

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



IĞDIR ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (FBED)

Journal of the Institute of Science and Technology (JIST)

(Uluslararası Hakemli Dergi / *International Peer Reviewed Journal*)

ISSN 2146-0574

Veri Tabanı / Indexed by

EBSCO, TUBİTAK-ULAKBİM

Sahibi / Owner

Prof. Dr. Murad Aydın ŞANDA

Rektör / *Rector*

Sorumlu Müdür / Director

Yrd. Doç. Dr. Bahri GÜR / *Assist. Prof. Dr. Bahri GÜR*

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

Baş Editör / Editor in Chief

Yrd. Doç. Dr. Süleyman TEMEL / *Assist. Prof. Dr. Süleyman TEMEL*

Yardımcı Editörler / Associate Editors

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

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

Yayın Komisyonu / Publication Committee

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

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

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

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

Tasarım / Design - Baskı / Printing

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

- Yrd. Doç. Dr. Ersin GÜLSOY, Bahçe Bitkileri,
İğdır Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Mücahit PEHLUVAN, Bahçe Bitkileri,
İğdır Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Prof. Dr. Ahmet ULUDAĞ, Bitki Koruma,
Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK, Bitki Koruma,
İğdır Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Tuba GENÇ KESİMCİ, Bitki Koruma,
İğdır Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Prof. Dr. Murad Aydın ŞANDA, Biyoloji,
İğdır Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Prof. Dr. Ümit İNCEKARA, Biyoloji,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Hakan KİBAR, Biyosistem,
Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Aysun ALTİKAT, Çevre Mühendisliği,
İğdır Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Züleyha BİNGÜL, Çevre Mühendisliği,
İğdır Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Prof. Dr. Genber KERİMLİ, Elektrik-Elektronik Mühendisliği,
İğdır Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Adem KOÇYİĞİT, Elektrik-Elektronik Müh.,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. İkram ORAK, Fizik,
Bingöl Üniversitesi, Bingöl, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Barış YALINKILIÇ, Gıda Müh.,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Prof. Dr. Devlet ÇIRAĞOĞLU, İnşaat Mühendisliği,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Muhammed Yasin ÇODUR, İnşaat Mühendisliği,
Erzurum Teknik Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Prof. Dr. Emin ERDEM, Kimya,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Servet AŞKIN, Kimya,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Ferhat KAYA, Makine Mühendisliği,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Alkan ÖZKAN, 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
- Prof. Dr. Deniz ÇOBAN, Su Ürünleri,
Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye

- Yrd. Doç. Dr. İknur MERİÇ, Su Ürünleri,
Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Yakup Erdal ERTÜRK, Tarım Ekonomisi,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Doç. Dr. Bilal KESKİN, Tarla Bitkileri,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. 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. Uğur ŞİMŞEK, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Doç. Dr. Eser Kemal GÜRCAN, Zootekni,
Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, 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. Ali KAYGISIZ, Zootekni Bölümü,
Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye

Prof. Dr. Ekmel TEKİNTAŞ, Bahçe Bitkileri
Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye

Prof. Dr. Emrah SUR, Histoloji-Embriyoloji ABD
Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye

Prof. Dr. Erdal ELKOCA, Tarla Bitkileri
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

Prof. Dr. Ersin KIVRAK, Eğitim Fakültesi
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon, Türkiye

Prof. Dr. Fahri SÖNMEZ, Tarla Bitkileri
Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye

Prof. Dr. İrfan TERZİ, Biyoloji
Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, Türkiye

Prof. Dr. Mehmet Ülker, Tarla Bitkileri
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye

Prof. Dr. Mevlüt TÜRK, Tarla Bitkileri
Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye

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

Prof. Dr. Necmi İŞLER, Tarla Bitkileri
Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, Türkiye

Prof. Dr. Sedat KARAMAN, Biyosistem Mühendisliği
Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye

Doç. Dr. Arzu Ala GÖRMEZ, Moleküler Biyoloji ve Genetik
Erzurum Teknik Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

Doç. Dr. Doğan NARİNC, Veteriner Fakültesi
Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye

Doç. Dr. Ersen Aydın YAĞMUR, Fen Edebiyat Fakültesi
Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye

Doç. Dr. Ferhat MURADOĞLU, Bahçe Bitkileri
Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye

Doç. Dr. İsmail SEZER, Tarla Bitkileri,
Ondokuzmayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye

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

Doç. Dr. Mustafa SÜRMEK, Tarla Bitkileri
Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye

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

Doç. Dr. Recep LİMAN, Moleküler Biyoloji
Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye

Doç. Dr. Rıdvan POLAT, Espiye MYO
Giresun Üniversitesi, Giresun, Türkiye

Doç. Dr. Yalçın Şevki YILDIZ, Çevre Mühendisliği
Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Adem KOÇYİĞİT, Makine Mühendisliği
İğdır Üniversitesi, İğdir, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Ahmet BATTAL, Sınıf Öğretmenliği
Muş Alparslan Üniversitesi, Muş, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Ahmet Refik ÖNAL, Zootekni
Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye

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

Yrd. Doç. Dr. Bahri GÜR, Sağlık Hizmetleri MYO
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Bülent YORULMAZ, Biyoloji
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Çağrı Özgür ÖZKAN, Zootekni
Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Fatma EKMEKYAPAR, Çevre Mühendisliği
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Hakkı AKDENİZ, Tarla Bitkileri
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Hülya HOŞGÖREN, Biyoloji
Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. İlhan ÇELİK, Makine Mühendisliği
Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane, Türkiye

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

Yrd. Doç. Dr. İsmail ULGER, Zootekni
Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Kadir Ersin TEMİZEL, Tarımsal Yapılar ve
Sulama
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Kamil Emre GERÇEKASLAN, Gıda
Mühendisliği
Nevşehir Hacı Bektaş Üniversitesi, Nevşehir, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Mesude Figen DÖNMEZ, Bitki Koruma
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Peiman MOLAEİ, Bitki Koruma
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye

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

Yrd. Doç. Dr. Süleyman TEMEL, Tarla Bitkileri
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Tamer YAVUZ, Tarla Bitkileri
Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Selçuk Kaplan, Zootekni
Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Nurgül ARISOY, Peyzaj Mimarlığı
Selçuk Üniversitesi, Konya Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Sertaç GÜNGÖR, Peyzaj Mimarlığı
Selçuk Üniversitesi, Konya Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Yakup ŞENYÜZ, Biyoloji bölümü
Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, Türkiye

Handan YILDIZ
İğdir Üniversitesi Rektörlük, İğdir, 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.

IĞDIR 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

Ceviz ve İçerdiği Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı Açısından Önemi Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar
The Important in Terms of Human Health of the Walnut and the Fatty Acids and Some Studies on This Subject
Mikdat ŞİMŞEK, Ersin GÜLSOY

9

Biyoloji / Biology

Tavuk Yumurtası Mikronükleus Testi
Hen's Egg Test For Micronucleus Induction (HET-MN)
Haluk ÖZPARLAK, Bülent ÇELİK

17

Contribution of the Knowledge of the Families Acrididae and Gryllidae (Orthoptera: Insecta) of Harput Region (Elazığ/Turkey)
Harput (Elazığ/Türkiye) Bölgesi Acrididae ve Gryllidae Familyaları (Orthoptera: Insecta) Bilgisine Katkılar
İnanç ÖZGEN, Evgeniy TERSKOV, Akın TEMİZER

29

Cuscuta babylonica Aucher (küsüt) parazitliğinin *Carthamus glaucus* Bieb.subsp. *glaucus*'un Fenolik İçeriği Üzerine Etkisi
The effect of Cuscuta babylonica Aucher (Cuscuta) parasitism on the phenolic contents of Carthamus glaucus Bieb.subsp. glaucus
Hilal SURMUŞ ASAN, Hasan Çetin ÖZEN

31

Kahramanmaraş İl Merkezi Semt Pazarlarında Satılan Bitkiler Hakkında Etnobotanik Araştırmalar
An Ethnobotanical Study of wild plants sold in district bazaar in Kahramanmaras
Yusuf Ziya KOCABAŞ, Osman GEDİK

41

Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering

Depolama Yapılarında Duvar Basınçlarının Belirlenmesinde Kuramsal Yaklaşımlar
Theoretical Approaches in The Determination of Wall Pressures in Storage Structures
Hakan KİBAR, Turgut ÖZTÜRK

51

Çevre Mühendisliği / Environment Engineering

Evsel Atıksu Arıtma Çamurlarının Termal Kurutma-Yakma Prosesi ile Uzaklaştırılmasında Arıtma Verimi-Enerji İlişkisinin İncelenmesi
Domestic Wastewater Treatment Sludge Disposal with The Combustion Process of The Thermal Drying- incineration Efficiency Investigation of The Relationship Between Energy
Şahset İRDEMEZ, Alper Erdem YILMAZ, Eyüp ANLATICI

65

Elektrik ve Enerji / Electric and Energy

Synthesis of Ceramic Particles (Al_2O_3 and TiB_2) in Aluminum Matrix
Synthesis of Ceramic Particles (Al_2O_3 and TiB_2) in Aluminum Matrix
Metin ÖNAL, Mehmet GAVGALI

75

Genetik / Genetic

Yumuşak Çürüklük Etmeni *Bacillus pumilus* İzolatlarına Karşı Çakşır Otu (*Ferula communis*) Uçucu Yağ ve Ekstrelerinin Antibakteriyal Etkisi
The Effect of Volatile Oil and its extracts of Giant Fennel (Ferula communis) against Soft Rot (Bacillus pumilus isolates)
Fatih DADAŞOĞLU

83

Gıda Mühendisliği / Food Engineering

Uşkun Bitkisinin Bisküvi Üretiminde Fonksiyonel Bileşen Olarak Kullanımı
The Use of Rheum ribes as a Functional Ingredient in Biscuit Production
Hafsa DOĞAN, Raciye MERAL

91

Kimya Mühendisliği / Chemical Engineering

Bakteri Gideriminde Sonofotokatalitik Yöntemin Kullanımı
The Usage of Sonophotocatalytic Process for the Disinfection of Bacteria
Tuba YETİM

101

Peyzaj Mimarlığı / Landscape Architecture

109

Erzurum Kent Merkezinde Kitle Yeşil Alanların Hava Kalitesine Etkisi
Effect Of Large Green Areas On Air Quality In Center of Erzurum
Ahmet KOÇ, Sevgi YILMAZ, Emral MUTLU

Tarım Ekonomisi / Agricultural Economy

115

Iğdır İlinde Bal Üretim Maliyetinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma
A Survey On The Determination Of Honey Production Cost in Iğdır Province
İbrahim Hakkı KADİRHANOGULLARI, Köksal KARADAŞ, Murat KÜLEKÇİ

Tarla Bitkileri / Field Crops

121

Sakız Geveni (*Astragalus gummifer* L.)'nin Yıllık Besin İçeriğinde Meydana Gelen Değişimlerin Belirlenmesi
Determination of Changes Occurring Annual Nutritional Contents of Gum Tragacanth (Astragalus gummifer L.)
Uygar DEMİR, Bilal KESKİN

127

Sakız Geveni (*Astragalus gummifer* L.)'nin Taç İçi/Taç Dışı ve Farklı Toprak Derinliklerindeki Bazı Toprak Özellikleri
Some Soil Properties in Inside/Outside of Canopy and Different Soil Depth of Gum Tragacanth (Astragalus gummifer L.)
Uygar DEMİR, Bilal KESKİN

135

Van Şartlarında Toprak İşleme Tekniklerinin Arpanın Verimine ve Toprağın Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi
The Effects of Soil Cultivation- Systems on Barley Yields and Some Soil Physical Properties in Van
Mustafa YUR, İbrahim Hakkı YILMAZ

145

Iğdır Ovası Kuru Koşullarında Farklı Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşit ve Populasyonlarının Tohum Verimi ile Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi
Determination of Seed Yield and Some Agronomical Characteristics of Different Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Variety and Populations under Dry Conditions of Iğdır Plain
Ahmet Eren KIR, Süleyman TEMEL

155

Kıraç Koşullarda Yapay Mera Karışımlarının Verim ve Kalite Performansları
Yield and Quality Performances of Artificial Pasture Mixtures Under Dryland Conditions
Tamer YAVUZ, Yaşar KARADAĞ

Veterinerlik / Veterinary Medicine

165

Farklı İki Mikroalg (*Scenedesmus dimorphus*, *Chlorella vulgaris*) ve (*Saccharomyces cerevisiae*) ile Beslenen *Moina micrura* (Kurz, 1874)'nin Besin Alma Aktivitesi
The Feeding Activity of Moina Micrura (Kurz, 1874) (Cladocera) Fed with Two Different Microalgae Species (Chlorella Vulgaris, Scenedesmus dimorphus) and Saccharomyces Cerevisiae
Fatma CAF, Ayda TELLİOĞLU, Nurgül ŞEN ÖZDEMİR

Zootekni / Animal Science

171

Aspirin Yem Değeri ve Çiftlik Hayvanlarının Beslenmesinde Kullanılabilir Olanakları: I. Kanatlıların Beslenmesinde Kullanımı ve Etkileri
Feed Value of Safflower and the Possibilities of Using in Farm Animal Nutrition: I. The Using and Effects in Poultry Nutrition
Kasım ÖZEK

181

Olgunlaşma Döneminin Teff Otunun Potansiyel Besleme Değeri, Gaz ve Metan Üretimine Etkisi
Effect of Vegetative Stages on Potential Nutritive Value, Gas Production and Methane of Teff Hay
Mahmut KAPLAN, Özlem ÜKE, Hasan KALE, Sıraç YAVUZ, Özer KURT, Ali İhsan ATALAY

187

Süt İneklerinde Memenin Fenotipik Özelliği ve Süt Kalitesi Arasındaki İlişki
Relationship Between Udder Phenotypic Characteristics and Milk Quality in Dairy Cows
Jale METİN KIYICI, Mahmut KALİBER, Hasan Hüseyin UZKÜLEKÇİ, Abdullah Eren SEKMEN, Abdulkadir UZUNYOL, Ahmet GÜLÜNÇ

Ceviz ve İçerdiği Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı Açısından Önemi Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar

Mikdat ŞİMŞEK¹, Ersin GÜLSOY²

ÖZET: Sert kabuklu meyveler içinde yer alan ceviz (*Juglans regia* L.), içerdiği besin değeri ve insan sağlığı üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı günümüzde önemi giderek artan önemli bir meyve türüdür. Uzun yıllar süren bilimsel çalışmalar, cevizin insan vücudunu pozitif olarak etkileyen besin içerikleri ile yüklenmiş olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ceviz içeriğinde bulunan zengin omega-3 esaslı yağ asitlerinin sağlık açısından birçok faydaları tespit edilmiş ve bu yüzden, ceviz meyvesinin içerdiği yağ ve yağ asitleri konusunda pek çok araştırma yapılmıştır. Bu makale ceviz tüketiminin ve içerdiği yağ asitlerinin insan sağlığına faydaları konusunda yapılan bilimsel çalışma sonuçlarının derlenmesini amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Beslenme, ceviz, insan sağlığı, yağ asitleri

The Important in Terms of Human Health of the Walnut and the Fatty Acids and Some Studies on This Subject

ABSTRACT: Due to its positive effects on nutrient content and human health, walnut (*Juglans regia* L.) located in nuts is a special species which is increasingly important nowadays. The scientific studies that continue for many years have been revealing that it is loaded with rich nutrient content positively affecting human body of walnut. Due to high fat content this species is very nutritive. In particular, the rich omega-3 essential fatty acids of walnut content have many benefits in terms of the health. Therefore, many studies have been made on fat and fatty acids of walnut up to now. The aim of this article was to evaluate the results of scientific studies about walnut consumption and its fatty acid content on the benefits effects of human health.

Keywords: Walnut, fatty acids, human health, nutrition

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

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

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

GİRİŞ

Dünya’da yetiştiriciliği yapılan en eski sert kabuklu meyve türlerinde biri olan ceviz (*Juglans regia* L.) Türkiye’nin de birçok ilinde yetiştirilmektedir (Şen, 1986; Simsek, 2010; Akça, 2012;). Bu bağlamda ülkemiz, ceviz üretimi açısından yeryüzünün en önemli ülkeleri arasında yer almaktadır. 2012 yılı FAO verilerine göre dünya ceviz üretimi yaklaşık 3 458 045 ton gerçekleşmiştir. Dünya’da ceviz üretimi yapan ülkelerin üretim miktarları incelendiğinde, Çin, İran ve Amerika Birleşik Devletlerinin sırasıyla 1 700 000, 453 980 ve 420 000 tonluk üretimleriyle ilk üç sırayı paylaştığı, Türkiyenin ise 212 140 tonluk üretimi ile dördüncü sırada yer aldığı görülmektedir. (FAO, 2012).

Ceviz yetiştiriciliğinin Anadolu’da yaygın olmasının iki gerekçeden kaynaklandığı belirtilmektedir. Birincisi, Akdeniz ülkelerinde yaşayan insanların diyeti arasında önemli bir konuma sahip olması, ikincisi ise uzun süre depolanabilme özelliğinden dolayı insanoğlunun yaratılışından bu yana günlük diyetinin mühim bir parçası haline gelmiş olmasıdır (Amaral et al., 2003).

Milattan sonra on altıncı ve on yedinci yüzyıllarda pek çok bitki insanın beden azalarına benzetilmiş ve insanın beden azalarında vuku bulan hastalıkların tedavisinde değerlendirilmiştir. Bunların içinde önemli bir konuma sahip olan ceviz, baş rahatsızlıkların tedavisinden, hafızanın güçlenmesine, duygu, his ve heyecanın kontrol altına alınmasından bazı cilt hastalıklarının tedavisine kadar birçok hastalığın tedavisinde ilaç olarak işlev görmüştür. Özellikle, Asya kıtasında yaşayan insanların kültüründe ceviz halen beynin gıdası olarak tüketilmektedir (Ergun ve Sütyemez, 2008).

Son 30 yıldan beri yapılan araştırmalar; insanların beslenme alışkanlıkları ile hastalıklar ve sağlıklı yaşamaları arasında bir ilişki olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çok iyi bilinen bazı hastalıklarla beslenme arasındaki ilişkiler araştırılırken en fazla sorgulanan gıda bileşeni/gıda maddesi yağlar olmuştur. Örneğin, son yıllarda yürütülen araştırmalarda cevizdeki yağ asitlerinin doymuş veya doymamış yapıda olmaları, kolesterol ve esansiyel yağ asidi içerikleri gibi özellikler üzerinde durulmaktadır (Kayahan, 2009).

İnsan sağlığına oldukça yararlı olan ceviz, daha çok tekli doymamış yağları içermekle beraber, günlük yağ ihtiyacımızın bir parçası olan omega-3 ve omega-6 gibi çoklu doymamış yağ asitlerince de oldukça zengindir (Amaral et al., 2003). Bu bağlamda, Ceviz tiplerinin içerdikleri yağ asitleri üzerine yapılan bir araştırmada linoleik asit içeriği % 50.24–60.60 arasındaki değer ile en yüksek oranda belirlenmiş, bunu sırasıyla, % 20.70–28.33 arasındaki değer ile oleik asit ve % 10.93–15.04 arasındaki değer ile linolenik asit takip etmiştir. Ayrıca, çalışmada % 22.17–29.73 arasında tekli doymamış yağ asitleri ve % 4.00–7.86 arasında doymuş yağ asitleri elde edilmiştir (Simsek, 2016). Simopoulous, (2004) yaptığı bir çalışmada cevizde çoklu doymamış yağ asitlerinden Omega-3 ve Omega-6’nın sırasıyla 9.081g 100 g⁻¹ ve 38.095 g 100 g⁻¹ olduğunu bildirmiştir. Ceviz içi bileşiminde içerdiği yağ asitlerinden başka yağda çözünen vitaminlerden A ve E, suda çözünenlerden B1, B2, C, folik asit, pantotenik asit ve niasin, minerallerden; demir, magnezyum, bakır, çinko ve fosfor da içermektedir (Anonymous, 2005). Bu mineral maddelerin insan sağlığına pek çok faydaları bulunmaktadır. Araştırmalarda kalsiyumun diş ve kemik gelişmesinde önemli rolü olduğu; magnezyum yetersizliğinde hipertansiyon, koroner kalp hastalıkları, diyabet, astım ve migren ağrıları görüldüğü; çinkonun insan vücudunda bol miktarda bulunan besleyici elementlerden biri olduğu ve kas ve kemiklerin % 85’inde, deri ve akciğerin % 11’inde bulunduğu; manganın sinir sistemi ve kalp fonksiyonunda önemli fizyolojik rol oynadığı; demirin organizmanın normal ve sağlıklı çalışması için önemli olduğu; bakırın ise vücuttaki bir çok enzimin çalışması için kofaktör olarak görev alan bir iz element olduğu bildirilmiştir (Bryant et al., 1999; Tapiero et al., 2003; Tapiero and Tew, 2003; Touyz, 2004; Ding et al., 2014; Zhai et al., 2014).

Ceviz içi ayrıca; %13.6-22.3 oranında protein, %56.4-70.6 oranında yağ ve % 2 civarında kül içermektedir. (Şahin ve Akbaş, 2001).

Bu makalede geçmişten günümüze kadar cevizin insan sağlığına yönelik yararlarının vurgulanması ve cevizdeki yağ asitleri ile ilgili yapılmış bazı önemli bilimsel araştırma sonuçlarının derlenmesi amaçlanmıştır.

CEVİZİN İNSAN SAĞLIĞI AÇISINDAN FAYDALARI

1. Kanser, günümüzün en tehlikeli hastalıklardan birisidir. Bu hastalık, insan hücrelerindeki DNA'nın zararlanması neticesinde bu hücrelerin kontrolsüz veya anormal bir şekilde büyümesi ve çoğalması sonucu ortaya çıkmaktadır (Anonim, 2016a). Parkinson hastalığı, beynin alt kısımlarındaki gri cevher çekirdeklerinin bozukluğuna bağlı bir sinir sistemi hastalığıdır (Anonim, 2016b). Alzheimer hastalığı ise insanın günlük hayatsal aktivitelerinde azalma ve bilişsel yeteneklerin bozulması sonucu ortaya çıkan bir hastalık olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2016c). Reither et al., (2005) cevizin antioksidan içeriği sebebiyle kanser riskini azaltabilme, kardiyovasküler ve sinir sistemine zarar veren Parkinson ve Alzheimer gibi çok kuvvetli hastalıkların gelişimini erteleyebilme veya azaltabilme gibi bir özelliğinin olduğunu vurgulamışlardır.

2. İnsan beyinde salgılanıp kişinin biyolojik saat ritmini ayarlanmasına sebep olan ve insanın uyku düzeninin sağlanmasından sorumlu tutulan hormon Melatonin hormonudur (Anonim, 2016d). İnsan vücudunun kullanıma hazır melatonin formu cevizde mevcuttur. Bu hormonun üretimi vücut yaşlandıkça azalmakta ve bu azalma sadece uyku düzensizliğine değil muhtemelen antioksidan eksikliği ile de ortaya çıkan serbest radikallere bağlı hastalıkların da artmasına sebep teşkil edebilmektedir. Ceviz tüketiminin kandaki melatonin seviyesini arttırdığı ve uyku düzensizliği gibi rahatsızlıkların ortadan kalkmasına katkı sağladığı ifade edilmiştir (Reiter et al., 2005).

3. Ceviz içerdiği yüksek miktardaki omega-3 yağ asitleri ile bir beyin gıdasıdır. Bir insan beyinin yaklaşık % 60'nın yapısal karakterli yağlardan meydana geldiği, beynin düzgün ve kesintisiz çalışabilmesi için bu yağlara özellikle de omega-3 yağ asidine ihtiyaç duyduğu belirtilmektedir (Stevens et al.,1995). Depresyon, çocuklarda dikkat eksikliği ve hiperaktivite ve beyin sinirlerindeki bozulma ile omega-3 tüketimi seviyesi arasında bir bağlantının olduğunu epidemolojik araştırmalar ile ispatlanmıştır (Stevens et al., 1996).

4. Diyetsel olarak 120 yıl boyunca 80 000 kadın üzerinde yapılan bir araştırmada, haftada 30 g ceviz içi yiyenlerin % 25 daha az safra taşı oluşturma riskine

sahip olduğu belirtilmiştir Aynı araştırmada araştırmacılar, bunun sebebini tam olarak açıklayamadıklarını bununla beraber elde edilen sonucun cevizin yağ profilinden, fitosterollerden ve/veya magnezyum mineralinden kaynaklanabileceği ihtimalinin daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir (Tsai et al., 2004).

5. Bilim insanları, ceviz ile beynin fiziki yapısının yanı sıra, cevizdeki besinler ile beynin ihtiyacı olan vitaminlerin benzerliği arasındaki ilişkinin şaşırtıcı olduğunu belirtmişlerdir (Anonim, 2016f) Ancak, icra ettiği elektronik vazife açısından gümüş elementine ihtiyaç duyan tek organın beyin olduğunu söylersek, bu muhteşem benzerlik ve mükemmel yaratılış karşısında insanoğlunun tüyleri diken diken olacaktır (Anonim, 2016e). Bu bağlamda, insan beyinde bulunan gümüş elementinin, bütün meyveler içinde sadece cevizde bulunduğu, insan beyinin sağlıklı çalışması için bu elementin gerekli olduğu ve çocukların zeka gelişimini de olumlu yönde etkilediği araştırmalarla ortaya konulmuştur(Şimşek, 2015).



Şekil 1. Ceviz içi ve beynin görüntüsü (Anonim, 2016f).

6. Tip 2 diyabet şeker (Diyabet) hastalıkları içinde en tehlikelisi olan diyabet türüdür. Bu hastalık, insülin etkisine karşı direnç gelişmesi ya da insülin duyarlılığının azalması ile insülin sentezi ve salgılanmasının göreceli olarak azalması ya da tamamen ortadan kalkması ile ortaya çıkmaktadır (Anonim, 2016g). Yapılan bir araştırmada, günde 30 g ceviz yiyen Tip 2 diyabet hastalarının kolesterol profilinin iyileştiği gözlenmiştir. Araştırmacılar, yaş ortalaması 58-59 arasında olan erkek ve kadınları 3 gruba ayırıp her bir gruba 3 farklı diyet uygulamışlardır. Birinci gruptakilere diyetle aldıkları

kalorilerinin% 30'u yağdan, ikinci gruptakilere diyetle biraz daha farklı yağ çeşidi kullanmak suretiyle kalorilerinin % 30'u yine yağdan sağlanmış ve üçüncü gruptakilere ise diyetle ikinci diyete ek olarak 30 g ceviz eklenmiştir. Altı ay sonraki değerlendirme sonuçlarında, ceviz içeren diyetle tabii tutulan kişilerin yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL)/toplam kolesterol değerleri diğer diyet gruplarına göre fazla çıkmıştır. Ayrıca, bu grubun düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterol içeriklerinin% 10 azaldığı tespit edilmiştir. Bunun nedeninin ise büyük bir olasılıkla cevizde yüksek oranda bulunan omega-3 asitlerinden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Tapsell et al., 2004).

7. Tekli doymamış yağlarca zengin olan cevizi düzenli ve yeterli düzeyde tüketen insanlarda, yüksek kolesterol seviyesinde ve öteki kardiyovasküler risk faktörlerinde bir azalma gözlenmiştir (Savage et al., 1999). Örneğin, ceviz içerdiği omega-3 yağ asitleri sayesinde düzensiz kalp atışlarının engellenmesine, damarlarda daha az pıhtılaşma özelliği olan kan tipinin üretimine ve yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) kolesterol oranının düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterol oranına göre artmasına katkı sağlamaktadır (Tapsell et al., 2004). Omega-3 yağ asitleri, kolesterolün damarları tıkanma aşamasında önemli bir belirtisi olan şiş ve kızarıklığın azalmasına sebep olmaktadır (Morgan et al., 2002). Ceviz, yüksek tansiyonla ilişkilendirilen önemli miktarda esansiyel bir amino asit çeşidi olan L. arginin de içermektedir. Özellikle vücudun çok çalışan kan damarlarında bu amino asit, nitrik okside çevrilmekte ve nitrik oksitte kan damarların iç tarafının pürüzsüz ve düzgün olmasına katkı sağlayarak kan damar sisteminin rahatlamasını sağlamaktadır. Bu nedenle, cevizin kardiyovasküler yararlarının daha da fazla olduğu vurgulanmıştır (Fukuda et al., 2003).

8. On yetişkin insan üzerinde yapılan bir araştırmada, günlük 4 tane ceviz tüketmenin kandaki omega-3, alfa-linoleik asit (ALA) ve eikosapentaenoik asit (EPA) seviyelerini önemli ölçüde artırdığı belirtilmektedir. Yine bir araştırmada günde 3-5 tane ceviz yiyen yetişkinlerin kanındaki koruyucu omega-3 seviyelerinin iyileştiği belirlenmiştir (Marangoni et al., 2007). Ayrıca, günde ortalama dört tane ceviz yemenin insan sıhhatine oldukça faydalı olduğu belirtilmiştir (Şimşek, 2015).

9. Cevizin en dış kısmını kaplayan yeşil kabuğunun sıkılmasıyla elde edilen su kaynatıldıktan sonra

sivilcelere sürüldüğünde, sivilcelerin yok olmasına sebep olmaktadır. Taze veya kuru ceviz yaprağı incecek kıyıldıktan sonra kaynatılıp lapa haline getirilirse, bu lapa sivilcelere, yaralara ve şişmiş saldı bezlerinin iyileşmesine katkı sağlamaktadır. Cevizden elde edilen yağın, boğaz ağrısının tedavisinde etkili olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, cevizin yapraklarından, yeşil kabuğundan ve erkek çiçeklerinden elde edilen ceviz merhemi egzama, akıntılı yara, çıban yarası ve hatta cüzzam benzeri deri hastalıklarının iyileşmesine sebep olmaktadır (Şen, 2011).

10. Sert kabuklu meyve türlerinden olan cevizin kolesterol üzerine iyileştirici etkisinin yanı sıra, damar kalp hastalıklarındaki riski azalttığıda belirtilmiştir. Araştırmacı, ceviz yağı içeren diyetin LDL kolesterol seviyesini ve karbon reaktif protein seviyesini de azalttığını tespit etmiştir. Karbon reaktif protein miktarının azalması ise damar tıkanıkları ve kalp hastalıklarının azalmasına sebep olmaktadır (Feldman, 2002).

11. Yukarıda belirtilen faydaları dışında, tarih boyunca insanlar, bazı hastalıkların tedavisinde cevizi kullanmışlardır. Ceviz içinin taş dökücü, idrar söktürücü olduğu, astım, kronik öksürük ve kansızlığa iyi geldiği, hamilelik boyunca kusmayı önlediği, kilo aldırıcı ve sakinleştirici olarak kullanıldığı belirtilmiştir. Ayrıca ceviz içinden elde edilen yağ; kolit ağrılarında ve adet düzensizliklerinde, saç kuruluğu, kepeklenme ve baştaki yaraların tedavisinde değerlendirilmektedir. Suda kaynatılan cevizin meyve kabuğu bağırsak iltihabına ve mantar hastalıklarına iyi gelmektedir. Cevizin yeşil kabuğu kansızlığı, mide iltihaplarını, apseleri, göz kapığı iltihaplarını gidermete baş ve vücut bitlerini ve bağırsak kurtlarını öldürmekte, aynı zamanda akne ve uçukları tedavisinde de kullanılmaktadır. Ayrıca, ceviz yapraklarının el ve ayak terlemelerinin azaltılmasında da, değerlendirildiği belirtilmektedir (Yiğit ve ark., 2005).

CEVİZ YAĞ ASİTLERİ ÜZERİNE YÜRÜTÜLEN BAZI ÇALIŞMALAR

Willet et al., (1995) cevizin çoklu doymamış yağ asitleri bakımından oldukça zengin olduğunu belirtmiş ve cevizin yüksek oranda omega-3 ve omega-6 yağ asitleri içerdiğinden dolayı sert kabuklu meyveler içersinde öne çıktığını ifade etmişlerdir.

Zwarts and Savage, (1999) ceviz yağındaki oleik asit, linoleik asit ve linolenik asitlerin bulunuş

oranlarının ekonomik ve besin değeri için önemli kriterlerden olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca düşük linoleik ve linolenik asit içerikli yağların daha uzun raf ömrüne sahip olduğunu, buna karşın çoklu doymamış yağ asitlerinin yüksek oranlarının, sağlık açısından yararlı olması nedeniyle daha çok tercih edildiğini, yüksek linoleik asit içeriğine sahip ceviz yağının kızartmalarda yanmaya eğilim göstermesi sebebiyle uygun olmadığını, fakat ekmek, kek ve bisküvi üretiminde kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Almario et al., (2001) yaptıkları klinik çalışmalarda cevizin içerdiği doymamış yağ asitleri ve liflerin kandaki triasilgliserol ve kolesterol konsantrasyonunu azaltarak plazma yağların düzenlenmesine etki ettiğini ve cevizin kalp sağlığına koruyucu etki yapmasının nedenleri arasında özellikle cevizdeki yağ asit profili ve polifenol zenginliğinden kaynaklandığı vurgulamışlardır (Anderson et al., 2001).

Cevizdeki çoklu doymamış yağ asitlerinin kalp-damar hastalıklarını önlemede antienflamator ve antihipertensif etkiye sahip olduğu, özellikle kandaki yağ seviyesini azalttığı, tromboz ve damar tıkanıklığını engellediği, Omega 3 ve Omega 6'nın esansiyel yağ asitleri olduğu ve vücut tarafından sentezlenmemeleri nedeniyle gıdalar ile alınmalarının zorunlu olduğu ifade edilmiştir (Carrero et al., 2004; Heidal et al., 2004). Bu yüzden, sahip olduğu bu özellik nedeniyle cevizin insanlar tarafından tüketilen vazgeçilmez bir besin olduğu vurgulanmıştır.

Ceviz meyvelerinin toplam yağ ve yağ içerikleri üzerine yürütülen bir çalışmada ceviz çeşitlerindeki yağ oranının %65.00-70.00 arasında değiştiği ve yağ asitleri içinde oleik asitin %22.63-27.27, linoleik asidin %49.93-54.41, linolenik asidin %14.32-17.82 ve palmitik asidin %5.61-5.82 arasında değiştiği ifade edilmiştir (Dogan and Akgul, (2005). Ozkan and Koyuncu, (2005) ise ceviz örneklerinin toplam yağ içeriğini %61.97-70.92 olarak tespit etmişler ve yağ asitleri içinde oleik asitin %21.18-40.20, linoleik asitin %43.94-60.12, linolenik asitin %6.91-11.52, palmitik asitin %5.24-7.62 ve stearik asitin ise %2.56-3.67 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Patel, (2005), Cevizin, çoklu doymamış yağ asitlerinin uygun oranda (4:1) içermesinin fonksiyonel bir gıda olarak tanımlanmasına katkı sağladığını bildirmiştir.

Ünver ve Çelik, (2005) inceledikleri ceviz tiplerinin yağ oranlarının %47.84-66.74 arasında linoleik asitin %41.13-61.15, oleik asitin %22.39-49.12, palmitik asitin %6.01-10.21 ve stearik asit oranının ise %2.17-4.99 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Pereira et al., (2008) tarafından 6 ceviz çeşidi üzerinde yürütülen bir çalışmada en yüksek proksimat bileşeni %78.83-82.14 ile yağın oluşturduğu ve yağ asitleri içinde ortalama %60.30 ile linoleik asitin en yüksek değere sahip olduğu, bunu sırasıyla oleik, linolenik ve palmitik asitlerin izlediği bildirilmiştir. Cevizi fonksiyonel yapan en önemli bileşenlerinden birinin içerdiği yağlar olduğu ve özellikle yağın, oransal olarak çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olmasının beslenmedeki önemini daha da arttırdığı belirtilmiştir (Lavedrine et al., 2009). Ayrıca araştırmacılar cevizde ortalama %72 çoklu doymamış yağ asidi, %18 tekli doymamış yağ asidi ve %10 ise doymuş yağ asidi içeriği tespit etmişlerdir.

Ozcan, (2009) ceviz genotipleri üzerinde yaptığı bir araştırmada %6.4 palmitik, %13.4 oleik, %55.3 linoleik ve %8.7 linolenik asit içeriği tespit etmiştir. Bakkalbaşı ve ark., (2010) ceviz çeşitlerindeki doymamış yağ asidi oranının %90.21-92.03 ve çoklu doymamış yağ asidi oranının ise %61.83-75.32 arasında değiştiğini saptamışlardır.

Martínez et al., (2010) cevizin kimyasal kompozisyonu içinde yağın en yüksek oranda değere sahip olduğunu ve doymamış yağ asitleri içinde en fazla linoleik asitin bulunduğunu ve bunu sırasıyla oleik ve linolenik asitlerin takip ettiğini belirtmişlerdir.

Muradoglu et al., (2010) tarafından yürütülen çalışmada ceviz genotiplerinin ortalama yağ içeriği %58.2 olarak saptanmış ve bütün genotiplerde doymuş yağ asitlerinin hem tekli, hem de çoklu doymamış yağ asitlerinden daha az olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca tanımlanan yağ asitleri içinde, linoleik asitin %50.58-66.60, oleik asitin %14.88-28.71, linolenik asitin %9.16-6.42, diğer asitlerin ise çok az miktarlarda olduğu bildirilmiştir. Özrenk ve ark., (2011) ise ceviz genotiplerinde %4.98-6.77 palmitik asit, %0.050-0.12 palmitoleik asit, %1.88-3.93 stearik asit, %15.90-40.69 oleik asit, %40.95-59.98 linoleik asit, %8.92-17.81 linolenik asit, %0.17-0.27 behenik asit ve %0.02-0.17 arasında araşidik asit tespit etmişlerdir.

Beyazıt and Sumbul (2012) tarafından yürütülen çalışmada ceviz tip ve çeşitlerinin %6.98-8.77 palmitik asit, %19.33-36.76 oleik asit, %41.55-59.89 linoleik asit, %8.44-11.0 linolenik asit ve %3.22-4.99 stearik asit içerdikleri tespit edilmiştir.

Yerlikaya et al., (2012) ceviz genotip ve çeşitleri üzerine yaptıkları bir çalışmada en yüksek bileşenini %61.32-69.35 ile yağın oluşturduğu ve yağ asitleri içinde %17.90-33.35 oleik asit, %43.15-60.20 linoleik asit, %9.98-13.00 linolenik asit, %5.21-8.40 palmitik asit ve %2.36-4.25 stearik asit bulunduğu belirtilmiştir.

Simsek, (2016) tarafından yürütülen bir çalışmada cevizde en fazla bulunan yağ asidinin linoleik asit olduğu ve onu sırasıyla oleik ve linolenik asitin takip ettiği belirtilmiştir. Linoleik asitin %50.24-60.60, oleik asitin %20.70-28.33, linolenik asidin %5.04-10.93, palmitik asidin %1.80-5.53, stearik asidin %1.17-2.22, doymuş yağ asitlerinin %4.00-7.86, tekli doymamış yağ asitlerinin %22.17-29.73, çoklu doymamış yağ asitlerinin %62.73-71.43, çoklu doymamış yağ asitleri/doymuş yağ asit oranının ise 8.14-17.11 arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırmacı, cevizde bulunan yağ asidi oranının ceviz tip ve çeşitlerine, gübrelemeye, sulamaya, coğrafik alanlara, ekolojik koşullara, hasat zamanına ve ağaçta bulunan meyvenin pozisyonuna bağlı olarak değişkenlik gösterebileceğini vurgulamıştır.

SONUÇ

Sert kabuklu meyveler içinde yer alan ceviz hem beslenme açısından yüksek bir değere sahip hem de tıbbi tedavilere destekleyici olarak meyvesi, kabuğu, yaprağı kullanıldığı için fonksiyonel bir gıda olarak tanımlanmaktadır. İnsan beyninin sağlıklı bir şekilde çalışıp gelişebilmesine büyük katkısı olan esansiyel yağ asitleri, cevizde bol miktarda bulunmaktadır. Daha dengeli ve sağlıklı beslenebilme için ceviz tüketimine önem verilmesi gerekmektedir. Ayrıca ceviz meyvesinin yüksek oranda yağ asitleri içerdiği ve bunların faydaları konusunda gerekli bilinç oluşturulmalıdır. Özellikle cevizde yüksek oranda bulunan omega-3 yağ asitlerinin insan sağlığına faydalarına yönelik araştırmalar; kanser, depresyon, alzheimer, diyabete kadar değişik alanlarda devam etmektedir. Bu araştırmalar devam ettikçe insanda omega-3 ihtiyacının önemi daha da iyi anlaşılacaktır. Bu nedenle cevizdeki yağ asitleri ile ilgili bilimsel çalışmalara gerekli önem verilmeli ve bu çalışmalar ilgili kuruluşlarca desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

- Akça, 2001. Ceviz Yetiştiriciliği. Arı Ofset Matbaası. Tokat. 356 s.
- Almario RU, Vonghavaravat V, Wong R, Karakas S, 2001. Effect of walnut consumption on plasma fatty acids and lipoproteins in combined hyperlipidemia. American Journal of Clinical Nutrition. 74: 72-79.
- Amaral JS, Casal S, Pereira JA, Seabra RM, Oliveira BPP, 2003. Determination of sterol and fatty acid compositions, oxidative stability, and nutritional value of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Portugal. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51 (26): 7698-7702.
- Anderson KJ, Teuber SS, Gobeille A, Cremin P, Waterhouse AL, Steinberg FM, 2001. Walnut polyphenolics inhibit in vitro human plasma and LDL oxidation. The Am. J. Nutr. 131: 2837-2842.
- Anonim, 2016a. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Kanser>
- Anonim, 2016b. https://tr.wikipedia.org/wiki/Parkinson_hastal%C4%B1%C4%9F%C4%B1
- Anonim, 2016c. https://tr.wikipedia.org/wiki/Alzheimer_hastal%C4%B1%C4%9F%C4%B1
- Anonim, 2016d. <http://www.1organik.com/melatonin-iceren-yiyecekler.html>
- Anonim, 2016e. <http://www.gidahareketi.org/beyin-dostu-gida-ceviz-624-yazisi.aspx>
- Anonim 2016f. https://www.google.com.tr/search?q=ceviz+ve+beyin&rlz=1C1CHWA-trTR616TR617&espv=2&biw=1517&bih=714&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjY7aPQyvRMAhUBXRQKHTZGATsQ_AUIBigB&dpr=.9#imgrc=U2ozm9yyUHPtMM%3A
- Anonim, 2016g. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Diyabet>
- Anonymous, 2005. Walnut. www.forshang.org/012foodnhealth/foodnhealthwalnute.htm
- Bakkılabası E, Yılmaz ÖM, Artık N, 2010. Türkiye’de yetiştirilen yerli bazı ceviz çeşitlerinin fiziksel özellikleri ve kimyasal bileşenleri. Akademik Gıda 8 (1): 6-12.
- Bayazıt S, Sumbul A, 2012. Determination of fruit quality and fatty acid composition of Turkish walnut (*Juglans regia*) cultivars and genotypes grown in subtropical climate of eastern mediterranean region. International Journal of Agriculture & Biology, 14 (3): 419-424.
- Bryant RJ, Cadogan J, Weaver CM 1999. The new dietary reference intakes for calcium: implications for osteoporosis. J Am Coll Nutr 18(Sup5):406S-412S.
- Carrero JJ, Baro L, Fonolla J, Gonzalez-Santiago M, Martinez-Ferez A, Castillo R, Jimenez J, Boza JJ, 2004. Cardiovascular effects of milk enriched with omega-3 polyunsaturated fatty acids, oleic acid, folic acid, and vitamins E and B6 in volunteers with mild hyperlipidemia. Nutrition. 2004;20: 521-527.
- Lopez-Huertas E, 2004. Cardiovascular effects of milk enriched with ω-3 polyunsaturated fatty acids, oleic acid, folic acid, and vitamins E and B6 in volunteers with mild hyperlipidemia. Nutrition 20(6): 521-527.
- Dogan M, Akgul A, 2005. Fatty acid composition of some walnut (*Juglans regia* L.) cultivars from east Anatolia. Grasas y Aceites, 56 (4): 328-331.
- Ding Y, Luo Y, Fu J, 2014. Effects of Mn (II) on peroxynitrite nitrifying fibrinogen. Bio-med Mater Eng 24(1):901-907.

- Ergun M, Sütyemez M, 2008. Sağlıklı bir yaşam tarzı için ceviz. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 11(1): 138-142.
- FAO, 2012. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>
- Feldman EB, 2002. The Scientific evidence for a beneficial health relationship between walnuts and coronary heart disease. Journal of Nutrition, 132 (5): 1062S-1101S.
- Fukuda T, Ito H, Yoshida T, 2003. Antioxidative polyphenols from walnuts (*Juglans regia* L.). Phytochemistry, 63 (7): 795-801.
- Heidal K, Lewis N, Evans S, 2004. Survey of omega 3 fatty acid intakes and omega 3 food selections in cardiac patients living in a section of the Midwestern United States. Nutrition Research, 24 (9): 741-747.
- Kayahan M, 2009. Sağlıklı beslenme açısından trans yağ asitleri. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 27-29 Mayıs, 7-11, Van.
- Lavedrine F, Zmirou D, Ravel A, Balducci F, Alary J, 1999. Blood cholesterol and walnut consumption: A Cross- Sectional Survey in France. Preventive Medicine. 28: 333-339.
- Marangoni F, Colombo C, Martiello A, Poli A, Paoletti R, Galli C, 2007. Levels of the n-3 fatty acid eicosapentaenoic acid in addition to those of alpha linolenic acid are significantly raised in blood lipids by the intake of four walnuts a day in humans. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 17(6): 457-461.
- Martínez ML, Labuckas DO, Lamarque AL, Maestri DM, 2010. Walnut (*Juglans regia* L.): genetic resources, chemistry, by-products. *J Sci Food Agric*, 90 (12): 1959-1967.
- Morgan JM, Horton K, Reese D, Carey C, Walker K, Capuzzi DM, 2002. Effects of walnut consumption as part of a low-fat, low-cholesterol diet on serum cardiovascular risk factors. International Journal for Vitamin and Nutrition Research, 72 (5): 341-347.
- Muradoglu F, Oguz HI, Yildiz K, Yilmaz H, 2010. Some chemical composition of walnut (*Juglans regia* L.) selections from Eastern Turkey. African Journal of Agricultural Research, 5(17): 2379-2385.
- Ozcan MM, 2009. Some nutritional characteristics of fruit and oil of walnut (*Juglans regia* L.) growing in Turkey. Iran. J. Chem. Chem. Eng., 28 (1): 57-62.
- Ozkan G, Koyuncu MA, 2005. Physical and chemical composition of some walnut (*Juglans regia* L) genotypes grown in Turkey. Grasas y Aceites, 56 (2): 141-146.
- Özrenk K, Kaya T, Balta F, Kan T, 2011. Van Gölü havzası cevizleri bazı pomolojik ve kimyasal özelliklerinin karşılaştırılması. İğdir Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. (İğdir Univ. J. Inst. Sci. & Tech.), 1(4): 15-22.
- Patel G, 2005. Essential fats in walnuts are good for heart and diabetes. Journal of the American Dietetic Association, 105(7): 1096-1097.
- Pereira JA, Oliveira I, Sousa A, Isabel CFR, Ferreira AB, Estevinho L, 2008. Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. Food and Chemical Toxicology, 46 (6): 2103-2111.
- Reiter RJ, Manchester LC, Tan DX, 2005. Melatonin in walnuts: Influence on levels of melatonin and total antioxidant capacity of blood. Nutrition, 21(9): 920-924.
- Savage GP, Dutta PC, McNeil DL, 1999. Fatty acid and tocopherol contents and oxidative stability of walnut oils. Journal of the American Oil Chemists Society, 76(9): 1059-1063.
- Simopoulous AP, 2004. Health effects of eating walnuts. Food Reviews International, 20 (1): 91-98.
- Stevens LJ, Zentall SS, Abate ML, 1996. Omega-3 fatty acids in boys with behavior, learning, and health problems. Physiology and Behavior, 59 (4/5): 915-920.
- Stevens LJ, Zentall SS, Deck JL, 1995. Essential fatty acid metabolism in boys with attention-deficit hyperactivity disorder. *American Journal of Clinical Nutrition*, 62(4): 761-768.
- Simsek M, 2010. Selection of walnut types with high fruit bearing and quality in Sanliurfa population. International Journal of the Physical Sciences, 5(7): 992-996.
- Simsek M, 2016. Chemical, mineral, and fatty acid compositions of various types of walnut (*Juglans regia* L.) in Turkey. Bulgarian Chemical Communications, 48(1): 66-70.
- Şahin I, Akbaş H, 2001. Farklı yöre ve çeşitlerden cevizlerin teknolojik özelliklerinin araştırılması. Türkiye 1. Ulusal Ceviz Sempozyumu, 5-8 Eylül, 104-114, Tokat.
- Şen SM, 1986. Ceviz yetiştiriciliği (1. Baskı). Samsun, OMÜ Basımevi.
- Şen SM, 2011. Ceviz yetiştiriciliği ve besin değeri folklorü (4. Baskı). Ankara, ÜÇM Yayıncılık.
- Şimşek M, 2015. Ceviz ve Beyin. <http://www.diyarbakirsoz.com/yazarlar/msimsek/ceviz-ve-beyin-8474>.
- Tapiero H, Tew KD, 2003. Trace elements in human physiology and pathology: zinc and metallothioneins. Biomed Pharmacother 57(9):399-411.
- Tapiero H, Townsend D, Tew K, 2003. Trace elements in human physiology and pathology. Copper. Biomed Pharmacother 57(9):386-398
- Tapsell LC, Gillen LJ, Patch CS, Batterham M, Owen A, Bare M, Kennedy M, 2004. Including walnuts in a low-fat/modified-fat diet improves hdl cholesterol-to-total cholesterol ratios in patients with type 2 diabetes. Diabetes Care, 27(12): 2777-2783.
- Touyz RM 2004. Magnesium in clinical medicine. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14977544>.
- Tsai CJ, Leitzmann MF, Hu FB, Willett WC, Giovannucci EL, 2004. Frequent nut consumption and decreased risk of cholecystectomy in women. American Journal of Clinical Nutrition, 80(1): 76-81.
- Ünver H, Çelik M, 2005. Ankara yöresi cevizlerinin (*Juglans regia* L.) seleksiyon yoluyla ıslahı. BAHÇE Ceviz 34 (1): 83-89.
- Willet WC, Sacks F, Trichopolou A, 1995. Mediterranean diet pyramid: A cultural model for healthy eating. Am. J. Clin. Nutr., 61 (6): 1402-1407.
- Yerlikaya C, Yucel S, Ertürk U, Korukluoğlu M, 2012. Proximate composition, minerals and fatty acid composition of *Juglans regia* L. genotypes and cultivars grown in Turkey. Brazilian Archives of Biology and Technology, 55 (5): 677-683.
- Yiğit A, Ertürk Ü, Korukluoğlu M, 2005. Fonksiyonel bir gıda: Ceviz. Bahçe Ceviz, 34 (1): 163-169.
- Zhai M, Wang D, Xu J, Shi G, 2014. Comparative analysis of mineral elements and essential amino acids compositions in *Juglans sigillata* and *J. regia* Walnuts Kernels Not Bot Horti Agrobo, 42(1):36-42.
- Zwarts J, Savage GP, 1999. Fatty New Zealand grown walnuts (*Juglans regia* L.). Int. J. Food Science & Technology, 50 (3): 189-195.

