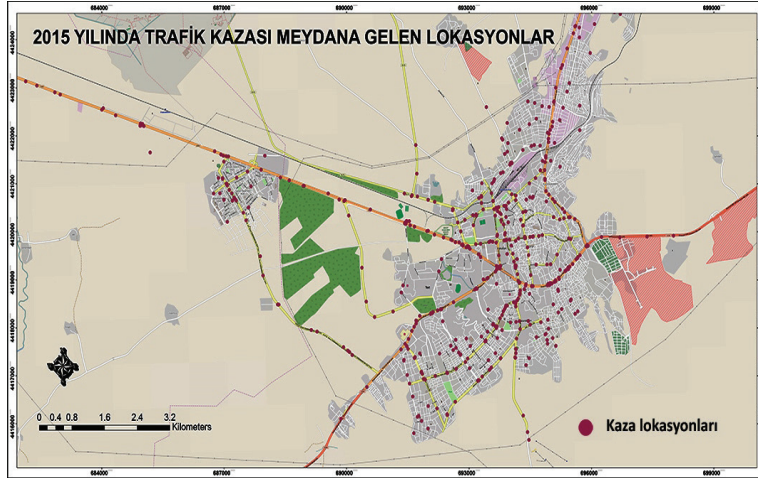
Şekil 3. Trafik kazası meydana gelen lokasyonlar (2012 yılı)



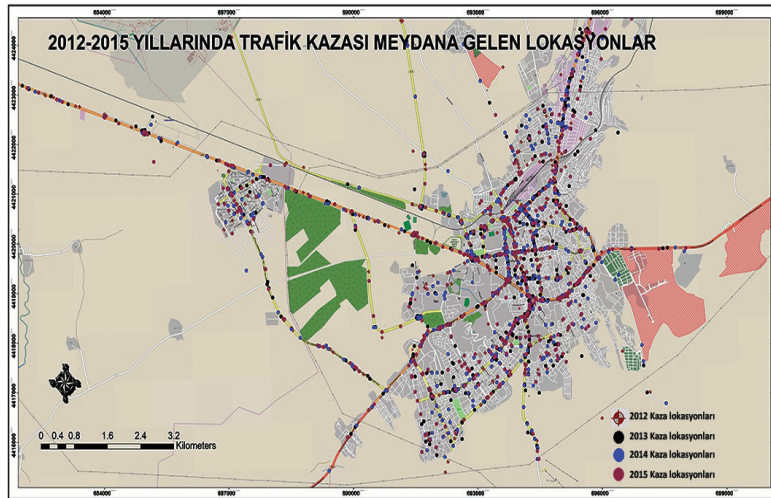
Şekil 4. Trafik kazası meydana gelen lokasyonlar (2013 yılı)



Şekil 5. Trafik kazası meydana gelen lokasyonlar (2014 yılı)



Şekil 6. Trafik kazası meydana gelen lokasyonlar (2015 yılı)

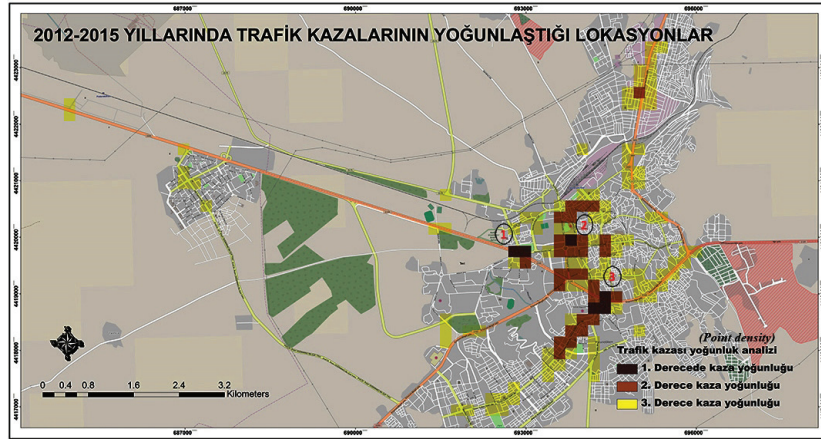


Şekil 7. Trafik kazası meydana gelen tüm lokasyonlar (2012-2015 yılları)

Kazaların mekânsal verilerinin coğrafi bilgi sistemleri ortamına aktarılarak, dağılımlarını ve mekân bileşenleriyle ilişkilerini kurmak mümkündür. Bu noktadan hareketle 2012-2015 yılları arasında meydana gelen tüm kazaların yoğunlaştığı yerlerin tespiti için ilk olarak, ESRI firmasının ArcGIS 10.1 yazılımı yardımıyla ulusal koordinat sistemine göre (ED-1950-UTM-Zone-37N) noktasal veri tabanı

oluşturulmuştur, daha sonra ArcGIS 10.1 yazılımı içindeki “Spatial Analyst Tools / Density / Point Denstiy” modülü kullanılmıştır(Anonim 2014).

Şekil 8’de elde edilen veriler ve haritalar ışığında 2012-2015 yılları arasında ilde meydana gelmiş trafik kazalarının yoğunluk haritası oluşturulmuş ve kazaların yoğun olduğu lokasyonların tespiti amaçlanmıştır.



Şekil 8. Trafik kazası yoğunluk analizi (2012-2015 yılları)

Yapılan analiz sonucunda 2012-2015 yılları arasında meydana gelen kazalar 1., 2. ve 3. Derecede kaza yoğunluğu olan lokasyonlar olmak üzere üç ölçütte incelenmiştir. Kaza yoğunluk düzeyi en çok olan alanlardan ilki Erzincan-Erzurum yolu (E80),

Üniversite Kavşağı’dır (Şekil 9). Erzincan-Erzurum Yolu kesişiminde yer alan dönel kavşak Erzurum şehrinin önemli kesişim noktalarının birleşmesiyle oluşmuştur.



Şekil 9. Erzincan-Erzurum yolu (E80), Üniversite Kavşağı.

Kaza yoğunluk düzeyi en çok olan alanlardan ikincisi Kolordu Sokak ve Çaykara caddesinin kesiştiği noktadadır. Kolordu sokak ve Çaykara caddesinin kesiştiği bu nokta trafik yoğunluğu olarak kentin tüm yükünü çeken alanlardandır. Bu nokta Atatürk bulvarıyla başlayan, Bosnahersek caddesi

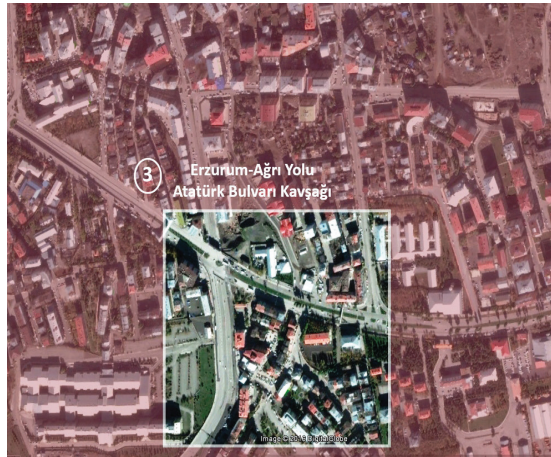
ile devam eden ve Çaykara caddesi ile sona eren hat aslında kentin ana omurgalarından biridir. Çünkü bu hat 90 bini aşan öğrencisi olan Atatürk Üniversitesi dolmuşlarının ilk kalkış noktası ve Yıldızkent ile Yenişehir iskân bölgelerinin trafik akışlarının kesiştiği bir noktadır (Şekil 10).



Şekil 10. Kolordu Sokak ve Çaykara Caddesi Kavşağı.

Kaza yoğunluğu düzeyi en çok olan alanlardan üçüncüsü ise Erzurum-Ağrı Yolu ile Atatürk kavşağının keşiştiği Palandöken kavşağıdır (Şekil 11). Palandöken İlçesi'nin Yukarı Köşk Mahallesi sınırları içerisinde yer

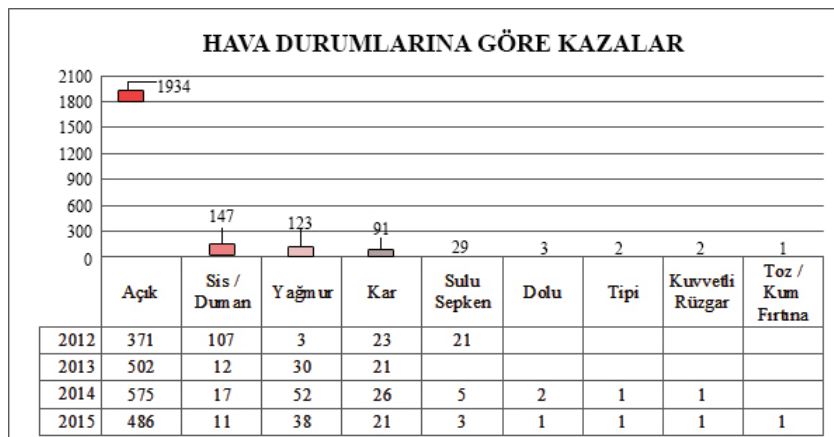
alan kavşak, Kuzey- Güney aksını oluşturan Atatürk Bulvarı üzerinden şehir merkezine ve Yenişehir'e ulaşım sağlanmaktadır.



Şekil 11. Erzurum-Ağrı yolu ve Atatürk Bulvarı kavşağı

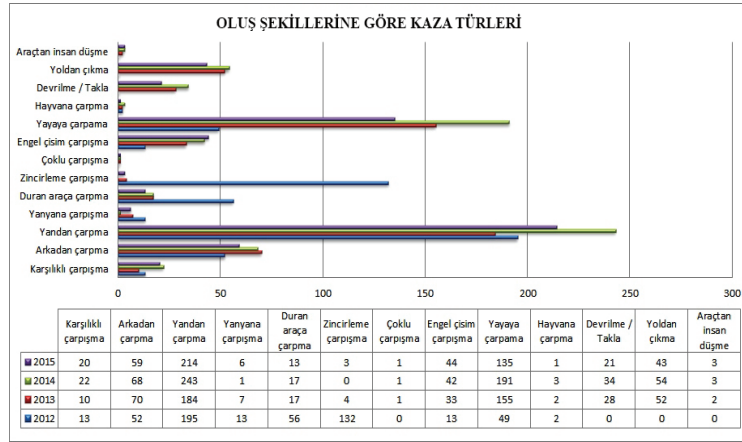
Şekil 12'de kazaların meydana geldiği hava durumlarına göre sorgulama yapılmış ve sonuçlar grafiksel olarak alınmıştır. Şekilden de görülebildiği gibi kazaların

büyük bir kısmı havanın açık olduğu zamanlarda meydana gelmiştir.



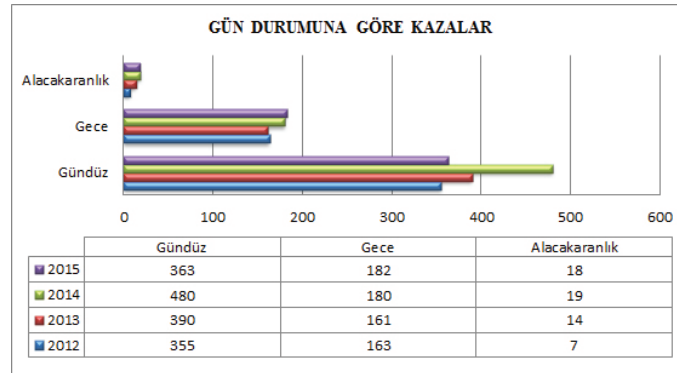
Şekil 12. Kazaların meydana geldiği hava durumuna göre dağılımı (2012-2015)

Şekil 13’de kazaların oluş şekillerine göre sorgulama yapılmış ve sonuçlar grafiksel olarak alınmıştır. Şekilden de görülebildiği gibi kazaların büyük bir kısmı yandan çarpma ve yayaya çarpma şeklinde gerçekleşmiştir.



Şekil 13. Kazaların oluş şekillerine göre dağılımı (2012-2015)

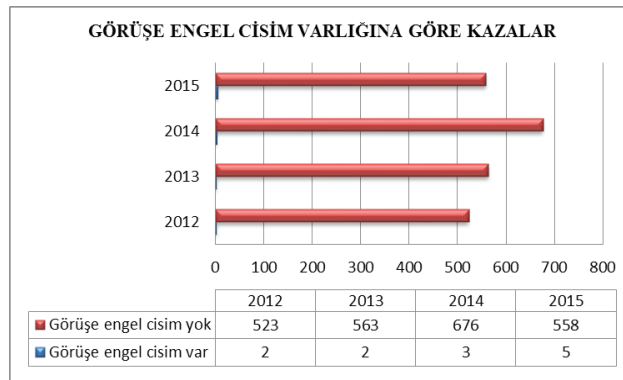
Şekil 14’de kazaların meydana geldiği gün durumlarına göre sorgulama yapılmış ve sonuçlar grafiksel olarak alınmıştır. Şekilden de görülebildiği gibi kazaların büyük bir gündüz gerçekleşmiştir.



Şekil 14. Kazaların meydana geldiği gün durumuna göre dağılımı (2012-2015)

Şekil 15’de kazaların meydana geldiği lokasyonlarda görüşe engel cisimlerin (reklama panosu, yanlış refüj bitkilendirmesi) varlığına göre sorgulama yapılmış ve sonuçlar grafiksel olarak alınmıştır.

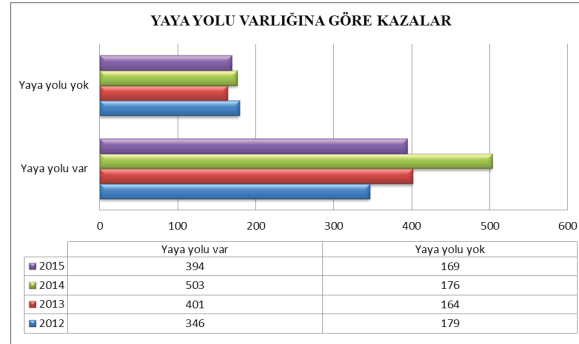
Şekilden de görülebildiği gibi kazaların meydana geldiği lokasyonlardaki görüşe engel cisimler yıllara göre artış göstermektedir.



Şekil 15. Kaza lokasyonlarının görüşe engel cisime göre dağılımı (2012-2015)

Şekil 16'de kazaların meydana geldiği lokasyonlarda yaya yolu varlığı sorgulanmış ve sonuçlar grafiksel olarak alınmıştır. Şekilden de görülebildiği

gibi kazaların meydana geldiği lokasyonlarda yaya yolu varlığının çoğunlukta olduğu görülmektedir.



Şekil 16. Kaza lokasyonlarının yaya yolu varlığına göre dağılımı (2012-2015)

SONUÇ

Ülkemizde meydana gelen trafik kazaları ve buna bağlı olarak ölüm, yaralanma ve maddi hasarlar göz önünde bulundurulduğunda, trafik sorununun ülkemiz açısından büyük önem taşıdığı görülmektedir. İnsanların kentsel alanlardaki stresten kurtulmak için kent dışına yerleşmeyi tercih etmeleri de bunun en önemli sebeplerinden birisidir.

Ulaşım sistemlerinin planlanmasının amacı belirli mekanlarda oluşturulması ve geliştirilmesi istenen aktivitelerin yerleşiminin ve bunlar arasındaki yer değiştirmelerin en iyi şekilde sentezlenmesidir. İyi bir ulaşım planlaması ise problemlerin tespiti, gerekli verilerin toplanması, toplanan verilerin analizi, çözüm seçeneklerinin üretilmesi, kaynak ve kısıtların dikkate alınarak en uygun çözümün bulunması ile gerçekleşmektedir (Elbeyli Ş, 2012).

Motorlu araçlardan kaynaklanan trafik kazaları günümüzde insan hayatını tehdit eden en önemli konulardan birisi haline gelmiştir. Motorlu araç kullanımının hızla artması, fakat buna karşın ulaşım sistemlerinin ve yol kullanıcılarının bu artışa hazır olmaması dünya üzerinde kaza oranlarını arttırmıştır. Bu durum Erzurum kentinde geçerlidir. Son yıllarda özellikle karayolu ulaşımında yoğunlaşarak devam eden taşıt trafiğine paralel olarak kaza sayılarında yıllara göre artış göstermektedir (Tablo 2).

CBS yardımıyla elde edilen haritaların analizlerinden anlaşılacağı gibi kazaların en çok kent merkezi ve kavşaklarda yoğunlaştığı görülmektedir.

Kentin ulaşımında omurga rolü üstlenen Havuzbaşı-Cumhuriyet Caddesi aksı genel itibariyle bu yoğunluğu kaldıramaz durumdadır. Çözüm olarak yurtdışı örneklerinde olduğu gibi tarihi kent çekirdek dokusu içerisine motorlu taşıt girişini kısıtlayarak, merkez odaklı yolculuklarda toplu taşıma geçişin sağlanmasına yönelik düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Tarihi kimliği ile ön plana çıkan İtalya, Floransa kentinde insan ve taşıt trafiğinin kontrol altına alınması için, tarihi çekirdek alana taşıt trafiği girişinin ve konaklamanın kanun yapıcılar tarafından özel bir vergilendirme sistemiyle bulunmaktadır. Erzurum kenti özelinde de bu yöntemin olasılığı incelendiğinde, kentin sosyo-ekonomik yapısına göre yalnızca taşıt trafiği için gerçekleştirilmesi doğru bir yaklaşım olacaktır.

Kentmerkezi içerisinde yayalaştırmaların yapılması ve toplu taşıma öncelikli düzenlemeler yapılarak özel otomobil trafiğinin azaltılması gerekmekte bunun yanın da kente araçla girişin caydırıcı olabilmesi için ciddi maliyetler getirilmelidir. Ayrıca kentin tarihi merkez dokusunda otopark uygulamalarının sınırlandırılması ve yüksek fiyat politikasının uygulanması önemli bir uygulama olacaktır. (Acar, 2007).

Erzurum kent merkezinde sağlıklı ve sürdürülebilir bir ulaşım için temel hedef; halkın ulaşım alışkanlıkları değiştirilmesi, yüksek standartlı yaya kaldırımını artırıp yaya hareketi ve yaya erişimini daha ulaşılabilir kılmaktan geçmektedir. Ayrıca üçüncü üniversite için hazırlık yapan kentin vazgeçilmez diğer bir temel gereksinimi ise "Raylı Sistemin" hayata geçmesidir.

Bunun yanında engellilerin kent içinde trafik ve ulaşım ile ilgili karşılaştıkları sorunlar ortadan kaldırılmalıdır.

Haritaların analizlerinden elde edilen veriler ışığında kazaların yoğunluk gösterdiği diğer bir noktada, Yenişehir ve Yıldızken gibi toplu konut alanlarını kentin çekirdek dokusuna bağlayan Palandöken kavşağıdır. Bu lokasyondaki sinyalizasyon ve hız düzenleyicilerin kent çıkışına kadar artırılması ve hız uyarı ikaz sistemlerinin kurulması önemlidir. Saraybosna caddesi ile Atatürk bulvarının kesiştiği nokta iste trafik tekniği yönünden tekrar ele alınmalıdır. Çünkü Saraybosna caddesinden Yenişehir güzergâhına girmek isteyen taşıtlar ile Eski araştırma hastanesinden gelen taşıtlar bu noktada sık sık kazalara sebebiyet vermektedir.

Trafik kaza tutanaklarından oluşturulan haritaların analizinden elde edilen diğer bir sonuç ise; kazaların havanın durumuna göre değişmemesidir. Havanın karlı ve yağmurlu olmasına paralel olarak artması beklenen trafik kazasında elde edilen verilerde

bir artış görünmemektedir. Bu durum gerek yağış esnasında gerekse sonrasında sürücülerin dikkatlerini yoğunlaştırmaları ve hızlarını azaltmaları nedeniyle açıklanabilir.

Ayrıca kazaların meydana geldiği lokasyonlarda görüş engel cisim (reklam panosu, yanlış refüj bitkilendirilmesi) varlığına göre incelendiğinde engel cisimlerin kaza sayılarında artışa sebep olduğu görülmektedir. Ölçü ve form bakımından orta refüjlere bitkilerin uygunlukları düşünülerek konulmalı bunun yanında reklam billboardları görüş açısını engellememelidir.

Sonuç olarak; kentsel ulaşım planlaması çok boyutlu düşünülmesi gereken, birçok meslek disiplinin içerisinde olacağı kentin gelişimine yön verebilecek nitelikte olmalıdır. Bu noktadan hareketle planlama aşamasında ve sonrasında kentin tüm sektörlerinin eş güdümlü çalışması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Acar İH, 2007. Trafik ve Ulaşım Konularında Kanılar ve Gerçekler. 7. Ulaştırma Kongresi, Kongre Sempozyum Bildiriler Kitabı.
- Akın D, Eryılmaz Y, 2001. Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Trafik Kaza Analizi, Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri / Fatih Üniversitesi / 13-14 KASIM 2001.
- Altun İ, Dündar S, 2005. Yapay Sınır Ağları İle Trafik Akım Kontrolü, Deprem Sempozyumu, 23-25 Mart 2005, 1335-1344.
- Anonim 2012. Erzurum Kent içi Ulaşım Ana Planı, Kent içi Ulaşım Acil Eylem Etüt ve Projeleri, Kent içi Raylı Sistem Hatları Fizibilite Etütleri Hazırlanması İş, Mevcut Bilgilerin Toplanması ve Değerlendirilmesi Raporu, Boğaziçi Proje. Erzurum Büyükşehir Belediyesi, Ulaştırma Daire Başkanlığı.
- Anonim 2014. ArcGIS Spatial Analiz, Esri Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim Ltd. Şti.
- Deshpande N, Chanda I, Arkatkar SS, 2011. Accident Mapping and Analysis Using Geographical Information Systems, International Journal of Earth Sciences and Engineering, 4, (6) SPL, pp 342-345.
- Elbeyli Ş, 2012. Kentin Ulaşımında Bisikletin Konumu ve Şehirler için Bisiklet Ulaşımı Planlaması: Sakarya Örneği. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği, Ulaştırma Mühendisliği Programı, Sakarya.
- Güvenal B, Çabuk A, 2005. "Trafik Kazaları Verilerine Bağlı Olarak CBS Destekli Ulaşım Planlaması: Eskişehir Kenti Örneği", Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, II. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri, İTÜ – İstanbul, 23-25 Kasım 2005, 424- 436.
- Kabakuş, N., Tortum, A., Çodur, 2012. Erzurum'un İlçelerinde Meydana Gelen Trafik Kazalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Değerlendirilmesi, Ordu Üniv. Bil. Tek. Dergisi, 2(2), 78-92.
- Karakaş, E. Aslan, H. Karadoğan, S. 2009. Elazığ Şehrindeki Trafik Kazalarıyla İklim İlişkisinin Analizi, NWSA Academic Journals, 4(3); 53-69.
- Karavaşin M, Terzi S, 2003. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Isparta-Antalya-Burdur Karayolunun Kara Nokta Analizi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9;(3), 305-311.
- Kindaya GG, 2014. Spatio - Temporal Assessment of Road Traffic Accident in Mekelle City, A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Masters of Science Degree in Geography and Environmental Studies: Specialization in GIS and Remote Sensing, spp,105.
- Kocaman S, Zaman S, Kara F, Keçeli A, 2005. Erzurum kentinde geçekundu önleme ve kentsel dönüşüm çalışmaları. Marmara Coğrafya Dergisi, 18 (179-210), İstanbul.
- Yılmaz İ, Erdogan S, Baybura T, Güllü M, Uysal M, 2007. Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Trafik Kazalarının Analizi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 7 (2), 135-150.
- Velavan, K. 2006. Developing Tools and Data Model for Managing and Analyzing Traffic Accident, University of Texas at Dallas School of Economic, Political and Policy Sciences, spp.62

Kentleşmenin Hava Kalitesi Üzerine Etkisi; Bingöl İli Örneği

Ahmet KOÇ¹, Ahmet CAF², Sevgi YILMAZ¹

ÖZET: Kırsal nüfusun kentlere olan hızlı akımı, kentleri bu konuda hazırlıksız yakalamıştır. Artan nüfusun talebi ile baskılar yaşayan kentlerde çevre sorunlarını artmakta ve kent konforunu etkilemektedir. Artan hava kirliliği Bingöl ilinde yaşam kalitesini düşürmekte özellikle kış aylarında bu olumsuzluklar daha yoğun bir şekilde hissedilmektedir. Hava kirliliği insanoğlunun konforu üzerine olumsuz etkilere neden olmaktadır. İnsan etkilerinden kaynaklanan hava kirliliğinin Bingöl İli üzerindeki etkilerini amaçlayan bu çalışma 2007-2015 yılları arasında 8 yıllık uzun zamanı kapsayan uzun vadeli meteorolojik değerlerden yola çıkılarak yapılmıştır. Aynı zamanda araç ve konut sayısındaki değişimler göz önünde bulundurularak hava kalitesiyle arasındaki bağ incelenmiştir. Çalışmada metot olarak istatistiksel yöntemlerle CANOCO veri tabanında ordınasyon analizleri yapılmıştır. Çıkan analiz sonuçlarına göre hava kalitesi üzerindeki değişken elamanlar olan araç sayısı, konut sayısı ve meteorolojik etmenlerin zamansal değişimleri incelenerek geleceğe dair senaryolar üretilmiş ve Bingöl İli için alternatif çözüm önerileri belirtilmiştir. Aynı zamanda çıkan sonuçlara göre Bingöl kent merkezi hava kalitesi yönünden çoğu zaman Uluslar Arası Hava Kalitesinin belirlemiş olduğu sınır değerlerini aşmamıştır.

Anahtar kelimeler: Bingöl, canoco, hava kalitesi, ordınasyon,

Effects of Urbanization on Air Quality; Sample of Bingol City

ABSTRACT: Rapids immigration of rural population to urban population causes nonpreparation of city's population growth. Due to growing population demand, in these cities environmental problems increase and city comfort is influenced. Increasing air pollution causes a downfall in life quality. Especially, in winter season these problems are seen clearly. Air pollution causes negative effects on people's comfort. This study aiming to find effects of air pollution on Bingol city which is caused by people's effects. It was made between 2007-2015 years. This octennical study was proceeded with long term meteorological values, also considering the number of changes in vehicle and housing the tie between air quality was investigated. As a work description, with statistical methods ordination analysis were made in CANOCO database. According to the analysis result, numbers of vehicle and housing which are changeable factors on air quality and timewise alteration of meteorological factors were investigated. Therefore, prospectively scenarios were made and solution offers were stated. At the same time, according to study result of Bingol city center; air quality does not exceed the limit values of International Air Quality.

Key words: Air quality, bingol, canoco, ordination,

¹ Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı, Erzurum, Türkiye

² Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Peyzaj ve Süs Bitkileri, Bingöl, Türkiye

³ Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı, Erzurum, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Ahmet CAF, acaf@bingol.edu.tr

GİRİŞ

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde kırsal nüfus sürekli kentsel mekânlara göç eğilimi içinde bulunmaktadır. Geçtiğimiz son 20 yıl içerisinde dünya nüfusun % 50'sinden fazlası kentsel alanlarda yaşamaya başlamışlardır, 2050 yılında bu oranın %70 olacağı tahmin edilmektedir. Avrupa da ise bu nüfusun şu an %75 i kentsel mekânlarda yaşamaktadır (Gan et al., 2012). Kentsel mekânların bu denli nüfusunun fazla artması, kent içinde enerji tüketiminin artmasıyla fosil yakıt kullanımının oranını yükseltmektedir (Zhang and Cao, 2015; Xu et al., 2016). İnsanlar fosil yakıt kullanımı daha çok ısınma ve ulaşım gibi gereksinimlerde kullanmaktadır. Fosil yakıtlar aynı zamanda atmosferde sera gazı emisyonlarını artırmaktadır (Bauer et al., 2015). Dünya genelinde büyük kentlerde hava kirliliği büyük bir sorun haline gelmiştir. Dünya sağlık örgütünün istatistiksel verilerine göre her yıl yaklaşık olarak 3,1 milyon insanın hava kirliliğinden ve buna bağlı kaynaklanan sorunlardan öldüğü belirtilmiştir (Khodakarami and Ghobadi, 2016). Hava kirletici etmenlerden kaynaklı partikül maddeler dış ortamlarda uzun süreli havada asılı bir şekilde kalabilir (Kim et al., 2016). Havada asılı kalan zararlı maddeler insanları sağlık yönünden savunmasız bir şekilde yakalayıp olumsuz etkilemektedir (Berggren et al., 1990; Lippmann et al., 2006; Lippmann and Chen, 2009; Bollati et al., 2010; Kim et al., 2016). Bu olumsuz etkiler insanlarda kalp hastalıkları riskini, solunum yetersizliği ve solunuma kaynaklı hastalıkları tetiklemekte ve yol açmaktadır (Lin et al., 2002; Kampa and Castanas, 2008; Shuster-Meiseles et al., 2016). Kent içerisindeki hava kütleleri içerisinde PM (partiküler madde) ve SO₂ (Kükürt di oksit) bünyelerinde barındırmaktadırlar. SO₂ ler genellikle fosil yakıtların yanmasından dolayı sülfür içerikli maddeler halinde bulunmaktadır (Pires, Alvim-Ferraz, and Martins, 2012) Sülfür ve oksit içerikli maddeler aynı zamanda hava birleşiminde yağış esnasında su moleküllerine katılıp asit yağmurlarının oluşmasına sebebiyet vermektedir (Rahmat et al., 2013). Aynı zamanda çalışmanın diğer aşaması

olan PM₁₀ partiküler madde, insan sağlığı yönünden önemli etkilere sahiptir.

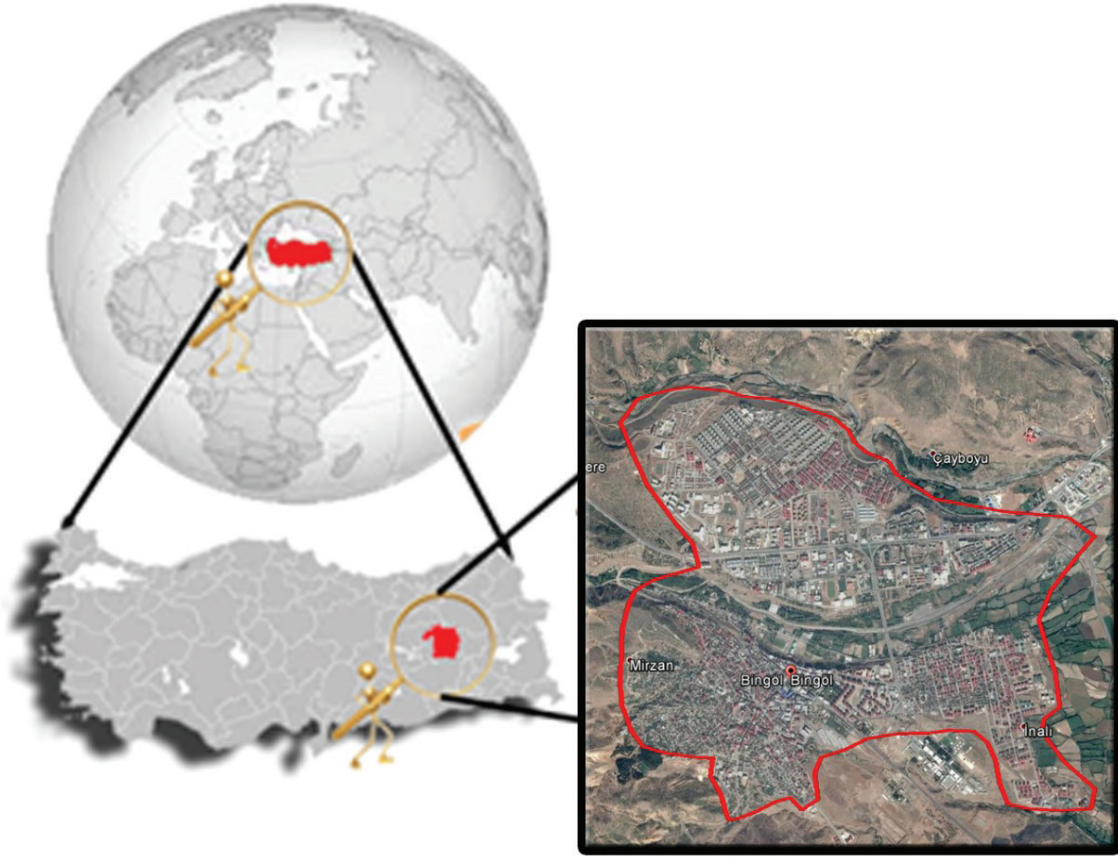
Partiküller maddeler yanmış fosil yakıtlardan ve araçlarda kullanılan yakıtlardan yayılmakta olup insanlarda kanserojen ve solunum rahatsızlıkları gibi sağlık sorunlarına neden olmaktadır (Correa et al., 2016). Partiküller maddeye bağlı ölümler son yıllarda artmaktadır, İngiltere'de yapılan bir çalışmada partiküler maddeye (PM₁₀) bağlı ölümlerin %5.4 olduğu tahmin edilmiştir (Taylor et al., 2016). Aynı zamanda hava kirliliğini teşkil eden bu zararlı maddeler kent morfolojisi ve nüfus yoğunluğuna bağlı oldukları önceki çalışmalarda belirtilmiştir (Kalbitz et al., 2000; Wilson and Xenopoulos, 2009; He et al., 2016).

Çalışma kapsamında Bingöl kenti örnek olarak alınmıştır. Doğu Anadolu'da yer alan ilde üniversite açılmasıyla kent merkezi göç olarak nüfus artış eğilimindedir. Nüfusun artmasından kaynaklanan hava kalitesi indekslerinin uzun yıllar verileri elde edilip bunlara paralel konut ve araç sayısındaki artış göz önünde bulundurularak, hava kalitesindeki değişim yaşam standartları çevresinde incelenmiştir. Çalışma da artan insan faaliyetleri ve buna bağlı olarak hava kalitesindeki değişimler için ne tür önlemler alınabileceğine yönelik senaryolar ortaya koymak amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın materyalini Bingöl İl Merkezi oluşturmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat bölümünde yer alan Bingöl ili 38°27' ve 40°27' doğu boylamlarıyla 41°20' ve 39°54' kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır (Şekil 1). Deniz seviyesinden 1151 m yükseklikte olup Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat Bölgesinde yer almaktadır.

Bingöl doğuda Muş kuzeyde Erzincan ve Erzurum batıda Tunceli ve Elazığ güneyde ise Diyarbakır ili ile komşudur. Çalışma alanı yaklaşık olarak 14 km²'lik bir alana sahiptir ve bu alan içerisinde Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait bir tek istasyon bulunmaktadır.



Şekil 1. Çalışma Alanının Lokasyon Haritası

Çalışma alanına dair 2007-2015 yılları arası 8 yıllık veriler Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir ve bunların yanında Emniyet Müdürlüğünden aynı yıllara dair taşıt sayısı ve Bingöl Belediyesi'nden yine aynı yıllara ait konut sayısındaki değişim verileri elde edilmiştir (Şekil 2 ve Şekil 3). Elde edilen veriler bazında 8 yıllık zaman dilimine ait 8 değişken veri kümesi oluşturulmuştur, oluşturulan bu küme CANOCO versiyon 4.5 (Terbraak CJF, 1988) bilgisayar programı aracılığıyla ordınasyon analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir.

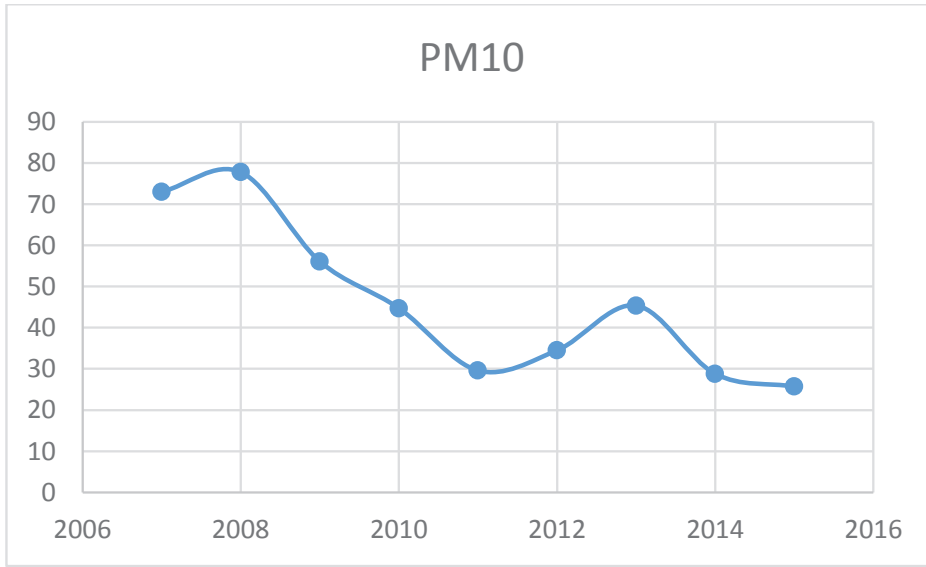
2007 ve 2015 yıllarına ait iklim verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Bingöl istasyonundan, hava kirliliği verileri de Bingöl İl müdürlüğünden temin edilmiştir. Aynı zamanda taşıt ve konut sayısına ait veriler sırası ile Bingöl Belediyesi ve Bingöl Emniyet Müdürlüğünden elde edilmiştir. İklim, hava kirliliği, taşıt sayısı ve konut sayısının arasındaki ilişkiler CANOCO versiyon 4.5 (Terbraak CJF, 1988) bilgisayar programı

aracılığı ile ordınasyon analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Veriler arasındaki ilişkiler doğrusala yakın seyir izlediği için ordınasyon analizinde RDA (Redundancy Analysis) analizi yöntemi tercih edilmiştir (Terbraak CJF, 1991)

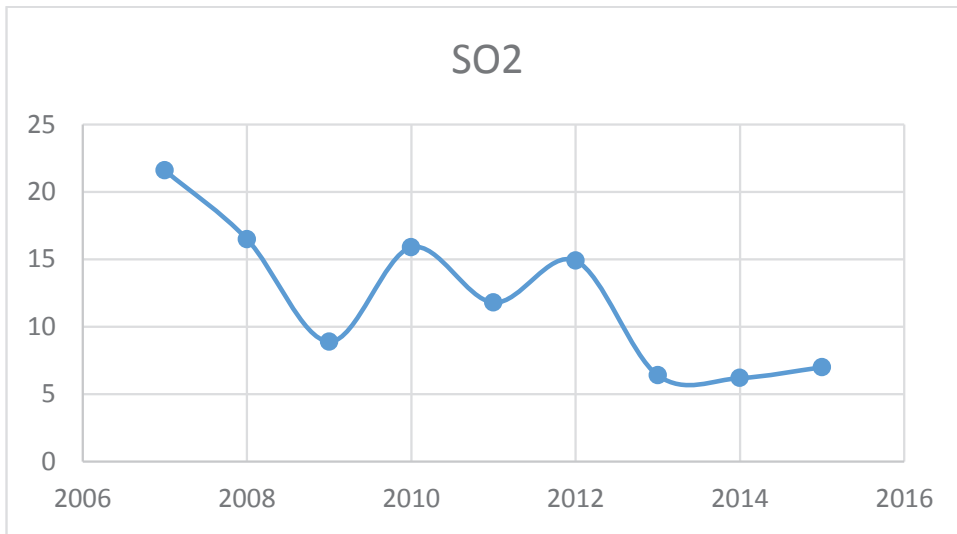
8 yıllık veriler bazında 2007 yılında 8631 olan araç sayısı 2015 yılında 14119 çıkarak %63 lük bir artış olmuştur. Kent merkezindeki nüfus ise 251552 den 267184'e çıkarak sadece %6 'lık bir değişim olduğu görülmektedir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kış aylarında düşen sıcaklık ile birlikte insanların iklimsel konforlarını sağlamak için ısıtma sistemlerinin çalıştırılmaya başlandığı zaman Bingöl merkezi genelinde partikül madde miktarında artış olduğu görülmektedir. Şekil.2 ve Şekil.3 de görüldüğü gibi 2007-2008 yıllarında maksimum seviyeye ulaşmaktadır.



Şekil 2. Partikül madde (PM10) yıllara göre değişimi

Şekil 3. Kükürt di oksitin (SO₂) yıllara göre değişimi (DMİ)

Azalan hava sıcaklığına bağlı olarak fosil yakıtların kullanımı artmakta ve buna bağlı olarak havadaki partikül madde ve kükürt di oksit miktarında sürekli artış olduğu bilinmektedir (Stellman, 1998; McKenzie et al., 2011). Düşen hava sıcaklığı aynı atmosfere salınan bu kirleticilerin atmosferde seyrelmesini yavaşlatarak yoğunluğunun artmasına neden olmaktadır. Bu durumda kirleticilerin şehir havasından uzaklaştırılmasında en önemli görev hava hareketlerine düşmektedir. Nitekim

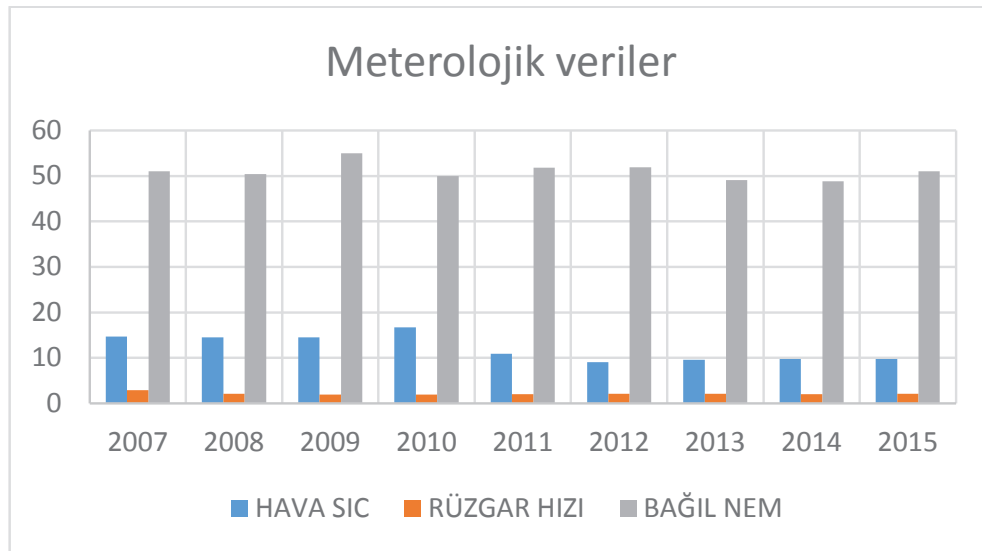
kirleticiler ile rüzgâr hızı arasındaki ters ilişki bunu açık şekilde izah etmektedir. Yapılan çalışmalarda da kirliliğin dağıtılmasında rüzgâra dikkat çekilmiştir (Türkeş ve ark., 2000; Taşdemir Y, 2001). Rüzgâr hızının 1.5 m/s'den fazla olması kirlilik etmenlerinin ortadan uzaklaştırılması için yeterli görülmektedir (Anonim, 2017). Bingöl İli kent merkezinde ortalama rüzgâr hızı 2.1 m/s olmasından dolayı kent içinde hava akımlarının oluşmasına olanak sağlamamaktadır.

Çizelge 1. Bingöl İli'ne ait veriler

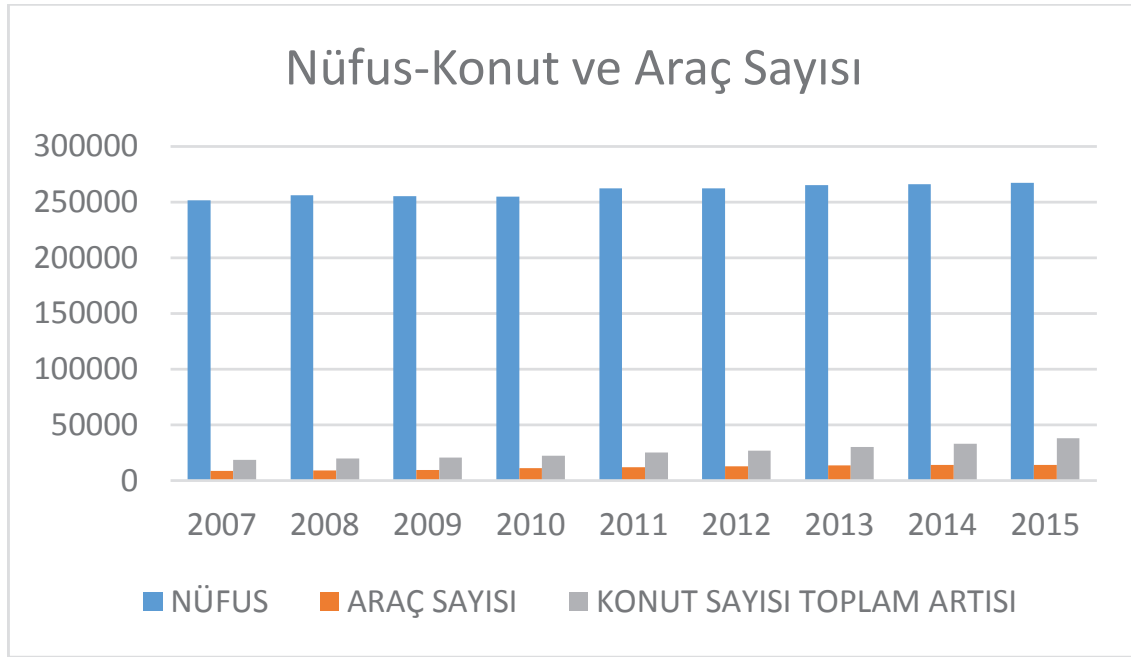
| YILLAR | PM10 | SO2 | NÜFUS | ARAÇ SAYISI | HAVA SIC | RÜZGAR HIZI | BAĞIL NEM | KONUT SAYISI TOPLAM ARTISI |
|--------|-------|------|--------|-------------|----------|-------------|-----------|----------------------------|
| 2007 | 73 | 21,6 | 251552 | 8631 | 14,7 | 2,9 | 51 | 18688 |
| 2008 | 77,8 | 16,5 | 256091 | 9044 | 14,5 | 2,1 | 50,4 | 19608 |
| 2009 | 56,1 | 8,9 | 255475 | 9439 | 14,5 | 1,9 | 55 | 20488 |
| 2010 | 44,75 | 15,9 | 255170 | 10902 | 16,7 | 1,9 | 50 | 22188 |
| 2011 | 29,6 | 11,8 | 262263 | 11779 | 10,9 | 2 | 51,8 | 25068 |
| 2012 | 34,5 | 14,9 | 262507 | 12784 | 9,08 | 2,1 | 51,9 | 26948 |
| 2013 | 45,4 | 6,4 | 265514 | 13417 | 9,6 | 2,08 | 49,1 | 30008 |
| 2014 | 28,8 | 6,2 | 266019 | 13981 | 9,75 | 2,07 | 48,8 | 33108 |
| 2015 | 25,7 | 7 | 267184 | 14119 | 9,8 | 2,1 | 51 | 38108 |

8 yıllık veriler bazında Bingöl kent merkezinde Partikül madde ortalaması 46.6 görülmektedir Çizelge 1. de görülen hava kalitesi indeksine göre "iyi" olarak değerlendirilmektedir, fakat Şekil.2 de görüldüğü gibi 2007, 2008 ve 2009 yıllarında partikül madde miktarı 50 değerini aşmakta buda

hava kalitesi indeksinde "orta" durumuna tekabül etmektedir. Aynı zamanda Şekil. 5 de görülen konut sayısı ve araç sayısındaki artışa rağmen kükürt di oksit ortalaması 12.1 lik ortalamaya hava kalitesi indeksine göre "iyi" durum ifade etmektedir.



Şekil 4. Meteorolojik verilerin yıllara göre değişimi (DMİ)



Şekil 5. Nüfus-konut ve araç sayısının yıllara göre değişimi (DMİ)

Çizelge 2. Ulusal Hava Kalitesi İndeksi

| İndeks | SO ₂ [µg/m ³] | PM10 [µg/m ³] |
|-----------|--------------------------------------|---------------------------|
| İyi | 0-100 | 0-50 |
| Orta | 101-250 | 51-100 |
| Hassas | 251-500 | 101-260 |
| Sağlıksız | 501-850 | 261-400 |
| Kötü | 851-1100 | 401-520 |
| Tehlikeli | >1101 | >521 |

Kuzeyden sokulan nemli-serin hava kütlelerine açık olması ve yükselti faktörü sebebiyle Bingöl ve çevresi yazları sıcak, kışları soğuk geçmektedir. Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünün verilerine göre Bingöl'de yıllık ortalama sıcaklık 12.1 derecedir. Yıllık yağış tutarı 873.7 mm. kadar olup, kar yağışlı gün sayısı 24.5 gün, donlu gün sayısı ise 94.1 gün kadardır. 8 yıllık veriler bazında hava sıcaklığın

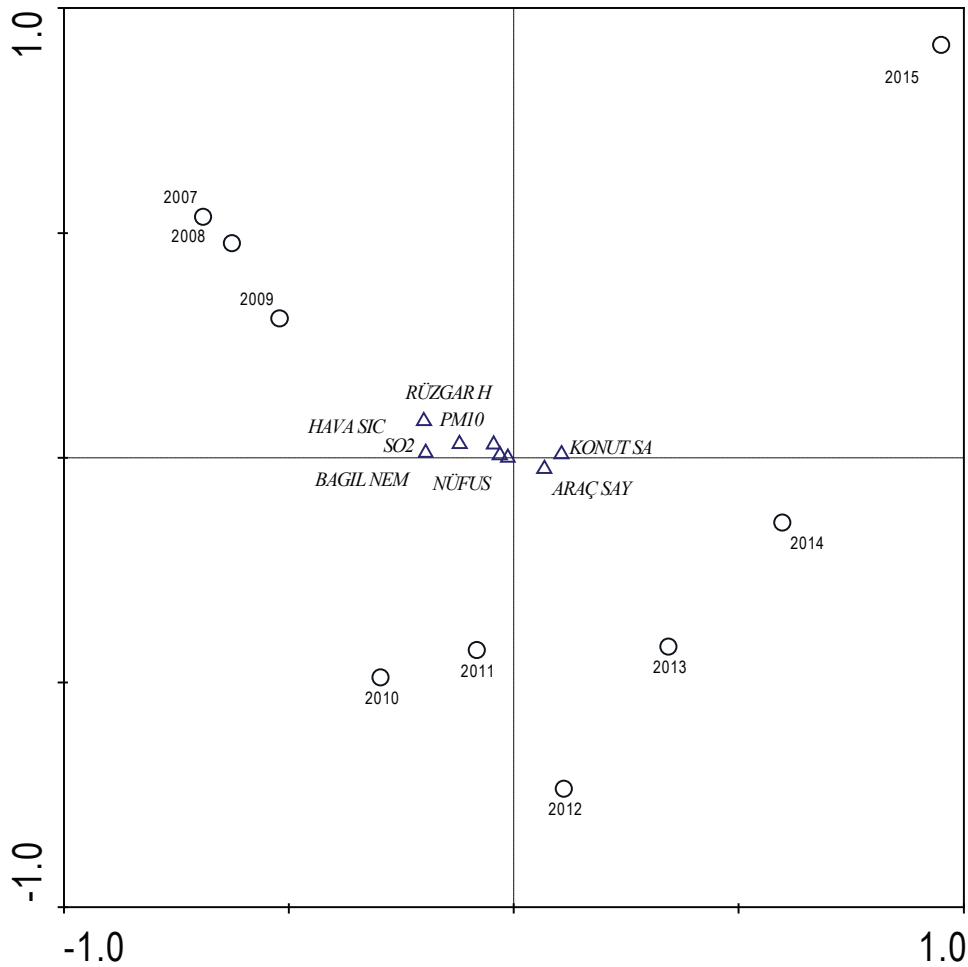
en yüksek olduğu yıl 2010 olup bu yılda ortalama sıcaklık 16.7 derecedir (Şekil.4). Bingöl İli Kent Merkezinde nüfus 8 yıllık zaman dilimi içerisinde fazla artmamasına rağmen araç sayısında 2 kat artış olduğu elde edilen verilere göre bilinmektedir, aynı zamanda nüfusla paralellik göstermeyen diğer bir eylemde konut sayısındaki muazzam artıştır. 2007 yılında 18688 olan konut sayısı 2015 yılı sonunda

38108 e ulaşmıştır (Şekil.5). Konut sayısı ve araç sayısındaki artışa rağmen hava kirletici etmenlerinin çok fazla değişmemesinin nedeni ise kullanılan fosil yakıtların kalitesinin artması ve bunlara bağlı olarak hakim rüzgar yönü üzerinde yapılaşma olmamasından dolayı kent içinde sürekli hava akımı olmaktadır. Bunun sonucunda kent merkezinde kirletici etmenlerde sürekli sabit değerlere rastlanmaktadır.

SONUÇ

Ordinasyon analizine göre; araç sayısı 2012-2013 ve 2014 yıllarında ortalamanın üzerinde artış olmuştur ve buna bağlı olarak kükürt di oksit ve partikül maddede ortalamanın hafif üzerine çıkmıştır. Analize göre konut sayısının ortalamanın üzerinde arttığı tek yıl 2015 yılı olarak sonuçlanmıştır bu artışta da görülmektedir ki araç

sayısındaki artış gibi kükürt di oksit ve partikül maddede ortalamanın hafif üzerine çıkmıştır. Ordinasyon analizinde rüzgar hızı, hava sıcaklığı, partikül madde ve kükürt di oksitin en yüksek olduğu yıllar 2007, 2008 ve 2009 yılları olduğu sonuçlanmıştır (Şekil 6). Bağıl nem ve nüfusun ortalamamın üzerinde arttığı yıllar ise 2010 ve 2011 yıllarıdır. Fosil yakıtlardan kaynaklanan hava kirliliği kent merkezinden rüzgâr ve buna bağlı olan rüzgâr koridorları vasıtasıyla uzaklaştırabilir. Kirlilik etmenlerinin hüküm sürdüğü Ocak-Şubat ve Mart aylarından Bingöl merkezinde hakim rüzgar yönü kuzey ve kuzey-batı istikametinde değişmektedir. Yapılaşmanın bu yönlerde az olduğu mevcut koridorların korunduğu açıkça görülmektedir. Bundan sonraki yıllarda yapılacak olan imar değişikliklerinde ve yapılaşmalarda rüzgar koridorları korunmalı ve geliştirilmelidir.



Şekil 6. 2007 ve 2015 yılları arası hava kirletici, meteorolojik veriler ve nüfusa bağlı faaliyetlerden oluşan CANACO programına ait ordinasyon analizi sonuçları

KAYNAKLAR

- Anonim 2017. www.mgm.gov.tr
- Bauer N, Bosetti V, Hamdi-Cherif M, Kitous A, McCollum D, Mejean A, van Vuuren D, 2015. CO₂ emission mitigation and fossil fuel markets: Dynamic and international aspects of climate policies. *Technological Forecasting and Social Change*, 90, 243-256. doi:10.1016/j.techfore.2013.09.009
- Berggren D, Bergkvist B, Falkengrengrerup U, Folkeson L, Tyler G, 1990. Metal Solubility and Pathways in Acidified Forest Ecosystems of South Sweden. *Science of the Total Environment*, 96(1-2), 103-114. doi:10.1016/0048-9697(90)90010-R
- Bollati V, Marinelli B, Apostoli P, Bonzini M, Nordio F, Hoxha M, Baccarelli A, 2010. Exposure to Metal-Rich Particulate Matter Modifies the Expression of Candidate MicroRNAs in Peripheral Blood Leukocytes. *Environmental Health Perspectives*, 118(6), 763-768. doi:10.1289/ehp.0901300
- Correa AXR, Cotellet S, Millet M, Somensi CA, Wagner TM, Radetski CM, 2016. Genotoxicity assessment of particulate matter emitted from heavy-duty diesel-powered vehicles using the in vivo Vicia faba L. micronucleus test. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 127, 199-204. doi:10.1016/j.ecoenv.2016.01.026
- Gan WQ, McLean K., Brauer M, Chiarello SA, Davies HW, 2012. Modeling population exposure to community noise and air pollution in a large metropolitan area. *Environmental Research*, 116, 11-16. doi:10.1016/j.envres.2012.04.001
- He W, Jung H, Lee JH, Hur J, 2016. Differences in spectroscopic characteristics between dissolved and particulate organic matters in sediments: Insight into distribution behavior of sediment organic matter. *Science of the Total Environment*, 547, 1-8. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.12.146
- Kalbitz K., Geyer S, Gehre M, 2000. Land use impacts on the isotopic signature (C-13, C-14, N-15) of water-soluble fulvic acids in a German fen area. *Soil Science*, 165(9), 728-736. doi:10.1097/00010694-200009000-00006
- Kampa M, Castanas E, 2008. Human health effects of air pollution. *Environmental Pollution*, 151(2), 362-367. doi:10.1016/j.envpol.2007.06.012
- Khodakarami J, Ghobadi P, 2016. Urban pollution and solar radiation impacts. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 57, 965-976. doi:10.1016/j.rser.2015.12.166
- Kim KH, Hong YJ, Szulejko JE, Kang CH, Chambers S, Feng XB, Kim YH, 2016. Airborne iron across major urban centers in South Korea between 1991 and 2012. *Science of the Total Environment*, 550, 309-320. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.11.109
- Lin S, Munsie JP, Hwang SA, Fitzgerald E, Cayo MR, 2002. Childhood asthma hospitalization and residential exposure to state route traffic. *Environmental Research*, 88(2), 73-81. doi:10.1006/enrs.2001.4303
- Lippmann M, Chen LC, 2009. Health effects of concentrated ambient air particulate matter (CAPs) and its components. *Critical Reviews in Toxicology*, 39(10), 865-913. doi:10.3109/10408440903300080
- Lippmann M, Ito K, Hwang JS, Maciejczyk P, Chen LC, 2006. Cardiovascular effects of nickel in ambient air. *Environmental Health Perspectives*, 114(11), 1662-1669. doi:10.1289/ehp.9150
- McKenzie J, Pinger R, Kotecki JE, 2011. An introduction to community health: Jones & Bartlett Publishers.
- Pires JCM, Alvim-Ferraz MCM, Martins FG, 2012. Surface ozone behaviour at rural sites in Portugal. *Atmospheric Research*, 104, 164-171. doi:10.1016/j.atmosres.2011.10.001
- Rahmat M, Maulina W, Rustami E, Azis M, Budiarti DR, Seminar KB, Alatas H, 2013. Performance in real condition of photonic crystal sensor based NO₂ gas monitoring system. *Atmospheric Environment*, 79, 480-485. doi:10.1016/j.atmosenv.2013.05.057
- Shuster-Meiseles T, Shafer MM, Heo J, Pardo M, Antkiewicz DS, Schauer JJ, Rudich Y, 2016. ROS-generating/ARE-activating capacity of metals in roadway particulate matter deposited in urban environment. *Environmental Research*, 146, 252-262. doi:10.1016/j.envres.2016.01.009
- Stellman M, 1998. *Encyclopaedia of occupational health and safety: International Labour Organization.*
- Taşdemir Y, 2001. Bursa'da Kükürt Dioksitten Kaynaklanan Hava Kirliliği. *Ekoloji Dergisi.*
- Taylor J, Davies M, Mavrogianni A, Shrubsole C, Hamilton I, Das P, Biddulph P, 2016. Mapping indoor overheating and air pollution risk modification across Great Britain: A modelling study. *Building and Environment*, 99, 1-12. doi:10.1016/j.buildenv.2016.01.010
- Terbraak CJF, 1988. Canoco - an Extension of Decorana to Analyze Species-Environment Relationships. *Vegetatio*, 75(3), 159-160. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:A1988P856900005
- Terbraak CJF, 1991. Multivariate-Analysis of Ecological Communities - Digby,Pgn, Kempton,Ra. *Journal of Classification*, 8(2), 271-273. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:A1991GR28300008
- Türkeş M, Sümer UM, Çetiner G, 2000. Küresel İklim Değişikliği Ve Olası Etkileri.
- Wilson HF, Xenopoulos MA, 2009. Effects of agricultural land use on the composition of fluvial dissolved organic matter. *Nature Geoscience*, 2(1), 37-41. doi:10.1038/Ngeo391
- Xu B, Luo LQ, Lin, BQ, 2016. A dynamic analysis of air pollution emissions in China: Evidence from nonparametric additive regression models. *Ecological Indicators*, 63, 346-358. doi:10.1016/j.ecolind.2015.11.012
- Zhang YL, Cao F, 2015. Is it time to tackle PM_{2.5} air pollutions in China from biomass-burning emissions? *Environmental Pollution*, 202, 217-219. doi:10.1016/j.envpol.2015.02.005

Karayolu Projelerinin Hazırlanmasında Yaban Hayatı Geçiş Yapılarının Değerlendirilmesi

Emre TERCAN¹

ÖZET: Türkiye, coğrafi konumu, iklim farklılıkları, topoğrafik, jeolojik ve jeomorfolojik çeşitlilikler nedeniyle Dünya’da en zengin biyoçeşitliliğe sahip ülkelerden birisidir. Hızlı nüfus artışı, endüstrileşme, yanlış tarımsal politikalar, aşırı avlanma, baraj ve yol inşaatları gibi çok sayıda faktör yaban hayatı yaşam alanları ve biyoçeşitlilik üzerinde ciddi anlamda olumsuz etkiler yaratmaktadır. Türkiye’de son dönemde karayolu ulaşım ağının geliştirilmesi için çok sayıda karayolu projesi yapılmıştır. Türkiye’de karayolu projelendirme sürecinde, yaban hayatı sahaları gibi ekolojik faktörler genellikle dikkate alınmamaktadır. Yaban hayatı sahaları dikkate alınmadan projelendirilen yollar, yaban hayatı hareketlerini ve gen akımını sınırlandırmakta, yaban hayatı yaşam alanlarının parçalanmasına, bozulmasına ve yok olmasına sebep olmaktadır. Yaban hayatı dikkate alınmadan projelendirilen yollarda, yaban hayvanlarının öldüğü veya yaralandığı trafik kazaları meydana gelmektedir. Dünya’da yaban hayatı geçiş yapıları ile ilgili çok sayıda çalışma ve uygulama yapılmaktadır. Ülkemiz literatüründe ise, yaban hayatı geçiş yapılarının karayolu projelendirme sürecinde değerlendirilmesine ilişkin çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada, yaban hayatı sahaları ve hayvan geçişleri dikkate alınarak ekolojik bir karayolu projelendirme yaklaşımı sunulmuştur. Bu yaklaşımın, gelecekte yapılacak proje çalışmalarına bir zemin oluşturmasının yanısıra uygulayıcı ve planlayıcılara bir kılavuz olması da beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekolojik geçiş yapıları, karayolu projesi, yaban hayatı, yol ekolojisi

Evaluation of Wildlife Crossing Structures in Preparing Highway Projects

ABSTRACT: Turkey is one of the countries which have the richest biodiversity in the world due to its geographical location, climate differences, topographical, geological and geomorphological diversity. Numerous factors such as rapid population growth, industrialization, improper agricultural policies, overfishing, dams and road constructions have serious negative effects on wildlife habitats and biodiversity. In Turkey, a great number of highway projects have been carried out for the development of road transportation network in the recent period. In the preparation of highway projects in Turkey, ecological factors such as wildlife habitats are generally not taken into consideration. The roads designed without considering wildlife sites limit wildlife movements and gene flow, cause the fragmentation, destruction and extinction of wildlife habitats. In the roads designed without consideration of wildlife, traffic accidents occur that wildlife animals are killed or injured. There are many studies and applications about wildlife crossings structures in the world. In the Turkish literature, studies on the evaluation of wildlife crossings structures in the process of preparation of highway projects are very limited. In this study, an ecological highway project approach was presented by taking into account wildlife habitats and animal crossings. This approach is expected to be a guide to practitioners and planners, as well as a platform for future project work.

Keywords: Ecological crossing structures, highway project, wildlife, road ecology

¹ Karayolları Genel Müdürlüğü, 13.Bölge Müdürlüğü, Etüt Proje ve Çevre Başmühendisliği, Antalya, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Emre TERCAN, emre_tercan@hotmail.com

GİRİŞ

Yolların ve trafiğinin yaban hayatı üzerinde çok büyük olumsuz etkileri vardır. Bu olumsuz etkiler, (1) yol ölümleri (Glista et al., 2009; Kušta et al., 2014), (2) araçlar ve yollardan kaynaklanan yaban hayatı göç yolları bakımından değişiklikler (Hoeven et al., 2009; Neumann et al., 2012), (3) yaban hayatı yaşam alanlarının parçalanması ve bozulması (Li et al., 2010), (4) yol boyu çevresi açısından değişimler (Ascensao et al., 2012), (5) yol boyunca yaban hayatı yaşam alanlarının rahatsız edilmesi (gürültü, titreşimler, araç görünürlüğü)(Van Langevelde et al., 2009) ve (6) yaban hayatı hareketlerini ve gen akımını sınırlandıran bariyer etkisi (Shepard et al., 2008) olarak sıralanabilir (Wang et al., 2017).

Yolların, böcekler (Vermeulen, 1994), sürüngenler ve amfibiler (Hels and Buchwald, 2001; Aresco, 2005), kuşlar (Clevenger et al., 2003) ve memeliler (Clarke et al., 1998; Huijser and Bergers, 2000) gibi çok sayıda hayvan popülasyonu üzerinde bariyer ve ölümcül etkileri vardır (Van Langevelde et al., 2009).

Yaban hayvanlarının yollardan geçişi ölümlü, yaralanmalı veya maddi hasarlı kazalara sebep olmaktadır. Türkiye’de 2015 yılı trafik kazası verilerine göre hayvan-taşıt çatışmasına bağlı trafik kazalarında, otoyollarda meydana gelen 14 trafik kazasında 20 kişi yaralanmış, devlet yollarında meydana gelen 382 trafik kazasında 23 kişi ölmüş 688 kişi yaralanmış, il yollarında meydana gelen 126 trafik kazasında 2 kişi ölmüş 235 kişi yaralanmıştır (KGM, 2015). Bu kazalar, yaban hayvanlarının geçişleri ve hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olarak yapıldığı köy yerleşim merkezlerindeki keçi, koyun, inek gibi sürü hayvanlarının geçişleri esnasında meydana gelen kazaları içermektedir.

Türkiye’de ulaştırma türleri arasında karayolu ulaşımı, diğer ulaştırma türlerine göre daha çok tercih edilmektedir. Özellikle son yıllarda hızla gelişen ekonomiye, nüfus ve motorlu araç sayısının artmasına paralel olarak Türkiye’de karayolu ağı üzerindeki trafik yoğunluğu da hızla artmıştır. Türkiye’de son dönemde karayolu ulaşım ağının geliştirilmesi için çok sayıda karayolu projesi yapılmıştır. Karayolu projelendirme sürecinde karayolu güzergahları genellikle ekolojik faktörler dikkate alınmadan belirlenmektedir. Alt geçit,

üst geçit ve menfez gibi sanat yapıları da hidrolik, hidrolojik, yaya ve taşıt geçişi gibi faktörler dikkate alınarak projelendirilmekte, yaban hayatı geçiş sahaları dikkate alınmamaktadır. Yaban hayvanlarının yaşam alanları arasında geçişlerine imkan sağlamak ve trafik kazalarını azaltmak amacıyla ekolojik geçitlerin yapılması çok önemlidir. Bu nedenle Kuzey Amerika, Asya, Avustralya ve bazı Avrupa ülkelerinde hayvanlar için ekolojik amaçlı köprüler, viyadükler, alt ve üst geçitler yapılmaktadır. Ancak, Türkiye’de biri Niğde-Pozantı-Mersin Otoyolu Mersin Gülek Geçidi’nde ve diğeri Kuzey Marmara Otoyolu’nda olmak üzere sadece 2 tane ekolojik üst geçit yapısı bulunmaktadır.

Yaban hayatı geçiş yapılarının değerlendirilmesi ve tasarımı için ilk kapsamlı ve sistematik el kitabı 2011 yılında ABD Federal Karayolu İdaresi tarafından yayımlanmıştır (Clevenger and Huijser, 2011). Dünya’da yaban hayatı geçişlerinin ve yol etkileşimlerinin değerlendirilmesi konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır (Chang et al., 2014; Karlson and Mörtberg, 2015; Igondova et al., 2016; Huijser et al., 2016; Tissier et al., 2016; Baigas et al., 2017).

Ülkemiz literatüründe ise yaban hayatı geçişleri ve yol etkileşimlerine ilişkin yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır. Yapılan bu çalışmalarda, yaban hayatı yönetimi (Beşkardeş, 2009), orman içi ve kenarı yol ağlarında ekolojik sanat yapıları (Gülci ve ark., 2014; Gülci ve Akay, 2014) ve barajların yaban hayatına zararları (Uçarlı, 2016) değerlendirilmiştir.

Ülkemiz literatüründe yaban hayatı geçiş yapılarının yol projeleri aşamasında göz önünde bulundurulmasına ilişkin ekolojik proje yaklaşımına ait bir çalışma ise bulunmamaktadır. Bu çalışmada ele alınan yol güzergahlarının belirlenmesinde ekolojik ve teknik faktörlerin bir arada değerlendirilmesi, gelecekte yapılacak çalışmalara önemli bir zemin oluşturacaktır.

Bu çalışmada öncelikle Türkiye’de yaban hayatı ve biyoçeşitlilik varlığı ele alınmıştır. Daha sonra karayolu projelerinde ekolojik geçişlerin Dünya ve Türkiye’deki durumu değerlendirilmiştir. Bu veriler ışığında karayolu projelendirme çalışmalarında tavsiye edilen yöntem ve ekolojik geçiş yapılarında proje kriterleri açıklanmıştır.

TÜRKİYE'DE YABAN HAYATI VE BİYOÇEŞİTLİLİK

Ormanlar, meralar ve sulak alanlar gibi yabani alanlar da yaban hayatının barındığı, beslendiği ve ürettiği doğal yaşam alanlarıdır. Türkiye'de orman alanları ülke yüz ölçümünün %27'sini kaplarken, yabani alanlar 70 milyon ha. büyüklükle ülke yüz ölçümünün %90'ını kaplamaktadır (Kantarlı, 2013). Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle Dünya'da en zengin biyoçeşitliliğe sahip ülkelerden birisidir. İklim farklılıkları, topoğrafik, jeolojik ve jeomorfolojik çeşitlilikler, deniz, göl ve akarsu gibi su ortamındaki çeşitlilikler, 0-5000 m. arasında değişen yükseklik farklılıkları ve üç değişik bitki coğrafi bölgesinin varlığı bu zenginliğin oluşmasında etkili olan önemli parametrelerdir (Haksever, 2015). Avrupa kıtasının bitki ve hayvan türlerinin % 80'inden fazlası Türkiye'de temsil edilmektedir. Ülkemizde 11000'den fazla bitki, 162 memeli, 460 kuş, 716 balık ve 141 sürüngen türünden oluşan çok zengin bir fauna ve flora mevcuttur. Türkiye'nin yüzölçümü Dünya yüzölçümünün %0.1'ini oluşturmasına rağmen, Dünya'da bulunan bitkilerin % 2.4'ü, balık ve memelilerin ise % 2.9'u Türkiye'de bulunmaktadır. Avrupa'da 12000 bitki ve 500 kuş türü olduğu gerçeği göz önüne alındığında, Türkiye'nin biyolojik çeşitliliğinin büyüklüğü ve önemi daha açık olarak ortaya çıkmaktadır (Kantarlı, 2013).

Hızlı nüfus artışı, endüstrileşme, yanlış tarımsal politikalar, yabani alanların tarım arazilerine dönüştürülmesi, aşırı avlanma, baraj ve yol inşaatları gibi çok sayıda faktör yaban hayatı yaşam alanları üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Kantarlı, 2013).

Türkiye'de, yaban hayatı ve yaşam ortamlarının geliştirilmesine yönelik plan ve projelerin yapılması, koruma altına alınmış nadir ve nesli tehlike altında olan ve olabilecek türlerin ve yaşama ortamlarının korunması, yaban hayvanları ile ilgili kafesleme, halkalama, markalama ve vericilerle izleme çalışmalarının yapılması ve buna benzer çalışmalarda kurum ve kuruluşlar arasındaki koordinasyonun sağlanması gibi yaban hayatı ile ilgili çalışmalar Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır (Anonim, 2017a).

KARAYOLU PROJELERİNDE EKOLOJİK GEÇİŞLERİN DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DEKİ DURUMU

Doğaya hassas olarak yapılan yollar bile belli bir oranda doğaya zarar verebilmektedir. Yaban hayatı koridorlarından geçerek projelendirilen yollar, yaban hayatı yaşam alanlarını tahrip etmekte, parçalamakta, değiştirmekte ve hatta yok etmektedir. Yolların yapılması bariyer etkisi yaratarak ekosistemdeki hayvanların yaşamını dramatik olarak değiştirmektedir. Bir yaşam alanı yollarla ayrılmış adalara bölündüğünde, soyutlanmış popülasyonun genetik çeşitliliği büyük ölçüde düşmektedir (Beben, 2016).

Yaban hayvanlarının yaşam alanları arasında geçişlerine imkan sağlamak ve trafik kazalarını azaltmak amacıyla yaban hayatı sahaları dikkate alınarak karayolu projelerinin hazırlanması ve bu kapsamda yaban hayatı ekolojik geçiş yapılarının tasarlanması çok önemlidir.

Dünya'da konu ile ilgili durum incelendiğinde, farklı ülkeler bazında iyi uygulamaların yürürlükte olduğu görülmektedir. Kuzey Amerika ve bazı Avrupa ülkelerinde hayvanlar için ekolojik amaçlı alt ve üst geçitler yapılmaktadır. Ekolojik geçiş yapılarına ait uygulama örnekleri Şekil 1-4'te verilmektedir.

Avrupa ülkelerinde yaban hayvanlarının karayolundan güvenli geçişleri için farklı tür ve boyutlarda 600'den fazla geçiş yapısı bulunduğu görülmektedir. Avrupa'nın en büyüğü olan Hollanda'da bulunan Natuurbrug Zanderij Crailloo'nun uzunluğu yaklaşık 1600 metredir. Bu eko kanallar geyik, yaban domuzu ve diğer memeli hayvanların yanı sıra nesli tükenmekte olan Avrupa porsuğu için de güvenli geçiş imkânı sunmakta olup Şekil 1'de bu yolda bulunan bir üst geçit örneği sunulmuştur (Anonim, 2017b). Hollanda'da Kuzey-Batı Avrupa'daki en büyük ova olan Veluwe Ulusal Parkı sınırlarından geçen A1 Otoyolu üzerinde nesli tükenme tehlikesinde olan Avrupa porsuğu, yaban domuzları ve geyikler için ekolojik geçişler yapılmış olup Şekil 2'de bu yolda bulunan ekolojik üst geçit örneği görülmektedir (Anonim, 2017c).

Kanada'da, Trans-Kanada Otoyolu tarafından bölünen Banff Ulusal parkı boyunca 24 tane yaban hayatı geçişi yapılmıştır. Geçiş yapılarından parkta

yaşayan 10 memeli türünün (geyik, kanada geyiği, kara ayı, boz ayı, dağ aslanı, kurt gibi) ve yaklaşık 140 000 hayvanın geçitleri kullandığı belirlenmiş olup Şekil 3’de bu yolda bulunan bir ekolojik üst geçit örneği sunulmuştur (Anonim, 2017c). Halkın Yolu olarak bilinen ve ABD’de en uzun ve güvenli yaban hayatı geçiş koridoru Montana’daki 90 km uzunluğundaki 93. Karayolu’nda, 41 adet alt ve üst geçit yapıları

imal edilmiş olup bu yolda bulunan bir alt geçit örneği Şekil 4’te görülmektedir. Bu ekolojik geçiş yapılarında hayvanların kontrollü bir şekilde yönlendirilmesi amacıyla belirli kesimlere çit vb. yapılar eklenmiştir. Kamera sistemleri ile izlenen bu geçiş yapılarını başta boz ayı, geyik, karaca ve puma gibi hayvanlar olmak üzere çok sayıda hayvanın kullandığı belirlenmiştir (Anonim, 2017b).



Şekil 1. Crailoo Üst Geçidi



Şekil 2. A1 Otoyolunda Üst Geçit



Şekil 3. Kanada’da Üst Geçit



Şekil 4. ABD’de Alt Geçit

Türkiye’de, orman ve yaban hayatı bakımından büyük önem taşıyan sahalarda yol güzergâhlarının planlanmasına ve yapılmasına kamu yararı gözetilerek izin verilmektedir. Türkiye’de, karayolu projelendirme sürecinde genel olarak yol güzergâhları belirlenirken yol geometrik elemanlarının standartları, imar ve kamulaştırma durumları, kısmen sit alanları ve ekonomik faktörler dikkate alınmaktadır.

Türkiye’de yol güzergâhlarının orman ve yaban hayatı sahalardan geçmesi ciddi olumsuzluklara

sebeptir. Çevresel etki değerlendirme (ÇED) sürecinden muaf tutulma ile birlikte genellikle yaban hayatı, tabiat alanları, gürültü gibi ekolojik faktörler dikkate alınmadan projelendirme yapılmaktadır. Özellikle yüksek toprak dolgular üzerinde ya da sandık yarmalar içerisinde projelendirilen yollar yaban hayatı hareketliliğini ve göçlerini sınırlamaktadır. Hidrolik, hidrolojik, yaya ve taşıt geçişi amaçlı alt geçit, üst geçit, menfez gibi sanat yapıları da ekolojik açıdan değerlendirilmemektedir.

Yüksek yarma ve dolgu kesitlerinde oluşturulan palyelerde yöredeki bitki örtüsüne uygun bitkilendirme yapılmaması ve yol koridorlarında gürültü perdelerinin de oluşturulmaması hayvan psikolojisi üzerinde olumsuzluklar oluşturmaktadır. Türkiye’de Niğde-Pozantı-Mersin Otoyolu Mersin Gülek Geçidi’nde ve Kuzey Marmara Otoyolu’nda olmak üzere sadece 2 tane ekolojik üst geçit yapısı bulunmaktadır. Türkiye’de, yaban hayatının bölünmesini önlemek ve biyolojik çeşitliliğe katkı sağlamak amacıyla Orman Genel Müdürlüğü ve Karayolları Genel Müdürlüğü koordinasyonu ile



Şekil 5. Gülek Üst Geçidi

Akdeniz Bölgesini İç Anadolu Bölgesine bağlayan otoyol üzerinde bulunan Gülek Boğazı’ndaki ekolojik üst geçit Şekil 5’te verilmiştir (Haksever, 2015). Kuzey Marmara Otoyolu’nun Avrupa yakasında Fenertepe Yaban hayatı sahasının olduğu kesimde karaca, domuz ve tilki gibi yaban hayvanı türlerinin geçişinin sağlanması için yapılan ekolojik üst geçit ise Şekil 6’da görülmektedir. Doğal yaşama uyum sağlayacak şekilde yeşillendirilen ve bölgedeki yaşamın ve toprağın bir parçası gibi görünmeye başlayan bu ekolojik üst geçitin, doğal yaşamın korunması ve yaban hayatın sürdürülmesine katkı sağlaması beklenmektedir.



Şekil 6. Fenertepe Üst Geçidi

KARAYOLU PROJELENDİRMEDE TAVSİYE EDİLEN YÖNTEM VE EKOLOJİK GEÇİŞ YAPILARINDA PROJE KRİTERLERİ

Karayolu projelerinin hazırlanması sürecinde, yaban hayatı koruma sahaları, trafik kazalarının olduğu kesimler, yaban hayatı geçiş yerlerinin dikkate alınması yaban hayatı geçiş yapılarının projelendirilmesi için çok önemlidir.

Karayolu projelerinin hazırlanması öncesinde;

1-Karayolu projelerinin gerçekleştirilmesinden sorumlu Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yaban hayatından sorumlu Milli Parklar Genel Müdürlüğü’nden milli park, tabiat parkı ve yaban hayatı gibi korunan sahalardan sınırları temin edilmelidir.

2-Yaban hayatı ile ilgili hayvan geçiş gözlemleri ve kaza verileri gibi tüm veriler toplanmalıdır.

3-Türkiye’de hayvancılık, önemli geçim kaynaklarından biridir. Hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı kırsal yerleşim merkezlerinde keçi, koyun, inek gibi hayvan sürülerinin karayolunu geçiş yerleri,

gözlemler yapılarak ve yöre halkı ile iletişim kurularak tespit edilmelidir.

Karayolu projelerinin hazırlanması sürecinde;

1-Karayolu güzergâhının mümkünse yaban hayatı koruma sahası dışından geçirilmesine özen gösterilmelidir.

2-Karayolu güzergâhını yaban hayatı koruma sahası dışından geçirmek mümkün olmuyorsa;

a)Yaban hayvanı geçiş noktalarının yerleri tam olarak tespit edilmelidir.

b)Yaban hayvanı geçiş yerlerinin karayolu güzergâhını kestiği noktanın dolgu, yarma veya mix kesit olması durumuna göre Çizelge 1 ve Çizelge 2’deki kriterlere uygun olarak yaban hayatı geçiş yapısı tasarlanmalıdır.

Yaban hayatı geçiş yapıları projelendirilirken hangi tür geçite karar verileceği hayvan tür ve boyutlarına göre farklılık göstermektedir. Genel olarak geçiş yapılırken

dikkate alınması gereken bu hayvan türleri; toynaklı hayvan (karaca, geyik, antilop gibi) ve etobur hayvan (ayılar, kurtlar, porsuklar, çakal, karakulak, vaşak gibi) gibi büyük boyutlu memeliler, yüksek hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler (vaşak, balıkçıl hayvan, çakal, tilki), düşük hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler (rakun, kokarca, yaban tavşanı, kunduz gibi), yarı ağaçsıl memeliler (sansar, kırmızı ve uçan sincap), yarı sucul memeliler (su samuru, vizon, misk faresi), küçük memeliler (yer sincabı, fareler gibi), amfibiler (kurbağalar, kaplumbağalar, semender

gibi), sürüngenler (yılan, kertenkele gibi) olarak değerlendirilebilir (Clevenger and Huijser, 2011).

Yaban hayatı türleri ve grupları genel tasarım ve boyutlara bağlı olarak farklı yapı türleriyle ilişkilendirilebilir. Kullanım amacına göre yaban hayatı üst ve alt geçit yapılarına ait tasarım kriterleri Çizelge 1 ve Çizelge 2’de açıklanmış (Clevenger and Huijser, 2011) ve geçiş yapılarına ait örnek fotoğraflar Şekil 1-12’de sunulmuştur.

Çizelge 1. Ekolojik Üst Geçit Yapıları (Clevenger and Huijser, 2011)

| Geçiş Yapısı | Kullanım | Türler, Gruplar | Boyutlar (m) (Genişlik=W) | |
|---|--|---|--|----------------|
| | | | Minimum | Tavsiye Edilen |
| Peyzaj köprüsü (Şekil 1) | Sadece yaban hayatı | -Tüm yaban hayatı türleri -Amfibiler (adapte edilirse) | W=70 | W >100 |
| Yaban hayatı üst geçitleri ve çok amaçlı üst geçitler (Şekil 1, 2, 3,5, 6) | Karışık kullanım: Yaban hayatı ve insan hareketleri | - Büyük boyutlu memeliler -Yüksek hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler - Düşük hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler - küçük boyutlu memeliler - sürüngenler -amfibiler (adapte edilirse) | W=40-50 | W=50-70 |
| Kanopy geçişleri (Şekil 7) | Sadece yaban hayatı | -Yarı ağaçsıl memeliler | Türkiye’de yol platformunun 10 metreden küçük olduğu ve sık ormanlık alanlarda kullanılabilir. | |



Şekil 7. Kanopy Geçişi



Şekil 8. Viyadük

Çizelge 2. Ekolojik Alt Geçit Yapıları (Clevenger and Huijser, 2011)

| Geçiş Yapısı | Kullanım | Türler, Gruplar | Boyutlar (m) (Genişlik=W) (Yükseklik=H) | |
|---|--|--|---|--|
| | | | Minimum | Tavsiye Edilen |
| Viyadük ya da köprü (Şekil 8) | Çok amaçlı | -Tüm yaban hayatı türleri | - | - |
| | | | Genellikle en büyük yaban hayatı alt geçit yapısından daha büyüktür. | |
| Büyük boyutlu memeli alt geçitleri ve çok amaçlı alt geçitler (Şekil 4,9) | Karışık kullanım: Yaban hayatı ve insan hareketleri | - Büyük boyutlu memeliler -Yüksek hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler - Düşük hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler - Yarı ağaçsı ve yarı sucul memeliler - küçük memeliler - sürüngenler -amfibiler (adapte edilirse) | W=7 H=4 | W>10 H>4 |
| Orta ve Küçük Boyutlu Memeli Alt Geçitleri (Şekil 10) | Yaban Hayatı ve Drenaj | -Yüksek hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler (adapte edilirse) - Düşük hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler -Yarı ağaçsıl memeliler (adapte edilirse) - Küçük memeliler - Sürüngenler -Amfibiler (adapte edilirse) | - | W= 0.3-1.2 H= 0.3-1.2 ya da 0.3-1.2 çap |
| Değiştirilmiş Menfezler (Şekil 11) | Yaban hayatı ve Drenaj | -Yüksek hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler(adapte edilirse) -Düşük hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler -Yarı sucul memeliler -Küçük memeliler -Sürüngenler(adapte edilirse) -Amfibiler | W= 0.5 Açıklık>1 | W>1 Açıklık>1.5 |
| Amfibiler ve sürüngen tünelleri (Şekil 12) | Sadece Yaban Hayatı | -Amfibiler - Düşük hareket yeteneğine sahip orta boyutlu memeliler -Yarı sucul memeliler(adapte edilirse) Küçük memeliler ve sürüngenler (adapte edilirse) | Yöresel şartlar ya da hedef türlere göre boyutlar farklılık gösterir. Tünellerin çapları 0.35-1 m. aralığındadır. | |



Şekil 9. Büyük Boyutlu Alt Geçit



Şekil 10. Küçük Boyutlu Alt Geçit



Şekil 11. Menfez



Şekil 12. Sürünge Tünelleri

SONUÇ

Yaban hayatı sahaları dikkate alınmadan projelendirilen yollar yaban hayatı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Türkiye’de, yaban hayatı sahalardan geçen karayollarından farklı ölçekte çok sayıda hayvan kolaylıkla geçiş yapabilmekte ve geçişler esnasında trafik kazaları meydana gelmektedir. Bu yolların hayvan geçişleri için mutlak bariyer oluşturulmaması, karayolu projelerinin hazırlanmasında yaban hayatı sahalalarında alt ve üst geçit gibi ekolojik geçiş yapılarının dikkate alınmaması, yaban hayatı, sürü geçişleri ve karayolu kesişimlerinde trafik güvenliğini ciddi anlamda kaotik bir sorun haline getirmektedir. Bu olumsuzlukların azaltılması için yaban hayatı sahaları dikkate alınarak karayolu projelerinin hazırlanması önemlidir.

Yaban hayatı sahalalarında karayolu projeleri hazırlanırken ilgili karayolu koridorunda yaban

hayatının araştırılması (hayvan göç yolları, geçiş noktaları gibi), hayvan geçişlerinin farklı yöntemlerle belirli periyotlarla gözlemlenmesi (fotokapan, termal kamera gibi), hayvan-taşıt çatışmasının sıklıkla meydana geldiği konumların belirlenmesi, hayvan türüne göre ekolojik geçiş yapısının boyutu ve türünün belirlenmesi gereklidir. Bu sürecin Milli Parklar Genel Müdürlüğü ve Karayolları Genel Müdürlüğü koordinasyonu ile tamamlanması gerekmektedir. Tasarlanan ekolojik alt ve üst geçit yapılarında çit, duvar gibi engeller kullanılarak hayvanların geçiş yapılarına yönlendirilmesi ihmal edilmemelidir.

Yaban hayatı sahalalarında karayolu projesi hazırlanırken, sandık yarma yapılacak kesimlerde açkapa tünellerin yapılması ve yüksek dolguların olduğu kesimlerde viyadüklerin tasarlanması yaban hayatı üzerindeki zararı azaltacaktır. Bu çerçevede, çevreye ve habitat içerisindeki türlere uyumlu bitki örtüsü seçimine

de dikkat edilmesi gereklidir. Ayrıca, araçlardan gelen far görünürlükleri ve gürültü yaban hayvanları üzerinde psikolojik rahatsızlık verdiği için sedde, duvar, yoğun bitki örtüsü ve gürültü perdelerinin (Aklıbaşında ve Özer, 2016) tasarlanması gereklidir.

Türkiye’de yaban hayatı geçiş yapılarına ilave olarak hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı kırsal yerleşim merkezlerinde karayolu projeleri hazırlanırken keçi, koyun ve inek gibi sürü geçişlerinin de dikkate alınarak yöredeki hayvan türlerine göre sanat yapıları tasarlanmalıdır. Bu çalışmada önerilen

yaban hayatı sahaları ve geçişleri dikkate alınarak karayolu projelerinin hazırlanması yaklaşımı ile biyoçeşitlilik, yaban hayatı yaşam alanları, ekolojik ve evrimsel süreçler korunacak, hayvan-taşıt çatışmaları minimize edilerek trafik güvenliği sağlanacak, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı sağlanacak ve gelecek nesillere doğal miras bırakılacaktır. Bu ekolojik karayolu proje yaklaşımı, gelecekte yapılacak karayolu proje çalışmalarına önemli bir zemin oluşturacak, uygulayıcı ve planlayıcılara bir kılavuz olma özelliği gösterecektir.

KAYNAKLAR

- Aklıbaşında M, Özer S, 2016. Assessing the effects of Erzurum Nato Highway on land use and environment. İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6 (2):111-119.
- Anonim, 2017a. <http://www.milliparklar.gov.tr/AnaSayfa/yabanHayatiDairesi.aspx?sflang=tr>
- Anonim, 2017b. <http://www.mnn.com/earth-matters/wilderness-resources/stories/10-important-wildlife-corridors>
- Anonim, 2017c. <http://www.arkitera.com/haber/27473/yaban-hayati-kopruleri>
- Aresco MJ, 2005. The effect of sex-specific terrestrial movements and roads on the sex ratio of freshwater turtles. *Biological Conservation*, 123 (1): 37-44.
- Ascensao F, Clevenger AP, Grilo C, Filipe J, Reis MS, 2012. Highway verges as habitat providers for small mammals in agrosilvopastoral environments. *Biodiversity and Conservation*, 21(14): 3681-3697.
- Bağas PE, Squires JR, Olson LE, Ivan JS, Roberts EK, 2017. Using environmental features to model highway crossing behavior of Canada lynx in the Southern Rocky Mountains. *Landscape and Urban Planning*, 157: 200-213.
- Beben D, 2016. Crossings construction as a method of animal conservation. *Transportation Research Procedia*, 14: 474-483.
- Beşkardeş V, 2009. Bolu-Yedigöller Yaban Hayatı Koruma ve Geliştirme Sahasında Yaban Hayatı Yönetimi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 178s.
- Chang Y, Wu BY, Lu HL, 2014. Using ecological barriers for the conservation of frogs along roads. *Ecological Engineering*, 73: 102-108.
- Clarke GP, White PCL, Harris S, 1998. Effects of roads on badger *Meles meles* populations in south-west England. *Biological Conservation*, 86 (2): 117-124.
- Clevenger AP, Chruszcz B, Gunson KE, 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological Conservation*, 109 (1): 15-26.
- Clevenger AP, Huijser MP, 2011. *Wildlife Crossing Structure Handbook Design and Evaluation in North America*. Federal Highway Administration, 223 p.
- Glista DJ, Devault TL, Dewoody JA, 2009. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Landscape and Urban Planning*, 91(1): 1-7.
- Gülci S, Akay AE, Gülci N, 2014. Orman İçi ve Kenarı Yol Ağlarında Ekolojik Sanat Yapıları. Orman Mühendisleri Odası, Orman Mühendisliği Dergisi, 51: 10-20.
- Gülci S, Akay AE, 2014. Orman İçi ve Kenarı Sanat Yapılarının Ekolojik Fonksiyonlar Açısından Değerlendirilmesi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 22-24 Ekim 2014, Isparta.
- Haksever ME, 2015. Türkiye’nin Korunan Alanlarında Ekolojik Ağlar ve Avrupa Birliği Örnekleri. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Uzmanlık Tezi, Ankara, 135s.
- Hels T, Buchwald E, 2001. The effect of road kills on amphibian populations. *Biological Conservation*, 99 (3): 331-340.
- Hoeven CA, Boer WF, Prins HHT, 2009. Roadside conditions as predictor for wildlife crossing probability in a Central African rainforest. *African Journal of Ecology*, 48(2): 368-377.
- Huijser M, Bergers PJM, 2000. The effect of roads and traffic on hedgehog (*Erinaceus europaeus*) populations. *Biological Conservation*, 95 (1): 111-116.
- Huijser MP, Fairbank ER, Camel-Means W, Graham J, Watson V, Basting P, Becker D, 2016. Effectiveness of short sections of wildlife fencing and crossing structures along highways in reducing wildlife-vehicle collisions and providing safe crossing opportunities for large mammals. *Biological Conservation*, 197: 61-68.
- Igondova E, Pavlickova K, Majzlan O, 2016. The ecological impact assessment of a proposed road development (the Slovak approach). *Environmental Impact Assessment Review*, 59: 43-54.
- Kantarlı M, 2013. Türkiye’de Av ve Yaban Hayatı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Av Yönetimi Dairesi, Ankara, 40 s.
- Karlson M, Mörtberg U, 2015. A spatial ecological assessment of fragmentation and disturbance effects of the Swedish road network. *Landscape and Urban Planning*, 134: 53-65.
- KGM, 2015. Trafik Kazaları Özeti 2015, Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, 17s.
- Kušta T, Keken Z, Bartak V, Hola M, Jezek M, Hart V, Hanzal V, 2014. The mortality patterns of wildlife-vehicle collisions in the Czech Republic. *North Western Journal of Zoology*, 10 (2): 393-399.

- Li T, Shilling F, Thorne J, Li F, Schott H, Boynton R, Berry AM, 2010. Fragmentation of China's landscape by roads and urban areas. *Landscape Ecology*, 25 (6): 839-853.
- Neumann W, Ericsson G, Dettki H, Bunnefeld N, Keuler NS, Helmers DP, Radeloff VC, 2012. Difference in spatiotemporal patterns of wildlife road-crossings and wildlife-vehicle collisions. *Biological Conservation*, 145 (1): 70-78.
- Shepard DB, Kuhns AR, Dreslik M.J, Phillips, JA, 2008. Roads as barriers to animal movement in fragmented landscapes. *Animal Conservation*, 11(4): 288-296.
- Tissier ML, Jumeau J, Croguennec C, Petit O, Hibold C, Handrich Y, 2016. An anti-predation device to facilitate and secure the crossing of small Mammals in motorway wildlife underpasses. (I) Lab tests of basic design features. *Ecological Engineering*, 95: 738-742.
- Uçarlı Y, 2016. Çoruh Vadisi ve Verçenik Dağı Yaban Hayatı Geliştirme Sahalarındaki Barajların Yaban Keçisi Üzerine Etkileri. Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Artvin, 147s.
- Van Langevelde F, Van Dooremalen C, Jaarsma CF, 2009. Traffic mortality and the role of minor roads. *Journal of Environmental Management*, 90: 660-667.
- Vermeulen HJW, 1994. Corridor function of a road verge for dispersal of stenotopic heathland ground beetles (Carabidae). *Biological Conservation*, 69 (3): 339-349.
- Wang Y, Guan L, Piao Z, Wang Z, Kong Y, 2017. Monitoring wildlife crossing structures along highways in Changbai Mountain, China. *Transportation Research Part D*, 50: 119-128.

Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Bitkisel İmmunostimulant Kullanımı

Esin BABA¹

ÖZET: Doğal bağışıklık sisteminin önemli komponentleri makrofajlar, monositler, granülositler ve lizozim, komplement gibi humoral elementler balıklarda patojenlerin istilasına karşı ilk savunma mekanizmasını oluştururlar. Tıbbi bitkiler bir immunostimulant olarak spesifik ve spesifik olmayan savunma mekanizmasıyla hastalıklara karşı direnci artırabilmektedirler. Bitkilerin aktif bileşenleri lizozim, komplement, B ve T lenfositleri, doğal öldürücü hücreler ve fagositoz gibi bağışıklık sisteminin çeşitli komponentlerini etkinleştirebilirler. Bu bağlamda, bitkiler ve onların yan ürünleri bağışıklık sistemini güçlendirmek için tercih edilebilmektedir. Bitkiler, fenolik, polifenolik, alkaloid, kinon, terpenoid, lektin ve polipeptit bileşikler içermektedir. Bu bitkilerin çoğu antibiyotiklere, kimyasallara, aşılarla ve diğer sentetik bileşiklere oldukça etkili alternatifler olarak gösterilmektedirler. Su ürünleri yetiştiriciliğinde bitkisel ilaçların aynı zamanda antimikrobiyal aktivite gösteren, gelişmeyi kolaylaştıran ve kültür edilen türlerin olgunlaşmasında etkisi olduğu bunun yanı sıra yoğun yetiştiricilik yapılan çiftliklerde anti-stres özelliklerinin olduğu herhangi bir çevresel tehlike oluşturmadan kullanıldıkları bilinmektedir. Bitki ekstraktları ya da onların ürünlerinin çeşitli konsantrasyonlarda oral ya da enjeksiyon yolu ile uygulanması farklı tatlı su ve deniz balıklarında bakteriyel, viral ve parazitik hastalıklara karşı doğuştan ve adaptif immün cevabı artırmaktadır. Bu derlemede, balıklarda doğal ve adaptif immün cevap üzerine tıbbi bitkiler ve onların rolü açıklanmaya çalışılacaktır.

Anahtar kelime: İmmunostimulant, yetiştiricilik, bitki ekstraktı, spesifik olmayan immunité

Use of Plant Immunostimulant in Aquaculture

ABSTRACT: The major components of the innate immune system are macrophages, monocytes, granulocytes, and humoral elements, like lysozyme or complement system which constitute the first line of defence against invading pathogens in fish. Medicinal herbs as immunostimulants of the medicinal herbs increase resistance to disease by enhancing nonspecific and specific defence mechanisms. The active compounds of herbs activate several components of the immune system, such as phagocytes, natural killer cells, T-lymphocytes, B-lymphocytes, complement, and lysozyme. In this context plants or their by products are preferred since they contain several phenolic, polyphenolic, alkaloid, quinine, terpenoid, lectine, and polypeptide compounds many of which have been shown to be very effective alternatives to antibiotics, chemicals, vaccines, and other synthetic compounds. Administration of herbal extracts or their products at various concentrations through oral (diet) or injection route enhance the innate and adaptive immune response of different freshwater and marine fish and shellfish against bacterial, viral, and parasitic diseases. The present review describes the role of medicinal herbs and their products on innate and adaptive immune response of fish.

Keywords: Immunostimulant, aquaculture, plant extract, non-specific immune system

¹ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Muğla
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Esin BABA, esinbaba48@hotmail.com

GİRİŞ

Balık yetiştiriciliği, son çeyrek yüzyılda dünyada ve ülkemizde hızla artış gösteren, ekonomik önemi gittikçe artan bir endüstri haline gelmiştir. Özellikle son yıllarda balık çiftliklerinde gerçekleşen üretimle insanoğlunun tükettiği balık miktarının dörtte biri karşılanmaktadır. Günümüzde, 220 farklı kabuklu su ürünü ve balık türü çiftliklerde yetiştirilmektedir (Naylor et al., 2000). Yetiştiricilikte yüksek kalitede ürünün elde edilmesi, canlı için optimum şartların sağlanması ve korunmasıyla mümkündür. Balıkların sağlıklı olması akuatik ortamın ve çevresinin kalitesini yansıtır. Balıklar hayat evrelerini su içerisinde geçiren canlılar olarak birçok patojen mikroorganizmayla karşı karşıya olmalarına rağmen kolayca hastalanmazlar. Bunun başlıca nedeni diğer organizmalarda olduğu gibi bağışıklık sistemlerinin güçlü olmasıdır. Ayrıca balıklardaki bağışıklık sistemi genel olarak memelilere benzemekle birlikte daha ilkelidir (Magnadottir, 2006).

Yetiştiriciliği yapılan balıklar için bazı hastalıklara karşı savaşmada koruyucu amaçlı aşı uygulamaları oldukça yaygın hale gelmiştir (Sommerset et al., 2005). Ancak aşuların ticari anlamda sınırlı olması, spesifik olması, aşının etkili olması için gerekli optimal koşulların sağlanmasındaki güçlüklerden dolayı bazı dezavantajları vardır (Zapata et al., 1997; Sommerset et al., 2005). Bu gibi dezavantajları nedeniyle yetiştiricilikte hastalıkların kontrolü sadece aşularla mümkün olmadığı için, kematerapötiklere ve aşılara alternatif olarak spesifik olmayan bağışıklık sistemini harekete geçiren immunostimulantların kullanımı yaygınlaşmıştır (Aoki, 1992).

BALIKLARDA BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ

Teleost balıklarda bağışıklık sistemi temel olarak memelilerin bağışıklık sistemine benzer yapıdadır (Magnadottir, 2006). Ancak, balıkların içinde yaşadığı suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişim, balıkların sıcakkanlı canlılara oranla daha basit bir bağışıklık sistemine sahip olmaları, vücut sıcaklığının yaşadıkları ortamın sıcaklığına bağlı olması gibi faktörler

nedeniyle bazı farklılıklar gösterir. Vücuda giren veya verilen hastalık etkenlerinin düşük ısıda çoğalma kapasitelerinin azalması gibi nedenlerle patojenlere ait antijenik moleküllerin bağışıklık sistemini uyarmada ve oluşan bağışık yanıt ve etkinlik hızı çok azalmakta, buna bağlı olarak da tam bir korunma sağlanamamaktadır (Arda et al., 2005). Bu gibi faktörlerden dolayı balıkların bağışıklık sistemi memelilerin bağışıklık sisteminden bazı farklılıklar göstermektedir. En önemli farklılık balıklarda kemik iliği ve lenf nodüllerinin bulunmamasıdır. Ayrıca, balıklarda ana lenfoid organlar böbrek, dalak ve timustur (Vandstein, 1997).

Balıklarda bağışıklık sistemi; spesifik olmayan (innate) ve spesifik (acquired) bağışıklık olmak üzere iki kısımdan oluşur. Spesifik olmayan bağışıklık sistemi memeliler de olduğu gibi sıvısal (humoral) ve hücrel (cellular) savunma mekanizması gösterir. Spesifik olmayan bağışıklık, doğuştan savunma mekanizmalarına dayanır ve vücuda giren tüm yabancı maddelere karşı spesifik olmayan bir savunma meydana getirir. Spesifik bağışıklık, kazanılmış bir bağışıklık olup, vücudun reaksiyon verme kabiliyetine bağlı olarak spesifik mikroorganizmalara karşı, spesifik hücrel bağışıklık ve humoral bağışıklık oluşmasıdır.

Balıklarda, memeli canlılarda bulunan pentametrik IgM yerine tetrametrik bir özellik taşıyan immunoglobulin M (IgM) sentezlenmektedir. Memelilerde ise 5 çeşit immunoglobulin (IgG, IgA, IgM, IgD, IgE) bulunmakta ve bunların her biri farklı amaçlarla birbirini destekleyici şekilde çalışmaktadır (Magnadottir, 2006). Spesifik bağışıklık sisteminde yer alan sıvısal spesifik olmayan savunma mekanizmasında; çeşitli hücreler tarafından salgılanan bazı proteinler, örneğin; lizozim, kompleman, transferrin, antibakteriyel peptitler, lektin vd. yer alırken hücrel spesifik olmayan savunma mekanizmasında ise çeşitli lökosit tipleri (monosit/makrofajlar, granülositler ve spesifik olmayan sitotoksik hücreler) görev almaktadırlar (Ellis, 1999; Secombes, 1996).

KORUYUCU ÖNLEMLER

Kemoterapi

Kemoterapi yaygın olarak bakteriyel, parazitik ve mantar hastalıklarına karşı koruyucu ya da kontrol amaçlı kullanılmaktadır. Oksitetrasiklin, furazolidon, amoksilin ve enroflaksin içeren çeşitli antibiyotikler balık hastalıklarının kontrolünde başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (Agnew and Barnes, 2007; Smith et al., 1994). Ancak bu kemoterapötiklerin aşırı dozda kullanımı balıklarda ölümlere ve istenmeyen yan etkilere yol açabilmektedir (Chong and Chao, 1969). Örneğin formalinin aşırı dozda kullanımı ciddi solungaç hasarlarına neden olmaktadır (Punitha et al., 2008). Bunun yanı sıra ilaca dirençli patojenlerin gelişmesine yol açmaktadır (Smith et al., 1994). Balıkta ve çevrede kimyasalların birikimi, bir takım kimyasal ve antibiyotiklerin kullanımına yönelik sınırlama getirilmiş durumdadır (Alderman and Hastings, 1998). Uluslararası birlikler antibiyotiklerin kullanımının sadece tedavi amacıyla sınırlı olmasını tavsiye etmektedir (Gesamp, 1997).