Tavuk Yumurtası Mikronükleus Testi

Haluk ÖZPARLAK¹, Bülent ÇELİK¹

ÖZET: Genotoksisite testleri içinde çok yaygın kullanılan yöntemlerden biri mikronükleus tekniğidir. Mikronükleus testleri içerisinde ise diğerlerine kıyasla daha yeni bir teknik Tavuk Yumurtası Mikronükleus Testi (Hen's Egg Test for Micronucleus Induction, HET-MN)'dir. HET-MN hayvan hakları ve etik açıdan kesinlikle uygun, *in vitro* ve *in vivo* deneyler arasına yerleştirebileceğimiz son derece basit, ucuz ve hızlı bir genotoksisite testidir. Ayrıca bu modelin sağladığı yüksek metabolik yetkinlik mutajen ve promutajenleri içeren ksenobiyotiklerin metabolik aktivasyonuna da imkân tanımaktadır. Bu makalede önce mikronükleus testlerinin çeşitleri, ardından HET-MN'nin uygulamasıyla ilgili güncel yayınlar derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eritrosit, genotoksisite, mikronükleus, tavuk embriyosu

Hen's Egg Test For Micronucleus Induction (HET-MN)

ABSTRACT: One of widely used methods in genotoxicity tests is micronucleus technique. Hen's Egg Test for Micronucleus Induction (HET-MN) is a member of relatively new of micronucleus tests. HET-MN is an extremely simple, inexpensive and rapid genotoxicity assay which is positioned between pure *in vitro* and *in vivo* analysis, strictly in line with animal protection regulations and ethical aspects. Furthermore the high metabolic competency provided by this model enables metabolic activation of xenobiotics including mutagens and promutagens. In this article, recent publications about the kinds of micronucleus tests and then the application of HET-MN have been compiled.

Keywords: Chicken embryo, erythrocyte, genotoxicity, micronucleus



¹ Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Haluk ÖZPARLAK, hozparlak@selcuk.edu.tr

GİRİŞ

Günümüz dünyasında insanoğlu yaşam ortamlarında mevcut çok fazla sayıda kimyasal ve fiziksel ajana gün geçtikçe daha fazla maruz kalmaktadır. Bu sebeple bu ajanların potansiyel genotoksik risklerini ve olumsuz etkilerini değerlendiren çalışmaların önemi gittikçe artmaktadır. Ayrıca yeni ilaçların ve diğer kimyasal maddelerin genotoksik etki bakımından taranması toksikolojik incelemelerin vazgeçilmez bir aşamasını teşkil etmektedir.

Genotoksisite, genotoksinlerin kromozom yapısında ve DNA yapısında meydana getirdiği hasarları içeren bir kavramdır. Bu hasarlar çoğunlukla DNA zincir kırıkları ile DNA eklentileri, gen mutasyonları ve kromozom anormallikleridir. Bahsedilen hasarlar; birtakım genetik ve multifaktoryal hastalıklara, yaşlanmaya, doğum defektlerine, kısırlığa ve kansere yol açabildiği için, mutajen ve karsinojen maddelerin belirlenmesi ve olası tehlikelerinin en düşük düzeye indirilebilmesi halk sağlığı için önemlidir. Toksikolojinin bir alt dalı olan genotoksisite, genetik hasarlara neden olabilecek ajanları araştırmaktadır. 1992 yılında yayınlanan Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) raporunda geniş yer bulan genotoksisite, DNA'da görülen doğrudan veya dolaylı etkiler olarak ifade edilmiştir (Yırtıcı, 2007). Canlının genetik materyali DNA'da hasarlara ve genetik değişimlere neden olan maddelere genel bir ifadeyle genetik zehirler veya genotoksinler denir (Vural, 2005). Genotoksik maddeler canlı organizmaların üzerinde etkilerini iki yolla gösterirler. Birincisi DNA üzerinde doğrudan (hardal gazı gibi biyotransformasyon yolağına girmeden DNA molekülünü alkilleyerek) ya da dolaylı olarak (mikotoksinler gibi doğrudan DNA'ya etki etmeyip oluşturdukları metabolitleriyle DNA'yı etkileyerek) hasarlar oluşturmak, ikincisi DNA onarım mekanizmasını bloke ederek (organik çözücüler gibi) DNA hasarlarının birikmesine neden olmaktadır (Çavaş, 2004; Özdemir ve ark., 2015).

Genotoksisite testlerinde amaç genomu etkileyecek UV ve iradyasyon gibi etmenler, parazitler, sigara, ilaçlar, gıdalarda kullanılan katkı maddeleri ve pestisitler gibi ajanların genotoksik etkilerinin belirlenmesidir. Bu testler ilaçların etkilerinin araştırılmasında, ilaçların piyasaya sürülmesinde ve piyasaya sürülen ilaçları kullananlarda genetik etkilerin belirlenmesinde kullanılır. Bazı hastalıklara özgü artan

DNA hasarlarının belirlenmesinde ve belirlenen hasarla hastalık arasında bir ilişkilendirmenin yapılabilmesinde, kanserle mücadelede, kanser duyarlılığının tayininde ve takip edilmesinde genotoksisite test tekniklerine biyoizleme teknikleri olarak başvurulmaktadır (Preston et al., 1981; Choy, 2001; Jena et al., 2002; Mateuca et al., 2006; Özdemir ve ark., 2015).

Genotoksisite testlerinde hedef DNA molekülü olduğu için yapılan çalışma sonuçları insan sağlığıyla ilgili ortaya çıkabilecek sorunların belirlenmesinde kullanılabilir. Bundan dolayı bir türün DNA'sında hasara neden olan bir maddenin farklı türden canlıların DNA'sında hasar oluşturabileceğini düşünmek mümkündür. Günümüzde genotoksik etkilerin incelenmesini amaçlayan mikroorganizmalar, bitkiler, böcekler ve omurgalı hayvanlar üzerinde uygulanabilen 200'ü aşkın test tekniği bulunmaktadır. Genel bir ifadeyle bir genotoksisite testinde istenilen temel özellikler ekonomik açıdan ucuz olması, uygulanmasının basit ve hızlı olması, genetik hasarların belirlenmesinde hassas ve etkili olması, etik kurallara uygun olması, diğer testlerle korelasyon göstermesi ve analiz için az sayıda örneğin yeterli olması şeklinde sıralanabilir (Waters, 1988; Öcal, 2012). Genel olarak genotoksisite testleri a) Çevreden kaynaklı ya da mesleki nedenlerden dolayı sürekli bazı ajanlara maruz kalan bireylerin genetik yapılarının izlenmesi, hasarların boyutunun ve sebebinin incelenmesinde b) Yapay ya da kirletici ajanların genotoksik etkilerinin araştırılmasında c) Üretilerek çeşitli alanlarda insanların kullanımına sunulan ya da sunulması planlanan kimyasal içerikli maddelerin genotoksik ya da anti-genotoksik etkilerinin araştırılmasında ve belirlenmesinde d) Çeşitli hastalıklarla genetik hasarların ilişkilendirmesinde kullanılmaktadır (Griffiths et al., 2000; Gomez-Arroyo et al., 2000; Monarca et al., 2001; Laffon et al., 2001).

DNA'da hasarlara neden olan maddeler bununla birlikte canlıda doku hasarlarına, yaşlanmaya, bazı genetik hastalıklara, kanser gibi birçok hastalıklara sebep olmaktadır. Genotoksisite ve karsinojenite bağlantısı çeşitli çalışmalarla incelenmiş ve karsinojen olan birçok bileşiğin aynı zamanda genotoksik madde olduğu kanısına varılmıştır. Buradan da anlaşılmaktadır ki maddelerin genotoksik, karsinojenik ve mutajenik etkileri arasında kuvvetli bir bağ vardır. Bu bağlamda genotoksisite testlerinin endüstri alanında kimyasal maddelerin olası karsinojenik etkilerinin taranması amacıyla kullanılması gerekliliği de ortaya konmuştur

(Purchase et al., 1978; Choy, 2001; Zeiger, 2004). Karsinogenezdeki genetik değişimlerin belirlenmesinde ve karsinogenlerin tanımlanmasında genotoksisite testlerinin önemi oldukça büyüktür. Bu sebeple maddelerin etkilerini belirlemek için çeşitli test teknikleri geliştirilmiştir. Genetik etkilerin tamamı hakkında bilgi verecek nitelikte tek bir test tekniği yoktur. Yani bir kimyasal madde birden fazla test tekniği kullanılarak incelenmelidir. Genotoksiste testleri uygulanırken *in vitro* ve *in vivo* testler birlikte uygulanmalıdır (Al-Sabti and Metcalfe, 1995; Aydın, 2007).

Genotoksisite testleri genotoksik maddelerin belirlenmesinde 1970 yılından beri kullanılmakta olup her geçen gün yeni teknikler eklenmektedir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan bu testlerde aşağıda belirtilen prokaryotik ve ökaryotik sistemler kullanılmaktadır.

I. Bakteriyal Testler: 1. Umu testi 2. SOS testi 3. Ames testi 4. *E.coli* testi 5. Mutotox testi.

II. Ökaryotik Testler: 1. Comet testi 2. DNA alkalın unwinding assay 3. Alkali DNA elitiuon assay 4. DNA tamir sentezi (UDS assay) 5. Maya testleri (*Saccharomyces*, *Neurospora* ve *Aspergillus*) 6. *Drosophila* mutasyon test sistemleri 7. Sperm aberasyon yöntemi 8. Kök ucu testi 9. Kromozom aberasyon testi 10. Kardeş kromatit değişimi (SCE assay) 11. Mikronükleus testi (MN Test) (Çakır, 2004; Cunny and Hodgson, 2004; Parlak ve ark., 2011; Öcal, 2012).

Genotoksisite testleri içerisinde yaygın bir şekilde kullanılan yöntemlerden birisi de mikronükleus (MN) testleridir. Bu makaleyle öncelikle MN testlerinin çeşitleri hakkında bilgi vermek amaçlanmıştır. Bunun yanısıra özellikle alternatif bir MN test yöntemi olan tavuk yumurtası mikronükleus test sisteminin (Hen's Egg Test for Micronucleus Induction- HET-MN) uygulanması hakkında bilgi vermek ve böylece bu testin kullanımının yaygınlaştırılmasına katkı sağlamak amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma çok sayıda güncel literatür kullanılarak oluşturulmuştur. Bunlar içerisinde özellikle Wolf and Leupke (1997), Wolf et al. (2002), Wolf et al. (2003) ve Wolf et al. (2008)'in makaleleri güncel ve önemli çalışmalardır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Mikronükleus (MN) ve MN Testleri

Mikronükleus (Micronucleus, MN) ışık mikroskobuyla görülebilen, bir hücrenin sitoplazmasında bulunan, hücrenin ana çekirdeğiyle benzer boyanan, incelenen hücrenin tipine bağlı olarak hücre çekirdeğinin üçte birinden büyük olmayan ve çoğunlukla yuvarlak veya hafif oval şekilli yapılardır. Bununla birlikte ışık mikroskobuyla görülemeyen, yalnızca elektron mikroskobuyla tespit edilebilecek kadar küçük MN'ler de olabilir. MN'ler tipik iki zardan oluşan bir nükleus zarfına, nükleer laminaya ve nükleus porlarına sahiptirler. Biyokimyasal açıdan yapısına bakıldığında MN'ler DNA sentezleme ve eğer nükleolus organizör bölgesine (Nucleolus Organizer Region-NOR) sahip bir kromozom parçası ise RNA, mRNA ve rRNA'da sentezleme yeteneğine sahiptirler (Müller and Streffer, 1994).

MN mitoz bölünmenin metafaz-anafaz geçişi esnasında oluşur. MN'ler, bir kromozomun kutuplara çekilmesi sırasında gerçekleşen anöjenik (kromozom kaybına sebep olan) bir olay sonucu tümüyle kaybı ya da klastojenik (kromozom kırığına sebep olan) bir olay sonucu asentrik (sentromersiz) bir parçasının kırılıp kardeş hücrelere ulaşamaması sonucu şekillenebilirler (Fenech et al., 1999). MN genellikle hücre siklusunun kontrolünü sağlayan genlerin eksikliğinden, kinetokorlardaki hatalardan, iğ ipliğindeki hatalardan, kromozom hasarlarından ve mitotik aygıtın diğer parçalarından oluşan ve ana çekirdek dışında tam kromozom veya asentrik kromozom fragmentlerinden oluşmaktadır. MN'lerin büyüklüğü ana çekirdeğin büyüklüğünün 1/3-1/16'sı arasında değişir. MN genellikle ana nükleustan ayrıdır ve aynı renkte boyanır. Şekil olarak genellikle yuvarlaktır ancak bazen badem ya da hilal şeklindeki olabilir (Vanparys et al., 1990; Duffaud et al., 1997; Kirsch-Volders et al., 1997; Stopper and Müler, 1997; Choy, 2001; Demirel ve Zamani, 2002; Mateuca, 2006; Yırtıcı, 2007).

MN oluşumları DNA'da meydana gelen kırıklar neticesinde oluşmaktadır ki bu kırıkların cinsi bazen tek zincir kırığı bazen de çift zincir kırığıdır. Tek zincir kırıkları hücrenin replikasyonu sırasında çift zincir kırığına dönüşebilir. Genellikle bir hücre içinde bir MN oluşumu görülürken genotoksik maddenin

etkisine bağlı olarak MN sayısı iki veya daha fazla olabilmektedir (Fenech, 1985).

İyonizan radyasyon ve pek çok kimyasal mutajen, kromozomlarda büyük, çok sayıda ve çoğunluğu ışık mikroskopuyla da görülebilen yapısal bozukluğa yol açar. Bu bozukluklar, DNA tamir teorisi ve iyonizan ışınların kullanıldığı radyo biyolojide biyolojik dozimetri, klinik sitogenetik ve çeşitli maddelerin kimyasal ve elektromanyetik alanlar gibi fiziksel etkenlerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesinde birçok pratik uygulama alanı olan testlerin temel teorisini şekillendirmektedir. “Asimetrik Olaylar” veya “Kararsız Kusurlar” da denen kromozom bozukluklarında, kromatidlerin kromozomal mikrotubuluslara tutunma bölgeleri olan kinetokor ve sentromerleri oluşmaz. Böyle kromozom parçaları “Asentrik Fragmanlar” olarak da bilinirler. Hücre bölündüğünde bunların bazıları yeni oluşan hücre çekirdeğinin yapısına giremez ve ayrılarak sitoplazmada küçük, ekstra nükleusları yani MN’leri, tek başlarına veya diğer yapılarla birlikte şekillendirirler. Böyle MN’ler yeni hücrelerin sadece birinin ya da her ikisinin sitoplazmasında görülürler (Savage, 2000).

Bir hücrede bulunan asentrik fragman sayısı ile o hücrede oluşan mikronükleus sayısı arasında basit bir bağıntı kurulmasını engelleyen ve kritik sayısal sonuçlara ulaşmayı zorlaştıran pek çok faktör bulunmakla birlikte; yapılan deneysel çalışmalar, bir etkenin genotoksik etkisinin hücrelerdeki MN bulunma sıklığında yani MN frekansında sebep olduğu sayısal artışla ortaya konulabileceğini göstermiştir. Bu bulguya dayanılarak, interfazdaki yani arafazdaki hücrelerde MN frekansının saptanması suretiyle gerçekleştirilen genotoksikite tespit yönteminin; daha kompleks ve daha çok zaman isteyen, metafaz safhasındaki kromozomlardaki (mitoz bölünmede) yapısal ve sayısal sapmaları tespit eden yöntemlerin yerini alabileceği ileri sürülmüş ve bu amaçla MN testleri geliştirilmiştir. Mutajen maddelerin genotoksik potansiyellerinin incelenmesinde ve özellikle de sayısal cevaplar gerektiğinde MN testi oldukça güvenilir bir yöntem olup; son derece mantıklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Bununla birlikte, bu analiz sisteminde de pek çok analiz yönteminde olduğu gibi yeterli tecrübeye sahip olunmaması durumunda pek çok zorlukla karşılaşılabilir (Savage, 2000).

MN frekansı, fibroblast kültürleri ve lenfosit kültürleri yanı sıra epitel hücresi döküntülerinde de

tespit edilebilmektedir. Hatta doku kesitlerinde de MN sayımı yapılabileceği belirtilmektedir. Günümüzde MN yöntemi standart bir sitogenetik test olarak kabul görür hale gelmiştir. Standart mikronükleus testinde; etkisi incelenecek olan madde hücre kültürüne ilave edilir. Daha sonra, mitojen (Örneğin; phytohemagglutinin, PHA) ilavesiyle mitoz bölünmeye sevk edilen hücreler, mitozun karyokinez aşamasını tamamladıktan sonraki kritik bir evrede sitokinezi (kardeş hücrelerin nükleuslarının şekillenmesini takip eden sitoplazma bölünmesi) durduran bir maddenin (Örneğin; Cytochalasin B, Cyt-B) ilave edilmesinden sonra iki nükleuslu (dikaryotik) hücreler oluşturulur. Böyle hücrelerde yapılan incelemede oluşan mikronükleuslar daha kolayca tanınabilirler. Sitogenezis-Blok Mikronükleus (Cytokinesis-Block Micronucleus, CBMN) testiyle kromozom kırıkları, kromozom kayıpları, nondisjunction, nekroz, apoptozis ve sitostazis gibi bozukluklar da belirlenmektedir. Bunun yanı sıra bu yöntemle mukoza epitel hücreleri (ağız, burun, bronş ve ürogenital sistemin eksofoliyatif hücreleri gibi) de incelenebildiğinden yöntem, çeşitli kimyasal ve fiziksel ajanların sitogenetik etkilerinin belirlenmesi amacıyla eksofoliyatif sitolojide de yaygın biçimde uygulanan bir teknik haline gelmiştir. Bununla birlikte mikronükleuslar, epitelin yüzey kısmında bulunan hücrelerde gözlenmezken bazal kısmında bulunan hücrelerde gözlenmektedir (Müller and Streffer, 1994; Fenech, 2000; Kirsch-Volders and Fenech, 2001; Fenech et al., 2003). Kromozomlardaki yapısal ve sayısal bozuklukların belirlenmesinde en çok kullanılan, ucuz, basit ve hızlı bir yöntem olan mikronükleus testi, OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), ICH (International Conference on Harmonization), EU (European Union) ve USEPA (United State Environmental Protection Agency) tarafından bilimsel bir yöntem olarak kabul edilmiştir (USEPA 1996, Wolf et al., 2002; Wolf et al., 2003). MN test tekniğinin etkili bir metod olmasının başlıca nedenleri farklı hücre tiplerine uygulanabilmesi, sayımlarının kolay yapılabilmesi, elde edilen verilerin fazla olmasından dolayı istatistiksel olarak testin güvenilirliğinin artmasıdır (Rajaguru et al., 1999). Testin uygulanmasında dikkat edilmesi gereken noktalardan birincisi incelenecek maddelerin konsantrasyonları (en az üç konsantrasyon), ikincisi çalışmada kullanılan çözücü veya taşıyıcının kullanıldığı negatif kontroller ile

mitomisin C (Mitomycin C, MMC) veya siklofosfamid (Cyclophosphamide, CP) gibi pozitif kontrol gruplarının mutlaka oluşturulmasıdır (GPT, 2006).

MN testiyle genotoksik ajanların mutajenik etkileri tespit edilirken, kullanılan test gruplarındaki MN oranı kontrol gruplarından daha fazla çıkar ise test edilen maddenin mutajenik olduğuna, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında bir farklılık meydana gelmemişse mutajenik olmadığına karar verilir. Eğer uygulanan madde mevcut MN oranında azalmaya sebep oluyorsa maddenin anti-mutajenik olduğu anlaşılır. Ayrıca uygulanan maddenin toksik dozunun artmasıyla birlikte artan MN oluşumuna karşın, sonradan bir azalma meydana geliyorsa o zaman da aşırı toksik dozdan hücre ölümlerinin gerçekleşmeye başladığı düşünülebilir (Al-Sabti, 1986; Heddle et al., 1991).

Hücrede spontan olarak da MN oluşabilir. Spontan MN sayısı hücre bölünmesinin ve asentrik kromozom parçalarının oluşma sıklığına bağlıdır. Spontan MN oluşumuna iki tip mutasyon neden olmaktadır. Bunlardan birincisi, kinetokor proteinlerinde, sentromerde oluşan mutasyonlar ve anafazda kromozom kaybı ya da eşit olmayan kromozom dağılımına yol açan iğ iplikçiklerindeki mutasyonlardır. İkincisi ise, asentrik kromozomların oluşumuna neden olan, çevresel mutajenlere maruz kalmanın bir sonucu olarak tamir edilemeyen DNA zincir kırıklarıdır (Alakoç, 2010).

MN testi kromozomlar üzerinde etkili olan fiziksel ve kimyasal maddelerin genotoksik ve karsinojenik potansiyellerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Piyasaya sürülmeden önce ilaçların kanserden korunmada, kanseri izlemede, toksik etkilerin araştırılmasında ve güvenilirliğinin belirlenmesinde kullanılan biyoizlem bir test olarak kullanılmaktadır. MN testi kanser tanısının konulması ve takibinin yapılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Hücrede meydana gelen morfolojik bozukluklar, kromozom kırıkları, ileride tümöre dönüşebilecek lezyonlar kanser göstergesidir. Bu yüzden karsinojenlere maruz kalmış bireylerin kanser risklerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca bu yöntem sigara, gıda katkı maddeleri, pestisitler, iyonize radyasyon, mikroalg ışınlar gibi buna benzer birçok kimyasal ve fiziksel etkenlerin değerlendirilmesinde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Preston et al., 1981; Choy, 2001; Mateuca et al., 2006).

Lenfosit kültürlerindeki *in vitro* araştırmaların yanı sıra MN tekniği, *in vivo* olarak da kullanılmaktadır. Memeliler üzerinde gerçekleştirilen *in vivo* MN testi, *in vitro* ortamlardaki test sistemlerinde tespit edilen mutajenik etkinin daha ayrıntılı incelenmesine ve test edilen maddenin *in vivo* farmakokinetiği, metabolizması ve DNA onarım süreçleri gibi unsurların analiz edilmesine de imkan vermektedir. Çoğunlukla tercih edilen *in vivo* MN testi, memeli eritrositlerindeki MN frekansının tespit edildiği yöntemdir. Genellikle bu test kemik iliğindeki veya periferik kan hücrelerindeki ya da her ikisindeki eritrositlerin analizlerinin yapılarak, test edilen maddenin kromozomal hasara sebep olup olmadığı belirlenmesinde kullanılır. Pekçok kimyasal bileşiğin uygulanması hematopoietik hücrelerin bölünme anında kromozom hasarına veya mitoz bölünmenin sekteye uğramasına sebep olmaktadır. Eritropoeziste son mitoz bölünmenin ardından kemik iliğindeki eritroblastlar polikromatik eritrositlere dönüşürken nükleuslarını kaybetmekte ve bu esnada oluşan kromozomal hasar hücrenin sitoplazmasında MN oluşumuna sebebiyet vermektedir. MN ihtiva eden tamamen olgunlaşmamış polikromatik eritrosit frekansındaki artma kromozomal hasarın veya anafaz gecikmesi sonucunda oluşan sitogenetik hasarın belirteçidir. Çoğunlukla *in vivo* MN yöntemi kullanılan araştırmalarda periferik kan daha stabil olduğundan daha çok tercih edilmektedir (Von Ledebur and Schmid, 1973; MacGregor et al., 1987; Mavourin et al., 1990; Üstün, 2007).

Bitkiler üzerinde de MN testi uygulanmaktadır. Örneğin, *Vicia faba* bitkisinin kök ucu hücrelerinde fenolün toksik etkileri MN testiyle belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışma neticesinde fenolün *Vicia faba* bitkisinin kök ucu hücrelerinde MN oluşumuna neden olduğu belirlenmiştir (Çavuşoğlu ve ark., 2008).

Son yıllarda MN testinin avantajlarından dolayı balıklardaki kromozomların yapısal ve sayısal hasarlarının belirlenmesinde de kullanılmaya başlanmıştır. Ancak balıkların kromozomlarının memeli kromozomlarına oranla küçük olması balıklarda küçük MN oluşumlarına neden olmaktadır. Balıklarda eritrositlerdeki MN'lerin yanı sıra solungaç epitelindeki MN'ler de incelenmektedir. Örneğin, Pyrethroid grubundan Cypermethrin'in *Oreochromis niloticus* türü üzerindeki genotoksik etkilerinin belirlenmesi

amacıyla solungaç epitel hücrelerine mikronükleus testi uygulanmış ve doz artışına bağlı olarak mikronükleus frekansında anlamlı artışlar tespit edilmiştir (Ergene ve ark., 2001).

Amfibilerin eritrositlerinde nükleus bulunması MN testinin kullanımını daha kullanışlı hale getirmiştir. Örneğin, *Rana catesbeiana* iribaşları üzerinde yapılan MN testleri sayesinde iribaşların su kirliliğininde model organizma olarak kullanılabilmesi önerilmektedir (Campana et al., 2003). Portekiz'in küçük bir kasabasındaki uranyum madeni gölünden ve bu gölün uzağındaki referans bölgeden alınan *Rana perezi* türü kurbağaların dokularındaki histopatolojik değişimler ve eritrositlerdeki nükleer anomaliler incelenmiştir. Çalışmada kirli bölgede görülen eritrosit nükleer anomalilerin (loblu, mikronükleuslu vb.) referans bölgeye göre önemli derecede yüksek çıktığı bildirilmiştir (Margues et al., 2009).

MN ve nükleus anormalliklerinin değerlendirildiği bir diğer canlı grubu da kaplumbağalardır. Örneğin, rehabilitasyon merkezlerinde tedavi altında bulunan yaralı *Caretta caretta*'ların perifer kanlarında bazı kimyasal ajanların sebep olduğu genotoksik etkiler MN ve nükleus anormallikleri belirlenerek tespit edilmiştir (Ergene ve ark., 2012). Azerbaycan'da kontamine olmuş sulak alanlarda yaşayan suçul kaplumbağaların (*Emys orbicularis* ve *Mauremys caspica*) kromozom düzeyindeki zararlarını değerlendirmek için MN testi ve flow sitometri yöntemi (Flow Cytometry Method-FCM) kullanılmış ve MN testiyle kirliliğin genotoksik düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Matson et al., 2005).

MN testinin bir başka modifikasyonu 5-7 günlük civcivlerin kemik iliği ve perifer kan eritrositleri üzerinde gerçekleştirilmiş ve başta pestisitler olmak üzere çeşitli kimyasal bileşiklerin genotoksik etkisi bu yöntemle test edilmiştir (Bhunya and Jena, 1992; Jena and Bhunya, 1992; Bhunya and Jena, 1993; Jena and Bhunya, 1994; Bhunya and Jena, 1996; Özparlak ve ark., 2011). Bu test yöntemini kullanan araştırmacılar civciv *in vivo* MN test sisteminin memeli test sistemlerine alternatif olabileceğini vurgulamışlardır (Bhunya and Jena, 1992; Giri et al., 2002).

Son zamanlarda yapılan genotoksikite çalışmalarında farklı canlı organizmalarda ve farklı dokularda ana nükleusta genotoksik maddelerin

sebebi olduğu şekilsel bazı bozuklukların olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple MN testlerinde MN oranı yanı sıra genotoksitenin bir indikatörü olarak nükleus anormallikleri de belirlenebilmektedir. Bu bozukluklar binükleus, tomurcuklu nükleus, loplü nükleus ve çentikli nükleus gibi sıralanabilir (Ayllon and Garcia-Vazquez, 2000; Çavaş and Gözükara 2003; Özparlak, 2006; Könen, 2007; Aymak, 2010). Bir hücre içerisinde çift nükleus bulundurma durumu sitotoksik etmenlerin göstergesi olarak kabul edilebilir. Nükleus anormalliklerinden biri olan çentikli nükleuslarda ise nükleus zarında içe doğru bir çöküntü meydana gelir ve çentik oluşur. Çentik içerisinde kromatin bulundurmaz. Tomurcuklu nükleusta nükleusun zarından dış kısma doğru çıkıntılar vardır. Kromatin içeren bu çıkıntılar tomurcuk görünümündedirler. Loblu nükleusta tomurcuktan daha büyük ve daha fazla lob söz konusudur. Binükleus yapısı ise aynı hücre içerisinde iki tane nükleus bulunma durumudur (Könen, 2007).

Nükleusta tomurcuklanma hücre döngüsünün S evresinde oluşur ve meydana gelen tomurcuklar MN ile aynı morfolojik görünümündedirler. İkisi arasındaki fark oluşum safhalarına bağlı olarak, lob ve tomurcukların ana nükleusa büyüklüğü ve kalınlığı değişebilen bir nükleoplazmik köprüyle bağlı olmasıdır. Nükleusta tomurcuklanma ve meydana gelen mikronükleusun hücreden atılmasının ne kadar sürdüğü hala bilinmemektedir (Shimizu et al., 1998).

Tavuk Yumurtası Mikronükleus Testi (Hen's Egg Test For Micronucleus Induction, HET-MN)

Literatüre bakıldığında tavuk embriyolarının embriyotoksikite ve teratojenite çalışmalarında yaygın bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Jelinek (1977) dömlü tavuk yumurtası kullanarak Tavuk Embriyotoksikite Belirleme Testini (Chicken Embryotoxicity Screening Test, CHEST), Luepke (1985) Tavuk Yumurtası Korioallantoik Membran Testini (Hen's Egg Test-Chorioallantoic Membrane, HET-CAM), Kemper and Luepke (1986) Tavuk Yumurtası Testini (Hen's Eggs Test, HET), Rosenbruch and Holst (1990) HET-CAM'a alternatif başka bir testi, Nishigori et al. (1992) Dömlü Tavuk Yumurtası Tarama Testini (Hen's Fertile Egg Screening Test, HEST), Neumann et al. (1997) ise tavşan göz irritasyon

testine (Draize Test) alternatif olarak PHET'i (Photo Hen's Egg Test) geliştirmişlerdir. Bu test yöntemleri kullanılarak yapılmış çok sayıda araştırma mevcut olup tavuk embriyoları yoğun bir şekilde kullanılmaya devam etmektedir (Özparlak, 2015).

Wolf and Leupke (1997) ise kuluçkaya alınan döllü tavuk yumurtalarında gelişen embriyoların periferal kan eritrositlerinde MN oluşumunu rapor ederek, Tavuk Yumurtası Mikronükleus Testi (Hen's Egg Test for Micronucleus Induction, HET-MN) olarak isimlendirdikleri yöntemi geliştirmişler ve daha sonra yaptıkları araştırmayla (Wolf et al., 2002) bu yöntemde modifikasyonlar yapmışlardır. Son derece hızlı, basit ve ucuz bir genotoksisite testi olan bu metod, etik açıdan ve hayvan hakları açısından da makul görülmektedir. HET-MN'nin gerçekleştirildiği evrede beyin aktivitesi başlamazken, yüksek bir metabolik aktivitenin bulunması bu testi hayvan kullanılmayan diğer genotoksisite çalışmalarına da üstün kılmaktadır. Bununda ötesinde korio-allantoik membranın sinirlerle temasının olmaması ve acı reseptörlerinden yoksun olması testin olumlu yanlarındandır. Yumurtadaki embriyo ortamının fizyolojik koşullara daha yakın olması bu testi *in vitro* testlere de üstün kılmaktadır. Tavuk embriyosunun dolaşımdaki eritrosit hücre kompozisyonunun ergin memelilerdeki kemik iliği hücre kompozisyonuna benzemesi, fare periferal kanında %5 oranında polikromatik eritrosit bulunurken 11 günlük tavuk embriyolarında bu oranın %25-50 olması, ayrıca çoğu memelide anormal eritrositleri elimine eden dalağın tavuk embriyosunda HET-MN'nin gerçekleştirildiği evrelerde tamamıyla gelişmemesi ve dolayısıyla MN'lerin dolaşımda yoğunlaşması bu yöntemin diğer önemli özellikleridir. Bu yöntemin bilgisayarlı resim analiz sistemleriyle çok hızlı gerçekleştirilebileceği de vurgulanmıştır (Wolf and Leupke, 1997; Wolf et al., 2002; Wolf et al., 2003).

Wolf et al. (2002) HET-MN'yi modifiye etmek için siklofosfamid (Cyclophosphamide, CP) ve 7,12-dimethyl-benz[α]anthracene (DMBA) ile yaptıkları çok sayıdaki denemelerde, test edilecek solüsyonları kuluçkanın 8., 9. veya 10. günlerinde, birinci yöntemde yumurtanın sivri ucundan albümine hipodermik iğne ile enjekte etmişler, ikinci yöntemde ise hava kamarasını açarak kabuk altı zarı üzerine pipetle vermişlerdir. Uygulamaları takiben kuluçkanın

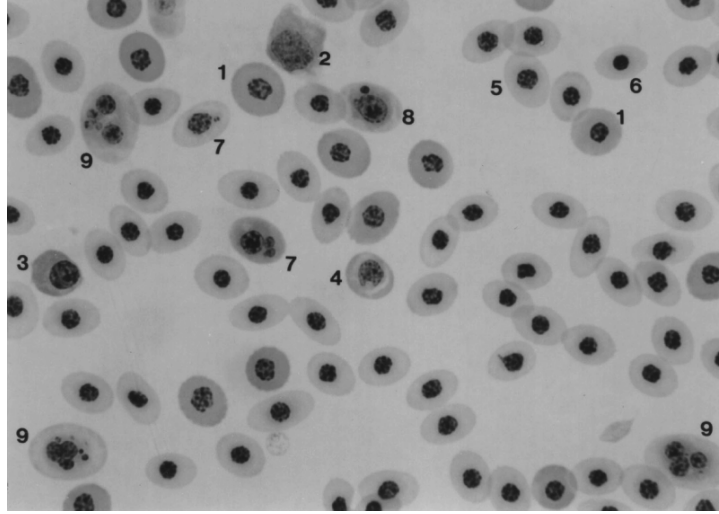
24, 48 veya 72. saatlerinde embriyolardan (Arteria Umbilicalis Sinistra'dan) kan örnekleri alarak, frotilerini hazırlayıp, modifiye May-Grünwald Giemsa yöntemiyle boyamışlar ve eritrositlerdeki MN oranlarını belirlemişlerdir. Hava kamarasına yapılan enjeksiyonlar sonucunda albümine kıyasla daha yüksek oranda MN gözlemişlerdir. Ayrıca 8. günde yapılan enjeksiyondan sonraki 72. saatte alınan kan örneklerindeki MN oranının en yüksek düzeyde olduğunu, diğer saatlerdeki oranların ise daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar ışığında HET-MN için hava kamarası yöntemiyle, test solüsyonunun kuluçkanın 8. gününde enjekte edilerek 11. günde kan örneklerinin alınması ideal olarak kabul edilmiştir (Wolf et al., 2002).

Tavuk embriyolarında embriyonik dönemin 4. gününde karaciğer farklılaşması olmakta ve bu günden sonra karaciğerin detoksifikasyon mekanizmaları çalışmaya başlamaktadır (Hamilton et al., 1983). Wolf and Leupke (1997), memeli embriyosunun aksine, tavuklarda karaciğerin erken farklılaşmasına bağlı olarak, tavuk embriyosunun gelişiminin erken evrelerinde de yoğun bir metabolik aktivasyon mevcut olduğunu belirtmişler, böylece kuluçkanın 8. gününde enjeksiyon yapılarak promotajenlerin de genotoksik etkilerinin belirlenebildiğini vurgulamışlardır.

Wolf et al. (2002) ve Wolf et al. (2003) embriyonik dönemdeki periferal eritrositleri iki hücre hattına ayırmışlardır (Şekil 1). E I olarak adlandırdıkları gruba primitif eritrositleri (primary/primitive erythrocytes), E II olarak adlandırdıkları gruba sekonder eritrositleri (secondary/definite erythrocytes) dâhil etmişlerdir. E II (sekonder eritrositler) eritroblastları, proeritroblastları, erkenpolikromatik, ortapolikromatik ve geçpolikromatik eritrositleri ve olgun normokromatik eritrositleri ihtiva etmektedir. E I hücreleri daha büyük boyutları, düşük nükleus-sitoplazma oranları ve yuvarlak yapıları ile karakteristiktir. E II hücreleri ise büyük, yuvarlak, bazofilik ve büyük nükleuslu proeritroblastlardan başlayıp, oval şekilli, normokromatik, küçük ve yoğun nükleuslu olgun hücrelere kadar olan eritroid seri hücrelerini kapsamaktadır (Wolf and Luepke, 1997; Wolf et al., 2002). Embriyonik dönemdeki hücre tiplerinin sınıflandırılmasında ayrıca Bruns and Ingram (1973) ve renkli literatür olarak Lucas and Jamroz (1961) referans olarak kabul edilmektedir. Bu hücrelerin çoğunluğu Şekil 1'de görülebilir. Wolf et al. (2002)

çalışmalarında primitif eritrositlerde (E I) kuluçkanın 6. ve 7. günleri arasında proliferasyon sona erdiği için kuluçkanın 8. günü enjeksiyon yapılan çalışmalarda bu hücrelerin mutajenik muameleden etkilenmediğini, MN oluşturmadığını ve MN oranı bakımından kontrol grubundan fark göstermediğini tespit etmişlerdir. Bu sonuçlara dayanarak MN'li E II (sekonder eritrositler,

MNEII) hücrelerinin tüm olgunlaşma evreleri (eritroblastlar, proeritroblastlar, erken polikromatik, orta polikromatik ve geç polikromatik eritrositleri ve olgun normokromatik eritrositler) dâhil olmak üzere total frekansı HET-MN'de genotoksisitenin parametresi olarak kabul etmişlerdir.



Şekil 1. Kuluçkanın on birinci günündeki tavuk embriolarının (hava kamarası yoluyla 3 mg/yumurta siklofosfamid uygulamasından 48 saat sonra) perifer kanından hazırlanan ve modifiye May-Grünwald Giemsa yöntemiyle boyanmış bir kan frotisinin ışık mikroskopik görünümü. ¹Primitif normokromatik eritrosit, ²Şekil bozukluğu olan bir eritroblast (bu hücre tipi sadece yüksek dozda veya uzun süreli siklofosfamid uygulamalarında görülebilir), ³Çok az şekil bozukluğu olan bir erken polikromatik eritrosit, ⁴Çok az şekil bozukluğu olan bir orta polikromatik eritrosit, ⁵Geç polikromatik eritrosit, ⁶Normokromatik eritrosit, ⁷Mikronükleuslu polikromatik eritrosit, ⁸Mikronükleuslu eritroblast, ⁹Nükleus anomalisi olan bir polikromatik eritrosit (Wolf and Leupke (1997)'den alınmıştır)

Wolf and Luepke (1997), Wolf et al. (2002) ve Wolf et al. (2003)'ün HET-MN'de uyguladıkları modifiye May-Grünwald Giemsa yöntemi şu şekilde özetlenebilir. Kan frotileri başlangıçta 3 dk filtre edilmiş May-Grünwald'la boyanır. Ardından froti üzerine boyayla aynı hacimde 0.1 M disodyumsitrat/NaOH tamponu (pH'sı 5.2) eklenir. Metalik bir parlaklık görülünceye kadar bununla birlikte 5 dk'yı aşmayacak şekilde boyamaya devam edilir. Preparatlar saf suyla yıkanır. Ardından preparatlar 0.1 M disodyumsitrat/NaOH tamponunda (pH'sı 5.2) hazırlanmış ve filtre edilmiş %30'luk Giemsa'yla 20 dk boyanır ve saf suyla birkez daha yıkanır. Wolf and Luepke (1997), Wolf et al. (2002) ve Wolf et al. (2003), boyanan preparatlar ışık mikrosbuyla değerlendirilirken her yumurta için genellikle 1000 veya daha fazla sayıda EII hücresi incelemiş ve bu hücrelerdeki mikronükleus frekansını

belirlemişlerdir. Araştırmacılar EII hücrelerindeki nükleusa benzer görümlü ve aynı boyanma özelliğine sahip, yuvarlak-oval şekilli, sınırları belirgin, üç boyutlu ve nükleus boyutunun üçte ikisini geçmeyen yapıları MN kabul etmişlerdir.

Wolf et al. (2002) HET-MN'yi modifiye etmek için, white leghorn (strain Lohmann selected, LSL) damızlıklara ait her grupta 5-6 yumurta kullanarak ve kuluçkanın 8. günü test solüsyonlarını enjekte ettikleri ve kuluçkanın 11. günü kan örneği alarak yaptıkları çalışmalarında, 100 µl bidistile su içerisindeki 50 µg/yumurta CP dozunu üç denemede kullanmışlardır. E II hücrelerinde birinci denemede %13.2, ikinci denemede %7.3 ve üçüncü denemede %9.3 oranında mikronükleus gözlemişlerdir. Wolf et al. (2003) ve Wolf et al. (2008) daha sonraki HET-MN çalışmalarında pozitif kontrol amacıyla ideal kullanımı sebebiyle suda çözünen CP kullanmışlardır.

Son yıllarda HET-MN yöntemiyle yapılan güncel diğer çalışmalar ise şu şekilde sıralanabilir. Wolf et al. (2003) HET-MN yöntemini kullandıkları çalışmalarında kanserojen üç maddenin N-nitrozodimetilamin (NDMA), N-Nitrozodietil amin (NDEA), N-Nitrozodietanol aminin (NDELA) genotoksik etkilerini araştırmışlardır. NDMA ve NDEA maddeleri test sisteminde bariz bir şekilde pozitif sonuç vermiştir. NDMA literatüre uyumlu bir şekilde bu test sisteminde NDEA'dan çok daha yüksek mutajenite göstermiştir. Bu iki bileşiğin HET-MN sistemindeki duyarlılığı göz önüne alındığında, kemirgen MN test sistemlerinde daha önceki yayınlanmış sonuçlarla kıyaslandığında büyük ölçüde daha duyarlıdır. NDELA'nın eritrosit oluşumu üzerine olumsuz etki göstermeksizin bu test sisteminde non-mutajenik olduğunu bariz bir şekilde teyit etmişlerdir. Wolf et al. (2003) alternatif bir genotoksisite test sistemi olarak HET-MN yönteminin kullanılmasını diğer hayvan testlerinden elde edilen yayınlanmış verileri destekleyebileceğini vurgulamışlardır. Çünkü HET-MN in vitro genotoksisite testleriyle kıyaslandığında fizyolojik olarak in vivo testlere daha yakındır. Ayrıca daha fazla lokal ve sistemik etkilerin gözlenmesine olanak sağlamıştır.

Wolf et al. (2008), HET-MN yöntemiyle çok sayıda maddeyi [epirubicine (EPI), cadmium chloride (CD), cytarabine (AraC), acrylamide (ACM), methotrexate (MTX), dipotassium monochromate (DPC) ve acetylamino-fluorene (2-AAF)] test etmişler ve bu maddelerin pozitif sonuç verdiğini, ayrıca sonuçlarının daha önce yapılmış diğer genotoksisite test sonuçlarıyla uyumlu olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun yanı sıra üç maddenin de [azorubin (E122), orange G (OG) ve starch (STRC)] negatif sonuç verdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmalarında Wolf et al. (2008), HET-MN'yle daha önce yaptıkları tüm çalışmaların sonuçlarını da bir araya getirmişlerdir. Negatif kontrol (çözücü) grubunda toplam 445 yumurtadan 556500 eritrositte %0.87±0.87 oranında MNEII hücresi, 0.05 mg/yumurta CP (pozitif kontrol grubu) uyguladıkları toplam 223 yumurtadan 249250 eritrositte %12.4±6.8 oranında MNEII hücresi rapor etmişlerdir.

Özparlak (2008), organik insektisit fipronilin genotoksik etkilerini belirlemek amacıyla HET-MN testi uygulamış, fipronil uygulanan gruplarda

istatistiksel olarak önemli düzeyde mikronükleus artışı olmadığını tespit etmiştir. Ayrıca fipronilin diğer genotoksisite testlerinde de negatif sonuç verdiğini ve bunların HET-MN'den elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğunu vurgulamıştır.

Greywe et al. (2012), çok sayıda genotoksik ve genotoksik olmayan bileşiği biri Osnabrueck Üniversitesi'nde ve diğeri Henkel AG&Co'da olmak üzere iki ayrı laboraturda HET-MN yöntemiyle test etmişler ve aynı sonuçları bulmuşlardır. Ayrıca elde ettikleri sonuçların in vivo ve in vitro test sistemleriyle elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğunu ve HET-MN yönteminin mevcut test yöntemlerine yardımcı olarak umut verici olduğunu vurgulamışlardır.

Bu yöntemle ilgili yapılan son çalışmada ise Hothorn et al. (2013) HET-MN için istatistiksel bir model (Freeman-Tukey'in karekök transforme edilmiş verilerle modifiye Williams modeli) önermişlerdir. Bu çalışmalarında, önceki çalışmalardaki her doz grubu için altı yumurta kullanımını ve her yumurta için 1000 hücrenin değerlendirilmesinin uygun olduğunu teyit etmişlerdir.

SONUÇ

Son yıllarda kanser vakalarının ve genetik hastalıkların sayısında ciddi yükseliş görülmektedir. Bahsedilen hastalıkların sebepleri spontan mutasyonlar olarak kabul edilse de, yaşadığımız ortamlarda devamlı maruz kaldığımız çevre kaynaklı kimyasal ve fiziksel ajanların olası etkileri ihmal edilemeyecek kadar çoktur. Bu sebeple mutajenlerin genotoksisite yönünden incelenmesi ve genotoksik potansiyele sahip olanların tespit edilerek gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bunun içinde genotoksisite testlerinin kullanımları yaygınlaştırılmalı ve geliştirilmelidir. Bu testlerin yaygın bir şekilde kullanımıyla insanların ksenobiyotiklere karşı gösterecekleri genetik cevabın önceden tespit edilmesi, kanser gibi hastalıkların ve metabolizma bozukluklarının klinik belirti vermeden taranarak yatkın insanların belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerçekleştirilebilir. Genotoksisite testlerinin yaygınlaştırılmasıyla insan sağlığı ve yaşam kalitesinin artması bilim dünyasının başlıca hedeflerindedir. Test edilecek ksenobiyotiklerin metabolik aktivasyonuna imkân sağlayan, nükleus

anormalliklerinin de değerlendirilebildiği, hayvan hakları ve etik açıdan uygun, ucuz, basit ve hızlı bir genotoksisite testi olarak HET-MN, memeli test sistemlerine tek başına alternatif olmasada, memelilerle yapılacak çalışmalarda kullanılacak olan hayvan ve deneme sayısını azaltacağı için her geçen gün daha çok önem kazanacaktır.

KAYNAKLAR

- Alakoç C, 2010. Gazaltı kaynağından çıkan gazlara maruz kalan kişilerin periferik kan lenfositlerindeki mitotik indeks, replikasyon indeksi ve mikronükleus parametrelerinin değerlendirilmesi. Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Yozgat.
- Al-Sabti K, Metcalfe CD, 1995. Fish micronuclei for assessing genotoxicity in water. *Mutation Research*, 343: 121-135.
- Al-Sabti K, 1986. Comparative micronucleated erythrocyte cell induction in three cyprinids by five carcinogenic-mutagenic chemicals. *Cytobios*, 47: 147-154.
- Aydın SA, 2007. Flunixin megluminin genotoksisitesinin *in vitro* ve *in vivo/in vitro* mikronükleus testleriyle değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Ayllon F, Garcia-Vazquez E, 2000. Induction of micronuclei and other nuclear abnormalities in European minnow *Phoxinus phoxinus* and mollie *Poecilia latipinna*: an assessment of the fish micronucleus test. *Mutation Research*, 467: 177-186.
- Aymak C, 2010. Mersin bölgesinde yaşayan *Rana ridibunda* pallas, 1771 (Ranidae, Ampibia)'nın mikronükleus test yöntemi ile genotoksik etkilerinin ve ağır metal kirliliğinin tespit edilmesi. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Mersin.
- Bhunya SP, Jena GB, 1993. Studies on the genotoxicity of monocrotophos, an organophosphate insecticide, in the chick *in vivo* test system. *Mutation Research*, 292: 231-239.
- Bhunya SP, Jena GB, 1996. Clastogenic effects of copper sulphate in chick *in vivo* test system. *Mutation Research*, 367 (2): 57-63.
- Bhunya SP, Jena GB, 1992. Genotoxic potential of the organochlorine insecticide lindane (γ -BHC): An *in vivo* study in chicks. *Mutation Research*, 272: 175-181.
- Bruns GAP, Ingram VM, 1973. The erythroid cells and haemoglobins of the chick embryo. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 266: 225-305.
- Campana MA, Panzeri AM, Moreno VJ, Dulout FN, 2003. Micronuclei induction in *Rana catesbeiana* tadpoles by the pyrethroid insecticide lambda-chalothrin. *Genetics and Molecular Biology*, 26: 99-103.
- Choy WN, 2001. Genetic Toxicology and Cancer Risk Assessment, Marcel Dekker, New York, 406 p.
- Cunny H, Hodgson E, 2004. Toxicity Testing, In: Hodgson, E. (ed.), A Textbook of Modern Toxicology, John Wiley & Sons, Inc., USA, p. 353-397.
- Çakır Ş, 2004. Bazı organik fosforlu insektisitlerin *Drosophila melanogaster*'in yaşama yüzdesi üzerine etkisi. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24(3): 71-80.
- Çavaş T, Ergene-Gözükara S, 2003. Micronuclei, nuclear lesions and interphase silver-stained nucleolar organizer regions (AgNORs) as cyto-genotoxicity indicators in *Oreochromis niloticus* exposed to textile mill effluent. *Mutation Research-Gen Tox En*, 538: 81-91.
- Çavaş T, 2004. Endüstriyel atıkların genotoksik etkilerinin mikronükleus ve AgNOR analiz teknikleri kullanılarak *in-situ* ve laboratuvar koşulları altında araştırılması. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Mersin.
- 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 sitotoksisitenin belirlenmesi. *SDÜ Fen Dergisi (E-Dergi)* 3(2): 139-148.
- Demirel S, Zamani A. 2002. MN tekniği ve kullanım alanları. *Genel Tıp Dergisi*, 12(3): 123-127.
- Duffaud F, Orsiere T, Villani P, Pelissier AL, Volot F, Favre R, 1997. Comparison between micronucleated lymphocytes rates observed in healthy subject and cancer patients. *Mutagenesis*, 12: 227-231.
- Ergene Gözükara S, Çavaş T, Aymak C, 2001. Cypermethrin'in *Oreochromis niloticus* (L.,1758) üzerindeki genotoksik etkilerin mikronükleus testi ile araştırılması. XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 2: 765-771.
- Ergene S, Kaya Ş, Dürgen A, Uçar A, Erkek M, Ergene M, Könen AS, Özbaba O, Önder H, 2012. Mersin rehabilitasyon merkezinde tedavi altında bulunan yaralı deniz kaplumbağalarının hematolojik ve biyokimyasal özelliklerinin incelenmesi, araştırma makalesi. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi* 3(2): 34-40.
- Fenech M, Chang WP, Kirsch-Volders M, Holland N, Bonassi S, Zeiger E, 2003. Human Micronucleus Project. HUMN Project: Detailed description of the scoring criteria for the cytokinesis-block micronucleus assay using isolated human lymphocyte cultures. *Mutation Research-Gen Tox En*, 534: 65-75.
- Fenech M, 2000. The *in vitro* micronucleus technique. *Mutation Research-Fund Mol*, 435: 81-95.
- Fenech M, Crott J, Turner J, Brown S, 1999. Necrosis, apoptosis, cytostasis and DNA damage in human lymphocytes measured simultaneously within the cytokinesis-block micronucleus assay: Description of the method and results for hydrogen peroxide. *Mutagenesis*, 14(6): 605-612.
- Fenech M, Morley AA, 1985. Measurement of micronuclei in lymphocytes. *Mutation Research*, 147: 29-36.
- Giri S, Sharma GD, Giri A, Prasad SB, 2002. Genotoxic effects of malathion in chick *in vivo* micronucleus assay. *Cytologia*, 67: 53-59.
- Gomez-Arroyo S, Díaz-Sánchez Y, Meneses-Pérez MA, Villalobos-Pietrini R, De León-Rodríguez J, 2000. Cytogenetic biomonitoring in a mexican floriculture worker group exposed to pesticides. *Mutation Research*, 466: 117-124.
- GPT, 2006. Micronucleus assay. *GenPharmTox*. http://www.genpharmtox.com/services/Toxicology/micro_advanced_test.html (28.05.2012)
- Greywe D, Kreutz J, Banduhn N, Krauledat M, Scheel J, Schroeder KR, Wolf T, Reisinger K, 2012. Applicability and robustness of the hen's egg test for analysis of micronucleus induction (HET-MN): Results from an inter-laboratory trial. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 747(1): 118-134.