Aşı

Su ürünleri yetiştiriciliğinde bakteriyel, parazitik ve viral hastalıkların patlak vermesi oldukça önemli bir problemdir. Patojenik bakteri ve virüsler kuluçkahanelerde özellikle yetiştiricilik şartlarının kötü olması, uygun olmayan su kalitesi ve yetersiz beslenmeyle birleşerek önemli ekonomik kayıplara sebep olmaktadır (Austin and Austin, 2007). Literatürlerde su ürünleri yetiştiriciliğinde hastalıkların % 54.9 bakteriyel, % 22.6 virüs, % 19.4 parazitik ve % 3.2'inin mikotik kökenli olduğu rapor edilmektedir (Dhar et al., 2014). Aşılama balık hastalıklarının kontrolünde en etkili profilaktif önlemlerden bir tanesidir. Ancak aşılar nispeten pahalı ve patojene spesifiktir (Sakai, 1999; Robertson, 1999). Ticari aşılar balık üreticileri için pahalıdır ve günümüzde önemli bakteriyel ve viral hastalıklara karşı çoğu ticari aşı etkin ve mevcut değildir (Raa, 1992). Aşılarla immün sistem korunabilir, kazanılmış ya da spesifik bağışıklık cevabını artırılabilir ancak tek tip aşı yalnızca patojenlerin bir tipine karşı etkilidir. Günümüzde patojenlerin kompleks, antijenik

yapılarından dolayı çoğu balık hastalıkları için etkin aşılar mevcut değildir. Dahası, hücre içi patojenlere karşı aşı geliştirilmesinde başarılı olunamamıştır (Kennedy et al., 2006). Bunun yanı sıra bütün balık hastalıklarının kontrolü aşılarla mümkün değildir. Gelecekte kompleks heterojen türler ya da multiple suş aşuların geliştirilmesine gereksinim vardır (Robertson, 1999). Bu bağlamda monovalan aşılar yetersizdir, herhangi ikinci patojen önemli kayıplara yol açabilmektedir ve polivalan aşuların üretimi oldukça pahalıdır. Sonuç olarak su ürünleri yetiştiriciliği hastalıklarının kontrolü için alternatif daha ucuz ve güvenilir yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır (Defoirdt et al., 2007; Hsieh et al., 2008; Parisien et al., 2008).

İmmunostimulant

İmmunostimulantlar; tek başlarına verildikleri zaman spesifik olmayan savunma mekanizmasını aktive edebilen, aşularla birlikte verildiklerinde spesifik savunma mekanizmasının yanıtını artıran doğal ve sentetik bileşiklerdir (Sakai, 1999). Bu tür bağışıklık sistemini uyaran maddelerin uygun şekilde kullanımıyla, hem spesifik hem de spesifik olmayan bağışıklık sistemini aktive ederek bireyin hastalıklara karşı direncinin artırıldığı bildirilmektedir. Balık çiftliklerinde ve özellikle kuluçkahanelerde, hastalıklara karşı koruyucu amaçlı çeşitli antibiyotikler, aşılar ve kematerapötik ajanlar kullanılmaktadır. Son yıllarda tüm bu maddelerin yanı sıra bazı immunostimulantlar da uygulanmaktadır. Bu tip koruyucuların belirli dönemde kullanılması, viral, bakteriyel, parazitik ve fungal etkenlerin ortaya çıkarak hastalık meydana getirmesini sınırlayabilmektedir (Sakai, 1999). Balık yetiştiriciliğinde, immunostimulant maddeler, hastalıkların ortaya çıkmadan kontrol altına alınmasında ve hastalık öncesi bireyin bağışıklık sisteminin güçlendirilmesinde önemli görev alan doğal ve sentetik bileşiklerdir (ZoyJin, 2003). Yetiştiricilikte, hastalıkların kontrolü için tıbbi amaçla kullanılan immunostimulantlar önemli ölçüde güvenilir maddeler olup kematerapötik maddeler gibi çevreye olumsuz etkileri yoktur. Genelde doğal bileşikler oldukları için bırakıldıkları çevreye zararlı kalıntılar bırakmazlar (Trewes-Brown, 2000).

Günümüzde su ürünleri sektöründe, kullanılmaya başlanan bağışıklık sistemini uyarıcı özelliğe sahip en önemli immunostimulant maddeler; glukan (Chen and Ainsworth, 1992; Jorgensen et al., 1993), laktoferin (Sakai, 1999), levamisole (Kajita et al., 1990), kitin ve kitosan (Sakai, 1999), FK-565 (Kitao and Yoshida, 1986), EF203 (Yoshida et al., 1993), vitamin-C, *Mycobacterium spp.*'nin ekstraselüler ürünleri, kahverengi-kırmızı algler, mayalar ve Mannan oligosaccharide (MOS), karadaki mantarlar, bitki ekstraktları vd. gibi birçok farklı maddelerdir. İmmunostimulant kullanımı, su ürünleri yetiştiriciliğinde farklı nedenlerden (çevre şartları, hastalık etkenleri vd.) meydana gelen kayıpları azaltabilmektedir (Sakai, 1999). Ancak; immunostimulantların hastalık meydana gelmeden uygulanması gerekmektedir. İmmunostimulantların etkili bir şekilde uygulanabilmesi, zaman, dozaj, uygulama metodu ve balığın fizyolojik durumu gibi faktörlerin dikkate alınmasına bağlıdır (Anderson, 1992 ; Sakai, 1999).

İmmün Sistem Üzerine Biyolojik Maddeler

Doğal bitkisel ürünlerin anti stres, büyüme performansı, iştah artırıcı ve bağışıklık sistemi uyarıcı etkileri olduğu rapor edilmektedir. Bu bitkiler uçucu yağ, steroid, terpenoid, fenol, flavanoit ve alkoid gibi aktif özelliklerinden dolayı balık yetiştiriciliğinde antimikrobiyal özelliklere sahiptirler ve infeksiyöz hastalıkların kontrolünde ve engellenmesinde de önemli rol oynamaktadırlar (Citarasu et al., 1998; Sivaram et al., 2004). Bitkisel ürünler, spesifik olmayan bağışıklık sistemini düzenleyebilirler ve bir alternatif olarak günümüzde balık hastalıklarında kullanılan ilaçlar, kimyasallar ve antibiyotiklerin kullanımını azaltarak maliyeti düşürebilirler (Galeotti, 1998; Sakai, 1999; Jeney and Jeney, 2002; Fu et al., 2007). Bitkisel maddeler, kemoterapötik maddelere göre daha ucuz kaynaklardır ve bugün su ürünleri yetiştiriciliğinde karşılaşılan tüm problemleri azaltmaya yönelik bir çözüm olabilirler. Çizelge 1'de çeşitli bazı balık türleri ve farklı bitkilerle yapılan çalışmaların balıkların bağışıklık sistemi üzerinde meydana getirdikleri değişimler verilmiştir.

SONUÇ

Su ürünleri yetiştiriciliği dünyada hızla büyüyen gıda sektörlerinden biridir. Yetiştirilen çoğu deniz, tatlı su ve kabuklu deniz ürünleri her yıl artan önemli bir endüstri oluşturmaktadır. Son zamanlarda su ürünleri yetiştiriciliğinde yoğun üretim sonucunda karşılaşılan infeksiyöz hastalıklardan kaynaklanan kayıplar oldukça önemli bir konudur. Hastalıkların kontrol altına alınmasında özellikle antibiyotiklerin kullanımı, kemoterapi, dezenfeksiyon ve sağlık profilaksisi sık kullanılan yaklaşımlardandır. Bitkiler ve onların yan ürünleri fenolik, polifenolik, alkaloid, kinon terperoid, lektin ve polipeptid içereiklerinden dolayı hastalıklara karşı koruma ve kontrol için bağışıklık sistemini modüle edici immunostimulant olarak hareket edebilirler. Bu bitkilerin çoğu antibiyotiklere, kimyasallara, aşılarla ve diğer sentetik bileşiklere göre oldukça etkili alternatifler olarak gösterilmektedirler. Su ürünleri yetiştiriciliğinde bitkisel ilaçların aynı zamanda antimikrobiyal aktivite gösteren, gelişmeyi kolaylaştıran ve kültür edilen türlerin olgunlaşmasında etkisi olduğu bunun yanı sıra yoğun yetiştiricilik yapılan çiftliklerde anti-stres özelliklerinin olduğu herhangi bir çevresel tehlike oluşturmadan kullanıldıkları bilinmektedir (Harikrishnan et al., 2011). Çeşitli bitkisel immunostimulantlar çeşitli konsantrasyonlarda yem içerisine ilave edildiğinde ya da enjeksiyonla uygulandığında farklı tatlı su ve deniz balığında çeşitli bakteriyel, viral ve parazitik hastalıklara karşı doğal ve adaptif bağışıklık cevabını artırabilmektedirler. Böylelikle bitkisel ürünler bir immunostimulant olarak su ürünleri yetiştiriciliğinde potansiyel uygulamaya sahiptir (Yin et al., 2006).

Sonuç olarak, doğal immunostimulant kullanımı balık yetiştiriciliğinde hastalıkların meydana gelmeden, önlenmesinde gittikçe yaygınlaşan ve gelişen yeni bir eğilimdir. Bitkisel ürünler yetiştiriciliği yapılan balıklarda kemoterapötik ajanlara, antibiyotiklere ve aşılarla destekleyici olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptirler. Ayrıca bitkisel immunostimulantların besleyici özelliklerinin olması, biyolojik olarak parçalanabilmesi, güvenli ve insan sağlığına herhangi bir sorun oluşturmaması onların ön plana çıkmasında önemli rol oynamaktadır. Farklı bitkisel ürünler ve farklı balık türleri ile yapılacak *İn-vitro* çalışmalarla doğal ürün kullanımının desteklenmesi ve yetiştiricilik şartlarında uygulanabilirliği oldukça önemlidir.

Çizelge 1: Farklı bazı bitkisel immunostimulantların balıkların bağışıklık sistemi üzerine etkisi.

| Bahk türü | Bitkisel ürünler | Uygulama metodu | Sonuç | Referans |
|----------------------------------|--|-----------------------------------|---|--|
| <i>Oreochromis mossambicus</i> | <i>Ocimum sanctum</i> | İntraperitoneal enjeksiyon (İ.p.) | Antikor cevabında ↑ Nöt↑ | Logambal et al., (2000) |
| <i>O. mossambicus</i> | <i>Solanum trilobatum</i> | İ.p. | LYZ↑, RO <i>Aeromonas hydrophila</i> ↑ | Divyagnaneswari et al., (2007) |
| <i>Litopenaeus vannamei</i> | <i>Gelidium amansii</i> | İ.p. | Antikor cevabında↑, <i>Vibrio alginolyticus</i> ↑ | Fu et al., (2007) |
| <i>L. rohita</i> | <i>Allium sativum</i> | İ.p. | BA↑, LYZ↑ | Sahu et al., (2007) |
| <i>Pseudosciaena crocea</i> | <i>Radix astragalini</i> <i>R.angelicae sinensis</i> | Oral | NBT ↑, LYZ↑, Komplement hemolitik aktivitede artış <i>V. alginolyticus</i> ↑ | Jian and Wu (2003) |
| <i>Cyprinus carpio</i> | <i>Spirulina platensis</i> | Oral | FA↑, NBT pozitif hücre sayısında artış <i>A. hydrophila</i> ↑ | Watanuki et al., (2006) |
| <i>Paralichthys olivaceus</i> | <i>Eleutherococcus senticosus</i> | Oral | NBT ↑, LYZ↑ | Won et al., (2008) |
| <i>O. mossambicus</i> | <i>Eclipta alba</i> | Oral | LYZ↑, RO↑, MPO↑ | Christyapita et al., (2007) |
| <i>O. niloticus</i> | <i>Astragalus membranaceus</i> <i>Lonicera japonica</i> | Oral | NBT↑, FA↑, <i>A. hydrophila</i> ↑ | Ardo et al., (2008) |
| <i>Paralichthys olivaceus</i> | <i>Eleutherococcus senticosus</i> | Oral | NBT↑, LYZ↑ | Won et al., (2008) |
| <i>O. mykiss</i> | <i>A. sativum</i> | Oral | FA↑, MPO↑, LYZ↑, <i>A. hydrophila</i> ↑ | Nya and Austin (2009) |
| <i>O. niloticus</i> | <i>Cinnamomum verum</i> | Oral | FA↑, RO↑, LYZ↑ | Rattanachaikunsopon and Phumkhaichorn (2010) |
| <i>O. mossambicus</i> | <i>Nyctanthes arbortristis</i> | Oral | LYZ↑, CA↑, MPO↑, RO↑ | Kirubakaran et al., (2010) |
| <i>O. niloticus</i> | <i>Camellia sinensis</i> | Oral | LYZ↑, BA↑, WBC↑, SBO↑, <i>A. hydrophila</i> ↑ | Abdel-Tawwab et al., (2010) |
| <i>O. mykiss</i> | <i>Lupinus perennis</i> <i>Mangifera indica</i> <i>Urtica dioica</i> | Oral | BA↑, RB↑, LYZ↑ <i>A. hydrophila</i> ↑ | Awad and Austin (2010) |
| <i>Channa punctatus</i> | <i>Ficus benghalensis</i> | Oral | LYZ↑, FA↑, TP↑, | Verma et al., (2012) |
| <i>O. mykiss</i> | <i>Nigella sativa</i> <i>Nettle extract</i> | Oral | LYZ↑, MPO↑, TP↑, BA↑, IgM↑, <i>A. hydrophila</i> ↑ | Awad et al., (2013) |
| <i>O. mykiss</i> | <i>Thymus vulgaris</i> <i>Foeniculum vulgare</i> | Oral | BA ↑, TP ↑ ALB ↑, GLU ↓, <i>Yersinia ruckeri</i> ↑ | Güleç et al., (2013) |
| <i>Dicentrarchus labrax</i> | <i>Propolis</i> | Oral | SGR↑, YDO↑, TRIG↓, GLU↓ | Segvic-Bubic et al., (2013) |
| <i>O. niloticus</i> | <i>Aloe vera</i> | Oral | TP↑, WBC↑, Nöt↑, MON↑, YDO↑, <i>Streptococcus iniae</i> ↑ | Gabriel et al., (2015) |
| <i>Cyprinus carpio</i> | <i>Rehmannia glutinosa</i> | Oral | LYZ↑, FA↑, SBO↑, <i>A. hydrophila</i> ↑ | Wang et al., (2015) |
| <i>O. mossambicus</i> | <i>Citrus sinensis</i> | Oral | RBC ↑, LYZ ↑ MPO↑, Hct↔, <i>Streptococcus iniae</i> ↑ | Acar et al., (2015) |
| <i>Labeo victorianus</i> | <i>Urtica dioica</i> | Oral | LYZ↑, Nöt↑, WBC↑, Ig↑, RB↑, <i>A. hydrophila</i> ↑ | Ngugi et al., (2015) |
| <i>O. mykiss</i> | <i>Quercus brantii</i> var. <i>persica</i> | Oral | YDO↔, SGR↔, WBC↑, Nöt↑, MON↑, Ig↑, LYZ↓ | Bohlouli et al., (2016) |
| <i>L. victorianus</i> | <i>Citrus lemon</i> | | TP↑, ALB↑ GLU↓, TRIG↓, CHO↓, WBC ↑, Nöt↑, Ig↑ LYZ↑, RB↑, FBW↑, WG ↑, SGR ↑, YDO ↑ | Ngugi et al., (2016) |
| <i>Cyprinus carpio</i> | <i>Avena sativa</i> | Oral | LYZ↑, MPO↑, TP↑, ALB↑, <i>A. hydrophila</i> ↑ | Baba et al., (2016) |
| <i>O. mossambicus</i> | <i>Citrus limon</i> | Oral | LYZ↑, WBC↑, MPO↑, TP↑, SBO↑, <i>Edwardsiella tarda</i> ↑ | Baba et al., (2016a) |
| <i>Carassius auratus auratus</i> | <i>Mucuna pruriens</i> <i>Carina papaya</i> | İmmersiyon | Ichtyophthiriosis parazitinin sayısında azalma | Knopf and Ekanem (2004) |
| <i>O. niloticus</i> | <i>Lippia sidoides</i> <i>Mentha piperiya</i> | İmmersiyon | Hct↔, Nöt↑, MON↑, Monogenean parazit sayısında ↓ | Hashimoto et al., 2016 |

ALB: albumin, BA: bakterisidal aktivite, CHO: kolesterol, Ig: immunoglobulin, FA: fagositik aktivite, FBW: son vücut ağırlığı, GLB: globulin, GLU: glukoz, Hct: hematokrit, LYZ: lizozim aktivitesi, MON: monosit, MPO: myeloperoksidaz aktivite, NBT: nitrablu tetrazolium, Nöt: nötrofil, RBC: kırmızı kan hücreleri sayımı, RB: solunum patlaması, RO: reaktif oksijen üretiminde artış, SGR: spesifik gelişme oranı, TRIG: trigliserid, TP: toplam protein, WBC: beyaz kan hücreleri sayımı, WG: ağırlık artışı, YDO: yem dönüşüm oranı.
↑: artış, ↓: azalma, ↔: değişiklik yok.

KAYNAKLAR

- Abdel- Tawwab M, Ahmad HM, Seden MEA, Sakr SFM, 2010. Use of green tea, (*Camellia sinensis* L.), in practical diet for growth and protection of Nile Tilapia, (*Oreochromis niloticus* L.), against *Aeromonas hydrophila* infection. Journal of World Aquaculture Society, 41: 203–213.
- Acar Ü, Kesbiç OS, Yılmaz S, Gültepe N, Türker A, 2015. Evaluation of the effects of essential oil extracted from sweet orange peel (*Citrus sinensis*) on growth rate of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and possible disease resistance against *Streptococcus iniae*. Aquaculture, 437: 282–286.
- Agnew W, Barnes AC, 2007. *Streptococcus iniae*: an aquatic pathogen of global veterinary significance and a challenging candidate for reliable vaccination. Veterinary Microbiology, 122: 1–15.
- Alderman DJ, Hasting TS, 1998. Antibiotic use in aquaculture: development of antibiotic resistance-potential for consumer health risks. International Journal of Food Science Technology, 33: 139–155.
- Anderson DP, Moritomo T, Grooth Rd, 1992. Neutrophile, glass adherent, nitroblue tetrazolium assay gives early indication of immunization effectiveness in rainbow trout. Veterinary Immunol Immunopathology, 30: 419–429.
- Arda M, Seçer S, Sarıyüpeoğlu M, 2005. Balık Hastalıkları. Medisan Yayınları, Ankara, 61–65 p.
- Ardo L, Yin G, Xu P, Varadi L, Szigeti G, Jeney Z, Jeney G, 2008. Chinese herbs (*Astragalus membranaceus* and *Lonicera japonica*) and boron enhance the non-specific immune response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and resistance against *Aeromonas hydrophila*. Aquaculture, 275: 26–33.
- Aoki T, 1992. Chemotherapy and drug resistance in fish farms in Japan. In: Shariff M, Subasighe RP, Arthur JR, (Eds.). Diseases in Asian Aquaculture Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, 1: 519–529.
- Austin B, Austin DA, 2007. Bacterial fish pathogens, Diseases of Farmed and Wild edition. Praxis, Publishing Ltd., Chichester, UK.
- Awad E, Austin B, 2010. Use of lupin, *Lupinus perennis*, mango, *Mangifera indica*, and stinging nettle, *Urtica dioica*, as feed additives to prevent *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Journal of Fish Diseases, 33: 413–420.
- Awad E, Austin D, Lyndon AR, 2013. Effect of black cumin seed oil (*Nigella sativa*) and nettle extract (Quercetin) on enhancement of immunity in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), Aquaculture, 388-391: 193–197.
- Baba E, Acar Ü, Öntaş C, Kesbiç OS, Yılmaz S, 2016. The use of *Avena sativa* extract against *Aeromonas hydrophila* and its effect on growth performance, hematological and immunological parameters in common carp (*Cyprinus carpio*). Italian Journal of Animal Science, 15,2: 325–333.
- Baba E, Acar Ü, Öntaş C, Kesbiç OS, Yılmaz S, 2016a. Evaluation of *Citrus limon* peels essential oil on growth performance, immune response of Mozambique tilapia *Oreochromis mossambicus* challenged with *Edwardsiella tarda*. Aquaculture, 465: 13–18.
- Batista S, Ozoria ROA, Kollias S, Dhanasiri AK, Lokesh J, Kiron V, 2016. Changes in intestinal microbiota, immune- and stress-related transcript levels in *Senegalese sole* (*Solea senegalensis*) fed plant ingredient diets intercropped with probiotics or immunostimulants. Aquaculture, 458: 149–157.
- Chen D, Ainsworth AJ, 1992. Glucan administration potentiates immune defense mechanisms of channel catfish, *Ictalurus punctatus* Rafineque. Journal of Fish Disease, 15: 295–304.
- Chong YG, Chao TM, 1969. Common Diseases in Marine Finfish. Primary Production Department, Republic of Singapore.
- Christybapita D, Divyagnaneswari M, Michael DR, 2007. Oral administration of *Eclipta alba* leaf aqueous extract enhances the non-specific immune responses and disease resistance of *Oreochromis mossambicus*. Fish Shellfish Immunology, 23: 840–852.
- Citarasu T, Babu MM, Marian MP, 1998. Application of biomedicinal products for improving marine shrimp larval production. Aqua-Terr. Annual Symposium. School of Biological sciences, MK. University, Madurai, India.
- Defoirdt T, Boon N, Sorgeloos P, Verstraete W, Bossier P, 2007. Alternatives to antibiotics to control bacterial infections: luminescent vibriosis in aquaculture as an example. Trends Biotechnology, 25: 472–479.
- Dhar AK., Manna SK., Thomas Allnut FC, 2014. Viral vaccines for farmed finfish. Virusdisease, 25: 1–17.
- Divyagnaneswari M, Christybapita D, Dinakaran Michael R, 2007. Enhancement of nonspecific immunity and disease resistance in *Oreochromis mossambicus* by *Solanum trilobatum* leaf fractions. Fish Shellfish Immunology, 23:2 49–259.
- Ellis AE, 1999. Immunity to bacteria in fish. Fish Shelfish Immunology, 9: 291–308.
- Fu YW, Hou WY, Yeh ST, Li CH, Chen JC, 2007. The immunostimulatory effects of hot water extract of *Gelidium amansii* via immersion, injection and dietary administrations on white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*. Fish Shellfish Immunology, 22: 673–685.
- Gabriel NN, Qiang J, He J, Ma XY, Kpundeh MD, Xu P, 2015. Dietary *Aloe vera* supplementation on growth performance, some haemato-biochemical parameters and disease resistance against *Streptococcus iniae* in tilapia (GIFT). Fish Shellfish Immunology, 44:504–514.
- Galeotti M, 1998. Some aspects of the application of immunostimulants and a critical review of methods for their evaluation. Journal of Applied Ichthyology, 14: 189–199.
- Gesamp, 1997. Towards safe and effective use of chemicals in coastal aquaculture. Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection Reports and Studies. FAO, Rome, Italy, 40.
- Harikrishnan R, Balasundaram C, Heo MS, 2011. Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. Aquaculture, 317: 1–15.
- Hashimoto GSO, Neto FM, Ruiz ML, Achille M, Chagas EC, Chaves FCM, Martins ML, 2016. Essential oils of *Lippia sidoides* and *Mentha piperita* against monogenean parasites and their influence on the hematology of Nile tilapia. Aquaculture 450: 182–186.

- Hsieh TJ, Wang JC, Hu CY, Li CT, Kuo CM, Hsieh SL, 2008. Effects of Rutin from *Toona sinensis* on the immune and physiological responses of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) under *Vibrio alginolyticus* challenge. *Fish Shellfish Immunology*, 25: 581–588.
- Jeney G, Jeney Z, 2002. Application of immuno stimulants for modulation of the non-specific defense mechanisms in sturgeon hybrid: *Acipenser ruthenus* x *A. baeri*. *Journal of Applied Ichthyology*, 18: 416–418.
- Jian J, Wu Z, 2003. Effects of traditional Chinese medicine on non-specific immunity and disease resistance of large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea* (Richardson). *Aquaculture*, 218: 1–9.
- Jorgensen H, Lunde Robertsen B, 1993. Peritoneal and head-kidney cell response to intraperitoneally injected yeast glucan in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Journal of Fish Diseases*, 16: 313–325.
- Kajita Y, Sakai M, Atsuda S, Kobayashi M, 1990. The immunomodulatory effect of levamisole on rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Fish Pathology*, 25: 93–98.
- Kennedy NJ, Spithill TW, Tennent J, Wood PR, Piedrafita D, 2006. DNA vaccines in sheep: CTLA-4 mediated targeting and CpG motifs enhance immunogenicity in a DNA prime/protein boost strategy. *Vaccine*, 24: 970–979.
- Kirubakaran CJW, Alexander CP, Dinakaran Michael R, 2010. Enhancement of non-specific immune responses and disease resistance on oral administration of *Nyctanthes arbor-tristis* seed extract in *Oreochromis mossambicus* (Peters). *Aquaculture*, 41: 1630–1639.
- Kitao T, Yoshida T, 1986. Effect of an immunopotentiator on *Aeromonas salmonicida* infection in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Veterinary Immunology Immunopathology*, 12: 287–291.
- Knopf K, Ekanem AP, 2004. Plant extracts for the treatment of Ichthyophthiriasis in fish. *Deutscher tropentag*, October 5-7, Berlin.
- Logambal SM, Venkatalakshmi S, Dinakaran MR, 2000. Immunostimulatory effect of *Ocimum sanctum* Linn. in *Oreochromis mossambicus* (Peters). *Hydrobiologia*, 430: 113–120. Magnadottir B, 2006. Innate immunity of fish. *Fish Shellfish Immunology*, 20: 137–151. Naylor RL, Goldberg RJ, Primavera JH, Kautsky N, Beveridge MC, Clay J, Folke C, Lubchenco J, Money H, Troell M, 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405: 1017–1024.
- Ngugi CC, Oyoo-Okoth E, Mugo-Bundi J, Orina PS, Chemoiwa EJ, Aloo PA, 2015. Effects of dietary administration of stinging nettle (*Urtica dioica*) on the growth performance, biochemical, hematological and immunological parameters in juvenile and adult *Victoria labeo* (*Labeo victorianus*) challenged with *Aeromonas hydrophila*. *Fish Shellfish Immunology*, 44: 530–541.
- Ngugi CC, Oyoo-Okoth E, Muchiri M, 2016. Effects of dietary levels of essential oil (EO) extract from bitter lemon (*Citrus limon*) fruit peels on growth, biochemical, haematological parameters and disease resistance in juvenile *Labeo victorianus* fingerlings challenged with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture Research*, 1–13.
- Nya EJ, Austin B, 2009. Use of garlic, *Allium sativum*, to control *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, 32: 963–970.
- Parisien A, Allain B, Zhang J, Mandeville R, Lan CQ, 2008. Novel alternatives to antibiotics: bacteriophages, bacterial cell wall hydrolases, and antimicrobial peptides. *Journal Applied Microbiology*, 104: 1–13.
- Punitha SMJ, Babu MM, Sivaram V, Shankar VS, Dhas SA, Mahesh TC, Immanuel G, Citarasu T, 2008. Immunostimulating influence of herbal bio-medicines on non-specific immunity in Grouper *Epinephelus tauvina* juvenile against *Vibrio harveyi* infection. *Aquaculture International*, 16: 511–523.
- Raa J, Rorstad G, Engstad RE, Robertson B, 1992. The use of immunostimulants to increase resistance of aquatic organisms to microbial infections. In: Shariff M, Subasinghe RP, Arthur JR, (Eds.). *Disease in Asian Aquaculture. Proceedings of the First Symposium on Diseases in Asian Aquaculture*. Asian Fisheries Society, Philippines, 1: 39–50.
- Rattanachaiakunsopon P, Phumkhachorn P, 2010. Potential of cinnamon (*Cinnamomum verum*) oil to control *Streptococcus iniae* infection in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish. Science*, 76: 287–293.
- Robertsen B, 1999. Modulation of the non-specific defence of fish by structurally conserved microbial polymers. *Fish Shellfish Immunology*, 9: 269–290.
- Sahu S, Das BK, Mishra BK, Pradhan J, Sarangi N, 2007. Effect of *Allium sativum* on the immunity and survival of *Labeo rohita* infected with *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Applied Ichthyology*, 23: 80–86.
- Sakai M, 1999. Current research status of fish immunostimulants. *Aquaculture*, 172: 63–92.
- Secombes C J, 1996. The Non-specific Immune System: Cellular Defence. In: Iwama G, Nakanishi T, (Eds.). *The Fish Immune System*. Academic Press, San Diego, California, 63–103.
- Segvic-Bubic T, Boban J, Grubisic L, Trumbic Z, Radman M, Percic M, Coz-Rakovac R, 2013. Effects of propolis enriched diet on growth performance and plasma biochemical parameters of juvenile European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) under acute low-temperature stress. *Aquaculture Nutrition*, 19: 877–885.
- Sivaram V, Babu MM, Citarasu T, Immanuel IG, Murugadass S, Marian MP, 2004. Growth and immune response of juvenile greasy groupers (*Epinephelus tauvina*) fed with herbal antibacterial active principle supplemented diets against *Vibrio harveyi* infections. *Aquaculture*, 237: 9–20.
- Smith P, Hiney MP, Samuelesen OB, 1994. Bacterial resistance to antimicrobial agent used in fish farming: a critical evaluation of method and meaning. *Annual Review of Fish Diseases*, 4: 273–313.
- Sommerset I, Krossøy B, Biering E, Frost P, 2005. Vaccines for fish in aquaculture. *Expert Review Vaccines*, 4: 89–101.
- Trewes- Brown KM, 2000. *Applied Fish Pharmacology*. Kluwer Academic Publishers, 251–260 p.
- Yin G, Jeney G, Racz T, Xu P, Jun X, Jeney Z, 2006. Effect of two Chinese herbs (*Astragalus radix* and *Scutellaria radix*) on non-specific immune response of tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 253: 39–47.
- Yoshida T, Sakai M, Kitao T, Khlil SM, Araki S, Saitoh R, Ineno T, Inglis V, 1993. Immunomodulatory effects of the fermented products of chicken egg, EF203, on rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 109: 207–214.

- Verma VK, Rani KV, Sehgal N, Prakash O, 2012. Immunostimulatory response induced by supplementation of *Ficus benghalensis* root powder, in the artificial feed the Indian freshwater murrel, *Channa punctatus*. *Fish Shellfish Immunology*, 33: 590–596.
- Wang JL, Meng X, Lub R, Wu C, Luo YT, Yan X, Li XJ, Kong XH, Nie GX, 2015. Effects of *Rehmannia glutinosa* on growth performance, immunological parameters and disease resistance to *Aeromonas hydrophila* in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 435: 293–300.
- Watanuki H, Ota Kazuki, Tassakka AR, Kato T, Sakai M, 2006. Immunostimulant effects of dietary *Spirulina plantesis* on carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture*, 258: 157–163.
- Won KM, Kim PK, Lee SH, Park SI, 2008. Effect of the residuum extract of Siberian ginseng *Eleutherococcus senticosus* on non-specific immunity in olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fish Science* 74: 635– 641.
- Zahran E, Risha E, AbdelHamid F, Mahgoub HA, Ibrahim T, 2014. Effects of dietary Astragalus polysaccharides (APS) on growth performance, immunological parameters, digestive enzymes, and intestinal morphology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish Shellfish Immunology* 38: 149–157.
- Zapata AG, Torroba M, Varas A, Jimenez E, 1997. Immunity of fish larvae. *Developments Biological Standardization*, 90: 23–32.
- ZoyJin, 2003. Application of immunostimulants in larviculture: Feasibility and challenges. *Shanghai Fisheries University*, 8: 4.

Coğrafi İşaretli Erzurum Civil Peynir Tüketim Tercihlerine Dayalı Pazarlama Taktik ve Stratejileri

Derya BARAN¹, Yavuz TOPCU²

ÖZET: Çalışmanın amacı, Erzurum’da ikamet eden tüketicilerin Erzurum Civil peynir tüketim tercihleri ve satın alma modellerine dayalı pazarlama taktik ve stratejilerini belirlemektir. Çalışmanın ana materyalini, 2015 yılında Erzurum ilinde ikamet eden ve Erzurum Civil peyniri tüketen 401 hane halkı ile yapılan anket çalışmasından elde edilen birincil veriler oluşturmuştur. Elde edilen verileri dikkate alarak; tüketicilerin satın alma kararı üzerinde etkili olan ana faktörleri belirlemek için Principal Component Analiz (PCA) ve tüketicilerin tüketim sıklıklarına göre kümeleleri oluşturmak için Two-step Cluster Analizi kullanılmıştır. Araştırma sonuçları; Erzurum Civil peyirini yoğun, ılımlı ve düşük düzeyde tüketen kullanıcıların tüketim tercihleri üzerinde sırasıyla; bölge orijinli jenerik ve yerel markalı gerçek ürün imajı altında doğrudan pazarlama yaklaşımlarının, orijin ve duyu kalite ile temel fayda sunan yerel markalı ürünlerin ve son olarak görsel kaliteyi ön plana çıkaran genişletilmiş mamul karmalı yerel markalı ürünlerin büyük önem arz ettikleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Erzurum Civil peyniri, PCA and kümeleme analizi, Tüketici tercihleri

Marketing Tactic and Strategies Based on Consumption Preferences of Erzurum Civil Cheese with PGI

ABSTRACT: The aim of the study is to determine marketing tactic and strategies based on Erzurum Civil cheese consumption preferences and the purchase patterns of the consumers who reside in Erzurum. The main material of the study was created by the primary data obtained from a survey conducted on 401 households residing in Erzurum during 2015 and consuming Erzurum Civil cheese. Principal Component Analysis (PCA) and Two-step Cluster Analysis were used to determine the main factors impacting on the consumers’ purchase decisions, and to segment homogenous clusters according to their purchase frequencies, respectively by considering the data obtained. The results of the study highlighted that the heavy, medium and light users accounting consumption preferences of Erzurum Civil cheese gave more appreciation to the actual product images which combine generic brand with PDO and local brand under direct marketing approaches, to local branded products exposing core benefit with the region of origin and sensory quality, and to local branded products with augmented product image representing visual quality attributes, respectively.

Keywords: Erzurum Civil cheese, PCA and cluster analysis, Consumer preferences

¹ Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri, Tarım İşletmeciliği Ana Bilim Dalı, Erzurum, Türkiye

² Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi, Erzurum, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Yavuz TOPCU, yavuztopcu@atauni.edu.tr

GİRİŞ

Küreselleşme ile birlikte tarım alanlarındaki problemler, yeterli ve sağlıklı gıda üretimi sorunu, global iklim değişikliği, gen kaynaklarındaki deformasyonlar hem üretici ve tüketicileri hem de piyasa dinamiklerini farklı tutum ve davranışlar sergilemeye zorlamaktadır. Tüketiciler doğal, hijyenik, güvenilir ve kimyasallardan arındırılmış gıda ürünlerine yönelik yoğun bir satın alma davranışı sergilerken; üreticiler de tüketicilerin ihtiyaç ve isteklerini dikkate alarak, tüketiciler ile toplum refahı arasında bir denge oluşturmak için pazarlama taktik ve stratejilerini sürekli güncel tutmak zorundadırlar.

Ancak Erzurum ilinde tüketicilerinin istek ve ihtiyaçlarını karşılayacak kaliteli ve yeni tasarımı yöresel gıda ürünlerinin mevcut olmaması, temel faydası yüksek ancak gerçek ve bileşik fayda unsurlarından uzak bir yaklaşımla ürün sunumlarından dolayı bölgede Erzurum Civil peyniri tüketicilerin ihtiyaç ve isteklerinin tatmini açısından yetersizdir ve buyüzdüden negatif motivasyona neden olarak talebin düşmesine neden olmaktadır. Bu negatif satın alma tutum ve davranışını bertaraf etmek için tüketicilerin tercihlerini pozitif etkileyen ürün nitelikleri, demografik ve psikografik yapıları kantitatif analizler yardımı ile belirlenmeli, pazarlama karması bileşenlerine göre gerekli pazarlama taktik ve stratejileri belirlenerek toplumsal pazarlama esaslarına göre bileşik ürün imajlı sunumları hazır hale getirilmelidir. Tatmin edilmiş tüketici kitlelerinin talep trendleri artırılırken, satın alma tutum ve davranışları ile tüketim ve talep modelleri de pozitif yönde değiştirilebilir.

Son yıllarda global nüfus artışı ve kentleşme gibi olguların meydana getirdiği yeni yaşam şekilleri, beslenme alışkanlıklarında meydana gelen değişimler ile bunların sosyal ve çevresel alanda oluşturduğu olumsuzluklar, genetiği değiştirilmiş ürünlerin piyasaya sunulması ve gıda ürünlerine dayalı ciddi hastalıklar (obezite, diyabet vs.) nedeniyle tüketicilerin yerel gıda maddelerine daha fazla ilgi duymalarına neden olmuştur. Aynı zamanda global gıda sistemlerinin ortaya çıkardığı sorunların çözümüne alternatif bir sistem olarak, yerel gıda üretim sistemleri tartışılmaya başlanmıştır (Hinrichs, 2003; Helenius et al., 2007; Clancy and Ruhf, 2010). Diğer taraftan, insanların tükettikleri ürünler hakkında daha çok bilgi edinmeye

başlanmasının etkileri altında doğal, taze, organik ve yöresel ürün gibi kavramların hayatımıza daha çok girmesine neden olmuştur (Knudsen-Trydeman et al., 2006; Nellemann and Arendal, 2009). Dolayısıyla yaşanan ekonomik, sosyal ve kültürel değişimler, doğal ve otantik ürünlere olan ilgiyi artırarak yerli ve yabancı kaynaklı potansiyel talebin geleneksel ürünlere doğru kaymasına ve yerel ürünlere olan ilginin günden güne artmasına neden olmuştur (Darby et al., 2008; Hardesty, 2008; Hess, 2008; Lerman et al., 2010).

Yerel ürün/coğrafi işaret kavramları bütünsel bir ekonomik faaliyetler prosesi içinde birbirlerinden ayrı düşünülemez sofistike bir ilişki içerisinde. Coğrafi işaret sisteminin temel amacı; genel nitelikleri itibarıyla üretim şekli ve kaynağı gibi birtakım yerel niteliklerine bağlı olarak, belli bir üne kavuşmuş ürünlerin korunmasını sağlamaktır (TPE, 2017). Coğrafi işaret sistemi; üretimi, işlenmesi ve diğer işlemlerin tümünün o yerin sınırları içinde yapılmasına göre “Korunulan Bölge Orijini (PDO)” ve üretim, işlenme veya diğer işlemlerin en az birinin o coğrafi sınırlar içinde olmasına göre “Korunulan Coğrafi İşaret (PGI)” olarak tescillenmektedir (TPE, 2017).

PGI ile tescillenmiş Erzurum Civil peyniri; Erzurum ilinin yüksek rakımlı meralarında çeşitli otlaklarda beslenen hayvanlardan elde edilen süttüden yağının uzaklaştırılması ve belirli düzeyde asitlendirilmesi işleminden sonra mayalanması sonucu elde edilen tuzsuz, yağsız/az yağlı bir yöresel peynirdir (TPE, 2017).

Dünya peynir üretimi 2014 yılında 19 milyon ton ve üretimde en fazla paya sahip ülkeler sırasıyla AB-27 (%54), ABD (%28), Arjantin (%3.2) ve Rusya Federasyonu (%2.7)'dir (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, 2012a).

Özellikle araştırma bölgesinde peynir tüketimi çok düşük düzeylerde olup, peynir tüketiminin artırılabilmesi için tüketicilerin ihtiyaç ve isteklerine yönelik etkili pazarlama stratejilerinin harekete

geçirilmesi gerekmektedir. Bu hedeflere ulaşabilmek için PGI etiketli Erzurum Civil peynirinin tüketici tercihleri ve satın alma modellerini etkileyen temel faktörlere dayalı bütünsel pazarlama taktik ve stratejilerinin homojen gruplar şeklinde belirlenmesi, çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırmanın birincil verilerini, Erzurum İlinin Doğu ve Güney bölgelerini kapsayan Yakutiye, Batı kısmını içeren Aziziye ve Kuzey bölgesini temsil eden Palandöken merkez ilçelerinde Erzurum Civil peyniri tüketen hanehalklarından toplanan anket verileri oluşturmaktadır. İkincil verileri ise, çeşitli kurum ve kuruluşların (TUIK, DPT, FAOSTAT) verileri ile yerli ve yabancı bilimsel çalışma, rapor, dergi ve çeşitli yayınlardan temin edilen araştırma sonuçlarından elde edilmiştir.

Yöntemler

Örnek büyüklüğünün belirlenmesinde uygulanan yöntemler

Erzurum ilini 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, 2015). Üç farklı merkez ilçede yapılan ön anket çalışması ile Erzurum Civil peyniri tüketen ve tüketmeyen hane halklarının oranları belirlenerek, örnek kitle büyüklüğü aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanmıştır (Topcu, 2012).

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{c^2} = 385 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Burada; n: Örnek büyüklüğü, Z: Z değeri (95% güvenaralığında, 1.96), p: Erzurum Civil 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 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 yöntemler

Erzurum Civil 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. Ankete katılan tüketicilerin 5'li Likert Ölçeği (1: hiç önemli değil ve 5: çok önemli) üzerinde her bir ifadeyi işaretlemeleri istenmiştir.

Verilerin istatistiksel analizinde uygulanan yöntemler

İstatistikî analizin ilk aşamasında, Erzurum Civil peynir tüketimi ve satın alma modelleri üzerinde etkili olan değişkenler arasındaki ilişkileri analiz eden ve bunları ilişki düzeylerine göre bağımsız ana gruplara ayıran Principal Component Analiz (PCA) kullanılmıştır. PCA, birbiriyle ilişkili çok sayıdaki değişkeni az sayıda, anlamlı ve birbirinden bağımsız faktörler haline getiren çok değişkenli istatistik tekniklerinden biridir. 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, PCA sonuçlarına göre elde edilmiş temel tüketici tercih faktörlerinin yüksek, ılımlı ve düşük düzeyde Erzurum Civil peyniri tüketim sıklıklarına göre oluşturulmuş üç homojen hedef tüketici kitlelerine dağılımı, Two-step Cluster Analizi ile gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Erzurum Civil Peyniri Tüketen Tüketicilerin Demografik Özellikleri

Tüketicilerin yaklaşık %40'ı ılımlı düzeyde, %37'si yoğun düzeyde, %23'ü de düşük düzeyde Civil peynir tüketim sıklıklarına sahiptirler. Ankete cevap verenlerin yaklaşık %48'i erkek ve %52'si ise

kadındır. Aile reislerinin %30'unun yükseköğretim mezunu ve düşük düzeyde Erzurum Civil Peyniri tüketen aile reislerinin yaklaşık %35'inin memur olduğu analiz edilmiştir. Katılımcıların ortalama gelirleri, 2 648 TL iken; yıllık ortalama peynir harcamaları, 835 TL olarak hesaplanmıştır. Hedef kitlenin ortalama 12 TL'den 12.7 kg yıllık peynir tüketimleri mevcuttur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Tüketicilerin Erzurum Civil peynir tüketim sıklıklarına göre demografik ve sosyoekonomik özellikleri

| Demografik ve sosyoekonomik nitelikler | Erzurum Civil peynir tüketim sıklıkları | | | Toplam | |
|--|---|----------------------------|----------------------------|--------|------|
| | Yoğun kullanıcılar | İlmlı düzeyde kullanıcılar | Düşük düzeyde kullanıcılar | | |
| Cinsiyet | Erkek | 78 | 79 | 34 | 191 |
| | Kadın | 72 | 81 | 57 | 210 |
| Eğitim | İlköğretim | 72 | 61 | 28 | 161 |
| | Ortaöğretim | 45 | 47 | 29 | 121 |
| | Yükseköğretim | 33 | 52 | 34 | 119 |
| Meslek | Ev hanımı | 7 | 7 | 3 | 17 |
| | Memur | 44 | 38 | 32 | 114 |
| | İşçi | 24 | 23 | 15 | 62 |
| | Esnaf | 42 | 56 | 32 | 136 |
| | Emekli | 33 | 30 | 9 | 72 |
| Yaş (yıl) | 49 | 47 | 44 | 47 | 47 |
| Aylık gelir | 2487 | 2705 | 2815 | 2648 | 2648 |
| Yıllık süt ürünleri harcaması | 1873 | 1911 | 1855 | 1884 | 1884 |
| Yıllık peynir harcaması | 812 | 858 | 826 | 835 | 835 |
| Tüketim miktarı (kg) | 16.5 | 11.3 | 8.7 | 12.7 | 12.7 |
| Tüketim Fiyatı (TL/kg) | 11.5 | 12.6 | 11.9 | 12.0 | 12.0 |
| Örnek sayısı | 150 | 160 | 91 | 401 | 401 |

Erzurum Civil Peynir Tüketim Tercihleri ile İlgili PCA Sonuçları

Yerel ürünlere dayalı sürdürülebilir kırsal kalkınma, toplam varyansın %19.09'unu oluşturmuştur. Topcu (2012a), bu faktörün toplam varyans içerisindeki payını %5.99 olarak hesaplarken, mevcut çalışmada bu değer çok yüksek çıkması; Civil peynirin PGI etiketi ile tescillenmesinden kaynaklanan ürün güvenliğinin garanti altına alınmış olmasıdır. PGI güvence unsuru, tüketici taleplerinin artmasından kaynaklanan potansiyel kaynakların harekete geçirilmesi ve sürdürülebilir arz zincirinin

temin edilmesi ile kırsal ve bölgesel kalkınmaya katkı sağlanabilir. Mevcut çalışma sonuçları ile uyumlu olarak yerel gıda ürünleri, kırsal ekonomilerin canlandırılmasına ve sürdürülebilir kırsal kalkınmanın sağlanmasına potansiyel oluşturmaktadır (Callois, 2004; Topcu et al., 2010; Topcu, 2012a ve 2012b).

Tüketicilerin satın alma motivasyonu ve tüketim tercihlerini pozitif yönde etkileyen fizyolojik ihtiyaçlar güdüsünden *beslenmede temel fayda, sağlıklı diyet istekliliği, çocuklarda biyolojik gelişimi ve duysal kalite istekliliği* faktörleri tarafından %22.05'lik açıklayıcı varyans ile ifade edilmiştir. Yerel ürünlere

dayalı kırsal kalkınma faktörü ve fizyolojik ihtiyacın tatminine olanak sağlayan mamulün temel güdüsel faydaları, toplam varyans içerisinde yaklaşık sırasıyla %25 ve %30'luk nispetlere sahiptir. Bu iki kapsayıcı faktörün toplam açıklayıcılık oranının %55 olması, Erzurum Civil peynirin tüketim tercihleri ve satın alma kararları üzerinde büyük bir etkiye sahip olduklarını ve özellikle de fizyolojik güdülerin tatmininde gıda güvenliği odağında temel fayda yaklaşımının etkisinin tüketici kararları üzerinde çok önemli olduğunu ifade etmektedir. Bu faktörlerin tüketicilerin tüketim kararları üzerindeki önemine vurgu yapan Pugliese et al., (2013) ve Almlı et al., (2015); PDO, PGI ve TSG etiketli yerel gıda ürünlerinin daha hijyenik/sağlık kriterlerine uygun gıda konteksine göre gıda güvenliği garantisi ile talep trendlerinin arttığına ve piyasada önemli bir hacime ulaştığına vurgu yapmıştır.

Genişletilmiş mamul imajı, görsel kalite, Erzurum orijini ve tüketim memnuniyeti ile mamulden beklenen fayda düzeyinin toplam varyansı, %16'lık bir pay almaktadır. Bu mamulün satın alma kararı üzerinde tüketici odaklı fizyolojik ihtiyaç güdüsüne dayalı temel fayda ile mamul odaklı ürün karmasının örtük kapsayıcılığıyla birlikte toplam popülasyonunun eğilimlerini açıklamada önemli bir paya sahiptir (Çizelge 2).

Tüketicilerin tüketim ve satın alma kararları üzerinde duyusal ve görsel kalite algıları, toplam varyansın sırasıyla %2.77 ve %2.65'ni oluşturmaktadır. Bu durumda Erzurum Civil peyniri tüketim kararları üzerinde duyusal kalitenin görsel kaliteden daha büyük bir etkiye sahip olduğu analiz edilmiştir. Özellikle tüketim çalışmalarında gıda ürünlerinde duyusal kalitenin diğer kalite olgularından çok daha büyük bir önem arz ettiği, daha önce yapılmış çeşitli çalışmalarda ortaya konulmuştur (Topcu, 2012a; Pugliese et al., 2013; Almlı et al., 2015; Topcu, 2015).

Hedef tüketici kitlesinin Erzurum Civil peynir tüketim tercihleri ve satın alma kararı üzerinde sağlık motivasyonunun pozitif etkileri, büyük önem arz etmektedir. Tüketicilerin gıda güvenliği garantisi altında sağlıklı diyet istekliklerinin toplam açıklayıcılık oranları %11.2 olarak hesaplanmıştır

(Çizelge 2). Mevcut çalışmanın sonuçları arasında yer alan gıda güvenliği kapsamında sağlıklı diyet istekliliği üzerine odaklanan Braghieri et al. (2014), Almlı et al. (2015) ve Topcu (2015); tazelik, doğallık, organik, genetik manipülasyonlara maruz kalmayan ve kimyasallardan arı mamullerin ödeme istekliliklerinin çok yüksek olduğu ve tüketiciler tarafından büyük bir talep gördüğünü ifade etmişlerdir. Diğer taraftan, iletişim karması ve jenerik markalı ürünlerde doğrudan pazarlama yaklaşımı %3.47 ve %3.32'lik paylar ile toplamda %7'lik bir etki ye sahiptir. Mamul satın alma kararı üzerinde etkili olan dışsal uyarıcı ve etki kaynaklarından sosyal çevre, gerçek ürün imajının yansımalarından genişletilmiş ürün imajı ve görsel kalite, AIDA modelini bütünleyen parçalardan iletişim karması etkisi, ulaşılabilir temel ürün ve jenerik üründe doğrudan pazarlama faktörleri de %22'lik varyansa sahip olup, toplam varyansın da %30'unu temsil etmektedir (Çizelge 2).

Erzurum Civil Peynirinin tüketim tercihleri ile ilgili kümeleme analizi sonuçları

Yoğun düzeyde Erzurum Civil peyniri kullanıcıları; yerel ürünlere dayalı sürdürülebilir kırsal kalkınmaya katkı sağlayabilmek amacıyla ilgili mamul grubunda *PGI* altında jenerik markalı Erzurum Civil peynirinden sağlanacak temel faydaya dayalı olarak fizyolojik ihtiyaçlarının tatmine yönelmektedirler. Bu gruptaki tüketiciler için mamulün özüne dayalı temel faydayı, gıda ve sağlık güvenliği ve sağlıklı diyet motivasyonu yönünden destekleyen tüketim memnuniyeti tercih faktörleri ile kombine edilerek temel faydayı güçlendiren satın alma ve tüketim motivasyonu sağlanabilir (Çizelge 3). İlimli düzeyde Erzurum Civil peynir kullanıcıları; yerel ürünlere dayalı sürdürülebilir kırsal kalkınmaya katkı sağlayacak duyusal kalite ve Erzurum orijini ile desteklenmiş ve gıda güvenliği garantisi altında sağlıklı diyet arz eden genişletilmiş mamul imajı ile tüketici memnuniyetinin temin edilmesi üzerine odaklanmışlardır (Çizelge 3). Düşük düzeyde Civil peynir kullanıcıları; sosyal çevre ve iletişim karması etkisi ile görsel kaliteyi dikkate alarak, genişletilmiş mamul imajı altında satın alma modelini şekillendiren tüketici kitlesini teşkil etmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Erzurum Civil 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 |
| YEREL ÜRÜNLERE DAYALI SÜRDÜRÜLEBİLİR KIRSAL KALKINMA (F1) | | | | | | | | | | | | | | |
| Kırsal kalkınmaya katkı sağlamak | 0.940 | 0.036 | 0.034 | 0.095 | 0.026 | 0.046 | 0.021 | 0.020 | 0.041 | 0.006 | 0.038 | 0.018 | -0.021 | 0.052 |
| Kırsal gelişimin engellenmesine katkı sağlamak | 0.934 | 0.044 | 0.020 | 0.097 | 0.046 | 0.054 | 0.020 | 0.030 | 0.016 | 0.033 | 0.030 | 0.024 | -0.031 | 0.061 |
| Bölgesel kalkınmaya katkı sağlamak | 0.929 | 0.043 | 0.079 | 0.120 | 0.047 | 0.050 | 0.042 | 0.021 | 0.003 | 0.010 | 0.019 | 0.071 | 0.045 | 0.018 |
| Arz stabilizasyonu devam ettirmek | 0.925 | 0.052 | 0.014 | 0.123 | 0.044 | 0.019 | 0.006 | 0.049 | 0.008 | 0.003 | 0.058 | 0.068 | -0.043 | 0.059 |
| Çiftçilerin yeterli gelir teminine katkı sağlamak | 0.923 | 0.071 | -0.017 | 0.103 | 0.022 | 0.016 | 0.002 | 0.027 | 0.037 | 0.027 | -0.001 | 0.013 | 0.003 | 0.054 |
| Bölgesel gelişimin engellenmesine katkı vermek | 0.921 | 0.033 | 0.082 | 0.116 | 0.003 | 0.053 | 0.042 | 0.036 | 0.012 | -0.023 | 0.045 | 0.067 | 0.024 | 0.034 |
| İşletmelerin faaliyetini sürekli kılmak | 0.919 | 0.051 | 0.083 | 0.154 | 0.039 | 0.030 | 0.044 | 0.025 | 0.002 | 0.005 | 0.056 | 0.045 | -0.020 | 0.001 |
| Bölgesel istihdama katkı sağlamak | 0.912 | 0.044 | 0.060 | 0.112 | -0.004 | 0.077 | 0.081 | -0.002 | -0.009 | -0.029 | 0.048 | 0.116 | 0.030 | 0.042 |
| Kıt kaynakların etkin kullanımına katkı sağlamak | 0.910 | 0.079 | 0.007 | 0.130 | 0.028 | 0.011 | 0.061 | 0.058 | 0.014 | 0.023 | 0.050 | 0.087 | -0.039 | 0.054 |
| Bölge ekonomisine katkı sağlamak | 0.886 | 0.038 | 0.097 | 0.091 | 0.056 | 0.053 | 0.018 | 0.010 | -0.006 | -0.010 | 0.083 | 0.119 | 0.061 | -0.017 |
| Çiftçilere alternatif gelir sağlamak | 0.879 | 0.078 | -0.019 | 0.118 | 0.061 | -0.071 | -0.005 | 0.041 | -0.011 | 0.033 | 0.007 | 0.064 | 0.006 | 0.057 |
| Genetik kaynakların sürekliliğine sağlamak | 0.761 | 0.110 | 0.075 | 0.121 | 0.129 | 0.157 | 0.071 | 0.077 | 0.020 | -0.017 | 0.115 | 0.028 | 0.265 | -0.019 |
| Yerel ürün üretiminde devamlılık sağlamak | 0.741 | 0.080 | -0.007 | 0.060 | 0.047 | 0.182 | 0.049 | -0.052 | 0.016 | 0.005 | 0.085 | 0.085 | 0.424 | -0.011 |
| Yerel kaynaklara dayalı ürün olması | 0.651 | 0.072 | -0.032 | 0.054 | 0.069 | 0.154 | 0.061 | -0.065 | -0.035 | 0.068 | 0.122 | 0.027 | 0.442 | 0.117 |
| BESLENMEDE TEMEL FAYDA (F2) | | | | | | | | | | | | | | |
| Vitamin katkısı | 0.044 | 0.888 | 0.051 | 0.064 | 0.091 | 0.030 | 0.048 | 0.058 | -0.072 | 0.003 | 0.043 | 0.031 | 0.027 | 0.094 |
| Protein ihtiyacını karşılamak | 0.088 | 0.884 | 0.039 | 0.091 | 0.071 | 0.058 | -0.013 | 0.044 | 0.008 | -0.032 | 0.005 | 0.043 | 0.012 | 0.082 |
| Kalsiyum zenginliği | 0.065 | 0.876 | 0.021 | 0.109 | 0.171 | 0.026 | 0.014 | 0.060 | -0.017 | 0.008 | 0.038 | 0.039 | 0.032 | 0.090 |
| Mineral madde katkısı | 0.051 | 0.838 | 0.027 | 0.156 | 0.090 | 0.051 | 0.044 | 0.071 | 0.001 | -0.006 | 0.097 | -0.021 | -0.028 | 0.096 |
| Besin değeri | 0.003 | 0.782 | -0.002 | 0.087 | 0.086 | 0.031 | 0.093 | 0.172 | -0.015 | 0.084 | 0.033 | -0.030 | 0.101 | 0.025 |
| Diş sağlığına katkıda bulunması | 0.137 | 0.626 | 0.057 | 0.224 | 0.087 | 0.046 | 0.096 | 0.419 | 0.034 | -0.006 | 0.027 | 0.076 | 0.027 | -0.005 |
| Gıda güvenliği | 0.080 | 0.571 | 0.137 | 0.058 | 0.394 | 0.023 | -0.019 | 0.019 | 0.032 | 0.079 | 0.008 | 0.202 | -0.009 | 0.062 |
| Enerji ihtiyacını karşılama | 0.140 | 0.551 | 0.006 | 0.227 | 0.224 | 0.059 | 0.245 | 0.179 | 0.020 | 0.084 | -0.036 | 0.156 | -0.017 | -0.122 |
| Organik şartları haiz olma | 0.151 | 0.522 | 0.112 | 0.058 | 0.255 | 0.063 | -0.001 | -0.014 | 0.050 | 0.061 | -0.049 | -0.021 | 0.079 | 0.256 |
| GENİŞLETİLMİŞ ÜRÜN İMAJİ (F3) | | | | | | | | | | | | | | |
| Ambalajda çevre dostu materyal kullanımı | 0.050 | 0.041 | 0.902 | 0.095 | 0.096 | -0.060 | -0.048 | 0.065 | -0.015 | 0.009 | 0.069 | -0.021 | 0.028 | 0.034 |
| Ambalaj tasarımı ve albenisi | 0.028 | 0.043 | 0.898 | 0.090 | 0.033 | 0.004 | 0.050 | 0.021 | 0.062 | 0.008 | 0.042 | 0.024 | -0.038 | -0.004 |
| Ambalaj gramajı | 0.028 | 0.040 | 0.895 | 0.078 | 0.033 | -0.008 | 0.045 | 0.005 | -0.092 | 0.002 | 0.049 | 0.065 | 0.014 | 0.024 |
| Ambalajlanmış/etiketlenmiş olması | 0.067 | 0.145 | 0.754 | 0.141 | 0.085 | 0.041 | 0.073 | -0.085 | -0.172 | 0.047 | 0.077 | -0.037 | 0.020 | 0.092 |
| Bireysel yerel marka olması | 0.095 | -0.004 | 0.659 | 0.191 | 0.127 | 0.033 | -0.150 | 0.053 | -0.301 | -0.035 | 0.098 | 0.020 | -0.044 | 0.041 |
| Fiyat-kalite ilişkisi | 0.056 | 0.072 | 0.427 | 0.083 | 0.200 | 0.218 | 0.269 | 0.050 | 0.111 | -0.051 | -0.217 | -0.173 | 0.310 | 0.379 |
| SAĞLIKLI DİYET İSTEKLİLİĞİ (F4) | | | | | | | | | | | | | | |
| Düşük kalori sağlanması | 0.169 | 0.117 | 0.117 | 0.829 | -0.008 | -0.041 | -0.025 | 0.085 | -0.037 | -0.057 | -0.002 | 0.063 | -0.006 | 0.046 |
| Kolesterol oranının düşük olması | 0.230 | 0.168 | 0.113 | 0.756 | -0.004 | -0.043 | 0.117 | -0.065 | 0.055 | 0.125 | 0.027 | 0.006 | 0.151 | 0.005 |
| Laktos oranının çok düşük olması | 0.177 | 0.093 | 0.048 | 0.726 | -0.008 | -0.051 | 0.066 | 0.232 | 0.015 | -0.009 | 0.208 | 0.044 | -0.026 | 0.018 |
| Yağ (lipit) oranının düşük olması | 0.195 | 0.263 | 0.163 | 0.704 | 0.087 | 0.027 | -0.088 | 0.102 | -0.072 | -0.034 | 0.012 | 0.126 | -0.024 | -0.023 |
| Kolay sindirilebilir olması | 0.199 | 0.218 | 0.135 | 0.704 | 0.052 | -0.063 | 0.119 | -0.135 | -0.017 | 0.033 | 0.022 | 0.039 | 0.119 | 0.009 |
| Diyet ürün olarak kullanımı | 0.205 | 0.045 | 0.124 | 0.675 | 0.066 | -0.011 | -0.107 | 0.043 | -0.061 | -0.067 | 0.066 | 0.192 | -0.124 | 0.089 |
| GIDA GÜVENLİĞİ VE HİJYEN (F5) | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|
| İmalat ve depolama aşamasında hijyen | 0.110 | 0.332 | 0.126 | 0.032 | 0.859 | -0.050 | -0.003 | 0.013 | 0.025 | 0.073 | 0.015 | 0.095 | -0.001 | 0.018 |
| Süt sağımı ve toplama aşamasında hijyen | 0.081 | 0.342 | 0.100 | 0.018 | 0.845 | -0.030 | -0.015 | -0.023 | -0.018 | 0.085 | 0.015 | 0.094 | 0.012 | 0.005 |
| Pazarlama ve satış aşamasında hijyen | 0.085 | 0.276 | 0.105 | 0.050 | 0.799 | -0.045 | 0.029 | 0.057 | -0.012 | 0.110 | 0.003 | 0.059 | 0.001 | 0.101 |
| TÜKETİM MEMNUNİYETİ (F6) | | | | | | | | | | | | | | |
| Yemeklerin bir parçası olması | 0.062 | 0.020 | -0.037 | -0.017 | 0.019 | 0.835 | 0.038 | 0.019 | -0.005 | 0.024 | 0.110 | -0.025 | -0.043 | -0.050 |
| Önceki deneyim ve tecrübeler | 0.143 | 0.078 | 0.009 | 0.061 | 0.137 | 0.747 | 0.064 | 0.020 | 0.011 | 0.074 | 0.004 | -0.047 | 0.170 | 0.156 |
| Aalışkanlıklar | 0.127 | 0.048 | -0.050 | -0.052 | -0.118 | 0.721 | 0.004 | -0.002 | -0.024 | 0.045 | 0.064 | 0.114 | 0.178 | 0.068 |
| Tüketimden büyük bir haz duyma | 0.101 | 0.092 | 0.102 | -0.149 | -0.074 | 0.640 | 0.005 | -0.104 | 0.117 | 0.168 | 0.022 | 0.038 | -0.072 | 0.019 |
| Çizelge 2 (devam) | | | | | | | | | | | | | | |
| İLETİŞİM KARMASI ETKİSİ (F7) | | | | | | | | | | | | | | |
| İndirimler ve promosyon uygulaması | 0.058 | 0.130 | -0.041 | 0.023 | 0.026 | 0.056 | 0.870 | 0.052 | 0.032 | 0.035 | 0.063 | 0.049 | -0.033 | 0.051 |
| Fiyat | 0.102 | 0.086 | -0.033 | -0.079 | 0.022 | 0.037 | 0.784 | 0.102 | -0.044 | -0.013 | -0.012 | 0.205 | 0.181 | -0.079 |
| Reklam ve tanıtım | 0.226 | 0.053 | 0.177 | 0.272 | -0.034 | 0.015 | 0.550 | 0.104 | -0.044 | 0.030 | 0.210 | -0.065 | -0.340 | 0.093 |
| ÇOCUKLARDA BİYOLOJİK GELİŞİM (F8) | | | | | | | | | | | | | | |
| Çocukların kemik gelişimine katkısı | 0.044 | 0.314 | 0.044 | 0.058 | -0.004 | -0.042 | 0.104 | 0.840 | 0.069 | 0.031 | 0.072 | 0.116 | 0.004 | -0.046 |
| Çocukların fiziksel ve zihinsel gelişimine katkı | 0.058 | 0.301 | 0.020 | 0.099 | 0.037 | -0.056 | 0.122 | 0.840 | 0.076 | -0.053 | 0.101 | 0.087 | 0.001 | -0.025 |
| JENERİK MARKALI (JEMİRK) ÜRÜNLERDE DOĞRUDAN PAZARLAMA (F9) | | | | | | | | | | | | | | |
| Üretim bölgesi ve doğal çevreyi ziyaret | 0.195 | -0.063 | -0.139 | 0.054 | 0.025 | -0.015 | -0.146 | 0.113 | 0.771 | -0.035 | 0.096 | 0.027 | 0.189 | -0.004 |
| Üretici çiftliğe güven | -0.069 | 0.024 | -0.094 | -0.065 | 0.067 | 0.140 | -0.037 | 0.088 | 0.766 | 0.022 | -0.115 | -0.042 | -0.051 | -0.064 |
| Yerel ürünlerde jenerik marka avantajları | 0.101 | 0.083 | -0.173 | 0.000 | 0.003 | -0.009 | 0.214 | -0.025 | 0.579 | 0.108 | -0.086 | 0.139 | -0.256 | 0.149 |
| Perakendeciye güven | 0.150 | 0.099 | 0.453 | 0.153 | 0.256 | 0.076 | -0.050 | 0.331 | -0.466 | -0.052 | -0.037 | -0.042 | -0.033 | 0.093 |
| İmalatçıya güven | 0.195 | 0.125 | 0.331 | 0.216 | 0.308 | 0.140 | -0.075 | 0.320 | -0.344 | -0.086 | -0.131 | -0.050 | -0.134 | 0.179 |
| DUYUSAL KALİTE (F10) | | | | | | | | | | | | | | |
| Özgül tat ve lezzet | 0.032 | 0.072 | 0.033 | -0.015 | 0.097 | 0.114 | 0.014 | -0.001 | 0.043 | 0.912 | 0.009 | 0.047 | 0.084 | 0.071 |
| Özgül aroma | 0.015 | 0.058 | -0.018 | -0.003 | 0.118 | 0.168 | 0.022 | -0.026 | 0.035 | 0.894 | -0.004 | -0.044 | 0.030 | 0.136 |
| SOSYAL ÇEVRE (F11) | | | | | | | | | | | | | | |
| Sosyal çevre ve referans gruplarının etkisi | 0.249 | 0.066 | 0.190 | 0.142 | 0.008 | 0.110 | 0.046 | 0.101 | -0.035 | 0.014 | 0.844 | -0.062 | 0.049 | 0.058 |
| Sosyal statü ve sınıf etkisi | 0.294 | 0.122 | 0.150 | 0.148 | -0.034 | 0.155 | 0.098 | 0.070 | -0.060 | -0.010 | 0.821 | -0.007 | 0.015 | 0.075 |
| ULAŞILABİLİR TEMEL ÜRÜN (F12) | | | | | | | | | | | | | | |
| Uzun süre muhafaza (raf ömrü) olanağı | 0.219 | 0.177 | -0.075 | 0.054 | 0.155 | 0.075 | 0.225 | 0.037 | 0.080 | 0.030 | 0.008 | 0.688 | 0.119 | 0.195 |
| Kolay bulabilmesi ve ulaşım kolaylığı | 0.289 | 0.155 | 0.135 | 0.234 | 0.071 | 0.051 | 0.121 | 0.086 | -0.089 | -0.024 | -0.083 | 0.627 | -0.026 | 0.100 |
| Küflü peynirin ana materyalini oluşturmaması | 0.286 | -0.032 | -0.011 | 0.302 | 0.048 | -0.024 | -0.017 | 0.146 | 0.121 | -0.003 | -0.014 | 0.618 | 0.021 | 0.061 |
| ERZURUM ORJİNİ (F13) | | | | | | | | | | | | | | |
| Erzurum orijini tescili | 0.381 | 0.103 | -0.064 | 0.060 | -0.008 | 0.116 | 0.037 | 0.045 | -0.045 | 0.176 | -0.008 | 0.026 | 0.620 | 0.141 |
| Bölge kültürünün bir parçası olması | 0.530 | 0.189 | 0.061 | 0.010 | 0.043 | 0.245 | -0.020 | -0.053 | 0.020 | 0.029 | 0.143 | 0.191 | 0.537 | -0.018 |
| GÖRSEL KALİTE (F14) | | | | | | | | | | | | | | |
| Lifi bir yapıda olması | 0.119 | 0.206 | 0.085 | 0.136 | -0.009 | 0.004 | 0.085 | -0.041 | -0.078 | 0.142 | 0.084 | 0.167 | 0.056 | 0.713 |
| Özgül görüntüm ve kıvam | 0.101 | 0.220 | 0.060 | -0.027 | 0.124 | 0.115 | -0.156 | -0.048 | 0.003 | 0.144 | 0.118 | 0.193 | -0.026 | 0.665 |
| Kalite | 0.137 | 0.205 | 0.116 | -0.003 | 0.350 | 0.234 | 0.235 | 0.098 | 0.132 | -0.055 | -0.128 | -0.099 | 0.214 | 0.439 |
| <i>Eigenvalues</i> | 12.217 | 6.037 | 4.210 | 4.068 | 3.103 | 2.665 | 2.219 | 2.138 | 2.122 | 1.865 | 1.777 | 1.742 | 1.721 | 1.698 |
| <i>Açıklanan varyansların payı (%)</i> | <i>19.089</i> | <i>9.433</i> | <i>6.579</i> | <i>6.356</i> | <i>4.848</i> | <i>4.164</i> | <i>3.468</i> | <i>3.341</i> | <i>3.315</i> | <i>2.914</i> | <i>2.776</i> | <i>2.722</i> | <i>2.689</i> | <i>2.653</i> |
| <i>Varyansların kümülatif payı (%)</i> | <i>19.089</i> | <i>28.522</i> | <i>35.100</i> | <i>41.457</i> | <i>46.305</i> | <i>50.469</i> | <i>53.936</i> | <i>57.277</i> | <i>60.592</i> | <i>63.507</i> | <i>66.283</i> | <i>69.005</i> | <i>71.694</i> | <i>74.347</i> |
| <i>KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) istatistiği</i> | | | | | | | | | | | | | | 0.898 |
| <i>Bartlett's test of Sphericity</i> | | | | | | | | | | | | | | 22310.481 (p<0.000) |

*Koyu renkler, temel faktörleri oluşturan değişkenlerin yüksek yük skorlarını ifade etmektedir.

Çizelge 3. Erzurum Civil Peynir tüketim tercih faktörlerinin her bir kümedeki final küme merkez skorları ve örnek sayıları

| Temel faktörler | Kümelere | | | | | |
|---|--------------------|-------|---------------------------|-------|----------------------------|-------|
| | Yoğun kullanıcılar | | İlml düzeyde kullanıcılar | | Düşük düzeyde kullanıcılar | |
| | \bar{x} | P | \bar{x} | P | \bar{x} | P |
| Sürdürülebilir kırsal kalkınma (F1) | 0.10 | 0.01* | 0.07 | 0.01* | -0.28 | 0.01* |
| Beslenmede temel fayda (F2) | 0.16 | 0.01* | -0.10 | 0.01* | -0.09 | 0.01* |
| Genişletilmiş ürün imajı (F3) | -0.15 | 0.01* | 0.06 | 0.01* | 0.15 | 0.01* |
| Sağlıklı diyet istekliliği (F4) | 0.01 | 0.00* | 0.10 | 0.00* | -0.16 | 0.00* |
| Gıda güvenliği ve hijyen (F5) | 0.06 | 0.01* | 0.06 | 0.01* | -0.20 | 0.01* |
| Tüketim memnuniyeti (F6) | 0.09 | 0.00* | 0.03 | 0.00* | -0.10 | 0.00* |
| İletişim karması etkisi (F7) | -0.08 | 0.00* | -0.03 | 0.00* | 0.08 | 0.00* |
| Çocuklarda biyolojik gelişim (F8) | 0.13 | 0.01* | 0.01 | 0.01* | -0.23 | 0.01* |
| JEMRK ürünlerde doğrudan pazarlama (F9) | 0.06 | 0.00* | -0.03 | 0.00* | -0.04 | 0.00* |
| Duyusal kalite (F10) | -0.03 | 0.00* | 0.11 | 0.00* | -0.03 | 0.00* |
| Sosyal çevre (F11) | -0.02 | 0.01* | -0.03 | 0.01* | 0.05 | 0.01* |
| Ulaşılabilir temel ürün (F12) | -0.03 | 0.00* | 0.09 | 0.00* | -0.11 | 0.00* |
| Erzurum orijini (F13) | 0.04 | 0.00* | 0.01 | 0.00* | -0.09 | 0.00* |
| Görsel kalite (F14) | -0.09 | 0.00* | -0.04 | 0.00* | 0.10 | 0.00* |
| Her bir kümedeki popülasyon sayısı (n) | 150 | | 160 | | 91 | |
| Her bir kümedeki popülasyon oranı (%) | 37 | | 40 | | 23 | |

*Koyu renkler, her bir kümedeki en yüksek final küme merkez skorlarını göstermektedir.

*p<0.01, **p<0.05 göre final küme merkez skorları önemli bulunmuştur.

SONUÇ

Yoğun düzeyde Erzurum Civil peyniri tüketen tüketiciler; Erzurum coğrafi işaretli jenerik markalı Civil peynirin temel faydasını dikkate alan ve kırsal kalkınmaya katkı vermek isteyen bir hedef kitleden oluşmaktadır. Bu tüketici segmenti için; gıda ve sağlık güvenliği ile besin içeriği garantisi sağlayan Erzurum PGI işareti jenerik markalı gerçek mamul imajı sağlayan ve doğrudan pazarlama yaklaşımlarını hayata geçiren pazarlama taktik ve stratejileri uygulanabilir.

İlml düzeyde Erzurum Civil peyniri tüketen tüketicilerin peynir tüketim kararlarında; Duyusal kaliteyi muhafaza eden gıda güvenliğine dayalı sağlıklı diyetin garantörü olan PGI ile tescillenmiş Erzurum Civil peynirin tüketim memnuniyeti motivasyonu ile mamule ulaşım olanakları üzerine odaklanmışlardır. Bu tüketici kitlesi için mamulün temel niteliklerini ve gıda güvenliğini garanti altına almış PGI tescilli ile

etiketlenmiş yerel bireysel markalı mamullerin dizaynı/ geliştirilmesi ile genişletilmiş ürün imajına yönelik bütünsel pazarlama taktik ve stratejileri harekete geçirilebilir.

Düşük düzeyde Erzurum Civil Peyniri tüketenler; görsel kaliteye ve mamulün imajına göre satın alma ve tüketim kararları veren ve tüketim kararlarında sosyal çevre ve iletişim karmasının etkisinde kalan bir tüketici kitlesidir. Bu tüketici kitlesi için kaliteli, çevre dostu ve cazibesi artırılmış ambalaj materyalleri ile yerel markalı genişletilmiş mamul imajını kapsayan pazarlama stratejileri sunulabilir.

TEŞEKKÜR

BAP-2014/116 kodlu araştırma projesinden türetilen mevcut çalışmayı, finansal olarak destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu'na teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anonim 2015. Erzurum Büyük Şehir Belediyesi hanehalkı verileri, 2015, Erzurum.
- Almli V.G, Qvrum A, Hersleth M, Almgy T, Naes T, 2015. Investigating individual preferences in rating and ranking conjoint experiments. A case study on semi-hard cheese. *Food Qual. & Pref.*, 39: 28-39.
- Braghieri A, Girolami A, Riviezzi A, Piazzolla N & Napolitano F, 2014. Liking of Traditional Cheese and Consumer Willingness to Pay. *Ital. J. Anim. Sci.*, 13: 1-9.
- Callois J.M, 2004. Can quality labels trigger rural development? A microeconomic model with co-operation for the production of a differentiated agricultural good. CESAER, working paper 6.
- CDIC, 2015. http://www.dairyinfo.gc.ca/index_e.php?s1=dff-fcil&s2=cons&s3=consglo&s4=tc-ft (Erişim tarihi: 15.02.2017)
- Clancy K, Ruhf K, 2010. Is local enough? Some arguments for regional food systems. *Choices: The Magazine of Food, Farm, and Resource Issues*, 25(1): 1-5.
- Darby K, Batte M.T, Ernst S, Roe B, 2008. Decomposing local: a conjoint analysis of locally produced foods. *Amer. J. Agr. Econ.*, 90 (2): 476-486.
- FAOSTAT, 2017. Download and visualize data of livestock processed and primary product production. <http://www.fao.org/faostat/> (Erişim tarihi: 27.02.2017)
- Hardesty S.D, 2008. Growing the local food market. *Amer. J. Agri. Econ.*, 90 (5): 1289-1295.
- Helenius J, Aro-Heinila E, Hietala R, Mikkola M, Risku-Norja H, Seppanen L, 2007. Systems frame for multidisciplinary study on sustainability of localising food. *Progress Indust. Ecology*, 4(5): 328-347.
- Hess D.J, 2008. Localism and the environment. *Sociology Compass*, 2: 625-638.
- Hinrichs C.C, 2003. The practice and politics of food system localization. *J. Rural Stud.*, 19 (1): 33-45.
- Knudsen-Trydeman M, Halberg N, Olesen J.E, Byrne J, Iyer V, and Toly N, 2006. Global trends in agriculture and food systems. In N. Halberg, J. Forskningscenter for Økologisk (Eds.), *Global development of Organic Agriculture: Challenges and Prospects*. Wallingford: CABI.
- Nellemann C, Arendal G, 2009. The environmental food crisis: The Environment's role in averting future food crises: A unep rapid response assessment. Arendal, Norway: UNEP.
- Lerman K, Schlack J.W, Austin M, 2010. Local eyes: The newly focused consumerlens. Retrieved on June 22, 2011, from Communispace.
- Pugliese P, Zanasi C, Atallah O, and Cosimo R, 2013. Investigating the interaction between organic and local foods in the Mediterranean: The consumer's perspective. *Food Policy*, 39: 1-12.
- SPSS Base 15.0. 2006. *SPSS Base 15 User's Guide*, Page: 161-184. Chicago, IL.
- TPE, 2017. Türk Patent Enstitüsü. <http://www.tpe.gov.tr> (Erişim tarihi: 15.02.2016)
- TEPGE, 2017. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü. <http://www.tepge.gov.tr> (Erişim tarihi: 15.02.2016)
- Topcu, 2015. Turkish consumer decisions affecting ice cream consumption. *Italian Journal of Food Science*, 27 (2): 1-11.
- Topcu Y, 2012. Tarımsal ürünlerin pazarlanması (Basılmamış ders notları). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum.
- Topcu Y, 2012a. 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, 2012b. Rural Development-Contemporary Issue and practices, In. R.S. Adisa (Eds.), *the integrated marketing approach as a rural development tool*. InTech-Open Access Publisher, ISBN: 978-953-307-942-4, 257-28.
- Topcu Y, Uzundumlu A.S, and Yavuz F, 2010. Designing the marketing strategies for İspir sugar bean as a local product using Conjoint analysis. *Scientific Research and Essays*, 5 (9): 887-896.

Bazı Bitki Hormonlarının Korungada (*Onobrychis sativa* L.) *In Vitro* Özellikler Üzerine Etkisi

Esin DADAŞOĞLU¹, Metin TOSUN²

ÖZET: Bu çalışma, bitki hormonlarından (BH) naftalen asetik asit (NAA), 6-benzil amino pürin (BAP), kinetin (KIN) ve thidiazuron (TDZ)'un korunga (*Onobrychis sativa* L.) bitkisinin bazı *in vitro* özelliklerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Toplam 42 farklı yöntemin denendiği bu çalışma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada tohumlar hormonsuz ortamda çimlendirilmiş, ikinci aşamada ise hormonsuz ortamda çimlendirilmiş tohumlardan meydana gelen bitkiciklerden eksplantlar (kotiledon, kök ve hipokotil) alınarak farklı hormon, doz ve hormon-doz kombinasyonlarını içeren ortamlara aktarılmıştır. Bitki hormonlarının etkisine bakıldığında en fazla sayıda sürgün oluşumu kök eksplantından 29.0 adet ile 1.5 mg l⁻¹ BAP'dan doksanıncı gün sonunda elde edilmiştir. Kotiledonlarda kültür süresindeki artışa bağlı olarak sürgün sayısı artmış ve en fazla sürgün 7.8 adet ile TDZ'nin 1.0 mg l⁻¹'lik dozundan doksanıncı günün sonunda elde edilmiştir. Kök oluşumu bakımından en iyi sonuç ise 14.8 adet ile 0.4 mg l⁻¹ NAA'dan hipokotilden elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitki hormonları, doku kültürü, korunga, *Onobrychis sativa* L.

The Effect of Some Plant Hormones on *In Vitro* Properties of Sainfoin (*Onobrychis sativa* L.)

ABSTRACT: This study prepared was carried out determining plant hormones (PH) (NAA, BAP, KIN and TDZ) on formation of tissue culture on the sainfoin plants (*Onobrychis sativa* L.) grown in *in-vitro* conditions. This study which is applied 42 different methods was performed. In the first stage, the seeds were sprouted in hormone-free environment. In the second stage, the explants (cotyledon, root and hypocotyl) obtained from the plantlets were transferred to the mediums including different hormone, dose and hormone-dose combinations. For the effect of plant growth hormones, the highest number of shoots (29.0 nr) was obtained from root explant the dose 1.5 mg l⁻¹ of BAP in the end of 90th day. Shoot number on cotyledones increased depending on increasing number of treatment/day and the highest number of shoot (7.8 nr) was obtained from the dose 1.0 mg l⁻¹ of TDZ in the end of 90th day. The best result in terms of rooting (14.8 nr) was obtained from the dose 0.4 mg l⁻¹ of NAA from hypocotyl.

Key words: *Onobrychis sativa* L., plant growth hormones, sainfoin, tissue culture.

¹ Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Ağrı, Türkiye

² Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Esin DADAŞOĞU, esinsahin81@hotmail.com

* Bu makale: 'Bazı bitki ve memeli cinsiyet hormonlarının korungada (*Onobrychis sativa* L.) *in vitro* özellikler üzerine etkisi' başlıklı doktora tezinin bir bölümünden hazırlanmıştır.

GİRİŞ

Baklagil yem bitkilerinin ülkemizin tarımında bu günkü üretim alanından çok daha geniş alanlarda üretilmesi tarımımızın gelişmesi ve teknolojinin gösterdiği yolda başarıya ulaşması için zorunludur (Elçi, 2005). Bu nedenle ülkemize hem tarımsal hem de ekonomik açıdan büyük faydalar sağlayacak yem bitkileri yetiştiriciliğine gereken önem verilmeli ve bu amaçla yapılacak olan çalışmalar her yönden desteklenmelidir. Korunga geniş bir uyum kabiliyetine sahip, yüksek kalitede ot hasıl eden, kışa ve kurağa çok dayanıklı olduğundan geniş bir adaptasyon kabiliyetine sahip, kullanım alanı çok fazla olan çok yıllık bir yem bitkisidir (Tan ve Serin, 2013). Bilindiği gibi klasik bitki ıslahı teknikleri kullanılarak hastalık ve zararlılara dayanıklılık başta olmak üzere, çeşitlerin diğer birçok tarımsal özelliklerini iyileştirmede önemli sınırlamalarla karşılaşmaktadır (Özcan ve Özgen 1996). Bununla beraber, son yıllarda geliştirilen doku kültürü ve bitki genetik mühendisliği teknikleriyle hastalık ve zararlılara dayanıklı bitki çeşitleri kolaylıkla üretildiği gibi; yüksek verim kalite ve erkencilik yönünden de önemli adımlar atılmıştır (Erdoğan ve ark., 2004).

Korunga üzerine daha önce yapılmış çalışmalarda *In vitro* koşullarda korunga bitkisinin hızlı çoğaltımı için farklı konsantrasyonlardaki BAP, IBA ve NAA ilave edilen Murashige and Skoog (MS) ortamında, tek bir embriyodan, 8 hafta içerisinde yüksek oranda sürgün elde edilmiştir. En yüksek sürgün çoğaltımı, 2 mg l⁻¹ BAP ile IBA'nın 0.05 ve 0.1 mg l⁻¹lik ortamlarında ve 2 mg l⁻¹ BAP ile NAA'nın 0.05, 0.1 ve 0.5 mg l⁻¹lik ortamlarında veya 8 mg l⁻¹ BAP ile 0.05 mg l⁻¹ NAA ortamında başarılmıştır (Sancak, 1999). Korunga kotiledon nod eksplantları kullanılarak yapılan bir çalışmada ise, bitki büyüme hormonlarının (NAA ve BAP) farklı konsantrasyonlarının sürgün rejenerasyonu üzerine olan etkileri araştırılmıştır. NAA ve BAP'a ait 6 farklı kombinasyondan (0.5 mg l⁻¹ BAP + 0.00 mg l⁻¹ NAA. 0.5 mg l⁻¹ BAP + 0.01 mg l⁻¹ NAA. 0.5 mg l⁻¹ BAP + 0.02 mg l⁻¹ NAA. 1.0 mg l⁻¹ BAP + 0.00 mg l⁻¹ NAA. 1.0 mg l⁻¹ BAP + 0.01 mg l⁻¹ NAA ve 1.0 mg l⁻¹ BAP + 0.02 mg l⁻¹ NAA) oluşan ortamların tamamından sürgün rejenerasyonu sağlanmıştır. Eksplant başına sürgün sayısı en fazla (16.55 adet) 0.5 BAP + 0.00 NAA içeren ortamdan elde edilmiştir (Sağlam, 2010).

Bu çalışmanın amacı, korungada olgun embriyo kullanılarak elde edilen eksplantların farklı hormon-doza kombinasyonu içeren ortamlarda tepkilerini belirlemek

ve bunlar arasından en iyisini seçerek etkin bir rejenerasyon sistemi oluşturmaktır. Bu sayede ülkemiz tarımı için önemli bir yem bitkisi olan korungada biyoteknolojik yöntemler kullanılarak, üretimi önemli ölçüde azalan korunga bitkisinin çoğaltımını sağlamaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmamızda, Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen Lütfibey korunga (*Onobrychis sativa* L.) çeşidine ait tohumlar kullanılmıştır. Tohum kabukları ayrıldıktan sonra tohumlar önce saf su ile yıkanmış, daha sonra %70'lik etil alkolde 15 dakika ve %1'lik sodyum hipokloritte (%20'lik ticari çamaşır suyu) 30 dakika süre ile karıştırıcı da karıştırılarak yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Bu işlemin ardından tohumlar, steril kabin içinde üç kez otoklavlanmış saf sudan geçirildikten sonra içerisinde MS temel besi ortamı ve vitaminleri bulunan petriyer içerisinde aseptik şartlar altında 25°C'de, 16 saat gün/8 saat karanlık gün periyodunda çimlendirmeye alınmıştır. Meydana gelen bitkiciklerden kotiledon yaprağı, kök ve hipokotil eksplant olarak kullanılmıştır. Eksplantlar çizelge 1'de verilen kültür ortamında kültüre alınmıştır. Eksplantlar ve/veya sürgünler canlı kalma durumlarına göre 30 ve 60. günlerin sonunda 0.5 mg l⁻¹ NAA içeren MS ortamına aktarılmış gözlemler 30. 60 ve 90. gün sonunda alınmıştır. Besi ortamı olarak, MS tuz ve vitaminleri (Murashige ve Skoog, 1962), karbonhidrat kaynağı olarak 20 gr l⁻¹ sakkaroz, 100 mg l⁻¹ askorbik asit, 7 g l⁻¹ agar, 1.95 gr l⁻¹ MES kullanılmıştır. Ortamın pH'sı 5,8 olarak ayarlanmıştır. Eksplantlar 25±1°C'de 16 saat gün/8 saat karanlık şartlarda kültüre alınmıştır. Aydınlatma kaynağı olarak floresan lambası kullanılmış ve yoğunluğu 1500 lüks olarak ayarlanmıştır. Her petri bir tekerrür olarak kabul edilip, her petri kutusuna 16 adet eksplant bırakılmış ve çalışma tam şansa bağlı deneme planına göre 4 tekrarlı olarak yürütülmüştür.

Deneme 4 farklı hormon tipi (1 oksin ve 3 sitokin) ve her bir hormon tipine ait 5 farklı doz kullanılarak toplam 42 farklı kombinasyondan (Çizelge 1) elde edilmiştir. Bu kombinasyonların her biri bir yöntem olarak ele alınmış ve istatistiksel analizler buna göre yapılmıştır. Elde edilen bulgular SAS GLM (SAS Inst. Cary. NC) bilgisayar programı kullanılarak varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş ve DUNCAN çoklu karşılaştırma testine göre 0.05 ihtimal seviyesinde değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan kimyasallar ve miktarları

| KİMYASALLAR | YÖNTEMLER | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| MS Tuzları ¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ |
| MS Vitamin (1000x) ² | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ |
| Sakkaroz ¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ |
| NAA | 0 mg l ⁻¹ | 0 mg l ⁻¹ | 0 mg l ⁻¹ | 0 mg l ⁻¹ | 0.2 mg l ⁻¹ | 0.2 mg l ⁻¹ | 0.2 mg l ⁻¹ | 0.2 mg l ⁻¹ | 0.2 mg l ⁻¹ | 0.4 mg l ⁻¹ | 0.4 mg l ⁻¹ | 0.4 mg l ⁻¹ | 0.4 mg l ⁻¹ | 0.4 mg l ⁻¹ |
| BAP | 0.5 mg l ⁻¹ | 1.0 mg l ⁻¹ | 1.5 mg l ⁻¹ | 2.0 mg l ⁻¹ | 0.0 mg l ⁻¹ | 0.5 mg l ⁻¹ | 1.0 mg l ⁻¹ | 1.5 mg l ⁻¹ | 2.0 mg l ⁻¹ | 0.0 mg l ⁻¹ | 0.5 mg l ⁻¹ | 1.0 mg l ⁻¹ | 1.5 mg l ⁻¹ | 2.0 mg l ⁻¹ |
| MES ¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ |
| Askorbik Asit (50 mg l ⁻¹) ² | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml |
| Agar ¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ |
| | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| MS Tuzları ¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ |
| MS Vitamin (1000x) ² | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ |
| Sakkaroz ¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ |
| NAA | 0 mg l ⁻¹ | 0 mg l ⁻¹ | 0 mg l ⁻¹ | 0 mg l ⁻¹ | 0.2 mg l ⁻¹ | 0.2 mg l ⁻¹ | 0.2 mg l ⁻¹ | 0.2 mg l ⁻¹ | 0.2 mg l ⁻¹ | 0.4 mg l ⁻¹ | 0.4 mg l ⁻¹ | 0.4 mg l ⁻¹ | 0.4 mg l ⁻¹ | 0.4 mg l ⁻¹ |
| TDZ | 0.5 mg l ⁻¹ | 1.0 mg l ⁻¹ | 1.5 mg l ⁻¹ | 2.0 mg l ⁻¹ | 0.0 mg l ⁻¹ | 0.5 mg l ⁻¹ | 1.0 mg l ⁻¹ | 1.5 mg l ⁻¹ | 2.0 mg l ⁻¹ | 0.0 mg l ⁻¹ | 0.5 mg l ⁻¹ | 1.0 mg l ⁻¹ | 1.5 mg l ⁻¹ | 2.0 mg l ⁻¹ |
| MES ¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ |
| Askorbik Asit (50 mg l ⁻¹) ² | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml |
| Agar ¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ |
| | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 |
| MS Tuzları ¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ | 4.43 g l ⁻¹ |
| MS Vitamin (1000x) ² | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ | 1 ml l ⁻¹ |
| Sakkaroz ¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ | 20 g l ⁻¹ |
| NAA | 0 mg l ⁻¹ | 0 mg l ⁻¹ | 0 mg l ⁻¹ | 0 mg l ⁻¹ | 0.2 mg l ⁻¹ | 0.2 mg l ⁻¹ | 0.2 mg l ⁻¹ | 0.2 mg l ⁻¹ | 0.2 mg l ⁻¹ | 0.4 mg l ⁻¹ | 0.4 mg l ⁻¹ | 0.4 mg l ⁻¹ | 0.4 mg l ⁻¹ | 0.4 mg l ⁻¹ |
| KİN | 0.5 mg l ⁻¹ | 1.0 mg l ⁻¹ | 1.5 mg l ⁻¹ | 2.0 mg l ⁻¹ | 0.0 mg l ⁻¹ | 0.5 mg l ⁻¹ | 1.0 mg l ⁻¹ | 1.5 mg l ⁻¹ | 2.0 mg l ⁻¹ | 0.0 mg l ⁻¹ | 0.5 mg l ⁻¹ | 1.0 mg l ⁻¹ | 1.5 mg l ⁻¹ | 2.0 mg l ⁻¹ |
| MES ¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ | 1.95 g l ⁻¹ |
| Askorbik Asit (50 mg l ⁻¹) ² | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml | 2 ml |
| Agar ¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ | 7 g l ⁻¹ |

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kotiledonların sürgün oluşturma kapasitesi üzerine BH'nin etkileri

Otuzuncu ve altmışıncı günün sonunda sürgün oluşturan eksplant sayısına ait varyans analizi sonuçlarına göre, uygulamaların (muamele) etkisi çok önemli ($p < 0.01$) olmuştur. Hormon kombinasyonlarına ait veriler incelendiğinde, otuzuncu günün sonunda sürgün oluşturan eksplant sayısı bakımından ilk sırayı 2.0 adet sürgün ile 0.2 mg l⁻¹ NAA + 0.5 mg l⁻¹ BAP ve 0.2 mg l⁻¹ NAA + 1.5 mg l⁻¹ BAP almıştır.

Diğer taraftan hiç hormon uygulanmadığı kontrol grupta ve 18 kombinasyonda sürgün elde edilememiştir. Ayrıca, sürgün oluşumu üzerine en az etkili hormonun NAA + KIN kombinasyonu olduğu belirlenmiştir. Altmışıncı günün sonunda ilk sırayı ortalama 3.5 adet sürgün ile 0.2 mg l⁻¹ NAA + 1.5 mg l⁻¹ TDZ almış, bunu 3.3 adet sürgün ile 0.4 mg l⁻¹ NAA + 1.5 mg l⁻¹ TDZ, 0.2 mg l⁻¹ NAA + 0.5 mg l⁻¹ BAP, 0.2 NAA mg l⁻¹ + 1.0 mg l⁻¹ BAP kombinasyonları izlemiştir. Diğer taraftan, kontrolde (hiç hormon uygulanmamış) ve 9 kombinasyonda sürgün elde edilememiştir. Kombinasyonlar arasındaki farklılıklar istatistiksel anlamda çok önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

Doksanıncı günün sonuna ait (Çizelge 2) verilen ortalama değerlere bakıldığında, ilk sırayı 7.8 adet sürgün ile 0.0 mg l⁻¹ NAA + 1.0 mg l⁻¹ TDZ almış, bunu 6.0 adet ile 0.0 mg l⁻¹ NAA + 1.5 mg l⁻¹ TDZ hormon kombinasyonları izlemiş ve tüm uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel anlamda çok önemli olmuştur.

Sürgün oluşumu kontrolde ise 0.3 adet olmuştur. Hormon tipi yönünden değerlendirildiğinde diğerlerinde (30. ve 60. gün) olduğu gibi, en az etki eden hormonun kinetin olduğu görülmüştür.

Kotiledonların canlı kalma oranı üzerine BH'nin etkileri

Kotiledonların canlılık oranı (doksanıncı gün sonunda) üzerine hormon-doza kombinasyonuna ait uygulamalar istatistiksel anlamda çok önemli olmuştur. Kombinasyonlara ait değerlere bakıldığında, en yüksek canlılık oranı %96.9 ile 0.0 mg l⁻¹ NAA + 1.5 mg l⁻¹ TDZ'den elde edilmiştir. Kontrolde ise canlılık oranı %12.5 olmuştur. TDZ'nin yalnız kullanımının canlılık üzerine etkisinin diğer tüm hormon dozu ve kombinasyonlarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca TDZ ile NAA kombinasyonlarının genel olarak canlılık üzerine olumsuz etki ettiği, ancak BAP ile NAA ve KIN ile NAA kombinasyonlarının NAA ve BAP'ın tek başına etkisine göre daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir (Çizelge 2).

Hipokotilin sürgün oluşturma kapasitesi üzerine BH'nin etkileri

Otuzuncu günün sonunda sürgün oluşturan eksplant sayısı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar çok önemli olmuştur. Çizelge 3'te verilen değerlere bakıldığında, ilk sırayı 16.0 adet sürgün ile kontrol uygulaması almış olup, bunu 13.0 adet sürgün ile 0.0 mg l⁻¹ NAA + 1.5 mg l⁻¹ kinetin ve 12.8 adet sürgün ile 0.2 mg l⁻¹ NAA + 1.0 mg l⁻¹ TDZ kombinasyonu izlemiştir. Sürgün oluşumu bakımından en etkili hormonun kinetin olduğu görülmüştür (Çizelge 3).

Çizelge 2. Farklı hormon tipleri ve dozlarının kombinasyonundan oluşan farklı uygulamalara göre kotiledon eksplantından 30. 60 ve 90. gün sonunda sürgün oluşturanların sayısı (adet)¹ve 90. günün sonunda canlılık oranları (%)

| | Hormon | Doz (mg l ⁻¹) | NAA | | |
|--|--------|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | 0 | 0.2 | 0.4 |
| 30.gün sonunda sürgün oluşturan eksplant sayısı (adet sürgün/petri) | BAP | 0 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | | 0.5 | 0.0 ^c | 2.0 ^a | 0.8 ^{bc} |
| | | 1.0 | 0.0 ^c | 0.8 ^{bc} | 0.8 ^{bc} |
| | | 1.5 | 0.3 ^{bc} | 2.0 ^a | 1.3 ^{ab} |
| | | 2.0 | 0.5 ^{bc} | 1.3 ^{ab} | 1.3 ^{ab} |
| | KIN | 0 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | | 0.5 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | | 1.0 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | | 1.5 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.5 ^{bc} |
| | | 2.0 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | TDZ | 0 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | | 0.5 | 0.8 ^{bc} | 0.0 ^c | 0.5 ^{bc} |
| | | 1.0 | 0.8 ^{bc} | 0.0 ^c | 0.5 ^{bc} |
| | | 1.5 | 1.3 ^{ab} | 0.5 ^{bc} | 1.0 ^{abc} |
| | | 2.0 | 0.0 ^c | 0.5 ^{bc} | 0.5 ^{bc} |
| 60. gün sonunda sürgün oluşturan eksplant sayısı (adet sürgün/petri) | BAP | 0 | 0.0 ¹ | 0.0 ¹ | 0.5 ^{ghi} |
| | | 0.5 | 2.8 ^{a-d} | 3.3 ^{ab} | 2.0 ^{b-f} |
| | | 1.0 | 1.3 ^{e-1} | 3.3 ^{ab} | 2.5 ^{a-e} |
| | | 1.5 | 2.3 ^{a-e} | 2.3 ^{a-e} | 2.8 ^{a-d} |
| | | 2.0 | 2.0 ^{b-f} | 2.3 ^{a-e} | 2.0 ^{b-f} |
| | KIN | 0 | 0.0 ¹ | 0.0 ¹ | 0.5 ^{ghi} |
| | | 0.5 | 0.0 ¹ | 0.0 ¹ | 0.8 ^{f-1} |
| | | 1.0 | 0.0 ¹ | 0.0 ¹ | 0.0 ¹ |
| | | 1.5 | 0.5 ^{ghi} | 0.3 ^{hi} | 0.5 ^{ghi} |
| | | 2.0 | 0.0 ¹ | 0.0 ¹ | 0.0 ¹ |
| | TDZ | 0 | 0.0 ¹ | 0.0 ¹ | 0.5 ^{ghi} |
| | | 0.5 | 2.8 ^{a-d} | 0.3 ^{hi} | 1.5 ^{d-h} |
| | | 1.0 | 3.0 ^{abc} | 0.5 ^{ghi} | 1.8 ^{c-g} |
| | | 1.5 | 3.0 ^{abc} | 3.5 ^a | 3.3 ^{ab} |
| | | 2.0 | 3.0 ^{abc} | 2.8 ^{a-d} | 1.5 ^{d-h} |

Çizelge 2. Devamı

| | | | | | |
|---|-----|-----|---------------------|---------------------|---------------------|
| 90. gün sonunda sürgün oluşturucu eksplant sayısı (adet sürgün/petri) | BAP | 0 | 0.3 ^{no} | 0.3 ^{no} | 1.8 ⁱ⁻ⁿ |
| | | 0.5 | 3.0 ^{e-j} | 3.3 ^{d-i} | 3.0 ^{e-j} |
| | | 1.0 | 1.5 ^{j-o} | 5.8 ^{bc} | 3.3 ^{d-i} |
| | | 1.5 | 3.3 ^{d-i} | 2.5 ^{g-k} | 4.5 ^{b-e} |
| | | 2.0 | 2.3 ^{g-l} | 4.3 ^{c-f} | 2.8 ^{f-j} |
| | KIN | 0 | 0.3 ^{no} | 0.3 ^{no} | 1.8 ⁱ⁻ⁿ |
| | | 0.5 | 0.3 ^{no} | 0.3 ^{no} | 0.5 ^{mno} |
| | | 1.0 | 0.0 ^o | 0.0 ^o | 0.0 ^o |
| | | 1.5 | 0.5 ^{mno} | 0.8 ^{l-o} | 0.0 ^o |
| | | 2.0 | 0.5 ^{mno} | 0.0 ^o | 0.0 ^o |
| | TDZ | 0 | 0.3 ^{no} | 0.3 ^{no} | 1.8 ⁱ⁻ⁿ |
| | | 0.5 | 4.8 ^{bcd} | 1.5 ^{j-o} | 2.0 ^{h-m} |
| | | 1.0 | 7.8 ^a | 1.0 ^{k-o} | 2.0 ^{h-m} |
| | | 1.5 | 6.0 ^b | 3.3 ^{d-i} | 3.5 ^{d-h} |
| | | 2.0 | 3.8 ^{d-g} | 4.3 ^{c-f} | 1.5 ^{j-o} |
| 90. günün sonunda canlılık oranı (%) | BAP | 0 | 12.5 ^{n-p} | 6.3 ^p | 32.8 ^{i-k} |
| | | 0.5 | 18.8 ^{l-p} | 21.9 ^{j-o} | 53.1 ^{efg} |
| | | 1.0 | 9.4 ^{op} | 53.1 ^{efg} | 32.8 ^{i-k} |
| | | 1.5 | 20.3 ^{k-o} | 29.7 ^{i-l} | 62.5 ^{de} |
| | | 2.0 | 15.6 ^{m-p} | 28.1 ^{i-m} | 29.7 ^{i-l} |
| | KIN | 0 | 12.5 ^{n-p} | 6.3 ^p | 32.8 ^{i-k} |
| | | 0.5 | 31.3 ^{i-l} | 34.4 ^{ij} | 59.4 ^{ef} |
| | | 1.0 | 12.5 ^{n-p} | 40.6 ^{ghi} | 39.1 ^{hi} |
| | | 1.5 | 34.4 ^{ij} | 39.1 ^{hi} | 39.1 ^{hi} |
| | | 2.0 | 23.4 ^{j-n} | 34.4 ^{ij} | 29.7 ^{i-l} |
| | TDZ | 0 | 12.5 ^{n-p} | 6.3 ^p | 32.8 ^{i-k} |
| | | 0.5 | 76.6 ^c | 56.3 ^{ef} | 73.4 ^{cd} |
| | | 1.0 | 92.2 ^{ab} | 34.4 ^{ij} | 85.9 ^{abc} |
| | | 1.5 | 96.9 ^a | 85.9 ^{abc} | 50.0 ^{e-h} |
| | | 2.0 | 82.8 ^c | 78.1 ^c | 48.4 ^{fgh} |

1) Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir

Çizelge 3. Farklı hormon tipleri ve dozlarının kombinasyonundan oluşan farklı uygulamalara göre hipokotil eksplantından 30. günün sonunda sürgün oluşturanların sayısı (adet)¹, 30. ve 60. günün sonunda kök oluşturanların sayısı (adet)¹

| | Hormon | Doz (mg l ⁻¹) | NAA | | |
|--|--------|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | 0 | 0.2 | 0.4 |
| 30. günün sonunda sürgün oluşturan eksplant sayısı (adet sürgün/petri) | BAP | 0 | 16.0 ^a | 3.5 ^{n-p} | 0.3 ^q |
| | | 0.5 | 6.3 ^{t-l} | 5.5 ^{k-n} | 2.5 ^p |
| | | 1.0 | 5.3 ^{k-n} | 7.0 ^{h-k} | 4.8 ^{l-o} |
| | | 1.5 | 5.5 ^{k-n} | 5.0 ^{k-n} | 5.5 ^{k-n} |
| | | 2.0 | 4.0 ^{m-p} | 4.0 ^{m-p} | 5.8 ^{j-m} |
| | KIN | 0 | 16.0 ^a | 3.5 ^{n-p} | 0.3 ^q |
| | | 0.5 | 10.0 ^{ef} | 12.3 ^{bcd} | 8.8 ^{e-h} |
| | | 1.0 | 9.0 ^{e-h} | 10.8 ^{cde} | 10.0 ^{ef} |
| | | 1.5 | 13.0 ^b | 10.3 ^{def} | 10.8 ^{cde} |
| | | 2.0 | 10.8 ^{cde} | 8.3 ^{f-i} | 9.3 ^{efg} |
| | TDZ | 0 | 16.0 ^a | 3.5 ^{n-p} | 0.3 ^q |
| | | 0.5 | 7.0 ^{h-k} | 7.0 ^{h-k} | 2.5 ^p |
| | | 1.0 | 10.3 ^{def} | 12.8 ^{bc} | 4.3 ^{l-p} |
| | | 1.5 | 7.8 ^{g-j} | 4.8 ^{l-o} | 3.5 ^{n-p} |
| | | 2.0 | 8.3 ^{f-i} | 2.8 ^{op} | 6.0 ^{j-m} |
| 30. günün sonunda kök oluşturan eksplant sayısı (adet kök/petri) | BAP | 0 | 0.0 ^h | 8.0 ^b | 14.5 ^a |
| | | 0.5 | 2.5 ^{de} | 0.8 ^{fgh} | 0.5 ^{gh} |
| | | 1.0 | 2.3 ^{de} | 0.5 ^{gh} | 0.0 ^h |
| | | 1.5 | 0.0 ^h | 1.5 ^{efg} | 0.3 ^{gh} |
| | | 2.0 | 0.0 ^h | 0.0 ^h | 0.0 ^h |
| | KIN | 0 | 0.0 ^h | 8.0 ^b | 14.5 ^a |
| | | 0.5 | 3.3 ^d | 0.3 ^{gh} | 0.5 ^{gh} |
| | | 1.0 | 2.5 ^{de} | 0.3 ^{gh} | 0.0 ^h |
| | | 1.5 | 2.0 ^{def} | 0.3 ^{gh} | 0.0 ^h |
| | | 2.0 | 0.5 ^{gh} | 0.3 ^{gh} | 0.0 ^h |
| | TDZ | 0 | 0.0 ^h | 8.0 ^b | 14.5 ^a |
| | | 0.5 | 0.0 ^h | 5.0 ^c | 0.0 ^h |
| | | 1.0 | 0.0 ^h | 3.0 ^d | 0.0 ^h |
| | | 1.5 | 0.0 ^h | 0.0 ^h | 0.0 ^h |
| | | 2.0 | 0.0 ^h | 0.0 ^h | 0.0 ^h |
| 60. günün sonunda kök oluşturan eksplant sayısı (adet kök/petri) | BAP | 0 | 9.5 ^b | 8.5 ^b | 14.8 ^a |
| | | 0.5 | 5.0 ^c | 0.8 ^{fgh} | 1.3 ^{e-h} |
| | | 1.0 | 2.8 ^{de} | 2.0 ^{d-g} | 0.0 ^h |
| | | 1.5 | 1.5 ^{d-h} | 1.5 ^{d-h} | 1.8 ^{d-h} |
| | | 2.0 | 1.5 ^{d-h} | 0.8 ^{fgh} | 1.0 ^{e-h} |
| | KIN | 0 | 9.5 ^b | 8.5 ^b | 14.8 ^a |
| | | 0.5 | 3.3 ^{cd} | 0.3 ^{gh} | 0.5 ^{gh} |
| | | 1.0 | 2.5 ^{def} | 0.5 ^{gh} | 0.0 ^h |
| | | 1.5 | 2.0 ^{d-g} | 0.8 ^{fgh} | 0.8 ^{fgh} |
| | | 2.0 | 0.5 ^{gh} | 0.5 ^{gh} | 0.0 ^h |
| | TDZ | 0 | 9.5 ^b | 8.5 ^b | 14.8 ^a |
| | | 0.5 | 0.0 ^h | 5.0 ^c | 0.0 ^h |
| | | 1.0 | 0.0 ^h | 4.8 ^c | 0.0 ^h |
| | | 1.5 | 0.0 ^h | 0.0 ^h | 0.0 ^h |
| | | 2.0 | 0.0 ^h | 0.0 ^h | 0.0 ^h |

1) Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Hipokotilin kök oluşturma kapasitesi üzerine BH'nin etkileri

Hipokotilin eksplant olarak kullanılması durumunda 30. günün sonunda kök oluşturan eksplant sayısı bakımından ilk sırayı 14.5 adet kök ile 0.4 mg l⁻¹ NAA almış, bunu 8.0 adet ile 0.2 mg l⁻¹ NAA izlemiş ve tüm hormon kombinasyonları arasındaki farklılıklar istatistiksel anlamda çok önemli olmuştur. Kontrol grupta ve 18 kombinasyonda kök elde edilememiştir. Ayrıca, kök oluşumu üzerine en az etkili hormonun NAA + TDZ kombinasyonu olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Altmışıncı günün sonunda da ilk sırayı 14.8 adet kök ile 0.4 mg l⁻¹ NAA almış, bunu 9.5 adet ile kontrol grup, 8.5 adet ile 0.2 mg l⁻¹ NAA izlemiş ve tüm hormon kombinasyonları arasındaki farklılık istatistiksel anlamda çok önemli olmuştur. Diğer taraftan 13 kombinasyondan kök elde edilememiştir (Çizelge 3).