- Griffiths AJF, Miller JH, Suzuki DT, Lewontin RC, Gelbart WM, 2000. An Introduction to Genetic Analysis. W.H. Freeman and Company, New York, USA.
- Hamilton JV, Denison MS, Bloom SE, 1983. Development of basal and induced aryl hydrocarbon (benzo(a)pyrene) hydroxylase activity in the chick embryo *in ovo*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 80: 3372-3376.
- Heddle JA, Cimino MC, Hayashi M, Romagna F, Shelby MD, Tucker JD, Vanparys P, MacGregor JT, 1991. Micronuclei as an index of cytogenetic damage: Past, Present, and future. Environmental and Molecular Mutagenesis, 18: 277-291.
- Hothorn LA, Reisinger K, Wolf T, Albrecht P, Fieblinger D, Liebsch M, Pirow R, 2013. Statistical analysis of the hen's egg test for micronucleus induction (HET-MN assay). Mutation Research, 757: 68-78.
- Jelinek R, 1977. The chick embryotoxicity screening test (CHEST). In: Methods in Prenatal Toxicology. Neubert, D., Merker, H.J. and Kwasigroch, T.E. (eds.), Georg Thieme, Stuttgart, pp. 381-386.
- Jena GB, Bhunya SP, 1994. Mutagenicity of an organophosphate insecticide acephate-an *in vivo* study in chicks. Mutagenesis 9 (4): 319-324.
- Jena GB, Bhunya SP, 1992. Thirty day genotoxicity study of an organophosphate insecticide, monocrotophos, in a chick *in vivo* test system. *In vivo* 6(5): 527-530.
- Jena GB, Kaul CL, Ramarao P, 2002. Genotoxicity testing, a regulatory requirement for drug discovery and development: impact of ICH guidelines. Indian Journal of Pharmacology, 34: 86-99.
- Kemper FH, Luepke NP, 1986. Toxicity testing by the hen's egg test (HET). Food Chemical Toxicology, 24(6/7): 647-648.
- Kirsch-Volders M, Fenech M, 2001. Inclusion of micronuclei in non-divided mononuclear lymphocytes and necrosis/apoptosis may provide a more comprehensive cytokinesis block micronucleus assay for biomonitoring purposes. Mutagenesis, 16(1): 51-58.
- Kirsch-Volders M, Elhajouji A, Cundari E, Van Hummelen P, 1997. The *in vitro* micronucleus test: a multi-endpoint assay to detect simultaneously mitotic delay, apoptosis, chromosome breakage, chromosome loss and non-disjunction. Mutation Research, 392(1-2): 19-30.
- Könen S, 2007. Trifluralin ve askorbik asit kombinasyonlarının *Oreochromis niloticus* üzerindeki genotoksik ve antigenotoksik etkilerinin mikronükleus testi kullanılarak araştırılması. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, Mersin.
- Laffon B, Pasaro E, Mendez J, 2001. Genotoxic effects of styrene-7,8- oxide in human white blood cells: comet assay in relation to the induction of sister-chromatid exchanges and micronuclei. Mutation Research, 491:163-172.
- Lucas AM, Jamroz C, 1961. Atlas of Avian Hematology. Agriculture Monograph 25, United States Department of Agriculture, U.S. Government Printing Office, Washington, DC.
- Luepke NP, 1985. Hen's egg chorioallantoic membrane test for irritation potential. Food Chemical Toxicology, 23: 287-291.
- MacGregor TJ, Heddle AJ, Hite M, Margolin HB, Ramel C, Salamone MF, 1987. Guidelines for the conduct of micronucleus assays in mammalian bone marrow erythrocytes. Mutation Research, 189: 103-12.
- Marques SM, Antunes SC, Pissarra H, Pereira ML, Gonçalves F, Pereira R, 2009. Histopathological changes and erythrocytic nuclear abnormalities in Iberian green frogs (*Rana perezi* Seoane) from a uranium mine pond. Aquatic Toxicology, 91(2): 187-195.
- Mateuca R, Lombaert N, Aka PV, Decordier I, Kirsch-Volders M, 2006. Chromosomal changes: Induction, detection, methods and applicability in human biomonitoring. Biochimie, 88: 1515-31.
- Matson CW, Palatnikov G, Islamzadeh A, McDonald TJ, Autenrieth RL, Donnelly KC, Bickham JW, 2005. Chromosomal damage in two species of aquatic turtles (*Emys orbicularis* and *Mauremys caspica*) inhabiting contaminated sites in Azerbaijan. Ecotoxicology, 14(5): 513-525.
- Mavournin HK, Blakey HD, Cimino CM, Salamone FM, Heddle AJ, 1990. The *in vivo* micronucleus assay in mammalian bone marrow and peripheral blood: A report of the U.S. Environmental Protection Agency Gene-Tox Program. Mutation Research, 239: 29-80.
- Monarca S, Feretti D, Zanardini A, Moretti M, Villarini M, Spiegelhalter B, Zerbini I, Gelatti U, Lebbolo E, 2001. Monitoring airborne genotoxicants in the rubber industry using genotoxicity tests and chemical analyses. Mutation Research, 490: 159-169.
- Müller W-U, Streffer C, 1994. Micronucleus assays. In: Advances in Mutagenesis Research. Obe, G. (ed.), Vol 5, Springer-Verlag, pp. 1-134.
- Neumann NJ, Hölzle E, Lehmann P, Rosenbruch M, Klauic A, Plewig G, 1997. Photo hen's egg test: A model for phototoxicity. British Journal of Dermatology, 136: 326-330.
- Nishigori H, Mizuura M and Iwatsuru M, 1992. The hen's fertile egg screening test (HEST): A comparison between the acute toxicity for chick embryos and rodents of 20 drugs. Cell Biology and Toxicology, 8 (4): 255-265.
- Öcal A, 2012. İnsan periferik kan lenfositlerinde *Hypericum heterophyllum* vent. türünün mikronükleus, mitotik indeks ve replikasyon indeksi üzerine etkileri. Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Yozgat.
- Özdemir F, Kayaaltı Z, Kaya-Akyüzlü D, 2015. Ksenobiyotiklerin DNA üzerindeki toksik etkileri ve toksikogenetik. Marmara Pharmaceutical Journal, 19: 246-251.
- Özparlak H, 2006. Yumurtaya verilen organik insektisit fipronilin tavukların embriyonik ve kuluçka sonu erken dönem gelişimi üzerindeki zararlı etkilerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya.
- Özparlak H, 2008. Organik insektisit fipronilin genotoksik etkilerinin tavuk yumurtası mikronükleus testi ile belirlenmesi. 19. Ulusal Biyoloji Kongresi Özet Kitabı (23-27 Haziran, Trabzon), 561-562.
- Özparlak H, 2015. Tavuk embriyolarının embriyotoksosite testlerinde kullanımı. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 40: 13-22.
- Özparlak H, Arslan A, Güler GÖ, 2011. Organik insektisit fipronilin genotoksik etkilerinin civciv mikronükleus test sisteminde belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 37: 1-8.
- Parlak H, Arslan ÖÇ, Boyacıoğlu M, Karaaslan MA, 2011. Ekotoksikoloji. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 339 s.
- Preston W, Bender AMA, Brewen JG, Carrano AV, Heddle JA, McFee AF, Wolff S, Wassom JS, 1981. Mammalian *in vivo* and *in vitro* cytogenetic assays: A report of the U.S. EPA's Gene-Tox Program. Mutation Research, 87: 143-88.

- Purchase IFH, Longstaff E, Ashby J, Styles JA, Anderson D, Lefevre PA, Westwood FR, 1978. An evaluation of 6 short-term tests for detecting organic chemical carcinogens. *British Journal of Cancer*, 37: 873-959.
- Rajaguru P, Fairbairn LJ, Ashby J, Willington MA, Turner S, Woolford LA, Chinnasamy N, Rafferty JA, 1999. Genotoxicity studies on the azo dye direct red 2 using the *in vivo* mouse bone marrow micronucleus test. *Mutation Research*, 444: 175-180.
- Rosenbruch M, Holst A, 1990. The chick embryo yolk-sac blood vessel system as an experimental model for irritation and inflammation. *Toxicology In Vitro*, 4(4/5): 327-331.
- Savage JRK, 2000. Micronuclei: Pitfalls and problems. *Atlas of Genetics and Cytogenetics in Oncology and Haematology*. <http://www.infobiogen.fr/services/chromcancer/Deep/MicronucleiID20016.html> (28.05.2012)
- Shimizu N, Itoh H, Utiyama H, Wahl GM, 1998. Selective entrapment of extrachromosomally amplified DNA by nuclear budding and micronucleation during S phase. *The Journal of Cell Biology*, 140: 1307-1320.
- Stopper H, Müller SO, 1997. Micronuclei as a biological endpoint for genotoxicity: A Minireview. *Toxicology In Vitro*, 11: 661-667.
- USEPA, 1996. *In vivo* mammalian cytogenetics test: Erythrocyte micronucleus assay. Health effects test guidelines EPA OPPTS 870. 5395. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, USA. http://www.epa.gov/opptsfrs/publications/OPPTS_Harmonized/870_Health_Effects_Test_Guidelines/Series/870-5395.pdf (28.05.2012)
- Üstün F, 2007. Albendazol'ün olası genotoksitesi üzerine askorbik asitin etkisi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Vanparys P, Vermeiren V, Sysmans M, Temmerman R, 1990. The micronucleus assay as a test for the detection of aneugenic activity. *Mutation Research*, 244: 95-103.
- Von Ledebur MM, Schmid W, 1973. The micronucleus test: Methodological aspects. *Mutation Research*, 19: 109-17.
- Vural N, 2005. Toksikoloji. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, Ankara, 659 s.
- Waters MD, Stack HF, Brady AL, Lohman PHM, Haroun L, Vainio H, 1988. Use of computerized data listings and activity profiles of genetic and related effects in the review of 195 compounds. *Mutation Research*, 205: 295-312.
- Wolf T, Luepke NP, 1997. Formation of micronuclei in incubated hen's eggs as a measure of genotoxicity. *Mutation Research-Gen Tox En*, 394: 163-175.
- Wolf T, Niehaus-Rolf C, Luepke N-P, 2002. Some new methodological aspects of the hen's egg test for micronucleus induction (HET-MN). *Mutation Research-Gen Tox En*, 514: 59-76.
- Wolf T, Niehaus-Rolf C, Luepke N-P, 2003. Investigating genotoxic and hematotoxic effects of *N*-nitrosodimethylamine, *N*-nitrosodiethylamine and *N*-nitrosodiethanolamine in the hen's egg-micronucleus test (HET-MN). *Food and Chemical Toxicology*, 41: 561-573.
- Wolf T, Niehaus-Rolf C, Banduhn N, Eschrich D, Scheel J, Luepke N-P, 2008. The hen's egg test for micronucleus induction (HET-MN): Novel analyses with a series of well-characterized substances support the further evaluation of the test system. *Mutation Research*, 650: 150-164.
- Yırtıcı Ü, 2007. Tartrazin *Cyprinus carpio*'daki genotoksik etkisinin mikronükleus yöntemiyle araştırılması. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.
- Zeiger E, 2004. History and rationale of genetic toxicology testing: an impersonal, and sometimes personal. *Environmental Molecular Mutagenesis*, 44: 363-371.

Contribution of the Knowledge of the Families Acrididae and Gryllidae (Orthoptera: Insecta) of Harput Region (Elazığ/Turkey)

İnanç ÖZGEN¹, Evgeniy TERSKOV², Akın TEMİZER³

ÖZET: In this study, Orthoptera fauna of Elazığ (Harput) was investigated. In Harput, 7 species/subspecies were determined. These species: *Doclostaurus (Stauronotulus) hauensteini* (Bolivar, 1893), *Stenobothrus zubowskyi* (Bolivar, 1899), *Chorthippus mollis mollis* (Charpentier, 1825), *Doclostaurus (Stauronotulus) hauensteini* (Bolivar, 1893), *Ramburiella turcomana* (Fischer von Waldheim, 1846), *Pyrgodera armata* (Fischer von Waldheim, 1846) and *Gryllus campestris* (Linné, 1758). *G. campestris* (Linné, 1758) and *S. zubowskyi* (Bolivar, 1899) was firstly recorded in Elazığ fauna.

Key words: Elazığ, fauna, Orthoptera, Turkey



Harput (Elazığ/Türkiye) Bölgesi Acrididae ve Gryllidae Familyaları (Orthoptera: Insecta) Bilgisine Katkılar

ÖZET: Bu çalışma; Elazığ ili Harput bölgesi Orthoptera faunasının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışma sonucunda, 7 adet tür/alt tür belirlenmiştir. Bu türler; *Doclostaurus (Stauronotulus) hauensteini* (Bolivar, 1893), *Stenobothrus zubowskyi* (Bolivar, 1899), *Chorthippus mollis mollis* (Charpentier, 1825), *Doclostaurus (Stauronotulus) hauensteini* (Bolivar, 1893), *Ramburiella turcomana* (Fischer von Waldheim, 1846), *Pyrgodera armata* (Fischer von Waldheim, 1846), *Gryllus campestris* (Linné, 1758)'dir. *Gryllus campestris* (Linné, 1758) ve *S. zubowskyi* (Bolivar, 1899), Elazığ ili faunası için ilk kayıttır.

Anahtar Kelimeler: Elazığ, fauna, Orthoptera, Türkiye

¹ Fırat Üniversitesi, Baskil Meslek Yüksekokulu, Baskil Meslek Yüksekokulu, Elazığ, Türkiye

² Institute of Arid Zones, Southern Scientific Center (RAS), Southern Scientific Center (RAS), Rostov on Don, Rusya Federasyonu

³ Fırat Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Biyoloji Bölümü, Elazığ, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: İnanç ÖZGEN, inancozgen@gmail.com

INTRODUCTION

The territory of Turkey is characterized by a wide range of different landscapes. At present, 682 species and subspecies of Orthoptera are described from Turkey (Anonymous, 2016); still this number continues to increase every year. Nevertheless, many cites remain unknown.

MATERIAL and METHOD

This study was carried out from the mid March to the mid September between 2013 to 2014 years in Harput Area (Elazığ province). The specimens were collected by sweep net. They are determined by second author. Specimens were preserved to dry material. The material is deposited in the private collections of first and second authors.

RESULTS and DISCUSSION

Species: *Dociostaurus* (*Stauronotulus*) *hauensteini* (Bolívar, 1893)

Distribution in Turkey: Elazığ, Erzincan and Malatya (Erman and Salman, 1990; Çıplak et al., 1999; Sevgili et. al., 2012)

Material examined: Elazığ, 2 exs., Harput, Obuz, 13.VII.2013, leg. Özgen

Species: *Stenobothrus* *zubowskyi* (Bolívar, 1899)

Distribution in Turkey: Çorum, Muş, Tokat (Önder et. al., 1999)

Material examined: Elazığ, 3 exs., Harput, Obuz, 07.VIII.2014, leg. Özgen

Species: *Chorthippus* (*Glyptobothrus*) *mollis* (Charpentier, 1825)

Distribution in Turkey: Ardahan, Amasya, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Giresun, Gümüşhane, Kastamonu, Rize, Samsun and Sivas (Erman and Salman; 1990; Çıplak et al., 1999).

Material examined: Elazığ, 3 exs., Harput, Obuz, 07.VII.2014, leg. Özgen.

Species: *Dociostaurus* (*Stauronotulus*) *hauensteini* (Bolívar, 1893)

Distribution in Turkey : Bayburt, Şanlıurfa (Sevgili and Çıplak, 2000), Bayburt (Mol and Zeybekoğlu, 2013).

Material examined: Elazığ, 2 exs., Harput, Obuz, 07.VII.2013, leg. Özgen.

Species: *Ramburiella* *turcomana* (Fischer von Waldheim, 1846)

Distribution in Turkey: It is known from whole of Turkey, but it is possibly absent from Karadeniz region, Erzincan: Kemaliye, (Sevgili et al., 2012).

Material examined: Elazığ, 4 exs., Harput, Obuz, 11.VII.2013, leg. Özgen.

Species: *Pyrgodera* *armata* (Fischer von Waldheim, 1846)

Distribution in Turkey: Malatya and Elazığ, Erzincan (Kemaliye district) (Erman and Salman, 1990; Çıplak et al., 1999; Sevgili et al., 2012)

Material examined: Elazığ, 2 exs., Harput, Obuz, 03.VII.2013, leg. Özgen

Species: *Gryllus* *campestris* (Linné, 1758)

Distribution in Turkey: It is known from whole of Turkey (Sevgili et al., 2012).

Material examined: Elazığ, 2 exs., Harput, Obuz, 03.VII.2013, leg. Özgen.

CONCLUSION

A total of seven species of Orthoptera belonging to families Acrididae and Gryllidae were recorded. Three of them, namely *C. mollis*, *R. turcomana*, *G. campestris*, are widespread. *G. campestris* (Linné, 1758) and *S. zubowskyi* (Bolívar, 1899) was firstly determined in Elazığ fauna.

REFERENCES

- Anonymous, 2016. Turkish Orthoptera Site. <http://www.orthoptera-tr.org/index.php/check-list-of-the-turkish-orthoptera>. Access Date. (01.03.2016).
- Çıplak B, Demirsoy A, Bozcuk AN, 1996. Malatya ve civarı Caelifera (Orthoptera, Insecta) faunası. *Turk. J. Zool.* 20: 17-31.
- Erman O, Salman S, 1990. Elazığ ili Orthoptera (Insecta) faunası. X. Ulusal Biyoloji Kongresi, 18-20 Temmuz, Erzurum.
- Önder F, Pehlivan E, Karsavuran Y, Tezcan S, Kısmalı Ş, 1999. Catalogue of the Collection of Pamphagidae, Pyrgomorphidae, Catantopidae and Acrididae (Orthoptera: Acridoidea) preserved in the Prof Dr. Niyazi Lodos Museum, İzmir, Turkey. *Türk.entomol. Derg.*,23 (3): 163-178.
- Mol A, Zeybekoğlu Ü, 2013. Distribution and Taxonomy of Gomphocerinae (Orthoptera: Acrididae) Species in the Anatolian Black Sea Basin and Check List of Turkey Subfamily Fauna. *J. Entomol Res. Soc.*, 15 (2): 69-102.
- Sevgili H, Çıplak B, 2000. The Orthoptera of Şanlıurfa province from the Mesopotomian part of the Turkey. *Italian Journal of Zoology*, 67: 229-240.
- Sevgili H, Demirsoy A, Durmuş Y, 2012. Orthoptera fauna of Kemaliye (Erzincan). *Hacetupe J. Biol.&Chem.*, 317-335.

The effect of *Cuscuta babylonica* Aucher (*Cuscuta*) parasitism on the phenolic contents of *Carthamus glaucus* Bieb.subsp. *glaucus*

Hilal SURMUŞ ASAN¹, Hasan Çetin ÖZEN¹

ABSTRACT: *Cuscuta* species are holoparasit plants which obtained all need water and organic material from host plants. The host plants are generally synthesized a variety of phenolic compounds in response to attack of parasitic plants. In this study, the plant *Carthamus glaucus* Bieb. subsp. *glaucus* (Compositae) used as host plant is an important plant that contains several compounds inhibit the STAT-3 gene is directly related to prostate cancer. In the study it was investigated that the effect of *Cuscuta babylonica* parasitism phenolic compounds of *C. glaucus*. The phenolic compounds of infected and uninfected *C.glaucus* plants analysed by LC/MS-MS. The results indicated a rise in phenolic contents that known as defense chemicals quinic acid, gallic acid, tr-caffeic acid, hyperoside, quercetin, and naringenin with dodder infestation. Besides in the content of tr-acetic acid, vanillin, hesperidin, 4-OH-benzoic acid, salicylic acid and kaempferol decreased after dodder infestation.

Keywords: *Cuscuta babylonica* Aucher, *Carthamus glaucus* bieb. subsp. *glaucus* (Compositae), phenolic compound, LC/MS-MS

Cuscuta babylonica Aucher (küsküt) parazitliğinin *Carthamus glaucus* Bieb.subsp. *glaucus*'un Fenolik İçeriği Üzerine Etkisi

ÖZET: Küsküt türleri, ihtiyaçları olan tüm su ve organik maddeleri konak bitkiden alan holoparasit bitkilerdir. Konak bitkiler genellikle bu bitkilerin saldırılarına karşı çeşitli fenolik bileşikler sentezlerler. Bu çalışmada konak bitki olarak kullanılan *Carthamus glaucus* Bieb. subsp. *glaucus* (Compositae) *C.babylonica* parazitliliğinin prostat kanseri ile direkt ilişkili olan STAT-3 genini inhibe eden çeşitli bileşikleri içeren çeşitli bir bitkidir. Çalışmada, *C. Glaucus*'un fenolik bileşen içeriği üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Parazit bitki ile enfekte olan ve olmayan *C.glaucus* bitkilerinin fenolik bileşen içerikleri LC/MS-MS ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, savunma kimyasalları olarak bilinen kuinik asit, gallik asit, tr-kafeik asit, hiperosid, kuersetin ve naringenin içeriklerinde bir artış olduğunu göstermiştir. Bunun yanında tr-akonitik asit, vanillin, hesperidin, 4-OH-benzoik asit, salisilik asit ve kaempferol içerikleri küsküt bulaşması sonrası azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Cuscuta babylonica* Aucher, *carthamus glaucus* bieb. subsp. *glaucus* (Compositae), fenolik bileşikler, LC/MS-MS

¹ Dicle Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji, Diyarbakir, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Hilal SURMUŞ ASAN, hilalsuran@gmail.com

INTRODUCTION

Parasitic plants are restrict the lives of earth plants. They are divided into two groups: hemiparasites are still able to make photosynthesis therefore rely only partially on a host plant and holoparasites that are completely dependent on solutes, metabolites, and photo assimilates, from their host crops. *Cuscuta* can be take into account an obligate holoparasite (Kaiser et al., 2015) because all of *Cuscuta* species depend (obviously) on a host plant to survive their life cycle. There are approximately 3.900 recognized parasitic plant species among the flowering plants, and *Cuscuta* spp. is one of the well-known and agriculturally most important genera (Westwood et al., 2010). Secondary metabolites that derived by host plants play an principal role in the interaction between parasitic weeds and their hosts (Bouwmeester et al., 2003). Water and nutrients are transferred uni-directionally through the haustorium from the vascular system of the host into the parasite. Besides, this organ also facilitates hormonal interactions between the two organisms (Kuijt and Toth 1976; Visser and Dorr, 1986; Stewart and Press 1990). Parasitic plants and hosts interactions usually parallel those between herbivores and plants (Pennings and Callaway, 2002).

Phenolics are usually produced and collected in the subepidermal sheets of plant tissues against to stress factors and pathogens (Schmitz-Hoerner and Weissenbock, 2003; Clé et al., 2008). Parasitic plant affect and are affected by host plant physiology because of similar hormonal pathways between parasite and host plants (Pennings and Callaway, 2002). Because the host and parasite plants share the same primary physiology. Phenolic compounds one of the most prevalent groups of secondary metabolites found in the plants (Harborne, 1980; Boudet, 2007). They move as inhibitors, protective agents, pesticides and natural animal toxicants against phytophagous insects, herbivores, bacterial and fungal pathogens (Dakora and Phillips 1996; Ravin et al., 1989; Lattanzio et al., 2006). Plants requirement to phenolic compounds for growth, pigmentation, reproduction, resistance to pathogens and for several functions (Lattanzio et al., 2006).

Cuscuta babylonica Aucher parasitic plant used in this study, belong to the family Convolvulaceae and about 200 species have been described so far (McNeal et al., 2007). Most of them can cause serious problems for crops. *Cuscuta* has not leaves or roots, develops a haustorium and absorbs nutrients from host plants

(Furuhashi et al., 2011). It has known as Bostanbozan, Canavarotu, Bağbozan, Cinsacı, Eftimon, Gelinsacı, Kızıl sarmasık, Küsüt and Seytansacı in Anatolia (Baytop, 1997). Some of *Cuscuta* species are effective in the treatment of headache, itching, migraine, chronic catarrh, amnesia, epilepsy, expectorates, prolonged fever and constipation (Furuhashi et al., 2011).

The effect of parasitization does not always negatively on the host plant. For instance, infection of tomatoes by *Cuscuta* modified some plant hormones (e.g. salicylic acid) and can affect their defense system against insect herbivores (Runyon et al., 2008). Plants can perceive to pathogen attacks and respond by activating defence system (Karban and Baldwin, 1997; Dangl and Jones, 2001). Similarly, in a great number of study were revealed that the *Cuscuta* parasitism caused to changes on host plants (Mishra and Sanwal, 1995; Runyon et al., 2008; Vurro et al., 2011; Furuhashi et al., 2012).

In this study, *Carthamus glaucus* Bieb. subsp. *glaucus* (Compositae) belong to family Asteraceae has been used as host plant. It is a winter plant and develops in the wheat fields (Meshram et al., 2011; Zadeh et al., 2011) and it is reported that this plant contains compounds inhibit the STAT-3 gene is directly related with prostate cancer (Taglialatela-Scafati et al., 2012).

The aim of this study was to research phenolic compounds differences of *C. Glaucus* plants which infected with *C. babylonica*. The results were compared with their respective controls for obtain and increase of desirable some phenolics that may use as medicinal compounds.

MATERIALS and METHODS

Plant Material

This work was carried out in Dicle University garden where *C. glaucus* grows naturally.

Germination of dodder seeds: Holoparasite *C. babylonica* seeds first submerged concentrated sulfuric acid for 30 minutes for scarification of hard seed coat. Than the seeds washed with tap water and put a cup with moist filter paper and deposited at 4°C refrigerator for 15 days. The stratified seeds were taken at 16 °C for germination.

After germination, naturally grown flowering *C. glaucus* has been infected with dodder for 15 days, and

than infected *C. glaucus* plants were collected and dried at room temperature. Non infected *C. glaucus* plants grown the same area were used as control group.

Extraction

The plant materials of *C. Glaucus* were dried at room temperature and than powdered. Ground samples (0.2 g) were extracted with chloroform (10 mL), and sonicated (Sanyo MSE-Soniprep 150, U.K.) for 5 min. This treatment was repeated twice. The solvent was removed in vacuum, after removing chloroform; the

samples were re-extracted with methanol (10 mL) in the sonicator for 5 min. The methanol extraction was repeated three times. And the filtrates were collected and concentrated using a rotary vacuum evaporator (IKA, RV 10 DS 99).

The final samples were resolved in methanol and injected to LC-MS/MS (Shimadzu marka LC-MS 8040 triple quadrupole mass spectrometry) after an appropriate dilution process. Phenolic compound analysis carried out according to the guidelines defined by Ertas et al.(2014) (Table.1).

Table 1. Analytical LC-MS/MS method parameters

Analytes	RT ^a	Parent ion (m/z) ^b	Ionization Mode	R ^{2c}	RSD% ^d	Linearity Range (mg/L)	LOD/LOQ (µg/L) ^e	Recovery (%)	U ^f
Quinic acid	3.32	190.95	Neg	0.9927	0.0388	250-10000	22.3 / 74.5	103.3	4.8
Malic acid	3.54	133.05	Neg	0.9975	0.1214	250-10000	19.2 / 64.1	101.4	5.3
tr-Aconitic acid	4.13	172.85	Neg	0.9933	0.3908	250-10000	15.6 / 51.9	102.8	4.9
Gallic acid	4.29	169.05	Neg	0.9901	0.4734	25-1000	4.8 / 15.9	102.3	5.1
Chlorogenic acid	5.43	353	Neg	0.9932	0.1882	250-10000	7.3 / 24.3	99.7	4.9
Protocatechuic acid	5.63	152.95	Neg	0.9991	0.5958	100-4000	25.8 / 85.9	100.2	5.1
tr-caffeic acid	7.37	178.95	Neg	0.9942	1.0080	25-1000	4.4 / 14.7	98.6	5.2
Vanillin	8.77	151.05	Neg	0.9995	0.4094	250-10000	10.1 / 33.7	99.2	4.9
p-Coumaric acid	9.53	162.95	Neg	0.9909	1.1358	100-4000	15.2 / 50.8	98.4	5.1
Rutin	10.18	609.1	Neg	0.9971	0.8146	250-10000	17.0 / 56.6	102.2	5.0
Hesperidin	9.69	611.1	Poz	0.9973	0.1363	250-10000	21.6 / 71.9	100.2	4.9
Hyperoside	10.43	463.1	Neg	0.9549	0.2135	100-4000	12.4 / 41.4	98.5	4.9
4-OH Benzoic acid	11.72	136.95	Neg	0.9925	1.4013	25-1000	3.0 / 10.0	106.2	5.2
Salicylic acid	11.72	136.95	Neg	0.9904	0.6619	25-1000	4 / 13.3	106.2	5.0
Quercetin	14.48	300.9	Neg	0.9995	4.3149	25-1000	2.0 / 6.8	98.9	7.1
Naringenin	14.66	270.95	Neg	0.9956	2.0200	25-1000	2.6 / 8.8	97.0	5.5
Luteolin	15.43	284.95	Neg	0.9992	3.9487	25-1000	5.8 / 19.4	105.4	6.9
Kaempferol	15.43	284.95	Neg	0.9917	0.5885	25-1000	2.0 / 6.6	99.1	5.2
Apigenin	17.31	268.95	Neg	0.9954	0.6782	25-1000	0.1 / 0.3	98.9	5.3
Chrysin	21.18	253	Neg	0.9965	1.5530	25-1000	0.05 / 0.17	102.2	5.3

^aRT: Retention time

^bParent ion (m/z): Molecular ions of the standard compounds (mass to charge ratio)

^cR²: coefficient of determination

^dRSD: relative standard deviation

^eLOD/LOQ (µg/L): Limit of detection/Limit of quantification

^fU (%): Percent relative uncertainty at 95% confidence level (k=2).

RESULTS and DISCUSSION

Cuscuta is an obligate parasite attacking the shoot system of numerous species of dicotyledonous plants, specially legume crops (Farah, 2010). Phenolic acids and lignin comprised a second type of defence mechanism against *Cuscuta* parasitism. They are chemical barriers used by certain incompatible hosts to resist the attack of parasitic weeds (Farah, 2007). Farah, (2010) indicated a rise in both phenolic acids and lignin contents with *Cuscuta* infestation in hyacinth bean and kidney bean. The increase in the levels of both chemicals in the infected kidney bean may be attributed to the fact that these chemicals were stimulated as part of the defence reactions of this crop against the penetration of haustorium into its tissues. These results are in line with those of Arnaud et al. (1996) in *Cuscuta reflexa* and *Phaseolus vulgaris*; Antonov and terBorg (1996) in *Orobancha cumaua* and *Helianthus annuus*, and Goldwasser et al. (1999) in *Orobancha aegyptiaca* and *Vicia atropurpurea*, who attributed the resistance of the host plants to a number of factors including phenolic compounds and lignin. Plant phenolic compounds are maintained in the nontoxic reduced state by antioxidants and stored in the cell vacuoles (Miles, 1999).

Host plant secretes various phenolic compounds, as a response to parasitic plant. The main ones are rosmarinic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, tannic acid and quercetin (Lindroth and Batzli, 1984; Par and Tumlinson, 1999; Petersen et al., 2009; Serghini, 2001). In this study it was revealed that the *Cuscuta* parasitism caused an increase on amount of quinic acid (2.8 fold), gallic acid (2.4 fold), malic acid (1.01 fold), tr-caffeic acid (1.7 fold), hyperoside (2.4 fold), protocatechuic acid (PCA) (2.1 fold), quercetin (8.1 fold) and naringenin (3.1 fold) used as defence compounds. Likewise the amount of flavonoids luteolin (1.4 fold), apigenin (1.7 fold) and chrysin (1.05 fold) also improved (Table.2).

Our results very clearly show that the amount of PCA (2.1 fold) increased in infected plants. PCA is a natural phenolic acid and exist in several plants such as mushrooms and microorganisms (Williams et al., 2012; Nguyen et al., 2013; Delsignore 1997 et al.). It is known that the PCA has anti-inflammatory and antioxidant (Liu et al., 2002; Syafni et al., 2012) and antibiotic activities (Nguyen et al., 2015). Besides

antioxidative, nematicidal, and resistant effects, antibiotic and antibacterial activity of the PCA have been reported (Link et al., 1929; Syafni et al., 2012; Nguyen et al., 2013). Quinic acid is a metabolite related to metabolic response (inducible defense) to biotic stress (Murthy et al., 2009). It is reported that quinic acid and quercitol are present in high concentrations in wounded leaves of genus *Quercus* plants (Gargallo-Garriga et al., 2010). In this study it is revealed that the amount of quinic acid (2.8 fold) was increased in infected plants. Gallic acid is known to play an important role in insect-plant and plant-pathogen interactions (Arrantkrishman et al., 1997). As our data, the amount of gallic acid (2.4 fold) was increased in infected plants. Similarly, it is reported that gallic acid showed chronic effects on growth, ingestion and utilization of food in *Helicoverpa armigera*, in relation to cotton (Ananthkrishnan et al., 1994). Flavonoids are the largest group of phenolics and they have antimicrobial and antioxidant properties (Lorenç-Kukula et al., 2005). Chlorogenic acid and hyperoside are present in several plants and have antioxidant capacity in plant defense system (Korkina, 2007; Leiss et al., 2009; Ngazde et al., 2012). The amount of chlorogenic acid and hyperoside increased (1.7 fold and 2.4 fold) after *Cuscuta* attack as our results. Quercetin is a flavonoid that has allelopathic feature (Inderjit and Gross, 2002; Weir et al., 2004). The rise of quercetin in the infected plants could be attributed primarily to its toxicity and caused to reduction of plant growth (Lindroth and Batzli 1984). Lindroth and Batzli (1984) reported that the quercetin caused reduced growth rates. Our data showed that the quercetin increased 8.1 fold in infected plants compared to uninfected ones. It is reported that the concentration of the flavonol glycoside rutin usually remained unaffected after *Cuscuta* attack (Sham, 1993) our result also supported this finding. It was found that caffeic acid and other plant-derived phenolics had been transformed to active compounds against *Streptococcus faecalis* in the gut of *Bombyx mori* (Iizuka et al., 1974; Koike et al., 1979). In this study the amount of tr-caffeic acid (1.7 fold) and p-coumaric acid (1.1 fold) were increased. Likewise, detection of phenolic acids in stems of broomrape, parasitizing faba bean, indicated the occurrence of chlorogenic acid, m-coumaric acid and caffeic acid at different stages of growth of the

parasite (El-Akkad et al., 2002). Phenolic compounds, such as caffeic acid, and kaempferol-glycoside, are excellent inhibitors of IAA oxidation (Mumford et al., 1961; Krylov et al., 1994; Beckman, 2000; Mathesius, 2001). IAA accumulation is able to induce synthesis of flavonoids as a response to auxin accumulation (Peer and Murphy, 2007). Kaempferol is important part of the auxin dependent defence response (Likić et al., 2014). However, as our results, plants infected with *Cuscuta* exhibited lower concentration of kaempferol compared to control, with a 72.4 fold decrease. Antimicrobial effects of flavonoids have been defined to associate in allelopathic interactions between plants (Chou, 1999; Inderjit and Gross, 2000). But the roles of flavonoids and style of action are not yet completely understood. In our study, it is showed that a flavanone naringenin increased 3.1 fold in infected plants. It is found that the flavanone naringenin caused a recession on growth of gramineous plants (maize, rice, and *Echinochloa oryzicola*), and it is joined to the inhibition of 4-coumarate CoA ligase and lignification (Deng et al., 2004). Besides, it is reported that naringenin is produced after a pathogen attack in *Oryza sativa* L. (Jwa et al., 2006). In this study, the concentration of malic acid (MA) (1.01 fold) a slightly increased. Current studies proposed that the metabolic grades of low-MA have a remarkable role in initiating plant defense system (Klessig et al., 2000; Hüchelhoven, 2007).

Cuscuta attacks caused to various morphological and physiological changes on the host plants (Serghini et al., 2001; Walters 2011). Salicylic acid (SA) has an foremost function in the defence response of plants (Dmitriev, 2003). SA is frequently synthesized in a response to pathogens (Loake and Grant, 2007). In the flowering phase, various plant hormones and chemical compounds are increase as well as SA and 4-OH benzoic acid (Khurana and Cleland, 1992; Martínez et al., 2004; Daayf et al., 2012).

It was showed that the amount of 4-OH benzoic acid (1.7 fold) and SA (1.7 fold) from *C. glaucus* plants that infected with *Cuscuta* attack and collected in the flowering phase were decreased compared with uninfected plants. These cases may be interpreted as evidence of inhibition reproduction of host by parasitic plants (Serghini et al., 2001; Pennings and Callaway,

2002; Furuhashi et al., 2011). It is known that the *trans*-aconitic acid has antirheumatic and diuretic properties (Schnitzler, 2007) although the distribution of this compound is rare (Nierhaus and Kinzel, 1971). In infected plants, the *trans*-aconitic acid decreased about 1.4 fold relatively control plants. As our data, the amount of hesperidin (1.2 fold) decreased in infected plants. Hesperidin (Hsd) and hesperetin (Hst) have several biological activity such as antioxidant, antiinflammatory and anticancer effects. These substances play an important role in plant defense systems to combat different pathogens. Similarly, Soares et al., (2015) suggested that hesperidin plays an important role in the plant-pathogen interaction, probably as a phytoanticipin. In this study it was found that the amount of vanillin (2.2 fold) decreased in infected plants compared to control plants. Vanillin is the major component of natural vanilla, a well-known food and cosmetic additive and has antioxidant and antimutagenic properties. Their accumulation is highly sensitive to environmental conditions such as light, water and nutrient availability, and pathogen infection (Harvell and Bosland, 1997).

In several studies were revealed that the *Cuscuta* parasitism caused to changes on host plants (Mishra and Sanwal, 1995; Runyon et al., 2008; Vurro et al., 2011; Furuhashi et al., 2012). The effect of parasitic plants sometimes can be positively on the host plant. Plants have develop the ability to sense attacks and respond by activating defense system (Karban and Baldwin, 1997; Dangl and Jones, 2001). For instance it is exposed that *Cuscuta* changed some phytohormones (e.g. SA) and influenced their defense mechanism towards to insect herbivores on tomatoes (Runyon et al., 2008).

So we propose the phenolic changes that induced by parasitic attacks may be effective especially on the production of medicinally important compounds. For instance, our results revealed that the *Cuscuta* attack increased the amount of some phenolics in *Carthamus*. In addition, it is known that the *Carthamus* plant contains compounds inhibit the STAT-3 gene is directly related to prostate cancer (Tagliabatella-Scafati et al., 2012). Raza et al., (2015) revealed that *Carthamus oxyacantha* has terpenoids, natural phenolics and alkaloidal skeleton and has the DPPH activities.

CONCLUSION

A higher concentrations of malic acid, quinic acid, chlorogenic acid, tr-aconitic acid, and hyperoside were obtained from *C. glaucus* Bieb. plants. On the other hand, lower concentrations of gallic acid, protocatechuic acid, tr-caffeic acid, vanillin, p-coumaric acid, hesperidin, 4-OH benzoic acid, quercetin, salicylic acid, naringenin, luteolin, kaempferol, apigenin, chrysin were obtained from *C. glaucus* plants that infected with *Cuscuta*.

As result of this study, when the amount of quercetin (8.1 fold), quinic acid (2.8 fold), gallic acid (2.4 fold),

protocatechuic acid (2.1 fold), hyperoside (2.4 fold), malic acid (1.01 fold), chlorogenic acid (1.7 fold), tr-caffeic acid (1.7 fold), rutin (1.2 fold), p-coumaric acid (1.1 fold), naringenin (3.1 fold), luteolin (1.4 fold), apigenin (1.7 fold), and chrysin (1.05 fold) increased, the amount of kaempferol (72.4 fold), vanillin (2.2 fold), 4-OH benzoic acid (1.7 fold), salicylic acid (1.7 fold), tr-aconitic acid (1.4 fold), and hesperidin (1.2 fold) compounds decreased (Table 2) in infected *C. glaucus* plants.

Table 2. The phenolic changes in infected plants

Compounds	Parent ion(m/z) ^a	MS ² (CE) ^b	Ionization Mode	Amount(µg analyte/g extract) ^c	
				Control	Infected plant
Quinic acid	190.95	85 (22).93 (22)	Neg	7794.62±37. 4146	21977.30± 10.549
Malic acid	133.05	115 (14).71 (17)	Neg	191553.83±101. 52	194456.14± 103. 06
tr-Aconitic acid	172.85	85 (12).129 (9)	Neg	4222.33±206. 89	2970.00± 145. 53
Gallic acid	169.05	125 (14).79 (25)	Neg	4.165± 0.212	10.12± 0.516
Chlorogenic acid	353	191 (17)	Neg	8199.86± 401. 79	13943.77± 683. 24
Protocatechuic acid	152.95	109(16).108 (26)	Neg	40.389± 2.059	86.721± 4.422
tr-caffeic acid	178.95	135(15).134 (24).89 (31)	Neg	79.844± 4.151	137.603± 7.155
Vanillin	151.05	136 (17).92 (21)	Neg	34.656± 1.698	15.374± 0.753
p-Coumaric acid	162.95	119 (15).93 (31)	Neg	26.338± 1.343	29.683± 1.513
Rutin	609.1	300(37). 271 (51). 301 (38)	Neg	94.649± 4.732	119.947± 5.997
Hesperidin	611.1	303(24).465 (12)	Poz	511.851± 25.08	422.168± 20.68
Hyperoside	463.1	300(27).301 (26)	Neg	2152.131± 105. 45	5276.118± 258. 52
4-OH Benzoic acid	136.95	93 (17).65 (27)	Neg	32.118± 1.670	18.521± 0.963
Salicylic acid	136.95	93(16).65 (31).75 (30)	Neg	33.787± 1.68	19.807± 0.99
Quercetin	300.9	179(19).151 (21).121 (28)	Neg	42.260± 3.00	343.350± 24.37
Naringenin	270.95	151(18).119 (24).107 (26)	Neg	25.839± 1.42	81.893± 4.50
Luteolin	284.95	217(25).199. (28).175(29).151 (25)	Neg	72.630± 5.01	104.701± 7.22
Kaempferol	284.95	217(29).133 (32).151 (23)	Neg	75.834± 3.94	1.047± 0.05
Apigenin	268.95	151(25).117 (35)	Neg	770.217± 40.82	1309.9± 69.42
Chrysin	253	143(29).119 (32).107 (26)	Neg	0.767± 0.04	0.810 ± 0.04

ACKNOWLEDGE

We thank Mr. Mustafa Abdullah Yılmaz (Dicle University Science and Technology Research and Application Center (DUBTAM), Dicle University) for technical assistance.

REFERENCES

- Ananthkrishnan TN, Daniel Wesley S, John Peter A, Marimuthu S, 1994. Ecological interactions of *Helicoverpa armigera* and its natural enemies. *Int J Ecol Environ Sci* 20: 317-331.
- Antonova TS, terBorg ST, 1996. The role of peroxidase in the resistance of sunflower against *Orobanche cumana* in Russia. *Weed Research* 36: 113-121.
- Arnau M, Renaudin S, Fer A, 1996. Investigations into the cellular and biochemical events involved in the resistance of a legume, (*Phaseolus vulgaris*) to a parasitic higher plant, *Cuscuta reflexa*. M.T. Moreno J.I 592-596.
- Arrantkrishnan TN, 1997. Gallic and salicylic acids: sentinels of plant defence against insects. *Current Science* 73.
- Baytop T, 1997. Türkçe bitki adları sözlüğü; Türk Dil Kurumu Basımevi: Ankara Türkiye p 578.
- Beckman CH, 2000. Phenolic-storing cells: keys to programmed cell death and periderm formation in wilt disease resistance and in general defence responses in plants? *Physiol Mol Plant P* 57: 101-110.
- Bennett RN, Wallsgrove RM, 1994. Secondary metabolites in plant defense mechanisms. *New Phytol* 127: 617-633.
- Boudet A, 2007. Evolution and current status of research in phenolic compounds. *Phytochemistry* 68: 2722-2735.
- Bouwmeester HJ, Matusova R, Zhongkui S, Beale MH, 2003. Secondary metabolite signalling in host-parasitic plant interactions. *Curr Opin Plant Biol* 6: 358-364.
- Chou CH, 1999. Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. *Crit Rev in Plant Sci* 18: 609- 636.
- Clé C, Hill LM, Niggewe R, Martin CR, Guisez Y, Prinsen E, Jansen MAK, 2008. Modulation of chlorogenic acid biosynthesis in *Solanum lycopersicum*; consequences for phenolic accumulation and UV-tolerance. *Phytochemistry* 69: 2149-2156.
- Daayf F, El Hadrami A, El-Bebany AF, Henriquez MA, Yao Z, Derksen H, Adam LR, 2012. Phenolic compounds in plant defense and pathogen counter-defense mechanisms. *Rec Adv Polyphen Res* 3 191.
- Dakora FD, Phillips DA, 1996. Diverse functions of isoflavonoids in legumes transcend anti-microbial definitions of phytoalexins. *Physiol Mol Plant P* 49 1-20.
- Dangl JL, Jones JDG, 2001. Plant pathogens and integrated defence responses to infection. *Nature* 411: 826-833.
- Delsignore A, Romeo F, Giaccio M, 1997. Content of phenolic substances in basidiomycetes. *Mycol Res* 101: 552-556.
- Deng F, Aoki M, Yogo Y, 2004. Effect of naringenin on the growth and lignin biosynthesis of gramineous plants. *Weed Biol Manag* 4: 49-55.
- Dmitriev AP, 2003. Signal molecules for plant defense responses to biotic stress. *Russ J of Plant Physl* 50: 417- 425.
- El-Akkad SS, Hassan E A, Ali M E, 2002. Phenolic acid changes during *Orobanche* parasitism on faba bean and some other hosts. *Egypt J Biol* 4: 37-44.
- Ertas A, Boga M, Yılmaz MA, Yesil Y, Hasimi N, Kaya MS, Kolak U, 2014. Chemical compositions by using LC-MS/MS and GC-MS and biological activities of *Sedum sediforme*, Jacq. Pau. *J Agr Food Chem* 62: 4601-4609.
- Farah AF, 2007. Resistance of some plant species to field dodder, *Cuscuta campestris*. African corp science conference Proceedings 8: 913-917.
- Farah AF, 2010. The response of two legume crops, hyacinth bean and kidney bean to the parasitism of field dodder, (*Cuscuta campestris*).
- Furuhashi T, Furger L, Furuhashi K, Valledor L, Sun X, Weckwerth W, 2012. Metabolite changes with induction of *Cuscuta* haustorium and translocation from host plants. *J Plant Interact* 7: 84-93.
- Furuhashi T, Furuhashi K, Weckwerth W, 2011. The parasitic mechanism of the holostem parasitic plant *Cuscuta*. *J Plant Interact* 6: 207-219.
- Gargallo-Garriga A, Sardans JV, Pérez-Trujillo M, Parella T, Seco R, Filella I, Peñuelas J, 2010. Metabolomic responses of *Quercus ilex* seedlings to wounding simulating herbivory. SMASH Conference Santiago de Compostela Spain.
- Glodwasser Y, Hershenhorn HJ, Plalhire D, Kleifeld Y, Rubin B, 1999. Biochemical factors involved in vetch resistance to *Orobanche aegyptiaca*. *Physiol Mol Plant* 54: 87-96.
- Harborne JB, 1980. Plant phenolics. In: *Encyclopedia of Plant physiol* 8
- Harvell KP, Bosland PW, 1997. The environment produces a significant effect on pungency of chiles. *Hort Science* 32: 1292-1297.
- Hückelhoven R, 2007. Cell wall-associated mechanisms of disease resistance and susceptibility. *Annu Rev Phytopathol* 45: 101-127.
- Iizuka L, Koike S, Mizutani J, 1974. Antibacterial substances in feces of silkworm larvae reared on mulberry leaves. *Agric Biol Chem* 38: 1549-1550.
- Inderjit S, Gross E, 2000. Plant phenolics: potential role in aquatic and terrestrial ecosystems. In *Polyphenols*, Martens S Treutter D and Forkmann G eds. 206-234.
- Jwa NS, Agrawal GS, Tamogami S, Yonekura M, Han O, Iwahashi H, Rakwal R, 2006. Role of defense/stress-related marker genes proteins and secondary metabolites in defining rice self-defense mechanisms. *Plant Physiol Biochem* 44: 261-273.
- Kaiser B, Vogg G, Fürst UB, Albert M, 2015. Parasitic plants of the genus *Cuscuta* and their interaction with susceptible and resistant host plants. *Frontiers in plant science* 6.
- Karban R, Baldwin IT, 1997. *Induced Responses to Herbivory*. University of Chicago Press Chicago

- Khurana JP, Cleland CF, 1992. Role of salicylic acid and benzoic acid in flowering of a photoperiod-insensitive strain *Lemna paucicostata* LP6. *Plant physiol* 100: 1541-1546.
- Klessig DF, Durner J, Noad R, Navarre DA, Wendehenne D, Kumar D, Zhou JM, Shah J, Zhang S, Kachroo P, 2000. Colloquium paper: nitric oxide and salicylic acid signaling in plant defense. *Proc Natl Acad Sci* 97: 8849-8855.
- Koike S, Hzuka T, Mizutan J, 1979. Determination of caffeic acid in the digestive juice of silkworm larvae and its antibacterial activity against the pathogenic *Streptococcus faecalis* AD-4. *Agric Biol Chem* 43: 1727-1731.
- Korkina LG, 2007. Phenylpropanoids as naturally occurring antioxidants: from plant defense to human health. *Cell Mol Biol* 53: 15-25.
- Krylov SN, Krylova SM, Chebotarev IG, Chebotareva AB, 1994. Inhibition of enzymatic indole-3-acetic acid oxidation by phenols. *Phytochemistry* 36: 263-267.
- Kuijt, JToth R, 1976. Ultrastructure of angiosperm haustoria A review. *Annals of Botany* 40:121-1130
- Lattanzio V, Lattanzio VM, Cardinali A, 2006. Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects. *Phytochemistry* 66: 23-67.
- Leiss KA, Maltese F, Choi YH, Verpoorte R, Klinkhamer PG, 2009. Identification of chlorogenic acid as a resistance factor for thrips in chrysanthemum. *Plant Physiol* 150: 1567- 1575.
- Likić S, Šola I, Ludwig-Müller J, Rusak G, 2014. Involvement of kaempferol in the defence response of virus infected *Arabidopsis thaliana*. *Eur J Plant Pathol* 138: 257-271.
- Lindroth RL, Batzli GO, 1984. Plant phenolics as chemical defenses: effects of natural phenolics on survival and growth of prairie voles, (*Microtus ochrogaster*). *J Chem Ecol* 10: 229-244.
- Link KP, Angell HR, Walker JC, 1929. Isolation of protocatechuic acid from pigmented onion scales and its significance in relation to disease resistance in onions. *J Biol Chem* 81: 369-375.
- Liu CL, Wang JM, Chu CY, Cheng MT, 2002. In vivo protective effect of protocatechuic acid on tert-butyl hydroperoxide-induced rat hepatotoxicity. *Food Chem Toxicol* 40: 635-641.
- Loake G, Grant M, 2007. Salicylic acid in plant defence—the players and protagonists. *Curr Opin Plant Biol* 10: 466-472.
- Lorenc-Kukula K, Jafra S, Oszmiński I, Szopa J, 2005. Ectopic Expression of Anthocyanin 5-O-Glucosyltransferase in Potato Tubers Causes Increased Resistance to Bacteria. *J Agric Food Chem* 53: 272-281.
- Martínez C, Pons E, Prats G, León J, 2004. Salicylic acid regulates flowering time and links defence responses and reproductive development. *The Plant Journal* 37: 209-217.
- Mathesius U, 2001. Flavonoids induced in cells undergoing nodule organogenesis in white clover are regulators of auxin breakdown by peroxidase. *J Expe Bot* 52: 419-426.
- McNeal JR, Arumuganathan K, Kuehl JV, Boore JL, de Pamphilis CW, 2007. Systematics and plastid genome evolution of the cryptically photosynthetic parasitic plant genus *Cuscuta*, (Convolvulaceae). *BMC Biol.* 5: 1-19.
- Miles PW, 1999. Aphid saliva. *Biol Rev Camb Philos Soc* 74: 41-85.
- Mishra S, Sanwal GG, 1995. Changes in lipid composition of *Brassica siliquae* upon infection by *Cuscuta*. *J Plant Physiol* 146: 303-306.
- Mumford FE, Smith DH, Castle JE, 1961. An inhibitor of indoleacetic acid oxidase from pea tips. *Plant physiol* 36: 752-756.
- Murthy PS, 2009. *Eur Food Res Technol* 229- 645.
- Ngadze E, Icishahayo D, Coutinho TA, van der Waals JE, 2012. Role of polyphenol oxidase peroxidase phenylalanine ammonia lyase chlorogenic acid and total soluble phenols in resistance of potatoes to soft rot. *Plant Dis* 96: 186-192.
- Nguyen DMC, Seo DJ, Kim K, Yv Park RD, 2013. Nematicidal activity of 3,4-dihydroxybenzoic acid purified from *Terminalia nigrovenulosa* bark against *Meloidogyne incognita*. *Microb Pathog* 59: 52-59.
- Nguyen XH, Naing KW, Lee YS, Moon JH, Lee JH, Kim KY, 2015. Isolation and characteristics of protocatechuic acid from *Paenibacillus elgii* HOA73 against *Botrytis cinerea* on strawberry fruits. *J Basic Microb* 55: 625-634.
- Nierhaus D, Kinzel H, 1971. Comparative investigations on organic acids in leaves of higher plants. *ZPfl anzenphysiol* 64: 107-123.
- Paré PW, Tumlinson JH, 1999. Plant volatiles as a defense against insect herbivores. *Plant physiol* 121: 325-332.
- Peer WA, Murphy AS, 2007. Flavonoids and auxin transport: modulators or regulators? *Trends Plant Sci* 12: 556-563.
- Pennings SC, Callaway RM, 2002. Parasitic plants: parallels and contrasts with herbivores. *Oecologia* 131: 479-489.
- Petersen M, Abdullah Y, Benner J, Eberle D, Gehlen K, Hücherig S, Wolters S, 2009. Evolution of rosmarinic acid biosynthesis. *Phytochemistry* 70: 1663-1679.
- Ravin H, Andary C, Kovacs G, Molgaard P, 1989. Caffeic acid esters as in vitro inhibitors of plant pathogenic bacteria and fungi. *Biochem Syst Ecol* 17: 175-184.
- Runyon JB, Mescher MC, De Moraes CM, 2008. Parasitism by *Cuscuta pentagona* attenuates host plant defenses against insect herbivores. *Plant Physiol* 146: 987-995.
- Sahm A, Czygan FC, Proksch P, 1993. Resistance of tomato, *Lycopersicon esculentum* to dodder, (*Cuscuta reflexa*). In *International Symposium on Natural Phenols in Plant Resistance* 381: 650-653.
- Schmitz-Hoerner R, Weissenböck G, 2003. Contribution of phenolic compounds to the UV-B screening capacity of developing barley primary leaves in relation to DNA damage and repair under elevated UV-B levels. *Phytochemistry* 64: 243-255.
- Schnitzler M, Petereit F, Nahrstedt A, 2007. Trans-Aconitic acid glucosylflavones and hydroxycinnamoyltartaric acids from the leaves of *Echinodorus grandiflorus* ssp. aureus a Brazilian medicinal plant. *Revista Brasileira de farmacognosia* 17: 149-154.
- Serghini K, de Luque AP, Castejón Muñoz M, García Torres L, Jorrín JV, 2001. Sunflower, (*Helianthus annuus*) L. response to broomrape, (*Orobancha cernua*) Loeff. parasitism: induced synthesis and excretion of 7-hydroxylated simple coumarins. *J Expe Bot* 52: 2227-2234.