Kökün sürgün oluşturma kapasitesi üzerine BH'nin etkileri

Kökün sürgün oluşturma kapasitesi üzerine bitkisel hormonların etkilerini belirlemek amacıyla eksplantlar kültür ortamında 30. 60 ve 90 gün olmak üzere üç farklı sürede tutulmuşlardır. Otuzuncu günün sonunda sürgün oluşturan eksplant sayısı bakımından ilk sırayı 4.5 adet sürgün ile 0.0 mg l⁻¹ NAA + 0.5 mg l⁻¹ BAP almış, altmışıncı günün sonunda ilk sırayı 14.8 adet sürgün ile 0.0 mg l⁻¹ NAA + 2.0 mg l⁻¹ BAP ve doksanıncı günün sonunda ilk sırayı 29.0 adet sürgün ile 0.0 mg l⁻¹ NAA + 1.5 mg l⁻¹ BAP almış ve tüm hormon tipleri arasındaki farklılık istatistiksel anlamda çok önemli olmuştur (Çizelge 4).

Kök eksplantının köklenme kapasitesi üzerine BH'nin etkileri

Kökün eksplant olarak kullanılması durumunda 30. günün sonunda kök oluşturan eksplant sayısı bakımından ilk sırayı 5.8 adet kök ile herhangi bir hormon uygulamasının yapılmadığı kontrol grup almış; bunu 4.8 adet ile 0.2 mg l⁻¹ NAA; 3.8 adet ile 0.2 mg l⁻¹ NAA + 0.5 mg l⁻¹ KIN izlemiş ve tüm uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel anlamda çok önemli olmuştur (Çizelge 5).

Köklerden elde edilen eksplantların köklenmesi üzerine BH'nin etkileri

Köklerden oluşan sürgünlerin doksanıncı günün sonunda köklenmeleri bakımından ilk sırayı 2.8 adet sürgün ile 0.2 mg l⁻¹ NAA + 0.5 mg l⁻¹ TDZ almış, bunu 1.5 adet ile 0.2 mg l⁻¹ NAA + 1.0 mg l⁻¹ TDZ ve kontrol grup izlemiştir. Uygulamaların etkisi çok önemli olmuştur.

Köklerin canlı kalma oranı üzerine BH'nin etkileri

Doksanıncı gün sonunda kök eksplantının canlılık oranı üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel anlamda çok önemli olmuştur. Canlılık oranı bakımından ilk sırayı %67.2 ile 0.2 mg l⁻¹ NAA + 2.0 mg l⁻¹ TDZ uygulaması almış, bunu %59.4 ile 0.2 mg l⁻¹ NAA + 2.0 mg l⁻¹ BAP takip etmiştir. Diğer taraftan canlılık oranı kontrol grupta %34.4 olarak tespit edilmiş, denemede kullanılan diğer 21 kombinasyonda ise canlılık oranı kontrole göre daha düşük olmuştur. (Çizelge 5).

Doku kültürü çalışmalarında öncelikli olarak dikkate alınması gereken husus, uygun bitki büyüme düzenleyicilerinin tipi ve konsantrasyonlarının seçimidir. Ayrıca, uygun eksplant seçimi de böyle çalışmalarda oldukça önem arz etmektedir. Çünkü ortama ilave edilen büyümeyi düzenleyiciler türe, çeşide ve hatta eksplant tipine uygun olmayan tipte ve konsantrasyonlarda ise kallus oluşumu ve sürgün rejenerasyonu olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Korunganın da içinde yer aldığı birçok bitkide yapılan çalışmalar sonucunda, oksin-sitokinin dengesinin iyi ayarlanması durumunda yüksek oranda adventif sürgün rejenerasyonu elde edilebileceği bildirilmiştir (Özgen ve ark., 1997; Sancak, 1999; Çöçü ve ark., 2003; Erdoğan ve ark., 2004; Erdoğan ve ark., 2005; Çelikleş ve ark., 2006; Çöçü, 2008).

Bitki büyüme düzenleyicilerinin doku kültürü şartlarında korunga bitkisi üzerindeki etkilerine bakıldığında kotiledonların sürgün oluşturma kapasitesi üzerine araştırmada kullanılan hormonların (NAA, BAP, TDZ, KIN) tek olarak ortama ilavesinin, sürgün oluşumuna etki etmediği, kombinasyon halinde kullanıldıklarında ise en etkili kombinasyonun NAA+BAP olduğu, ayrıca ve NAA+TDZ'nin ise sadece bir kaç kombinasyonunun etkili olduğu görülmüştür. Uzun (2012), korungada yaptığı çalışmada en fazla sürgün sayısını 1 mg l⁻¹ TDZ içeren besi ortamından, hipokotil eksplantından elde etmiştir. Barbulova et al. (2002), tarafından farklı yonca çeşitlerinde yapılan bir çalışmada eksplant olarak yaprak ve yaprak sapları kullanılmıştır. Araştırmacılar, çeşitlerin rejenerasyon kabiliyetinin birbirinden farklı olduğunu ve en iyi sonucun 0.5 mg l⁻¹ BAP içeren ortamdan elde edildiğini bildirmişlerdir. Yoncaya ait farklı eksplantların kullanıldığı diğer bir çalışmada ise en iyi sonuç kotiledon ve petiol eksplantlarından ve oksinin (2.4-D) düşük dozda kullanıldığı ortamdan elde edilmiştir (Gallego et al., 2001).

Çizelge 4. Farklı hormon tipleri ve dozlarının kombinasyonundan oluşan farklı uygulamalara göre kök eksplantından 30. 60. ve 90. günün sonunda sürgün oluşturanların sayısı (adet)¹

| | Hormon Doz (mg l ⁻¹) | NAA | | | |
|--|----------------------------------|-----|---------------------|---------------------|--------------------|
| | | 0 | 0.2 | 0.4 | |
| 30. günün sonunda sürgün oluşturan eksplant sayısı (adet sürgün/petri) | BAP | 0 | 0.3 ^{gh} | 2.0 ^{bcd} | 1.3 ^{c-g} |
| | | 0.5 | 4.5 ^a | 2.8 ^b | 1.0 ^{d-h} |
| | | 1.0 | 1.3 ^{c-g} | 1.5 ^{c-f} | 0.0 ^h |
| | | 1.5 | 1.5 ^{c-f} | 1.3 ^{c-g} | 1.0 ^{d-h} |
| | | 2.0 | 0.8 ^{e-h} | 1.8 ^{b-e} | 0.0 ^h |
| | KIN | 0 | 0.3 ^{gh} | 2.0 ^{bcd} | 1.3 ^{c-g} |
| | | 0.5 | 0.0 ^h | 0.8 ^{e-h} | 2.3 ^{bc} |
| | | 1.0 | 2.3 ^{bc} | 0.8 ^{e-h} | 2.8 ^b |
| | | 1.5 | 0.8 ^{e-h} | 0.0 ^h | 0.0 ^h |
| | | 2.0 | 1.0 ^{d-h} | 0.0 ^h | 0.0 ^h |
| | TDZ | 0 | 0.3 ^{gh} | 2.0 ^{bcd} | 1.3 ^{c-g} |
| | | 0.5 | 0.8 ^{e-h} | 2.8 ^b | 0.3 ^{gh} |
| | | 1.0 | 0.8 ^{e-h} | 0.3 ^{gh} | 0.0 ^h |
| | | 1.5 | 0.0 ^h | 0.0 ^h | 0.5 ^{fgh} |
| | | 2.0 | 0.0 ^h | 0.0 ^h | 0.8 ^{e-h} |
| 60. günün sonunda sürgün oluşturan eksplant sayısı (adet sürgün/petri) | BAP | 0 | 2.0 ^{k-p} | 3.3 ^{i-o} | 5.0 ^{ghl} |
| | | 0.5 | 7.8 ^{ef} | 7.8 ^{efg} | 4.0 ^{h-l} |
| | | 1.0 | 11.0 ^{bcd} | 4.5 ^{h-k} | 1.0 ^{n-p} |
| | | 1.5 | 13.3 ^{ab} | 10.5 ^{cd} | 3.8 ^{i-m} |
| | | 2.0 | 14.8 ^a | 12.5 ^{abc} | 4.0 ^{h-l} |
| | KIN | 0 | 2.0 ^{k-p} | 3.3 ^{i-o} | 5.0 ^{ghl} |
| | | 0.5 | 3.5 ⁱ⁻ⁿ | 2.0 ^{k-p} | 3.8 ^{i-m} |
| | | 1.0 | 9.3 ^{de} | 2.3 ^{j-p} | 3.8 ^{i-m} |
| | | 1.5 | 3.3 ^{i-o} | 3.5 ⁱ⁻ⁿ | 6.5 ^{fgh} |
| | | 2.0 | 3.8 ^{i-m} | 3.5 ⁱ⁻ⁿ | 2.8 ^{i-o} |
| | TDZ | 0 | 2.0 ^{k-p} | 3.3 ^{i-o} | 5.0 ^{ghl} |
| | | 0.5 | 4.8 ^{h-j} | 2.8 ^{i-o} | 1.5 ^{l-p} |
| | | 1.0 | 0.8 ^{op} | 2.3 ^{j-p} | 1.3 ^{m-p} |
| | | 1.5 | 4.5 ^{h-k} | 0.0 ^p | 0.0 ^p |
| | | 2.0 | 1.0 ^{n-p} | 0.8 ^{op} | 1.5 ^{l-p} |
| 90. günün sonunda sürgün oluşturan eksplant sayısı (adet sürgün/petri) | BAP | 0 | 3.3 ^{i-m} | 3.5 ^{i-m} | 5.8 ^{g-l} |
| | | 0.5 | 12.5 ^d | 12.5 ^d | 11.0 ^{df} |
| | | 1.0 | 24.5 ^b | 12.0 ^{de} | 12.0 ^{de} |
| | | 1.5 | 29.0 ^a | 18.0 ^c | 8.3 ^{e-h} |
| | | 2.0 | 20.3 ^c | 27.0 ^{ab} | 6.0 ^{g-k} |
| | KIN | 0 | 3.3 ^{i-m} | 3.5 ^{i-m} | 5.8 ^{gl} |
| | | 0.5 | 7.0 ^{f-i} | 2.5 ^{j-m} | 3.8 ^{i-m} |
| | | 1.0 | 9.3 ^{d-g} | 2.3 ^{klm} | 3.8 ^{i-m} |
| | | 1.5 | 3.3 ^{i-m} | 3.8 ^{i-m} | 6.5 ^{g-j} |
| | | 2.0 | 3.8 ^{i-m} | 3.5 ^{i-m} | 2.8 ^{j-m} |
| | TDZ | 0 | 3.3 ^{i-m} | 3.5 ^{i-m} | 5.8 ^{g-l} |
| | | 0.5 | 5.0 ^{h-m} | 4.3 ^{h-m} | 1.8 ^{lm} |
| | | 1.0 | 3.0 ^{i-m} | 2.8 ^{j-m} | 1.5 ^m |
| | | 1.5 | 4.5 ^{h-m} | 1.0 ^m | 1.0 ^m |
| | | 2.0 | 4.0 ^{i-m} | 1.3 ^m | 1.5 ^m |

1) Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Çizelge 5. Farklı hormon tipleri ve dozlarının kombinasyonundan oluşan farklı uygulamalara göre kök eksplantından 30. günün sonunda kök oluşturanların sayısı (adet)¹, 90. günün sonunda köklenen eksplant sayısı (köklerden elde edilen sürgünlerden) (adet)¹, 90. günün sonunda eksplantların canlılık oranı (%)¹

| | Hormon | Doz (mg l ⁻¹) | NAA | | |
|--|--------|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | 0 | 0.2 | 0.4 |
| 30. günün sonunda kök oluşturan eksplant sayısı (adet kök/petri) | BAP | 0 | 5.8 ^a | 4.8 ^{ab} | 1.8 ^c |
| | | 0.5 | 0.0 ^d | 0.0 ^d | 0.0 ^d |
| | | 1.0 | 0.0 ^d | 0.0 ^d | 0.0 ^d |
| | | 1.5 | 0.0 ^d | 0.0 ^d | 0.0 ^d |
| | | 2.0 | 0.0 ^d | 0.0 ^d | 0.0 ^d |
| | KIN | 0 | 5.8 ^a | 4.8 ^{ab} | 1.8 ^c |
| | | 0.5 | 0.0 ^d | 3.8 ^b | 0.0 ^d |
| | | 1.0 | 0.0 ^d | 0.8 ^{cd} | 0.0 ^d |
| | | 1.5 | 0.0 ^d | 0.5 ^{cd} | 0.0 ^d |
| | | 2.0 | 0.0 ^d | 1.3 ^{cd} | 0.0 ^d |
| | TDZ | 0 | 5.8 ^a | 4.8 ^{ab} | 1.8 ^c |
| | | 0.5 | 0.0 ^d | 0.0 ^d | 0.0 ^d |
| | | 1.0 | 0.0 ^d | 0.0 ^d | 0.0 ^d |
| | | 1.5 | 0.0 ^d | 0.0 ^d | 0.0 ^d |
| | | 2.0 | 0.0 ^d | 0.0 ^d | 0.0 ^d |
| 90. günün sonunda köklenen eksplant sayısı (köklerden elde edilen sürgünlerden) (adet kök/petri) | BAP | 0 | 1.5 ^b | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | | 0.5 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | | 1.0 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | | 1.5 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | | 2.0 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | KIN | 0 | 1.5 ^b | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | | 0.5 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | | 1.0 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | | 1.5 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | | 2.0 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | TDZ | 0 | 1.5 ^b | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | | 0.5 | 0.0 ^c | 2.8 ^a | 0.0 ^c |
| | | 1.0 | 0.0 ^c | 1.5 ^b | 0.0 ^c |
| | | 1.5 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| | | 2.0 | 0.0 ^c | 0.0 ^c | 0.0 ^c |
| 90. günün sonunda eksplantların canlılık oranı (%) ¹ | BAP | 0 | 34.4 ^{d-i} | 15.6 ^j | 15.6 ^j |
| | | 0.5 | 31.3 ^{e-i} | 28.1 ^{g-j} | 23.4 ^{h-j} |
| | | 1.0 | 37.5 ^{d-h} | 25.0 ^{h-j} | 25.0 ^{h-j} |
| | | 1.5 | 32.8 ^{e-i} | 45.3 ^{b-e} | 37.5 ^{d-h} |
| | | 2.0 | 43.8 ^{c-f} | 59.4 ^{ab} | 25.0 ^{h-j} |
| | KIN | 0 | 34.4 ^{d-i} | 15.6 ^j | 15.6 ^j |
| | | 0.5 | 54.7 ^{abc} | 32.8 ^{e-i} | 29.7 ^{f-j} |
| | | 1.0 | 28.1 ^{g-j} | 32.8 ^{e-i} | 21.9 ^{ij} |
| | | 1.5 | 42.2 ^{c-g} | 42.2 ^{c-g} | 21.9 ^{ij} |
| | | 2.0 | 42.2 ^{c-g} | 21.9 ^{ij} | 23.4 ^{h-j} |
| | TDZ | 0 | 34.4 ^{d-i} | 15.6 ^j | 15.6 ^j |
| | | 0.5 | 42.2 ^{c-g} | 48.4 ^{bcd} | 56.3 ^{abc} |
| | | 1.0 | 43.8 ^{c-f} | 29.7 ^{f-j} | 25.0 ^{h-j} |
| | | 1.5 | 34.4 ^{d-i} | 37.5 ^{d-h} | 15.6 ^j |
| | | 2.0 | 45.3 ^{b-e} | 67.2 ^a | 20.3 ^{ij} |

1) Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Bu araştırmada hormon ve dozları ele alınarak değerlendirilme yapıldığında (kontrol hariç), eksplant olarak hipokotil kullanıldığında en fazla sürgün KIN ve KIN+NAA içeren ortamlardan elde edilmiş ve hipokotil eksplantı sürgün oluşturma kabiliyeti bakımından eksplantlar içerisinde ilk sırada yer almıştır. Akçura ve ark., (1999), tarafından korungaya ait farklı eksplantlar kullanılarak yapılan çalışmada da burada kaydedilen sonuçlara benzer olarak en fazla sürgün rejenerasyonu hipokotilin eksplant olarak kullanıldığı BAP ve NAA içeren ortamdan elde edilmiştir. Aynı şekilde, Karamian and Ranjbar (2008), korungaya ait hipokotil eksplantlarını kullanarak yaptıkları çalışmada en iyi sonucu 0.5 mg l⁻¹ NAA ve 1 mg l⁻¹ BAP içeren ortamdan elde etmişlerdir. Aynı şekilde, (Özcan ve ark., 1996) tarafından korungada yapılan bir denemede en fazla sürgün oluşumu 0.5 mg l⁻¹ BAP ve 0.2 mg l⁻¹ NAA içeren ortamdan hipokotil eksplantından elde edilmiştir. Yine korungada yapılan başka bir çalışmada (Hiroshi and Zhumeng, 1993) sürgün oluşumu bakımından en iyi ortamın 1µM NAA + 10 µM BAP kombinasyonu olduğunu, kök ve hipokotil eksplantlarının kotiledonlara göre daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Önceki çalışmalarda BAP'ın bizim çalışmamızda ise KIN'in daha iyi sonuç vermesi, diğer çalışmalarda kinetinin denenmemiş olmasından ve kullanılan genotiplerin farklı olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca hipokotil eksplantının hormonsuz ortamda bile iyi sonuç verdiği yapılan çalışma neticesinde görülmüştür.

Bu araştırmada kök eksplantında en fazla sürgün BAP ve BAP+NAA kombinasyonlarından elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan kombinasyonların çoğundan az sayıda da olsa sürgün elde edilmiş, ancak genel olarak bazılarında gerek hormonların yüksek dozda tek kullanımının gerekse kombinasyon halinde kullanımının sürgün oluşumunu olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, sürgün oluşumu üzerine kültür süresinin etkisinin de oldukça önemli olduğu tespit edilmiştir. Özgen ve ark. (1998),

tarafından korungada yaprak petiol ve kök eksplantları kullanılarak yapılan bir çalışmada en yüksek oranda sürgün rejenerasyonu kök eksplantından, 20 µM BA ve 0.5 µM NAA içeren ortamdan petiol eksplantından elde edilmiştir. Korungada mikroçoğaltım amacıyla yapılan başka bir çalışmada ise en yüksek oranda sürgün oluşumu 2 mg l⁻¹ BAP+ 0.05 mg l⁻¹ IBA, 2 mg l⁻¹ BAP+ 0.1 mg l⁻¹ IBA, 2 mg l⁻¹ BAP+ 0.05 mg l⁻¹ IBA, 2 mg l⁻¹ BAP+ 0.1 mg l⁻¹ NAA, 2 mg l⁻¹ BAP+ 0.5 mg l⁻¹ NAA ve 8 mg l⁻¹ BAP+ 0.05 mg l⁻¹ NAA içeren ortamlarda gerçekleşmiştir (Sancak, 1999). Yang and Nakashima (1992), tarafından kök, hipokotil ve kotiledon eksplantları kullanılarak korungada yapılan bir denemede 2.4-D ve BAP'ın rejenerasyon üzerine etkisinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yine korungada yapılan başka bir çalışmada en fazla sürgün rejenerasyonu 10.7 µM M NAA ve 2.3 µM M KIN içeren B5 ortamında kültüre alınan, apikal-aksillar meristemlerden elde edilmiştir (Çelikaş ve ark., 2006).

SONUÇ

Bu çalışma, önemli bir baklagil yem bitkisi olan korungada adventif sürgün rejenerasyonu üzerine bitki hormonlarının etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. *In vitro* fidelardan elde edilen kotiledon, kök ve hipokotil eksplantları farklı dozlarda hormon içeren ortamlarda kültüre alınmışlardır. Yapılan bu çalışma sonucunda gerek hormon tip ve doz kombinasyonlarının gerekse eksplant tipinin ele alınan parametreler üzerine tepkilerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Bu bakımdan en iyi sonuç kök eksplantından 29.0 adet sürgün ile 1.5 mg l⁻¹ BAP'dan doksanıncı gün sonunda elde edilmiştir. Kök oluşumu bakımından en iyi sonuç ise 14.8 adet ile 0.4 mg l⁻¹ NAA'dan hipokotilden elde edilmiştir. Bu sayede zararlılar tarafından üretimi önemli ölçüde azalan korunga bitkisinin *in vitro* şartlarda biyoteknolojik yöntemler kullanılarak çoğaltımının mümkün olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akçura M, Eskalen A, Elçi Ş, 1999. Korungada (*Onobrychis viciifolia* Scop.) kallus oluşumu ve bitki rejenerasyonu. Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım 1999, Adana.
- Barbulov A, Iantcheva A, Zhiponova M, Viahova M, Atanassov A, 2002. Establishment of Embryogenic Potential of Economically Important Bulgarian Alfalfa Cultivars (*Medicago sativa* L.). Biotechnology & Biotechnological Equipment, 16: 55-63.
- Çeliktaş N, Can E, Hatipoğlu R, Avcı S, 2006. Somatic Embryogenesis, Callus Production and Plantlet Growth in Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.). New Zealand Journal of Agricultural Research. 49: 383-388.
- Çöçü S, Uranbey S, Sancak C, 2003. Bazı yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinde olgunlaşmamış embriyo eksplantlarından adventif sürgün rejenerasyonu. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 9:445-449.
- Çöçü S, 2008. Böceklerle dayanıklı transgenik korunga (*Onobrychis sativa* Lam.) bitkilerinin elde edilmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 97s.
- Elçi Ş, 2005. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, 54-56, Ankara.
- Erdoğan Y, Çöçü S, Parmaksız İ, Sancak C, Arslan O, 2004. Burçak (*Vicia ervilia* (L.) Wild.) bitkisinin olgunlaşmamış embriyo eksplantlarından adventif sürgün rejenerasyonu ve hızlı çoğaltımı. Tarım Bilimleri Dergisi, 11: 60-64.
- Erdoğan Y, Çöçü S, Parmaksız İ, Sancak C, Arslan O, 2004. Bazı burçak hatlarında (*Vicia ervilia* (L.) Wild.) kotiledon boğum eksplantından adventif sürgün rejenerasyonu. Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (2): 206-210.
- Erdoğan Y, Çöçü S, Parmaksız İ, Sancak C, Arslan O, 2005. Bazı burçak (*Vicia ervilia* (L.) Wild.) kotiledon boğum eksplantlarından adventif sürgün rejenerasyonu. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 10: 206-210.
- Gallego P, Hita O, Villalobos N, Dorado A, Martin L, Guerra H, 2001. Somatic Embryogenesis and Plant Regeneration in *Medicago arborea* L. In Vitro Cell Dev. Biol.- Plant 37: 199-203.
- Hiroshi N, Zhumeng Y, 1993. Tissue culture of sainfoin. Proceeding of the XVII international grassland congress, 12-15 February, 1993.
- Karamian R, Ranjbar M, 2008. Plant Regeneration from *Onobrychis subnitens* Bornm. Hypocotyl Explants Via Somatic Embryogenesis and Organogenesis, Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, 50: 13-18.
- Murashige, T and Skoog, F, 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Phiol Plant, 15: 473-497.
- Özcan, S. ve M. Özgen, 1996. Bitki genetik mühendisliği. Kükem Dergisi, 1:69-95.
- Özcan S, Yıldız M, Sancak C, Özgen M, 1996. Adventitious Shoot Regeneration in Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) Turkish Journal Botany. 20: 497-503.
- Özgen M, Altınok S, Özcan S, Sevimay C.S, 1997. In vitro micropropagation of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars. Tr. J. of Botany, 21: 275-278
- Özgen M, Özcan S, Sevimay C.S, Sancak C, Yıldız M, 1998. High frequency adventitious shoot regeneration in sainfoin. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 52: 205-208.
- Sağlam S. 2010. Growth regulators effects on in vitro shoot regeneration of sainfoin (*Onobrychis sativa* Lam.). Biotechnol. & Biotechnol. 24: 2077-2079.
- Sancak C, 1999. In vitro micropropagation of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.), Tr. J. of Botany, 23: 133-136.
- Tan M, Serin Y, 2013. Baklagil Yem Bitkileri. (Genişletilmiş 4. Baskı) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, 190: 77-80 Erzurum.
- Uzun S, 2012. Korunganın (*Onobrychis viciifolia* Scop.) hipokotil ve kotiledon eksplantlarından adventif sürgün rejenerasyonu. Tr. J. Nature Sci. 1: 126-130.
- Yang Z, Nakashima H, 1992. Effects of 2,4-dichlorophenoxy acetic acid and 6- benzyl aminopurine on callus culture and plant regeneration in sainfoin (*Onobrychis viciaefolia* Scop.). Journal of Japanese Society of Grassland Science. 38: 90-91.

Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinde Özellikler Arası Korelasyon ve Path Analizi

Yusuf DOĞAN¹, Erol ORAL¹, Vahdettin ÇİFTÇİ², Enver KENDAL¹

ÖZET: Bu çalışmada ülkemizde tescil edilmiş bazı nohut çeşitlerinde tane verimi ile diğer verim unsurları arasındaki ilişkiler korelasyon ve path analizi kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışma, 2012-2013 yıllarında Mardin Kızıltepe ekolojik koşullarında kurulmuş ve tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü yürütülmüştür. Araştırmada 10 adet tescilli nohut çeşidi (Azizye-94, Menemen-92, Yaşa-05, İzmir-92, ILC-482, Işık-05, Canitez-87, Er-99 Diyar-95, ve Gökçe) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; tane verimi ile bitkide tane sayısı (0.927**), bitkide bakla sayısı (0.916**), hasat indeksi (0.728**) arasında önemli ve olumlu ilişkiler bulunmuştur. Yapılan path analizinde; tane verimi üzerine baklada tane sayısı (p= 0.822, % 43.6), ilk bakla yüksekliği (p= 0.466, % 30.7) ve bitkide bakla sayısının (p= 0.503, % 26.3) doğrudan ve yüksek derecede olumlu, bitki boyu (p= -0.407, % 30.9) ise yüksek ancak olumsuz bir etki yaptığı saptanmıştır. Nohutta yapılacak ıslah çalışmalarında, yüksek verim potansiyelini elde etmek için bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı ve bitkide ilk bakla yüksekliği seleksiyon kriteri olarak kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nohut, tane verimi, korelasyon kat sayısı, path analizi

Some Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Varieties Relations Between Features Correlation and Path Analysis

ABSTRACT: In this study, were examined relationship between grain yield with some traits of some chickpea varieties, have been registered in our country by using correlation and path analysis. This research was conducted in 2011-12 and 2012-13 growing seasons in ecological condition of Kızıltepe/Mardin. The study was designed according to randomized block with three replications and three cultivars (Azizye-94, Menemen-92, Yaşa-05, İzmir-92, ILC-482, Işık-05, Canitez-87, Er-99 Diyar-95, ve Gökçe chickpea variety) . According to the results; It were found important and positive relationships between grain yield with grain number of per plant (0.927 **), number pods of per plant (0.916 **) and harvest index (0.728 **). Path analysis results showed that the number of seeds per pod (p= 0.822, 43.6 %), first pod height (p = 0.466, 30.7 %) and the number of pods per plant (p= 0.503, 26.3 %) had highly direct positive effects on grain yield, while plant height (p= -0.407, 30.9 %) was high and negative impact. It was concluded that the number of pods per plant, the number of seed in per pod and the first pod height may be used as selection criteria to achieve its high-grain yield potential in the chickpea breeding.

Key Words: Chickpea, grain yield, correlation coefficient, path analysis

¹ Mardin Artuklu, Kızıltepe Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel Ve Hayvansal Üretim, Mardin, Türkiye

² Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri, Bolu, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Yusuf DOĞAN, yusufdogan@artuklu.edu.tr

GİRİŞ

Günümüzde dengeli bir beslenmede hayvansal ve bitkisel kaynaklı besin maddelerinin yeterli ve dengeli düzeyde alınması çok önemlidir. Bu amaçla yürütülen çalışmalarda bitkisel kaynaklı proteinlerin % 22'si, karbonhidratların ise % 7'si yemeklik dane baklagillerden karşılandığı tespit edilmiştir. İnsan beslenmesinde protein kaynağı besinlerin alınması çok önemlidir. Bu miktarın karşılanmasında yemeklik dane baklagiller büyük öneme sahip olup, protein oranının % 16-31 arasında değiştiği belirtilmiştir (Şehriali, 1979). Bu oranlar itibari ile protein açığının kapatılmasında en önemli ve ucuz bir besin kaynağıdır. Mercimek, nohut, bezelye, bakla gibi yemeklik dane baklagiller arasında ekim ve üretim bakımından en önemli yere sahip olan bitki nohuttur.

Tarla ve bahçe tarımında en önemli amaç daha fazla ve kaliteli ürün elde etmektir. Bu amaca ulaşmak; mevcut ekolojik şartlarda en uygun yetiştirme tekniklerinin uygulanarak verim potansiyeli yüksek çeşitler ile mümkün olmaktadır. Bu süreçte en belirleyici faktör çevre x genetik faktörlerin interaksiyonudur. İnsanoğlunun çevre üzerindeki değiştirici etkisi çok fazla olmamasına rağmen genetik faktörler üzerindeki düzeltici etki ancak ıslah çalışmaları ile mümkün olmaktadır.

Bitkilerde genlerdeki kalıtsal özelliklerin verim ve kalite üzerine etkilerinin önceden bilinmesi, ıslah çalışmalarının daha kısa ve etkili yürütülmesini sağlayacaktır (Gürbüz ve ark., 2004).

Ülkemizde nohut tarımı 388 517 ha ekim alanı, 455 000 ton üretime sahiptir. Mardin ilinde ise 6 516 ha üretim alanından 9 398 ton ürün elde edilmektedir (Anonim, 2014). Bitkisel üretim bakımından kayda değer bir öneme sahip bu bitkinin ekonomiye katkısı belirleyicidir.

Yetiştiricilik açısından verimi etkileyen özelliklerin doğrudan ve dolaylı etkilerini tespit etmek tarımsal üretim açısından çok önemlidir. Bu çalışmada, 10 farklı nohut çeşitlerinde farklı özellikler arasındaki tekli korelasyon değerleri ile verim unsurları üzerine hangi karakterin ne oranda etki yaptığı path analizi kullanılarak tespit edilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada materyal olarak Azizye-94, Menemen-92, Yaşa-05, İzmir-92, ILC-482, Işık-05, Canitez-87, Er-99, Diyar-95 ve Gökçe nohut çeşitleri kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan çeşitler bölgemizde yaygın olarak görülen antraknoza toleranslı çeşitlerdir. Canitez 87 çeşidi ülkesel olarak antraknoza hassas bir çeşittir ve bu çeşit antraknoz hastalık bahçelerinde hassas kontrol olarak kullanılmaktadır. Diyar 95 çeşidi de hastalıktan etkilenen bir çeşittir

Araştırmanın yürütüldüğü alana ait toprak analizi sonuçlarına göre; ana materyal alüviyal özellikte düzgün tesviyeli ve derin yapıdadır. Toprak kırmızı renkli olup, killi bir tekstüre sahiptir. Toprakların 0-30 cm kısmı tuzlu (% 0.06), pH'sı hafif alkali (7.59), kireç oranı yüksek (% 29.6), organik madde içeriği orta (% 1.69), fosfor düzeyi yüksek (57.8 ppm) ve potasyum 1.66 me 100g⁻¹ değerinde tespit edilmiştir.

Araştırma yürütüldüğü yıllar ve uzun yıllara ait iklim verileri ortalaması aşağıdaki gibidir (Çizelge 1).

Bu araştırma 2011-12 ve 2012-13 yıllarında iki yıl süre ile Mardin Artuklu Üniversitesine bağlı Kızıltepe MYO deneme alanında Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kıraç şartlarda kışlık olarak yürütülmüştür. Ekimler 5 sraya, sıra arası 20 cm (parsel boyutu: 5 m x 1 m =5 m²) ve metrekareye 50 tohum/adet düşecek şekilde elle yapılmıştır (Kulaz ve Çiftçi, 1999). Hasatta 3 sıra değerlendirmeye alınmış, 0.5 m'lik kısımlar kenar tesiri olarak bırakılacak geriye kalan 4 m x 0.6 m = 2.4 m² alan hasat edilerek tane verimi değerlendirilmiştir. Parsel aralarında 1m, bloklarda 2 m boşluk bırakılmıştır. Ekimle birlikte parsellerin tamamına 13 kg da⁻¹ DAP (Diamonyum Fosfat) gübresi uygulanmıştır (Şehriali, 1988). Yabancı ot kontrolü fide dönemlerinde çapa ile yapılmıştır. Hasat Haziran ayı başlarında elle yapılmıştır.

Araştırma sonucunda elde edile verilerin analizleri TARİST bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır. Verime etki eden karakterler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde tekli korelasyon katsayıları tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Mardin iline ait iklim verileri (Anonim, 1960-2012).*

| Aylar | Yağış Miktarı (mm) | | | Ortalama Sıcaklık (C°) | | | Nispi Nem Oranı(%) | | |
|---------|--------------------|---------|-------|------------------------|---------|------|--------------------|---------|------|
| | 2011-12 | 2012-13 | UYO | 2011-12 | 2012-13 | UYO | 2011-12 | 2012-13 | UYO |
| Eylül | 4.6 | - | 1.9 | 25.2 | 24.4 | 25.1 | 26.0 | 21.6 | 35 |
| Ekim | 15.6 | 65.4 | 36.2 | 17.1 | 19.0 | 18.3 | 36.6 | 44.6 | 46 |
| Kasım | 51.7 | 93.1 | 69.7 | 6.7 | 13.0 | 10.7 | 50.1 | 52.1 | 57 |
| Aralık | 37.5 | 192.5 | 106.9 | 5.8 | 5.2 | 5.3 | 48.6 | 66.4 | 67 |
| Ocak | 130.1 | 152.7 | 112.3 | 3.8 | 4.9 | 3.0 | 77.5 | 68.0 | 70 |
| Şubat | 101.2 | 105.4 | 108.2 | 2.7 | 6.6 | 4.0 | 59.0 | 71.0 | 66 |
| Mart | 77.8 | 53.7 | 96.8 | 6.1 | 9.1 | 8.0 | 64.9 | 52.1 | 61 |
| Nisan | 35.3 | 62.3 | 83.6 | 17.5 | 15.2 | 13.4 | 49.4 | 46.0 | 56 |
| Mayıs | 44.7 | 154.4 | 40.4 | 20.3 | 19.5 | 19.6 | 30.4 | 43.0 | 45 |
| Haziran | 4.1 | 4.0 | 4.9 | 29.2 | 26.3 | 25.6 | 24.0 | 21.7 | 34 |
| Toplam | 502.6 | 883.5 | 662.7 | | | | | | |
| Ort. | | | | 13.4 | 14.3 | 13.3 | 46.6 | 48.6 | 53.7 |

* Mardin Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü , UYO: Uzun Yıllar Ortalaması

Path analiz yönteminde ise karakterlerin doğrudan ve dolaylı etkileri tespit edilmiştir (Düzgüneş ve ark., 1983).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Korelasyon

Mardin ili Kızıltepe ilçesi ekolojik şartlarında

nohut çeşitlerinde yürütülen çalışmada, özelliklere ait korelasyon katsayıları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. 10 tescilli nohut çeşidinde tane verimi ve verim unsurları arasındaki ilişkiler

| Özellikler | Tane verimi | Bitki boyu | İlk bakla yüksekliği | Ana dal sayısı | Bitkide bakla sayısı | Baklada tane sayısı | Yüz tane ağırlığı | Hasat.. indeksi |
|----------------------|-------------|------------|----------------------|----------------|----------------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| Bitki boyu | -0.118ns | | | | | | | |
| İlk bakla yüksekliği | -0.190ns | 0.869** | | | | | | |
| Ana dal sayısı | -0.334ns | -0.111ns | -0.203ns | | | | | |
| Bitkide bakla sayısı | 0.916** | -0.240ns | -0.401* | -0.176ns | | | | |
| Baklada tane sayısı | 0.927** | -0.207ns | -0.354ns | -0.196ns | 0.983** | | | |
| Yüz tane ağırlığı | 0.056ns | 0.583** | 0.809** | -0.428* | -0.217ns | -0.150ns | | |
| Hasat. indeksi | 0.728** | -0.474** | -0.460* | -0.071ns | 0.833** | 0.841** | -0.286ns | |
| Protein oranı | -0.023ns | 0.324ns | 0.144ns | 0.283ns | 0.011ns | 0.047ns | 0.003ns | -0.181ns |

** 0.01 önemli, * 0.05 önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 2 'de görüldüğü gibi nohut çeşitlerinde tane verimi üzerine etki eden karakterler arasındaki korelasyon değerleri verilmiştir. Nohutta tane verimi ile bitkide bakla sayısı (0.916**), bitkide tane sayısı (0.927**) ve hasat indeksi (0.728**) arasında yüksek düzeyde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar bir çok araştırmacı (Gurinder et al., 1989; Kumar and Arora, 1991; Sandhu et al., 1991; Arora and Jeena, 1999; Arora and Kumar, 1999; Saleem et al., 2002; Oral, 2016) tarafından da bildirilmiştir.

Araştırmamızda; bitki boyu ile ilk bakla yüksekliği (0.869) ve yüz tane ağırlığı arasında pozitif önemli ilişki bulunmuştur. Bu sonuç Tripathi (1998) ve Oral, (2016) tarafından yapılan çalışma ile uyum içerisindedir.

Çizelge 2'de görüldüğü gibi ilk bakla yüksekliği ve yüz tane ağırlığı arasında olumlu ve önemli (0.809) bir ilişki tespit edilmiştir. Gürbüz ve ark., (2004) araştırmalarında ilk bakla yüksekliği ile

bitkide bakla sayısı ve hasat indeksinin arasında olumsuz bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Bitkide bakla sayısı ile baklada tane sayısı ve hasat indeksi arasında önemli ve pozitif ilişki bulunmuştur. Benzer sonuçlar Dasgupta ve ark., (1992) ve Oral, (2016) tarafından da tespit edilmiştir.

Path Analizi

Araştırmamızda incelenen özelliklerin tane verimine olan doğrudan ve dolaylı etkileri path katsayıları ve yüzde değerleri Çizelge 3'de verilmiştir

Denemede baklada tane sayısı (% 43.6) ve bitki boyunun (% 30.9) tane verimi üzerine en fazla doğrudan etkili karakterler olduğu tespit edilmiştir.

Bu özelliği sırasıyla ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı, hasat indeksi, protein oranı, ana dal sayısı ve yüz tane ağırlığı gibi özellikler izlemiştir.

Çizelge 3. Nohut çeşitlerinde tane verimi üzerine karakterlerin doğrudan ve dolaylı etkileri ve katkı payları (%).

| Özellikler | Doğrudan etki | Dolaylı etkiler | | | | | | | |
|----------------------|---------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Tane verimi | BB | İBY | ADS | BBS | BTS | YDA | Hİ | PO |
| Bitki boyu | -0.407 | 1 | 0.405 | 0.004 | -0.121 | -0.170 | 0.018 | 0.173 | -0.019 |
| | 30.9% | | 30.8% | 0.3% | 9.2% | 12.9% | 1.4% | 13.2% | 1.5% |
| İlk bakla yüksekliği | 0.466 | -0.354 | 1 | 0.006 | -0.201 | -0.291 | 0.025 | 0.168 | -0.009 |
| | 30.7% | 23.3% | | 0.4% | 13.2% | 19.1% | 1.6% | 11.1% | 0.6% |
| Ana dal sayısı | -0.032 | 0.045 | -0.095 | 1 | -0.089 | -0.161 | -0.013 | 0.026 | -0.017 |
| | 6.6% | 9.5% | 19.9% | | 18.6% | 33.7% | 2.7% | 5.5% | 3.5% |
| Bitkide bakla sayısı | 0.503 | 0.098 | -0.187 | 0.006 | 1 | 0.808 | -0.007 | -0.304 | -0.001 |
| | 26.3% | 5.1% | 9.8% | 0.3% | | 42.3% | 0.3% | 15.9% | 0.0% |
| Baklada tanesayısı | 0.822 | 0.084 | -0.165 | 0.006 | 0.494 | 1 | -0.005 | -0.307 | -0.003 |
| | 43.6% | 4.5% | 8.7% | 0.3% | 26.2% | | 0.2% | 16.3% | 0.1% |
| Yüz tane ağırlığı | 0.031 | -0.237 | 0.377 | 0.014 | -0.109 | -0.123 | 1 | 0.104 | 0.000 |
| | 3.1% | 23.9% | 37.9% | 1.4% | 10.9% | 12.4% | | 10.5% | 0.0% |
| Hasat indeksi | 0.365 | 0.193 | -0.214 | 0.002 | 0.419 | 0.691 | -0.009 | 1 | 0.011 |
| | 19.2% | 10.1% | 11.3% | 0.1% | 22.0% | 36.3% | 0.5% | | 0.6% |
| Protein oranı | -0.059 | -0.132 | 0.067 | -0.009 | 0.006 | 0.039 | 0.000 | 0.066 | 1 |
| | 15.6% | 35.0% | 17.7% | 2.4% | 1.5% | 10.2% | 0.0% | 17.5% | |

Bb: Bitki boyu, İby: İlk bakla yüksekliği, Ads: Ana dal sayısı, Bbs: Bitkide bakla sayısı, Bts: Baklada tane sayısı, Tv: Tane verimi, Yta: Yüz tane ağırlığı, Hi: Hasat indeksi, Po: Protein oranı

Araştırmamızda path analizi sonuçlarına göre; bitki boyunun tane verimi üzerindeki doğrudan etkisi olumsuz ($p = -0.407$) ve etki payları yüksek (% 30.9) tespit etmişlerdir. Erman ve ark., (1997), tarafından yürütülen bir çalışmada bu etki negatif olarak tespit edilmiştir. Denemede bitki boyu üzerinden tane verimine en fazla yüksek olumlu dolaylı etkiyi ilk bakla yüksekliği ($p = 0.405$, % 30.8) yapmıştır. Bunun dışındaki diğer özellikler olan hasat indeksi, yüz tane ağırlığı ve ana dal sayısının ise dolaylı yönden etkisi olumlu olmasına rağmen etki payları düşük seviyede görülmüştür. Bu özelliğin tane verimi üzerine baklada tane sayısı, bitkide bakla sayısı ve protein oranının etkisi ise olumsuz olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Gowda ve Pandya, (1975); tarafından yapılan araştırmada, bitki boyunun tane verimine olan etkisini yüksek ve negatif bulmuşlardır. Tripathi (1998) 'de yürüttükleri çalışmada ise biyolojik verim ile bitki boyu arasında pozitif olumlu ilişki tespit etmişlerdir.

İlk bakla yüksekliğinin tane verimi üzerine doğrudan etkisi ($p = 0.466$, % 30.7) olumlu ve yüksek düzeyde bulunmuştur. Benzer çalışmada, Cinsoy ve Yaman (1998) ilk bakla yüksekliği, ana dal sayısı, yüz tane ağırlığı üzerine olan doğrudan etkilerini pozitif bulmuştur. Hasat indeksi, yüz tane ağırlığı ve ana dal sayısının etkisi de benzer şekilde olumlu ancak etki payları düşüktür. Bu özellik üzerine tane veriminin dolaylı etkilerine bakıldığında bitki boyunun ($p = -0.354$, % 23.3) olumsuz ve etki payı ise yüksek bulunmuştur (Çizelge 3). Gürbüz ve ark., (2004), tarafından yürütülen bir çalışmada, ilk bakla yüksekliği üzerinden tane verimine bitki boyunun etkisini dolaylı ve negatif olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 3'de ana dal sayısının tane verimine olan doğrudan etkisi olumlu ($p = -0.032$) düşük (% 6.6) etkili bulunmuştur. Benzer bir araştırmada Cinsoy ve Yaman, (1998) aynı sonuçları elde etmişlerdir. Bu özellik üzerinde tane verimine en yüksek olumsuz dolaylı etki ise baklada tane sayısında ($p = -0.161$, % 33.7) görülmüştür.

Bitkide bakla sayılarının tane verimleri üzerine doğrudan etkilerinin olumlu ($p = 0.503$) ve yüksek oranda (% 26.3) olmuştur (Çizelge 3). Mishra et al., (2002) ve Özdemir, (1996), tarafından yürütülen

araştırmada, bitkide bakla sayılarının verim üzerine en fazla pozitif doğrudan ilişkisi olduğu bildirilmiştir. Bitkide bakla sayısının tane verimine olumlu dolaylı en yüksek etkiyi baklada tane sayısı ($p = 0.808$, % 42.3) yaparken, hasat indeksi ise olumsuz olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3'de görüldüğü gibi baklada tane sayısının tane verimine doğrudan etkisinin olumlu yönde ve etki payının da yüksek ($p = 0.822$, % 43.6) olduğu saptanmıştır. Baklada tane sayısı üzerinden tane verimine olumlu en yüksek payı bitkide bakla sayısında tespit edilmiştir (Çizelge 3). Yadav and Sharma, (1998), 30 nohut hattı ile yapmış oldukları çalışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Çizelge 3'de yüz tane ağırlığının, tane verimi üzerine doğrudan etkisi olumlu ($p = 0.031$) etki payı düşük (% 3.1) bulunmuştur. Gürbüz ve ark., (2004), nohut çeşitleri ile yaptıkları çalışmada yüz tane ağırlığının tohum verimlerine direkt etkisini olumlu ($p = 0.4412$) ve etki payının yüksek (% 50.8) olduğunu bildirmişlerdir. Yüz tane ağırlığının tane verimine en fazla dolaylı etkiyi ilk bakla yüksekliği ($p = 0.377$, % 37.9) üzerinden gösterirken, bitki boyu ise olumsuz ancak etki payı yüksek çıkmıştır.

Çizelge 3'de görüldüğü gibi hasat indeksinin tane verimine direkt etkisi olumlu yönde ve etki payı yüksek ($p = 0.365$, % 19.2) görülmüştür. Benzer sonuçlar Erman ve ark., (1997) tarafından da bildirilmiştir. Bu özellik üzerinden tane verimlerine olumlu en fazla dolaylı etkiyi bitkide bakla sayısı ve bitkide tane sayısında görülmüştür (Çizelge 3). Benzer araştırmalarda, Singh and Singh, (1989) ile Akdağ ve Şehrali, (1992) aynı sonuçlar elde etmişlerdir. Araştırmamızda, protein oranının, tane verimi üzerine doğrudan etkisi olumsuz bulunmuştur (Çizelge 3). Protein oranı üzerine tane veriminin olumsuz en yüksek etki payı ($p = -0.132$, % 35.0) bitki boyu üzerinden tespit edilmiştir. Genelde ekim zamanının gecikmesi, çeşitler arası genetik farklılık ve değişik iklim faktörlerinin etkisi altında olan bir biri ile ters orantılı karakterlerdir. Protein veriminin çeşitlere göre farklılıklar gösterdiği Erman ve Tüfenkçi, (2004) tarafından bildirilmiştir.

SONUÇ

Elde ettiğimiz sonuçlara göre; tane verimine en yüksek pozitif yönde doğrudan etkiyi baklada tane sayısı, ilk bakla yüksekliği ve bitkide bakla sayısının oluşturduğu belirlenmiştir.

Bu araştırma sonucunda incelenen karakterlerin çoğunun, baklada tane sayıları, ilk bakla yüksekliği ve bitkide bakla sayıları üzerinden verime olan dolaylı etkileri yüksek bulunmuştur. Bu konuda

yapılacak seleksiyon çalışmalarında, verim üzerine etkili karakterlerin dikkate alınması veriminin artışı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Mardin Artuklu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Başkanlığı tarafından desteklenmiştir (2011-2013).