- Soares MS, da Silva DF, Forim MR, Fernandes JB, Vieira PC, Silva DB, Machado MA, 2015. Quantification and localization of hesperidin and rutin in *Citrus sinensis* grafted on *C. limonia* after *Xylella fastidiosa* infection by HPLC-UV and MALDI imaging mass spectrometry. *Phytochemistry*.
- Stewart GR, Press MC, 1990. The physiology and biochemistry of parasitic angiosperms. *Annu Rev Plant phys* 41: 127-151.
- Syafni N, Putra DP, Arbain D, 2012. 34-Dihydroxybenzoic acid and 34-dihydroxybenzaldehyde from the fern *Trichomanes chinense*; isolation antimicrobial and antioxidant properties. *Indo J Chem* 12: 273-278.
- Tagliatalata-Scafati O, Pollastro F, Cicione L, Chianese G, Bellido ML, Munoz E, Appendino G, 2012. Stat-3 inhibitory bisabolanes from *Carthamus glaucus*. *J Nat Prod* 75: 453-458.
- Visser JH, Dorr I, 1986. The haustorium In *Parasitic weeds in agriculture* Striga, ed Musselman L J. CRC Press Inc Boca Raton, (Bell E.A. and Charlwood B.V eds) 329-395.
- Vurro E, Ruotolo R, Ottonello S, Elviri L, Maffini M, Falasca G, di Toppi LS, 2011. Phytochelatin govern zinc/copper homeostasis and cadmium detoxification in *Cuscuta campestris* parasitizing *Daucus carota*. *Environ Exp Bot* 7: 26-33.
- Walters DR. Why Do Plants Need Defenses? *Plant Defense* 1-14.
- Weir TL, Park SW, Vivanco JM, 2004. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Curr Opin Plant Biol* 7: 472-479.
- Westwood JH, Yoder JI, Timko MP, Depamphilis CW, 2010. The evolution of parasitism in plants. *Trends Plant Sci* 15: 227-235.
- Williams KM, Martin WE, Smith J, Williams BS, 2012. Production of protocatechuic acid in *Bacillus thuringiensis* ATCC33679. *Int J Mol Sci* 13: 3765-3772.

Kahramanmaraş İl Merkezi Semt Pazarlarında Satılan Bitkiler Hakkında Etnobotanik Araştırmalar

Yusuf Ziya KOCABAŞ¹, Osman GEDİK²

ÖZET: Kahramanmaraş'ta 2014-2015 yılları arasında yapılan bu çalışmada semt pazarlarında satışı yapılan bitkilerin bazı etnobotanik yönleri araştırılmıştır. Çalışma kapsamında şehir merkezindeki semt pazarlarına gidilerek, satışı yapılan bitkilerin hangi amaçlarla ve nasıl kullanıldığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda semt pazarlarında 62 bitki taksonun bazı etnobotanik özellikleri tespit edilmiştir. Tür sayısı bakımından en büyük familyalar sırasıyla; Labiatae 9 takson, Rosaceae 6 takson, Asteraceae ve Liliaceae 3 takson, diğer familyalar ise 2'şer taksona sahiptir. Bu bitki taksonlarının latince ve yerel isimleri, kullanılan kısımları ve kullanım amaçları familya isimlerine göre alfabetik olarak verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitki, etnobotanik, Kahramanmaraş, semt pazarı

An Ethnobotanical Study of wild plants sold in district bazaar in Kahramanmaras

ABSTRACT: In this study carried out between 2014 and 2015 ethnobotanical properties of some wild plants sold in district bazaars of Kahramanmaras city was investigated. For this purpose, local markets were visited and determined the usage purpose of these plants. It is found that 62 taxa in local markets have some ethnobotanical properties. The largest number of species in the family respectively are as follows; Labiatae 9 taxa, Rosaceae 6 taxa, Asteraceae and Liliaceae 3 taxa and other families 2 taxa they took place. These plant taxa were alphabetically are given according to their family names, including their Latin and local names as well as with their used parts and usage purposes.

Key words: Ethnobotany, Kahramanmaras, local market, plant

¹ KSÜ, Türkoğlu MYO, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

² KSÜ, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Yusuf Ziya KOCABAŞ, kocabasz@ksu.edu.tr

GİRİŞ

İnsanlık tarihinin erken dönemlerinden itibaren çeşitli doğal kaynaklar ilaç olarak kullanılmaktadır. Bitkiler farklı dönemlerde ve medeniyetlerde genellikle gıda, ilaç, çeşitli alet ve ekipman yapımı, yakacak, boya maddesi, evcil hayvanlara yem gibi farklı amaçlar için kullanılmıştır (Ghorbani, 2005). Kuzey Irak'ta Şanidar Mağarası'nda 1957 yılında yapılan mezar kazılarında bulunan; civanperçemi, kanarya otu, mor sümbül, gül hatmi, peygamber çiçeği, ebegümece ve efedra gibi bitki türleri bitki-insan ilişkisinin ilk bulguları olarak kabul edilir (Kendir ve Güvenç, 2010). Günümüzde bitkilerin kullanılması halen insanlar için önemli bir tedavi yoludur (Kültür, 2007). Birçok araştırmacı için bitkiler insanların günlük hayatında temel kullanım için vazgeçilmezdir (Kargıoğlu ve ark., 2008). Bitkilerin kullanım amacı ve yöntemi ile ilgili eşsiz bilgiler kuşaklar arasında aktarılarak günümüze kadar ulaşmıştır ancak bu bilgilerin aktarılmasında son dönemde kesinti olduğu tartışılmaktadır (Baytop, 1999; Tütenocaklı, 2002; Yıldırım, 2004; Koçyiğit, 2005). Elde edilmesi yüzyıllar süren ve paha biçilemez nitelikteki bu bilgilerin kayıt altına alınması ve sonraki kuşaklara bilim ışığında aktarılması çok önemlidir. İnsan ve bitki arasında yüzyıllardır devam eden ve vazgeçilemez bağ sonucunda, dünya üzerinde geniş bir kabul gören ve ciddi inceleme ve araştırmaların yapıldığı etnobotanik bilim dalı ortaya çıkmıştır (Koçyiğit, 2005). Etnobotanik kelimesi kökeni itibarı ile etno:insanlar ile ilgili araştırmalar botanik:bitki bilimi anlamına gelir. Etnobotanik, daha kapsamlı bakış açısıyla kültürel olarak farklılık gösteren insan topluluklarındaki bitki-insan ilişkileri anlamını taşır (Tütenocaklı, 2002; Yıldırım, 2004). Etnobotanik terimi ilk kez 1895 yılında kuzey Amerikalı botanikçi John Harshberger tarafından kullanılmıştır (Balick and Cox, 1996). 19 yy'ın sonunda etnobotanik bir bilim dalı olarak gelişmeye başlamış ve başta Dünya Sağlık Örgütü (WHO) olmak üzere birçok büyük ilaç şirketi de bu alandaki araştırmalara destek vermiştir (Chadwick and Marsh, 1994). Geleneksel etnobotanik bilgiler, farmakopeler ve tıbbi bitkilerin yaygın etkisi birçok araştırmaya konu olmuştur (Baytop, 1984; Tuzlacı and Erol, 1999; Sezik et al., 2001; Yeşilada et al., 2001; Tuzlacı and Aymaz, 2001; Özgen et al., 2004; Şimşek et al., 2004; Everest and Öztürk 2005; Kızıllar, 2008; Kargıoğlu ve ark., 2008; Demirci ve Özhatay, 2012; Akan ve Bakır, 2015; Günbatan ve ark., 2016). Dünya

Sağlık Örgütü geleneksel tedavi yöntemlerinin insan sağlığı üzerindeki rolüne odaklanmış ve geleneksel tedavi yöntemlerinin kullanımının yaygınlaşması ve standardizasyonu için "Geleneksel Tıp Stratejileri" programını başlatmıştır (WHO, 2002). WHO'nun tespitlerine göre dünyada insanların % 80'i temel sağlık ihtiyaçları için geleneksel tedavi yöntemlerini kullanmaktadır ve dünya nüfusunun % 80'i tıbbi bitkilere dayalı tedavi yöntemlerinden yararlanmaktadır (WHO, 1998). Çeşitli hastalıkların tedavisinde farklı bitkilerin kullanılması yerli ilaçların geliştirilmesine ve o ülke ekonomisine de fayda sağlamaktadır (Aharonson et al., 1969; Silva and Abraham, 1981; Yaniv et al., 1987; Rahman and Zaman 1989; Marles and Farnsworth, 1995). Bugün oldukça önemli sayıda ilaç bitkiler kullanılarak geliştirilmiştir (Farnsworth and Soejarto, 1985). Ancak bitkilerin yoğun şekilde kullanımı doğal birçok bitki türünün neslinin devamını tehlikeye sokmuştur. Etnobotanik çalışmalar sayesinde bölgesel açıdan bitkilerin ve halktan alınan bilgilerin değerlendirilmesi önemlidir (Sadıkoğlu, 1998; Başaran, 2003) Etnobotanik sayesinde elde edilen bilgiler her ne kadar doğa ile insanın karşılıklı etkileşiminin sonucunu belirlese de bu yöndeki çalışmalar halkın ekonomik açıdan gelişmesine, biyoçeşitliliğin korunmasına, nadir ve endemik tehlike altında olan türlerin tespitine ve bu türler için gerekiyorsa yasal düzenlemelerin yapılmasına ayrıca farklı hastalıklara karşı dayanıklı bitki türlerinin kültüre alınması çalışmalarına da veri sağlar (Özhatay ve ark., 1997; Sadıkoğlu, 1998). Etnobotanik farklı disiplinlerdeki tekniklerden yararlanır, tüm çalışmaların ortak noktası ise bitkiyi tanımadır bu yönde de taksonomik çalışmalar önemli katkılar sunar (Yıldırım, 2004). Dünyada tıbbi amaçla kullanılan bitki türlerinin sayısının tahminen 20 000 ile 70 000 arasında olduğu düşünülmektedir (Leaman, 2006). Farmakolojik yönde araştırılan bitkilerin oranı ise % 15'tir (Başer, 1995). Dünyada yayılış gösteren bitki türleri düşünüldüğünde oldukça düşük olan bu sayı bu alanda daha çok araştırmaların yapılacağına ve yeni kimyasal maddelerin tespit edileceğine işaret etmektedir (Tarakçı, 2006).

Zengin kültürel mirası içinde etnobotanik bilgi hazinesi ile önemli bir yere sahip olan Türkiye bu manada eşsiz bir konumdadır. Türkiye sahip olduğu zengin flora ve halk ilacı kültürüne ait bilgiler sayesinde tıbbi bitki alanında potansiyel bir kaynaktır. (Hudson et al., 2000). Ayrıca ülkemiz çok sayıda bitkinin de gen

merkezi konumundadır. Dünyada bulunan yaklaşık 800 000 bitki türünün 12 000'den fazla tür ve tür altı taksonu Türkiye'de bulunmaktadır ve bunlarında % 33'ü endemiktir (Davis, 1965; Güner et al., 2000). Geleneksel olarak kullanılan tıbbi bitkiler Türkiye'de önemli bir yere sahiptir. Türkiye'nin sahip olduğu zengin flora içinde yer alan tıbbi değeri yüksek olan bitkilere, ülkedeki farklı iklim ve coğrafik yapıdan dolayı değişik vejetasyonlarda rastlanmaktadır (Baytop, 1999).

Birçok araştırmacı etnobotanik açıdan kullanılan bitkilerin önemini çeşitli çalışmalarla göstermişlerdir (Turner, 1995; Pieroni, 1999; Pieroni et al., 2002; Van den Eyden et al., 2003; Ertuğ, 2004; Ogle et al., 2004; Kargıoğlu ve ark., 2008; Günbatan ve ark., 2016).

Günümüzde tarımı yapılan birçok kültür bitkisinin yabancı formları da yurdumuzda doğal yayılış göstermektedir. Türkiye'de tıbbi olarak kullanılan bitki sayısının 500 civarında olduğu bunlarında 200'ünün ihraç potansiyelinin olduğu belirtilmektedir (Baytop, 1999; Ekim ve ark., 2000; Aydın, 2004).

Bu araştırma kapsamında Kahramanmaraş kent merkezinde farklı yerlerde sabit ya da gezici semt

pazarlarında satışa sunulan bitki türleri etnobotanik açıdan değerlendirilmiştir. Tespit edilen bitkilerin kullanılan kısımları, ne şekilde değerlendirildikleri ve fotoğrafları da verilerek bu alanda yapılan çalışmalara katkı sunulması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın yürütüldüğü Kahramanmaraş; 14 327 km² yüzölçümü ve sahip olduğu 11 ilçe ile Akdeniz bölgesinin doğusunda (K:37°11'-38°36' ve D:36°15'-37°42') yer alır (Şekil 1). Kent 1 089 038 nüfusa sahiptir (Anonim, 2016). Kahramanmaraş zengin biyolojik çeşitliliğe sahiptir, bunun nedeni Akdeniz ve İran-Turan fitocoğrafik bölgelerinin geçiş kuşağında bulunması ve Anadolu Diyagonali'nin güneyinde iki kola ayrıldığı bölgede yer almasıdır (Davis, 1965). Bölgede kırmızımsı-kahverengi Akdeniz toprakları ile kahverengi ve kahverengi-kireçsiz orman toprakları bulunur (Anonim, 1973). Akdeniz ikliminin hâkim olduğu bölgede yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağmurlu geçer (Akman, 1990). Çalışma alanında başlıca; maki, orman ve step olmak üzere 3 farklı vejetasyon tipi görülmektedir (Varol, 2003).



Şekil 1. Kahramanmaraş il haritası

Bu çalışma 2014-2015 yılları arasında Kahramanmaraş kent merkezinde yer alan semt pazarlarında yürütülmüştür. Farklı günlerde değişik mahallelerde açılan gezici ve sabit semt pazarlarında satışa sunulan bitki türlerinin tespiti, yöresel isimleri,

kullanılan kısımları ne amaçla ve nasıl kullanıldıkları yönünde gerek ürünü satan kişiler gerekse de bu ürünleri tercih eden insanlarla görüşülerek belirlenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 3). Bitkilerin taksonomik olarak adlandırılması Flora of Turkey'e göre yapılmıştır

(Davis, 1965). Tespit edilen bitkilerin; familyası, kullanılan kısımları, hangi amaçla nasıl kullanıldıkları ve yöresel adları verilmiştir (Çizelge 2).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu araştırma ile Kahramanmaraş kent merkezinde semt pazarlarında satılan 36 familya ve 56 cinse ait toplam 62 farklı bitki taksonu tespit edilmiştir. Tespit edilen taksonlar Kahramanmaraş il merkezi çevresinde yer alan köylerden ve yakın ilçelerden temin edilmektedir. Semt pazarlarında satılan bitki

taksonları sistematik açıdan değerlendirildiğinde; tespit edilen bitkilerin % 62'si otsu, % 33'ü ağaç ve % 5'i çalı formundadır. Familya bazında ise ilk sırayı Labiatae (9 takson), ikinci sırayı Rosaceae (6 takson), üçüncü sırayı ise Asteraceae ve Liliaceae (3 takson) alırken diğer familyalar 2 veya daha az taksona sahiptir (Çizelge 1).

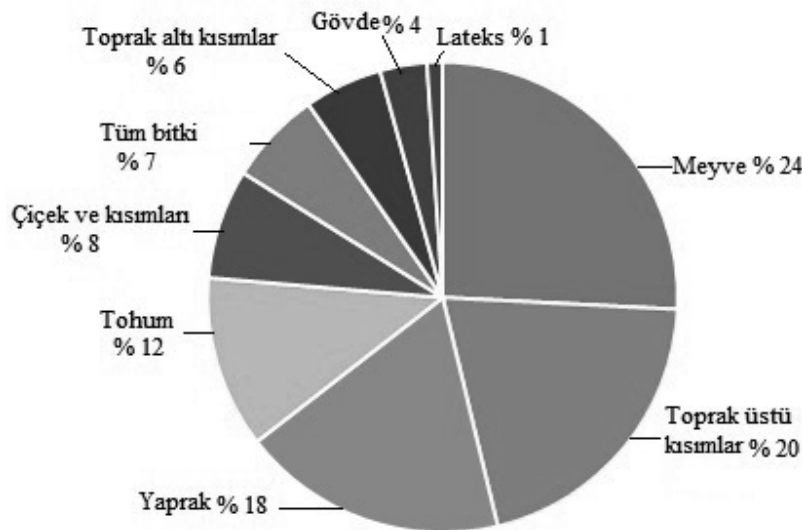
Bu sonuç etnobotanik alanında yapılmış diğer çalışmalarla benzerlik taşımaktadır (Kızıllı, 2008; Kargıoğlu ve ark., 2008; Polat ve ark., 2012). Bitkilerin genel olarak; meyveleri (% 24), toprak üstü kısımları (% 20), yaprakları (% 18), tohumları (% 12) ve diğer kısımları farklı amaçlar için kullanılmaktadır (Şekil 2).

Çizelge 1. Çalışmada tespit edilen familyalara ait takson sayıları

Sıra	Familya adı	Takson Sayısı
1	Labiatae	9
2	Rosaceae	6
3	Asteraceae, Liliaceae	3
4	Anacardiaceae, Apiaceae, Cupressaceae, Fabaceae, Guttiferae, Lauraceae, Malvaceae, Moraceae, Solanaceae	2
5	Diğer	1

Kullanılan bitkilerin bir kısmı doğadan toplanarak (41 takson) bir kısmının ise (21 takson) kültürü yapılmaktadır. Tespit edilen taksonlardan 12'si sadece gıda amaçlı, 50'si ise hem gıda hem de tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır. Bu çalışmada tespit edilen bitki

taksonlarının 27'si taze olarak tüketilirken 35'i kuru olarak kullanılmaktadır. Bazı taksonların ise (*Arbutus unedo*, *Cedrus libani* var. *libani*, *Crataegus monogyna* subsp. *monogyna*) odunsu gövdesi kullanılmaktadır (Çizelge 2).



Şekil 2. Çalışmada tespit edilen bitkilerin kullanılan kısımları



Şekil 3. Kahramanmaraş semt pazarlarında satılan bitkilere ait fotoğraflar; A) *Allium scorodoprasum* subsp. *rotundum* (Körümen), B) *Arbutus unedo* (Seyregeç), C) *Arum maculatum* (Tırşik), D) *Crataegus monogyna* subsp. *monogyna* (Alıç), E) *Eremurus spectabilis* (Çiriş), F) *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* (Ardıç), G) *Malus trilobata* (At elması), H) *Malva neglecta* (Kömeç), I) *Pistacia terebinthus* subsp. *palaestina* (Menengiç), J) *Rumex patientia* (Ebelik), K) *Solanum nigrum* subsp. *nigrum* (Yılan otu kökü), L) *Urtica dioica* (Isırgan)

Çizelge 2. Kahramanmaraş kent merkezinde semt pazarlarında satışa sunulan bitkiler

Familya Adı	Bilimsel Adı	Yöresel Adı	Kullanılan Kısım	Kullanım Amacı
Amaryllidaceae	<i>Narcissus tazetta</i> L. subsp. <i>tazetta</i> L.	Nergiz	Çiçek	Süs
Anacardiaceae	<i>Pistacia terebinthus</i> L. subsp. <i>palaestina</i> (Boiss.) Engler	Çıtımık- Menengiç	Meyve, taze sürgünler	Astım ve mide ağrısı tedavisi, gıda
Anacardiaceae	<i>Rhus coriaria</i> L.	Sumak	Tohum	Ağız yarası tedavisi ve gıda
Apiaceae	<i>Anethum graveolens</i> L.	Dereotu	Toprak üstü kısım	Baharat
Apiaceae	<i>Ferula elaeochytris</i> Korovin	Çakşır	Tüm bitki	Prostat tedavisi ve afrodisyak etki
Araceae	<i>Arum maculatum</i> L.	Tirşik	Yaprak	Gıda
Asteraceae	<i>Gundelia tournefortii</i> var. <i>armata</i> Freyn & Sint.	Kenger	Latex	Mide rahatsızlıkları
Asteraceae	<i>Helichrysum plicatum</i> Dc. subsp. <i>plicatum</i> Dc.	Altın otu	Çiçek	Tansiyon ve kolesterol düşürücü,
Asteraceae	<i>Xanthium spinosum</i> L.	Pıtrak	Tohum	Şeker hastalığı tedavisi
Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	Ispatan	Yaprak	Gıda
Chenopodiaceae	<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>cicla</i> (L.) K. Koch	Pancar	Yaprak	Gıda
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Kabak	Çiçek	Gıda
Cupressaceae	<i>Juniperus drupacea</i> Lab.	Andız	Meyve	(Pekmez olarak tüketilerek) öksürük kesici, saç dökülmesini engelleyici
Cupressaceae	<i>Juniperus oxycedrus</i> L. subsp. <i>oxycedrus</i> L.	Ardıç	Meyve, tohum	Kalp hastalıkları ve eklem kireçlenmeleri tedavisi
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	İğde	Meyve, tohum	Nefes açıcı, gıda, kolye, tespih yapımı
Equisetaceae	<i>Equisetum arvense</i> L.	Kilit otu	Toprak üstü kısım	Eklem ağrıları tedavisi
Ericaceae	<i>Arbutus unedo</i> L.	Seyrengaç, Sarıcan	Gövde	Tansiyon düşürücü, sarılık tedavisi
Fabaceae	<i>Cicer arietinum</i> L.	Nohut	Tohum	Gıda
Fabaceae	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L. var. <i>glabra</i> L.	Mayam/ Meyan	Kök	Sindirim kolaylaştırıcı
Guttiferae	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Kantaron	Toprak üstü kısım	Romatizmal ağrılar, sinir hastalıkları tedavisi
Guttiferae	<i>Hypericum scabrum</i> L.	Sarı kantaron	Toprak üstü kısım	Göz hastalıkları (arpacık) tedavisi
Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> L.	Ceviz	Yaprak, meyve	Saç dökülmesini engelleyici, şeker hastalığı tedavisi
Labiatae	<i>Mentha spicata</i> L. subsp. <i>spicata</i> L.	Nane	Yaprak	Baharat olarak, sindirim kolaylaştırıcı
Labiatae	<i>Micromeria fruticosa</i> (L.) Druce subsp. <i>bracycalyx</i> PH. Davis	Taş nanesi	Toprak üstü kısım	Mide rahatsızlıkları
Labiatae	<i>Micromeria myrtifolia</i> Boiss.&Hohen.	Güvercin otu	Yaprak, çiçek	Nefes darlığı tedavisi
Labiatae	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Reyhan	Yaprak	Baharat
Labiatae	<i>Sideritis perfoliata</i> L.	Dağ çayı	Toprak üstü kısım	İdrar artırıcı, soğuk algınlığı tedavisi
Labiatae	<i>Sideritis syriaca</i> L. subsp. <i>nusairiensis</i> (Post) Hub.-Mor.	Dağ çayı	Toprak üstü kısım	Soğuk algınlığı tedavisi
Labiatae	<i>Teucrium polium</i> L.	Paryavşanı	Toprak üstü kısım	Öksürük kesici, romatizmal ağrıların tedavisi

Familiya Adı	Bilimsel Adı	Yöresel Adı	Kullanılan Kısım	Kullanım Amacı
Labiatae	<i>Thymbra spicata</i> L. var. <i>spicata</i> L.	Zahter	Toprak üstü kısım	Soğuk algınlığı, mide rahatsızlıkları tedavisi
Labiatae	<i>Thymus kotschyanus</i> var. <i>glabrescens</i> Boiss.	Kekik	Toprak üstü kısım	Baharat ve soğuk algınlığı tedavisi
Lauraceae	<i>Cinnamomum verum</i> J. Presl	Tarçın	Gövde kabuğu	Baharat, iştah açıcı
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i> L.	Defne	Yaprak	Baharat, saç bakımı
Liliaceae	<i>Allium cepa</i> L.	Soğan, üğürtmek	Çiçek sapı	Gıda
Liliaceae	<i>Allium scorodoprasum</i> L. subsp. <i>rotundum</i> (L.) Stearn	Körümen	Yaprak	Gıda
Liliaceae	<i>Eremurus spectabilis</i> Bieb.	Çiriş	Yaprak	Gıda
Loranthaceae	<i>Viscum album</i> L. subsp. <i>abietis</i> (Wiesb.) Abromeit	Ökse otu, Güveldek	Yaprak	Tansiyon düşürücü, damar açıcı ve öksürük kesici
Malvaceae	<i>Hibiscus esculantus</i> (L.) Moench	Bamya	Meyve	Gıda, sinüzit tedavisi
Malvaceae	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Kömeç	Yaprak	Gıda, menstrüal ağrıları azaltıcı
Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	Kara dut, Urmu dutu	Meyve	Gıda, iştah açıcı, ağız yarası tedavisi
Moraceae	<i>Morus alba</i> L.	Beyaz dut	Meyve	Gıda, sindirimi kolaylaştırıcı, süt artırıcı
Pinaceae	<i>Cedrus libani</i> A.Rich. var. <i>libani</i>	Sedir ağacı	Gövde	Nasır tedavisi
Piperaceae	<i>Piper nigrum</i> L.	Karabiber	Meyve	Nefes açıcı, baharat
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	Mısır	Meyve (Püskül: koçan bölümü)	Tansiyon düşürücü, idrar artırıcı
Polygonaceae	<i>Rumex patientia</i> L.	Labada, ebelik	Yaprak	Gıda
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Soğukluk/ Semizotu	Yaprak	Gıda
Pteridaceae	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	İrefe otu	Toprak üstü kısım	Böbrek taşı, mide yanması ve menstrüal düzensizlik tedavisi
Punicaceae	<i>Punica granatum</i> L.	Nar	Meyve	Ağız yarası tedavisi ve kan şekeri düşürücü
Ranunculaceae	<i>Nigella sativa</i> L.	Çörek otu	Tohum	Gıda, iştah açıcı
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i> Miller.	Karaçalı	Tohum	Kas krampları, eklem ağrıları tedavisi
Rosaceae	<i>Amygdalus communis</i> L.	Çağla	Meyve	Gıda
Rosaceae	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. subsp. <i>monogyna</i> Jacq.	Alıç	Gövde	Kalp ve damar sistemi için
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Yeni dünyaya	Yaprak	Romatizma tedavisi, nefes açıcı
Rosaceae	<i>Malus trilobata</i> C.K. Schneid.	At Elması	Meyve	Nefes açıcı, sindirim kolaylaştırıcı
Rosaceae	<i>Prunus divaricata</i> Ledeb. subsp. <i>divaricata</i> Ledeb.	Yonuz eriği	Meyve	Guatr
Rosaceae	<i>Rosa canina</i> L.	Kuşburnu	Kök	Nefes darlığı
Solanaceae	<i>Solanum melongena</i> L.	Patlıcan	Meyve sapı	Hemoroid tedavisi
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L. subsp. <i>nigrum</i> L.	İt üzümü	Kök	Romatizmal ağrılar için
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	Isırgan otu	Yaprak	Romatizmal ağrılarda ve saç bakımı için
Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> L.	Asma	Yaprak	Gıda
Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	Zencefil	Rizom	Bağışıklık sistemi güçlendiricisi, öksürük kesici
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Çoban çökerten	Toprak üstü kısım	Damar açıcı, afrodizyak etki, böbrek taşı düşürücü

Kullanılan bitkilerden 8 takson mide rahatsızlıkları için (*Adiantum capillus-veneris*, *Glycyrrhiza glabra*, *Gundelia tournefortii* var. *armata*, *Malus trilobata*, *Mentha spicata* subsp. *spicata*, *Micromeria fruticosa* subsp. *bracycalyx*, *Pistacia terebinthus* subsp. *palaestina*, *Thymbra spicata* var. *spicata*), 7 takson çeşitli ağrılar için (*Equisetum arvense*, *Eriobotrya japonica*, *Hypericum perforatum*, *Malva neglecta*, *Paliurus spina-christi*, *Solanum nigrum* subsp. *nigrum*, *Urtica dioica*), 6 takson nefes açıcı olarak (*Elaeagnus angustifolius*, *Malus trilobata*, *Micromeria myrtifolia*, *Pistacia terebinthus* subsp. *palaestina*, *Piper nigrum*, *Rosa canina*), 4 takson kalp-damar sistemi rahatsızlıkları için (*Crataegus monogyna* subsp. *monogyna*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Tribulus terrestris*, *Viscum album*) kullanılmaktadır. *Arbutus unedo*, *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* ve *Viscum album* tansiyon düşürücü olarak kullanılırken, soğuk algınlığı için *Sideritis perfoliata*, *Sideritis syriaca* subsp. *nusairiensis* ve *Thymus kotschyanus* var. *glabrescens* kullanılmaktadır. Ayrıca 7 takson baharat olarak (*Anethum graveolens*, *Cinnamomum verum*, *Laurus nobilis*, *Mentha spicata* subsp. *spicata*, *Ocimum basilicum*, *Rhus coriaria*, *Thymus kotschyanus* var. *glabrescens*) kullanılmaktadır (Çizelge 2).

Bölgede yaygın olarak bulunan *Rhus coriaria* tohumları olgunlaşınca toplanmakta dekoksasyon yöntemiyle elde edilen "Sumak ekşisi" ağız yarası tedavisinde ve yemeklere lezzet vermek amacıyla kullanılmaktadır. Bu tür mide krampları için ve farklı bölgelerde de baharat olarak kullanılmaktadır (Polat ve ark., 2012; Akan ve Bakır, 2015). *Ferula elaeochytris* kök ve toprak üstü kısımları prostat tedavisi için ayrıca afrodisyak etkisi nedeniyle kullanılmaktadır. Sadece köklerinin kısırlık ve şeker hastalığı tedavisinde kullanıldığı da bilinmektedir (Akan ve Bakır, 2015). *Arum maculatum* bölgede "Tirşik" olarak bilinmektedir, içerdiği alkaloidlerden dolayı zehirli bir türdür (Kızıllarslan, 2008). Özel bir yöntemle hazırlanan "Tirşik çorbası" bölgede sevilerek tüketilmektedir (Demirci ve Özhatay, 2012). Kuru halde satılan *Micromeria myrtifolia*'nın toprak üstü kısımları nefes darlığı, *Xanthium spinosum* tohumları şeker hastalığı tedavisinde

kullanılmaktadır. *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* tohumları bölgede kalp hastalıkları ve eklem kireçlenmelerine karşı kullanılmaktadır, farklı çalışmalarda nefes açıcı olarak da kullanıldığı bildirilmiştir (Kargıoğlu ve ark., 2008). *Urtica dioica* bölgede genellikle saç bakımı ve romatizmal ağrılar için kullanılırken farklı çalışmalarda bu kullanımın yanısıra idrar artırıcı ve sindirim kolaylaştırıcı özelliğinden de bahsedilmektedir (Polat ve ark., 2012). *Elaeagnus angustifolia* genellikle şeker hastalığı ve üriner sistem rahatsızlıkları için kullanılırken (Sezik ve ark., 1991) bölgede nefes darlığı tedavisinde kullanılmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışma ile Kahramanmaraş kent merkezinde semt pazarlarında satışa sunulan farklı familyalara ait 62 bitki taksonu tespit edilmiştir. Tespit edilen bitkiler gıda, tedavi ve süs amacıyla kullanılmaktadır. Bu tür bitkilerin tercih edilmesinin sebepleri; besleyici özellikte olmaları, içerdikleri etken maddelerden dolayı tıbbi özellik taşımaları ve farklı ihtiyaçlar doğrultusunda kullanılabilir olmalarıdır. Özellikle tıbbi açıdan tercih edilen bitkilerin kullanımında içerdikleri etken maddelerden dolayı gerek kullanım şekli ve dozu gerekse de hazırlanışı konularında dikkatli olunması gerekmektedir. Etnobotanik özelliği olan bitkilerin bir kısmı doğadan toplanırken bir kısmının ise kültürü yapılmaktadır. Doğadan toplanan bitkilerin toplandığı yer ve toplanma zamanı önemli olduğu kadar kültür bitkilerinin de yetiştirilme şekline dikkat etmek gerekir. Bitkilerin bilinçsiz ve fazla miktarda toplanması ile bölgede yürütülen hayvancılık faaliyetlerinin birçok taksonun yaşam alanını daraltması ve birey sayısını etkilemesi olasıdır. Etnobotanik araştırmalar ile elde edilen geleneksel bilgilerin mevcut bilimsel literatürlerle karşılaştırması yapılarak daha evrensel ve daha etkili sonuçları ortaya çıkarılabilir. Bu araştırmamızın diğer etnobotanik çalışmalarla kıyaslanarak Türkiye'nin bu açıdan zengin yapısının ortaya çıkarılmasına katkı sağlayacağı düşüncesindeyiz. Ayrıca farklı disiplinlerde (ekoloji, farmakoloji, taksonomi) yapılacak çalışmalara da fikir vermesi mümkündür.

KAYNAKLAR

- Aharonson Z, Shami J, Sulman FG, 1969. Hypoglycaemic effect of the Salt Bush (*Atriplex halimus*)-a feeding source of the Sand Rad. *Diabetologia*, 5:379-383.
- Akan H, Bakır Y, 2015. Kâhta (Adıyaman) Merkezi ve Narince Köyü'nün Etnobotanik Açısından Araştırılması. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 219-248.
- Akman Y, 1990. İklim ve Biyoiklim Biyoiklim Metodları ve Türkiye İklimleri. *Palme yayınları*, Ankara, 97s.
- Anonim, 2016. Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi. <http://kahramanmaraş.bel.tr>. (Erişim tarihi 20 Nisan, 2016)
- Anonim, 1973. Kahramanmaraş İli Toprak Kaynağı Envanter Raporu, Ankara.
- Aydın S, 2004. Anadolu Diyagonalı: Ekolojik Kesinti Tarihsel-Kültürel bir Farklılığa İşaret edebilir mi?. *Kebikeç İnsan Bilimleri için Kaynak Araştırmaları Dergisi*, 17, 117-137.
- Balick M, Cox P, 1996. *Plants, People and Culture. The Science of Ethnobotany. Scientific American Library, USA.* 228 p.
- Başaran S, 2003. Elmalı Yöresinde Doğal Olarak Yetişen Bazı Bitkilerin Etnobotanik Özellikleri. *Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Dergisi*, 211:5.
- Başer KHC, 1995. Tıbbi Bitkiler. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 331: 76-79.
- Baytop T, 1984. *Therapy with Medicinal Plants in Turkey (Past and present)*. İstanbul University Publications, İstanbul.
- Baytop T, 1999. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi. *Nobel Tıp Kitabevleri*, İstanbul. 409s.
- Chadwick DJ, Marsh J, 1994. Ethnobotany and the search for new drugs. In: *Ciba Foundation Symposium*, vol. 185. Wiley, Chichester, 280 p.
- Davis PH, 1965-1985. *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*. Vol. 1-9, Edinburgh University Press. Edinburgh.
- Demirci S, Özhatay N, 2012. An Ethnobotanical Study in Kahramanmaraş (Turkey); Wild Plants Used For Medicinal Purpose in Andırın, Kahramanmaraş. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 9(1).
- Ekim T, Koyuncu M, Vural M, Duman H, Aytaç Z, Adıgüzel N, 2000. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı Eğrelti ve Tohumlu bitkiler. *Türkiye Tabiatını Koruma Derneği*, Ankara. 246s.
- Ertuğ F, 2004. Wild edible plants of the Bodrum Area (Mugla, Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 28:161-174.
- Everest A, Öztürk E, 2005. Focusing on the Ethnobotanical Uses of Plants in Mersin and Adana Provinces (Turkey). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 1: 6.
- Farnsworth NR, Soejarto DD, 1985. Potential consequence of plant extinction in the United States on the current and future availability of prescription drugs. *Economy Botany*, 39: 231.
- Ghorbani A, 2005. Studies on pharmaceutical ethnobotany in the region of Turkmen Sahra, north of Iran (Part 1): General results. *Journal Ethnopharmacol*, 102: 58-68.
- Günbatan T, Gürbüz İ, Gençler A, 2016. The current status of ethnopharmacobotanical knowledge in Çamlıdere (Ankara, Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 40: 241-249.
- Güner A, Özhatay N, Ekim T, Başer KHC, 2000. *Flora of Turkey*. Volume 11, Edinburgh University Press. Edinburgh. 656 p.
- Hudson JB, Lee MK, Şener B, Erdemoğlu N, 2000. Antiviral activities in extracts of Turkish medicinal plants. *Pharmaceutical Biology*, 38 (3): 171-175.
- Kargıoğlu M, Cenkeçi S, Serteser A, Evliyaoğlu N, Konuk M, Kök MŞ, Bağcı Y, 2008. An ethnobotanical survey of inner-west Anatolia Turkey. *Human Ecology*, 36: 763-777.
- Kendir G, Güvenç A, 2010. Etnobotanik ve Türkiye'de yapılmış etnobotanik çalışmalara genel bir bakış. *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 30-1: 49-80.
- Kızıllarlan Ç, 2008. İzmit Körfezi'nin Güney Kesiminde Etnobotanik Bir Araştırma. *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi*, 73s.
- Koçyiğit M, 2005. Yalova İlinde Etnobotanik Bir Araştırma. *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi*, 82s.
- Kültür Ş, 2007. Medicinal plants used in Kırklareli province (Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 111: 341-364.
- Leaman DJ, 2006. *Sustainable Wild Collection of Medicinal and Aromatic Plants, Development of an International Standard. Medicinal and Aromatic Plants -Springer, Netherlands.*
- Marles RJ, Farnsworth NR, 1995. Antidiabetic plants and their active constituents. *Phytomedicine*, 2:137-189.
- Ogle BM, Dung NNX, Do TT, Hambraeus L, 2004. The contribution of wild vegetables to micronutrient intakes among women. An example from the Mekong Delta, Vietnam. *Ecology of Food Nutrition*, 40: 159-184.
- Özgen U, Kaya Y, Coşkun M, 2004. Ethnobotanical Studies in the Villages of the District of Ilica (Province Erzurum) Turkey. *Economic Botany*, 58: 691-696.
- Özhatay N, Koyuncu M, Atay S, Byfield A, 1997. Türkiye'nin Doğal Tıbbi Bitkilerinin Ticareti Hakkında Bir Çalışma. *Doğal Hayatı Koruma Derneği*, 9:7.
- Pieroni A, Nebel S, Quave C, Münz H, Heinrich M, 2002. Ethnopharmacology of liakra: traditional weedy vegetables of the Arbereshe of the Vulture area in southern Italy. *Journal of Ethnopharmacology*, 81: 165-185.
- Pieroni A, 1999. Gathered wild food plants in the upper valley of the Serchio river (Garfagnana), Central Italy. *Economic Botany*, 53: 327-341.
- Polat R, Selvi S, Çakılcıoğlu U, Acar M, 2012. Investigations of ethnobotanical aspect of wild plants sold in Bingöl (Turkey) local markets. *Biological Diversity and Conservation*, 5(3),155-161.
- Rahman AV, Zaman K, 1989. Medicinal plants with hypoglycemic activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 26 (1):1-55.
- Sadıkoglu N, 1998. Cumhuriyet Dönemi Türk Etnobotanik Araştırmalar Arşivi. *İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi*, 75s.
- Sezik E, Tabata M, Yeşilada E, Honda G, Goto K, Ikeshiro Y, 1991. Traditional medicine in Turkey. I. Folk medicine in Northeast Anatolia. *Journal of Ethnopharmacology*, 35:191-196.
- Sezik E, Yeşilada E, Honda G, Takaishi Y, Takeda Y, Tanaka T, 2001. Traditional Medicine in Turkey X. Folk Medicine in Central Anatolia. *Journal of Ethnopharmacology*, 75: 95-115.
- Silva F, Abraham A, 1981. The potentiality of the Israeli Flora for medicinal purposes. *Fitoterapia*, 195-200.

- Şimşek I, AYTEKİN F, YEŞİLADA E, YILDIRIMLI S, 2004. An Ethnobotanical Survey of the Beypazarı, Ayas, and Gudul District Towns of Ankara Province (Turkey). *Economic Botany*, 58: 705–720.
- Tarakçı S, 2006. Beykoz Civarındaki Tıbbi Özellik Taşıyan Bitkiler Üzerine Araştırmalar. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, 148s.
- Turner NJ, 1995. *Food Plants of Coastal First Peoples*. Vancouver: UBC Press, 164 p.
- Tuzlacı E, Erol MK, 1999. Turkish Folk Medicinal Plants, Part II: Eğirdir (Isparta). *Fitoterapia*, 70: 593-610.
- Tuzlacı E, Aymaz PE, 2001. Turkish Folk Medicinal Plants, Part IV: Gönen (Balıkesir). *Fitoterapia*, 72: 323–343.
- Tütenocaklı T, 2002. Ayvacık (B1, Çanakkale) ve Çevresinin Etnobotanik Bir Çalışma. XVII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-24 Haziran 2004, Adana.
- Van den Eyden V, Cueva E, Cabrera O, 2003. Wild foods from southern Ecuador. *Economic Botany*, 57: 576–603.
- Varol Ö, 2003. Başkonuş Dağı (Kahramanmaraş) Florası. *Turkish Journal of Botany*, 27 (2), 117-139.
- WHO, 2002. *World Health Organization, Traditional Medicine Strategy 2002-2005*. Geneva, Switzerland: WHO.
- WHO, 1998. *Regulatory Situation of Herbal Medicines-A Worldwide Review*, World Health Organization, Geneva.
- Yaniv Z, Dafni A, Friedman J, Palevitch D, 1987. Plants used for the treatment of diabetes in Israel. *Journal of Ethnopharmacology*, 19 (2): 145-151.
- Yeşilada E, Honda G, Takaishi Y, Tanaka T, Takeda Y, 2001. Traditional Medicine in Turkey. X. Folk Medicine in the Eastern Part of Central Anatolia. *Journal of Ethnopharmacology*, 75: 95–115.
- Yıldırım S, 2004. Etnobotanik ve Türk Etnobotaniği. *Kebikeç İnsan Bilimleri için Kaynak Araştırmaları Dergisi*, 17:175-193.

Depolama Yapılarında Duvar Basınçlarının Belirlenmesinde Kuramsal Yaklaşımlar*

Hakan KİBAR¹, Turgut ÖZTÜRK²

ÖZET: Depolama yapıları (yatay ve düşey) genellikle kohezyonsuz malzemelerin (hububat, kömür, cevher vb.) depolandığı ve korunduğu modern sistemlerden birisidir. Kompleks bir yapıya sahip olan depolama yapıları olumsuz durumların oluşmaması için projelendirme basınçlarının iyi hesaplanması gerekmektedir. Bu amaçla depolarda ürünün statik, doldurma ve boşaltma sonrası cidarındaki yatay ve düşey basınçların tahmin edilmesinde çeşitli matematiksel eşitlikler geliştirilmiştir. Projelendirme basınçları ile ilgili ilk matematiksel eşitlik Janssen tarafından geliştirilmiştir. Bu eşitlik temel alınarak farklı araştırmacılar tarafından farklı projelendirme kriterlerini gözönüne alan eşitlikler ortaya konulmuştur. Çalışma kapsamında depolama yapılarında projelendirme basınçlarının hesaplanmasında kullanılan ve kabul gören kuramsal yaklaşımlardan Janssen, Reimbert, Forester, Caquot, Airy, Pamelard, Sor, Rankine ve ASAE yöntemleri açıklanmıştır. Ayrıca bu yöntemler kullanılarak günümüzde yaygın olarak çelik silolarda kullanılan Eurocode ve Avustralya standartlarının bazı bölümleri özet olarak açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Boşaltma basıncı, depo, doldurma basıncı, kuramsal yaklaşım

Theoretical Approaches in The Determination of Wall Pressures in Storage Structures

ABSTRACT: Storage structures (horizontal and vertical) are usually one of the modern systems stored and protected of cohesionless materials (grain, coal, ore, etc.). In order to prevent the occurrence of adverse conditions in storage structures having a complex structure, design pressures should be well calculated. For this purpose, various mathematical equations have been developed to predict horizontal and vertical pressures in wall of storage after static, discharge and filling of product. The first mathematical equation related to design pressures was developed by Janssen. Based on this equation, the equations considered different design criteria were produced by different researchers. In this study, Janssen, Reimbert, Forester, Caquot, Airy, Pamelard, Sor, Rankine and ASAE methods from theoretical approaches used and accepted in the calculation of design pressures in storage structures were explained. In addition, some sections of Eurocode and Australia standards nowadays widely used in steel silos using these methods are described in summary.

Keywords: Discharge pressure, store, filling pressure, theoretical approaches

¹ Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tohum Bilimi ve Teknolojisi, BOLU, Türkiye

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, SAMSUN, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Hakan KİBAR, hakan.kibar@ibu.edu.tr

* Bu çalışma doktora tezinin bir bölümüdür.

GİRİŞ

Depolama yapıları tarımsal ürünlerin pazara sevk edilene kadar kalitesinde kayıpların oluşmaması amacıyla yapılmaktadır. Bu nedenle ürünlerin güvenli şekilde uzun süre muhafazası için kontrollü ortamlara ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak bu kontrollü ortamlar hem yatay hem de düşey depolama yapıları ile olasıdır. Bu tip depolarda kurallarına uygun olarak tasarlandığında güvenli bir şekilde hizmet verebilmektedir.

19. yüzyılda depolanmış ürün tarafından uygulanan basınçlar hesaplanmış ve etkili şekilde kullanılarak tanımlanmaya başlanmıştır. Düşey depolama yapısı olarak silo konusu ile ilgili ilk sempozyum 1980 yılında 148 katılımcı ile Lancaster Üniversitesinde yapılmıştır (Ravenet, 1981). Simetrik doldurma altında yapılan çalışmalarda Janssen basınç dağılımında önemli sapmaların olduğu gözlemlenmiştir (Munch-Andersen and Nielsen, 1990; Ooi et al., 1990; Ooi and Rotter, 1991).

Günümüzdeki depolama yapıları 1 tondan küçük kapasitelerden 100 000 tonluk büyük kapasiteye kadar tasarlanabilmektedir. Bunlara ilişkin çeşitli araştırmalar yapılmaktadır (Kibar et al., 2014). Bu kapasitelere sahip depolama yapılarının tasarımı için kullanılabilecek farklı standartlar ve kuralların her biri teorik ve ampirik yöntemlere dayalıdır. Hemen hemen her standart denklemler depo cidarları ile temas halinde depolanan malzemenin yatay bir bölümüne dayalı önerilen Janssen, (1895) teorisini kullanır. Bu teoride yapı üzerine etkileyen depolanmış ürünün etkileri depo hidrolik yarıçapı, ürün birim ağırlığı, ürün içsel sürtünme açısı, cidar sürtünme katsayısı ve basınç oranına bağlıdır. Bu alanda farklı ülkelerde farklı standartlar (DIN 1055, ACI 313, AS 3774, EN 1991-4 vb.) geliştirilmiştir. Son olarak geliştirilen Eurocode 1, Bölüm 4 standardı dahil olmak üzere bütün ülkelerin ve kurumların standartlarına dayanmaktadır (Eurocode 1, 2003; Kibar ve Öztürk, 2011). Depolama yapılarındaki pek çok kazalar, patlamalar, aşırı deformasyonlar ve çatlamlar deponun

yapısal davranışı hakkındaki bilgi eksikliğinden dolayı yaygınlaşmıştır. Bu tür hatalar pahalı onarım veya yenileme maliyeti, üretim ve yaralanma açısından son derece maliyetlidir. Depo yapısal davranışının çeşitli alanlardaki pek çok belirsizliği de mevcuttur. Dünyada, depolama yapılarını inceleyen çok sayıda araştırma ekibi bulunmaktadır. Fakat bu alanda çalışma yapan gruplar daha fazla ilerleme kaydettiğinden daha karmaşık problemlerinde ortaya çıkabildiğini ortaya koymuşlardır (Ayuga et al., 2001).