KAYNAKLAR

- Akdağ C., Şehrali S., 1992. Nohut (*Cicer arietinum* L.)’da Özellikler Arası ilişkiler ve Path Katsayısı Analizi Üzerine Bir Araştırma, Doğa-Tr.J.of Agricultural and Forestry, 16: 763-772.
- Anonim, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu (www.tuik.gov.tr).
- Anonim, 2014. Mardin Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü (Erişim Tarihi:2014).
- Arora PP, Jeena AS, 1999. Association Analysis for Yield and Other Quantitative Traits in Chickpea Agricultural Science Digest Karnal. 19:3,183-186.
- Arora PP, Kumar L, 1999. Association in Chickpea. Agricultural Science Digest Karnal 19:3 199-202.
- Cinsoy S, Yaman M, 1998. Nohutta Bazı Özellikler Arası İlişkilerin Path Analizi ile Değerlendirilmesi. Anadolu. 8:1,116-126.
- Dasgupta ve ark., 1992. Genetic variability and analysis of yield components in chickpea. Annu. Agric. Res., 132: 157-160.
- Düzgüneş O, Kesici T, Gürbüz F, 1983. İstatistik Metotları I. Ankara Üniversitesi Zir., Fak., Yayınları :861, Ders Kitabı:229, Ankara.
- Erman M, Tüfenkçi S, (2004). Farklı ekim zamanlarının nohutta (*Cicer arietinum* L.) verim ve verimle ilgili karakterlere etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi 10(3): 342-345.
- Erman M, Çiftçi V, Geçit HH, 1997. Nohut (*Cicer arietinum* L.) ‘ta Özellikler Arası İlişkiler ve Path Katsayısı Analizi Üzerine Bir Araştırma. Tarım Bilimleri Dergisi 1997, 3 (3) 43-46.
- Gürbüz A, Türkan AD, Soydaş S, Aydın N, 2004. Nohutta Korelasyon ve Path Analizi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi (2004). Ankara.
- Gowda CLL, Pandya BP, 1975. Path Coefficient Study in Gram. Indian Journal Agriculture Science, 45 (10): 473-477.
- Gurinder S, Brar HS, Verma MM, Sandhu JS, Singh G, 1989. Component Analysis of Seed Yield in Chickpea. Crop Improvement 16: 2, 145-149.
- Kulaz H, Çiftçi V, 1999. Van Koşullarında Bitki Sıklığının Nohut (*Cicer arietinum* L.)’ta Verim ve Verim Öğelerine Etkisi. Tr. J. Of Agriculture and Forestry, (23), 599-601.
- Kumar L, Arora PP, 1991. Basis of Selection in Chickpea International Chickpea Newsletter No.24, 14-15.
- Mishra SK, Brajesh G, Shrivastava GK, Lakhera ML, Rathore AR, Choubey NK, Gupta B, 2002. Path Coefficient Analysis in Chickpea. Annals of Agricultural Research. 23:1,168-170.
- Oral D, 2016. Kışlık ve Yazlık Yetiştirilen Nohut (*Cicer arietinum* L.)’ta Ekim Zamanlarına Göre Bitkide Tane Verimi ile Bazı Bitkisel Özellikler Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2016, 25 (Özel sayı-1):206-212.
- Özdemir S, 1996. Path Coefficient Analysis for Yield and Its Components in Chickpea. International Chickpea-and Pigeonpea Newsletter. No.3, 19-21.
- Sandhu TS, Gumber RK, Bhatia RS, 1991. Path analysis in Chickpea. Journal of Research, Punjab Agricultural University 28:1, 1-4.
- Saleem M, Tahir MHN, Rehmat K, Muhammad J, Kashif S, 2002. International Journal of Agriculture and Biology 4: 3,404-406.
- Singh V, Shing F, 1989. Selection Criteria for Yield in Chickpea (*Cicer arietinum* L.), Indian Journal of Agricultural Science 59 (1): 32-35, January.
- Şehrali S, 1979. Yemelik Dane Baklagiller. A.Ü. Zir., Fak., Bitki Yetiştirme ve İslah Kürsüsü. Ankara.
- Şehrali S, 1988. Yemelik Dane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1089, Ders Kitabı : 314-435.
- Yadav NP, Sharma CM, 1998. Correlation Study in Late Sown Chickpea. Journal of Research, Birsa Agricultural University 10: 2, 225-227.
- Tripathi AK, 1998. Association Analysis in Chickpea Advances in Plant Sciences 11:2, 117-120

Çukurova Koşullarında Bitki Yoğunluğu ve Bitki Yaşının Şeker Otu (*Stevia rebaudiana* Bertoni)'nun Verimine Etkisi

Selin GEDİK¹, Leyla Sezen TANSI¹

ÖZET: Ülkemizde Şeker otu olarak bilinen *Stevia rebaudiana* Bertoni L., Asteraceae familyasından çok yıllık otsu çalı formunda bir bitki olup Türkiye florasında doğal olarak bulunmamaktadır. Ülkemizde Çukurova Bölgesinde 2013 yılında *Stevia* ile ilgili ilk kez adaptasyon çalışmaları başlatılmış ve bitkinin ticari ekonomik ömrünü saptamak amacıyla hasatlar 2016 yılına kadar sürdürülmüştür. Çalışmada, 2015 ve 2016 yıllarına ilişkin 3 ve 4 yaşlı bitkilerde 30x60,45x60,60x60 cm ekim sıklığı uygulamalarından olumlu sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek yaprak verimi (268.9 kg da⁻¹) 45x60 cm ekim sıklığından 3. yılda elde edilmiş 4. yılda verim 88.7 kg da⁻¹'a gerilemiştir.

Anahtar kelimeler: *Stevia rebaudiana*, şeker otu, bitki yaşı, ekim sıklığı

The Effects of Plant Density and Plant Age on Yield of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) in Çukurova Conditions

ABSTRACT: *Stevia rebaudiana* Bertoni L. known as Şeker otu in Turkey is a perennial bush and it is the member of the Asteracea family. *Stevia* is not naturally found in Turkey flora. Adaptation research was firstly started in Çukurova in 2013 and harvests were continued until 2016 for determining the economic life span. In the study, three and four-year plants grown at spaced 30x60,45x60,60x60 cm provide the promising results regarding leaf yield values. The highest leaf yield (268.9 kg da⁻¹) was obtained from three-year-old plants and 45x60 cm spaced, then, yield decrease to 88.7 kg da⁻¹ in the fourth year.

Keywords. *Stevia rebaudiana*, sweet herb, plant age, plant density

¹ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Leyla Sezen TANSI, lsezen@mail.cu.edu.tr

GİRİŞ

Ülkemizde şeker otu olarak bilinen *Stevia rebaudiana* Bertoni L., Asteracea familyasından çok yıllık otsu çalı formunda, eski bir güney Amerika bitkisidir. *S. rebaudiana* yapraklarının tıpta ilaç ve gıda sanayiinde tatlandırıcı olarak kullanılması ekonomik ve bilimsel çalışmalar yönünden dikkat çekici bir ürün olmasına yol açmıştır. Herhangi bir olumsuz etkisi olmaksızın insanlar tarafından yüzyıllardır kullanılmış olup (Goyal et al., 2010), günümüzde de hayvanlar ve insanlar üzerinde yapılan araştırmalarda, fermenteleiyici, kanser yapıcı ve teratojenik etki göstermediği saptanmıştır (Lemus-Mondaca et al., 2012) .

Stevioside maddesini bir tatlandırıcı ve ilaç olarak kullanan Asya'daki ilk ülke Japonya olup, bitki ve bitkiden elde edilen stevioside için dünyadaki en büyük tüketici ve üretici ülkedir. Daha sonra Çin, Malezya, Singapur, Güney Kore, Tayvan, Tayland'a uzanmış (Chatsudthipong and Muanprasat, 2009) ve kültürü özellikle Asya'dan bütün Dünyaya yayılmıştır (Lewis,1992).

Yapraklarındaki şeker tadı, içerdiği insülin dengeleyici özellikli steviol glikozitleri, stevioside ve rebaudioside maddeleri ile birlikte 6 bileşenden oluşmaktadır (Morales and Machado,2001; Meireles et al., 2006; Ramesh et al., 2006). Bu maddelere ilaveten verimi şekerpancarı ve şekerkamışından düşük olmasına rağmen kuru yapraklarından (1000-1200 kg/da) elde edilen stevioside oranı (60-70 kg) sakkarozdan 300 kat daha tatlıdır ve böylece şeker verimi 21.000 kg/ha'a eşdeğerdir (Serio, 2010). Stevioside insülin benzeri etkiye sahip olması ile diyabetli hastaların tedavisinde kullanılmaktadır (Saleh et al., 2016). Hastalıklardan korunma ve önleme merkezi çocuklarda obeziteyi önlemek için şeker yerine doğal tatlandırıcı olarak ilaçlarda ve besinlerde tatlandırıcı olarak *Stevia rebaudiana*'yı önermiştir (Kersh et al., 2011). Türkiye'de ise bitkinin yaprakları Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yayınlanan Tıbbi Bitki Listesinde "pozitif" olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca *Stevia*'nın tatlandırıcı olarak kullanımı Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne

uygun olduğu bildirilmiştir (Saltan, 2013). Hali hazırda dünya nüfusunun her 11 kişiden bir tanesi diyabetlidir (Anonim,2015). Ülkemizde yapılan araştırmalar, diyabetin ülke nüfusumuzun % 13.7' sinde görüldüğünü ve yaklaşık 7.5 milyon insanımızı etkilediğini göstermektedir (Müezzinoğlu, 2015).

Diyabet ve obezite tedavisinde kullanılan *Stevia rebaudiana* (Moraes et al., 2013), genelde sıcak iklimleri seven bir bitkidir. Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü yerlerde tarımı önerilmektedir (Angelini and Tavarini, 2014). Bu nedenle Çukurova bölgesinde kültürü öngörülen bir bitkidir. Yetiştirme koşullarına bağlı olarak, her yıl çiçeklenme öncesi tek biçim veya daha fazla biçim yapılabilmektedir (Carniero,1990). Tarımı farklı iklim koşullarından etkileneyeceği için, belirli bir alan için yeterli bitki sıklığı tespit edilmek istenildiğinde, her bir yetiştirme kuşağı için, ayrı denemelerin yürütülmesi gerekmektedir (Ramesh et al., 2006). Kuru yapraklardaki stevioside oranının yükselmesi farklı üretim metodları, yetiştirme koşulları, tarımsal uygulamalar, bitki yaşı ve gelişme devreleri ile ilişkilidir (Metivier and Viana, 1979; Shock, 1982; Tamura et al., 1984; Nakamura and Tamura, 1985; Geuns, 2003; Megeji et al., 2005; Macchia et al., 2007; Yadav et al., 2011;Ceunen and Geuns, 2013; Serfatya et al., 2013). Bitkinin ticari öneme sahip yapraklarının verimi esas olarak 3. yıldan itibaren artmaktadır (Andolfi et al., 2006). Bu nedenle Türkiye'de ılıman iklime sahip Çukurova koşullarındaki ilk adaptasyon ve ekim sıklıkları, hasat zamanları ve hasat sayıları ile ilgili denemeler, 2013 yılında başlatılmıştır (Samadpourrigani ve Tansı, 2015). İlk yıllar yüksek lisans tez çalışması olarak değerlendirilmiş ve sonrasında, ekonomik hasat ömrünü saptamak için, bitki yaşı ile ilgili çalışmalar 2016 yılına kadar sürdürülmüştür.

Şeker otunun ekonomik hasat ömrü için farklı ülkelerde yapılan çalışmalarda (Ruta et al., 1999; Andolfi et al., 2006; Mishra et al., 2010), farklı sonuçların elde edilmesi nedeniyle, bu çalışmada, 3 ve 4 yaşındaki Şeker otu bitkilerinin çiçeklenme başlangıcında yapılan hasatlarda verim ve verim ögeleri belirlenerek, Çukurova koşullarındaki ekonomik hasat ömrü saptanmaya çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırma materyali *Stevia rebaudiana* Bertoni çeşidinin tohumları Paraguay'dan temin edilmiştir. Araştırma, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında, *Stevia rebaudiana*'da farklı ekim sıklıkları ve yıllara göre oluşan değişiklikleri saptamak amacıyla Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Bu çalışmada, ekim sıklıkları (30 × 60, 45 × 60 ve 60 × 60 cm) ana parselleri, yıllar alt parselleri oluşturmuştur. İklim odalarında tohumdan elde edilen 15 günlük fideler, 1 Nisan 2013 tarihinde ısıtmasız seralara alınmış ve 4 hafta süreyle burada bırakılmışlardır. Serada yetiştirilen genç fideler 29 Nisan 2013 tarihinde tarlaya şaşırtılmıştır. Bitkiler yeterli büyüme ve gelişmeyi gösterdikten sonra da ilerleyen yıllarda sulama ve yabancı ot temizliği gibi bakım işlemleri sürdürülmüş ve hasatlar yapılmıştır. Her parsel 7 sıradan oluşmuştur. Bitkilerde, çiçek tomurcukları oluşmaya başlayınca, her parselden kenar tesirler çıkarıldıktan sonra kalan 5 sıranın ortasındaki 2 sıradan 8 bitki 21 Eylül 2015 ve 19 Eylül 2016 tarihlerinde hasat edilerek, 3 ve 4 yaşlı bitkilerden gerekli veriler alınmış ve istatistiksel değerlendirmeler MSTAT-C paket programı ile yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki boyu değerleri bitki yaşı ve ekim sıklıklarına göre farklılık göstermiştir. En yüksek ortalama bitki

boyu (90.3 cm) 45*60cm ekim sıklığında ve 3 yaşındaki bitkilerden (2015) elde edilmiştir (Çizelge 1).

Angelini et al., (2014), 1 yaşındaki bitkilerde bitki boyunun 44.50-93.88 cm arasında, 2 yaşındaki bitkilerde 56.67-60.25 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Dar sıra aralarında şeker otu bitkilerinin bitki boyu artmıştır.

Bulgularımız Tadesse et al., (2016) ile, Taleie et al., (2012)'nin sonuçlarını desteklemektedir. Dal sayısı ve dal çapı değerleri bitki yaşına göre önemli bir farklılık göstermezken ekim sıklıklarına göre değişmiştir ve en yüksek ortalama değerler (sırasıyla, 47.2 adet bitki⁻¹, 4.8 mm) 45*60 cm ekim sıklığından elde edilmiştir.

Tadesse, (2016), bitki yaşına göre ekim sıklıklarında farklı değerler elde ettiğini ve en yüksek dal sayısı değerlerini bulgularımızdan daha yüksek (65 adet bitki⁻¹) olarak, 1 yaşındaki bitkilerde, 40x60 cm bitki sıklığı mesafesinden elde ettiğini belirtmiştir.

En yüksek taze herba (1265.8 kg da⁻¹), yaprak (268.9 kg da⁻¹), ve çiçek (184.5 kg da⁻¹) verimleri, 3 yaşındaki bitkilerde (2015) ve 45*60 cm ekim sıklığında saptanmış olup, verimler 4. hasat yılında (2016) azalmıştır (Çizelge 2).

Ekim sıklığı arttıkça, hem azalan bitki yoğunluğundan hem de sulama ile beraber hızla çoğalan yabancı otlardan kaynaklanan verim azalmaları görülmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Çukurova koşullarında farklı ekim sıklıklarında Şeker otu bitkilerinin bitki boyu, dal sayısı ve dal çapı değerleri

| Uygulama | Bitki boyu (cm) | | | Dal sayısı (adet bitki ⁻¹) | | | Dal çapı (cm) | | |
|-----------------------------------|-----------------|--------|----------|--|------|----------|---------------|------|----------|
| | 2015 | 2016 | Ortalama | 2015 | 2016 | Ortalama | 2015 | 2016 | Ortalama |
| Ekim Sıklığı | | | | | | | | | |
| 30*60 | 93.3 | 63.7 | 78.5 b | 38.0 | 32.3 | 35.2 b | 4.2 | 3.4 | 3.8 b |
| 45*60 | 106.0 | 74.7 | 90.3 a | 44.0 | 50.3 | 47.2 a | 4.9 | 4.6 | 4.8 a |
| 60*60 | 93.3 | 65.0 | 79.2 b | 31.7 | 41.0 | 36.3 b | 3.9 | 3.8 | 3.8 b |
| Ortalama | 97.5 a | 67.7 b | 82.70 | 37.9 | 41.2 | 39.6 | 4.3 | 3.9 | 4.1 |
| EGF* _{yıl} | | | 1.7 | | | ÖD** | | | ÖD** |
| EGF* _{ekim sıklığı} | | | 5.2 | | | 8.2 | | | 0.8 |
| EGF* _{yılıxekim sıklığı} | | | ÖD** | | | ÖD** | | | ÖD** |

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemsizdir

**Önemli değil

Çizelge 2. Çukurova koşullarında farklı ekim sıklıklarında şeker otu bitkilerinin taze herba, yaprak ve çiçek tomurcuğu verimi değerleri

| Uygulama | Taze herba verimi (kg da ⁻¹) | | | Taze yaprak verimi (kg da ⁻¹) | | | Taze çiçek tomurcuğu verimi (kg da ⁻¹) | | |
|-----------------------------------|---|--------|----------|--|---------|----------|---|--------|----------|
| | 2015 | 2016 | Ortalama | 2015 | 2016 | Ortalama | 2015 | 2016 | Ortalama |
| Ekim Sıklığı | | | | | | | | | |
| 30*60 | 820.3b | 534.9c | 677.6b | 200.2b | 122.1c | 161.2a | 152.6ab | 123bc | 137.8a |
| 45*60 | 1265.8a | 489.9c | 877.9a | 268.9a | 88.7de | 178.8a | 184.5a | 80.6cd | 132.6a |
| 60*60 | 405.8d | 342.5e | 374.1c | 83.1e | 117.0cd | 100.1b | 74.5d | 65.4d | 69.9b |
| Ortalama | 830.6a | 455.7b | 643.2 | 184.1a | 109.3b | 146.7 | 137.2a | 89.7b | 113.5 |
| EGF* _{yıl} | | | 68.3 | | | 8.3 | | | 40.0 |
| EGF* _{ekim sıklığı} | | | 40.7 | | | 2.0 | | | 31.2 |
| EGF* _{yıl/ekim sıklığı} | | | 57.5 | | | 1.2 | | | 44.1 |

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemsizdir

Özellikle 60 cm sıra aralığında bu etkiler sonucu gözlenen yavaş büyüme ve yaprak verimlerindeki azalmalar Kumar et al., (2014) tarafından da bildirilmiştir. Ruta et al., (1999), İtalya'da yetiştirilen şeker otunda taze yaprak veriminin ilk yıl 1330 kg da⁻¹ olduğunu, bu değer 3. yıl belirgin bir azalma ile 900 kg da⁻¹'a indiğini bildirmiştir. Andolfi et al., (2006) uygun ekolojik koşullarda aynı tarladan 5-6 yıl boyunca ekonomik olarak karlı bir şekilde verim alınabildiğini, yaprak verimlerinin esas olarak 3. yıldan itibaren arttığını ve bu artışın 6. yıla kadar devam ettiğini, yedinci yıldan itibaren azaldığını, en fazla kuru yaprak verimlerinin 4. 5. ve 6. yıllarda saptandığını, 3. yılda toplam bitki kütlesi ile yaprak oranı arasındaki ilişkinin yaprak verimi yönünden artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Şeker otu, tropik ve subtropik bölgelerin çok yıllık bitkisi olup soğuk bölgelerde ilkbaharda tek yıllık olarak yetiştirilmektedir. Şeker otunun Çukurova koşullarındaki ilk adaptasyon çalışmaları 2013 yılında başlatılmış ve ilk yılların sonuçları bitkinin bölgede çok yıllık yetiştirilebilmesi için uygun bir ürün olduğunu göstermiştir (Samadpourrigani ve Tansı, 2015).

Şeker otu mutlak kısa gün bitkisidir, kısa günlerde çiçeklenme başlamaktadır (Kang and Lee, 1981). Çukurova koşullarında tomurcuqlanma dönemi, kısa günlerde ekim ayında gerçekleşmektedir. Bu dönemde her ne kadar yapraklardaki rebaudioside oranı artsada, ilave sulamalara rağmen, bitkilerin yaz mevsimi sıcak ve kuraklığını yaşayarak bu döneme ulaşmaları ve generatif devreye geçerek, alt kısımdaki yaşlı

yaprakları dökmesi taze yaprak verimlerinin azalmasına neden olmuştur. Uzun gün koşullarında daha fazla stevioside içerikli yaprak miktarının önemli derecede arttığı belirtilmektedir (Metivier, 1979; Ceunen, 2012). 45*60 cm ekim sıklığında elde edilen en yüksek taze herba verimi (1265.8 kg da⁻¹) ve en yüksek taze yaprak verimi (268.9 kg da⁻¹) değerleri, Tadesse et al., (2016) 'nin çiçeklenme öncesi 40*60 cm ekim sıklığında yaptığı hasatlarda elde ettiği değerlerden (sırasıyla, 1668.6 kg da⁻¹ ve 1026.9 kg da⁻¹) daha düşük olarak saptanmıştır. Doğal koşullarda uzun günler yaz mevsimi boyunca oluşmakta ve bu zamandaki solar radyasyonun şeker otunun tarladaki üretimi için ideal olmadığı da belirtilmektedir (Kang and Lee, 1981).

Taze çiçek tomurcuğu verimleri, taze herba verimleriyle benzer şekilde, dar ekim sıklıklarında daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 2). Bu dönemde bitkinin yaprakları kullanıldığı için yapraklardan daha az çiçek tomucukları verimlerinin elde edilmesi istenilen bir durumdur.

En yüksek kuru herba (301.8 kg da⁻¹), yaprak (60.1 kg da⁻¹), çiçek (45.8 kg da⁻¹) ve dal değerleri (193.1 kg da⁻¹), taze verimlere paralel olarak 45*60 cm ekim sıklığında ve denemenin 3. yılında (2015) saptanmıştır (Çizelge 3,4).

Kuru herba verimleri taze herba verimleri ile benzer eğilimi göstermişlerdir. Moraes et al., (2013) Mississippi ekolojik koşullarında (ortalama en yüksek sıcaklık 10 °C) tek hasatta gübre uygulamaları

sonucunda 1389.6 kg da⁻¹ kuru herba verimi elde etmişlerdir. Bölgemiz koşullarında ise ortalama sıcaklık 15.9 °C ve ortalama en yüksek sıcaklık 25.34 °C'dir. Donlu günlerden sonraki ılık ilkbahar günleri kısa bir periyot oluşturmakta ve ardından sonbaharın bir kısmını da içeren yüksek yaz sıcaklıkları hüküm sürmektedir. Bu süre içerisinde büyümeyi yavaşlatan bitki kısa günlerin olduğu sonbahar da çiçeklenmeye başlayarak generatif devreye geçmekte ve alt kısımdaki büyük yapraklarını dökmektedir. Kafle, (2011), bitki

yaşı, genotip ve çevre ile verim ve stevioside oranlarının etkilendiğini ve uzun günlerde daha fazla biokütle elde edildiğini, kısa günlerde çiçeklenmeye meyil eden şeker otu bitkilerinde enerjinin büyük bir kısmının çiçeklerde biriktirildiğini bildirmektedir.

Kuru yaprak verimleri özellikle azalan bitki sıklıklarında yüksek bulunmuştur. Şeker otunun yetiştirilme nedeni stevioside içeren yapraklarıdır. Ticari olarak, kuru yaprak verimi bu nedenle ayrı bir öneme sahiptir.

Çizelge 3. Çukurova koşullarında farklı ekim sıklıklarında şeker otu bitkilerinin kuru herba ve yaprak verimi değerleri

| Uygulama | Kuru herba verimi (kg da ⁻¹) | | | Kuru yaprak verimi (kg da ⁻¹) | | |
|------------------------------------|---|---------|---------|--|--------|--------|
| | 2015 | 2016 | Ort | 2015 | 2016 | Ort |
| Ekim Sıklığı | | | | | | |
| 30*60 | 301.0 b | 154.5 c | 227.8 b | 67.8 a | 36.6 b | 52.2 a |
| 45*60 | 444.3 a | 138.3 c | 291.3 a | 85.7a | 28.0 b | 56.8 a |
| 60*60 | 160.2 c | 88.3 d | 124.3 c | 26.9 b | 25.5 b | 26.2 b |
| Ortalama | 301.8A | 127.1B | 214.5 | 60.1 | 30.1 | 45.1 |
| EGF* _{yıl} | | | 70.6 | | | ÖD** |
| EGF* _{ekim sıklığı} | | | 17.3 | | | 14.6 |
| EGF* _{yıl x ekim sıklığı} | | | 24.5 | | | 20.6 |

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemsizdir

**Önemli değil

Kumar et al., (2012a), kuru yapraklarda en yüksek stevioside oranını, Ekim ayında % 50 tomurcuklanma döneminde hasat ettiklerinde elde etmişlerdir. Bu nedenle çalışmamızda tomurcuklanma dönemi hasatları yapılmıştır. Kumar et al., (2012b), ayrıca Himalaya'lardaki denemelerinden elde edilen 2 yıllık birleştirilmiş verilerde kuru yaprak verimlerinin 35-67 kg da⁻¹ ve kuru herba verimlerinin 76-135 kg da⁻¹ ve kuru dal verimlerin 41-67 kg da⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tadesse et al., (2016) çiçeklenme öncesinde 20*60 cm sıklıkta 560.8 kg da⁻¹, 30*60 cm sıklıkta 460.7 kg da⁻¹ ve 40*60 cm sıklıkta 392.2 kg da⁻¹ kuru yaprak verimleri elde etmişlerdir. Çalışmamızda, tomurcuklanma döneminde yapılan hasatlarda bitkide tomurcuklanmanın başlamasıyla birlikte alt kısımdaki olgun yaprakların sararıp döküldüğü, bu nedenle Tadesse et al., (2016)'nın çiçeklenme öncesi elde ettikleri kuru verimlerden daha az yaprak verimleri

elde edildiği görülmektedir (Çizelge 3). Araştırmacılar, bulgularımıza paralel olarak, kuru yaprak verimlerinin bitki yaşına ve ekim sıklıklarına göre değiştiğini dar sıra aralıklarında yüksek yaprak verimleri elde ettiklerini bildirmişlerdir. Kumar et al., (2012) bulgularımıza benzer şekilde 45*10 cm yoğunluğunda önemli derecede daha fazla kuru yaprak verimleri elde ettiklerini ve azalan sıra aralıklarının ürün ile yarışabilen yabancı otların yaşam sürelerini kısıtladığını, dar sıra aralıklarının yabancı otlarla yarışma avantajının ürün verimine katkısı bulunduğunu ve bundan dolayı bitkinin büyümesi ve veriminin yükseltilmesi için sıra arası mesafesinin bir yönetim aracı olarak kullanılabileceğini bildirmektedirler.

Şeker otu, kısa günlerde çiçeklenen bir bitkidir. Kısa günlerde yapraklardaki stevioside miktarı uzun günlerdekinden daha az olup, çiçeklerdeki stevioside

miktarı yapraklardakinden daha azdır. Çiçeklenme dönemlerinde kuru yapraklardaki stevioside oranı % 6.05 iken çiçeklenme öncesi % 6.88 olarak saptanmıştır (Lilian et al., 1980).

Çiçeklenme başlangıcında kuru çiçek tomucuklarının oranı bitkide oldukça azdır (Çizelge 4). Bitkide şeker tadından büyük ölçüde sorumlu olan

rebaudioside çiçeklenme devresinde yapraklarda en yüksek seviyede bulunmuştur (Moraes et al., 2013). Çalışmamızda, çiçeklenme başlangıcında hasat gerçekleştirildiği için çiçek verimleri yaprak verimlerinden daha düşük bulunmuştur. Bu durum şeker otunun verim ve kalitesi açısından olumlu sonuçlar vermektedir.

Çizelge 4. Çukurova koşullarında farklı ekim sıklıklarında şeker otu bitkilerinin kuru çiçek tomurcuğu ve dal verimi değerleri

| Uygulama | Kuru çiçek tomurcuğu verimi (kg da ⁻¹) | | | Kuru dal verimi (kg da ⁻¹) | | |
|----------------------------------|---|-------|-------|---|-------|--------|
| | 2015 | 2016 | Ort | 2015 | 2016 | Ort |
| Ekim Sıklığı | | | | | | |
| 30*60 | 39.0b | 24.9c | 31.9b | 192.3b | 91.1c | 141.7b |
| 45*60 | 68.6a | 15.5d | 42.1a | 287.7a | 90.1c | 188.9a |
| 60*60 | 29.7c | 12.2d | 20.9c | 99.3c | 48d | 773.6c |
| Ortalama | 45.8A | 17.5B | 31.7 | 193.1A | 76.4B | 134.8 |
| EGF* _{yıl} | | | 14.8 | | | 35.8 |
| EGF* _{ekim sıklığı} | | | 5.7 | | | 15.4 |
| EGF* _{yılxekim sıklığı} | | | 8.1 | | | 21.8 |

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemsizdir

Denemede kuru dal verimleri, 48-287.7 kg da⁻¹ arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4). Kumar et al., (2012b), Himalaya'lardaki denemelerinden elde edilen 2 yıllık birleştirilmiş verilerde kuru dal verimlerinin 41-67 kg da⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. 3. yıldan sonra artan hasatlardan sonraki yenilenmeye bağlı olarak dal sayısındaki artışlar ve yeni çok sayıda ince dalların oluşması kuru madde bazında yaprak ile bitki arasındaki oranı azaltmaya başlamaktadır. Bitkinin 4. ve 5. yıllarında kuru yaprak miktarı sabit kalmakta ve 6. yıldan sonra hızla azalmaktadır (Andolfi et al., 2006). Mishra et al., (2010), fakir topraklarda yetişebilen *Stevia*'nın ticari üretiminin 8 yıla kadar uzayabildiğini, toprak altındaki köklerden bitkinin hızla kendini yenileyebildiğini kuru yaprak miktarının bitki başına 15-35 g arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

SONUÇ

Çukurova koşullarında şeker otu fidelerinin, dikimden itibaren 4. yılın sonuna kadar ticari olarak

hasat edilebildiği belirlenmiştir. Ancak yüksek yaprak verimleri elde etmek için, bitkinin belirli bir büyümeyi gösterdikten sonra vejetatif dönemde hasat edilmesi önerilmektedir.

Akdeniz ılıman ikliminde çok yıllık olarak yetiştirilmesi düşünüldüğünde, yaz kuraklıklarında su ihtiyacının sulama suyu ile sağlandığı koşullarda rahatlıkla yetiştirilmekle birlikte, kış aylarında karşılaşılabilecek olası donlu günler için malç uygulaması tavsiye edilebilir.

Yetiştirildiği ekolojik koşullara ve farklı ekim sıklıklarına göre şeker otu verimleri değişmektedir. Dar sıra aralıkları yüksek yaprak verimleri için tercih edilmelidir. Paraguay'dan elde edilen tohumlardan oluşan bitkiler arasında, fotoperyoda duyarlılıkları morfolojileri ve verimleri yönünden büyük farklılıklar saptanmıştır.

Bu nedenle bölgemiz koşullarında bu bitkilerin seçilerek farklı özelliklerinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2015, IDF, Diabetes atlas seventh edition 2015. <http://www.idf.org/about-diabetes/facts-figures>
- Andolfi L, Macchia M, Ceccarini L, 2006. Agronomic-productive Characteristics of two genotype of *Stevia rebaudiana* in central Italy. *Ital. J. Agron./Riv. Agron.* 2006.2:257-262.
- Angelini LG, Tavarini, S, 2014. Crop productivity, steviol glycoside yield, nutrient concentration and uptake of *Stevia rebaudiana* Bert. under Mediterranean field conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 45:2577-2592.
- Carniero JW, 1990. *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni M.Sc. Thesis State University of Maringa. Brazil.
- Chatsudthipong V, Muanprasat C, 2009. Stevioside and related compounds: Therapeutic benefits beyond sweetness. *Pharmacology & Therapeutics*. 121. 41-54.
- Ceunen S, Werbrouck S, Geuns JMC, 2012. Stimulation of steviol glycoside accumulation in *Stevia rebaudiana* by red LED light. *J Plant Physiol.*, 169:749-52.
- Ceunen S, Geuns JMC, 2013. Influence of photoperiodism on the spatio-temporal accumulation of steviol glycosides in *Stevia rebaudiana* (Bertoni). *Plant Science*. 198:72-82.
- Geuns JMC, 2003. Stevioside. *Phytochemistry*. 64:913-921.
- Goyal SK, Samsher L, Goyal RK, 2010. *Stevia (Stevia rebaudiana)* a bio-sweetener: A review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 61. 1-10.
- Kafle GG, 2011. Some studies on the physiology of *Stevia rebaudiana* (Bertoni). BSC Agriculture, Institute of Agriculture and Animal Science, Tribhuvon University, Nepal. 31 March 2011. Yüksek lisans tezi. p.111.
- Kang KH, Lee FW, 1981. Physio-ecological studies on *Stevia (Stevia rebaudiana)* Bertoni Korean J Crop Sci. 26:69-89.
- Kersh R, Stroup DF, Taylor WC, 2011. Childhood obesity: a framework for policy approaches and ethical considerations. *Prev Chronic Dis.*:8(5):A93. http://www.cdc.gov/pcd/issues/2011/sep/10_0273.htm.
- Kumar R, Sharma S, Ramesh K, Singh B, 2012a. Effects of shade regimes and planting geometry on growth, yield and quality of natural sweetener plant stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) in north-western Himalaya. *Arch. Agron. Soil Sci*. 1-17.
- Kumar R, Sharma S, Ramesh K, Prasad R, Pathania VL, Singh B, Singh RD, 2012b. Effect of agro-techniques on the performance of natural sweetener plant-stevia (*Stevia rebaudiana*) under western Himalayan conditions. *Indian Journal of Agronomy*. 57 (1): 74-81.
- Kumar R, Sood S, Sharma S, Kasana RC, Pathania VL, Singh B, Singh RD, 2014. Effect of plant spacing and organic mulch on growth, yield and quality of natural sweetener plant *Stevia* and soil fertility in western Himalayas. *International Journal of Plant Production*. 8(3): 311-334.
- Lilian B, Zaidan P, Sonia M, Dietrich C, Felipe GM, 1980. Effect of Photoperiod on Flowering and Stevioside Content in Plants of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Japan. Jour. Crop Sci.* 49 (4):569-574.
- Lemus-Mondaca R, Vega-Gálvez A, Zura-Bravo L, Ah-Hend K, 2012. *Stevia rebaudiana* Bertoni. source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*. 132: 1121-1132.
- Lewis W, 1992. Early uses of *Stevia rebaudiana* (Asteraceae) leaves as a sweetener in Paraguay. *Economic Botany*. 46:336-337.
- Macchia M, Andolfi L, Ceccarini L, Angelini LG, 2007. Effects of temperature, light and prechilling on seed germination of *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni accessions. *Italian Journal of Agronomy/Rivista di Agronomia*. 2:55-62.
- Mishra P, Singh R, Kumar U, Prakash V, 2010. *Stevia rebaudiana* – A magical sweetener. *Global J. Biotech. Biochem.*, 5, 62-74.
- Meireles MAA, Wang GM, Hao ZB, Shima K, Teixeira da Silva JA, 2006. *Stevia (Stevia rebaudiana)* Bertoni: Futuristic view of the sweeter side of life. In: Teixeira da Silva J.A. (Ed) *Floriculture. Ornamental and Plant Biotechnology: Advances and Topical Issues (1th Edn. Vol IV)* Global Science Books Ltd.. Isleworth. UK. 416-425.
- Megeji NW, Kumar JK, Singh V, Kaul VK, Ahuja PS, 2005. Introducing *Stevia rebaudiana*, a natural zero-calorie sweetener. *Current Science*. 88:801-804.
- Metivier J, Viana AM, 1979. The effect of long and short day length upon growth of whole plants and the level of soluble proteins sugars and steviosides in leaves of *Stevia rebaudiana* Bert. *Journal of Experimental Botany*. 30:1211-1222.
- Morales EP, Machado NRC, 2001. Clarification of *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni extract by adsorption in modified zeolites. *Acta Scientiarum* 23 :69.1375-1380.
- Moraes RM, Donega MA, Cantrell CL, Mello SC, McChesney JD, 2013. Effect of harvest timing on leaf production and yield of diterpene glycosides in *Stevia rebaudiana* Bert: A speciality perennial crop for Mississippi. *Industrial Crops and Products*. 51. 385- 389.
- Müezzinoğlu M, 2015. Sağlık Bakanı. Türkiye Diyabet Programı. <http://diyabet.gov.tr/index>.
- Nakamura S, Tamura Y, 1985. Variation in the main glycosides of *Stevia (Stevia rebaudiana)* Bertoni). *Japanese Journal of Tropical Agriculture*. 29:109-115.
- Ramesh K, Singh V, Megeji N, 2006. Cultivation of *Stevia (Stevia rebaudiana)* (Bert) Bertoni): A comprehensive review. *Advances in Agronomy*. 89. 137- 177.
- Ruta C, De Mastro G, Fortunato IM, Mazzi V, 1999. Modalità di propagazione e tecniche di coltivazione di *Stevia rebaudiana* Bertoni. 33th Congress SIA Agripolis. Padova (Italy).
- Saleh OM, Nabil SA, Mohamed MS, Ahmed AM, Mohammed AN, 2016. Insulin-mimetic activity of stevioside on diabetic rats: Biochemical. molecular and histopathological study. *Afr. J. Tradit Complement Altern Med*. 13(2):156-163.

- Saltan G, 2013. Türkiye'nin Geleceği Ve Ekonomisi "Stevia G7" ile Şekillenecek. Medikal Teknik Online Dergi.medikal bilgi formu. <http://www.medikalteknik.com.tr/turkiyenin-gelecegi-ve-ekonomisi-stevia-g7-ile-sekillenecek/>
- Samadpourrigani E, Tansi LS, 2015. Çukurova Koşullarında *Stevia rebaudiana* B.'de farklı ekim sıklıkları biçim zamanları ve biçim sayılarının verime etkisi". Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi. 32:11-20.
- Serfatya M, Ibdaha M, Fischera R, Chaimovitsha D, Sarangab Y, Dudaia N, 2013. Dynamics of yield components and stevioside production in *Stevia rebaudiana* grown under different planting times, plant stands and harvest regime. Industrial Crops and Products. 50:731–736.
- Serio L, 2010. La *Stevia rebaudiana*. une alternative au sucre. Phytothérapie. 8. 26–32.
- Shock CC, 1982. Experimental cultivation of Rebaudi's *Stevia* in California. Agronomy Progress Report, Davis, CA: University of California. 122.
- Tadesse N, Gebere A, Lulie B, Hordofa M, 2016. Influence of plant population density on growth and yield of *Stevia (Stevia rebaudiana* Bertoni L.) at Wondo Genet South Ethiopia. Acad. Res. J. Agri. Sci. Res. 4(6): 321-329.
- Taleie N, Hamidoghli Y, Rabiei B, Hamidoghli S, 2012. Effects of plant density and transplanting date on herbage, stevioside, phenol and flavonoid yield of *Stevia rebaudiana* Bertoni. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 4 (6): 298-302.
- Tamura Y, Nakamura S, Fukui H, Tabata M, 1984. Comparison of *Stevia* plants grown from seeds, cuttings and stem tip cultures for growth and sweet diterpene glycosides. Plant Cell Reports. 3:180–182.
- Yadav AK, Singh S, Dhyani D, Ahuja PS, 2011. A review on the improvement of *Stevia* [*Stevia rebaudiana* (Bertoni)]. Canadian Journal of Plant Scienc. 91:1–27.

Yüksek Rakımlı Çayır-Mera Alanlarında Yetişen Bazı Yabani Türlerin Yem İçeriklerinin Belirlenmesi

Süleyman TEMEL¹

ÖZET: Yemlerin kimyasal analiz yöntemleriyle besin madde kompozisyonlarının belirlenmesi onların potansiyel yem değerlerinin ortaya konması bakımından önemlidir. Bu çalışma ile yüksek rakımlı İğdir İli çayır-mera alanlarında yetişen yağlıca (*Bellevalia forniculata* (Fomin) Deloney.), lilpar (*Caltha palustris* L.), dağ tutyası (*Primula algida* Adams.) ve kır pazısı (*Beta trigyna* Waldst. Et Kit.) türlerinin besin içerikleri ve hayvan besleme açısından uygunluğu ortaya konulmuştur. Bu, mevcut türlerin besin içeriğini ortaya koyan ilk bilimsel çalışmadır. Bu amaçla 2014 yılında parselsiz örnekleme yöntemine göre toplanan yem örneklerinde, ham protein, doğal çözücülerde çözünemeyen lif, asit çözücülerde çözünemeyen lif, asit çözücülerde çözünemeyen lignin, kuru madde sindirilebilirliği, sindirilebilir enerji, metabolik enerji ve nispi yem değerleri belirlenmiştir. Analiz sonucu incelemeye alınan tüm kalite parametrelerinin türler arasında önemli bir şekilde farklılık gösterdiği belirlenmiştir (P<0.01). Aruzlanan kalite parametreleri açısından en yüksek besin içeriğine sahip türün *Bellevalia forniculata* olduğu, en düşük besin içeriğine sahip türün ise *Primula algida* olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Bellevalia forniculata*, *Beta trigyna*, *Caltha palustris*, *Primula algida*, yem kalite özellikleri

Determination of Feed Contents of Some Wild Species Growing in the High-Altitude Grasslands

ABSTRACT: Determination of nutritional composition by chemical analysis methods of feeds is important for their potential feed values. This study was conducted to determine the suitability in terms of animal feeding and some nutritional properties of species that *Bellevalia forniculata* (Fomin) Deloney., *Caltha palustris* L., *Primula algida* Adams. and *Beta trigyna* Waldst. Et Kit. growing in the high-altitude grasslands of İğdir province. This is the first scientific report on the nutritional content of the present species. For this purpose, crude protein, natural detergent fibre, acid detergent fibre, acid detergent lignine, dry matter digestibility, digestible energy, metabolic energy and relative feed value were determined in feed samples collected according to sampling method without plot in 2014. The results showed that all the quality parameters examined was significantly different among the species (P<0.01). In terms of desired quality parameters, it was identified that species with the highest nutritional content was *Bellevalia forniculata*, but *Primula algida* with the lowest one.

Keywords: *Bellevalia forniculata*, *Beta trigyna*, *Caltha palustris*, *Primula algida*, feed quality characteristics

¹ İğdir Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İğdir, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Süleyman TEMEL, stemel33@hotmail.com

GİRİŞ

Karasal iklim özelliğine sahip Doğu Anadolu Bölgesinde vejetasyon süresinin kısa olmasından dolayı ekonomik anlamda bitkisel ürün yetiştiriciliği ve çeşitliliği çok fazla değildir. Bu sebepten dolayı mevcut tarım alanların büyük bir kısmı (%40.86) çayır mera statüsünde olup (TUİK, 2017), hayvancılık bölgede en önemli uğraş alanlarından biri olmuştur (Temel ve Şahin, 2011). Aynı zamanda bu alanlar karlı bir hayvancılık için önemli kaba yem kaynakları durumundadır. Bilindiği üzere çayır mera alanları hayvanların beslenmesi için gereksinim duyulan kaliteli kaba yemi en ucuz yoldan sağlayan kaynakların başında gelmektedir (Aydın ve Uzun, 2002; Altın ve ark., 2011). Ayrıca bu alanlar, sahip olduğu tür çeşitliliğinin fazla olması nedeniyle de hayvanların mineral ve vitamin ihtiyaçlarını rahatlıkla karşılayabilmektedir (Kibar and Temel, 2016). Ancak bazı türler var ki toksik etki yaprak hayvanlarda beslenme bozukluklarına, hayvanların sağlığına, hayvansal ürünlerin miktar ve kalitesine etki etmektedir (Hatipoğlu ve ark., 2009; Tan et al., 2003; Tan ve Temel, 2012). Yine bu türler ortamdaki iyi cins mera bitkilerinin gelişmesine ve hayvanların mevcut alanı homojen bir şekilde otlamasına engel olabilmektedir (Altın ve ark., 2005). Bu gibi problemleri en aza indirebilmek için de uygun ıslah çalışmalarının planlanması ve doğru mera kullanım ilkelerine mutlaka uyulması gerekmektedir.

Gerek çayır mera alanlarında yetişen gerekse tarla ziraatında yetiştiriciliği yapılan ve hayvanlar tarafından istekle tercih edilen çok sayıda yem bitkisi türü vardır. Bu bitkiler genellikle buğdaygil ve baklagil familyasına dâhil olup, hayvanlarda çok ciddi beslenme bozukluklarına neden olmamakta ve sahip oldukları besin özellikleri ile de önemli hayvansal ürün artışlarına sebep olmaktadır (Hatipoğlu ve ark., 2009; Altın ve ark., 2011; Temel et al., 2015a; Temel et al., 2016). Bunun yanında doğal çayır ve mera alanlarında yaygın olarak yetişen ve son zamanlarda tarla ziraatında da yetiştiriciliği yapılabilen pek çok tür, alternatif yem bitkileri grubu içerisinde değerlendirilmeye başlanmıştır (Tan ve Temel, 2012; Kır ve Temel, 2016). Diğer familyalar içerisinde yer alan bu türler sahip oldukları üstün özellikleri ile özellikle ekstrem dönemlerde hayvanlara yem kaynağı sağlamada büyük bir avantaj olarak görülmektedir (Tan ve Temel, 2012; Acar ve ark., 2015; Temel, 2015; Temel et al., 2015b;

Acar et al., 2016). Bu anlamda katran yoncası, salsola, süpürge otu v.b. daha pek çok tür önemli yem grubunu oluşturmuşlardır. Yine doğal çayır ve mera alanlarında yetişen pek çok bitki (amaranthus, çikorium, sinir otu ve daha pek çok tür) hem hayvan yemi olarak hem de insan gıdası olarak kullanım alanı bulmuştur (Altundağ, 2009; Tan ve Temel, 2012; Kibar and Temel, 2016; Kibar and Kibar, 2017).

Doğu Anadolu bölgesi çayır ve mera alanları tür çeşitliliği bakımından zengin bir floraya sahiptir. Aynı bölge içerisinde yer alan Iğdır coğrafyası da sahip olduğu farklı iklim, toprak ve topoğrafik yapısı itibarıyla tür çeşitliliği yönünden zengin olup (Temel ve ark., 2017), barındırdığı türlerin çoğu hayvan beslenmesinde önemli bir yem kaynağı durumundadır (Oktay ve Temel, 2015; Temel, 2015; Temel et al., 2015b; Kibar ve Temel, 2016). Diğer vejetasyonlarda olduğu gibi bu florada da bazı türler hayvanlar için zehirli olabilmekte ve bundan dolayı da bitkilerin otlatılmasında dikkatli olunması gerekmektedir. Bölgede yapılan gözlemler ve yapılan bilimsel çalışmalar sonucu *Bellevalia forniculata* (Fomin) Deloney., *Caltha palustris* L. (Lilpar), *Primula algida* Adams. ve *Beta trigyna* Waldst. Et Kit. türlerinin bölge insanı tarafından gıda olarak tüketildiği, ayrıca hayvanlar tarafından da istekle otlandıkları tespit edilmiştir (Altundağ, 2009; Kibar and Temel, 2016). Oysa mevcut türlerin besin içeriğini ortaya koyan herhangi bir bilimsel çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu amaçla mevcut çalışma ile Iğdır coğrafyasının yüksek rakımlarında yaygın olarak yetişen *Bellevalia forniculata* (Fomin) Deloney., *Caltha palustris* L. (Lilpar), *Primula algida* Adams. ve *Beta trigyna* Waldst. Et Kit. türlerin besin içerikleri ortaya konulmaya çalışılmış ve bu türlerin besin içeriği açısından hayvan beslenmesinde kaba yem kaynağı olarak kullanılıp kullanılamayacağı belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma 2014 yılında Doğu Anadolu bölgesinde yer alan Iğdır ili çayır mera alanlarında parselsiz örnekleme yöntemine göre yürütülmüştür. Deneme sahası 1943 metre ile 2415 metre rakım kotu arasında yer almaktadır. Çalışma her ne kadar Iğdır il sınırları içerisinde yürütülmüş olsa da araştırmanın

yürütüldüğü bölge ile Iğdır merkezin iklim verileri benzerlik göstermemektedir. Iğdır merkezin uzun yıllar ortalamasına göre yıllık yağış miktarı 254.2 mm, buharlaşma oranı 1094 mm ve sıcaklık ortalaması ise 12.9 °C'dir (MGM, 2015). Fakat araştırma sahasının, 876 metre rakım kotunda yer alan Iğdır merkezine göre daha fazla yağışlı ve daha düşük bir sıcaklığa sahip olduğu söylenebilir. Araştırma kapsamında; gıda olarak yöre insanı tarafından tüketilen ve hayvanlar tarafından tercih edilen yağlıca (*Bellevalia forniculata* (Fomin) Deloney.), lilpar (*Caltha palustris* L.), dağ tutyası (*Primula algida* Adams.) ve kır pazısı (*Beta trigyna* Waldst. Et Kit.) bitki meteryali olarak kullanılmıştır. Bitkiler %50 çiçeklenme dönemine ulaştığı zaman (nisan-mayıs ayları arasında) toprak seviyesinden orakla biçilmiş ve biçilen örnekler bez torbalara doldurularak laboratuvara taşınmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler önce açık havada 2-3 gün ve sonra 65 °C'ye ayarlı kurutma fırınında ağırlıkları sabit oluncaya kadar kurutulmuştur. Daha sonra kurutulan örnekler 1 mm'lik elek çapından geçecek şekilde değirmende öğütülmüş ve öğütülen her bir örnekte aşağıdaki kalite analizleri çift tekerrülü olarak yapılmıştır.

Araştırmada incelemeye alınan türlerin yem örneklerinde Mikro Kjeldahl metodu kullanılarak % azot içeriği belirlenmiş ve daha sonra bulunan bu % azot değerleri 6.25 katsayısı ile çarpılarak ham protein (HP) içerikleri belirlenmiştir (AOAC, 1997). Yem örneklerinin doğal çözücülerde çözünemeyen lif (NDF), asit çözücülerden çözünemeyen lif (ADF) ve asit çözücülerde çözünemeyen lignin (ADL) oranları Van Soest et al. (1991) tarafından tarif edilen prosedür kullanılarak tespit edilmiştir. Türlerin % kuru madde sindirilebilirliği (KMS), Sheaffer et al. (1995) tarafından geliştirilen formül kullanılarak tahmin edilmiştir ($KMS = 88.9 - (0.779 \times \% ADF)$). Sonra kuru madde sindirilebilirlik değerleri Fonnesbeck et al. (1984) tarafından geliştirilen regresyon eşitliğinde kullanılarak, sindirilebilir enerji (SE) değerleri belirlenmiştir ($SE (Mcal\ kg^{-1}) = 0.27 + 0.0428 \times \% KMS$). Sindirilebilir enerji değerleri, Khalil et al. (1986) tarafından geliştirilen formül kullanılarak metabolik enerjiye ($Mcal\ kg^{-1}$) dönüştürülmüştür ($ME = 0.821 \times SE$). Nispi yem değeri (NYD), yemin ADF ve NDF değerleri kullanılarak hesaplanan ve yemin kalitesini rakamsal olarak gösteren bir ölçüdür. Sheaffer et al. (1995)

tarafından geliştirilen eşitlikler kullanılarak önce kuru madde tüketimi ($KMT = 120 / \% NDF$), sonra da ($KMS \times KMT$) / 1.29 eşitliği kullanılarak yemlerin nispi değerleri (NYD) hesaplanmıştır.

Sonuçlara ait ortalama değerler ve standart hatalar hesaplanmış ve veriler ortalama±standart hata şeklinde verilmiştir. Elde edilen sonuçlar JMP 5.1 software istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabii tutulmuş (ANOVA) ve ortalamalar arasındaki farklılıklar %1'lik önem seviyesinde LSD testi kullanılarak gruplandırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada incelemeye alınan tüm kalite parametreleri türler arasında önemli bir şekilde ($P < 0.01$) farklılık göstermiştir (Çizelge 1; Çizelge 2). Bilindiği üzere hayvan besleme açısından bir yemin kaliteli olup olmadığı pek çok özellik yardımı ile belirlenebilmektedir. Bu da yemin dokusunu oluşturan hücre içi ve hücre duvarı maddelerle alakalıdır. Hücre içi maddeler olan yapısal olmayan karbonhidratlar yemin kalitesini artırmakta, hücre duvarı maddeler olan yapısal karbonhidratlar ise yemin besin değerini düşürmektedir (Kutlu, 2008; Hatipoğlu ve ark., 2009). Dolayısıyla yem örneğinde hücre içi maddelerin yüksek, hücre duvarı maddelerinin ise düşük olması istenir. Ham protein oranı yapısal olmayan karbonhidratlardan olup, yem örneğinde bu değer yüksek olması arzu edilir. Yine yemin sindirilebilirliğinin, enerji değerinin ve nispi yem değerinin yüksek olması, yapısal olmayan karbonhidratların fazla olması ile sağlanmaktadır. Diğer taraftan doğal çözücülerde çözünemeyen lif (NDF), asit çözücülerde çözünemeyen lif (ADF) ve asit çözücülerde çözünemeyen lignin (ADL) yapısal karbonhidratlar olup, genel olarak yemin kalitesini düşürdüğü için yem örneklerinde fazla olması istenmez (Kutlu, 2008; Hatipoğlu ve ark., 2009). Mevcut bu bilgiler ışığında Çizelge 1 ve Çizelge 2 incelendiğinde; en yüksek HP, KMS, SE, ME, NYD'nin ve yine en düşük NDF, ADF ve ADL oranlarının *Beta trigyna* bitkisinde belirlendiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre *B. trigyna* bitkisinin araştırma kapsamında incelemeye alınan diğer türlere göre daha yüksek bir besin içeriğine sahip olduğu ortaya konulmuştur (Çizelge 1; Çizelge 2).

Çizelge 1. Bazı yabancı bitkilerin HP, NDF, ADF ve ADL içerikleri

| Türler | HP (%) | NDF (%) | ADF (%) | ADL (%) |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>Bellevalia forniculata</i> | 15.91±0.84 b | 36.84±2.36 b | 22.66±3.47 b | 9.47±0.97 b |
| <i>Caltha palustris</i> | 13.53±0.48 c | 33.91±2.02 c | 18.67±1.56 c | 8.52±1.00 b |
| <i>Primula algida</i> | 9.29±0.10 d | 47.38±1.85 a | 35.38±1.05 a | 12.11±0.99 a |
| <i>Beta trigyna</i> | 27.80±0.94 a | 31.59±0.90 d | 14.86±1.37 d | 7.99±0.64 b |
| LSD | 1.31** | 1.70** | 3.78** | 2.00** |
| C.V. (%) | 3.94 | 2.28 | 8.27 | 8.27 |

** P<0.01 de önemlidir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar önemli bir şekilde farklıdır. Veriler, üç tekerrürün ortalama değerini ± standart sapmasını göstermektedir.

Diğer taraftan incelenen kalite parametreleri açısından en düşük yem değerine sahip türün de *Primula algida* bitkisi olduğu tespit edilmiştir. Her iki Çizelgede de görüldüğü üzere *Primula algida* bitkisi, incelemeye

alınan diğer türlere göre daha düşük bir HP, KMS, SE, ME ve NYD'ne ve daha yüksek bir NDF, ADF ve ADL içeriğine sahip olmuştur.

Çizelge 2. Bazı yabancı bitkilerin KMS, SE, ME ve NYD'leri

| Türler | KMS (%) | SE (Mcal kg ⁻¹) | ME Mcal kg ⁻¹) | NYD |
|-------------------------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|----------------|
| <i>Bellevalia forniculata</i> | 71.25±2.70 c | 3.32±0.12 c | 2.73±0.09 b | 180.67±17.90 c |
| <i>Caltha palustris</i> | 74.35±1.22 b | 3.45±0.05 b | 2.84±0.04 a | 204.53±14.67 b |
| <i>Primula algida</i> | 61.34±0.82 d | 2.90±0.04 d | 2.38±0.03 c | 120.53±3.35 d |
| <i>Beta trigyna</i> | 77.32±1.07 a | 3.58±0.05 a | 2.94±0.04 a | 227.89±9.72 a |
| LSD | 2.94** | 0.12** | 0.11** | 14.89** |
| C.V. (%) | 2.07 | 1.87 | 1.97 | 4.06 |

** P<0.01 de önemlidir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar önemli bir şekilde farklıdır. Veriler, üç tekerrürün ortalama değerini ± standart sapmasını göstermektedir.

İncelemeye alınan türlerin sahip oldukları besin içeriklerinin hayvan besleme açısından yeterli olup olmadığı incelendiğinde; tüm türlerin incelenen kalite özellikleri yönünden otlayan hayvanlar için iyi bir besin materyali olduğu görülmüştür. Genel olarak ham protein oranı bir yem materyalinin kalitesinin belirlenmesinde ve otun besleme değerinin ifade edilmesinde en çok kullanılan kimyasal göstergelerden birisidir. Çizelge 1 incelendiğinde en düşük HP içeriğine sahip *Primula algida* bitkisinin bile %9.29 HP oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu değer (%9.29) 50 kg canlı ağırlığına sahip

bir küçükbaş hayvanın günlük yaşama payı için gereksinim duyulan %7,50 HP içeriğinden (NRC, 2007) daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca farklı buğdaygil türleri ve çayırlardan elde edilen samanların ortalama %1.5 ile %3.0 arasında HP içeriğine sahip olduğu göz önüne alınırsa, mevcut türlerin ne kadar yüksek bir HP oranına sahip olduğu daha iyi anlaşılmaktadır.

Doğal çözücülerde çözünemeyen lif (NDF), hücre duvarının lifli karbonhidratlarını (selüloz ve hemiselüloz), lignin, ligninleşmiş ve sıcaklıkla zarar görmüş bir kısım proteinleri ve silisyumu

içermektedir. Bu fraksiyon, hayvanın yemi tüketimi hakkında fikir sahibi oluşturmakta, başka bir ifade ile hayvanlar tarafından tüketilecek olan yem miktarını belirlemektedir. Dolayısıyla NDF değeri ne kadar yüksek ise o yem hayvanın midesinde (sindirim sisteminde) daha fazla yer kaplamakta, bu da hayvanın yem tüketimini sınırlamakta ve hayvanın daha az protein ve enerji tüketmesine neden olmaktadır. Örneğin %50'nin üzerindeki bir NDF içeriği yemin sindirilebilirliğini olumsuz yönde etkilemekte ve böylece merada otlayan hayvanların enerji alımlarını azaltmaktadır (Hussain and Durrani, 2009). Mevcut araştırma kapsamında incelemeye alınan türlerin NDF içerikleri %31.59 ile %47.38 arasında değişmiş olup, kaliteli bir yemde bulunması gereken ortalama NDF içeriğinden daha düşük bir değere sahip olmuştur. Bu da otlanan hayvanların bünyesine daha fazla miktarda yem materyali alımını sağlamaktadır.

Asit çözücülerden çözünemeyen lif (ADF), yemin sindirilebilirliği hakkında ve hayvanın enerji alımı hakkında fikir veren iyi bir göstergedir. Dolayısıyla yem materyalinde bu değer düşük olması istenir. Bu çalışmada incelemeye alınan türlerin ADF içeriklerinin %14.86 ile %35.38 arasında değiştiği ve ADF oranlarının çok yüksek olmadığı ortaya konulmuştur (Çizelge 1). Kuru madde sindirilebilirliği açısından bakıldığında türlerin KMS'nin %61.34 ile %77.32 arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 2). Bu da hayvan bünyesine alınan yemlerin büyük bir kısmının sindirilebileceği ve daha fazla miktarda hayvansal ürün artışları sağlayacağı anlamını taşımaktadır.

Ruminantların beslenmesinde kullanılan yemlerde 1 kg kuru maddede ortalama 4.4 Mcal brüt enerjinin bulunduğu kabul edilir ve brüt enerjinin de bir miktarı gübreye (%0-30) dışarı atılmak suretiyle sindirilebilir enerji varlığı ortaya çıkmaktadır (Kutlu, 2008). Sindirilebilen enerji içerisindeki bir miktar enerji de (ortalama % 18-19) gerek idrar ve gerekse metan gazı ile dışarı atılmakta ve geriye ise metabolik enerji kalmaktadır. Mevcut çalışmada incelemeye alınan türlerin sindirilebilir enerji değerleri 2.90 Mcal kg⁻¹ ile 3.58 Mcal kg⁻¹, metabolik enerji değerleri ise

2.38 Mcal kg⁻¹ ile 2.94 Mcal kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Bu değerler 50 kg canlı ağırlığına sahip bir küçükbaş hayvanın günlük yaşama payı için gereksinim duyulan 2.34 Mcal kg⁻¹ sindirilebilir enerji ve 1.91 Mcal kg⁻¹ değerlerinden (NRC, 2007) daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 2).

Nispi yem değeri, yemin ADF ve NDF değerleri kullanılarak hesaplanan ve yemin kalitesini rakamsal olarak gösteren bir ölçüdür. Bu yöntemde tam çiçeklenme dönemindeki bir yonca bitkisinin durumu referans olarak alınmakta ve bu dönemdeki yonca için NYD değeri 100 olarak kabul edilmektedir. NYD değeri bu değer altına düştükçe yem kalitesi azalmakta, yükselmesi durumunda ise artmaktadır. Buna göre NYD 75'in altında ise 5. kalite, 75-86 ise 4. kalite, 87-102 ise 3. kalite, 103-124 ise 2. kalite, 125-150 ise 1. kalite ve 150'nin üzerinde ise en iyi kalite olarak kabul edilmektedir (Trotter and Johnson, 1992). Mevcut bu bilgiler ışığında araştırma kapsamında incelenen türlere bakıldığında, en düşük NYD'ne sahip *Primula algida* bitkisinin bile 2. kalite grubu içerisinde yer aldığı, diğer türlerin ise en iyi kaliteye sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 2).

SONUÇ

Mevcut çalışma sonuçları yüksek rakımlı çayır-mera alanlarında yetişen bu türlerin yüksek bir besin içeriğine sahip olduğu ve otlayan hayvanlar için iyi bir besin kaynağı olabileceğini göstermiştir. İncelenen kalite parametreleri açısından, *Primula algida* türü hariç diğer türlerin geleneksel olarak kullanılan pek çok baklagil özellikle de buğdaygil yem bitkisi türlerinden daha yüksek bir yem kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak araştırma kapsamında değerlendirilen türlerin sahip oldukları besin içeriklerinin hayvanların günlük besin gereksinimlerini rahatlıkla karşılayabildiği ve hayvan besleme açısından kullanılabilirliği ortaya konulmuştur. Ancak bu türlerin hayvan besleme açısından problem teşkil eden alkaloid, tanin ve oksalik asit gibi antibesinsel faktörlerin mevcut durumlarının ortaya konulması için daha fazla bilimsel çalışmalar yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Acar Z, Sabancı CO, Tan M, Sancak C, Kızılışımşek M, Bilgili U, Ayan İ, Karagöz A, Mut H, Aşçı ÖÖ, Başaran U, Kır B, Temel S, Yavuzer GB, Kırbaş R, Pelen MA, 2015. Yem bitkileri üretiminde değişimler ve yeni arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi. 508-547.
- Acar Z, Ayan I, Can M, 2016. A plant (*Bituminaria bituminosa*) suitable to produce forage with low input in mediterranean environment. VII. International Scientific Agriculture Symposium, 399-405.
- Altın M, Gökkuş A, Koç A, 2005. Çayır Mera Islahı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları, 468 s.
- Altın M, Gökkuş A, Koç A, 2011. Çayır ve Mera Yönetimi 1. Cilt (Genel İlkeler). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara, 376 s.
- Altundağ E, 2009. Iğdır İlinin (Doğu Anadolu Bölgesi) Doğal Bitkilerinin Halk Tarafından Kullanımı (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- AOAC 1997. Official methods of analysis. Association of official analytical chemists. 16 th ed. 3rd revision. Arlington, VA, USA. 125 p.
- Aydın İ, Uzun F, 2002. Çayır-Mera Amenajmanı ve Islahı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 9, Samsun, 313 s.
- Fonnesbeck PV, Clark DH, Garret WN, Speth CF, 1984. Predicting energy utilization from alfalfa hay from the Western Region. Proc. American Animal Science, 35: 305 - 308.
- Hatipoğlu R, Avcıoğlu R, Karadağ Y. 2009. Yembitkilerinin Tanımı ve Tarihçesi. Yembitkileri Genel Bölüm. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Cilt I, İzmir, 2009.
- Hussain F, Durrani MJ, 2009. Nutritional evaluation of some forage plants from Harboi Rangeland, Kalat, Pakistan. Pakistan. J. Bot. 41(3): 1137-1154.
- Khalil JK, Sawaya WN, Hyder SZ, 1986. Nutrient composition of *Atriplex* leaves grown in Saudi Arabia. Journal of Range Management, 39: 104-107.
- Kır AE, Temel S, 2016. Determination of Seed Yield and Some Agronomical Characteristics of Different Quinoa *Chenopodium quinoa* Willd Variety and Populations under Dry Conditions of Iğdır Plain. Journal of the Institute of Science and Technology, 4(6), 145-154.
- Kibar B, Temel S, 2016. Evaluation of mineral composition of some wild edible plants growing in the eastern Anatolia region grasslands of Turkey and consumed as vegetable. Journal of Food Processing and Preservation. 40: 56-66.
- Kibar B, Kibar H, 2017. Determination of the nutritional and seed properties of some wild edible plants consumed as vegetable in the Middle Black Sea Region of Turkey. South African Journal of Botany, 108: 117-125.
- Kutlu HR, 2008. Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri (Ders Notu). Adana, 2008, s.65.
- MGM, 2015. T.C. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Verileri, Ankara.
- NRC, 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. National Research Council of the National Academies, Washington DC, p. 362.
- Oktay G, Temel S, 2015. Ebu Cehil (*Calligonum polygonoides* L. ssp. *comosum* (L'Her.) Çalışımın Yıllık Yem Değerinin Belirlenmesi. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University, 32(1): 30-36.
- Sheaffer CC, Peterson MA, Mccalin M, Volene JJ, Cherney JH, Johnson KD, Woodward WT, Viands DR, 1995. Acide Detergent Fiber, Neutral Detergent Fiber Concentration and Relative Feed Value. North American Alfalfa İmprovement Conference, Minneapolis.
- Tan M, Temel S, Yolcu H, 2003. Effect of Harvest Management on the Mineral Composition of Common Vetch. Optimal Forage Systems for Animal Production and the Environment, 8, 423-425.
- Tan M, Temel S, 2012. Alternatif Yem bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı 238.
- Temel S, 2015. Vejetatif ve Tohum Olgunlaştırma Döneminde *Sal-sola tragus* L. ve *Noaea mucronata* (Forsk.) Asch.& Schweinf.'nin Yem Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 1(1): 23-30.
- Temel S, Keskin B, Simsek U, Yılmaz İH, 2015a. Performance of Some Forage Grass Species in Halomorphic Soil. Turkish Journal of FIELD CROPS, 20(2), 131- 141.
- Temel S, Keskin B, Simsek U, Yılmaz İH, 2016. The Effect of Saline and Non Saline Soil Conditions on Yield and Nutritional Characteristics of Some Perennial Legumes Forages. Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences, 22(4), 528-538.
- Temel S, Keskin B, Akbay Tohumcu S, Tan M, Ünal M, Yılmaz İH., 2017. Iğdır İli Çayır Mera Bitkileri Kılavuzu. Öncü Basım Yayım Tanıtım Ltd. Şti, I.Baskı, s.232.
- Temel S, Sürmen M, Tan M, 2015b. Effects of Growth Stages on the Nutritive Value of Specific Halophyte Species in Saline Grasslands. The Journal of Animal and Plant Sciences. 25(5): 1419-1428.
- Temel S, Şahin K, 2011. Iğdır İlinde yem bitkilerinin mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri. YYÜ. Tar Bilg Derg., 21: 64-72.
- Trotter DJ, Johnson KD, 1992. Forage-testing: why, how, and where, Purdue Univ. Cooperative Extension Service Paper:337.
- TUİK, 2017. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr> Bitkisel üretim istatistikleri. Erişim: 04.08.2017.
- Van Soest PJ., Robertson JD and Lewis BA., 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animals nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.

Batman İli Ekstansif Koşullarında Yapılan Hindi Yetiştiriciliğinin Genel Yapısı ve Sorunların Tespiti

Yasin EKİNCİ¹, Turgay ŞENGÜL¹

ÖZET: Bu araştırma, Batman ili merkez ve ilçelerinde ekstansif (mera'da otlatmaya dayalı) şartlarda hindi yetiştiriciliğinin yapısını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, Batman ili merkez ve ilçelerine bağlı köyler arasından örnek popülasyonunu temsil edecek şekilde oransal örnekleme yöntemiyle 190 anket yapılmıştır. Üreticilere uygulanan anketlerde, üreticilerin sosyo-ekonomik durumları, kümeslerin teknik-yapısal özellikleri, hayvanların bakım-beslenmesi ve hayvansal ürünlerin pazarlanması ile ilgili sorular yer almıştır. Sonuç olarak, Batman ili kırsal kesiminde yapılan hindi yetiştiriciliğinin önemli sorunları olduğu ve üretimdeki karlılığın artırılması açısından üreticinin karşılaştığı ilgili sorunların çözülmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Bakım-besleme, barınak, hindi, pazarlama, üretici

The General Structure of Turkey Breeding Carried out under Extensive Conditions in the Province of Batman

ABSTRACT: This research was conducted to reveal the structure of turkey production carried out extensively (based on grazing in the pasture) in Batman province and the districts. In the study a survey was conducted with 190 attendants through proportional sampling and in order to represent the sample population from the villages of Batman province. Questionnaires to be applied to producers included the questions related to producers' socio-economic status, technical-structural characteristics of coops, and care and feeding of animals. As a result, it can be pointed out that Batman province has important problems of turkey breeding and the solutions to the problems that the producers face have great importance in terms of increasing profitability.

Keywords: Management-feeding, shelter, turkey, marketing, producer

¹ Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Bingöl, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Turgay ŞENGÜL, tsengul2001@yahoo.com

GİRİŞ

Sürdürülebilir yetiştiriciliğin temel taşlarından birisi olan ekstansif yetiştiricilik hayvan refahı bakımından da önemlidir. Yetiştirme sistemlerinde stresi azaltmaya yönelik değişiklikler veya zenginleştirilmiş çevre, korku, saldırganlık ve tüy gagalama gibi davranışları azaltarak (Hocking and Jones, 2006) kanatlıların refahı, verimliliği ve karlılığını iyileştirebilmektedir (Blokhuis et al., 2000; Santos et al., 2005). Ekstansif veya yarı entansif yetiştirme (dış ortama açık), birçok hastalık riskine rağmen uzun vadede bağışıklık sistemini geliştirmekte, fiziksel aktiviteyi artırarak bacak problemlerinin azalmasına yardımcı olmakta ve hayvanların sağlığını olumlu yönde etkilemektedir (Bradshaw et al., 2002; Pedersen et al., 2003; Santos et al., 2005; Barbosa Filho et al., 2005).

Ülkemizde hindi üreticiliği son 20 yıla kadar neredeyse tamamen ekstansif ve yarı ekstansif şartlarda, küçük sürüler halinde ve yılbaşına yönelik olarak yapılmaktaydı. Bu durum, hastalıkların kontrol edilebilmesi, çevre koşullarının baskısı, yırtıcı hayvanların zarar vermesi, gezinme alanına bağlı olarak ortaya çıkan performans düşüklükleri gibi birçok olumsuzluklara yol açabilmekteydi. Otlatma esnasındaki problemler veya hayvanların yönetiminde karşılaşılan güçlükler, uzun besi periyodu ve bazı sağlık-koruma problemleri görülmesine karşın, yem giderlerinin düşük olması nedeniyle ekstansif üretim sistemi, özellikle kırsal kesimde halen büyük ölçüde tercih edilmektedir (Türkoğlu ve ark., 2005).

Hindilerin tavuklara göre daha uzun ömürlü ve daha dayanıklı olmaları, sürüler halinde yetiştirmeye uygun olmaları, karkas randımanlarının daha yüksek olması ve otlatmaya elverişli bir yapıda olmaları, otlaklarda cılız otlar, hasat sonrası anızlarda kalan daneler, çekirge, solucan ve böcekleri değerlendirerek ete dönüştürebilmeleri hindi yetiştiriciliğinin önemli avantajlarından (Kırkpınar ve Mert, 2004). Diğer taraftan, hindinin yüksek canlı ağırlıklara ulaşabilmesi, karkas randımanı ve yenilebilir et oranının yüksek olması toplu yemek üretiminde ve et ürünlerine dönüştürmede ayrıcalık kazandırmaktadır (Kolsarıcı ve ark., 1993).

Ülkemizde her yıl 1 milyon ton tahılın, hasat kaybı olarak tarlada kaldığı ve dolayısıyla çürümeye terk edildiği, bunu değerlendirmenin tek yolunun ise hindi besiciliği olduğu söylenebilir (Gülsöz, 1984). Hindiler gereksinim duydukları besin maddelerinin önemli bir kısmını meradan ve anızlardan sağlayabilmektedirler (Koçak, 1986). Altan ve Koçak (1987), tarafından hindi yetiştiriciliğinin ekstansif yetiştiriciliğe (meraya dayalı) uygun olduğunu ve otlatma yapıldığında yem tüketiminde %15-20 oranında bir tasarruf sağlanabileceği ve böylece daha ucuz nitelikli hindi eti üretilebileceği bildirilmiştir. Ekstansif şartlarda yapılan hindi besiciliğinde toplam maliyetler içinde yem masraflarının payı %41.1 olarak bildirilmiştir (Camcı ve Sarıca, 1991). Ensminger (1992), merada hindi yetiştirme amacının düşük gelirli çiftçilerin alternatif bir üretim ile gelirlerinin artırılması olduğunu, ancak bu tip üretimde talebin dönemlere bağlı olarak oluştuğundan pazarlama ve dağıtım aşamasında sorunlar yaşandığını, ancak diğer yandan, yem masrafının azaldığını ve hayvanların direkt olarak güneş ışığından yararlandıklarını bildirmiştir.

Türkiye hindi varlığı bakımından Avrupa ülkeleri arasında ön sıralarda yer almasına karşın tüketim düzeyi oldukça azdır. Gelişmiş ülkelerde yılda kişi başına hindi eti tüketimi 8-10 kg'larda iken, ülkemizde ancak 0.63 kg seviyesindedir (BESD-BİR, 2015). Bunda, üretime ilişkin çeşitli sorunlar etkili olmakla birlikte, tüketimin mevsimsel olması, tüketim alışkanlığının fazla olmaması, üretiminde tüketime bağlı olarak mevsimsel bir şekilde yapılması, kesim teknolojisinin kötü olması, hindilerin parçalanmadan satılması ve ürünlerinin işlenmemesi gibi çeşitli sebepler sayılabilir (Koçak, 1984; Camcı ve Sarıca, 1991). Bunların dışında, halkımızın hindi etine olan talebinin henüz arzu edilen düzeyde olmamasının nedenleri arasında, fiyatının tavuk etinden pahalı olması ve Türk mutfağında hindi etinin pek yer almaması da gösterilebilir (BESD-BİR, 2013).

Ülkemizde ekstansif hindi yetiştiriciliğinden elde edilen ürünlerin miktarı ve bu üretim şeklinin kırsal kesimdeki sosyal hayata etkisi önemli olmasına rağmen, bu konuda yapılan çalışmalar çok yetersizdir. Bu çalışma, Batman ili ve ilçelerinde ekstansif koşullarda yapılan hindi üretiminin yapısal sorunlarını ve çözüm önerilerini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmanın ana materyalini, Batman il Merkezi, Kozluk, Sason, Gercüş, Hasankeyf ve Beşiri olmak üzere 6 alt bölgeden seçilen toplam 40 köyde üreticilerle anket yoluyla toplanan veriler oluşturmuştur. Yürütülen anket çalışması basit tesadüfi örnekleme yöntemi ile yapılmıştır. Bu amaçla, Batman il merkezi ve ilçelerinde 50 adet ve daha yüksek sayıda hayvanla üretim yapan yetiştiricilerle anket yapılmıştır.

Batman il Merkezi ile ilçelerine bağlı köylerde üreticilerle yüz yüze anket yapılmıştır. Hazırlanan anket formlarında, üreticilerin sosyo-ekonomik özellikleri, barınak, ekipman durumu, bakım-besleme uygulamaları, sağlık koruma ve pazarlama konuları ile ilgili sorular yer almıştır. Üreticilerle yapılan anket çalışmaları 2014 yılı Nisan-Ağustos döneminde yürütülmüş ve toplanan veriler analiz edilmiştir.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{(N-1) D + \sigma^2} \quad (1)$$

Formülde,

n = Anket yapılacak işletme sayısı,

N= Popülasyondaki işletme sayısını,

σ^2 = Popülasyonu oluşturan işletmelerin varyansını,

D = (d^2 / z^2) değeri olup;

d = Örnek ortalamasından müsaade edilen hata miktarını,

z = Hata oranına göre standart normal dağılım çizelgesindeki z değerini göstermektedir.

Verilerin istatistiki açıdan değerlendirilmesinde SPSS (19) paket programı kullanılmıştır. Uygun analiz türünü seçebilmek için öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediği ve homojenliği gibi özellikleri belirlenmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu, nonparametric testlerden olan Tek Örneklem Kolmogorov Smirnov Testi kullanılarak, verilerin homojenliği ise One- Way ANOVA (F Testi) ile belirlenmiştir. Yapılan test sonuçlarına göre; verilerin normal dağılımadığı ve homojen olmadığı sonucu görülmüştür. Varyansların homojenliğini sağlamak için açığı (arcsinp) transformasyonu yapılmıştır. Evet-hayır, kullanıyor- kullanmıyor gibi ikili cevapların analizinde

Bölge ve alt bölge seçimleri, her bölgeyi temsil edebilecek ve hindi yetiştiriciliği yapan işletme ve üretici sayıları dikkate alınarak yapılmıştır. Araştırmada anket uygulanacak işletme sayısının belirlenmesinde %5 hata payı ve %95 güvenilirlik sınırları içerisinde çalışılmıştır. Anket sayısı ana kitle oranlarına dayalı, kümelendirilmemiş tek aşamalı basit tesadüfî olasılık örnekleme ile belirlenmiştir. Bu yöntemde birimlerin örneğe girme şansları eşittir. Bu açıdan yöntem sınırlandırılmamış örnekleme olarak da isimlendirilmektedir. Örnek istatistiklerin hesaplanmasında her bir birimin ağırlığı eşit olarak alınır. Bu metod nüfusun çok fazla olmadığı yerler için uygundur. Ayrıca, örnek birimlerine ulaşmak kolay ve ucuzdur (Çiçek ve Erkan, 1996; Külekçi, 2014). Örnek işletme sayısı aşağıdaki formül yardımıyla belirlenmiştir (Güneş ve Arıkan, 1988).

faktörler arasında herhangi bir ilişki olup olmadığını ortaya koyabilmek amacıyla Khi kare (c^2) analizi yapılmıştır (Gujarati, 1995; Mirer, 1995).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Üreticilerin genel ortalama itibarıyla yetiştiricilik süresi ortalama 10.34 yıl olarak hesaplanmış ve %43.6'sının ortalamadan daha kısa süre yetiştiricilik yaptığı saptanmıştır (Çizelge 1). Küçükbayrak (2015), Diyarbakır ilinde hindi yetiştiriciliğinin yapısını araştırdığı bir çalışmada, yetiştiricilik süresinin ortalama 14 yıl olduğunu ve yetiştiricilerin %51.6'sının ortalama yetiştirme süresinin altında olduğunu belirlemiştir. Tan ve Dellal (2002), mera tipi hindicilik yapanların ortalama 24 yıl süre ile bu işle uğraştıklarını bildirmişlerdir.

Çalışmada, üreticilerin yaş ortalaması 41.06 olarak hesaplanmış olup, 40 yaşından küçük olan üreticilerin oranı %45.5, 40-50 yaş arasında olan yetiştiricilerin oranı %41.5 ve 50 yaşından büyük olan yetiştiricilerin oranı ise %13.0 olarak saptanmıştır (Çizelge 1). Küçükbayrak (2015), Diyarbakır ilinde hindi yetiştiricilerinin yaş ortalamasının 41.6 olduğunu açıklamıştır. Tan ve

Dellal (2002), mera tipi yetiştiricilikte ailedeki toplam bireylerin %57.28'inin 15-49 yaş grubunda olduğunu bildirmişlerdir.

Üreticilerin eğitim grupları itibarıyla dağılımları incelenmiş ve en yüksek oranın %27.4 ile ortaokul mezunu yetiştirici grubunda olduğu saptanmıştır. Bunu sırasıyla; %23.6 ile ilkokul mezunu, %21.6 ile okuryazar grubu, %17.4 ile lise mezunu ve %10.0 ile de okuryazar olmayan gruplar izlemiştir (Çizelge 1). Elde edilen sonuçlar Sipahi (2010)'nin bulguları ile benzer bulunmuştur. Güngördü (2009), kümes hayvanı yetiştiriciliği yapanların eğitim düzeylerini; %73.2 ilkokul ve %4.1 üniversite mezunu bildirmiştir.

Üreticilerin aylık gelirleri ortalama olarak 731.84 TL olarak belirlenmiştir. Aylık geliri 1000 TL'nin altında olan yetiştirici oranı %70.5, aylık geliri 1000-1500 TL arasında olanların oranı %28,5 ve aylık geliri 1500 TL'nin üstünde olanların oranı %1.0 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1). Küçükbaş (2015) çalışmasında, Diyarbakır'da hindi yetiştiriciliği yapan işletmelerin ortalama aylık gelirinin 1106.6 TL olduğunu saptamıştır. Güngördü (2009), kümes hayvanı yetiştiriciliği yapanların %93.8'inin aylık ortalama gelirinin 1000 TL'den az olduğunu belirlemiştir. Hindi yetiştiriciliği yapan üreticilerin genelde gelir düzeyleri düşük olan kişiler olduğu söylenebilir.

Çizelge 1. Üreticilerin sosyo-ekonomik ve demografik özellikleri

| Üreticinin yaşı | Adet | Oran (%) |
|-------------------------------|--------|----------|
| < 40 yaş | 87 | 45.5 |
| 40-50 yaş arası | 78 | 41.5 |
| >50 yaş | 25 | 13.0 |
| Toplam | 190 | 100.0 |
| Ortalama | 41.06 | |
| Eğitim durumu | | |
| Okuryazar değil | 19 | 10.0 |
| Okuryazar | 41 | 21.6 |
| İlkokul | 45 | 23.6 |
| Ortaokul | 52 | 27.4 |
| Lise | 33 | 17.4 |
| Toplam | 190 | 100.0 |
| Ailenin aylık geliri | | |
| <1000 TL | 134 | 70.5 |
| 1000-1500 TL arası | 54 | 28.5 |
| ≥ 1500 TL | 2 | 1.0 |
| Toplam | 190 | 100.0 |
| Ortalama | 731.84 | |
| Yetiştiricilik yapıldığı süre | | |
| < 10 yıl | 73 | 43.6 |
| 10-20 yıl arası | 99 | 52.2 |
| > 20 yıl | 18 | 4.2 |
| Toplam | 190 | 100.0 |
| Ortalama | 10.34 | |

Üreticilerin %59.9'u ailenin et ihtiyacını karşılamak için, %4.7'si gelir elde etmek için ve %35.4'ü ise hem et hem de gelir elde etmek için hindi yetiştirdiklerini belirtmişlerdir (Çizelge 2). Ankete katılan yetiştiricilerin %99.9'u hindicilikle ilgili eğitim veya kurs almadığını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar, Küçükbaş (2015)'in Diyarbakır için bildirdiği

bulgularla benzerlik göstermektedir. Hindi üreticilerinin %66.7'si yılda 100 adetten daha az, %30.8'i 100-250 adet arasında ve %2.5'i 250 adetin üstünde hindi palazı aldıklarını belirtmişlerdir (Çizelge 3). Alınan hindi palazı sayısına bağlı olarak yetiştiricilerin oransal olarak azaldığı gözlenmiştir. Üreticilerin %99'unun hindi palazlarını 1-2 haftalık olarak satın almayı tercih

ettikleri saptanmıştır. Genel olarak, üreticilerin %82.8'i hindi palazlarını 8-10 TL arası fiyatlarla satın aldıkları belirlenmiştir (Çizelge 3). Tüm alt yöreler itibariyle satın alınan hindi palazının fiyatı arttıkça yetiştiricilerin oransal olarak azaldığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 2. Üreticilerin hindi yetiştirme amacı

| Alt yöreler | Hindi Yetiştirme Amacı (%) | | | | | |
|-------------|----------------------------|------------------|-------------------|--------|-------|----|
| | Ailenin et ihtiyacı | Gelir elde etmek | Et ihtiyacı+gelir | Toplam | SH | P |
| Beşiri | 83.3a | 0.0a | 16.7a | 100.0 | 0.138 | ** |
| Merkez | 65.6b | 9.4b | 25.0b | 100.0 | 0.155 | ** |
| Gercüş | 53.3c | 3.7a | 37.0c | 100.0 | 0.187 | ** |
| Kozluk | 52.5c | 1.7a | 45.8d | 100.0 | 0.130 | ** |
| Hasankeyf | 50.0c | 13.3c | 36.7c | 100.0 | 0.171 | ** |
| Sason | 50.0c | 0.0a | 50.0d | 100.0 | 0.277 | ** |
| SH | | | 0.68 | | | |
| P | ** | ** | ** | | | |
| Ortalama | 59.9A | 4.7B | 35.4C | | | |

a,d: Aynı sütun ve satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. A,C: Ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. **: P<0.01, SH: Ortalamanın Standart Hatası

Çizelge 3. Üreticiler tarafından satın alınan hindi palazlarının sayısı, yaşı, fiyatı ve ölüm oranlarına ait bilgiler

| Özellikler | Alt yöreler | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------|--------|-----------|--------|--------|--------|-----------|
| | Kozluk | Beşiri | Hasankeyf | Gercüş | Sason | Merkez | İ. G. (%) |
| Satın alınan hindi palazı (adet/yıl) | | | | | | | |
| <100 | 74.6 | 40.0 | 62.4 | 74.0 | 57.0 | 78.1 | 66.7 |
| 100-250 | 18.6 | 60.0 | 34.6 | 26.0 | 43.0 | 21.9 | 30.8 |
| >250 | 6.8 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 |
| Toplam | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| P | ÖNEMSİZ | | | | | | |
| Satın alınan hindi palazlarının yaşı | | | | | | | |
| 1 haftalık | 81.4 | 73.3 | 53.3 | 59.3 | 71.4 | 65.6 | 69.3 |
| 2 haftalık | 16.9 | 26.7 | 46.7 | 37.0 | 28.6 | 31.3 | 29.7 |
| 3 haftalık | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.7 | 0.0 | 3.1 | 1.0 |
| 3 haftadan büyük | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 |
| Toplam/Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| P | ÖNEMSİZ | | | | | | |
| Hindi palazının fiyatı (TL) | | | | | | | |
| <8 | 28.8a | 16.7a | 10.0b | 11.1b | 0.0b | 15.6a | 17.2A |
| 8-10 | 71.2a | 83.3a | 90.0b | 88.9b | 92.9b | 84.4a | 82.8B |
| Toplam | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| P | ** | | | | | | |
| Nakliye sırasındaki palaz ölümleri | | | | | | | |
| Hiç ölmedi | 96.6 | 100 | 96.7 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 98.5 |
| % 10 | 0.0 | 0.0 | 3.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 |
| % 20 | 3.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 |
| Toplam | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| P | ÖNEMSİZ | | | | | | |
| Palaz ölümlerinin görüldüğü günler | | | | | | | |
| 0-7 gün | 3.4a | 0.0a | 0.0a | 0.0a | 0.0a | 12.5b | 3.1A |
| 8-14 gün | 5.1a | 3.3b | 0.0c | 0.0c | 0.0c | 3.1b | 2.6B |
| 15-21 gün | 91.5a | 96.7a | 100.0a | 100.0a | 100.0a | 84.4b | 94.3C |
| Toplam | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| P | ** | | | | | | |

a,c: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. A,C: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. **: P<0.01. İ. G: İşletmeler Geneli

Çalışmada, üreticilerin %87'sinin satın aldıkları palazları 35 haftadan daha fazla süreyle besledikleri saptanmıştır. Yine üreticilerin %60.4'ünün palazları 4-5 haftalık olduktan sonra meraya çıkardıkları

belirlenmiştir (Çizelge 4). Elde edilen sonuçlar, Küçükbaşrak (2015)'ın Diyarbakır için bildirdiği değerlerden farklı bulunmuştur.

Çizelge 4. İncelenen işletmelerde hindilerin besi süresi, meraya çıkarılma yaşı, otlatılan alan ve beslemede kullanılan yemler

| Beslenme durumu (%) | Alt yöreler | | | | | | | F ve P Değeri |
|---|-------------|--------|-----------|--------|-------|--------|----------|----------------|
| | Kozluk | Beşiri | Hasankeyf | Gercüş | Sason | Merkez | Ort. (%) | |
| Hindilerin besi süresi | | | | | | | | |
| 30 haftadan az | 1.8a | 0.0b | 0.0b | 0.0b | 0.0b | 0.0b | 0.6A | 20.6 0.01** |
| 30-35 hafta arası | 15.6a | 10.0b | 26.7c | 0.0d | 17.7a | 3.0d | 12.4B | |
| 35 haftanın üstü | 82.6a | 90.0b | 73.3a | 100.0b | 82.2a | 97.0b | 87.0C | |
| Toplam | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | |
| Hindilerin meraya çıkarılma yaşı | | | | | | | | |
| 2 haftalık | 15.0a | 33.4a | 0.0b | 0.0b | 7.0c | 0.0b | 9.4A | 26.9 0.01** |
| 3 haftalık | 25.0a | 13.3a | 0.0b | 22.2a | 7.1b | 10.7b | 12.8B | |
| 4 haftalık | 40.0a | 13.3b | 43.3a | 11.2b | 64.4a | 35.8a | 31.5C | |
| 5 haftalık | 5.0a | 16.7b | 40.0c | 48.1c | 21.4b | 32.1b | 28.9D | |
| 6 haftalık | 15.0a | 23.3b | 16.7a | 18.5a | 0.0c | 21.4b | 17.4E | |
| Toplam | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | |
| Palazların otlatıldığı alanlar | | | | | | | | |
| Anız | 20.0 | 46.6 | 36.7 | 59.8 | 14.3 | 17.9 | 35.0 | 2.02 0.079 |
| Çayır ve meralar | 40.0 | 3.4 | 13.3 | 0.0 | 50.0 | 25.2 | 18.2 | |
| Diğerleri | 40.0 | 50.0 | 50.0 | 40.2 | 35.7 | 56.9 | 46.8 | |
| Toplam | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | |
| Beslemede kullanılan yemler | | | | | | | | |
| Tahıllar | 35.0a | 56.6a | 20.0b | 70.4a | 50.0a | 21.4b | 41.6A | 10.6 0.04* |
| Ticari yemler | 0.0a | 3.3b | 3.3b | 3.7b | 0.0a | 7.1b | 3.4B | |
| Karışık (Tahıl+Tic.yem) | 65.0a | 40.0b | 76.7c | 25.9b | 50.0b | 71.4c | 55.0C | |
| Toplam | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | |

a,c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. A,E: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. **: P < 0.01; *: P < 0.05

Üreticilerin hindileri beslemede kullandıkları yem çeşidi bakımından, tahılların kullanılma oranı %41.6 ve karışık (tahıl ve ticari) yemlerin kullanılma oranı %55.0 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Küçükbaşrak (2015), Diyarbakır'da hindi yetiştiriciliği yapan üreticilerin hindi beslemede kullandığı yem çeşitlerini, tahıllar %6.9 ve karışık yemler (tahıl ve ticari) %75.5 olarak açıklamıştır. Güngördü (2009) yapmış olduğu çalışmada, ekstansif şartlarda kümes hayvanlarının beslenmesinde hemen hemen hiç ticari yem kullanılmadığını bildirmiştir. Şekeroğlu ve Akşimşek

(2007) yaptıkları çalışmada, kümes hayvanlarının yemlenmesinde buğday, karışık (buğday, arpa ve mısır ve ev artıkları) ve ticari yemlerin kullanımını sırasıyla; %65.73, %34.22 ve %0 olarak tespit etmişlerdir. Copland and Alders (2005), kanatlı yetiştiriciliğinde en önemli yem ikamesinin ev, tarla ve bahçelerdeki ürün artıkları olduğunu bildirmişlerdir. Tadelle and Ogle (2001), Etiyopya'da yaptıkları bir araştırmada kanatlı hayvanların beslenmesinde kadınlar tarafından temin edilen yiyecek ve tahıl artıklarının kullanıldığını bildirmişlerdir.

Ankete katılan hindi yetiştiricilerinin yaklaşık olarak %47.9'unun hindi beslemede kullandıkları yemi kendilerinin ürettiği, %41.6'sının il veya ilçe merkezlerinden satın aldıkları belirlenmiştir.

İncelenen üreticilerin hindi barınaklarının yapıldığı malzemenin daha çok briket olduğu belirlenmiştir. Kümeslerin %71.6'sı briket, %16.8'i kerpiç, %7.9'u beton, %2.6'sı taş ve %1.0'ı tahtadan inşa edilmiştir. Elde edilen bulgular, Küçükbayrak (2015)'in Diyarbakır ili için bildirdikleri sonuçlardan farklı bulunmuştur. İncelenen işletmelere ait kümeslerin yaklaşık olarak %96.9'unda pencere olduğu saptanmıştır. Hindilerin beslenmesinde kullanılan yemlik ve suluk gibi kümes ekipmanlarının işletmelerdeki durumu incelenmiş ve kümeslerin %86.3'ünde yemlik bulunduğu, en çok

tercih edilen suluk tipinin yuvarlak plastik (%33.7) olduğu gözlenmiştir. Kümeslerin %70.5'inde kümes zemininin toprak olduğu, %27.9'unda beton, %1.6'sında tahta ve taş malzemeden olduğu saptanmıştır. Çalışma sonuçları bu konudaki literatür bildirişleri ile uygunluk göstermektedir (Yurt, 2002; Güngördü, 2009; Küçükbayrak, 2015). Ankete katılan yetiştiricilerin %59.7'si hastalıklara karşı tedavi uyguladıklarını, %40.3'ü ise uygulamadıklarını belirtmişlerdir (Çizelge 5). Küçükbayrak (2015) yaptığı çalışmada, Diyarbakır ilinde hindi yetiştiriciliği yapan işletmelerin %86.8'inin hastalıklara karşı tedavi uyguladıklarını, %13.2'sinin ise uygulamadıklarını açıklamıştır. Güngördü (2009), çalışmasında, kümes hayvanı yetiştiriciliği yapanların %62.9'unun hayvanlarına tedavi uygulamadığını, % 37.1'inin ise tedavi uyguladığını bildirmiştir.

Çizelge 5. Hastalıklara karşı antibiyotik kullanılma durumu

| Hastalıklara karşı antibiyotik kullanılma durumu | Alt yöreler (%) | | | | | | | c ² ve P Değeri |
|--|-----------------|--------|-----------|--------|-------|--------|-------|----------------------------|
| | Kozluk | Beşiri | Hasankeyf | Gercüş | Sason | Merkez | İ.G | |
| Kullanılıyor | 60.0 | 46.7 | 76.7 | 40.7 | 57.1 | 78.6 | 59.7 | 45.6 0.01** |
| Kullanılmıyor | 40.0 | 53.3 | 23.3 | 59.3 | 42.9 | 21.4 | 40.3 | |
| Toplam | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | |

** : P<0.01, İ.G.: İşletme geneli

İşletmelerde hastalıklara karşı vitamin, ilaç vb. vererek önlem alan yetiştiricilerin oranı %21.5, aşılama yaparak önlem alan yetiştiricilerin oranı %10.7 ve hiçbir önlem almayanların oranı ise %67.8 olarak

saptanmıştır (Çizelge 6). Şekeroğlu ve Akşimşek (2009) yaptıkları çalışmada, üreticilerin tamamının tavuklarını hastalıklara karşı korumak için aşı yaptırmadığını belirlemişlerdir.

Çizelge 6. Sağlık konusunda alınan önlemler

| Hastalığa karşı alınan önlem | Alt yöreler (%) | | | | | | | c ² ve P değeri |
|------------------------------|-----------------|--------|-----------|--------|-------|--------|-------|----------------------------|
| | Kozluk | Beşiri | Hasankeyf | Gercüş | Sason | Merkez | İ.G. | |
| Aşılama yapıyorum | 5.0 | 33.3 | 0.0 | 0.0 | 7.1 | 14.3 | 10.7 | 59.60 0.01** |
| Vitamin veriyorum | 30.0 | 20.0 | 30.0 | 7.4 | 21.4 | 21.4 | 21.5 | |
| Hiçbir önlem almıyorum | 65.0 | 46.7 | 70.0 | 92.6 | 71.4 | 64.3 | 67.8 | |
| Toplam | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | |

** : P<0.01, İ.G.: İşletme geneli

Üreticilerin genel ortalama itibariyle büyük bir kısmı (%80.6) hindiciliği karlı bir faaliyet kolu olarak görürken %19.4'ü karlı olarak görmediklerini belirtmişlerdir. Bu nedenle, yetiştiricilerin %84.3'ünün hindi yetiştiriciliği yapmaya devam etme isteklerinin olduğu, %15.7'sinin ise hindi yetiştirmeye devam etme isteklerinin olmadığı saptanmıştır.

Üreticilerin %56.8'inin yetiştirdikleri hindileri kendi köylerinde, %31.6'sının il merkezinde ve %1.6'sının diğer yerlerde sattıkları belirlenmiştir. Hindi satışlarının %36.9'u Aralık, %32.6'sı Ekim, %17.9'u Kasım aylarında ve %12.6'sı diğer aylarda gerçekleşmektedir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Hindilerin pazarlanma durumuna ait bilgiler

| Hindilerin pazarlama yeri | Oran (%) |
|-------------------------------|----------|
| Köy | 56.8 |
| İl veya ilçe merkezi | 31.6 |
| Çiftlik | 1.6 |
| Diğer | 10.0 |
| Hindi satışlarına başlama ayı | |
| Aralık | 36.9 |
| Ekim | 32.6 |
| Kasım | 17.9 |
| Diğer | 12.6 |

SONUÇ

Sonuç olarak, Batman ili ekstansif şartlarında yapılan hindiciliğin tespit edilen önemli sorunları şöyle sıralanabilir:

a) Eğitim Sorunu: Hindi üreticilerinin hiçbir konuyla ilgili herhangi bir eğitim veya kurs almamış olmaları.

b) Palaz Temini Sorunu: Üreticiler istedikleri dönemde palaz bulmada sıkıntı çekmekte ve palaz bulabildiği tarihte yetiştiriciliğe başlamaktadır. Palazlar genellikle çok erken dönemde (Şubat, Mart ayları) satın alındıklarından meraya daha geç yaşlarda çıkarılmakta ve hindiler meradan daha az yararlanmaktadır. Bu durum yem maliyetini olumsuz yönde etkilemektedir.

c) Barınak Sorunu: Hindi barınakları genellikle briket (kullanılmayan bir evin odası, büyük veya küçükbaş hayvanlar için yapılmış ahırlar) ve kerpiçten (yıkık dökük evlerin boş odaları) yapılmış olup, amaca uygun olmayan ve sağlıksız yapılardan oluşmakta ve bu durum havaların soğuk olduğu dönemlerde palazlarda önemli sağlık sorunlarına neden olmakta ve ölüm oranını artırmaktadır.

d) Ekipman Sorunu: Üreticilerin kullanmış oldukları yemlik ve suluklar yetersiz olup, sağlıklı ve kullanışlı değildir. Bazı üreticiler (%13.7) hiç yemlik kullanmamaktadır.

e) Altlık Sorunu: Üreticilerin önemli bir kısmı altlık kullanmadıkları ve kümes zeminine eski kilim serdikleri veya hiçbir şey sermedikleri görülmüştür. Bu durum hayvanlarda önemli sağlık sorunlarına neden olmakta ve ölüm oranını artırmaktadır. Kümes zeminin büyük oranda (%70.5) toprak olması kümes temizliğinde gerekli hijyenin sağlanamamasına neden olmakta ve hastalıkların ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır.

f) Sağlık-Koruma Sorunu: Üreticilerin %29.4'ünün hastalıklara karşı herhangi bir tedavi uygulamaması önemli bir sorun olup, kayıpların artmasının en önemli nedenlerindedir.

g) Pazarlama Sorunu: Üreticilerin hastalıklar nedeniyle kayıpları yüksek olduğundan maliyet artmakta ve üretici hayvanlarını daha yüksek fiyattan satmaya çalışmaktadır. Bu durum pazarlamada ciddi sorunlar oluşturmaktadır.

h) Havalandırma Sorunu: Üreticilerin %59.7'sinin kümeslerinde havalandırma yapılmamakta, bunun sonucu olarak hayvanların hastalanma riski artmaktadır. Barınaklarda havalandırmaya mutlaka özen gösterilmelidir.

i) Palaz Ölümleri: Özellikle palaz kayıplarının en çok görüldüğü dönem 2-3 haftalık yaşlardır. Bu dönemde optimum bakım-besleme koşullarının sağlanması, aşı uygulaması ve hijyenik tedbirlerin alınması konusunda çok hassas olunmalıdır.

j) Finansman Sorunu: Üretici gelirlerinin düşük olması ve üreticilerin devletin hibe veya teşviklerinden yararlanamaması daha teknik ve rasyonel hayvancılığa imkân vermemektedir. Üretici bu konuda bilinçlendirilmeli ve desteklenmelidir.

k) Yem Sorunu: Yem fiyatlarının yüksek oluşu, ticari yemlerin kullanımını sınırlamakta ve özellikle hindilerin ilk aylardaki büyümeleri olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu durum, hayvanların ileriki dönemlerde kendilerinden beklenen performanslarını gösterebilmelerini engellemektedir. Özellikle ilk 1.5 aylık dönem boyunca hayvanlara mutlaka hindi başlangıç yemi verilmelidir.

l) Teknik Eleman Sorunu: Üreticiler hastalıklar konusunda istedikleri zaman yeterli bilgi ve donanıma sahip Veteriner Hekim veya Veteriner Sağlık Teknisyeni bulamadıklarını bildirmişlerdir. Bu konuda, üreticilerin ihtiyaç duydukları sağlık elemanlarına nasıl ulaşacakları konusunda gerekli uyarıların yapılması gereklidir.

KAYNAKLAR

- Altan Ö, Koçak Ç, 1987. Hindiciliğin Geliştirilmesi Olanakları. Hayvansal Üretim Dergisi, 26(2): 30-34. İzmir.
- Barbosa Filho, JAD Silva, MAN Silva, IJO Coelho, AAD Savino VJM, 2005. Behavior and Performance of Broiler Strains Reared Under Semi-Intensive System with Shaded Areas. Braz. J. Poult. Sci., 7(2): 209-213.
- BESD-BİR, 2013. Beyaz Etin Beslemede Yeri. Beyaz Et Sanayicileri ve Damızlıkları Birliği. (Erişim tarihi: 15.10.2016).
- BESD-BİR, 2015. Beyaz Et Sanayicileri ve Damızlıkları Birliği. (Erişim tarihi: 15.10.2016).
- Blokhuis HJ, Ekkel ED, Korte SM, Hosper H, Van Re Enen CG, 2000. Farm Animal Welfare Research in Interaction with Society. Vet. Qualit, 22: 217-222.
- Bradshaw RH, Kirkden RD, Broom DM, 2002. A Review of the Etiology and Pathology of Leg Weakness in Broilers in Relation to Welfare. Avian Poult. Rev. 13: 45-103.
- Camcı Ö, Sarıca M, 1991. Entansif Hindi Yetiştiriciliği. TİGEM Dergisi, 36(6). Ankara.
- Copland JW, Alders RG, 2005. The Australian Village Poultry Development Programme in Asia and Africa. World's Poultry Sci. Jour., 61: 31-37.
- Çiçek A, Erkan O, 1996. Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklemeye Metotları. GOP Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 12. Ders Kitapları Serisi No: 6, Tokat.
- Ensminger ME, 1992. Poultry Science. Interstate Publishers Inc., Third Edition, U.S.A.
- Gujarati N.D, 1995. Basic econometrics. McGraw-Hill. Third Edition. USA.
- Güngördü S, 2009. Batman İli Köy Tavukçuluğunun Durumu. YYÜ Fen Bilimleri Enst. Zootekni Anabilim Dalı (Yüksek Lisans tezi).
- Gülsöz N, 1984. Toprağın Verdiğini Toprağa Gömüyoruz. Dört Mevsim Dergisi, 6.
- Güneş T, Arıkan R, 1988. Tarım Ekonomisi İstatistiği. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları No: 305. Ankara.
- Hocking PM, Jones EKM, 2006. On-Farm Assessment of Environmental Enrichment for Broiler Breeders. Br. Poult. Sci., 47: 418-425.
- Kırkpınar F, Mert S, 2004. Etlik Hindi Üretiminin Temel İlkeleri. Hasat, Hayvancılık Dergisi., 29: 24-27.
- Koçak Ç, 1984. Hindi Yetiştiriciliği. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Koçak Ç, 1986. Hindi Besiciliği. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Teşkilatlandırma ve Destekleme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Kolsarıcı N, Turhan K, Çakmakçı L, Elibol O, 1993. Kanatlı Et Ürünleri Üretim Teknolojileri. YUTAV Uluslararası Tavukçuluk Kongresi' 93, 137-155.İstanbul.
- Küçükbayrak U, 2015. Diyarbakır İli Merkez ve İlçelerinde Hindi yetiştiriciliğinin Yapısı ve Durumu. Bingöl Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Zootekni Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Külekcı M, 2014. Antepfıstığı Üretiminde Kâr Etkinliğinin Belirlenmesi; Veri Zarflama Analizi Uygulaması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 31 (1): 94-103, 2014.
- Mirer T.W, 1995. Economic statistic and econometrics. 3rd Edition, Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Pedersen MA, Thamsborg SM, Fisker C, Ranving H, Christensen JP, 2003. New Production Systems. Evaluation of Organic Broiler Production in Denmark, J Appl. Poult. Res. 12: 493-508.