Günümüzde yatay ve düşey depolar (silolar) genellikle çelik konstrüksiyonlu olarak yapılmaktadır. Ancak betonarme, ahşap ve bazı durumlarda alüminyum ve diğer malzemelerden yapılan depolara da rastlamak olasıdır. Siloların kesitleri ekonomik olmasından dolayı genellikle dairesel olarak tasarlanmakta ancak yapım kolaylığı gibi bazı nedenlerle dikdörtgen yada çokgen kesitli silolar da inşa edilmektedir (Kibar, 2011).

Bu çalışmanın amacı günümüzde yatay ve düşey depoların tasarımında uygulanmakta olan çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilmiş basınç yaklaşımlarını açıklamaktır.

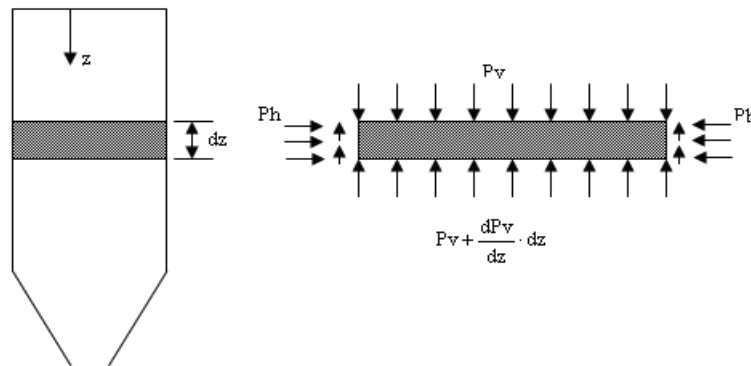
KURAMSAL YAKLAŞIMLAR

Janssen Yöntemi

Bu yöntemde göre taneli malzemelerin silolara uyguladığı yatay basınç ve düşey basınç ile birim alandaki sürtünme kuvveti ifadelerinin elde edilimleri Şekil 1'de gösterilmiştir (Janssen, 1896; Karaca, 2000; Durmuş, 2007). Şekil 1'e göre silo gövdesinin dz kalınlıklı eleman elemanın düşey dengesinde;

Janssen teorisine göre düşey basınç;

$$P_v = \frac{\gamma \cdot r_h}{K_m \cdot \tan \varphi_w} \left(1 - e^{-\frac{K_m \cdot \tan \varphi_w \cdot z}{r_h}} \right) \quad (1)$$



Şekil 1. Silo diliminde oluşan Janssen basınçları

Yatay basınç;

$$P_h = \frac{\gamma \cdot r_h}{\tan \varphi_w} \cdot \left(1 - e^{-\frac{K_m \cdot \tan \varphi_w \cdot z}{r_h}} \right) \quad (2)$$

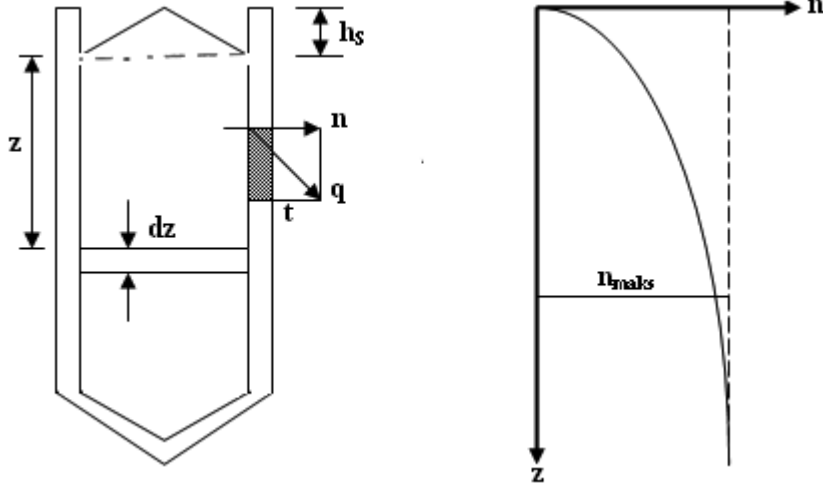
Sürtünme kuvveti;

$$P_t = \gamma \cdot r_h \cdot \left(1 - e^{-\frac{K_m \cdot \tan \varphi_w \cdot z}{r_h}} \right) \quad (3)$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır.

Reibert Yöntemi

Reibert, silo cidarlarına etkiyen basınçların doğrudan belirlenmesinin zorluğundan dolayı cidarlar üzerindeki sürtünmelere ilişkin deney sonuçları ve gözlenen olaylar arasında bağlantı kurulmasına olanak tanıyan matematiksel ifadelerin bulunmasına ve daha sonra elde edilen bağıntının türevleri yardımıyla cidarlar üzerindeki basınçların belirlenmesine çalışmıştır (Şekil 2). Silonun tabanındaki toplam basıncın belirlenmesi yardımıyla, silolanan malzemenin bilinen ağırlığıyla ölçülen farkından tanelerin cidarlar üzerinde sürtünmesiyle dengelenen sürtünme kuvvetini elde etmiştir (Reibert, 1955; Karaca, 2000; Durmuş, 2007).



Şekil 2. Reibert denklemlerine ilişkin silo kesiti

Reibert'e göre; silo cidarı üzerindeki eğik basıncın (q), yatay (n) ve düşey (t) bileşenleri;

$$n = q \cdot \cos \varphi_w, \quad t = q \cdot \sin \varphi_w \quad \text{veya} \quad t = n \cdot \tan \varphi_w \quad (4)$$

eşitlikleri ile belirlenebilmektedir.

Yatay basınç;

$$P_h = \frac{\gamma \cdot r_h}{\tan \varphi_w} \cdot \left[1 - \left(\frac{z}{A^*} + 1 \right)^{-2} \right] \quad (5)$$

Düşey basınç;

$$P_v = \gamma \cdot \left[z \cdot \left(\frac{z}{A^*} + 1 \right)^{-1} + \frac{h^*}{3} \right] \quad (6)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Bu durumda sürtünme kuvveti de;

$$P_t = (\gamma \cdot z - P_v) \cdot r_h \quad \text{veya} \quad P_t = \frac{\gamma \cdot A \cdot z^2}{z + A^*} \quad (7)$$

eşitlikleri ile ifade edilmektedir.

Bu yöntemde karakteristik ordinat (A^*) ve maksimum yatay basınç (P_{hmaks}) değerleri silo enkesitine bağlı olarak Çizelge 1'de verilen denklemler yardımıyla belirlendikten sonra yatay basınç, düşey basınç ve sürtünme kuvveti yukarıdaki bağıntılar ile hesaplanabilmektedir.

Çizelge 1. Silo geometrisine göre C ve P_{hmaks} değerleri

Silo geometrisi	A^*	P_{hmaks}	Açıklama
Dairesel	$\frac{D}{4 \cdot \tan \varphi_w \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_m}{2} \right)} - \frac{h^*}{3}$	$\frac{\gamma \cdot D}{4 \cdot \tan \varphi_w}$	$D \rightarrow$ silo çapı $h^* = \frac{2}{3} \cdot r_h \cdot \tan \beta$
Çokgen	$\frac{L}{\pi} \left(\frac{1}{4 \cdot \tan \varphi_w \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_m}{2} \right)} \right) - \frac{h^*}{3}$	$\frac{\gamma \cdot r_h}{4 \cdot \tan \varphi_w}$	$h^* = \frac{2}{3} \cdot r_h \cdot \tan \beta$
Kısa kenar için			
Dikdörtgen	$\frac{a}{4 \cdot \tan \varphi_w \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_m}{2} \right)} - \frac{h^*}{3}$	$\frac{\gamma \cdot a}{4 \cdot \tan \varphi_w}$	$h^* = \frac{a}{12} \cdot \left(3 - \frac{a}{b} \right) \cdot \tan \beta$
Uzun kenar için			
Dikdörtgen	$\frac{a'}{4 \cdot \tan \varphi_w \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_m}{2} \right)} - \frac{h^*}{3}$	$\frac{\gamma \cdot a'}{4 \cdot \tan \varphi_w}$	$a' = \frac{2 \cdot a \cdot b - a^2}{b}$ $h^* = \frac{a}{12} \cdot \left(3 - \frac{a}{b} \right) \cdot \tan \beta$

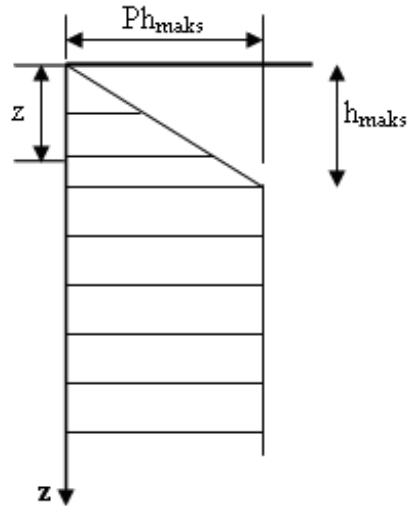
Forestier Yöntemi

Bu yöntemde Şekil 3'te görüldüğü gibi silo göz şekline göre Çizelge 2'de değişen değerler alan bir h_{maks} derinliğine kadar yatay basıncın z ile değişimini doğrusal kabul ederek Janssen yöntemi için basitleştirme yapılmıştır (Karaca, 2000; Durmuş, 2007).

Bu yönteme göre silolarda oluşan yatay basınç;

$$P_h = \frac{\gamma \cdot r_h}{\tan \varphi_w} \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_m}{2} \right) \quad (8)$$

eşitliği ile elde edilmektedir.



Şekil 3. Yatay basıncın derinlikle değişimi

Çizelge 2. Silo geometrisine göre h_{maks} ve $z \leq h_{maks}$ için P_h değerleri

Silo geometrisi	h_{maks}	$P_h (z \leq h_{maks})$
Dairesel	$h_{maks} = \frac{r_h}{\tan \varphi_w \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_m}{2} \right)}$	
Kare	$h_{maks} = \frac{a}{4 \cdot \tan \varphi_w \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_m}{2} \right)}$	$P_h = \gamma \cdot z \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_m}{2} \right)$
Dikdörtgen	$h_{maks} = \frac{a \cdot b}{2 \tan \varphi_w \cdot (a + b) \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_m}{2} \right)}$	

Caquot Yöntemi

Caquot' un zemin itkisi teorisinden esinlenerek geliştirdiği eşitlik,

Yatay basıncın;

$$P_h = \frac{\gamma \cdot r_h}{\tan \varphi_w} \cdot (1 - e^{-mz}) \quad (9)$$

Düşey basıncın ise;

$$P_v = \gamma \cdot r_h \cdot \frac{2}{\tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_m}{2} \right) \cdot \sin 2\varphi_m} \cdot (1 - e^{-mz}) \quad (10)$$

ile hesaplanacağını ifade etmektedir.

Pamelard Yöntemi

Pamelard kendi hesap kabulleri ve modeline göre düşey basınç;

$$P_v = \frac{\gamma \cdot r_h}{\tan \varphi_w \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_m}{2} \right)} \cdot \frac{1}{\frac{2}{3} + \frac{r_h}{\tan \varphi_w \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_m}{2} \right)} \cdot z} \quad (11)$$

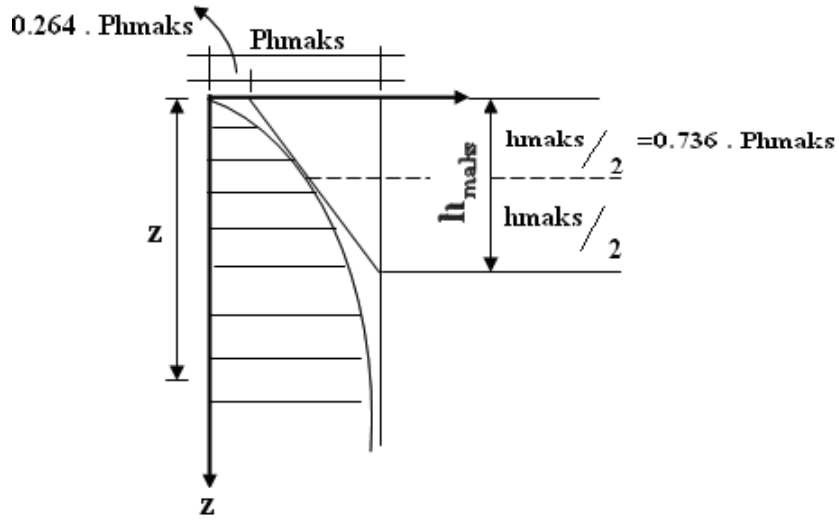
Yatay basınç ise;

$$P_h = P_v \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_m}{2} \right) \quad (12)$$

ifadesiyle hesaplanabileceğini önermektedir (Pamelard, 1959; Karaca, 2000; Durmuş, 2007).

Sor Yöntemi

Bu teoride Janssen' in yatay basıncın (P_h) derinlikle değişim eğrisi Şekil 4'teki gibi basitleştirilerek eşitlik 13 ve 14 bağıntılarıyla hesaplamayı önermiştir (Karaca, 2000; Durmuş, 2007).



Şekil 4. Janssen yönteminde Sor tarafından $P_h(z)$ eğrisi için yapılan basitleştirme

$$h_{maks} = \frac{2 \cdot Ph_{maks}}{\gamma \cdot \lambda} = \frac{2 \cdot Ph_{maks}}{\gamma \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi_m}{2} \right)} \quad (13)$$

olmak üzere $z \leq h_{maks}$ için yatay basınç ise;

$$P_h = Ph_{maks} \cdot \left(\frac{0.736}{h_{maks}} \cdot z \right) + 0.264 \quad (14)$$

Şekilden görüldüğü gibi $z = \frac{h_{maks}}{2}$ için bu bağıntıdan elde edilen yatay basınç (P_h), Janssen

denkleminde elde edilene eşit, diğer durumlar için daha büyük olmaktadır.

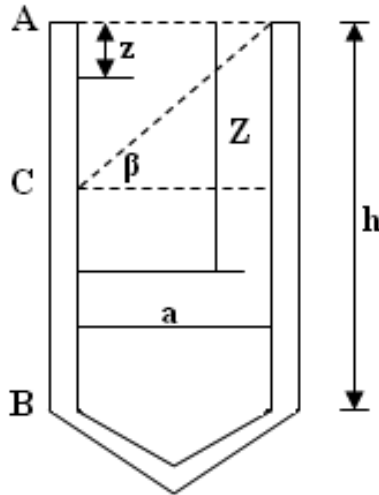
Burada $z > h_{maks}$ için yatay basınç;

$$P_h = Ph_{maks} = \frac{\gamma \cdot r_h}{\tan \phi_w} \quad (15)$$

değerini aldığı belirtilmelidir.

Airy Yöntemi

Bu yöntem kare kesitli bir silo için uygulanabilmektedir. Şekil 5 yardımıyla aşağıdaki eşitliklerden yatay basınç hesaplanabilmektedir (Airy, 1897; Durmuş, 2007).



Şekil 5. Airy yöntemi için dikkate alınan silo kesiti

A – C arasında herhangi bir z kotundaki yanal basınç;

$$P_h = \frac{\gamma \cdot z^2}{2} \cdot \left[\frac{1}{\tan \varphi_m \cdot (\tan \varphi_m + \tan \varphi_w) + \sqrt{1 + \tan^2 \varphi_m}} \right]^2 \quad (16)$$

C – B arasında ise;

$$P_h = \frac{\gamma \cdot a^2}{2} \cdot \left[\frac{\sqrt{\frac{2z}{a} \cdot (\tan \varphi_m + \tan \varphi_w) + (1 - \tan \varphi_m \cdot \tan \varphi_w) - (1 + \tan^2 \varphi_m)}}{\tan \varphi_m + \tan \varphi_w} \right]^2 \quad (17)$$

Rankine Yöntemi

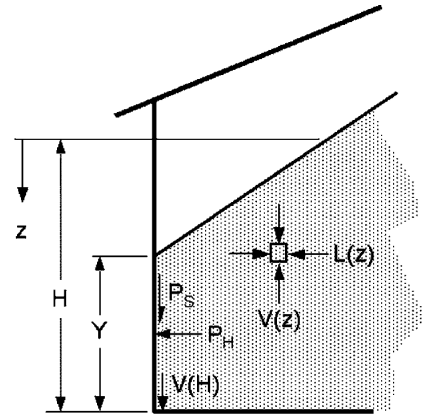
Sığ bir siloda tahılın neden olduğu yatay ve düşey basınç dağılımlarını aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanabilmektedir (Rankine, 1857).

Yatay basınç;

$$L_{(z)} = \gamma \cdot Y \cdot \left(\frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \right) \text{ veya } \gamma \cdot Y \cdot \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (18)$$

Düşey basınç;

$$V_{(H)} = \gamma \cdot h \quad (19)$$



Şekil 6. Tahılın depo içerisinde neden olduğu basınç dağılımı

ASAE 1995 Yöntemi

Bu yöntem sığ depolama yapılarında serbest akışlı tahıl basınçlarını tahmin etmek için geliştirilmiştir. Sığ depolama yapısı kare veya dikdörtgen kesitli olarak tasarlanabilmekte ve deponun genişliği tahıl yüksekliğinin 2 katından fazla olması gerekmektedir (ASAE, 1995).

Bu yöntemde tahılın depo içerisinde uyguladığı basınçların dağılımı Şekil 6'da verilmiştir. Depo üzerinde meydana gelen basınçlar aşağıdaki eşitlikler yardımı ile hesaplanabilmektedir.

Düşey basınç;

$$V_{(z)} = \gamma \cdot g \cdot z \quad (20)$$

Yatay basınç;

$$L_{(z)} = K \cdot V_{(z)} \quad (21)$$

Depo zeminde meydana gelen düşey basınç;

$$V_{(H)} = \gamma \cdot g \cdot H \quad (22)$$

eşitlikteki H değeri ise aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir.

$$H = Y + Y \left[\frac{\sin \varphi \cdot \sin \beta}{\cos (\varphi + \beta)} \right] \quad (23)$$

Eurocode 1 Standardı

Eurocode 1 (2003) standardı çok geniş bir standart olduğu için sadece temel bilgilere yer verilmiştir. Bu standartta silo kesitleri daire, kare, dikdörtgen veya düzgün altıgenle sınırlandırılmıştır (Şekil 7). Etki itibarıyla küçük değişikliklere neden olacak değişik kesitler de oluşacak etkiler hesaba katılarak kullanılabilir (Rotter, 1998; Eurocode 1, 2003).

Silolarda

- $h_b/d_c < 10$
- $h_b < 100$ m

- $d_c < 60$ m

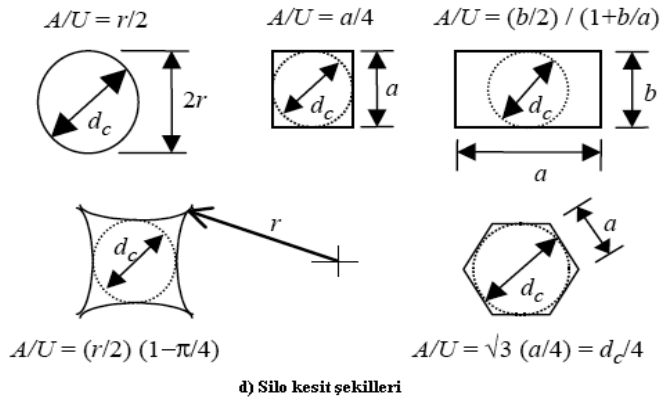
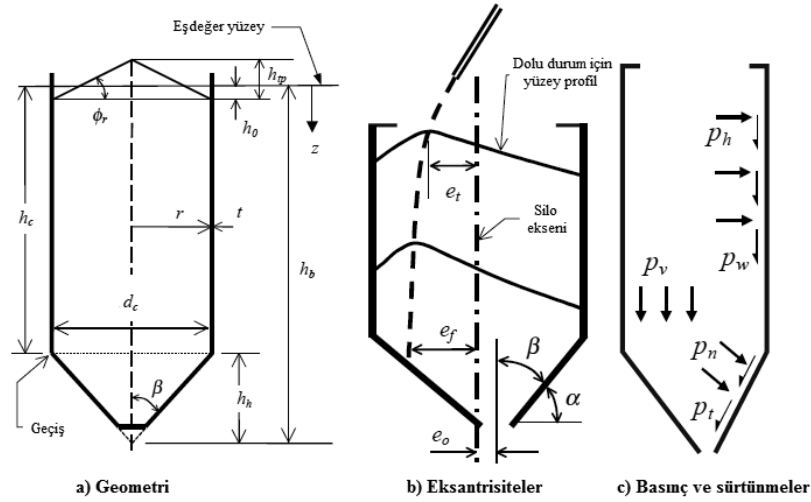
koşulları sağlanmalıdır.

Etki değer sınıfları Çizelge 3'te belirtilen kıstaslara göre değişik silo yapılarının eşit riskler içerecek şekilde tasarlanması ve yıkılma riskini azaltan ilgili prosedürlerin belirlenmesi için yapılan gruplandırma.

Burada belirtilen sınıflandırmadan daha yüksek güvenlik düzeyi verebilen sınıflandırma yapılması her zaman mümkün olup gerekli durumlarda kullanılmalıdır.

Çizelge 3. Silonun etki değer sınıflandırması

Etki Değer Sınıfı	Tanımı
Etki Değer Sınıfı 1	100 tonun altındaki kapasiteler
Etki Değer Sınıfı 2	Diğer sınıflara girmeyen silolar
Etki Değer Sınıfı 3	10 000 tonun üzerindeki kapasiteler 1 000 tonun üzerindeki kapasite veya eksantrik boşaltma, $e_0/d_c > 0.25$ veya yığın üst eksantrisitesi $e_t/d_c > 0.25$ olan sıg silo



Şekil 7. Silo kesit şekilleri, boyutları ve basınç ifadeleri

1. Doldurma ve boşaltma yüklerinin karakteristik değerleri için kullanılacak silo çeşitleri aşağıdaki gibi

- İnce uzun (narin) silolar
- Orta derecede ince uzun silolar
- Sığ silolar
- Düz tabanlı (yatık) silolar

açıklanmıştır. Buna göre silo çeşitleri;

2. Silolara etkiyen yüklerin belirlenmesinde narinlik oranı temel esastır. Bir silonun narinliğinin

belirlenmesindeki en önemli kriter ise h_c/d_c oranıdır. Buna göre narinlik oranı;

- İnce uzun (narin) silolar için $\longrightarrow h_c/d_c \geq 2.0$
- Orta derecede ince uzun silolar için $\longrightarrow 1.0 < h_c/d_c < 2.0$
- Sığ silolar için $\longrightarrow 0.4 < h_c/d_c \leq 1.0$
- Düz tabanlı (yatık) silolar için $\longrightarrow h_c/d_c \leq 0.4$ olarak kabul edilmektedir.

3. Düşey cidara etkiyen yükler sabit yük (simetrik yük) ile serbest yükün (ek yük) eş zamanlı olarak etkiyebileceği varsayımına göre yapılır.

- Düz tabanlı
- Dik hunili
- Sığ hunili

4. Doldurma ve boşaltmada eksantrisitelerin oluşması durumunda yeni yükleme kombinasyonları belirlenip bu yüklerin simetrik ve ek yüklerle beraber etkilediği kabul edilir.

Huniye etkiyen yükler huninin dikliğine göre değiştiğinden aşağıda belirtilen tasnif yapılabilir.

Siloda iç boru akışının oluşması kesin ise tasarımda sadece doldurma yükü ile doldurma ek yükü (gerekliyse) dikkate alınabilir.

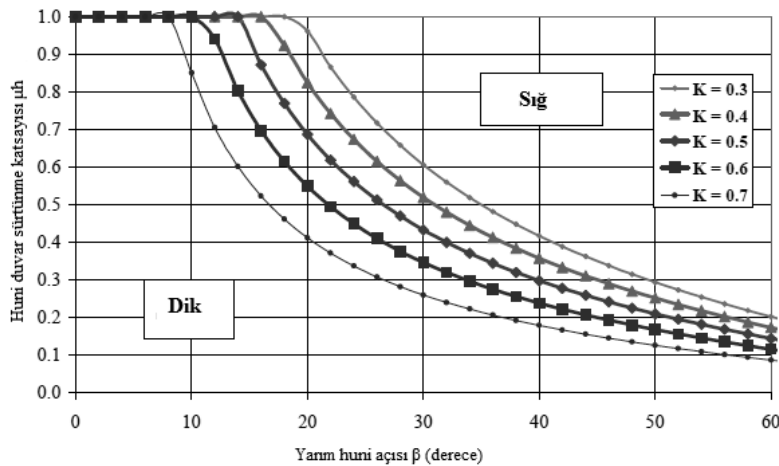
➤ Düz tabanlı silo yatayla eğim açısı 5° den küçük olan hunilerdir,

➤ Sığ huniler: dik ya da düz tabanlı olmayan hunilerdir,

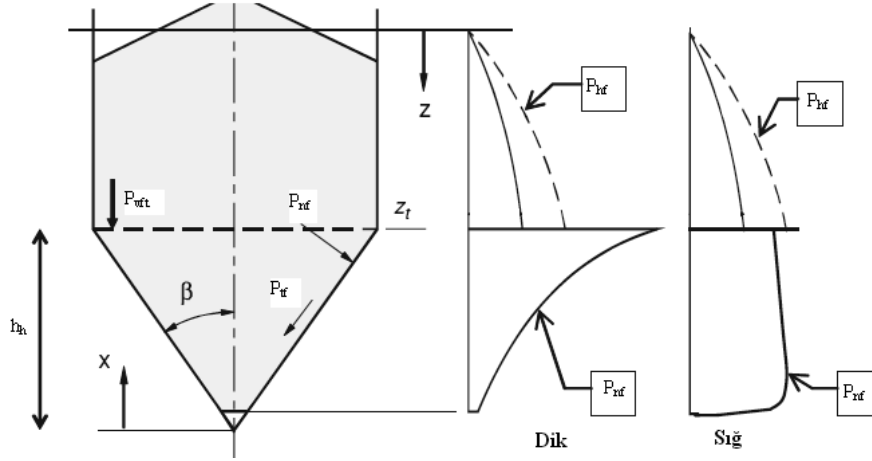
➤ Dik huniler: Aşağıdaki şartı sağlayan hunilerdir (Şekil 8, 9)

Silo huni tabanı olarak aşağıda belirtilen huni tipleri kullanılmaktadır.

$$\tan\beta < (1-K_a)/(2\mu_a)$$



Şekil 8. Dik ve sığ hunilerin ayrımı



Şekil 9. Dik ve sığ hunilerde doldurma basınç dağılımları

AS 3774 Standardı

Çalışmanın bu bölümünde AS 3774, (1996) (Katı yığın siloları üzerindeki yükler) standardına

yönelik bilgiler verilmiştir. Avustralya standardına göre siloların sınıflandırılması h_b/d_c oranına göre yapılmaktadır. Buna göre;

- Sığ silolar için $\longrightarrow h_b/d_c < 1.0$
- Orta derecede uzun silolar için $\longrightarrow 1.0 \leq h_b/d_c \leq 3.0$
- Uzun silolar için $\longrightarrow h_b/d_c > 3.0$

Düşey Cidardaki Doldurma Yükleri

a) Düşey basınçlar

Silindir yüzey üzerinde meydana gelen düşey basınç;

$$P_v = \frac{\gamma \cdot r_c \cdot c_z}{\mu_a \cdot K_a} \quad (24)$$

$$r_c = 0.25 \cdot d_c \quad (25)$$

$$c_z = 1 - e^{(-z/z_0)} \quad (26)$$

$$z_0 = \frac{r_c}{\mu_a \cdot K_a} \quad (27)$$

$$K_a = \frac{1 + \sin^2 \varphi_u - 2\sqrt{(\sin^2 \varphi_u - \mu^2 \cdot \cos^2 \varphi_u)}}{4\mu_a^2 + \cos^2 \varphi_u} \quad (28)$$

eşitlikleriyle hesaplanabilir.

Huni yüzeyi üzerinde meydana gelen düşey basınç;

$$P_{nhi} = K_h (\gamma \cdot z_h + P_{vit}) \text{ ve de} \quad (29)$$

$$K_h = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha + \mu_a} \text{ 'dir.}$$

b) Sürtünme çekmesi

Silindir yüzey üzerinde meydana gelen sürtünme çekmesi;

$$P_{\dot{q}} = \gamma \cdot r_c \cdot c_z \text{ eşitliği yardımıyla,} \quad (30)$$

Huni yüzeyi üzerinde meydana gelen sürtünme çekmesi;

$$P_{qhi} = \mu_a \cdot P_{nhi} \quad (31)$$

olarak hesaplanabilir.

Düşey Cidardaki Boşaltma Yükleri

a) Yatay basınçlar

Silindir yüzey üzerinde meydana gelen yatay basınç;

$$P_{nfi} = c_{nf} \cdot P_{ni} \quad (32)$$

eşitlikte;

$$c_{nf} = \left[7.6 \left(\frac{h_b}{d_c} \right)^n - 6.4 \right] \cdot c_c$$

veya

$c_{nf} = 1.2 \cdot c_c$ den büyük olanı alınır.

c_c akış geometri katsayısı olup asimetric akış için 1.0, düzlem akış için 1.2 alınır.

$$n = 0.06$$

Huni yüzeyi üzerinde meydana gelen yatay basınç;

$$P_{nhf} = K_{hf} \cdot P_{vhf} \quad (34)$$

eşitlikte;

$$K_{hf} = \frac{1 + \sin \varphi_a \cdot \cos(2\eta)}{1 - \sin \varphi_a \cdot \cos[2(\alpha + \eta)]} \quad (35)$$

$$\eta = 0.5 \left[\varphi_w + \sin^{-1} \left(\frac{\sin \varphi_w}{\sin \varphi_a} \right) \right] \quad (36)$$

$$P_{vhf} = \frac{\gamma(h_h + z_h)}{j-1} + \left(P_{vit} - \frac{\gamma \cdot h_h}{j-1} \right) \cdot \left(\frac{h_h - z_h}{h_n} \right)^j \quad (37)$$

$$j = C_h [K_{hf} (\mu_a \cdot \cot \alpha + 1) - 1] \quad (38)$$

C_h konik veya piramit huni için 2, genişleyen veya sığ huni için 1 olarak alınır.

b) Sürtünme çekmesi

Silindir yüzey üzerinde meydana gelen sürtünme çekmesi;

$$P_{qf} = c_{qf} \cdot P_{qi} \quad (39)$$

c_{qf} asimetric akış için 1.2, düzlem akış için 1.4 olarak alınır.

Huni yüzeyi üzerinde meydana gelen sürtünme çekmesi;

$$P_{qhf} = \mu_u \cdot P_{nhf} \quad (40)$$

SONUÇ

Mühendislik yapıları içerisinde tasarımı en zor yapılardan birisi olan yatay ve düşey depoların (silo) inşasından sonra akış koşullarının bozulması, deformasyon, kopma, çökme, burkulma, çatlama veya patlama gibi sorunlarla karşılaşmamak için tasarım esnasında bu konu üzerinde geliştirilen eşitlikler kullanılarak hem doldurma hem de boşaltma koşullarında basınçlar hesaplanmalı ve buradan elde edilen sonuçlara göre tasarımlar yapılmalıdır. Yatay ve düşey basınçların hesaplanmasında yukarıda açıklanan yöntemlerden Avrupa Birliği ülkelerinde yaygın olarak Eurocode standartları kullanılırken diğer ülkelerde ise açıklanan diğer yöntemler veya geliştirilen diğer standartlar kullanılmaktadır. Ancak deponun cidarında ürünün neden olduğu basınç ve gerilmelerin doğru bir şekilde hesaplanabilmesi için depolanacak ürüne ilişkin birim ağırlık, içsel sürtünme açısı, yanal basınç oranı ve statik sürtünme katsayısı gibi mühendislik parametrelerin öncelikli olarak hesaplanması gerekmektedir. Bu parametrelere bağlı olarak elde edilen basınç ve gerilmelerin bu alanda hizmet vermekte olan ANSYS, ABAQUS, FELASH ve diğer CAD programları yardımıyla prototipler üzerinde karşılaştırmaları yapılarak uygun konstrüksiyon malzemesinin seçimi, huni tipi ve akış koşulu gibi parametrelere göre yapılan tasarım ile depoların güvenli bir şekilde hizmet vermesi sağlanabilir.

KISALTMALAR

- A Silo yapısının iç kesit alanı, m²
- A* Karakteristik ordinat
- a Dikdörtgen kesitinin kısa kenarı, m
- b Dikdörtgen kesitinin uzun kenarı, m

c_c	Akış geometri katsayısı	P_{qhf}	Huni cidarına boşaltmadan sonra etkiyen sürtünme çekmesi, kPa
c_{nf}	Yatay basınç çarpanı	P_{qhi}	Huni cidarına doldurmadan sonra etkiyen sürtünme çekmesi, kPa
c_z	Janssen basınç derinlik değişim faktörü	P_t	Sürtünme kuvveti, $kg.m^{-2}$
D, d_c	Silo çapı, m	P_{tf}	Doldurma esnasındaki huni sürtünme çekmesi, kPa
e_f	Doldurma esnasındaki yüzey yığınının maksimum eksantrisitesi	P_v	Silolanan ürünün oluşturduğu düşey basınç, kPa
e_o	Boşaltma orifisinin (kapağının) eksantrisitesi	P_{vft}	Geçiş bölgesinde doldurmadan sonra silolanan ürünün oluşturduğu düşey basınç, kPa
g	Yeçekimi sabiti	P_{vhf}	Boşaltma esnasında huniye etkiyen yatay basınç, kPa
h_b	Çıkış apeksinden eşdeğer yüzeye olan mesafe, m	P_{vi}	Doldurma esnasında düşey yüzey üzerindeki düşey basınç, kPa
h, h_c	Geçiş ile eşdeğer yüzey arasındaki düşey mesafe, m	P_{vit}	Ortalama düşey basınç, kPa
h_h	Geçiş bölgesi ile apeks arasındaki huni yüksekliği, m	P_w	Sürtünme çekmesi, kPa
h_o	Üst yığın tabanında eşdeğer yüzeyin altındaki derinlik, m	r	Silo eşdeğer yarıçapı ($r = 0.5 d_c$), m
h_s	Silo üst kısmındaki şev yüksekliği, m	r_c	Eksantrik akış kanalı yarıçapı, m
h_{tp}	Üst yığının toplam yüksekliği, m	r_h	Hidrolik yarıçap, m
H	Toplam eşdeğer tahıl yüksekliği, m	t	Silo cidar kalınlığı, m
K	Yanal basınç oranı	U	Silo yapısı enkesit çevre uzunluğu, m
K_a	Yanal basınç oranının alt karakteristik değeri	$V_{(H)}$	Depo zeminde meydana gelen düşey basınç, kPa
K_h	Huni yatay basınç oranı	$V_{(z)}$	Tahılın herhangi bir z derinliğindeki düşey basınç, kPa
K_m	Yanal basınç oranının ortalama değeri	Y	Depo içerisindeki tahıl yüksekliği, m
$L_{(z)}$	Depolanan ürünün oluşturduğu yatay basınç, kPa	z	Ortalama doldurma düzlemi (eşdeğer yüzey)'ne göre derinlik, m
P_h	Silolanan ürünün oluşturduğu yatay basınç, kPa	z_h	Huni geçişi altında herhangi bir derinlik, m
P_{hf}	Doldurma sonrası meydana gelen yatay basınç, kPa	z_o	Janssen karakteristik derinliği, m
P_{hmaks}	Maksimum yatay basınç, kPa	α	Ortalama huni eğim açısı (yatayla yapılan açı), derece
P_n	Huni cidarına silolanan üründen dolayı dik olarak etkiyen basınç, kPa	β	Depolanan ürünün kayma açısı, düşeyden ölçülen silo duvarı eğim açısı, Huni apex yarı açısı ($=90^\circ - \alpha$), derece
P_{nf}	Huni cidarına doldurmadan sonra etkiyen basınç, kPa		Birim ağırlık, $kN m^{-3}$
P_{nfi}	Silindir cidara boşaltmadan sonra etkiyen yatay basınç, kPa	η	Açı değişkeni, derece
P_{nhf}	Huni cidarına boşaltma esnasında etkiyen düşey basınç, kPa	μ	Cidar sürtünme katsayısı
P_{nhi}	Huni cidarına doldurma esnasında etkiyen düşey basınç, kPa	μ_a	Cidar sürtünme katsayısı alt karakteristik değeri
P_{ni}	Normal cidar basıncı, kPa	μ_u	Cidar sürtünme katsayısı üst karakteristik değeri
P_{qf}	Silindir cidara boşaltmadan sonra etkiyen sürtünme çekmesi, kPa	φ	İçsel sürtünme açısı, derece
P_{qi}	Silindir cidara doldurmadan sonra etkiyen sürtünme çekmesi, kPa	φ_a	İçsel sürtünme açısının alt karakteristik değeri, derece

- ϕ_m İçsel sürtünme açısı ortalama değeri, derece
 ϕ_r Silolanan malzeme şev açısı, derece
 ϕ_u İçsel sürtünme açısının üst karakteristik değeri, derece
 ϕ_w Cidar sürtünme açısı ($\mu=\tan.\phi_w$), derece

KAYNAKLAR

- Airy W, 1897. The pressure of grain. Minutes of The Proceedings of The Institution of Civil Engineers, 131: 347-358.
- AS 3774, 1996. Loads on Bulk Solids Containers. Standards Association of Australia, Homebush, NSW 2140.
- ASAE 1995, 2010. ANSI/ASAE EP545, Loads Exerted by Free-Flowing Grain on Shallow Storage Structures. American Society of Agricultural and Biological Engineers, ASABE, St. Joseph, MI 49085-9659, USA.
- Ayuga F, Guaita M, Aguado PJ, Couto A, 2001. Discharge and the eccentricity of the hopper influence on the silo wall pressures. Journal of Engineering Mechanics, 127(10): 1067-1074.
- Durmuş A, 2007. Silolar konusunda bazı teoriler ve stok yapılarının tasarımına ilişkin genel bir yaklaşım. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Yüksek Lisans Tezi, 139s.
- Eurocode 1, 2003. Basis of Design and Actions on Structures (EN 1991-4), Part 4: Actions in Silo and Tanks. European Committee for Standardisation, Brussels.
- Janssen HA, 1895. Investigations of pressure of grain in silo (in German). Vereins eutscher Ingenieure Zeitschrift 39(35): 1045-1049.
- Janssen HA, 1896. On the pressure of grain silos. Proceedings of The Institution of Civil Engineerings, 124: 553-555, (Manbeck et al., 1995'den alıntı).
- Karaca Z, 2000. Betonarme silindirik siloların deprem etkisindeki davranışlarının analitik ve sayısal yöntemlerle karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Doktora Tezi, 163s.
- Kibar H, 2011. Tombul fındık depolamasında tane özelliklerine bağlı olarak ANSYS programıyla optimum silo tasarımı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Doktora Tezi, 255s.
- Kibar H, Öztürk T, 2011. Tarımsal ürün silolarında yapısal sorunlar. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(2): 85-96.
- Kibar H, Öztürk T, Temizel KE, 2014. Effective engineering properties in the design of storage structures of postharvest dry bean grain. Acta Scientiarum&Agronomy, 36(2): 147-158.
- Manbeck HB, Puri VM, Britton MG, 1995. Structural loads in grain storages. Stored-Grain Ecosystems, (Editors: Jayas DS, White NDG, Muir WE,) New York: Marcel Dekker, Inc., pp. 465-526.
- Munch-Andersen J, Nielsen J, 1990. Pressures in slender grain silos. CHISA: 2nd European Symposium and Strain in Particulate Solids, 26-31 August, Prague.
- Ooi JY, Pham L, Rotter JM, 1990. Systematic and random features of measured pressures on full-scale silo walls. Engineering Structures, 12: 74-87.
- Ooi JY, Rotter JM, 1991. Wall pressures in full scale silos: a new understanding. Proc. Bulk 2000: Bulk Material Handling-Towards The Year 2000, 29-31 October, London.
- Pamelard, 1959. Remergues sur le Calcul des Silos. Génie Civil, Paris.
- Ravenet J, 1981. Silo problems. Bulk Solids Handling, 4(1): 667-679.
- Rankine W, 1857. On the stability of loose earth. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Vol. 147.
- Reimbert M, 1955. Design of silos (Reimbert's method). Concrete and Construction.
- Rotter JM, 1998. Challenges for the future in numerical simulation. Silos: Fundamentals of Theory, Behaviour, and Design (Editors: Brown CJ, Nielsen J.), Taylor & Francis, pp. 584-604.

Evsel Atıksu Arıtma Çamurlarının Termal Kurutma-Yakma Prosesi ile Uzaklaştırılmasında Arıtma Verimi-Enerji İlişkisinin İncelenmesi

Şahset İRDEMEZ¹, Alper Erdem YILMAZ¹, Eyüp ANLATICI²

ÖZET: Bu çalışmada, bir evsel atıksu arıtma tesisinin ham su kirlilik yükü parametrelerine göre tesis arıtma verimine bağlı olarak arıtma çamuru termal kurutma-yakma tesisinin biyokatı bertaraf verimi ve biyokatinin yakılması ile açığa çıkacak enerji verimliliği incelenmiştir. Gaziantep Merkez Atıksu Arıtma Tesisi'nde bulunan tesise giren çamurun özellikleri, arıtma tesisinin verimliliği, giriş parametreleri, üretilen biyokatı ve buna bağlı olarak açığa çıkan kül miktarları tesisin faaliyete geçtiği günden beri incelenmiştir. Bu veriler ışığında tesisin ekonomik getirisi ve potansiyel enerji verimliliği incelenmiştir. Çamur kurutma ve yakma tesisinde ortalama %88 bertaraf verimi sağlandığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arıtma çamuru, enerji verimliliği, kurutma-yakma tesisi.



Domestic Wastewater Treatment Sludge Disposal with The Combustion Process of The Thermal Drying- incineration Efficiency Investigation of The Relationship Between Energy

In this study, a municipal wastewater treatment plant raw water pollution load parameters established according to the treatment efficiency depending on Sewage Sludge Thermal Drying Incineration Plant biosolid disposal efficiency and biosolid by the combustion will be exposed energy efficiency has been examined. Gaziantep Central Wastewater Treatment Plant located in entering the plant sludge characteristics, treatment plant efficiency parameters input, produced biosolid and consequently released amounts of ash facility began operations since the day examined these data in light of the facility's economic benefits and the potential energy efficiency were investigated. Drying and Incineration sludge disposal in yields of 88%in average was observed.

Keywords: Activated sludge, drying and incineration plant, energy efficiency.

¹ Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

² Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, GASKİ, Gaziantep, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Şahset IRDEMEZ,sirdemez@atauni.edu.tr

GİRİŞ

Atıksu arıtma tesislerinden her yıl büyük miktarlarda atık çamur çıkmaktadır. Atık çamurlar patojen ve zehirli maddeler barındırdığından ötürü çamurun ortadan kaldırma veya işlenmesi mühendisler için karışık bir çevre problemi olmaktadır (Spinoza and Vesilind, 2000). Buna rağmen, çamurun pek çok proste önemli bir enerji geri dönüşüm potansiyeli vardır. Bunlardan bazıları anaerobik sindirim, çamurdan üretilen biyo-yakıtlar, mikrobik yakıt hücrelerinden elde edilen elektrik, kömürle çalışan santrallerde çamurun destekleyici yakılması ve sindirilmiş veya sindirilmemiş çamurun enerji geri dönüşümü için yakılmasıdır. Çamurun yakılmasından önce uygulanan termal kurutma işlemi, çamurun ısınma değerini artırmak ve su miktarını azaltmak için uygulanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, evsel atıksu arıtma tesislerinin işletmeleri sırasındaki en büyük gider kısmı olan enerji tüketiminin, proste uygulanacak geri kazanım prosesleri ile minimuma indirilmesi için yapılmış bir uygulamayı bilimsel açıdan ele almak, sonuçlarını görmek, incelemek ve gelecekte yapılacak olan atıksu arıtma tesislerine ışık tutmaktır.

Çamur bertaraf etme işlemleri arıtma tesisinin toplam yatırım masrafının %20-30'unu, işletme masrafının ise %50-70'ini oluşturmaktadır. Arıtılan suyun niteliğine ve uygulanan arıtma işlemlerine bağlı olarak arıtma çamurlarının özellikleri değişmektedir. Atıksu arıtma tesislerinde oluşan çamur, stabilizasyon işlemlerinden önce % 50-70 C, % 6.5-7.3 H, %21-24 O, %15-18 N, % 1-1.5 P ve % 0-2.4 S içermektedir (Filibeli, 1997).

Çamurun katı madde içeriği olduğu arıtma kademesine göre değişim göstermektedir. Örneğin; ön çökeltim havuzunda oluşan çamur genellikle % 3-5, son çökeltim havuzunda oluşan çamur % 0.5-2, yoğunlaştırıcı çıkışı yoğun çamur %5-10 katı madde içermektedir (Filibeli, 1996).

Çamurun ısı değeri, çamurun tipine ve içeriğindeki uçucu katı madde muhtevasına bağlıdır. Arıtılmamış ön çökeltim çamurunun ısı değeri, özellikle önemli miktarda yağ ve gres içeriyorsa çok yüksektir. Çürümüş çamur ham çamurdan daha düşük

ısı değere sahiptir. Çamurun ısı değeri bazı düşük kaliteli kömürlerin ısı değerine ($7\ 700\ \text{cal g}^{-1}$ kuru madde) eşdeğerdir. Ortalama olarak ham ön çökeltim çamurunun ısı değeri $6100\ \text{cal g}^{-1}$, aktif çamurun $5\ 000\ \text{cal g}^{-1}$ ve anaerobik çürümüş çamurun $2\ 750-3\ 000\ \text{cal g}^{-1}$ kadardır (Filibeli, 1997). Çamurun nihai bertaraf edilmesi için termal işlemler uygulanacaksa mümkün olduğunca çamurun suyu alınarak ısı değeri artırılmalıdır.

Bazı çalışmalarda yeni metotlara göre fiziksel mekanizmaları analiz etmek üzere istatistiksel dinamik bir yapı önerisinde bulunulmuştur (Chai, 2007). Yapılan bir çalışmada ise özellikle kurutma kinetikleri üzerinden ısı transferi ve karıştırma için gerekli mekanik tork miktarına göre deneysel bir düzenek dizayn edilmiştir (Ferrasse et al., 2002). Başka bir çalışmada sudan arındırılmış çamur küspelerinin geleneksel kullanılan kurutma metotları ve ekipmanları ile ilgili (sıcak gazla kurutma, sıvı yataklı kurutma, pnömatik konveyör kurutma ve buharla kurutma) bir çalışma gösterilmiştir (Kasakura et al., 1993). Bir diğer çalışmada atık çamurun döngü oluşumu için kurutan termal kurutma prosesi sunulmuştur (Peregrina et al., 2006). Literatürde de görüldüğü üzere, çamur kurutma prosesi ile alakalı sunulan makaleler çoğunlukla bir genel bakış sunmakta ve ekonomik optimizasyon üzerine ilgi barındırmamaktadır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, Gaziantep Merkez Atıksu Arıtma Tesisinden günlük olarak çıkan arıtma çamurlarının (biyokatı), termal kurutma ve yakma tesisinde yakılarak bertaraf edilmesi ve enerji eldesi verimliliği incelenmiştir. GASKİ Merkez Atıksu Arıtma Tesisi Gaziantep şehrinin evsel nitelikli atıksularının arıtılması amacı ile $1\ 000\ 000$ eşdeğer nüfusa karşılık gelen $200\ 000\ \text{m}^3\ \text{gün}^{-1}$ kapasiteye göre projelendirilmiş ve 1999 yılında işletmeye alınmıştır. Tesis fiziksel arıtma, biyolojik arıtma ile çamur şartlandırma hattındaki çamur yoğunlaştırma, çamur yüzdürme (DAF), çamur çürütme ve çamur susuzlaştırma ünitelerini kapsamaktadır. Tesisin havalandırma kısmı konvansiyonel tam karışimli aktif çamur prensibine göre dizayn edilmiştir. Ham atıksu ortalama kirlilik parametre değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Arıtma tesisine gelen ham atıksu ortalama kirlilik miktarları

Parametre	Konsantrasyon (mg L ⁻¹)
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı, BOI ₅	400
Kimyasal oksijen ihtiyacı, KOI	780
Askıda katı madde, AKM	450

Sacııı deresine deşarj edilen arıtılmış su parametre değerleri aşağıdaki tablodan da görüleceği gibi S.K.K.Y.(Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği) deşarj standartlarını sağlar niteliktedir.

Çizelge 2. Arıtma tesisi giriş ve çıķıř konsantrasyonları ve standartları(S.K.K. Y, 2004)

Parametre	Birim	Atıksu Giriş	Arıtılmış Su Deşarj	Deşarj Standartları	
				Kompozit Numune (2 Saatlik)	Kompozit Numune (24 Saatlik)
BOI ₅	mg L ⁻¹	400	24	40	35
KOI	mg L ⁻¹	780	81	120	90
AKM	mg L ⁻¹	450	20	40	25
pH	-	7.32	7.6	6-9	6-9

BULGULAR ve TARTIşMA

Arıtma Tesisi Katı Atık Miktarları

Tesise gelen atıksuların içerdiği kirlilik parametreleri kiş ve yaz ayları için analiz edilerek belirlenmiştir. Bu çalışmada bölgenin en soğuk ve en

sıcak ayları pilot aylar olarak dikkate alınmıştır. En soğuk kiş ayı (Ocak 2013) ve en sıcak yaz ayı (Temmuz 2013) tesis giriş parametre değerlerinin ay boyunca alınan değerlere göre ortalaması alınarak bulunan ortalama kirlilik konsantrasyonları ve günlük kirlilik yükleri izelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Ocak 2013 ve Temmuz 2013 ayları tesis giriş konsantrasyonları ve yük miktarları

Dönem	Tesis Giriş Değerleri							
	Debi m ³ gün ⁻¹	pH	AKM		KOİ		BOİ ₅	
			mg L ⁻¹	kg gün ⁻¹	mg L ⁻¹	kg gün ⁻¹	mg L ⁻¹	kg gün ⁻¹
2013 (Ocak)	273 337	7.42	345	94 318	757	206 907	424	115 911
2013 (Temmuz)	310 304	7.56	404	125 509	755	235 012	415	129 416

Kiş ve yaz döneminde Gaziantep Merkez Atıksu Arıtma Tesisi’ne gelen kirlilik yüklerine göre günlük olarak sistemden çekilerek çamur rtme tanklarına

beslenen çamurun miktarları ve içeriği izelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Ocak 2013 ve Temmuz 2013 tarihlerinde çamur çürütme tanklarına gelen günlük ortalama çamur miktarları ve içeriği

Dönem	Çürütme Tanklarına Beslenen Çamur Miktarları			
	Çamur Debisi m ³ gün ⁻¹	Çamurun KOİ Miktarı gr L ⁻¹	Çamurun TKM İçeriği TKM gr L ⁻¹	Çamurun Organik madde İçeriği VSS gr L ⁻¹
2013 (Ocak)	1 405	66.2	49.7	35.8
2013 (Temmuz)	1 720	67.4	48.3	32.6

Çamur çürütme tanklarından günlük olarak çekilen çamur miktarı, çamur susuzlaştırma ünitesindeki dekantörler ile %27 kuru madde içeriğinde çıkartılan çamur miktarları ve

içerikleri Çizelge 5’de verilmiştir. Çamur çürütme tanklarındaki anaerobik proses sonucunda toplam katı madde(TKM) ve organik madde miktarlarında azalma olduğu görülmektedir.

Çizelge 5. Ocak 2013 ve Temmuz 2013 dönemlerinde çamur çürütme tanklarından ortalama günlük olarak çekilen çamurun miktarları ve içeriği

Dönem	Çürütme tanklarından çekilen çamur miktarları			
	Çamur debisi m ³ gün ⁻¹	Çamurun KOİ miktarı gr L ⁻¹	Çamurun TKM içeriği gr L ⁻¹	Toplam organik madde içeriği VSS gr L ⁻¹
2013 (Ocak)	1 372	35.7	39.2	24.7
2013 (Temmuz)	1 685	38.3	37.6	21.1

Çamur çürütme tanklarından çekilen ve içerisinde yaklaşık %96 oranında su ve %58-60 oranında organik madde ihtiva eden çürütülmüş çamurların, çamur

susuzlaştırma ünitesinde %27 kuru madde ihtiva edecek şekilde su muhtevasının azaltılması ile oluşan günlük biyokatı miktarları Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. Ocak 2013 ve Temmuz 2013 dönemleri için çamur susuzlaştırma ünitesinde oluşturulan %27 kuru madde içerikli ortalama biyokatı miktarları

Dönem	%27 Kuru madde içerikli oluşan günlük biyokatı miktarları		
	Çamur debisi (m ³ gün ⁻¹)	Çamurun TKM içeriği (gr L ⁻¹)	Oluşan biyokatı miktarları (ton gün ⁻¹)
2013 (Ocak)	1 372	39.2	199
2013 (Temmuz)	1 685	37.6	239

Tablo 5’den de görüleceği üzere kış aylarından yaz aylarına doğru gelindiğinde tesis ham su debisindeki artışlardan dolayı sistemden uzaklaştırılan günlük çamur miktarlarında da önemli artışlar olmuştur. %27 kuru madde ihtiva eden biyokatının günlük oluşum miktarında kış aylarına göre artan atıksu debisine bağlı olarak yaklaşık %20’lik bir artış olmuştur. Bunun yanı sıra günlük olarak çamur çürütücülerden çekilerek %27 kuru madde oranına susuzlaştırılmış

olan biyokatının içermekte olduğu organik madde miktarının kış mevsimine göre, yaz mevsiminde daha düşük olduğu görülmektedir. Anaerobik çürütücüler çıkışında organik madde içeriğinin kış aylarında yüksek olmasının sebebi ise tamamen çürütücü reaktörlerdeki çamurun ısısı ile ilgilidir. Zira kış aylarında havalarında soğuk olmasının etkisiyle geniş yüzey alanına sahip anaerobik çürütücülerin içerisindeki çamur ısısının metan bakterilerinin

metabolik faaliyetleri için gerekli olan mezofilik proses değerlerine getirilememesi (33–36°C) çekilen çamurdaki organik madde miktarının %63 civarında olmasına sebep olmaktadır. Hâlbuki yaz aylarında havaların ısınması sebebiyle, anaerobik çürütücüler içerisindeki çamurun ısısının, dışarıdaki sıcak ortam sebebiyle kaybolmamasına sebep olmaktadır. Yaz aylarında çamur çürütücülerden çekilen çamurun organik madde yüzdesi ortalama %55'dir. Ayrıca kış aylarında çamur çürütücülerdeki organik madde giderim verimi %32.6 iken, bu oran yaz aylarında %36.6 seviyelerinde gerçekleşmiştir.

Anaerobik proses sonucu çürütülerek belirli oranda hacmi azalan çamurun, %27 kuru madde içeriğinde susuzlaştırılarak büyük bir kısmının bertaraf edilebilmesi için termal çamur kurutma ve yakma ünitesi mevcuttur. Ünitenin kapasitesi 180 ton gün⁻¹ olup, %27 kuru madde içerikli arıtma çamurlarının termal olarak kurutulup %40 kuru madde içeren yapıya dönüştürüldükten sonra, akışkan yatak prensibine göre çalışmakta olan kazanda yakılması esasına dayanmaktadır.

Akışkan yataklı kazandaki yanma verimi tamamen %40 kuru madde içerikli olarak beslenen çamurun organik içeriği ile ilgilidir. Özellikle yaz aylarında gerek arıtma tesisine gelen ham suyun sıcaklığının kış aylarına göre yüksek olması (yaklaşık 30°C) sebebiyle organik madde içeriğinin toplam katıya göre %67.5 civarında kalması, gerekse de anaerobik çamur çürütme tanklarında istenilen proses ısı değerlerinde (33-36°C) olumsuzluk yaşanmadığından yüksek organik madde giderim yüzdeleriyle (%36.6) çalışılması sebebiyle, yakma ünitesine beslenen çamurun organik içeriği kış aylarına göre %17 daha az olmaktadır. Bu durumda yakma kazanına beslenen ilave yakıt miktarında artış olmaktadır.

Merkez Atıksu Arıtma Tesisi Arıtma Çamuru Termal Kurutma ve Yakma Ünitesi Çamur Bertarafı İçin Enerji Hesapları

Çizelge 6'dan da görüleceği üzere kış aylarında ortalama susuzlaştırılan çamur miktarı 199 ton gün⁻¹ iken, bu miktar yaz aylarında ortalama 239 ton gün⁻¹'dir. Bu çamurların kuru madde içeriği ise % 27'dir. Çamur kurutma sisteminin 180 ton gün⁻¹ kapasiteli olmasından dolayı yaz aylarında günlük ortalama

239-180=59 ton gün⁻¹ arıtma çamurları düzenli çöp deponi alanına sevk edilmektedir. İlave yakıt olarak kullanılan 2 750-3 200 kcal kg⁻¹ enerjili kömürden günde 4 ton kullanılmaktadır.

Kış aylarında sisteme beslenen atmosferik havanın yaz aylarına göre daha düşük sıcaklıkta olmasından dolayı, akışkan yataklı kazandaki ortam ısısının sağlanabilmesi için ilave yakıt tüketimi yaz aylarına göre ortalama %50 daha fazladır. Bu durumda 180 ton gün⁻¹ biyokatinin akışkan yataklı kazanda ilave yakıt kullanılarak yakılması ile oluşan günlük kül miktarları Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Ocak 2013 ve Temmuz 2013 aylarında oluşan kül oranları ve miktarları

Dönem	Kül (%)	Kül miktarı ton gün ⁻¹
2013 Ocak	37	19.4
2013 Temmuz	44	22.5

Kış ve yaz aylarında termal kurutma ve yakma ünitesi atık ısısından enerji üretiminin incelenmesi

Kış aylarında arıtma tesisi susuzlaştırma ünitesinden çıkan biyokatinin kalorifik değeri ortalama 2 833 kcal kg⁻¹, yaz aylarında ise ortalama 2 175 kcal kg⁻¹ civarında bulunmuştur. Aradaki bu fark tamamıyla anaerobik çamur çürütücülerin kış aylarında istenilen proses ısısında çalıştırılmamasından dolayı çamurun parçalanmamış organik madde içeriğinin yüksek, kül oranının ise düşük olmasından kaynaklı bir durumdur.

Termal kurutucunun işlevi akışkan yataklı çamur yakma kazanında ısıtılarak kapalı devre sirkülasyonu sağlanan 22 ton ısı transfer yağının bünyesindeki ısıyı, kurutucu iç yüzeyine serilen %27 kuru madde içerikli çamura aktarması ile sağlanmaktadır. Kurutucuya iletilen yağın giriş sıcaklığı ortalama 220 °C, çıkış sıcaklığı ise ortalama 205 °C'dir.

Kurutucu Ünitesi her biri 3 m boyunda ve 1.2 m çapında 4 modülden oluştuğu için her bir modülden geçen yağın kütleli debisi % 60 yağ pompası verimi için hem yaz hem de kış ayları için aşağıdaki şekilde hesaplanabilir;

$$Q_{yağ} = 2 * 240 \text{ m}^3 \text{ saat}^{-1} * 0.60 * \frac{0.70 \text{ kg yağ}}{1 \text{ m}^3 \text{ yağ}} = \frac{250 560 \text{ kg saat}^{-1}}{4 \text{ modül}}$$

$$= 62 640 \text{ kg saat}^{-1} \text{ modül}^{-1}$$

Termal kurutucu içerisinde hareket eden suyun ortalama sıcaklığı;

$$T_{\text{ort}} = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{20 \text{ }^\circ\text{C} + 60 \text{ }^\circ\text{C}}{2} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

Yine hem kış hem de yaz ayları için 180 ton gün⁻¹ %27 KM içerikli çamurun, %40 KM kuruluk oranına çı-

kartılabilmesi için kurutucu içerisinde günlük olarak buhar şeklinde uzaklaştırılması gereken su için gerekli enerji;

$$Q_1 = M_{su} * h_{fg} = (58.5 * 1 000 * 24) \text{ kg H}_2\text{O saat}^{-1} * 2 406 \text{ kJ kg}^{-1} * \frac{1 \text{ kcal}}{4.1868 \text{ kJ}}$$

$$= 1 400 742 \text{ kcal saat}^{-1}$$

olarak hesaplanabilir. 40°C suyun buharlaşması için entalpi değeri=2406 kJoule/kg⁻¹

Kurutucu iç yüzeyinde çift cidarlı çelik levhalar kullanılmıştır. Kullanılan karbon çelik malzemenin ısı iletkenlik katayısı, W=33 W m² °K⁻¹, paslanmaz

çelik malzemenin ise W=17 W m² °K⁻¹'dir. Karbon ve paslanmaz çelik iki ayrı yüzeyden geçerek çamura yapılacak olan ısı transferi sırasında levha yüzey dirençleri sebebiyle gerekli olan enerji miktarları hem kış hem de yaz ayları için;

$$Q_{\text{karbonçelik}} = U * A * \Delta T$$

$$= 33 \text{ W m}^{-2} \text{ }^\circ\text{K}^{-1} * 41.45 \text{ m}^2 * (220 - 205) \text{ }^\circ\text{C} + 0.06 \text{ kcal W}^{-1} \text{ saat}^{-1}$$

$$= 17 645 \text{ kcal saat}^{-1}$$

$$Q_{\text{pas.çelik}} = U * A * \Delta T =$$

$$17 \text{ W m}^{-2} \text{ }^\circ\text{K}^{-1} * 41.45 \text{ m}^2 * (220 - 205) \text{ }^\circ\text{C} * 0.86 \text{ kcal W}^{-1} \text{ saat}^{-1} =$$

$$9 090 \text{ kcal saat}^{-1}$$

olarak hesaplanır.

Termal kurutucuda tüketilecek saatlik enerji miktarı toplamı hem yaz hem de kış ayları için aynıdır

ve aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$Q_{\text{tüketilen}} = 1 400 742 \text{ kcal saat}^{-1} + 17 645 \text{ kcal saat}^{-1} + 9 090 \text{ kcal saat}^{-1}$$

$$= 1 427 486 \text{ kcal saat}^{-1}$$

Mevcut işletme şartlarında termal kurutucu etrafında dolaşan ısı transfer yağından, kurutucu içerisine transfer edilen saatlik enerji miktarı hem yaz hem de kış ayları için;

$$T_{\text{ort}} = \frac{220 + 205}{2} = 212.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

212,5 °C'da ısı transfer yağının özgül ısı değeri, C_p=0.616 kcal kg⁻¹ °C⁻¹

$$Q_{\text{tuk.}} = m_{\text{yağ}} * C_p * \Delta T$$

$$= 250 560 \text{ kcal saat}^{-1} + 0.616 \text{ kcal kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} * (220 - 205) \text{ }^\circ\text{C} = 2 315 174 \text{ kcal saat}^{-1}$$

Bu durumda termal kurutucu ısı transfer süreci sonucunda ısı transfer yağından oluşan atık ısı enerji miktarı;

$$Q_{\text{atık ısı}} = 2\,315\,174 \text{ kcal saat}^{-1} - 1\,427\,486 \text{ kcal saat}^{-1} = 887\,688 \text{ kcal saat}^{-1}$$

olarak hesaplanabilir. Termal ısı transfer yağındaki 887 688 kcal saat^{-1} atık ısı soğutma kuleleri ile bertaraf edilmektedir.

Termal kurutucu çıkışında %40 KM içeriğine ulaşan 121.5 ton gün⁻¹ biyokatı pompalar ile akışkan yataklı kazana beslenmektedir. Beslenen biyokatının kalorifik değeri (üst ısı değer) 2 833 kcal kg⁻¹'dir. Kazana ilave yakıt olarak kalorifik değeri 2 750 kcal kg⁻¹ olan ince tanecikli kömür beslemesi yapılmaktadır. Akışkan yataklı kazandaki yanma işlemi sonrasında açığa çıkan ısının bir bölümü kazan çıkışına seri bağlı olarak çalışan ekonomizer ünitesinden geçirilmektedir. Ekonomizere beslenen 550°C sıcaklıktaki hava ve gaz karışımı, ters akım prensibine göre beslenen ortalama

5°C atmosferik hava ile çakıştırılmakta ve buradan akışkan yataklı kazanın sıcak hava odasına 450 °C ile beslenmektedir. Bu sayede yanma odasındaki ve kum yatağındaki sıcaklığın azalması engellenmektedir. Ekonomizer sonrası ise sıcak hava ve gaz karışımı içerisinde bulunan partikül ve küllerin tutulması için ekonomizer çıkışında seri bağlı olarak çalışan siklon ve membran tip toz filtre ünitesi mevcuttur. Islak baca girişindeki hava ve gaz karışımının sıcaklığı 120°C civarındadır.

Termal kurutma ve yakma ünitesinde enerji tüketimleri Çizelge 8'de, enerji üretimi miktarları da Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 8. 2013 Ocak ve 2013 Temmuz ayları için tesis enerji tüketimleri

Dönem	Q ₁ kcal saat ⁻¹	Q ₂ kcal saat ⁻¹	Q ₃ kcal saat ⁻¹	Q ₄ kcal saat ⁻¹	Q ₅ kcal saat ⁻¹	Q _{tüketilen} kcal saat ⁻¹
2013 Ocak	1 710 498	38 800	511 976	327 738	2 315 174	4 904 186
2013 Temmuz	1 710 498	45 000	381 888	327 738	2 315 174	4 780 298

Çizelge 9. 2013 Ocak ve 2013 Temmuz ayları için tesis enerji üretimleri

Dönem	Q ₆ kcal saat ⁻¹	Q ₇ kcal saat ⁻¹	Q ₈ kcal saat ⁻¹	Q _{üretilen} kcal saat ⁻¹
2013 Ocak	8 131 950	451 688	1 655 875	10 239 513
2013 Temmuz	5 549 513	301 125	1 787 129	7 637 767

Burada;

Q₁=Çamurun suyunun uzaklaştırılması için gerekli enerji

Q₂= Kül uzaklaştırılması ile kaybolan enerji

Q₃= Tesisat ve yalıtımdan kaybolan enerji

Q₄=Bacadan kaybolan enerji

Q₅=Isı transfer yağının ısıtılması için harcanan enerji

Q₆= Biyoyakıtın kazanda yakılması ile oluşan enerji

Q₇= Kömürün yanması ile açığa çıkan enerji

Q₈= Atmosferik havanın kazandan geçmesi ile kazanılan enerji

Yapılan hesaplamalara göre termal kurutma ve yakma tesisinden kış aylarında oluşan atık ısı miktarı;

$$\begin{aligned}\Sigma_{\text{ATIK ISI}} &= \Sigma_{\text{ÜRETİLEN}} - \Sigma_{\text{TÜKETİLEN}} \\ &= 10\,239\,513 \text{ kcal saat}^{-1} - 4\,904\,186 \text{ kcal saat}^{-1} = 5\,335\,327 \text{ kcal saat}^{-1}\end{aligned}$$

Hesaplanan bu değerin yanısıra termal kurutucu enerjide ilave edilirse toplam atık enerji miktarı; ünitesinin tüketim fazlası olan 887.688 kcal/saat

$$\Sigma_{\text{atık ısı(kış)}} = 5\,335\,327 \text{ kcal saat}^{-1} + 887\,688 \text{ kcal saat}^{-1} = 6\,223\,015 \text{ kcal saat}^{-1}$$

Yaz aylarında ise;

$$\begin{aligned}\Sigma_{\text{ATIK ISI}} &= \Sigma_{\text{ÜRETİLEN}} - \Sigma_{\text{TÜKETİLEN}} \\ &= 7\,637\,767 \text{ kcal saat}^{-1} - 4\,780\,298 \text{ kcal saat}^{-1} = 2\,857\,469 \text{ kcal saat}^{-1}\end{aligned}$$

$$\Sigma_{\text{atık ısı(yaz)}} = 2\,857\,469 \text{ kcal saat}^{-1} + 887\,688 \text{ kcal saat}^{-1} = 3\,745\,157 \text{ kcal saat}^{-1}$$

Kış mevsiminde sisteme beslenen biyokatının aylarına göre elde edilen enerji fazlalığı; organik madde içeriğinin fazla olması sebebiyle yaz

$$\text{Enerji fazlası} = \frac{6\,223\,015 \text{ kcal saat}^{-1} - 3\,745\,157 \text{ kcal saat}^{-1}}{6\,223\,015 \text{ kcal saat}^{-1}} \cdot 100 = \%40$$

SONUÇ

Bu çalışmada Gaziantep Büyükşehir Belediyesi GASKİ Genel Müdürlüğü bünyesindeki 1.000.000 E.N kapasiteli Merkez Atıksu Arıtma Tesisinde işletilmekte olan 180 ton/gün %27 KM (Kuru Madde) içerikli arıtma çamuru besleme kapasiteli termal kurutma ve yakma tesisinin, kış ve yaz dönemlerindeki işletme performansı ve açığa çıkarabileceği enerji potansiyeli Merkez Atıksu Arıtma Tesisine gelen atıksuların mevsimsel kirlilik yükü karakterleri irdelenerek incelenmiştir. Bunun için bölgenin en sıcak ve en soğuk ayları olan Ocak ve Temmuz ayları dikkate alınmıştır.

Kış aylarında termal kurutma ve yakma ünitesine beslenen %27 KM içerikli biyokatının içerdiği organik madde içeriğinin, yaz aylarında sisteme beslenen biyokatının organik madde içeriğinden, sıcaklık sebebiyle çamur çürütücülerdeki performans düşüşünden kaynaklı olarak fazla olması sebebiyle açığa çıkan enerji miktarının da yaz aylarına göre yaklaşık %40 fazla olduğu yapılan hesaplamalardan

görülmüştür. Açığa çıkan enerji fazlasının geri kazanımda değerlendirilebilmesi için kurulacak olan bir buhar türbünü yatırımı ile atık ısının elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile gerek termal kurutma ve yakma tesisinin gerekse de Merkez Atıksu Arıtma Tesisinin anlık enerji tüketiminin büyük bir kısmını karşılayabilecektir. Atık ısıdan elde edilen enerji potansiyelinin yanısıra sistem, bu enerjinin açığa çıkmasına sebep olarak %88'lik bir biyokatı bertaraf verimine sahip olmaktadır. Günümüzde ve gelecekte de arıtma çamurlarının yerel idareler için çözülmesi gereken başlıca problemlerden biri olduğu muhakkaktır. Bu ve benzeri bertaraf yöntemleri uygulanarak, yerel yönetimlere çamur bertarafı konusundaki problemlerinin çözüme kavuşturulabileceği konusunda bu çalışma bir örnek teşkil etmektedir. Ayrıca açığa çıkan külün bertaraf edilmesi için çeşitli geri kazanım yöntemlerinin kullanılabilmesi mümkün olabilmektedir. Özellikle yapı sektörüne dahil işlerde kullanılmakta olan briket, kilit taşı, bordür taşı vb. imalatlarda kullanılabilmesi mümkün gözükmektedir.

KAYNAKLAR

- Chai LH, 2007. Statistical dynamic features of sludge drying systems. *Int. J. Therm. Sci.*, vol. 46, 8, 802–811.
- Ferrasse JH, Arlabosse P, Lecomte D and Teillet D, 2002. Heat, momentum and mass transfer measurements in indirect agitated sludge dryer. *Vol. 20*, 749–769.
- Filibeli A, 1996. Arıtma Çamurlarının İşlenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi Yayınları No:255, İzmir.
- Filibeli A, 1997. Arıtma Çamurlarının Genel Özellikleri, İşleme ve Bertaraf yöntemleri. DEÜ Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Ders Notları,19s, İzmir.
- Kasakura T, Imoto Y, and Mori T, 1993. Overview and system analysis of various sewage sludge drying processes. *Dry. Technol.*, Vol. 11, No. 5, 871–900.
- Peregrina C, Lecomte D, Arlabosse P and Rudolph V, 2006. Life cycle assessment (LCA) applied to the design of an innovative drying process for sewage sludge. *Process Safety and Environmental Protection*, 84, 270-279.
- Spinoza L and Vesilind PA, 2001. *Sludge into Biosolids: Processing, Disposal and Utilization*, IWA Publishing, United Kingdom.
- T.C. Resmi Gazete, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, Sayı: 25687, 2004.

Synthesis of Ceramic Particles (Al_2O_3 and TiB_2) in Aluminum Matrix

Metin ÖNAL¹, Mehmet GAVGALI²

ABSTRACT: Al_2O_3 and TiB_2 particles have been successfully synthesized in aluminum matrix with in situ reactions by hot pressing method. Process parameters; sintering temperatures 900-1000°C, pressure of cold pressing: 7 MPa-hot pressing: 1 MPa and holding times in furnace 5-10 minutes were selected. Composite microstructures and reinforcement particle numbers-sizes were investigated via SEM and EDS analysis. According to the analysis results; brittle Al_3Ti intermetallic transition phase frequently encountered in the literature could be eliminated.

Keywords: Composite, in situ, reinforcement particle, sintering

Synthesis of Ceramic Particles (Al_2O_3 and TiB_2) in Aluminum Matrix

ÖZET: Al_2O_3 ve TiB_2 partiküller, sıcak presleme yöntemi sayesinde in situ reaksiyonlarla alüminyum matris içinde başarıyla sentezlenmişlerdir. İşlem parametreleri; sinterleme sıcaklığı 900-1000°C, soğuk presleme basıncı: 7 MPa-sıcak presleme basıncı: 1 MPa ve fırında bekleme süresi 5-10 dakika olarak seçilmiştir. Kompozit mikroyapıları ve takviye partikül sayı-boyutları SEM ve EDS analizleri vasıtasıyla belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre; literatürde sıkça rastlanan gevrek Al_3Ti intermetalik geçiş fazı elimine edilebilmiştir.

Anahtar kelimeler: In situ, kompozit, sinterleme, takviye elemanı

¹ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Erciş Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Van, Türkiye

² Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Metin ÖNAL, monal@yyu.edu.tr

INTRODUCTION

Al-Al alloys are preferred widely in metal matrix composites as matrix materials because of their low cost-melting point and density. At the same time; aluminum metal matrix composites are produced with mixture of whiskers, fibers or particle shaped hard reinforced elements to improve existing properties of Al-Al alloys (Jun et al., 2004). SiC, TiC, Al₂O₃ etc. ceramic particles added into aluminum effect affirmatively tensile strength, elasticity module, wear strength and high temperature strength of composites (Kurt, 1992).

Composites with reinforced elements can obtain through two methods: particle synthesis technique in liquid matrix (in situ) and direct mixing particles into matrix (ex situ) (Sharifi et al., 2011). At in situ technique; preliminary powders are mixed homogeneously in a cast and then sintered. As the reinforcements are generated directly from chemical reaction within the matrix, the composites are of many excellent advantages, such as clean reinforcement-matrix interface, fine and thermodynamically stable reinforcements, good compatibility and high bond strength between reinforcements and the matrix, and low fabrication costs (Zhu et al., 2007). At ex situ technique; reinforcements are added into liquid matrix externally. High cost of starting materials and the resulting heterogeneous microstructure are of two important disadvantages of this method (Sharifi et al., 2011). Therefore, in situ synthesis technique is preferred as experimental process in this study. Particle reinforced MMCs are used in weight sensitive aviation, industrial sectors and transportation. Al₂O₃ reinforced MMCs are used in nozzles, cylinder liners and rotors whereas TiB₂ reinforced MMCs are used in cutters and armor materials. Al-TiO₂-B and Al-TiO₂-B₂O₃ triple powder systems can use for obtaining Al₂O₃ and TiB₂ ceramic particles in composite microstructure. But, both using pure boron (B) and titanium (Ti) powders would be more expensive than their oxides (Zhu et al., 2008) and the costs of production would be increase. In this study, oxide forms of powders are preferred to decrease the costs.

Obtaining a more intense material by compressing of starting powders forming the composites during production (at rising temperatures) process is called as 'hot pressing' (Elrakayby et al., 2015). A more dense and uniform microstructure is achieved due to this production technique actualized the simultaneously sintering and pressing (Chen et al., 2013). Reactant

metallic powders are compacted to high cold pressures (10-15 MPa) after homogeneously mixing. The powders are heated to happening temperatures of chemical reactions. Composites that applied set parameters are hot pressed at semi-solid/semi-liquid temperature of matrix element and then cooled. This way eliminates the need to a second operation such as extrusion.

MATERIAL and METHOD

Al powder (99% purity), TiO₂ powder (94% purity) and B₂O₃ powder (98.5 purity) with average sizes of 1-5, 0.3-1 and 250 µm were used as preliminary components for production of aluminum metal matrix composites respectively. Conventional hot pressing method was applied for sintering. Powders were mixed at low speed (30 rpm) in a kit during two hours. After mixing process, powders were dried in furnace at 70°C during an hour to resolve humidity. To determine reaction temperatures, DTA analysis was applied to 1 g powder mixture under argon gas (3 L min⁻¹) until 1100°C with 5.5°C min⁻¹ heating, 6.5°C min⁻¹ cooling rates. For increasing composite density, cold pressing was during two hours at 7 MPa pressure. The sintering process were applied at 900°C and 1000°C during 5-10 minutes in argon gas atmosphere. For minimize porosity, samples were hot pressed under 1 MPa pressure at semi-solid/liquid temperature of aluminum. The general view of the production system is in Figure 1. Then the composites were cooled down to room temperature on the outside of furnace. Microstructural characterization studies were carried out using scanning and electron dispersive spectroscopy microscope (SEM/EDS, Zeiss Evo LS-10).

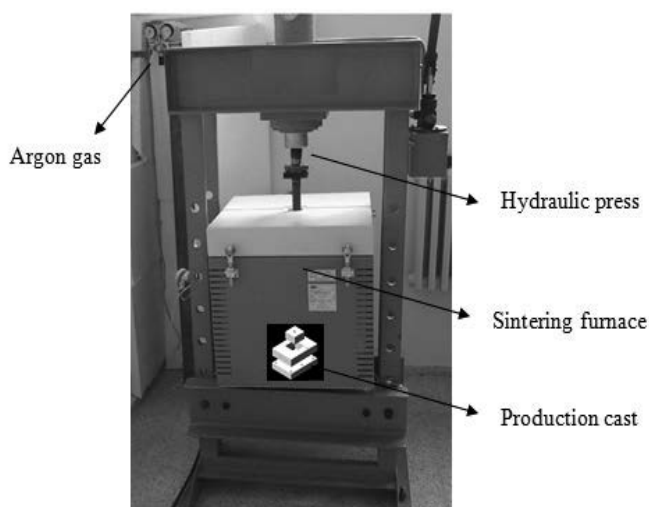


Figure 1. Composite production system

RESULTS and DISCUSSION

As a result of SEM images, the microstructure of the starting powders are shown in Figure 2.

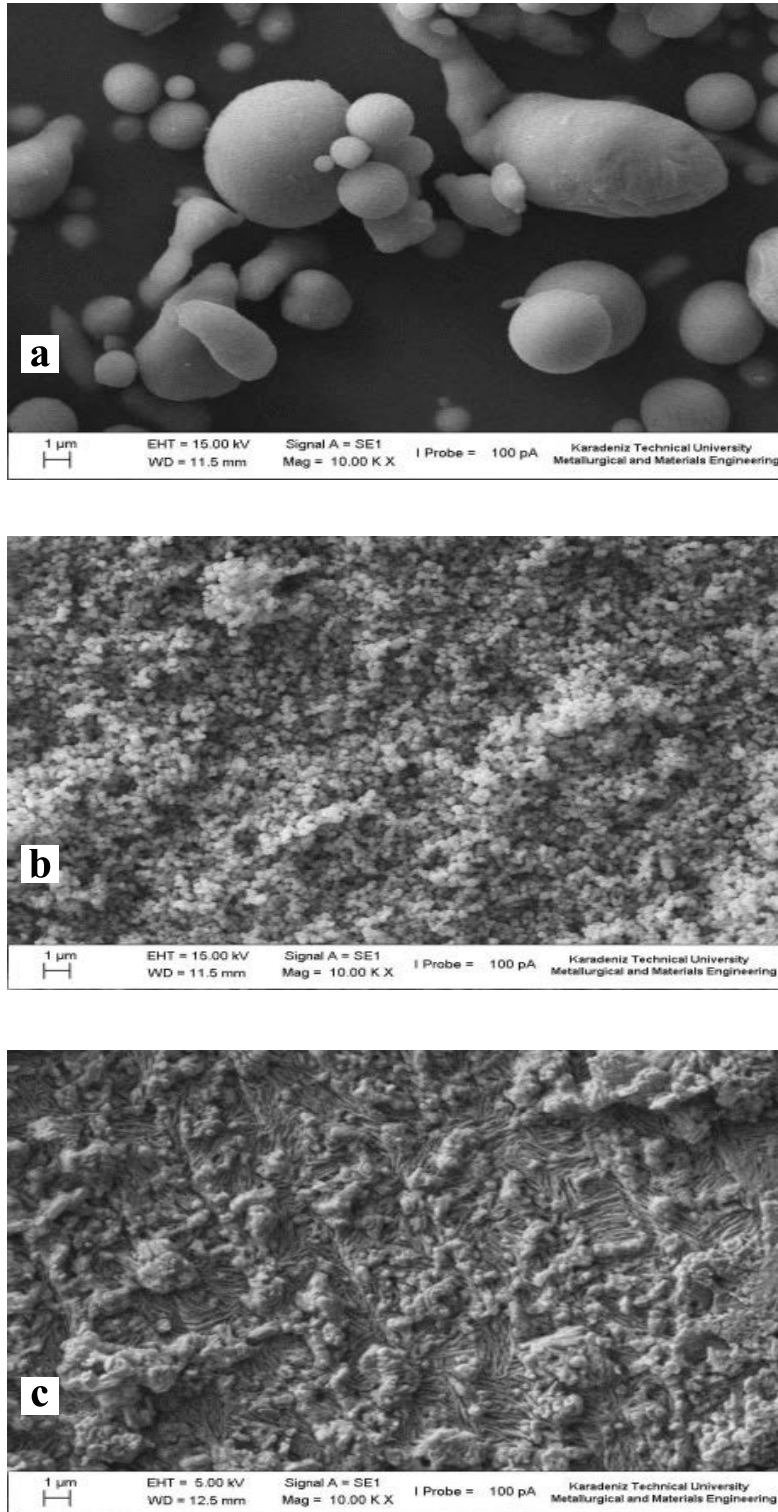


Figure 2. SEM images of powders a) Al b) TiO_2 c) B_2O_3

Curve of DTA analysis carried out in order to define the reaction temperature of the powder mixture are given in Figure 3.

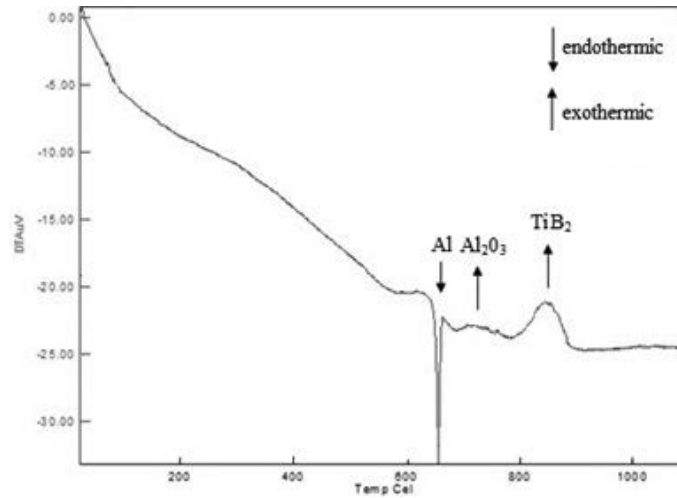


Figure 3. DTA analysis of powder mixture

In the graph, downward peak shows endothermic reaction (melting of Al), upward peaks show exothermic reactions (formation of Al_2O_3 and TiB_2). Aluminum melts at 670°C . Then Al_2O_3 and TiB_2 phases forms at around 720°C and 840°C , respectively.

A common SEM microstructure image of composites is in Figure 4. In general it has not been

observed porosity in the microstructures of the composites. Applied cold pressing pressure of 7 MPa is consistent with the literature. Similar cold pressing process – under 100 bar (10 MPa) – has been used by Dikici et al. when producing TiC particles in liquid aluminum before sintering (Dikici et al., 2010). Pressure has been continuously supplemented. This has led to an increase in density of the composites.

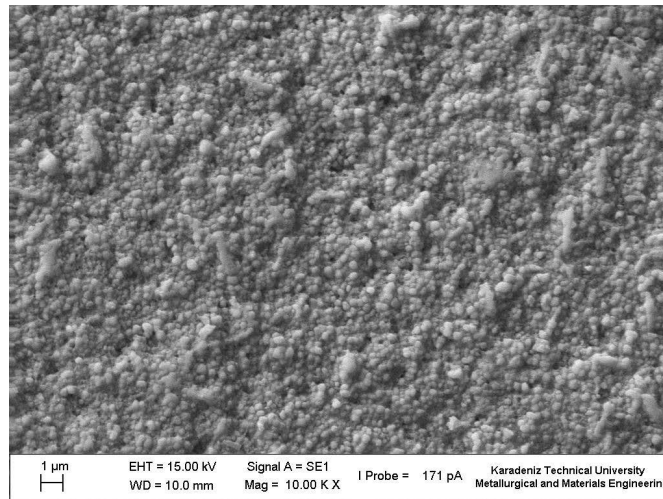


Figure 4. Common SEM microstructure image of composites

Figure 5 shows the SEM images of composites at 1000 magnification. EDS analysis that define mass and mole ratios of elements forming particles are observed

as a result of elemental analysis in points shown with green colour. Analysis prove that the microstructures of composites consist of Al_2O_3 and TiB_2 particles.

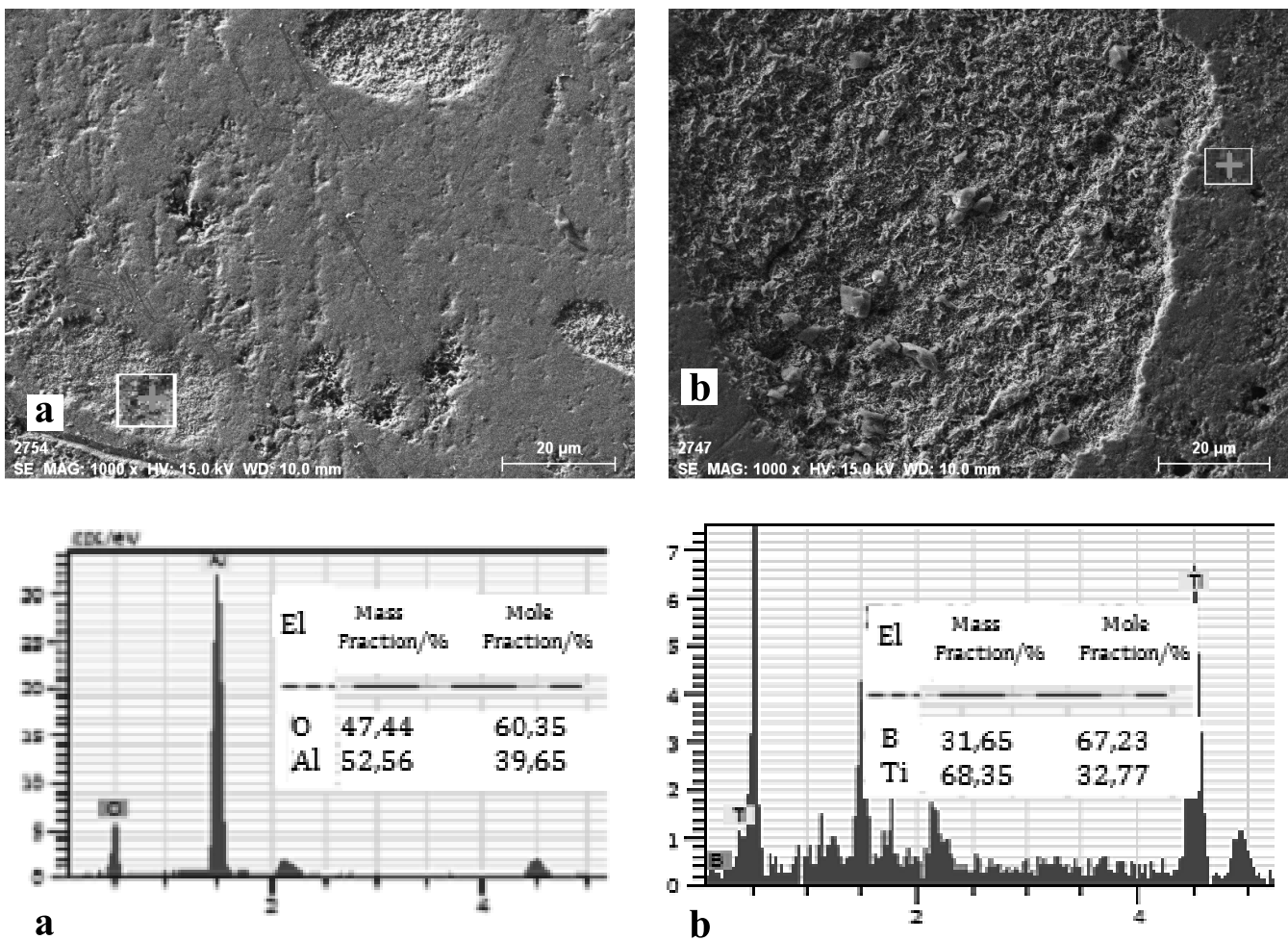


Figure 5. SEM images and EDS analysis of particles a) Al_2O_3 b) TiB_2

Sintering process was firstly carried out at 900°C and then at 1000°C to sight the effect of sintering temperature above microstructures of composites. 900°C temperature is one of the lowest temperature necessary for the formation of the desired phases can be seen in the above DTA analysis (Figure 3). 5 and 10 minute holding times are sufficient to observe changes in the microstructure. By $7.6^\circ\text{C min}^{-1}$ for 900°C and by $5.8^\circ\text{C min}^{-1}$ heating steps for 1000°C were reached to defined maximum temperatures according as furnace's heating power. Kayıkcı et al. also studied at steps close to these heating rates – 8°C min^{-1} - for producing AlB_2/Al composites (Kayıkcı et al., 2009). The samples were down to room temperature on the outside of furnace by average $6.5^\circ\text{C min}^{-1}$ cooling rate after holding 5 and 10 minutes in furnace and hot pressed.

In literature, in some of the studies about Al and Ti are mentioned an intermetallic-transition phase named

as Al_3Ti . Balci et al. observed a small amount of the Al_3Ti intermetallic compound in microstructure of all mechanically alloyed both micron and submicron-scale TiB_2 particle reinforced Al matrix samples after sintering at 650°C (Balci et al., 2014). Lu et al. found this phase in the composites sintered at different temperatures from 600 to 750°C for 2 h in carbolite furnace (Lu et al., 2001). In the EDS analysis and SEM images of the composites said phases are not observed. This may be due to several different reasons. One; selected production temperatures are quite high. Another; holding times made at the selected temperatures are long enough. Because intermetallic-transition phases transform to more stable phases by dissolving due to applied high temperatures and sintering times. Chu and Premkumar, in their study related to Al-Ti-C, say that reason of high production temperatures selection is to ensure dissolution of Al_3Ti particles (Chu and Premkumar,

1993). Another reason; depending on applied heating and cooling rates, required temperature range for the formation of these phases can be passed quickly. Because in the DTA analysis of mixed powders there is not

any peak except Al, Al₂O₃ and TiB₂.

Effect of sintering temperature: SEM images of sintered composites at 900°C and 1000°C are shown in Figure 6.

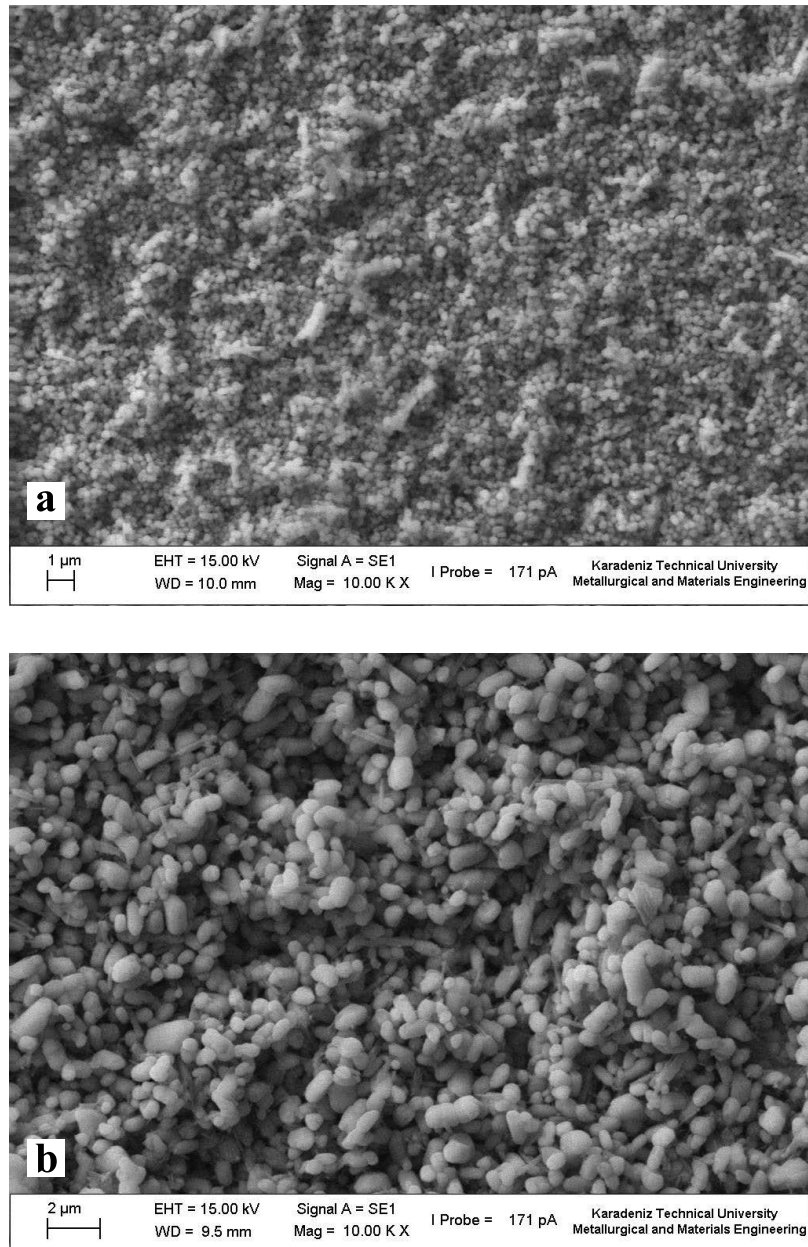


Figure 6. SEM images of grain sizes at different sintering temperatures: a) 900°C b) 1000°C

It is shown that composite sintered at 900°C has a fine grain microstructure in Figure 6a. Average particle sizes are less than 1 μm. Figure 6b exhibits the microstructure with coarse grain. According as increasing of temperature, particles changed shape by prolonged. German M. R. says that particles may coarse with increasing temperature at studies with

about sintering in his Sintering Theory and Practice Book (German, 2013).

Effect of sintering (holding) time: In same temperature conditions (1000°C), SEM images of composites are shown in Figure 7.

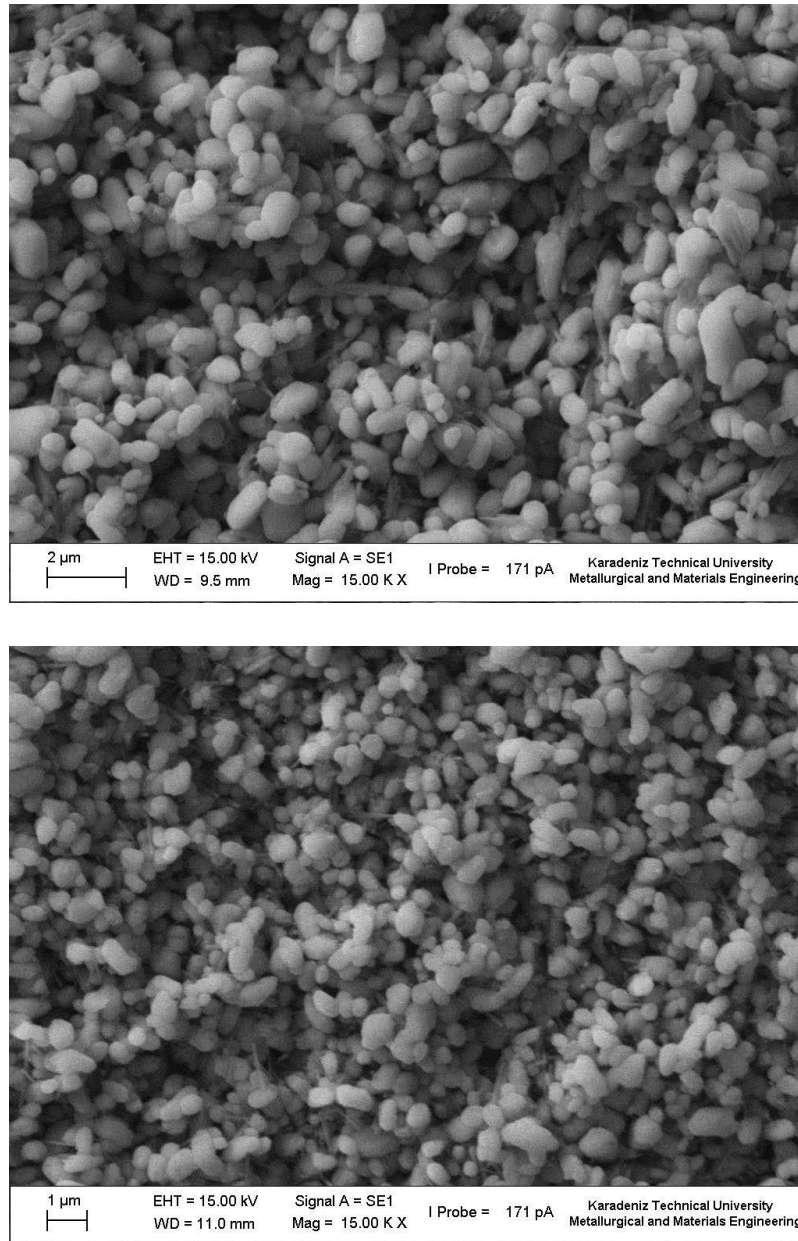


Figure 7. SEM images of composites sintered at different times a) 5 min. b) 10 min.

With increasing of holding time in furnace of samples (5-10 min.), it seems that particles consisting of more in Figure 7b. Dikici et al. point out a quick increasing of numbers and formation speed of $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ particles with increasing sintering time in study about Al_2O_3 particle synthesis in pure aluminum (Dikici and Gavgali, 2013). With elevated sintering time, hardness and wear resistance of the composites will increase because of synthesized more reinforcing particles (Onal and Gavgali,

2015). K k emphasizes the fact that the increase in the number and size of the Al_2O_3 particles obtained in 2005 via vortex method in 2024 aluminum alloy matrix increases the wear resistance of composites (Kok, 2006).

CONCLUSIONS

In aluminum matrix, as a result of working synthesis in situ reinforcement particles by hot pressing method, the following conclusions were reached:

1. Al_2O_3 and TiB_2 ceramic particles were able to be synthesized in the way of success with hot pressing method, using oxides of Ti and B powders cheaply. Use pure forms of starting components will raise costs of the production.
2. Applied cold pressing pressure of 7 MPa at production of composite is a suitable pressure and avoids porosity. This pressure value reduces the cast wear according to applied 10-15 MPa pressures in previous studies. Cold pressure must be continuously supplemented.
3. Sintering temperature is an effective parameter in increasing of particle sizes. The number of particles decreases with increasing temperature and are becoming larger.
4. With the increasing holding time in the furnace, increase the number of the formed particles was observed.
5. In this study; selected sintering temperatures and applied heating/cooling rates for composite production are quite high and sintering times are long enough. As a result of these parameters, brittle Al_3Ti phase could be eliminated. In order to optimize the production costs, effects of these parameters can be examined individually or in combinations in future studies.

Acknowledgement: This study was financially supported by TUBITAK, National Support Programmes (Project No: 114M913) and Ataturk University, Scientific Research Projects (Project No: 2014/195), Erzurum, Turkey.

REFERENCES

- Balci O, Agaogullari D, Gokce H, Duman I, Ovecoglu LM, 2014. Influence of TiB_2 particle size on the microstructure and properties of Al matrix composites prepared via mechanical alloying and pressureless sintering. *Journal of Alloys and Compounds*, 586: 78-84.
- Chen W, Xiao H, Fu Z, Fang S, Zhu D, 2013. Reactive hot pressing and mechanical properties of $\text{TiAl}_3/\text{Ti}_3\text{AlC}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ in situ composite. *Materials and Design*, 49: 929-934.
- Chu MG, Premkumar MK, 1993. Mechanism of TiC formation in Al/TiC in situ metal-matrix composites. *Metallurgical and Materials Transactions A*, 24 (12): 2803-2805.
- Dikici B, Gavgali M, Bedir F, 2010. Synthesis of in situ TiC particles in liquid aluminum: the effect of sintering temperature. *Journal of Composite Materials*, 45 (8): 895-900.
- Dikici B, Gavgali M, 2013. The effect of sintering time on synthesis of in situ submicron $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ particles by the exothermic reactions of CuO particles in molten pure Al. *Journal of Alloys and Compounds*, 551: 101-107.
- Elrakayby H, Kim HK, Hong SS, Kim KT, 2015. Investigation of densification behavior of nickel alloy powder during hot isostatic pressing. *Advanced Powder Technology*, 26: 1314-1318.
- Jun D, Liu YH, Yu SR, Li WF, 2004. Dry sliding friction and wear properties of Al_2O_3 and carbon short fibres reinforced Al-12Si alloy hybrid composites. *Wear*, 257: 930-940.
- Onal M, Gavgali M, 2015. In situ aluminum metal matrix composites and their production by hot pressing. *Journal of Science and Technology, Ordu University*, 5 (2): 63-73.
- Sharifi ME, Karimzadeh F, Enayati HM, 2011. Preparation of $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiB}_2$ nanocomposite powder by mechanochemical reaction between Al, B_2O_3 and Ti. *Advanced Powder Technology*, 22: 526-531.
- Zhu H, Wang H, Ge L, Chen S, Wu S, 2007. Formation of composites fabricated by exothermic dispersion reaction in Al-TiO₂-B₂O₃ system. *Trans. Nonferrous Met. Soc. China*, 17: 590-594.
- Zhu H, Wang H, Ge L, Xu W, Yuan Y, 2008. Study of microstructure and mechanical properties of composites fabricated by the reaction method in an Al-TiO₂-B₂O₃ system. *Materials Science and Engineering A*, 478: 87-92.
- Kayikci R, Savas O, Kurtulus O, 2009. AlB₂/Al composite production boron oxid with added research. 5. International Advanced Technology Symposium (IATS'09), 13-15 May 2009, Karabuk, Turkey.
- Kok M, 2006. Abrasive wear of Al_2O_3 particle reinforced 2024 aluminum alloy composites fabricated by vortex method. *Composites: Part A*, 37: 457-464.
- Kurt A, 1992. Properties of powder metal bronze bearings. Gazi University, Institute of Natural and Applied Sciences, (Printed) Master Thesis, 124 p.
- Lu L, Lai OM, Su Y, Teo LH, Feng FC, 2001. In situ TiB_2 reinforced Al alloy composites. *Scripta Materialia*, 45: 1017-1023.
- German MR, 2013. *Sintering Theory and Practice Book*. First Edition, Pennsylvania, USA. 550 p.