- Santos AL, Sakomura NK, Freitas ER, Fortes CMS, Carrilho ENVM, 2005. Comparison of Free Range Broiler Chicken Strains Raised in Confined or Semi-Confined Systems. *Bra. J. Poultry Sci.*, 7: 85-92.
- Sipahi C, 2010. Entansif Hindi Yetiştiriciliği İşletmelerinde Kârlılık ve Verimlilik Analizleri. Hayvan Sağlığı Ekonomisi ve İşletmeciliği Anabilim Dalı Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Şekeroğlu A, Akşimşek ŞD, 2007. Tokat İlinde Köy Tavukçuluğunun Yapısı. 5. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi.
- Şekeroğlu A, Akşimşek DŞ, 2009. Tokat İli Köy Tavukçuluğunun Bazı Özellikleri, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, *Anadolu J. Agric. Sci.*, 24(2): 108-113,
- Tan S, Dellal İ, 2002. Kırmızı Et Üretim ve Tüketim Açığını Kapatmak İçin Alternatif Bir Yaklaşım. Hindi Üretimi ve Sözleşmeli Yetiştiricilik Modeli, Tarım Ekonomisi Araştırma Enstitüsü. Ankara.
- Tadelle D, Ogle B, 2001. Village Poultry Production Systems in the Central Highlands of Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production*, 33: 532-537.
- Türkoğlu M, Sarıca M, Eleroğlu H, 2005. Hindi Yetiştiriciliği, Otak Form-Ofset, Samsun
- Yurt Z, 2002. Çanakkale İlindeki Kimi Köylerde Köy Tipi Kümes Hayvanı Yetiştiriciliğinin İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı.

Koyun Karkaslarının Kalite Sınıflandırılmasında “EUROP” Sistemi ve Türkiye’deki Uygulamalar

İbrahim ŞEKER¹, Abdurrahman KÖSEMAN², Yasin BAYKALIR¹, Pınar ŞEKER³

ÖZET: Bu derleme, koyun karkaslarının kalite sınıflandırılmasında “EUROP” sistemi ve Türkiye’deki uygulamalar hakkında bilgi sunmak amacıyla hazırlanmıştır. Kesilen hayvanlar için, özellikle sığır ve koyunlarda, karkas kalitesini belirleyici bir sınıflandırma sistemi kullanılması, hem karkasın ticari değerini belirlemede hem de ülkeler arasında ortak bir kalite standardı oluşturmada oldukça önemlidir. Avrupa Birliği’nde koyun karkaslarının sınıflandırılmasında, Orta ve Kuzey Avrupa’daki koyun ırklarının (13 kg ve üzeri), Güney Avrupa’da ise düşük ağırlıktaki ırkların (13 kg altı) yetiştirilmesi nedeniyle, biri 13 kg ve üstü, diğeri ise 13 kg’dan düşük olanlar için iki şema kullanılmaktadır. Ağırlığı 13 kg ve üstü olan karkasların değerlendirilmesinde, Avrupa Birliği Konsey kararları (1208/81, 1026/91 ve 2137/92) gereğince, “EUROP” adlı değerlendirme sistemi kullanılmaktadır. Bu sistemde karkaslar konformasyon durumlarına göre 6 sınıfa ayrılmakta (S=süper (İngiltere’de kullanılmaktadır), E=mükemmel, U=çok iyi, R=iyi, O=orta, P=kötü), yağlılık durumuna göre ise 5 kategoride değerlendirilmektedir (1=yağsız, 2=az yağlı, 3=orta yağlı, 4=yağlı, 5=çok yağlı). Türkiye’de ise karkaslarda fiyat ve kalite sınıflandırması yapılacak bir sistem henüz kullanılmamaktadır. Bu durum kaliteli karkas üretimi için önemli bir eksiklik olarak kabul edilebilir. Çünkü, koyun karkaslarının “EUROP” sistemi kullanılarak sınıflandırılmasının ve fiyatlandırılmasının kaliteli karkas üretimini önemli ölçüde teşvik edeceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: EUROP, karkas sınıflandırma, karkas kalitesi, ticari değer

“EUROP” System and Applications of Sheep Carcasses for Quality Classification in Turkey

ABSTRACT: This review was prepared to give information about “EUROP” system in the classification of sheep carcasses’ quality and applications in Turkey. Using a classification system to determine the carcass quality of slaughtered animals, especially cattle and sheep, is necessary for both the determination of the carcass commercial value and the maintenance of the formation of a common quality system between countries. In European Union, basically two schemes are used in the classification of sheep carcasses: one of them is for 13 and over kg carcass and the other is for 13 low kg due to the fact that in Central and Northern Europe heavy weight sheep races (13 and over kg) and in South Europe low weight sheep races (13 low kg) are bred. In the evaluation of 13 and over kg weight carcasses, according to the European Union Council decisions (1208/81, 1026/91 and 2137/92) “EUROP” evaluation system is used. In this system, conformations of carcasses are defined 6 degrees in terms of fleshing (S=superior (used in United Kingdom), E=excellent, U= very good, R=good, O=fair, P=poor), it is also stated in carcass fat cover classes 5 degrees (1=low, 2=slight, 3=average, 4=high 5=very high). However, there is not yet a system to calculate commercial value and the quality of carcass in Turkey. This case may be acceptable as important deficiency for quality carcass production. Because, it is thought that, sheep carcass classifying and pricing by “EUROP” encourages the qualified carcass production at a serious level.

Keywords: Carcass quality, carcass classification, commercial value, EUROP

¹ Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye

² İnönü Üniversitesi, Akçadağ Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Malatya, Türkiye

³ Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, Gıda ve Yem Şubesi, Elazığ, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Abdurrahman KÖSEMAN, abdurrahman.koseman@inonu.edu.tr

GİRİŞ

Et, hayvanlardan elde edilen en önemli verimlerden birisi olup, insan sağlığı ve tüketiminde son derece önemli bir yere sahiptir. Herhangi bir kritere bağlı olmaksızın pazarlanması ise tüketiciler ve daha kaliteli üretim yapan hayvan yetiştiricileri için önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

Sınıflandırma, karkasın konformasyonu (etlenme-kaslanma durumu) ve yağlılık durumu göz önüne alınarak karkasın değerlendirilmesi işlemidir. Derecelendirme ise herhangi bir şablona bağlı olmayan, tüketici taleplerine göre karkasın iyi ya da kötü şekilde nitelendirilmesidir (Lazzaroni et al., 2007).

Karkas sınıflandırılması ilk olarak 1964 yılında İngiltere’de Verdon-Smith Et Pazarı Teftiş Komitesi tarafından yapılmıştır. Bu komitenin önerileri doğrultusunda, 1967 yılında kurulan Meat and Livestock Commission (MLC) tarafından 1973 yılında koyunlar için sınıflandırma şeması oluşturulmuştur. Bu şemada temel olarak karkasın ağırlığı ile elde edildiği hayvanın cinsiyet, ırk, yaş gibi özellikleri dikkate alınarak, karkasın konformasyonu ve yağlılığına göre sınıflandırma yapılmaktadır (Anonim, 2016e). Gıda ve Tarım Organizasyonu (FAO), Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) ve Hayvan Bilimleri Avrupa Federasyonu (EAAP) gibi çeşitli uluslararası kuruluşların da desteğiyle 1981 yılında sınıflandırma şeması son şeklini almıştır (AHDB Industry Consulting, 2016).

Avrupa Birliği’nde (AB) koyun karkaslarının sınıflandırılmasıyla ilgili düzenleme yürürlükte olmasına rağmen üye ülkelerde sınıflandırmanın uygulanması isteğe bağlı olarak yapılmaktadır (Fransa, İsveç, Finlandiya ve Almanya’da zorunlu, Danimarka, Finlandiya ve İngiltere’de isteğe bağlı) (European Union, 2002).

Avrupa Birliği üyelik sürecinde olan Türkiye’de koyunlarda karkas kalitesini belirlemek ve kaliteye göre fiyatlandırma hakkında mevcut durumu ortaya koymak önem arz etmektedir. Özellikle, yerli koyun ırklarında karkas ve et kalitesinin tanımlanması, mezbahaların karkas sınıflandırma veya derecelendirme sistemine geçişte karşılaşılabilecek muhtemel sorunların ortaya konulması gerekmektedir. Bu derleme, AB’ne üye ülkelerde koyun karkaslarının kalite

sınıflandırılmasında kullanılan “EUROP” sistemi ve Türkiye’deki uygulamalar hakkında bilgi sunmak amacıyla hazırlanmıştır.

Koyun Karkaslarının Sınıflandırılması

AB’ye üye ülkelerde kesilen sığır ve koyunların karkasları, 1208/81, 1026/91 ve 2137/92 konsey kararları ile “EUROP” olarak adlandırılan ortak değerlendirme sistemi ile sınıflandırılmaktadır (European Union, 1981; European Union, 1991). Bu sistem uzun yıllar revize edilerek kullanılabilen, ucuz ve pratik tanımlamaya sahip bir sistemdir. Sistemin anlaşılabilir olması, hassas ve kolay bir şekilde sıcak karkaslara uygulanabilmesi ve olabildiğince objektif olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir (AHDB Industry Consulting, 2016). Karkaslar etlenme ve yağlanmaya göre fotoğraflık skalalarla standardize edilmiş bir cetvel yardımıyla kantitatif olarak değerlendirilmektedir ve sınıflandırmada birbirinden bağımsız yağ ile konformasyon sınıfları kullanılmaktadır (Önenç, 2004; European Union, 2006).

Konformasyon ve yağlılık, satılabilir et yüzdesini etkilemektedir. Satılabilir et yüzdesi, karkastan aşırı yağ ve diğer bileşenler çıkarıldıktan sonra geriye kalan kısım olarak düşünülebilir (Anonim, 2016e). Konformasyonun değerlendirilmesinde ise genel olarak karkasın profili, but, sırt, omuz üzerindeki kas gelişimine bakılmaktadır (Önenç ve ark., 2009).

Yasalarla uygulanması zorunlu olan EUROP karkas sınıflandırma sisteminde cinsiyet, etlenme ve yağlanma durumu olmak üzere 3 temel özellik üzerinde durulmaktadır. Karkasların etlenme durumu; S=Süper (İngiltere’de kullanılmaktadır), E=mükemmel, U=çok iyi, R=iyi, O=orta, P=kötü; yağlanma durumu da 1=yağsız, 2=az yağlı, 3=orta yağlı, 4=yağlı, 5=çok yağlı olarak 5 derece ile tanımlanmaktadır (De Boer et al., 1974).

Yağlanma durumu temelde 3 noktadan belirlenmektedir. Bunlar bel, göğüs ve kaburgalardır (Anonim, 2016f). İç kısımda ise böbreklerin yağlılık durumuna bakılmaktadır (Önenç ve ark., 2009). Bel bölgesindeki processus spinalislerin yoklandığında hissedilebilmesi ve her bir proc. spinalis arası boşluğun durumuna göre 1 ile 5 arası puanlama yapılmaktadır. Aynı şekilde, kaburgalar ve göğüs bölgesinin yağla kaplı olma durumuna göre de puanlama belirlenmektedir

(Powdrill, 2016b). Karkas yağlılığı en iyisi 5, en kötüsü 1 olan 5 yağ sınıfı ile değerlendirilmektedir. Koyun karkas sınıflandırması için kullanılan güncel şema Çizelge 1’de sunulmuştur. Bu, çizelgede 3 ve 4 numara ile gösterilen yağlılık durumları ise kendi içerisinde L (düşük), H (yüksek) olmak üzere alt puanlamaya

tabi tutularak toplam yedi bölüme ayrılmıştır. Burada karkasın konformasyon ve yağlılık durumu 5 puan üzerinden değerlendirilmektedir. Bunun amacı önemli yağlılık düzeyindeki karkasların ticari değerini hassas olarak tespit edilmesidir (Anonim, 2016e).

Çizelge 1. Koyun karkas sınıflandırmasında konformasyon ve yağlılık için kullanılan güncel şema (Anonim, 2016e; Powdrill, 2016a; Powdrill, 2016b)

Yağlılık

| | | 1 | 2 | 3L | 3H | 4L | 4H | 5 |
|--------------|---|---|---|----|----|----|----|---|
| Konformasyon | E | | | | | | | |
| | U | | | | | | | |
| | R | | | | | | | |
| | O | | | | | | | |
| | P | | | | | | | |



Akdeniz ülkelerindeki koyun karkaslarının konformasyon ve yağlılık durumu Çizelge 2’de, genelde süpermarketlerde talep edilen koyun karkasları

Çizelge 3’de ve yemek firmalarının (Catering) tercih ettiği koyun karkasları Çizelge 4’de gösterilmiştir.

Çizelge 2. EUROP sınıflandırmasına göre Akdeniz ülkelerindeki koyun karkaslarının konformasyon ve yağlılık durumu (Anonim, 2016a).

| Konformasyon | Yağlanma durumu | | | | | | | |
|--------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|--|
| | 1 | 2 | 3 | | 4 | | 5 | |
| | | | L | H | L | H | | |
| E | x | x | x | | | | | |
| U | x | x | x | | | | | |
| R | x | x | x | | | | | |
| O | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | |

Çizelge 3. Genel olarak Avrupa'daki süpermarketlerde talep edilen koyun karkaslarının EUROP sınıflandırmasındaki yeri (Anonim, 2016a).

| Konformasyon | Yağlanma durumu | | | | | | |
|--------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | | 4 | | 5 |
| | | | L | H | L | H | |
| E | | x | x | | | | |
| U | | x | x | | | | |
| R | | x | x | | | | |
| O | | | | | | | |
| P | | | | | | | |

Çizelge 4. Genel olarak yemek firmalarının (Catering) tercih ettiği koyun karkasları (Anonim, 2016a).

| Konformasyon | Yağlanma durumu | | | | | | |
|--------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | | 4 | | 5 |
| | | | L | H | L | H | |
| E | | | x | x | x | | |
| U | | | x | x | x | | |
| R | | | x | x | x | | |
| O | | | x | x | x | | |
| P | | | | | | | |

AB'de koyun karkası için sınıflandırma ikinciplanda kalmaktadır. Sığırların aksine koyun karkaslarının sınıflandırmasında sahadaki uygulamalarda daha büyük sorunlar bulunmaktadır. Kuzu karkaslarının yağlı olması karşılaşılan temel sorunlardan birisidir. Öte yandan koyunların tartım ve işlenmesi sırasında yapılan uygulama hataları mezbaha ve üreticileri karşı karşıya getirmektedir. Sığır eti üretiminin ön planda olması ve koyun karkasının sınıflandırılması için zorunlu bir şemanın olmayışı bunun başlıca sebeplerindendir (Miguel et al., 2003).

Günümüzde koyunlar için iki farklı sınıflandırma sistemi kullanılmaktadır. Bunlardan bir tanesi 13 kg ve üstü karkas ağırlığına, diğeri ise 13 kg'dan düşük karkas ağırlığına sahip koyunlar için kullanılmaktadır. Çünkü Orta ve Kuzey Avrupa'da iri yapılı koyun ırkları yetiştirildiğinden karkas ağırlıkları yüksek olmaktadır (13 kg üzeri). İtalya, İspanya, Fransa ve Yunanistan'da ise daha çok süt verimine dayalı koyun yetiştirildiğinden koyunlar daha düşük karkas ağırlığına (7 kg'a kadar) sahiptirler (Sanudo et al., 2000). Avrupa'daki bu farklı üretim şekilleri koyun karkaslarının sınıflandırılmasında

da farklı metotların uygulanmasını gerekli kılmıştır (Lazzaroni et al., 2007). Bundan dolayı 13 kg'dan düşük karkas ağırlıklı koyunlarda (3 kategori: <7 kg; 7,1-10 kg; 10,1-13 kg) et rengi, yağlanma durumu ve miktar göz önünde bulundurulmakta ayrıca karkas ağırlığı, et rengi ve deri altı yağ tabakasının derecesi de temel alınmaktadır (Russo et al., 2003; Pena et al., 2005; Lazzaroni et al., 2007).

Koyun eti pazarlamasında şeffaflığı güçlendirmek ve pazarda uygun kriterlere göre fiyatlandırma yapılmasına olanak sağlamak amacıyla MLC tarafından oluşturulan koyun karkas sınıflandırma şablonu Çizelge 5'te, Akdeniz ülkelerinde 13 kg'ın altındaki karkas ağırlığına sahip koyunlarda kullanılan sınıflandırma şeması Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Çizelge 6'daki şemaya göre her ağırlık kategorisi kendi içerisinde et rengine göre iki kalite sınıfını kapsamaktadır. Birinci kalite karkas pembe et rengi ve yağlılık puanı 2 veya 3; İkinci kalite karkas kırmızı et rengi ve yağlılık puanı 1 veya 4 olarak belirlenmiştir (Russo et al., 2003).

Çizelge 5. MLC koyun karkas sınıflandırma şablonu (AHDB Industry Consulting, 2016).

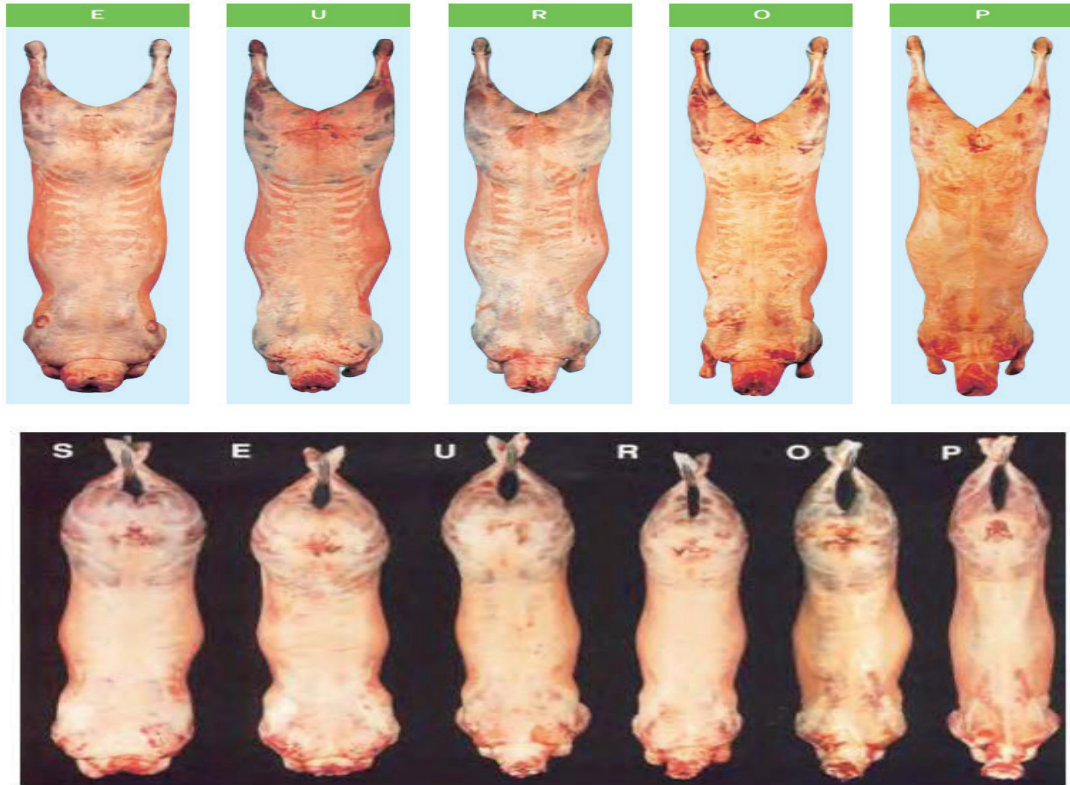
| | | Yağlanma durumu | | | | |
|--------------|----------------|-----------------|---|---|---|---|
| Konformasyon | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Ekstra (E) | | | | | |
| | Orta (Average) | | | | | |
| | Düşük (C) | | | | | |
| | Çok düşük (Z) | | | | | |

Çizelge 6. Akdeniz ülkelerinde 13 kg' nin altındaki koyun karkaslarının değerlendirildiği şema (Pipek et al., 2003).

| Kategori | A | | B | | C | |
|------------|----------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| Ağırlık | ≤7 kg | | 7.1-10 kg | | 10.1-13 kg | |
| Kalite | 1. | 2. | 1. | 2. | 1. | 2. |
| Et rengi | Açık pembe | Farklı renk ya da farklı yağ derecesi | Açık pembe veya pembe | Farklı renk ya da farklı yağ derecesi | Açık pembe veya pembe | Farklı renk ya da farklı yağ derecesi |
| Yağ sınıfı | Az yağlı, Orta yağlı | | Az yağlı, Orta yağlı | | Az yağlı, Orta yağlı | |

Ayrıca koyun karkasının EUROP sisteminde konformasyon ve yağ durumuna göre sınıflandırılma kriterleri Şekil 1 ve 2 ile Çizelge 7 ve 8' de gösterilmiştir. Koyun karkasında kalite sınıflandırmasında özellikle

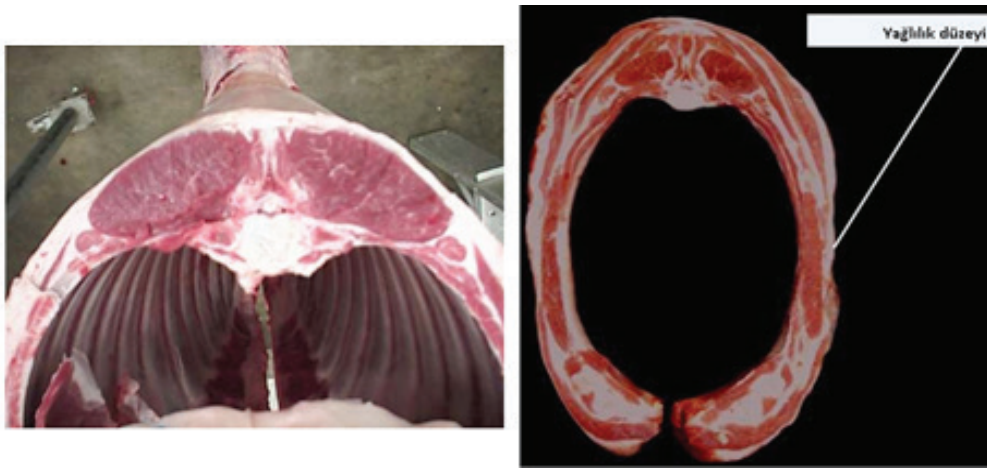
karkastaki bel bölgesinde etlilik-kaslılık durumu ve kaburgalar üzerindeki yağlılık düzeyi önemli değerlendirme noktalarıdır (Şekil 3).



Şekil 1. Koyun karkaslarının konformasyon durumlarına göre sınıflandırılması (Powdrill, 2016a; Powdrill, 2016b; Yeomans, 2016).



Şekil 2. Koyun karkaslarının yağlanma durumlarına göre sınıflandırılması (Anonim, 2016b; Powdrill, 2016a).



Şekil 3. Koyun karkasında bel bölgesi ve kaburgaların yağlılık durumu (Arthur, 1999; Anonim, 2016e)

Çizelge 7. Koyun karkaslarının EUROP sistemine göre konformasyon sınıflandırması (Çilek, 2008).

| Konformasyon Sınıfları | Gözlem Yeri | Bulgular |
|-------------------------------|-------------|---|
| Süper (superior) S | But | Kas gelişimi iyi, profiller aşırı şekilde konveks |
| | Bel | Aşırı şekilde konveks, aşırı şekilde geniş ve kalın |
| | Omuz | Aşırı şekilde konveks ve kalın |
| Mükemmel (Excellent) E | But | Çok kalın, profiller çok konveks |
| | Bel | Bel çok konveks, çok geniş, omuzlardan daha kalın |
| | Omuz | Çok konveks, kalın |
| Çok iyi (very good) U | But | Kalın, profiller daha kalın |
| | Bel | Geniş, omuzlardan daha kalın |
| | Omuz | Kalın, konveks |
| İyi (good) R | But | Profiller düz |
| | Bel | Kalın, omuzdan daha az geniş |
| | Omuz | İyi gelişmiş fakat daha az kalın |
| Orta (fair) O | But | Nispeten konkava meyillidir |
| | Bel | Genişlik ve kalınlık az |
| | Omuz | Kalınlığı az |
| Zayıf (poor) P | But | Profiller konkavdan çok konkava değişir |
| | Bel | Dar, kemik görünümlü, konkav |
| | Omuz | Dar, düz kemikler görünür |

Çizelge 8. Koyun karkaslarının EUROP sistemine göre yağlılık sınıflandırması (Çilek, 2008; Anonim, 2016b; Anonim, 2016d).

| Yağ Sınıfı | Gözlem Yeri | Bulgular | |
|-------------------------------|-------------|---|---|
| 1 Düşük | Dış | Yağ ve yağ izi yoktur. | |
| | İç | Karın | Böbreklerde yağ izi ve yağ görülmez. |
| | | Göğüs | Kaburgalar arasında yağ ve yağ izi yoktur. |
| 2 İnce | Dış | İnce yağ tabakası karkası kısmen kaplar fakat ayaklarda daha az belirgindir. | |
| | İç | Karın | Böbrekler kısmen ince yağ tabakası ya da yağ izi ile kaplıdır. |
| | | Göğüs | Kaburgalar arasında kaslar net olarak görülebilir. |
| 3 Ortalama | Dış | İnce bir yağ tabakası karkasın hepsini ya da çoğunluğunu kaplar, yağın kalınlığı butta daha azdır. | |
| | İç | Karın | Böbreğin tüm yüzeyi ince yağ tabakası ile kaplıdır. |
| | | Göğüs | Kaslar iki kaburga arasında görülebilir. |
| 4 Yüksek | Dış | Karkas yüzeyinin çoğu kalın bir yağ tabakası ile kaplıdır. Bu yağ tabakası ayaklarda daha ince, omuzda daha kalın olabilir. | |
| | İç | Karın | Böbrekler yağ ile kaplıdır. |
| | | Göğüs | Kaburgalar arası kasa, yağ infiltre olmuştur. Kaburgalarda yağ kitlesi görülebilir. |
| 5 Çok yüksek | Dış | Vücut çok kalın yağ tabakası ile kaplıdır. | |
| | İç | Karın | Böbrek kalın yağ tabakası ile kaplıdır. |
| | | Göğüs | Kaburgalar arası kasa yağ infiltre olmuştur. Kaburgalar üzerinde yağ görülebilir. |

Karkas Kalitesinin Değerlendirilmesinde Görüntü İşleme Tekniğinin (VIA) Kullanımı

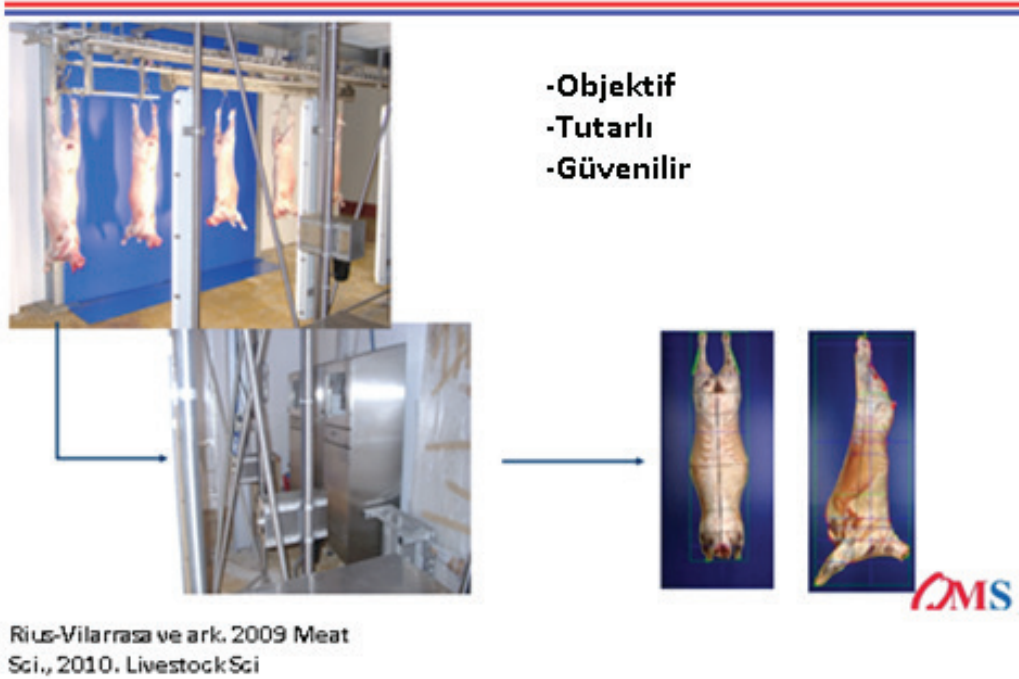
Günümüzde, öznel değerlendirmeye dayalı karkas sınıflandırma yöntemlerinde olası hataları giderebilmek, daha hızlı ve doğru şekilde karkas kalitesini ortaya koymak amacıyla bazı AB ülkelerinde lisanslı otomatik karkas derecelendirme teknolojileri kullanılmaktadır. Otomatik karkas sınıflandırma yardımıyla karkas ve etle ilgili daha ayrıntılı ve tutarlı bilgiler elde edilebilmektedir. Bu şekilde karkasın değeri daha kesin şekilde belirlenebilmektedir. Ancak, pahalı olması, az sayıda kesim yapılan işletmeler için uygun olmayışı ve pazar koşullarında elle ve otomatik olarak yapılan değerlendirmeler arasında yaşanan farklılıklar gibi dezavantajlar oluşabilmektedir (Anonim, 2014). Sınıflandırma işlemi, bu iş için yetiştirilen lisanslı personel ya da lisanslı VISA yazılımına sahip makinelerle de yapılabilmektedir (European Union, 2008). Bu amaçla karkas sınıflandırma işleminde Karkas Video Görüntü Analizi (Carcass Video Imaging Analysis =VIA) veya Video Görüntü Tarama ve Analizi (Video Image Scanning and Analysis =VISA) sistemleri kullanılmaktadır

(Şekil 4, 5). Bu sistemler, karkasın ekonomik değerini belirleyen satılabilir et oranını ortaya koyarak hata payı düşük sonuçlar vermektedir. Satılabilir et miktarı, karkastan elde edilen yağsız et + biraz yağ ve kemik miktarı şeklinde ifade edilmekte olup, satılabilir et miktarı/karkas ağırlığı x 100 formülü ile hesaplanabilmektedir (Craigie et al., 2013).

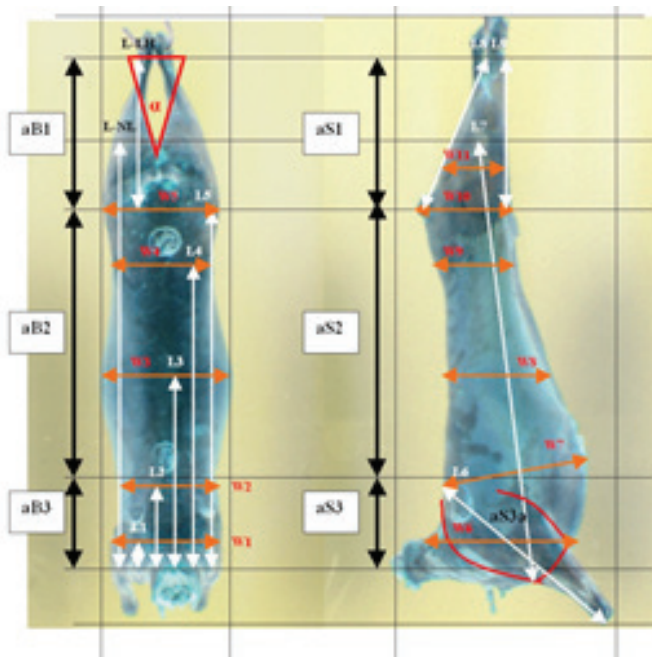
Bu kapsamda, değişik ülkelerde koyun karkaslarının kalitesini daha doğru, hızlı, objektif şekilde ve ekonomik olarak belirlemek veya tahmin etmek amacıyla farklı teknolojik niteliklere sahip uygulamalar yapılmaktadır. Özellikle, Yeni Zelanda’da kuzu karkas değerlendirmesi için VIA taraması, yaygın olarak kullanılmaktadır. Fransa’da, Normaclass adıyla yeni bir kuzu karkas VIA sistemi de tasarlanmıştır. Ayrıca, bilgisayarlı tomografi (Computer tomography=CT) ölçümleri ve tekrarlama derecesi, tutarlılığı ve doğruluğu daha yüksek, sübjektif değerlendirme yerine daha objektif bir değerlendirme yapabilen ve karkasın kompozisyonunu tahmin eden bir metot olarak E + V Technology GmbH (<http://www.eplusv.de/>) tarafından “E+V lamb VIA” geliştirilmiştir (Craigie et al., 2013).

VIA standart sınıflandırma sistemine göre bazı avantajlara sahiptir. Bunlar, her şeyden önce sistemin oldukça objektif, tutarlı ve çoğaltılabilir nitelikte olması, EUROP değerini tahmin edebilme kabiliyeti bulunması (tüm karkasın satılabilir et verimini ve bazı değerli parça etlerin verimlerini), işgücü tasarrufu sağlaması, otomatik veri toplama ve elektronik kimliklendirme (EI)

imkânları sunması şeklinde sıralanabilir. Ayrıca, VIA kullanımı, karkas değerlendirme sürecinde objektifliği ve tutarlılığı artırır. Karkasın değerlendirilmesi sırasında sınıflandırma yapan kişilerin elde ettiği bilgilerden çok daha fazlasını VIA ile sağlamak mümkündür. Koyunlarda VIA'da belirlenen özelliklerin kalıtım derecesi orta düzeydedir.



Şekil 4. E + V kuzu VIA sistemi (Craigie et al., 2013).



VIA gibi yöntemlerin avantajları yanında bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Şöyle ki; bu VIA sisteminin kurulması için kesim yerlerinde uygun ve yeterli genişlikte alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Henüz karkasın bazı parçalarına ait özellikleri tahmin etmede yeterli görünmemektedir (özellikle bel ve fileto kısımları gibi). Bu sistemin direk verim tahminlerini gerçekleştirebilen bir yöntem olarak geliştirilip geliştirilemeyeceği henüz bilinmemektedir. Halen VIA sisteminin bazı eksiklikleri ve uygulamada bazı zorlukları bulunmaktadır. Bunlar; karkasta etin traşlanmasındaki (trim edilmesindeki) farklılıklar, satılabilir et veriminde de değişimlere yol açabilmektedir. Konformasyon ve yağlılık düzeyi karkas değerlendirmesi için önemini korumakta ve bu sistem ile yağlılık sınıfı tahminleri genellikle konformasyon tahminlerinden daha zayıf düzeyde yapılabilmektedir (Craigie et al., 2013).

Türkiye'de Koyun Karkaslarının Kalite Değerlendirmesi

Türkiye'de kasaplık hayvanlar, canlı ağırlıkları üzerinden değil, sahip oldukları sıcak karkas ağırlıkları üzerinden borsa piyasasında satılmaktadır. Dolayısıyla, yetiştirici kesimden sonra ortaya çıkacak olan karkas ağırlığına göre beslediği hayvanının parasını almaktadır. Bunlara ek olarak, Türkiye'nin kırmızı et sanayinde kesim standardı ile beraber yeterli düzeyde ve uygun bir karkas değerlendirme işlemi yapılamamakta, hayvansal ürün tüketiminde kalite-fiyat ilişkisi yeterince kurulamamaktadır. Bu durum özellikle piyasa koşullarında haksız rekabete yol açmaktadır (Anonim, 2011).

Türkiye'de pratikte kalite-fiyat ilişkisi kapsamında uygulamada olan belirli bir karkas sınıflandırma şeması olmamakla birlikte, Türk Standartları Enstitüsü'nün kasaplık hayvanlar için belirlediği bir çizelge bulunmaktadır (Çizelge 9). Ancak bu standartlar halen uygulamada rutin olarak kullanılmamaktadır. Buna karşılık gelişmiş ülkelerde her hayvan satıcısı, hayvanların hangi kalite sınıfına girdiğini bilmekte ve bunlara göre fiyat talep etmektedir. Türkiye'de ise aynı kalite sınıfına giren hayvanların bir arada bulmakta bile sorun

yaşanmaktadır.

Türkiye'de 1975 yılında kasaplık büyük ve küçük baş hayvan gövde etleri hakkında standart yayınlanmış, bu standartlar 1979'da tekrarlanmış ve 1990'da sahada uygulamaya yönelik standartlar olarak kabul edilmiştir. Ancak; oluşturulan bu standartların serbest piyasada uygulanmasını zorunlu kılacak herhangi bir yasal düzenleme yapılmaması ve uluslararası ticarete yaygın olarak kullanılan sistemlerle ortak bir yapı içermemesi nedeniyle birtakım olumsuzluklar taşımaktadır.

Türkiye'de koyun karkaslarının kalite sınıflandırması ve buna göre piyasada fiyatlandırılmasına geçildiği takdirde üreticilerin, kesimhane veya mezbaha işletmesi sahiplerinin ve tüketicilerin birer paydaş olarak kaliteli, karlı, adaletli ve sağlıklı bir üretim, kesim ve tüketim yapmalarına imkân sağlanmış olabilecektir. Ayrıca, ülkeler arasında ortak bir kalite standardı oluşturulacağından, bu konuyla ilgili ticari alandaki mevcut olumsuzlukların da ortadan kaldırılması mümkün olacaktır. Oluşturulacak sistem yüksek kaliteli karkas üretimini özendirmek için devlet tarafından yapılacak teşvik uygulamalarının daha etkin ve sağlıklı yürütülmesini sağlayarak, muhtemel haksızlıkları ortadan kaldıracaktır.

Koyun karkaslarının kalitesine göre fiyatlandırılması için uygulanacak sistemin sağlayacağı yararlar göz önüne alındığında, Türkiye'de koyun karkaslarının kaliteye göre sınıflandırılması ve fiyatlandırılmasıyla ilgili yasal düzenlemelerin yapılması ve uygulamaya geçilmesi gecikmiş bir konudur. Türkiye'de konuyla ilgili mevcut uygulamada var olan bu olumsuzlukları gidermek amacıyla, Nisan-2016 tarihinde Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı bünyesinde, bir komisyon oluşturulmuş, koyun ve sığır karkaslarının kalitesine göre sınıflandırılmasına yönelik çalışmalar başlatılmıştır. Bu komisyon, Türkiye'de uygulanabilecek en uygun karkas değerlendirme sisteminin belirlenmesi ve bununla ilgili gerekli mevzuat ve hazırlıkların yapılmasına yönelik hazırlıklarını sürdürmektedir (Anonim, 2016c).

Çizelge 9. Türk Standartları Enstitüsü'ne göre kasaplık koyunların sınıfları ve özellikleri (Akçapınar ve Özbeyaz, 1999).

| Gruplar | Özellikler |
|--------------------------|--|
| Kasaplık kuzular | 6-26 haftalık yaşlardaki erkek ve dişi kuzulardır. Yaş ve beslenme durumuna göre süt ve ot kuzusu; gelişme durumuna göre tam gelişmiş, gelişmiş, az gelişmiş ve gelişmemiş olarak değerlendirilir. |
| Süt kuzusu | Ana sütü ve uygun ilave yemle büyütülmüş, 6-10 haftalık yaşlardaki sağlıklı erkek ve dişi süt kuzularıdır. Ekstra (SA); gelişmiş, yağsız, en az 20 kg 1. sınıf (SB); gelişmiş az yağlı, en az 24 kg 2. sınıf (SC); az gelişmiş, en az 16 kg |
| Ot kuzusu | 6 haftasını tamamlamış, süttten kesilmiş, ot ve diğer yemlerle büyütülmüş, sağlıklı erkek ve dişi kuzulardır. Ekstra (OA); gelişmiş, az yağlı, en az 24 kg 1. sınıf (OB); gelişmiş, az yağlı, en az 28 kg 2. sınıf (OC) az gelişmiş, en az 20 kg 3. sınıf (OD): üst sınıflara giremeyenler |
| Kasaplık koyunlar | 6 aylıktan büyük erkek ve dişi koyunları kapsamaktadır. Yaş ve cinsiyetine göre toklu, şişek, öveç, marya ve koç olarak sınıflandırılırken, gelişme ve besi durumlarına göre tam besili, besili, orta besili, az besili olarak değerlendirilir. |
| Toklu | 6-12 aylık yaşta, sağlıklı erkek ve dişi genç koyunlardır. Ekstra (A); tam besili, 24-42 kg 1. sınıf (B); tam besili veya besili, 30-58 kg 2. sınıf (C); besili veya orta besili, en az 28 kg 3. sınıf (D); az besili ve üst sınıflara giremeyenler |
| Şişek | 12-24 aylık yaşta, sağlıklı erkek ve dişi koyunlardır. Ekstra (A); tam besili, 35-46 kg 1. sınıf (B); tam besili veya besili, 38 kg'den fazla 2. sınıf (C); besili veya orta besili, 38 kg'den az 3. sınıf (D); az besili veya üst sınıflara giremeyenler |
| Öveç | 24 aylıktan büyük, kastre edilmiş sağlıklı erkek koyunlardır. 1. sınıf (B); tam besili, 40-52 kg 2. sınıf (C); tam besili veya besili, 44 kg'den fazla 3. sınıf (D); az besili veya üst sınıflara giremeyenler |
| Marya | 24 aylıktan büyük ve damızlık dışı bırakılmış sağlıklı dişi koyunlardır. 1. sınıf (B); tam besili, 40-52 kg 2. sınıf (C); tam besili veya besili, 38-44 kg 3. sınıf (D); orta veya az besili, üst sınıflara giremeyenler |
| Koç | 24 aylıktan büyük, damızlık dışı bırakılmış sağlıklı erkek koyunlardır. 1. sınıf (B); tam besili, 48-60 kg 2. sınıf (C); tam besili veya besili, 45 kg'den fazla 3. sınıf (D); az besili ve üst sınıflara giremeyenler |

Türkiye'de karkas kalite değerlendirmesine uygulanacak en doğru sistemin belirlenmesi için, her şeyden önce konunun önemi ve Türkiye'de kesilen koyun cinsi hayvanların ırkları dikkate alınarak, detaylı araştırmalar yapılması ve uygun veri setinin oluşturulması gerekmektedir. Bu bağlamda, Türkiye'de mezbaha koşullarında kesilen koyunların EUROP karkas sınıflandırma sistemindeki yerini belirlemek için 2010 yılında yapılan sadece bir araştırma mevcuttur. Bu araştırma kapsamına 1551 baş koyun dahil edilmiştir. Araştırma bulgularına göre mezbahalarda kesilen koyun karkaslarının ağırlıkları: 5,46-24,65 kg arasında, %38,3'ü 13 kg'nin altında, %29,2'si 13-15 kg arasında, %32,5'i ise 15 kg'nin üzerinde saptanmıştır. Bu çalışmada, karkaslara ait yapılan kalite sınıflandırması sonucuna göre; karkasların %0,2'si E (mükemmel), %11'i U (çok iyi), %48'i R (iyi), %28,7'si O (orta), %12,1'i P (kötü) olarak tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada bu karkasların yağlılık açısından yapılan değerlendirmesinde; karkasların %1'den daha azı 1 (yağsız), %5'i 2 (az yağla örtülü), %32'si 3 (orta), %42'si 4 (yağlı) ve %20'si 5 (çok yağlı) olarak belirlenmiştir. Ayrıca, Türkiye'de EUROP sınıflandırma şablonuna göre değerlendirilen Akkaraman ırkı R sınıfı karkasa sahipken, Morkaraman, Sakız, Kıvırcık x Sakız R'ye yakın, Kıvırcık, İvesi, Hemşin R'nin altında karkasa sahip olarak belirlenmiştir. Yağlanma bakımından en yağlı karkasa Hemşin (4+) sahipken, diğer ırklarda yağ sınıfı 3 ve üzeridir. Aynı zamanda Kıvırcık x Sakız ve İvesi' de kabuk yağı rengi beyaza yakın iken Hemşinlerde yağ rengi kreme yakın olarak tespit edilmiştir (Önenç et al., 2009).

SONUÇ

Türkiye'de koyun karkaslarının kalitesine göre sınıflandırılması amacıyla Türk Standartları Enstitüsü

KAYNAKLAR

- AHDB Industry Consulting, 2014. Review of the EU Carcase Classification System for Beef and Sheep. <http://archive.defra.gov.uk/evidence/economics/foodfarm/reports/carcaseclassification/Full%20Version.pdf>. (Erişim 18.01.2016).
- Akçapınar H, Özbeyaz C, 1999. Hayvan Yetiştiriciliği Temel Bilgileri. Kariyer Matbaacılık Ltd Şti, Ankara.
- Anonim, 2011. Kırmızı Et Sektörü Komisyonu Çalışma Sonuç Raporu, AB Uyum Sürecinde Türkiye Hayvancılık Kongresi, 20-22 Ekim 2011, Ankara.

(TSE) tarafından bir standardizasyon çalışması yapılmış olmasına rağmen; mecburi olmayan bu uygulama nedeniyle bahsi geçen standartlar bile sahada gerektiği ölçüde kullanılmamaktadır. Oysa günümüzde koyun karkaslarının AB'de daha kapsamlı ve ayrıntılı EUROP sistemine göre değerlendirilmesi yaygın ve geçerli bir uygulamadır. AB müktesebatına uyum sürecinde olan Türkiye için halen koyun karkaslarında morfolojik ölçü, ağırlık, etlenme ve yağlanma durumu, et kalitesi ve kabuk yağı kalınlığı özelliklerini tanımlayacak ve bu özelliklere göre fiyatlandırma yapılmasını sağlayacak EUROP gibi bir sisteme geçilmemiş olması önemli bir eksikliklerdir. Bu nedenle mezbaha koşullarında kesilen koyunların ve elde edilen karkasların ilgili parametreleri içeren biçimde sınıflandırılması hem kaliteye göre fiyat oluşturmak hem de daha kaliteli koyun yetiştirmek için önem arz etmektedir. AB'de uygulanmakta olan S-EUROP karkas değerlendirme sisteminin, en azından şu an için Türkiye'de kullanılabilir iyi bir sistem olacağı ancak bununla birlikte Türkiye koşulları dikkate alınıp, dünyada kullanılan başka karkas derecelendirme sistemleri de incelenerek en uygun sistemin geliştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

Sonuç olarak, Türkiye'de koyun karkaslarının değerlendirilmesinde, kaliteye göre fiyatlandırma yapılan EUROP veya benzer bir değerlendirme sistemine geçilmesi, Türkiye'nin hayvan ve hayvansal ürün potansiyeli içerisinde önemli bir yeri olan koyunların istenilen standartlarda yetiştirilmesine, yetiştiricilerin daha fazla kar elde etmesine, üründe kalite çeşitliliğine katkı sağlayacaktır. Dolayısıyla da piyasaların ve tüketicilerin tercihlerine göre istedikleri ürünlere ulaşabilmesi mümkün olabilecektir. Ayrıca, bu alanda uluslar arası düzeyde kabul gören bir kalite standart sağlanarak, ticarete istenilen zorunluluklar yerine getirilmiş olacaktır.

- Anonim, 2014. Beef, pig and sheep carcass classification and price reporting in the EU. <http://docplayer.net/22816841-Beef-pig-and-sheep-carcass-classification-and-price-reporting-in-the-european-union-european-commission-unit-c3-dg-agri-brussels-19-march-2014.html>. (Erişim 22.11.2016).
- Anonim, 2016a. Carcase Classification. <http://www.teagasc.ie/faol/NR/rdonlyres/0279BFE9-BCD5-49C5-A365-EF7F6B95FA96/60/CarcaseClassification.pdf>. (Erişim 22.01.2016).
- Anonim, 2016b. Carcase Classification Lamb. http://hccmpw.org.uk/market_prices/industryinformation/carcaseclassification-lamb/. (Erişim 18.01.2016).

- Anonim, 2016c. Et Fiyatlarında Derecelendirme Dönemi. [http://www.netkapital.com/gida/ et- fiyatlarında- derecelendirme-](http://www.netkapital.com/gida/et- fiyatlarında- derecelendirme-) (Erişim 18.01.2016).
- Anonim, 2016d. Koyun Karkaslarının Sınıflandırılması Yönetmelik Taslağı, <http://www.kasaplarfederasyonu.org.tr/tebligler/> (Erişim 01.12.2016).
- Anonim, 2016e. Lamb. <http://www.dunbiafarmers.com/Lamb-Grading.aspx>. (Erişim 18.01.2016).
- Anonim, 2016f. The Basis of Sheep Breeding, Meat Production in Sheep. http://web2.Mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=6007&typ=html. (Erişim 29.03.2016).
- Arthur L, Brett K, Suzy C, 1999. Lamb Carcasses Evaluation. <http://ag.ansc.purdue.edu/sheep/ansc442/semprojs/carcass/442.htm>. (Erişim 02.12.2016).
- Craigie CR, Bunge L, Roehe R, Morris ST, Purchas RW, Ross DW, Maltin CA, 2013. Video imageanalysis for meat yield - opportunities and challenges for value-based marketing of sheep and beef carcasses. 64. Annual Meeting of the European Federation of Animal Science. August 26-30.2013, Nantes, Fransa.
- Çilek S. Avrupa Birliği ülkelerinde koyun karkaslarının derecelendirmesinde s/europ sınıflandırma sisteminin kullanılması. Türkiye 10. Gıda Kongresi. 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- De Boer H, Dumont BL, Pomeroy RW, Weniger JH, 1974. Manual on E.A.A.P. Reference methods for the assessment of carcass characteristics in cattle. *Livest Prod Sci*, 1: 151-164.
- European Union, 1981. Adopting Additional Provisions for the Application of the Community Scale for the Classification of Carcasses of Adult Bovine Animals. Council Regulation (EC) No 2930/81 of 12 October 1981, Official Journal of the European Union, L293: 6-7.
- European Union, 1991. Determining the Community Scale for The Classification of Carcasses of Adult Bovine Animals. Council Regulation (EC) No 1026/91 of 22 April 1991 Amending Regulation (EEC) No 1208/81 Official Journal of the European Union, L106: 2-3.
- European Union, 2002. Council Regulation (EC) No 2137/92 concerning the Community scale for the classification of carcasses of ovine animals. Report from the Commission to the Council, Com (2002) 295 final, Brussels.
- European Union, 2006. Council Regulation (EC) No 1183/2006 of 24 July 2006 concerning the Community scale for the classification of carcasses of adult bovine animals (codified version). Official Journal of the European Union, L214/1: 1-6.
- European Union, 2008. Commission Regulation (EC). No: EU1249/2008. Official Journal of the European Union. L 337/3-30.
- Lazzaroni C, Gigli S, Gabiña D, 2007. Evaluation of Carcass and Meat Quality in Cattle and Sheep. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Miguel E, Onega E, Cañeque V, Velasco S, Díaz MT, Lauzurica S, Pérez C, Blázquez B, Ruiz de Huidobro F, 2003. Carcass classification in suckling lambs. Discrimination ability of the European Union scale. *Meat Sci*, 63: 107-117.
- Öneç A, 2004. A comparison of Holstein Friesian, Brown Swiss and Eastern Anatolian Red Cattle slaughtered in Turkey for carcass conformation and fatness in SEUROP system. *Czech J Anim Sci*, 49:169-176.
- Öneç A, Taşkın T, Kayaardı S, Özdoğan M, Kargın Kırıl F, Akşit , Ünlü B, 2009. Türkiye’de yaygın olarak kesilen sığır ve koyun ırklarının karkas ve et kalitelerinin Avrupa Birliğinde uygulanan EUROP sınıflandırma sisteminde tanımlanması üzerine bir araştırma, Proje No: Tübitak 106O722, İzmir.
- Pena F., Cano T, Domenech V, Alcalde Ma.J., Martos J, Garc’ia-Martinez A, Herrera M., Rodero E, 2005. Influence of sex, slaughter weight and carcass weight on “non-carcass” and carcass quality in segureña lambs, *Small Rumin Res*, 60: 247-254.
- Pipek P, Haberl A, Jelenikova J, 2003. Influence of slaughterhouse handling on the quality of beef carcasses, *Czech J Anim Sci*, 48: 371-378.
- Powdrill S, 2016a. Sheep Carcase Classification for the Meat Industry. <http://www.mlcs.co.uk/publications/Sheep-carcass-classification.pdf>. (Erişim 01.12.2016).
- Powdrill S, 2016b. Understanding Lambs & Carcasses for Better Returns. http://beefandlamb.ahdb.org.uk/wp/wpcontent/uploads/2013/07/brp_1_Understanding_lamb_carcasses25713.pdf. (Erişim 08.01.2016).
- Russo C, Prezioso G, Verita P, 2003. EU carcass classification system: carcass and meat quality in light lambs. *Meat Sci*, 64: 411-416.
- Sañudo C, Alfonso M, Sánchez A, Delfa R, Teixeira A, 2000. Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system. *Meat Sci*, 56: 89-94.
- Yeomans J, 2016. Developments in Carcase Classification of Beef and Lamb. http://www.nuffieldinternational.org/rep_pdf/1255359445John_Yeoman_Nuffield_Report.pdf. (Erişim 29.03.2016).