Yumuşak Çürüklük Etmeni *Bacillus pumilus* İzolatlarına Karşı Çakşır Otu (*Ferula communis*) Uçucu Yağ ve Ekstrelerinin Antibakteriyel Etkisi

Fatih DADAŞOĞLU¹

ÖZET: Bu çalışmada Dünya da çakşır otu (*Ferula communis*) olarak bilinen ve Ağrı ilinde de doğal olarak yetişen bu bitkinin yabani formundan elde edilen uçucu yağ ve ekstrelerin; bazı sebze ve meyvelerde yumuşak çürüklüğe neden olan *Bacillus pumilus* türlerine karşı *in vitro* şartlarda antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla daha önce yapılmış olan çalışmalarda patates, soğan, çilek, kavun ve karpuz gibi bitkilerde yumuşak çürüklük etmeni olduğu belirlenmiş olan 18 *B. pumilus* izolatı kullanılmıştır. Denemelerde pozitif kontrol olarak ise ticari olarak satılan Penicilin antibiyotiği kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; *F. communis* bitkisinden elde edilen uçucu yağların 18 bakteri izolatına karşı 10-14 mm oranlarında bakterisidal etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ancak çalışmada kullanılan *F. communis* bitkisinden elde edilen ekstrelerden hiçbirinin *B. pumilus* türlerine karşı antibakteriyel etki göstermediği tespit edilmiştir. Pozitif kontrol olarak kullanılan antibiyotiğin patojenlere karşı 12-31 mm aralığında antibakteriyel etkiye sahip olduğu ancak bu etkinin sadece bakteriostatik olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak çalışmada kullanılan uçucu yağın yumuşak çürüklük patojenleri olan 18 farklı *B. pumilus* türüne karşı öldürücü etkiye sahip olduğu, ancak kullanılan Penicilin antibiyotiğinin ise sadece engelleyici özelliğe sahip olması nedeni ile bu patojenlerle mücadelede de *F. communis* bitkisinden elde edilen uçucu yağın başarılı bir şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Antibakteriyel aktivite, *Ferula communis*, Yumuşak çürüklük

The Effect of Volatile Oil and its extracts of Giant Fennel (*Ferula communis*) against Soft Rot (*Bacillus pumilus* isolates)

ABSTRACT: In this study, it is aimed to be determined the antimicrobial effects of the volatile oil and its extracts *in vitro* conditions, extracted from wild forms of plant which is known as Giant Fennel (*Ferula communis*) around the world and grows naturally at Ağrı province of Turkey against *Bacillus pumilus* isolates, which are the agent of Soft Rot for some fruits and vegetables. For this purpose, 18 isolates of *B. pumilus* which have been determined as the agent of Soft Rot in previous studies performed in plants such as potatoes, onions, strawberries, melons and watermelons. As the positive control, Penicillin antibiotics sold as ready products were used. According to the obtained results, the volatile oils have the bactericidal effect of 10-14 mm against 18 isolates of *B. pumilus*. However, none of the extracts obtained from *F. communis* has antibacterial effect against *B. pumilus* isolates. It has been observed that the antibiotics used as the positive control has the antibacterial effect of 12-31 mm, But merely with bacteriostatic effect. In conclusion, the volatile oils has the lethal effect against 18 *B. pumilus* isolates which are agents of Soft Rot. It is assessed that these volatile oils extracted from Giant Fennel (*F. communis*) can be used against these Soft Rot pathogens, because penicillin antibiotics used has only prohibitor effect at struggles against these pathogens.

Key words: Antibacterial activity, *Ferula communis*, Soft rot

¹ Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Ağrı, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Fatih DADAŞOĞLU, f-dadas@hotmail.com

GİRİŞ

Bitkilerde hastalık ve zararlılara karşı yoğun bir şekilde sentetik pestisit uygulaması yapılmaktadır. Sentetik pestisitlerin çevre, insanlar ve hayvanlar üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı son yıllarda ekolojik tarım oldukça önem kazanmış ve bununla birlikte hastalık ve zararlıların kontrolünde sentetik pestisitlere alternatif olarak biyo ajanların ve de doğal kimyasalların kullanımı gündeme gelmiştir. Bitkisel yağlar, bunların bazı bileşenleri ve bitkisel ekstraktlar kullanılarak bitki, gıda ve klinik orijinli saprofitik ve patojenik mikroorganizmaların kontrolüne yönelik dünyada çok sayıda çalışma yapılmıştır (Santos et.al., 1997; Hammer et.al., 1999; Omar et.al., 2000; Okeke et.al., 2001; Sechi et.al., 2001; Abu-Shanab et.al., 2004; Adebolu and Oladimeji, 2005; Iroegbu and Nkere, 2005; Nair et.al., 2005; Rojas et.al., 2006; Maggi et.al., 2016; Ngwir et.al., 2016).

Ülkemizde de bitkisel ekstre ve yağlarla ilgili çalışmaların sayısı son yıllarda hızla artmaktadır (Basım ve ark., 2000; Karaman ve ark., 2001; Meral ve Karabay, 2002; Yeğen ve ark., 2002; Şahin ve ark., 2003; Basım ve Basım, 2003; Güllüce ve ark., 2003; Adıgüzel ve ark., 2005; Tepe ve ark., 2006; Kotan ve ark., 2014; Dadaşoğlu ve ark. 2015; Gormez ve ark., 2015).

Son yıllarda, dünyada olduğu gibi Türkiye’de de organik tarım yapmak veya tarımsal üretimde sentetik kimyasal kullanımını azaltacak alternatif mücadele yöntemleri geliştirmek üzere gerçekleştirilen çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır (Demir ve Gündoğdu, 1993; Özaktan ve Türküsay, 1994; Bora ve Özaktan, 1998; 2000; Kotan ve ark., 2010).

Basım ve Basım (2003), *Rosa damascena* bitkisel yağının domates ve biberde hastalık oluşturan *Xanthomonas axonopodi* spp. *vesicatoria*

bakteriyel patojenine karşı potansiyel bir biyo ajan olarak kullanılabilceğini belirtmişlerdir. Yapılan bir çalışmada *Rosa damascena*’nın bitkisel yağının ateş yanıklığı hastalığına karşı doğal pestisit olarak kullanılabilceği belirtilmektedir (Basım ve Basım, 2001).

Yapılan bir diğer çalışmada çeşitli bitkilerin kompost, ekstrakt ve eterik yağlarının domateste önemli bazı bitki patojeni fungusların (Soylu ve ark., 2005) ve bitki patojeni bakterilerin (Soylu ve ark., 2007) kontrolünde kullanılabilceği tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalara bakıldığında; bitkisel ekstre ve uçucu yağların bitki hastalıklarına karşı mücadelede kullanılabilirliği ile ilgili çalışmaların sayısında artış olduğu görülmektedir.

Bu çalışma da; *F. communis* bitkisinin bitkisel ekstre ve yağlarının *in-vitro* ortamda yumuşak çürüklük hastalığının kontrolünde pratikte uygulanabilirliğinin tespiti bakımından önem arz etmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada Kullanılan Patojen Bakteri İzolatları

Bu çalışmada kullanılan ve daha önce yapılmış olan çalışmalarda patojen olduğu belirlenen bakteri izolatları ve konukçu listesi Çizelge 1’de verilmiştir.

Çalışmada Kullanılan Bitki Türü

Bu çalışma kapsamında yapılan arazi çalışmalarında; Ağrı Eleşkirt İlçesi’nde yaygın olarak yetişen *Ferula communis* bitki türü kullanılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan bitki patojeni bakteri izolatları ve konukçu listesi

Kullanılan bakteri izolatları	İzolat no	Konukçu	Bitki Aksamı	
1	<i>Bacillus pumilus</i>	F-243	Patates	Gövde
2	<i>Bacillus pumilus</i>	F-281	Çilek	Meyve
3	<i>Bacillus pumilus</i>	F-296	Elma	Meyve
4	<i>Bacillus pumilus</i>	F-311	Soğan	Gövde
5	<i>Bacillus pumilus</i>	F-313	Soğan	Gövde
6	<i>Bacillus pumilus</i>	F-323	Erik	Meyve
7	<i>Bacillus pumilus</i>	F-546	Turp	Meyve
8	<i>Bacillus pumilus</i>	F-554	Biber	Meyve
9	<i>Bacillus pumilus</i>	F-562	Domates	Gövde
10	<i>Bacillus pumilus</i>	F-570	Domates	Gövde
11	<i>Bacillus pumilus</i>	F-575	Karpuz	Meyve
12	<i>Bacillus pumilus</i>	F-578	Karpuz	Meyve
13	<i>Bacillus pumilus</i>	F-588	Kavun	Meyve
14	<i>Bacillus pumilus</i>	F-608	Kabak	Meyve
15	<i>Bacillus pumilus</i>	F-614	Dut	Meyve
16	<i>Bacillus pumilus</i>	F-641	Patates	Gövde
17	<i>Bacillus pumilus</i>	F-658	Biber	Meyve
18	<i>Bacillus pumilus</i>	F-778	Lahana	Gövde

Ekstre ve Uçucu Yağların Elde Edilmesi

Gölgede kurutulmuş bitki örneklerinin uçucu yağları Clevenger aparatı kullanılarak hidrodistilasyon yöntemi ile izole edilmiştir. Elde edilen uçucu yağlar kloroform ile ekstre edilerek susuz sodyum sülfat ile sudan arındırılmıştır. Kloroform döner buharlaştırıcıda düşük sıcaklık ve basınçta uzaklaştırılarak uçucu yağlar elde edilmiştir. Ekstrelerin elde edilmesinde; bitkisel droglar (50'er gram) iyice ufalanarak 500 ml'lik balonlara konulmuş ve balonlara 500'er ml ayrı ayrı *n*-hekzan, kloroform, aseton ve metanol ilave edilmiştir. Bitki örnekleri 48 saat oda şartlarında organik çözücülerle muamele edilerek 48 saat sonra süzümüştür. Bitkisel droglar üzerine tekrar 500'er ml çözücüler eklenerek bu işlemler 4 kez tekrarlanmıştır. Organik çözücü içeren süzüntüler birleştirilmiş, düşük sıcaklık ve basınçta bir döner buharlaştırıcı kullanılarak çözücüler

uçurulmuştur. Elde edilen uçucu yağlar ve ekstreler *in vitro* (petri denemeleri) çalışmalarda kullanılmak üzere buzdolabında -4 °C'de muhafaza edilmiştir.

Uçucu Yağların Patojenlere Karşı İnhibisyon Zon Değerlerinin Belirlenmesi

Bakteriyel izolatların Trypticase Soy Agar (TSA) besi yerinde 24-48 saatlik genç kültürleri üretilmiştir. Sonra 0.1 M PSB tamponu içerisinde süspansiyon haline getirilerek ve 0.5 McFarland standart türbidimetri kullanılarak konsantrasyonları 10^8 hücre ml^{-1} ye ayarlanmıştır. Sonra bu süspansiyonlardan 100 µl alınıp her biri ayrı ayrı bir TSA besi yerine aktararak steril bir cam baget ile besi ortamına homojen bir şekilde yayılmıştır. Bakteri ekilen TSA besi yerleri steril kabin içerisinde 10 dk bekletilerek süspansiyonların kuruması sağlanmıştır. Daha sonra bakteri ekimi yapılmış TSA besi yerlerine, uçucu yağları emdirilmiş (12.5 µl

disk⁻¹) Oxoid standard antibiyotik (blank) diskler eşit aralıklarla ve her Petriye 3 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kültürler 28 °C'ye ayarlanmış etüvde 24-48 saat süre ile inkübe edilmiştir. Sonra diskler etrafındaki bakteri gelişmeyen bölgenin çapı (inhibisyon zonu) mm olarak ölçülmüştür. İnhibisyon zon değerleri tablolarda yapılan 6 uygulamanın tam sayı ortalaması olarak verilmiştir.

Ekstrelerin Patojenlere Karşı İnhibisyon Zon Değerlerinin Belirlenmesi***

Benzer şekilde bakteriyel izolatların TSA besi yerinde 24-48 saatlik genç kültürleri üretilmiştir. Sonra 0.1 M PSB tamponu içerisinde süspansiyon haline getirilerek ve 0.5 McFarland standart türbidimetri kullanılarak konsantrasyonları 10⁸ hücre ml⁻¹'ye ayarlanmıştır. Sonra bu süspansiyonlardan 100 µl alınıp her biri ayrı ayrı bir TSA besi yerine aktararak steril bir cam baget ile besi ortamına homojen bir şekilde yayılmıştır. Bakteri ekilen TSA besi yerleri steril kabin içerisinde 10 dakika bekletilerek süspansiyonların kuruması sağlanmıştır. Daha sonra her bakteri ekimi yapılmış TSA besi yerlerine, çözücülerde çözülmüş 1 mg ml⁻¹ konsantrasyondaki bitkisel ekstre emdirilmiş (12.5 µl disk⁻¹) ve Oxoid Standard antibiyotik (blank) diskler eşit aralıklarla ve her petriye 3 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kültürler 28 °C'ye ayarlanmış etüvde 24-48 saat süre ile inkübe edilmiştir. Sonra diskler etrafındaki bakteri gelişmeyen bölgenin çapı (inhibisyon zonu) mm olarak ölçülmüştür. İnhibisyon zon değerleri tablolarda yapılan 6 uygulamanın tam sayı ortalaması olarak verilmiştir.

Uçucu Yağın Minimal İnhibisyon Konsantrasyonunun (MIC) Belirlenmesi

Test edilen ekstrelerin antimikrobiyal etkisi olmadığı için sadece uçucu yağın MIC değerlerini belirlemek amacıyla belirtilen prosedür uygulanmıştır. Test edilen bitkisel yağın MIC değerlerinin hesaplanması için yağ %10 dimetilsülfoksit (DMSO) çözeltisi ile başlangıç dilisyonu 1/1 v v⁻¹ olacak şekilde on kat seri dilisyonları hazırlanmıştır (500, 250, 125, 62.5, 31.25, 16.5, 8.25, 4.12, 2.1 µl ml⁻¹

yağ / %10 DMSO). Bakteriyel izolatların TSA besi yerinde 24-48 saatlik genç kültürleri üretilmiştir. Sonra 0.1 M PSB tamponu içerisinde süspansiyon haline getirilerek ve 0.5 McFarland standart türbidimetri kullanılarak konsantrasyonları 10⁸ hücre ml⁻¹'ye ayarlanmıştır. Sonra bu süspansiyonlardan 100 µl alınıp her biri ayrı ayrı bir TSA besi yerine aktararak steril bir cam baget ile besi ortamına homojen bir şekilde yayılmıştır. Bakteri ekilen TSA besi yerleri steril kabin içerisinde 10 dakika bekletilerek süspansiyonların kuruması sağlanmıştır. Daha sonra her bakteri ekimi yapılmış TSA besi yerlerine, direkt farklı konsantrasyonlar da bitkisel yağ konsantrasyonları emdirilmiş (12.5 µl disk⁻¹) Oxoid Standard antibiyotik (blank) diskler eşit aralıklarla ve her Petriye 6 adet olacak şekilde yerleştirilerek kültürler 28 °C'ye ayarlanmış etüvde 24-48 saat süre ile inkübe edilmiştir. Sonra plate üzerinde bulunan diskler etrafındaki inhibisyon zonunun oluşup oluşmadığına bakılmıştır. İnhibisyon zonunun olduğu en küçük konsantrasyon MIC değeri olarak değerlendirilmiştir. MIC değerlerinin bir düşük konsantrasyonu minimal bakterisidal konsantrasyonu (MBC) olarak değerlendirilmiştir.

Antibiyotik Duyarlılık Testleri

Test edilen bitki bakteriyel patojenlerinin bitkisel ekstre ve uçucu yağlara karşı duyarlılıklarının değerlendirilmesinde kıyaslama yapılabilmesi amacı ile Penisilin antibiyotiği kullanılmıştır. Bakteriyel izolatların TSA besi yerinde 24-48 saatlik genç kültürleri üretilmiştir. Sonra 0.1 M PSB tamponu içerisinde süspansiyon haline getirilerek ve 0.5 McFarland standart türbidimetri kullanılarak konsantrasyonları 10⁸ hücre ml⁻¹'ye ayarlanmıştır. Sonra bu süspansiyonlardan 100 µl alınıp her biri ayrı ayrı bir TSA besi yerine aktararak steril bir cam baget ile besi ortamına homojen bir şekilde yayılmıştır. Bakteri ekilen TSA besi yerleri steril kabin içerisinde 10 dk bekletilerek süspansiyonların kuruması sağlanmıştır. Daha sonra bakteri ekimi yapılmış TSA besi yerlerine, penisilin içeren antibiyotik diskler eşit aralıklarla ve her Petriye 3 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kültürler 28 °C'ye ayarlanmış

etüvde 24-48 saat süre ile inkübe edilmiştir. Sonra diskler etrafındaki bakteri gelişmeyen bölgenin çapı (inhibisyon zonu) mm olarak ölçülmüştür. İnhibisyon zon değerleri tablolarda yapılan 6 uygulamanın tam sayı ortalaması olarak verilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ferula communis uçucu yağ ve ekstrelerinin antibakteriyel aktiviteleri test edilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir. Uçucu yağın test edilen toplam 18 bakteriyal izolatın tamamına karşı değişen oranlarda inhibisyon zonu oluşturduğu belirlenmiştir. En yüksek inhibisyon zonu 14 mm ile F-608 izolatına karşı gözlenmiştir. En düşük inhibisyon zonu ise 10 mm ile F-296 izolatına karşı gözlenmiştir. Bakterilere karşı MIC değerleri ise 125-250 µl ml⁻¹ arasında belirlenmiştir. Yapılan çalışmada kullanılan dört farklı ekstrenin (hekzan, kloroform, metanol ve aseton) patojenlere karşı herhangi bir antibakteriyal aktiviteye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Pozitif kontrol olarak kullanılan penisilin antibiyotiğinin en yüksek inhibisyon zonu 31 mm ile F-546 izolatına karşı olduğu, ancak antibiyotiğin F-296 izolatına karşı ise inhibisyon zonu oluşturmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca kullanılan antibiyotiğin çalışmada kullanılan patojen türlerin tamamına karşı yapmış olduğu tüm antibakteriyal aktivitelerin öldürücü değil engelleyici olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle *F. communis* bitkisinin uçucu yağının özellikle çalışmada kullanılan ve farklı konukçularda yumuşak çürüklük oluşturan *Bacillus pumilus* patojenlerinin tamamına karşı öldürücü etkiye sahip olması bu hastalıklarla mücadelede bu bitkisel yağın kullanılabilme ihtimalinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Bitki patojeni bakterilerle mücadelede bakırlı bileşikler ve antibiyotikler kullanılmakta olup bu

uygulamaların pek çok dezavantajları bulunmaktadır. Yapılan pek çok çalışmada fitopatogen bakterilerin pek çok antibiyotiğe karşı zamanla dayanıklılık kazandığı bildirilmiştir. Bu yüzden antibiyotik kullanımı pek çok ülkede yasaklanmıştır. Örneğin; *Xanthomonas campestris* patovaryalarının kanamycin, ampicillin, penicillin ve streptomycin’e karşı dayanıklı strainlerinin bulunduğunu belirten çok sayıda çalışma mevcuttur (Rodriguez et al., 1997; Sahin and Miller 1997; White et al., 2002). Yapılan bu çalışmada da test edilen antibiyotiğe karşı patojen bakterilerde orta ya da yüksek derecede bir direncin olduğu gözlenmiştir.

Sonuç olarak yapılan bu çalışmanın en önemli özelliği hem Türkiye’de hem de Dünya’da Ağrı ilinde doğal olarak yetişen *F. communis* bitkisinden elde edilen ekstre ve uçucu yağların yumuşak çürüklük etmeni 18 *B. pumilus* türüne karşı uygulandığı ilk çalışmadır. Çalışmada kullanılan bitkinin uçucu yağından elde edilen başarılı sonuçlar yine aynı şekilde bu patojen grubuna karşı elde edilmiş ilk sonuçlardır. Çalışmada kullanılan antibiyotiğin engelleyici özellikte, uçucu yağın ise öldürücü aktiviteye sahip olması yapılan çalışmanın önemini bir kat daha artırmıştır. Bu durum patojenlerin gün geçtikçe antibiyotiklere karşı daha dirençli hale geldiğinin bir kanıtıdır. Bu nedenle yapılmış olan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar son yıllarda giderek önemini artırmakta olan organik tarım, sürdürülebilir tarım sistemlerine uygun sonuç ve önerileri de bünyesinde barındırmaktadır. Ayrıca çalışmadan elde edilen sonuçlardan etkili olan konsantrasyonlar pratik uygulamalar içinde denenecek olup beklenen sonuçların elde edilmesi durumunda bu patojenlerle mücadelede uygulamaya yönelik ürünlerin oluşturulması ve pazarlanması hedeflenmektedir.

Çizelge 2. *Ferula communis* uçucu yağ ve ekstraları ile Penisilin antibiyotiginin antibakteriyel aktiviteleri

İzolasyon No	Bakteriler	Uçucu yağ	Ekstre									Antibiyotik	
			Hekzan		Kloroform		Aseton		Metanol		Penisilin		
			İZ	MIC	İZ	MIC	İZ	MIC	İZ	MIC	İZ		MIC
F-243	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12 ^E
F-281	<i>Bacillus pumilus</i>	13*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24 ^E
F-296	<i>Bacillus pumilus</i>	10*	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 ^E
F-311	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27 ^E
F-313	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23 ^E
F-323	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25 ^E
F-546	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31 ^E
F-554	<i>Bacillus pumilus</i>	13*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ^E
F-562	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ^E
F-570	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ^E
F-575	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18 ^E
F-578	<i>Bacillus pumilus</i>	11*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ^E
F-588	<i>Bacillus pumilus</i>	11*	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ^E
F-608	<i>Bacillus pumilus</i>	14*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18 ^E
F-614	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26 ^E
F-641	<i>Bacillus pumilus</i>	13*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17 ^E
F-658	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22 ^E
F-778	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25 ^E

İZ: inhibisyon zon değerleri 12.5 µL yağ ve 1.25 mg ekstre emdirilen 6 mm çapındaki disklerin etrafında oluşan zon değeri olarak ölçülmüştür. MIC: Minimal inhibisyon Konsantrasyon değerleri yağ için µL mL⁻¹, ekstralar için ise mg mL⁻¹ olarak ölçülmüştür. *: Bakterisidal etki görülmüştür; ^E: Engelleyici etki görülmüştür; -: Aktivite yok; MIC değerlerinin bir düşük konsantrasyonu minimal bakterisidal konsantrasyonu (MBC) olarak değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Abu-Shanab B, Adwan G, Abu-Shanab D, Jarrar N, Adwan K, 2004. Antibacterial activities of some plant extracts utilized in popular medicine in palestine, *Turk J. Bio.*, 28, 99- 102.
- Adebolu TT, Oladimeji AS, 2005. Antimicrobial activity of leaf extracts of *Ocimum gratissimum* on selected diarrhoea causing bacteria in southwestern Nigeria, *African Journal of Biotechnology*, 4(7), 682- 684.
- Adıgüzel A, Güllüce M, Şengül M, Öğütçü H, Şahin F, Karaman İ, 2005. Antimicrobial effect of *Ocimum basilicum* (labiatae) extract, *Turk J.Bio.*, 29, 155-160.
- Basım E, Basım H, 2001. Antibacterial activity effect of essential oil produced by *Rosa damascena* on *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*. *Phytopathology*, 91(6), s6.
- Basım E, Basım H, 2003. Antibacterial activity of *Rosa damascena* essential oil, *Fitoterapia*, 74, 394-396.
- Basım H, Yeğen O, Zeller W, 2000. Antibacterial effect of essential oil of *Thymbra spicata* L. var. *spicata* on some plant pathogenic bacteria, *Journal of Plant Disease and Protection*, 279 (3), 279-284.
- Bora T, Özaktan H, Bitki hastalıklarıyla biyolojik savaş. Prizma Matbaası, İzmir, s. 205. (1998).
- Dağoğlu F, Kotan R, Cakir A, Cakmakci R, Kordali S, Ozer H, Karagoz K, Dikbas N, 2015. Antibacterial Activities of Essential Oils, Extracts and Some of Their Major Components of *Artemisia* spp. L. Against Seed-Borne Plant Pathogenic Bacteria, *Fresenius Environmental Bulletin*, 24, 2715-2724.
- Demir G, Gündoğdu M, 1993. Fireblight of pome fruit trees in Turkey: Distribution of the disease, chemical control of blossom infections and susceptibility of some cultivars, *Acta Horticulture*, 338, 67-74.
- Gormez A, Bozari S, Yanmis D, Gulluce M, Sahin F, Agar G, 2015. Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils of Two Species of Lamiaceae against Phytopathogenic Bacteria. *Polish Journal Of Microbiology*, 64, 121-127.
- Güllüce M, Sokmen M, Daferera D, Agar G, Ozkan H, Kartal N, Polissiou M, Sokmen A, Sahin F, 2003. In vitro antibacterial, antifungal, and antioxidant activities of the essential oil and metanol extracts of herbal parts and callus cultures of *Satureja hortensis* L., *J Agric Food Chem.*, 51, 3958-3965.
- Hammer KA, Carson CF, Riley TV, 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts, *Journal of Applied Microbiology*, 86, 985- 990.
- Iroegbu CU, Nkere CK, 2005. Evaluation of THA antimicrobial properties of *Picralima nitida* stem bark extracts, *Phytother Res.*, 1 (2), 182-189.
- Karaman S, Digrak M, Ravid U, Ilcim A, 2001. Antibacterial and antifungal activity of the essential oils of *Thymus revolutus* Celak from Turkey. *J. Ethnopharmacol.*, 76, 183-186.
- Kotan R, Cakir A, Dadassoglu F, Aydın T, Cakmakci R, Ozer H, Kordali S, Mete E, Dikbas N, 2010. Antibacterial activities of essential oils and extracts of Turkish *Achillea*, *Satureja* and *Thymus* species against plant pathogenic bacteria, *Journal of the Science Food and Agriculture*, 90, 145-160.
- Kotan R, Cakir A, Ozer H, Kordali S, Cakmakci R, Dadassoglu F, Dikbas N, Aydın T, Kazaz C, 2014. Antibacterial effects of *Origanum onites* against phytopathogenic bacteria: Possible use of the extracts from protection of disease caused by some phytopathogenic bacteria, *Scientia Horticulturae*, 172, 210-220.
- Maggi F, Papa F, Dall'Acqua S, Nicoletti M, 2016. Chemical analysis of essential oils from different parts of *Ferula communis* L. growing in central Italy, *Natural Product Research*, 30, 806-813
- Meral G, Karabay NÜ, 2002. In-vitro antibacterial activities of three *Hypericum* species from west Anatolia, *Turkish Electronic Journal of Biotechnology*, 6-10.
- Nair R, Karliya T, Chanda S, 2005. Antibacterial activity of some selected Indian medicinal Flora, *Turk. J. Bio.*, 29, 41- 47.
- Nguir A, Mabrouk H, Douki W, Ben Ismail M, Ben Jannet H, Flamini G, Hamza MA, 2016. Chemical composition and bioactivities of the essential oil from different organs of *Ferula communis* L. growing in Tunisia, *Medicinal Chemistry Research*, 25: 515-525.
- Okeke MI, Iroegbu CU, Eze AS, Okoli AS, Esimone CO, 2001. Evaluation of extract of root of *Landolphia owerrience* for antibacterial activity, *J. Ethnopharmacol*, 78,119-127.
- Omar S, Lemonnier B, Jones N, Ficker C, Smith ML, Neema C, Towers GHN, Goel K, Arnason JT, 2000. Antimicrobial activity of extract of eastern North American hardwood tree and relation to traditional to medicine, *Journal of Ethnopharmacology*, 73, 161-170.
- Özaktan H, Türküsay H, 1994. Bazı epifitik bakterilerin ateş yanıklığı etmeni *Erwinia amylovora* (Burr.) 'ya antagonistik etkileri üzerine araştırmalar, Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi, 25-28 Ocak, İzmir-Türkiye, 231-238.
- Rodriguez H, Aguilar L, Lao M, 1997. Variations in Xanthan production by antibiotic resistant mutants of *Xanthomonas campestris*, *Appl Microbiol Biotechnol*, 48,626-629.
- Rojas JJ, Veronica JO, Ocampo SA, Munoz JF, 2006. Screening for antimicrobial activity of ten medicinal plant used in Colombian folkloric medicine : A possible alternative in THA treatment of non-nosocomial infections. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. <http://www.biomedcentral.com/1472-6882/6/2>.
- Santos FA, Cunha MA, Viana GSB, Rao VSN, Manoel A, Silveira ER, 1997. Antibacterial activity of essential oils from *psidium* and *pilocarpus* spesies of plants, *Phytotherapy Research.*, 11, 67- 69.
- Sechi LA, Lezcano İ, Nunez N, Espim M, Pinna A, Moliccotti P, Fadda G, Zanetti S, 2001. Antibacterial activity of ozonized sunflower oil (oleozon), *Journal of Applied Microbiology*, 90, 279-284.
- Soylu EM, Soylu S, Tok MF, Kaya SD, Yiğitbaş H, 2005. Çeşitli bitkilerin kompost, ekstrakt ve eterik yağlarının domateste önemli bitki patojenlerine karşı antifungal etkinliği, TOVAG 105 O 610 nolu Tübitak Projesi Raporu.
- Soylu S, Soylu EM, Eriş M, 2007. Bitki uçucu yağ ve bileşenlerinin domates bakteriyel hastalık etmenleri üzerine olan antibakteriyel potansiyellerinin araştırılması, TOVAG 105 O 610 nolu Tübitak Projesi Raporu.

- Şahin F, Karaman I, Güllüce M, Ogtc H, Şengül M, Adıgüzel A, ztrk S, Kotan R, 2003. Evaluation of antimicrobial actives of *Satureja hortensis* L., *Journal of Ethnopharmacology*, 87, 61-65.
- Şahin F, Miller SA, 1997. Identification of the bacterial leaf spot pathogen of lettuce, *Xanthomonas campestris* pv. *vitians*, in Ohio, and assessment of cultivar resistance and seed treatment. *Plant Dis.*, 81, 1443-1446.
- Tepe B, Sokmen M, Akpulat AH, Sokmen A, 2006. Screening of THA antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey, *Food Chemistry*, 95, 200-204.
- White DG, Zhao S, Simjee S, Wagner DD, Mcdermott PF, 2002. Antimicrobial resistance of food-borne pathogens, *Microb Infect.*, 4, 405-412.
- Yeğen O, Basım H, Laux P, Zeller W, 2002. Biocontrol of *Erwinia amylovora* with a natural product, *IOBC/WPRS Bulletin*, 25(10), 143-146.

Uşkun Bitkisinin Bisküvi Üretiminde Fonksiyonel Bileşen Olarak Kullanımı

Hafsa DOĞAN¹, Raciye MERAL¹

ÖZET: Bu çalışmada fonksiyonel bir bileşen olan uşkun bitkisi, bisküvi formülasyonuna eklenmiş ve uşkunun bisküvilerin fiziksel, kimyasal, reolojik ve antioksidan özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bisküvilere üç farklı seviyede (% 0.5, 1, 2) uşkun ilave edilmiştir. Uşkunun farinograf özellikleri üzerine etkisinin olmadığı; fakat enerji değeri, hamur direnci ve maksimum direnç değerlerini arttırdığı tespit edilmiştir. Yayıma oranları ve sertlik değeri üzerine uşkunun önemli bir etkisi bulunmamıştır. Bisküvi formülasyonuna ilave edilen uşkun, bisküvilerin toplam fenolik madde miktarını arttırmıştır. Formülasyona ilave edilen uşkunun, serbest radikallerin inhibisyonunu sağlayarak bisküvilerin fonksiyonelliğini arttırdığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite, bisküvi, uşkun



The Use of *Rheum ribes* as a Functional Ingredient in Biscuit Production

ABSTRACT: In this study, *Rheum ribes* plant was added to biscuit formulations and its effects on physical, chemical, rheological and antioxidant properties were investigated. *Rheum ribes* was added at three different levels (0.5, 1, 2%) to the biscuits. Addition of *Rheum ribes* had no effect on farinograph characteristics; but the energy value, dough resistance, maximum resistance values increased with addition of *Rheum ribes*. *Rheum ribes* added to biscuits had no adverse effect on the baking loss. The spread ratio and firmness were not change in biscuits. *Rheum ribes* added to biscuit formulations has increased the amount of total phenolics. As a result of this study, *Rheum ribes* added to the formulation increased the functionality of biscuits by inhibiting free radicals.

Keywords: Antioxidant activity, biscuit, *Rheum ribes*

¹ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Van, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Raciye MERAL , racyemeral@gmail.com

GİRİŞ

Bisküvi; yumuşak buğday unu, şeker ve yağ ilavesiyle hazırlanan katı hamurun şekillendirilip pişirilmesiyle elde edilen gıda maddesidir (Elgün ve Ertugay, 2000). Bisküvi hemen hemen her toplumda sıklıkla tüketilen ve tüketici açısından çikolataya oranla daha sağlıklı bulunan lezzetli unlu mamullerden birisidir. Bisküvinin doyurucu ve ucuz olması, bunun temel nedenlerini oluşturmaktadır. Ayrıca bayatlamadan uzun süre saklanabilmesi, tüketiciye hoş ve değişik lezzetlerde sunulabilmesi nedeniyle bisküvi tüketimi, gün geçtikçe artmakta ve öğün dışı beslenmede önemli yer tutmaktadır (Demir, 2015).

Son yıllarda toplumun beslenme alışkanlıklarında farklılıkların meydana gelmesi, sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesi, obezite ve kalp damar hastalıklarında meydana gelen artışlar nedeniyle tüketicilerin aldıkları gıdalardan besleyici özelliğin yanı sıra çeşitli yararlar sağlamayı da beklemesi, fonksiyonel gıda üretimi ve tüketimini arttırmıştır. Fonksiyonel gıdalar, temel beslenmenin ötesinde, sağlık üzerine olumlu etkilere sahip fizyolojik olarak aktif bileşenleri içerir (Meral ve Doğan, 2009). Özellikle çocuklar tarafından sevilerek tüketilen ve atıştırmalık gıda formunda yetişkinlere de hitap eden, bisküvi formülasyonlarının fonksiyonel bileşenlerce zenginleştirilmesi, tüketim sırasında bu bileşenlerin de vücuda alınmasını sağlayacağından oldukça önemlidir.

Uşkun (*Rheum ribes*), Polygonacea familyasına ait çok yıllık bir bitkidir. Dağlık bölgelerde bahar aylarında yetişen bu bitki, C vitamini yönünden oldukça zengindir (Andiç et al., 2009). Meral (2011) tarafından yapılan bir çalışmaya göre, uşkunun yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu ve serbest radikalleri yüksek oranda bağladığı belirlenmiş ve antioksidan özellikleri nedeniyle fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak rahatlıkla kullanılacağı ortaya konulmuştur. Sahip olduğu bu fonksiyonel özelliklere rağmen, uşkunun fonksiyonel gıda maddesi olarak kullanımıyla ilgili çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada fenolik bileşenler ve antioksidan maddelerce zengin olan ve yöreye ait bir bitki türü olan uşkun bitkisi,

bisküvi formülasyonunda kullanılarak, sağlığa fayda sağlayabilecek fonksiyonel bir bisküvi üretimi amaçlanmıştır. Böylece farklı damak zevkine hitap eden besleyici ve sağlıklı bisküvi formülasyonu geliştirilerek ürün yelpazesinin genişletilmesine katkıda bulunulması hedeflenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bisküvilik un, Yeni Köroğlu Un Fabrikasından (Nevşehir) temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan ve analitik saflıkta olan maddeler Sigma-Aldrich (St. Louis.MO, ABD) ve Merck (Darmstadt, Almanya) firmalarından temin edilmiştir. Yetiştirme döneminde Van piyasasından temin edilen uşkun bitkisinin kabukları soyulmuş ve küçük parçalara bölünmüştür. Uşkun 40 °C'deki etüvde kurutularak, laboratuvar tipi çekiçli değirmen (Perten LM 120, İsveç) yardımıyla öğütülmüş ve partikül büyüklüğünün 0.5mm' ye gelmesi sağlanmıştır. Kullanılan hammaddeler YYÜ Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl İşleme Teknolojisi Laboratuvarında, 4 °C' de muhafaza edilmiştir.

Unların Viskozite Özellikleri

Nişastanın viskozite özellikleri sıcaklık ve zamana bağlı olarak Hızlı Viskozite Test (HVT) cihazı (RVA-4500, Perten, İsviçre) ile belirlenmiştir. Viskozite özelliklerinin belirlenmesinde Yıldız et al., (2013) tarafından belirlenen yöntem kullanılmıştır. HVT grafiğinden elde edilen değerler; pik viskozitesi, incelleme sonrası viskozite (trough), pik viskozite zamanı, jelatinizasyon sıcaklığı, incelleme viskozitesi (breakdown), katılma viskozitesi (setback) ve son viskozite olarak ifade edilmiştir.

Farinograf ve Ekstensograf Analizi

Hamurların Farinograf ve Ekstensograf (Brabender Inc., Almanya) özellikleri AACC (54-21.02) ve AACC (54-10.01) yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir (Uğur, 2004).

Hamurunun Hazırlanması, Şekillendirilmesi ve Pişirilmesi

Bisküvi formülasyonu Çizelge.1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bisküvi formülasyonu

Bileşenler	Miktar (g)
Buğday unu	100
Şeker	41.94
Şortening	39.95
Su	21.84
Sodyum bikarbonat	1.02
Amonyum bikarbonat	0.49
YFMŞ	1.51
Tuz	1.24
Vanilya	0.3
Uşkun	0-2

YFMŞ: Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu

Uşkun, bisküvi formülasyonlarına yer değiştirme prensibine göre % 0.5, 1 ve 2 seviyesinde eklenmiştir. Bisküviler sırasıyla K, U1, U2 ve U3 olarak kodlanmıştır. Bisküvi hamuru KitchenAid Mikser (Model 5KSM45) ile AACC (10-53.1) yöntemi modifiye edilerek hazırlanmıştır (Anonim, 1999). Bisküvi hamurunun şekillendirilmesinde AACC (10-50.05) yöntemi kullanılmıştır (Anonim, 1999). Şekillendirilen hamurlar elektrikli fırının (Öztiryakiler, İstanbul) fansız ayarında, % 85 nem seviyesinde, 185 °C de, 12±1 dk süre ile pişirilmiştir.

Bisküvi Analizleri

Bisküvilerde yayılma oranı Anonim, (1999) yöntemi esas alınarak belirlenmiştir. Bisküvi üst görünüşü ve çatlama oranı, farklı çatlama oranlarını gösteren standartla karşılaştırılarak sekiz puan üzerinden değerlendirme yapılmıştır (Doğan ve Uğur, 2005). Bisküvilerin renk değerleri Doğan (2002)' ye göre belirlenmiştir. Bisküvi örneklerinin tekstür özelliklerinin belirlenmesinde AACC (74-09.01) (Anonim, 1999) yöntemi esas alınmış ve TA.XT plus Tekstür Analiz Cihazı (TA.TX2. Stable Micro Systems Ltd. Godalming Surrey, İngiltere) kullanılarak three point bend rig (3 nokta kırılma testi) tekniğine göre belirlenmiştir.

Fenolik Bileşenlerin Ekstraksiyonu

Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda Meral and Doğan (2013) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Toz haline

getirilmiş 0.5 g örnek santrifüj tüplerine alınarak, her tüp içerisine 7 mL metanol eklenmiş ve tüpler 20 °C deki çalkalamalı inkübatör yardımıyla (DAIHAN WiseBath WSB-30, Korea) 200 rpm çalkalama hızı kullanılarak 30 dk bekletilmiştir. Tüpler daha sonra santrifüje (Hettich Universal 32 R, Almanya) alınmış ve 7000 rpm ve 15 °C de 20 dk süreyle santrifüj edilmiştir. Santrifüjleme sonrası süpernatant, amber renkli şişelere alınmıştır. Bu işlemlere son süpernatant hacmi 25 mL oluncaya kadar devam edilmiştir. Analiz için ekstrakte edilen her örnek amber renkli şişelere alınmış ve örnekler analiz edilinceye kadar -18 °C'de bekletilmiştir.

Toplam Fenolik Madde Tayini (TFM)

TFM tayini Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Meral and Doğan, 2013). Sonuçlar gallik asit eşdeğeri olarak ifade edilmiştir.

DPPH Radikali Temizleme Özelliği

Antioksidan madde içeren ekstraktlardan deney tüpüne 2 mL alınmıştır. Örnekler üzerine metanolde günlük olarak hazırlanan % 0.004 konsantrasyondaki DPPH çözeltisinden 2 mL eklenmiş ve vorteks yardımıyla hızlıca karıştırılmıştır. Hazırlanan deney tüpleri karanlık bir ortamda 30 dk inkübe edilmiş ve spektrofotometrede (Shimadzu UVmini-1240 UV/VIS, Japan) 517 nm dalga boyunda kontrol örneğine karşı (2 mL metanol ve 2 mL DPPH çözeltisi içeren örnek) okuma yapılmıştır (Meral and Doğan, 2013).

Duyusal Analiz

Duyusal değerlendirme ürünün kalitesi hakkında tüketicinin beğenisini ve isteklerini yansıttığı için oldukça önemlidir. Çoğunluğu Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi öğretim elemanlarından oluşan 18-65 yaş arasındaki 30 panelist değerlendirme öncesi bilgilendirilmiştir. Panel üyelerine 4 farklı formülasyon kullanılarak yapılan yeni pişirilmiş bisküvi örnekleri numaralandırılmış numune kapları içerisinde, su ve duyusal değerlendirme formu ile birlikte sunulmuştur. Bisküviler üst yüzey görünüşü, şekil, gevreklik, çiğneme ve yutma özellikleri, tat-aroma ve genel kabul edilebilirlik özellikleri bakımından hedonik skala ile değerlendirilmiştir.

İstatistiksel Analiz

StatGraphics Centrium 15.1 (StatGraphics, 2006) istatistik programı kullanılarak veri analizi yapılmıştır. Grup ortalamaları arasındaki farkın önemli olup olmadığı Duncan çoklu karşılaştırma testi ile $P < 0.05$ seviyesinde belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Hamur Yoğurma Özellikleri

Çalışma kapsamında formülasyonlara üç farklı

seviyede ilave edilen uşkunun, hamur yoğurma özellikleri ve hamurun viskoelastik özellikleri üzerine etkisi Çizelge 2’de sunulmuştur.

Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre hazırlanan formülasyonların su kaldırma değerleri % 59.25-60.00 arasında değişmiştir. Uşkun oranının % 2 seviyesine çıkarılmasıyla su kaldırma kapasitesi azalmıştır ancak bu azalma istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0.05$) bulunmuştur.

Uğur (2004), bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine bir araştırma yapmış ve unların su kaldırma değerinin % 54.70-61.50 arasında olduğunu ifade etmiştir. Örneklerin gelişme süresi değerleri 0.80-1.25 dk arasında değişmiştir.

Uşkun ilavesinin hamurların gelişme süresi üzerine etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur ($P > 0.05$).

Hamur stabilite değerleri 0.85-2.70 dk; yoğurma tolerans indeksi (YTI) değerleri 68.19-109.09 BU; yumuşama derecesi 116.50-134.50 BU değerleri arasında değişmiştir. Uşkunun hamur stabilitesi, YTI ve yumuşama derecesi üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 2. Uşkunun hamurun yoğurma ve viskoelastik özellikleri üzerine etkisi

Yoğurma ve Viskoelastik özellikler	Örnek			
	K	U1	U2	U3
Su Kaldırma (%)	60.00±0.71 ^a	60.00±1.41 ^a	60.00±0.71 ^a	59.25±1.06 ^a
Gelişme Süresi (dk)	1.05±0.21 ^a	0.95±0.35 ^a	0.80±0.28 ^a	1.25±0.07 ^a
Stabilite (dk)	0.90±0.85 ^a	1.20±0.57 ^a	0.85±0.21 ^a	2.70±1.98 ^a
YTI (BU)	109.09±38.57 ^a	104.55±32.14 ^a	86.37±06.43 ^a	68.19±19.28 ^a
Yumuşama Derecesi (BU)	134.50±41.72 ^a	133.00±38.18 ^a	134.50±9.19 ^a	116.50±13.44 ^a
Enerji 45 (cm ²)	44.50±4.95 ^a	50.00±8.49 ^a	57.50±3.54 ^a	59.00±5.66 ^a
Enerji 90 (cm ²)	46.50±4.95 ^b	54.00±5.66 ^{ab}	64.00±2.83 ^a	63.50±3.54 ^a
Enerji 135 (cm ²)	47.50±0.71 ^b	52.00±2.83 ^{ab}	57.50±4.95 ^a	59.50±2.12 ^a
Hamur Direnci 45 (BU)	223.00±14.14 ^c	255.50±30.41 ^{bc}	318.00±18.39 ^b	483.50±54.45 ^a
Hamur Direnci 90 (BU)	295.00±11.31 ^d	362.00±33.94 ^c	485.50±10.61 ^b	619.00±18.39 ^a
Hamur Direnci 135 (BU)	296.50±0.71 ^d	400.50±30.41 ^c	485.50±38.89 ^b	592.00±16.97 ^a
Uzama Kabiliyeti 45 (mm)	127.50±3.54 ^a	125.00±4.24 ^{ab}	117.00±1.41 ^b	90.50±2.12 ^c
Uzama Kabiliyeti 90 (mm)	107.00±4.24 ^a	104.50±2.12 ^{ab}	97.50±2.12 ^b	79.00±0.00 ^c
Uzama Kabiliyeti 135 (mm)	110.00±2.83 ^a	95.50±2.12 ^b	89.00±1.41 ^c	76.50±0.71 ^d
Maksimum Direnç 45 (BU)	228.50±19.09 ^a	264.00±41.01 ^{ab}	336.00±22.63 ^b	484.00±55.15 ^c
Maksimum Direnç 90 (BU)	300.50±17.68 ^d	367.00±36.77 ^c	489.50±10.61 ^b	635.00±16.97 ^a
Maksimum Direnç 135 (BU)	303.00±0.00 ^d	401.50±31.82 ^c	486.00±38.18 ^b	619.50±23.34 ^a

YTI: Yoğurma Tolerans İndeksi, BU: Brabender ünitesi. Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P < 0.05$).

Enerji değerleri 45, 90 ve 135. dk da uşkun düzeyinin artmasıyla artış göstermiştir. 45. dk' da 44.50-59.00 cm² arasında değişen enerji değerleri üzerine artan uşkun seviyelerinin etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Enerji değerleri 90. dk da 46.50-63.50 cm², 135. dk da 47.50-59.50 cm² arasında değişmiştir. Uşkun ilave seviyesinin artmasıyla birlikte 90 ve 135. dk da enerji değerlerinin arttığı ve bu artışın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0.05$). Formülasyona uşkun ilavesiyle enerji değerlerinde azalma beklenmektedir. Çünkü uşkun ilavesiyle birlikte un seyreilmekte ve gluten azalmaktadır. Glutenin azalması ise enerji değerini düşürmektedir. Ancak bu çalışmada tersi bir durum ortaya çıkmış ve enerji değeri artış göstermiştir. Enerji değerinde meydana gelen bu artış uşkunun lif ve C vitamini içeriğiyle ilgili olabilir. Uşkunun, yüksek oranda C vitamini içerdiği ifade edilmektedir (Munzuroğlu ve ark., 2000).

Hamur direnci (R_s), bisküvide çap ve yayılma oranı ile ilgili fikir verir. Bu çalışmanın sonucunda uşkun seviyesinin artmasıyla R_s değerlerinde artış belirlenmiştir. R_s değerleri 90. dk da 295.00-619.00 BU arasında, 135. dk da ise 296.50-592.00 BU arasında değişmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre uşkun seviyesinin 45, 90 ve 135. dk da R_s değerleri üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$). C vitamininin hamur direncini arttırdığı ifade edilmektedir (Dizlek ve Gül, 2007). Uşkun seviyesinin artması ile uzama kabiliyetinde azalma meydana gelmiştir. 45. dk da uzama değerleri 90.50-127.50; 90. dk ise 79.00-

107.00 mm arasında değişmiştir. Uşkun seviyesindeki değişimin uzama kabiliyeti üzerindeki etkisinin 45, 90 ve 135. dk da önemli olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir. Türksoy (2011) meyve ve sebze lif konsantreleri ilavesinin hamurun reolojik özellikleri üzerine etkisini belirlediği çalışmada, lif miktarının artmasıyla hamur uzama kabiliyeti değerlerinde azalma olduğunu belirlemiştir.

Uzamaya karşı gösterilen maksimum direnç (R_m) 45, 90 ve 135. dk da uşkun düzeyinin artmasıyla artış göstermiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre uşkun seviyesinin 45, 90 ve 135. dk da R_m üzerindeki etkisi önemlidir ($P<0.05$). Enerji değerlerinde olduğu gibi, R_s ve R_m değerlerinin de artan uşkun ilavesine bağlı olarak düşmesi beklenirken aksi bir durum ortaya çıkmış ve R_m değeri artış göstermiştir. Elde edilen ekstensograf sonuçları, beklenenin aksi yönünde seyir izlesede daha önce yapılan başka çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Can (2015); portakal lifi ilavesinin, Beğen (2012) ise lüpen kepeği ilavesinin hamurun reolojik özellikleri üzerine etkisini belirledikleri çalışmalarında, lif ilavesinin enerji değerini, hamur direncini ve maksimum direnci artırdığını, uzayabilirliği ise düşürdüğünü belirlemişlerdir. Artan lif oranına bağlı olarak hamurun sertleştirici etkisinin arttığı (Sudha et al., 2007) ifade edilmektedir.

Unların Viskozite Özellikleri

Farklı oranlarda uşkun içeren unların viskozite özellikleri Çizelge 3' de verilmiştir.

Çizelge 3. Uşkunun jelatinizasyon özellikleri üzerine etkisi

Jelatinizasyon Özellikleri	Örnek			
	K	U1	U2	U3
Pik Viskozitesi (cP)	1219.67±25.03 ^a	1241.33±44.00 ^a	1190.67±12.66 ^a	1193.33±23.12 ^a
İncelme Sonrası Viskozite (cP)	716.00±34.70 ^a	763.00±15.72 ^a	737.00±18.33 ^a	755.00±49.43 ^a
Pik Viskozite Zamanı (dk)	6.00±0.00 ^a	5.93±0.07 ^a	5.98±0.08 ^a	6.04±0.10 ^a
Jelatinizasyon Sıcaklığı (°C)	88.22±0.03 ^a	87.70±1.16 ^a	88.67±0.40 ^a	89.08±0.45 ^a
İncelme Viskozitesi (cP)	503.67±40.62 ^a	478.33±33.08 ^{ab}	453.67±9.82 ^{ab}	438.33±36.36 ^b
Katılma Viskozitesi (cP)	414.67±23.12 ^a	442.22±6.25 ^a	412.67±18.23 ^a	425.00±39.95 ^a
Son Viskozite (cP)	1130.67±56.89 ^a	1205.00±21.93 ^a	1149.67±36.05 ^a	1180.00±87.57 ^a

Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$).

Pik viskozitesi değeri 1193cP' den 1219 cP'ye düşmüştür. Yapılan istatistiki analiz sonuçlarına göre, pik viskozitesinde meydana gelen düşmenin, istatistiki olarak önemsiz olduğu ortaya konmuştur ($P>0.05$). İncelme sonrası viskozite değeri 716.00-755.00 cP arasında değişmiş ve uşkun ilavesinin artmasıyla birlikte incelme sonrası viskozite değeri artış göstermiştir. Kontrol örneğiyle kıyaslandığında uşkun ilaveli örneklerde meydana gelen bu artışın istatistiki açıdan önemsiz olduğu ortaya konmuştur ($P>0.05$). Pik viskozite zamanı 5.93-6.04 dk arasında değişmiştir. Kontrole göre yapılan kıyaslamada pik viskozite zamanında önemli bir değişme olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). Jelatinizasyon sıcaklığı, 88.22-89.08 °C, katılaşma viskozitesi 416.67-425.00 cP, son viskozite değerleri 1130.00-1180.00 cP arasında değişmiş, uşkun ilave seviyesinin artmasıyla jelatinizasyon sıcaklığı, katılaşma viskozitesi ve son viskozite artış göstermiş ancak bu artış istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Nişasta süspansiyonunun, sıcaklık ve karıştırma etkisine maruz bırakılmasıyla, nişasta granülleri şişer ve nişasta süspansiyonu yüksek bir viskozite değerine ulaşır. Fakat şişen nişasta granüllerinin sürekli ısıtılması ve karıştırılmasıyla nişasta süspansiyonunda kırılmalar oluşarak viskozitede azalma meydana gelir. Viskozite değeri minimum değere ulaşır (Jyothi et al., 2005). Oluşan bu azalma, yani pik viskozitesiyle, incelme sonrası viskozite arasındaki fark, HVT analizinde

incelme viskozitesi olarak adlandırılır. Bu çalışmada incelme viskozitesinin 503.67 cP'den 438.33 cP'ye düştüğü ve bu düşmenin istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Jyothi et al., (2005) tarafından tuz, okside ediciler ve asitlerin kasava nişastasının jelatinizasyon özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışma yapılmış ve bu çalışmada nişasta süspansiyonuna farklı konsantrasyonlarda hidroklorik asit eklenmiştir. Araştırmacılar, düşük konsantrasyonlardaki hidroklorik asidin, incelme viskozitesini arttırdığını ortaya koymuş, hidroklorik asit konsantrasyonunun artmasıyla incelme viskozitesinde hızlı bir azalma olduğunu belirlemişlerdir. Aynı çalışmada hidroklorik asidin düşük konsantrasyonlarda pik viskozitesini arttırdığı, daha yüksek konsantrasyonlarda ise hidroklorik asidin hidrolize edici etkisinden dolayı pik viskozitesinde önemli bir düşme meydana geldiği ortaya konulmuştur. Araştırmacılar, incelme viskozitesinde oluşan azalmayı, düşük pik viskozitesi değerine bağlamışlardır. Bu çalışmada, uşkunun pH değerinin 3.56 olduğu belirlenmiştir. Çizelge 3'den de görüleceği gibi uşkun ilave seviyesinin artmasıyla birlikte pik viskozite değeri düşmüş ve buna bağlı olarak da incelme sonrası viskozite değeri de düşük bulunmuştur. Yapılan çalışmada elde edilen bulgular Jyothi et al. (2005)'in bulgularıyla uyusmaktadır.

Bisküvilerin Fiziksel Özellikleri

Bisküvilerin fiziksel analiz sonuçları Çizelge 4'de sunulmuştur.

Çizelge 4. Uşkunun bisküvilerin fiziksel özellikleri üzerine etkisi

Fiziksel Özellikler	Örnek			
	K	U1	U2	U3
Pişme Kaybı (%)	13.31±0.21 ^a	13.85±0.30 ^a	13.34±0.04 ^a	13.22±0.50 ^a
Çap (mm)	58.15±0.21 ^a	57.90±0.85 ^{ab}	57.29±0.27 ^{ab}	56.49±0.69 ^b
Kalınlık (mm)	9.65±0.21 ^a	9.40±0.14 ^a	9.80±0.14 ^a	9.70±0.14 ^a
Yayımlama Oranı	51.30±1.32 ^a	52.43±1.56 ^a	49.76±0.96 ^a	49.57±1.33 ^a
Çatlama Oranı	6.17±0.98 ^a	6.00±1.10 ^a	7.00±1.10 ^a	5.83±1.17 ^a
Sertlik (N)	35.80±2.84 ^a	32.30±10.57 ^a	33.76±5.20 ^a	30.74±3.84 ^a
Kırılmalık (mm)	4.90±0.36 ^a	5.03±0.59 ^a	5.25±0.76 ^a	5.18±0.58 ^a
L	79.28±1.28 ^a	79.50±3.74 ^a	74.43±1.44 ^b	73.35±1.83 ^b
a	11.33±1.12 ^a	10.76±2.35 ^a	12.97±0.84 ^a	12.73±0.79 ^a
b	40.44±0.35 ^a	39.06±0.51 ^a	39.97±0.24 ^a	39.67±0.19 ^a

Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$).

Bisküvilerin pişme kaybı değerleri % 13.22-13.85; kalınlık değerleri 9.65-9.80 mm arasında değişmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucu uşkun seviyesinin pişme kaybı ve kalınlık üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Uşkun seviyesine bağlı olarak bisküvilerde çap değerleri 56.49-58.15 mm arasında değişmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre uşkun seviyesinin bisküvilerin çap değerleri üzerindeki etkisinin önemli ($P<0.05$) olduğu bulunmuştur. Undaki toplam pentozan miktarının artmasıyla çapı daha küçük olan bisküvi elde edildiği ifade edilmektedir (Doascher et al., 1987). Yapılan bir çalışmada farklı oranlarda meyve ve sebze liflerinin ilave edildiği bisküvilerde, lif oranının artmasıyla bisküvide çap değerlerinin azaldığı belirlenmiştir (Türksoy, 2011). Bisküvi üretiminde hammadde ve proses parametrelerinin kaliteye etkisinin belirlenmesinde kullanılan en önemli parametrelerden biri bisküvinin pişme esnasında yayılmasıdır (Doğan, 2006). Çap ve kalınlığın birbirine oranı yayılma oranını ifade eder. Bu çalışmada yayılma oranı değerlerinin 49.57-52.43 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yayılma oranı üzerine uşkun ilavesinin etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Bisküvilerde yayılma veya çap, bisküvilik un kalitesinin indikatörü olarak kullanılır. Sert buğday unları, düşük kalitede ve küçük çaplı bisküvi üretimine neden olurlar. Yumuşak buğday unlarından elde edilen bisküvi hamurlarının yayılması, sert buğday unlarına göre daha fazladır. Yayılma, bisküvilerde istenen bir özelliktir. (Doascher et al., 1987). Lif katkılı bisküvilerde yayılma oranında düşme beklenmesine rağmen (Levent, 2005) bu çalışmada, yayılma değerinin uşkun ilavesiyle kontrol

örneğine kıyasla değişmediği belirlenmiştir.

Uşkun ilave seviyelerine bağlı olarak bisküvi yüzeyinde oluşan çatlama oranları standart kullanılarak belirlenmiş ve bu değerler 5.83-7.00 arasında değişmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre uşkun ilave seviyesinin bisküvilerin üst yüzeyindeki çatlama oranları üzerine etkisinin önemli olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Bisküvilerin sertlik değerleri 30.74-35.80 N; kırılma değeri 4.90-5.25 mm değişmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre uşkun ilavesinin bisküvilerin sertlik ve kırılma değeri üzerine etkisinin önemli olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

L değerleri 73.35-79.50 arasında değişmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre uşkun ilavesinin L değeri üzerindeki etkisi önemlidir ($P<0.05$). Uşkunun koyu renginden dolayı L değerinde azalma meydana gelmiştir. Bisküvilerde a değeri 10.76-12.97; b değerleri 39.06-40.44 arasında değişmiştir. Uşkun ilavesinin bisküvilerin a ve b değerleri üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre; a ve b değeri üzerine uşkun ilavesinin etkisi önemsizdir ($P>0.05$).

Bisküvilerin Antioksidan Aktivite Özellikleri

Yapılan araştırmalar sonucunda fenolik bileşenlerin aynı zamanda antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir (Michalska et al., 2008). Uşkun ilavesinin bisküvilerin TFM değerleri üzerine etkisi Çizelge 5'de sunulmuştur.

Çizelge 5. Uşkunun antioksidan özellikler üzerine etkisi

Antioksidan Özellikler	Örnek			
	KON	U1	U2	U3
TFM ($\mu\text{g GAE/ g}$)	2.40 \pm 0.17 ^b	2.70 \pm 0.01 ^{ab}	2.93 \pm 0.08 ^a	2.87 \pm 0.14 ^a
DPPH radikalini temizleme gücü (%)	41.70 \pm 1.34 ^c	48.64 \pm 1.34 ^b	55.57 \pm 1.04 ^a	53.05 \pm 0.15 ^a

Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$).

Uşkun ilave seviyesinin artmasıyla TFM artış göstermiş ve TFM değerleri 2.40-2.93 $\mu\text{g GAE/ g}$ arasında değişmiştir ($P<0.05$). Bitkisel katkıların TFM değerini artırdığı daha önce yapılan çalışmalarda da ortaya konmuştur (Bilgiçli et al., 2007; Meral, 2011). Antioksidan

aktiviteye sahip maddeler antioksidan aktiviteyi, serbest radikalleri temizleyerek, peroksitleri ayrıştırarak ve metal iyonlarıyla şelat oluşturarak gösterirler (Kulkarni et al., 2004). Kontrol ve uşkun katkılı bisküvilerde DPPH radikalini temizleme değeri % 41.70-55.57 ara-

sında değişmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre uşkun ilavesinin inhibisyon değerleri üzerindeki etkisinin önemli olduğu ($P<0.05$) bulunmuştur. Uşkun seviyesi arttıkça inhibisyon değerlerinde artış saptanmıştır. Yöremize ait endemik bir bitki olan uşkunun yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu ve serbest radikalleri yüksek oranda bağladığı belirlenmiştir. Uşkunun antioksidan özellikleri, fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak rahatlıkla kullanılabilmesini göstermektedir. Bu bitkinin kullanımını sınırlayan en önemli faktör ise kısa vejetasyon dönemidir. Bu bitkinin kültüre alınarak, standart çeşitlerin yetiştirilmesi ve ıslah ça-

lışmalarıyla vejetasyon döneminin uzatılması, uşkunun fonksiyonel bir gıda katkı maddesi olarak kullanımına olanak sağlayacaktır.

Duyusal Analiz

Duyusal analiz sonuçları Çizelge 6’da verilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre kontrol grubu bisküviler ile uşkun içeren bisküvi formülasyonlarının benzer özellikler gösterdiği, uşkun ilavesinin bisküvilerin değerlendirilen özellikleri ve genel kabul edilebilirlik üzerine etkisinin önemli olmadığı ($P>0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 6. Uşkunun duyusal özellikler üzerine etkisi

Duyusal Özellikler	Örnek			
	KON	U1	U2	U3
Üst Yüzey Görünüşü	4.00±0.83 ^a	3.97±0.85 ^a	4.00±0.64 ^a	3.90±0.96 ^a
Şekil	4.13±0.51 ^a	4.03±0.56 ^a	4.00±0.70 ^a	4.03±0.67 ^a
Gevreklik	3.80±0.76 ^a	4.17±0.65 ^a	3.87±0.86 ^a	3.57±0.77 ^a
Çiğneme ve Yutma Özellikleri	3.70±0.79 ^a	4.07±0.58 ^a	3.90±0.80 ^a	3.60±0.81 ^a
Tat-Aroma	3.80±0.76 ^a	4.07±0.64 ^a	3.90±0.99 ^a	3.53±0.94 ^a
Genel Kabul Edilebilirlik	3.83±0.70 ^a	4.03±0.49 ^a	3.96±0.67 ^a	3.60±0.81 ^a

Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$)

SONUÇ

Bu çalışmada bisküvi bileşimine antioksidan özelliğe ve yüksek C vitamini içeriğine sahip ve besinsel lif açısından zengin olduğu bilinen uşkun eklenmiştir. Uşkunun, yoğurma özellikleri üzerine olumsuz bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir. Hamurların viskoelastik özelliklerinden enerji, hamur direnci ve maksimum direnç değerleri liflerin sertleştirici etkisi nedeniyle kontrole göre artış göstermiş, uzayabilirlik değeri ise azalmıştır. Buğday ununa ilave edilen uşkun, inceme viskozitesi değeri hariç nişastanın jellatinizasyon özelliklerini değiştirmemiştir. Lif içeren bileşenlerin ilavesiyle bisküvilerin yayılma oranlarında düşme beklenmesine rağmen, bisküvilere ilave edilen uşkun seviyesinin arttırılmasıyla bisküvilerin kalınlık ve yayılma oranlarında önemli bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Uşkun ilavesi, bisküvilerin TFM değerlerini olumlu yönde etkilemiştir. Bu çalışma; bisküvi formülasyonuna doğal bileşen ilave edilerek, kaliteden ödün vermeden bisküviye fonksiyonel özellik kazandırıl-

bileceğini ve antioksidan özelliklerin geliştirilmesiyle sağlık üzerinde olumlu etkilere sahip bisküvi üretilebileceğini göstermiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, YYU Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2015-YL-210 no’lu poje olarak desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Andiç S, Tunçtürk Y, Ocak E, Köse Ş, 2009. Some chemical characteristic of edible wild rhubarb species (*Rheum ribes* L.). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5 (6): 973-977.
- Anonim, 1999. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*, 9th Ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Beğen F, 2012. Yüksek lif içerikli bisküvi üretiminde lüpen (*Lupinus albus* L.) kepeği kullanımı üzerine bir araştırma. SÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, 91 s.
- Bilgiçli N, İbanoğlu Ş, Herken EN, 2007. Effect of dietary fibre ad-

- dition on the selected nutritional properties of cookies. *Journal of Food Engineering*, 78: 86-89.
- Can F, 2015. Portakal kabuğu tozunun bisküvi hamuru ve bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi. İÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, 60s.
- Demir MK, 2015. Bisküvi üretiminde tam buğday unu ve paçalarının kullanımı. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21: 100-107.
- Doascher LC, Hosney RC, Milliken GA, Rubenthaler GL, 1987. Effects of sugar and flours on cookie spread evaluated by time-lapsed photography. *Cereal Chemistry*, 64 (3): 163-167.
- Doğan İS., 2002. Bisküvi üretiminde kalite kriteri olarak renk ölçümüne yeni bir yaklaşım. *Türkiye 7. Gıda Kongresi*, 22-24 Mayıs 2002, Ankara.
- Doğan İS, Uğur T, 2005. Van ve çevresinde yetiştirilen bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine bir araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15 (2): 139-148.
- Dogan İS, 2006. Biscuit characteristics from refrigerated and frozen doughs. *Food Technology and Biotechnology*, 44 (1): 117-122.
- Elgün A, Ertugay Z, 2000. Tahıl İşleme Teknolojisi. 4. Baskı. AÜ. Ziraat Fak., Yay. No: 718, Erzurum. 376 s.
- Jyothi AN, Korappatti S, Sajeev MS, Revamma R, Moorthy SN, 2005. Gelatinisation properties of cassava starch in the presence of salts, acids and oxidising agents. *Starch*, 57: 547-555.
- Kulkarni AP, Aradhya SM, Divakar S. 2004. Isolation and identification of a radical scavenging antioxidant-punicalagin from pith and carpellary membrane of pomegranate fruit. *Food Chemistry*, 87: 551-557.
- Levent H, 2005. Farklı kaynaklardan elde edilen besinsel liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması. SÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, 71 s.
- Meral R, Doğan İS, 2009. Fonksiyonel öneme sahip doğal bileşenlerin unlu mamullerin üretiminde kullanımı. *GIDA*, 34 (3): 193-198.
- Meral, R., 2011. Fonksiyonel öneme sahip doğal bileşenlerin hamur ve ekmek özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, 211 s.
- Meral R, Doğan İS, 2013. Grape seed as a functional food ingredient in bread-making. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64 (3): 372-379.
- Michalska A, Amigo-Benavent M, Zielinski H, Doloresdel Castillo M, 2008. Effect of breadmaking on formation of Maillard reaction products contributing to the over all antioxidant activity of rye bread. *Journal of Cereal Science*, 48: 123-132.
- Munzuroğlu Ö, Karataş F, Gür N, 2000. Işgın (Rheum ribes L.) bitkisindeki A, E ve C vitaminleri ile selenyum düzeylerinin araştırılması. *Turkish Journal of Biology*, 24: 397-404.
- StatGraphics, 2006. StatGraphics Centrium Release XVI. Warrenton, Virginia: Statpoint Inc.
- Sudha ML, Srivastava AK, Leelavathi K, 2007. Studies on pasting and structural characteristics of thermally treated wheat germ. *European Food Research and Technology*, 225, 351-357.
- Türksoy S, 2011. Meyve ve sebze lif konsantrileri ilavesinin hamurun reolojik özellikleri ve bisküvi kalitesine etkileri. AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, 118 s.
- Uğur T, 2004. Van ve çevresinde yetiştirilen bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine bir araştırma. YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, 55 s.
- Yıldız Ö, Yurt B, Baştürk A, Toker ÖS, Yılmaz MT, Karaman S, Dağlıoğlu O, 2013. Pasting properties, texture profile and stress-relaxation behavior of wheat starch/dietary fiber systems. *Food Research International*, 53: 278-290.

Bakteri Gideriminde Sonofotokatalitik Yöntemin Kullanımı

Tuba YETİM¹

ÖZET: Bu çalışmada, atık suların mikroorganizmalardan arıtımı için alternatif olan ve son zamanlarda dikkat çeken yöntemler kullanılmıştır. Bu amaçla özellikle atık sularda yer alan *Salmonella typhi* RSHMB 96051 bakterisinin giderimi sonoliz, fotokataliz ve sonofotokataliz yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Yapılan denemelerde farklı ışık şiddetlerinin bakteri giderimindeki etkileri bu prosesler üzerinde çalışılmıştır. Denemelerde ultrases enerjisi ve ultraviyole ışınlar hem ayrı ayrı hem de eşzamanlı olarak birlikte kullanımlarıyla yapılmıştır. Bu prosesler sırasıyla sonoliz, fotokataliz ve sonofotokataliz prosesleridir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında her üç tekniğin de bakteri gideriminde oldukça etkili olduğu ancak fotokataliz ve sonolizin birlikte kullanılmasıyla olan etkinin en fazla olduğu tespit edilmiş ve bu yöntemle %100 giderime yaklaşık 6 dakika gibi kısa bir sürede ulaşıldığı tayin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık su, fotokataliz, *Salmonella typhi*, sonofotokataliz, sonoliz



The Usage of Sonophotocatalytic Process for the Disinfection of Bacteria

ABSTRACT: In this study, some of the alternative methods have been utilized for the disinfection of microorganisms in the waste water. The disinfection of *Salmonella typhi* RSHMB 96051 bacteria in the waste water was investigated using the sonolysis, photocatalysis and sonophotocatalysis processes. In experiments, the effects of different light intensities have been investigated with the processes mentioned above. The ultrasound energy and ultraviolet light were used separately and together as well. These processes are called sonolysis, photocatalysis and sonophotocatalysis respectively. The results yielded that all the processes were quite effective. The simultaneous use of sonolysis and photocatalysis yielded the best results. 100% disinfection ratio was obtained within 6 minutes in this study.

Keywords: Waste water, photocatalysis, *Salmonella typhi*, sonophotocatalysis, sonolysis

¹ Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Erzurum, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Tuba YETİM,tuba.yetim@erzurum.edu.tr

GİRİŞ

Atık sularda bulunan bakteri, parazit ve virüs gibi birçok organizma çeşitli sağlık problemlerine yol açabilmektedir. Özellikle koliform bakterilerden olan *Salmonella* ve *Shigella* 'nın suda bulunmaları mikrobiyal kontaminasyon belirteçleri olmaları sebebiyle, insan sağlığı ve suyun kalitesi açısından çok önemlidir. Bu bakterilerin içme sularında bulunmaları hastalık belirteçidir. (Bella and Tam, 2000; Brooks et al., 2013) *Salmonella* bakterileri, Enterobacteriaceae familyasına ait fakültatif anaerobik olup, ciddi hastalıklara sebep olan en önemli patojenlerdendir. Gram-negatif, çubuk şekilli ve genellikle hareketli kamçılı yapıya sahiptirler. *Salmonella enterica* serovar *typhi*, *Salmonella*'nın sebep olduğu enfeksiyonlar arasında en yaygın serovardan biridir. Baskın bir şekilde bağırsak lümeninde bulunur ve enfekte olmuş insan veya hayvan dışkısı ile dışarı atılır. Böylece, su kaynaklarına karışabilir ve oradan da toprağa, sebze ve meyve gibi yiyeceklere bulaşabilir. Bu durumda kolaylıkla enfeksiyon veya reenfeksiyona sebep olabilir (Lopez-Velasco et al., 2015; Fuhrimann et al., 2016; Krzyzanowski Jr et al., 2016).

Bu atık sular, akarsulara, denizlere ve doğal sulara karıştığında, bu bileşenler su kaynaklarına geçer. Bu bileşenler toksik, kanserojenik ve mutajenik olduklarından dolayı, insan, çevre ve canlı organizmalar için tehlikeli ve zararlıdır (Farmer and Brenner, 2003; Lopez-Velasco et al., 2015; Lonigro et al., 2016). Atıksuların ıslahı, temiz su kaynaklarının kısıtlı olmasından dolayı, yüksek sağlık standartları ve temiz su kaynaklarına artan ilgi sebebiyle oldukça önemlidir. Atıksuların iyileştirilmesi için çeşitli dezenfeksiyon yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Atıksu arıtımı, çeşitli kullanımlar sonucu oluşan atıksuların deşarj edildikleri alıcı ortamın fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirmek için uygulanan fiziksel kimyasal ve biyolojik proseslerin birini ya da birkaçını kapsamaktadır (Sallach et al., 2015; mmo.org., 2016; Krzyzanowski Jr et al., 2016).

Suyun dezenfeksiyonunda istenmeyen kimyasal ve biyolojik kontaminantları uzaklaştırmak için bazı fiziksel, biyolojik ve kimyasal prosesler kullanılmaktadır. Ama maalesef bu prosesler fazla tahrip edici olmayabilirken, uygulanmaları zor ve oluşan zararlı yan ürünlerden

dolayı çevreyi ve insan sağlığını tehlikeye sokan ağır kimyasal iyileştirmelerin kullanımını gerekli kılmaktadır (Masarikova et al., 2016; Giannakis et al., 2016). Son zamanlarda atıksuların dezenfeksiyonunda bakterilerin bertarafı konusunda fotokatalitik yöntemler önemli ölçüde dikkat çekmektedir (Rook, 1974; Huang 2000; Nissinen, 2002). Fotokataliz yöntemi atıksularda bulunan büyük miktarlardaki kimyasal bileşik ve bakteri bertarafında oldukça etkili bir yöntemdir (Huang et al., 2000; Barrett, 2016; Tanga et al. 2016). Bilindiği üzere TiO_2 , ZnO , ZrO_2 ve WO_3 yaygın olarak kullanılan fotokatalizörlerdir. Bunun yanında TiO_2 , ucuzluğu, fotoaktifliği, toksik olmaması ve kararlı olmasından dolayı en yaygın olarak kullanılan fotokatalizördür (Pigeot-Rémya et al., 2011; Wang et al., 2015; Zyouda et al., 2016; mmo.org., 2016). Bunun yanında suların dezenfeksiyonu için farklı bir teknoloji olan sonoliz yöntemi de kullanılmaktadır. Sonoliz yöntemi, kaviteasyon sayesinde oksidatif bir çevre oluşturan ultrases dalgaları ile çalışır. Kaviteasyon sulu çözeltide lokal mikro kabarcıkların ve süperkritik bölgelerin oluşumuna sebep olur. Bu kabarcıkların çöküşü çok yüksek lokal sıcaklık ve basınçlar oluşturur. Bu durum çok kısa sürelidir, ancak son derece reaktif radikalleri meydana getirir. Bu radikaller suda bulunan bakterilerin oksidatif tahribatını gerçekleştirirler (Konstantinou et al., 2004; Behnajady et al., 2006; Daneshvar et al., 2004; Monteagudo et al., 2014). Sonolizin tek başına kullanımı kuvvetli bir dezenfeksiyona sebep olur. Bununla birlikte, sonoliz tek başına kullanıldığında %100 bakteri bertarafını elde etmek için çok yüksek ultrasonik şiddetin kullanılması gerekmektedir. Ancak, bu kullanım şekli geniş çaptaki mikrobiyal arıtım için oldukça pahalı bir teknik olduğundan ultrasesin arıtmadaki kullanımında diğer tekniklere ilave teknik olarak kullanım yoluna doğru gidilmektedir. Çünkü bazı mikroorganizmalar biyositler, ultraviyole ışık ve ısı iyileştirmeler gibi bazı dezenfeksiyon yöntemlerine karşı dirençli olmaktadır. Bu manzarada, son zamanlardaki çalışmalar düşük frekanstaki ultrases enerjisinin (20-40 kHz aralığında) yanında ultraviyole ışınları, heterojen kataliz (aktif karbon, seramik, çinko ve titanium dioksit) gibi yöntemler ile birlikte ele alınmaktadır. Literatürde dezenfeksiyonun etkisinin birleştirilmiş yöntemlerle artırılabilirliği belirtilmektedir (Wu, 2008; Monteagudo et al., 2014; Ertugay and Acar, 2014).

Bu çalışmada, atık sularında bulunan *Salmonella typhi* RSHMB 96051 bakterisinin giderimi için fotokatalitik, sonolitik ve sonofotokatalitik yöntemler kullanılmıştır. Bunun için de farklı ışık şiddetleri çalışma parametreleri olarak seçilmiştir. Bütün denemeler aynı şartlar altında ultraviyole ışınları ile ultrases enerjisinin tek başlarına kullanımları ve ayrıca iki yöntemin eşzamanlı olarak birlikte kullanımları ile tekrar edilmiştir. Bu yöntemler arasında karşılaştırma yapılarak atıksuların dezenfeksiyonunda en etkili yöntem belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Denemeler Pyrex cam reaktörde gerçekleştirildi. Ultrases enerjisi, bir Ultrasonic Homogenizer (Type Cole Parmer, Ultrasonic Homogenizer, 750 W, 20 kHz) kullanılarak sağlanmıştır. Denemeler, dış yüzeyi ışığa karşı iyice yalıtılmış, üstten ultrases prob girişli ceketli bir reaktörde gerçekleştirilmiştir. Reaksiyon sıcaklığı, programlanabilir sabit sıcaklık su sirkülatörü ile sabit tutulmuştur. Değişik ışık şiddetlerindeki Pen-Ray UV lambalar (Cole, Parmer, 365 nm, 44 W m⁻², 88 W m⁻²) ışın kaynağı olarak reaktörün üst kısmından tatbik edilmiştir. Reaksiyon ortamı için gerekli O₂, bir vakum pompası vasıtasıyla hava gönderilerek sağlanmıştır. Denemelerde fotokatalizör olarak Degussa P-25 TiO₂ kullanılmıştır. Üretici firmanın verdiği özelliklere göre, P-25; %80 anatase ve %20 rutile kristal yapısına sahiptir. BET yüzey alanı, 50 m² g⁻¹ ve 30 nm tane boyutundadır.

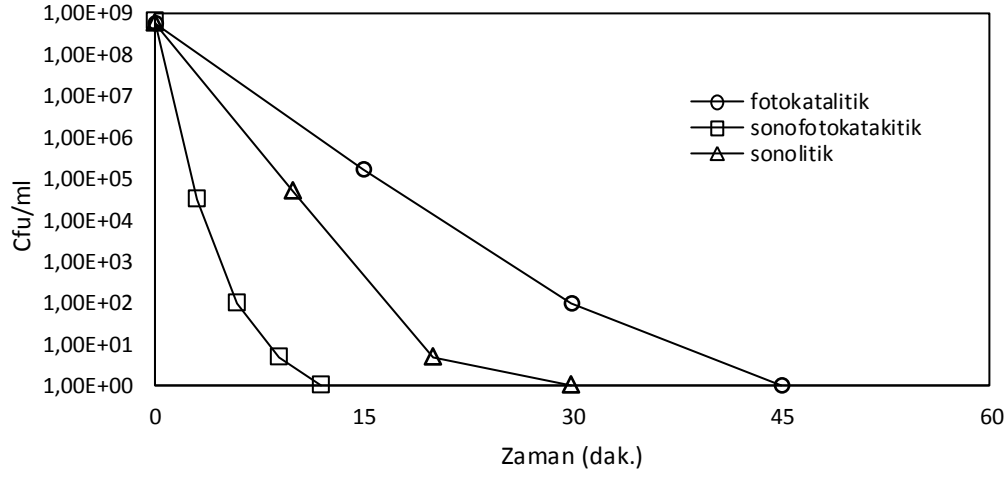
Çalışmada bakteri olarak *Salmonella typhi* RSHMB 96051 suşu kullanılmıştır. Suş 250 ml'lik tüplerde aerobik ortamda 100 ml'lik besiyerinde 37 °C' de döner çalkalayıcıda bir gece büyütüldü. Kullanılmak üzere bakteri süspansiyonunda son bakteri konsantrasyonu 10⁸ cfu ml⁻¹ olarak ayarlandı. Bakterinin hücre canlılığı Plate Count Agar (PCA)'da test edildi. Reaksiyonlar sırasında örnekler 60 dakikada bir düzenli periyotlarla üçlü kopyası halinde süspansiyon ortamından çekildi. Örneğin fosfat tampon çözeltilerinde seri dilüsyonlarından sonra, canlılık sayımı PCA petrilinde gerçekleştirildi. Bütün petrilere 37 °C de 24–48–72 saat inkübe edildi.

Denemelerde kullanılan parametrelerin sabit tutulacağı değerler, ultrases enerjisinin amplitüdü %60 (55.03W), ışık şiddeti 44 W m⁻² ve sıcaklık 37 °C olarak belirlenmiştir. Reaktör dış ortam ışığından izole edilmiştir. Denemeler manyetik karıştırıcı ile sürekli karıştırılmıştır. Fotokatalitik denemelerde bakteri çözeltisi ile birlikte, fotokatalizör olarak kullanılan TiO₂'den ön denemeler sonucu belirlenen 300 mg optimum değeri reaktöre yüklenmiştir. Belirli zaman aralıklarında 5'er ml.'lik örnekler reaktörden çekilmiştir. Örneklere dokuz kere dilüsyon yapılmıştır. Her bir dilüsyonun yayılımı PCA' lara yapılmıştır. Ayrıca en etkili prosesin belirlenmesini desteklemek amacıyla alınan SEM görüntüleri FEI QUANTA-250 model cihazın E-SEM modunda çalıştırılması ile elde edilmiştir. Sonolitik, fotokatalitik ve sonofotokatalitik prosesler bu çalışmalarda denenerek dezenfeksiyonda hangisinin en etkili proses olduğu araştırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, sonolitik, fotokatalitik ve sonofotokatalitik proseslerin bakteri giderimi üzerindeki etkilerini karşılaştırmak amacıyla ışık şiddeti değişken parametre olarak; başlangıç bakteri konsantrasyonu 10⁸ cfu ml⁻¹, sonolitik amplitüdü % 60, UV lamba dalga boyu 365 nm, katalizör miktarı 300 mg ve sıcaklık 37°C sabit parametreler olarak belirlenmiştir. Denemelerde değişken parametre olarak kullanılan ışık şiddetleri ise 44 ve 88 W m⁻² değerlerindedir.

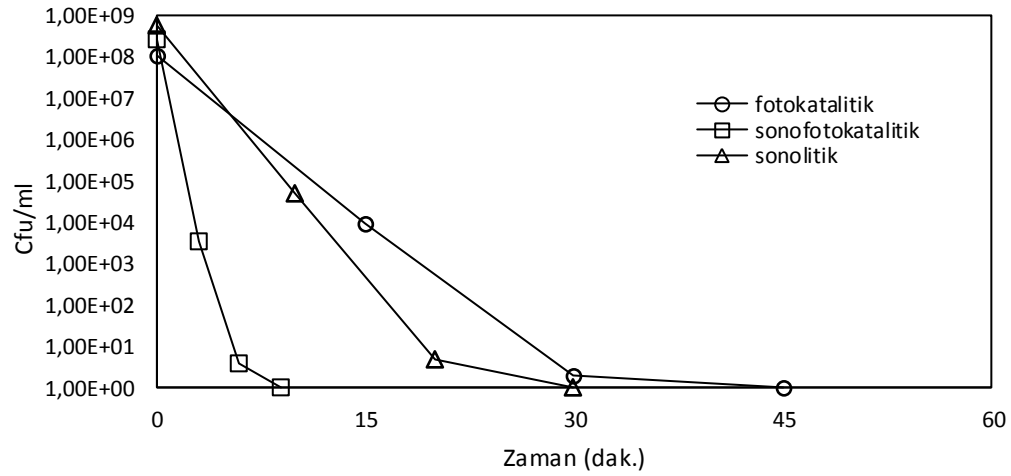
365 nm ve 44 W m⁻² ışık şiddetinde çalışılan sonolitik, fotokatalitik ve sonofotokatalitik proseslere ait zamana karşı bakteri giderim değerleri Şekil 1.'de gösterilmiştir. Buna göre 15. dakikada ortamda kalan bakteri konsantrasyonu değerleri sırasıyla fotokatalitik, sonolitik ve sonofotokatalitik prosesler için yaklaşık olarak, 1.7x10⁵, 2.3x10³ ve 0 cfu ml⁻¹'dir. Bakterilerin tamamen giderimi fotokatalitik processte 45. dakikadan sonra, sonolitik processte 30. dakikadan sonra ve sonofotokatalitik processte ise 12. dakikadan sonra gözlenmiştir.



Şekil 1. 365 nm dalga boyunda, 44 W/m² ışık şiddetinde, %60 amplitüdde, 37 °C' de, 300 mg TiO₂ kullanımında fotokatalitik, sonolitik ve sonofotokatalitik proseslerle zamana karşı bakteri giderimi grafiği

365 nm ve 88 W/m² ışık şiddetinde çalışılan sonolitik, fotokatalitik ve sonofotokatalitik proseslere ait zamana karşı bakteri giderim değerleri Şekil 2.' de gösterilmiştir. Buna göre 15. dakikada ortamda kalan bakteri konsantrasyonu değerleri sırasıyla fotokatalitik, sonolitik ve sonofotokatalitik prosesler için yaklaşık olarak, 9x10³, 3.1x10² ve 0 cfu ml⁻¹ 'dir. Bakterilerin

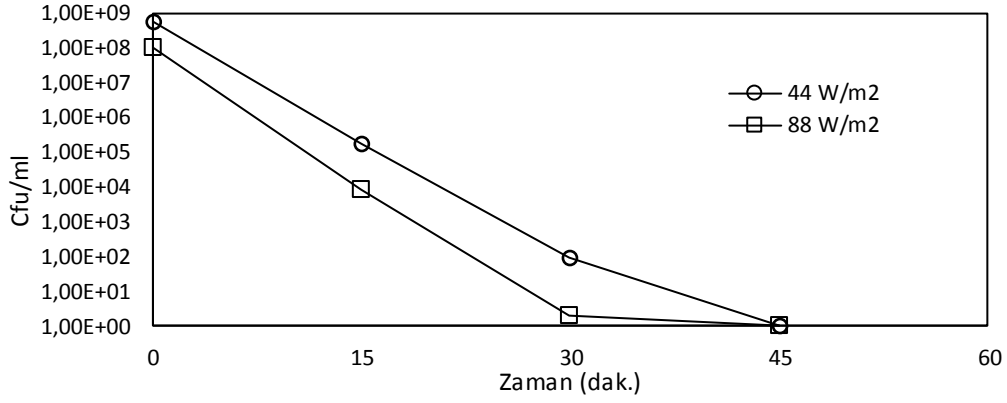
tamamen giderimi fotokatalitik proste 45. dakikadan sonra, sonolitik proste 30. dakikadan sonra ve sonofotokatalitik proste ise 9. dakikadan sonra gözlenmiştir. Her iki grafikten de görülmektedir ki, bakteri gideriminde bu üç proses arasında en hızlı ve en etkili olanı sonofotokatalitik prostedir.



Şekil 2. 365 nm dalga boyunda, 88 W/m² ışık şiddetinde, %60 amplitüdde, 37 °C' de, 300 mg TiO₂ kullanımında fotokatalitik, sonolitik ve sonofotokatalitik proseslerle zamana karşı bakteri giderimi grafiği

365 nm'de farklı ışık şiddetlerinde, fotokatalitik prosesine ait zamana karşı bakteri giderim değerleri Şekil 3.' te gösterilmiştir. Buna göre 15. dakikada ortamda kalan bakteri konsantrasyonu değerleri sırasıyla 44 ve 88 W m⁻² ışık şiddetlerinde yaklaşık

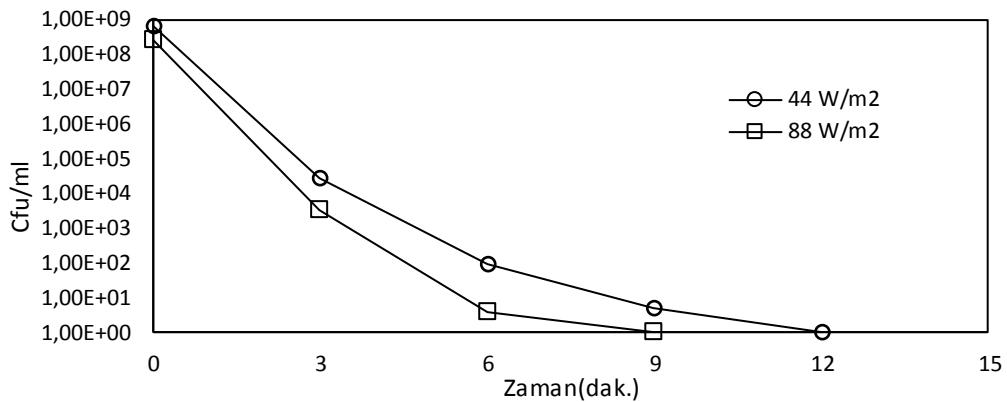
olarak, 1.7x10⁵ ve 9x10³ cfu ml⁻¹ 'dir iken 30. dakikada ise sırasıyla 1x10² ve 2 cfu ml⁻¹ 'dir. Sonuçlardan da görüldüğü üzere fotokatalitik uygulamada kullanılan ışık şiddetinin miktarı arttıkça bakteri giderimi daha fazla olmaktadır.



Şekil 3. 365 nm dalga boyunda, %60 amplitüde, 37 °C' de, 300 mg TiO₂ kullanımında fotokatalitik proseste farklı ışık şiddetlerinde zamana karşı bakteri giderimi grafiği

365 nm'de farklı ışık şiddetlerinde, sonofotokatalitik prosese ait zamana karşı bakteri giderim değerleri Şekil 4.' te gösterilmiştir. Buna göre 3. dakikada ortamda kalan bakteri konsantrasyonu değerleri sırasıyla 44 ve 88 W m⁻² ışık şiddetlerinde yaklaşık olarak, 3x10⁴ ve 3.4x10³ cfu ml⁻¹'dir iken 6. dakikada ise sırasıyla 1x10² ve 4 cfu ml⁻¹ 'dir. Bakterilerin tamamının giderimi 44 W m⁻² ışık şiddetinde 12. dakikadan sonra görülürken, 88 W m⁻² ışık şiddetinde 9. dakikadan sonra görülmüştür. Sonuçlardan da görüldüğü üzere sonofotokatalitik uygulamada kullanılan ışık şiddetinin miktarı arttıkça bakteri giderimi daha fazla olmaktadır. Ancak fotokatalitik ve sonofotokatalitik uygulamalar karşılaştırıldığında ise sırasıyla 44 ve 88 W m⁻² ışık

şiddetlerinde ortamda kalan ortalama 1x10² ve 5 cfu ml⁻¹ bakteri konsantrasyonuna fotokatalitik uygulamada 30. dakikada ulaşılırken, sonofotokatalitik uygulamada 6. dakikada ulaşılmaktadır. Buradan da sonofotokatalitik uygulamanın bakteri gideriminde 5 kat daha hızlı ve etkili bir yöntem olduğu görülmektedir. Ayrıca ışık şiddetleri kendi arasında karşılaştırıldığında 88 W m⁻² değerindeki bakteri giderimleri 44 W m⁻² değerindeki bakteri gideriminden çok daha hızlı ve fazladır. Bunun sebebi 88 W m⁻² kullanıldığında birim yüzeye düşen ışın miktarı daha fazla olacağından oksitleyici ve bozundurucu özelliğe sahip olan OH* radikallerinden ortamda daha fazla üretilecektir. Bu da daha fazla bakteri giderimine sebep olacaktır.



Şekil 4. 365 nm dalga boyunda, %60 amplitüde, 37 °C' de, 300 mg TiO₂ kullanımında sonofotokatalitik proseste farklı ışık şiddetlerinde zamana karşı bakteri giderimi grafiği

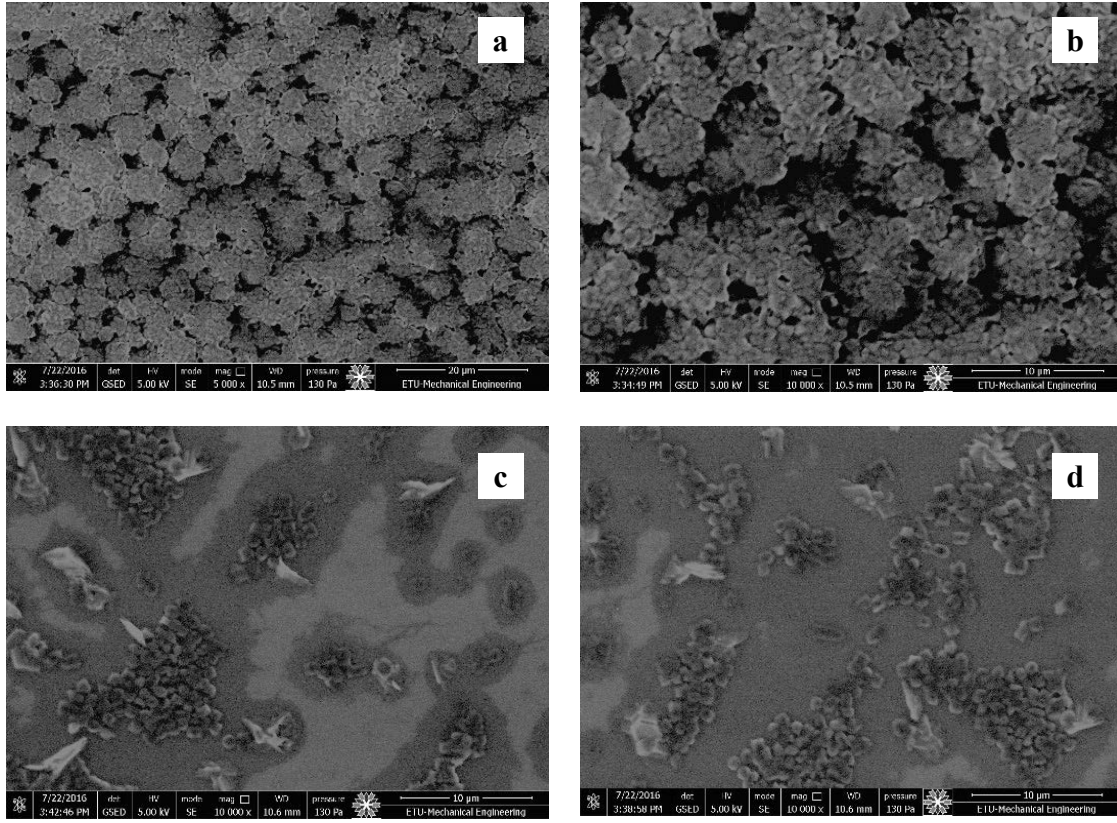
Denemeler sonucu elde edilen verilerden çizilen grafiklerden ve sonuçlardan da görüldüğü üzere

kullanılan üç yöntem olan sonolitik, fotokatalitik ve sonofotokatalitik proseslerinden bakteri giderimi

üzerine en etkili olanı sonofotokatalitik prosesidir. Bu sonuç ortamda oluşan OH^{*} radikallerine dayandırılabilir. Bilindiği üzere hidroksil radikalleri bileşik ve ara ürünlere etki eden kuvvetli oksitleyicilerdir (Gogate and Pandit, 2004; Isaev et al., 2011; Ahmeda, 2014; Volkova, 2015; Yetim and Tekin, 2016). Prosesler ayrı ayrı kullanıldıklarında daha az hidroksil radikali üretilebilirken, eşzamanlı olarak birlikte kullanıldıklarında üretilebilecek hidroksil miktarı artacağından, canlı yapıya nüfuz etmeleri de daha etkili olacaktır (Gogate and Pandit, 2004; Konstantinou, 2004; Daneshvar, 2004; Guo et al., 2011).

Ayrıca sonuçlar incelendiğinde sonolitik ve sonofotokatalitik proseslerin fotokatalitik prosesden çok daha fazla etkili oldukları görülmektedir. Sonokimyanın kullanılması ile bu etkinin artması hem OH^{*} radikalleri hem de kavitasyon olayı ile açıklanabilmektedir. Şöyle ki; sonoliz de oluşturulan OH^{*} radikalleri suyun homolizi sonucu meydana gelmektedir. Su, ultrases enerjisine yani sonokimyaya tabi tutulduğunda suyun etrafındaki gaz ve buharı içeren kavitasyon kabarcıklarının oluşumu ve çökmesiyle çok yüksek sıcaklık ve basıncın meydana geldiği, hot spot denen olay meydana gelir (Crum et al. 1999; Ince et al., 2001; Gogate and Pandit, 2004). Çökme ile birlikte kimyasal reaksiyon başlar ve kabarcıkların serbest radikal boşluklarına doğru termolitik dağılması söz konusu olur. Ya da gaz-sıvı ara yüzeyinde veya sıvıda çözülmüş çözünenin serbest radikal oksidasyonuna doğru dağılması söz konusudur (Ince et al., 2001; Tezcanlı and Ince, 2004; Gogate and Pandit, 2004). Bu kabarcıklar katalizör yüzeyine kuvvetli bir şekilde çöktüğünde çukurcuk ve porlar oluşturabilirler. Böylece katalizörün yüzeyi alanı bu çukurcuk ve porlarla artabilir. Ayrıca sonoliz katalizör yüzeyini oldukça iyi temizleyebilen bir prosestir (Gogate and

Pandit, 2004). Bütün bunların sonucunda katalizör yüzey alanı daha fazla OH^{*} radikalinin oluşması için artar ve böylece daha fazla OH^{*} radikali oluşabilir. Böylece oluşan daha fazla miktardaki OH^{*} radikalleri daha büyük miktarlarda bakteride oksidasyona sebep olarak giderimi hızlandırabilmektedir. Bütün bunların yanında sonolizin bir etkisi de, kavitasyon oluşumu sırasında meydana gelen hot spot olayında ortaya çıkan çok yüksek sıcaklık ve basınç sonucunda canlı organizmaların hücrelerinde patlatma meydana getirmesi ve böylece bakteri gideriminin çok daha kısa sürede ve etkili bir biçimde oluşmasını sağlamasıdır. Bakterilerin işleme tabi tutulmadan önceki ve fotokatalitik, sonolitik ve sonofotokatalitik proseslere tabi tutulan bakterilere ait SEM görüntüleri sırasıyla Şekil 5.a, b., c. ve d.'de görülmektedir. Proseslerdeki karşılaştırmaların yapılabilmesi için her üç proses için de 3. dakikadaki bakterilerin SEM görüntüleri alınmıştır. Buna göre fotokatalitik prosesin uygulandığı Şekil 5.b. SEM görüntüsünden de görüldüğü gibi, 3. dakikada bakteriler birbirlerinden ayrılmaya ve yapılarında hasarlar meydana gelmeye başlamıştır. Şekil 5.c.'de yer alan sonolitik prosesin 3. dakikasında çekilen SEM görüntüsünden de anlaşılacağı üzere bakteri yapılarındaki bozunmalar artarak ölü hücreler bünyeden oldukça fazla bir şekilde ayrılmış ve ortamda kalan bakteri miktarı çok düşmüştür. Şekil 5.d.'de yer alan sonofotokatalitik prosesin 3. dakikasında çekilen SEM görüntüsünde ise hem fotokatalitik yöntemin hem de sonolizin birlikte eşzamanlı kullanımı ile bakteri yoğunluğundaki seyrekleşme artmış, yani bünyeden çok fazla sayıda bakteri hücrelerinin ölümü ile koparak uzaklaşmalar gerçekleşmiştir. SEM görüntülerinden de bu üç proses arasından en etkili yöntemin sonofotokatalitik yöntem olduğu açıkça görülmektedir.



Şekil 5. *Salmonella typhi* nin SEM görüntüsü a) İşlem görmemiş, b) 365 nm dalga boyunda, 44 W/m² ışık şiddetinde, 300 mg TiO₂ ile fotokatalitik prosesinin 3. dakikasına ait, c) % 60 amplitüd ultrases enerjisi kullanımında sonolitik prosesinin 3. dakikasına ait, d) 365 nm dalga boyunda, 44 W/m² ışık şiddetinde, 300 mg TiO₂ ve % 60 amplitüd ultrases enerjisi ile sonofotokatalitik prosesinin 3. dakikasına ait

SONUÇ

Bu çalışmada bakteri gideriminde sonolitik, fotokatalitik ve sonofotokatalitik yöntemlerinin karşılaştırılabilmesi için *Salmonella typhi* RSHMB 96051 bakterisi kullanılmıştır. Bu proseslerin etkilerini araştırmak için farklı ışık şiddetleri kullanılmıştır. Her bir yöntemin ve farklı ışık şiddetlerinin bakteri giderimindeki etkilerini inceleyebilmek için sonolitik, fotokatalitik ve sonofotokatalitik proseslerinde oluşan OH* radikallerini kullanılan katalizör miktarından bağımsız kılmak için, kullanılan TiO₂ fotokatalizörünün konsantrasyonu bütün denemelerde 1 g/l olarak sabit tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenmiştir:

- Her iki ışık şiddetinde de (44 - 88 W m⁻²) bakteri giderimindeki en etkili yöntemin daha fazla OH* radikalini üretildiği ve aynı zamanda da hot-spot olayının gerçekleştiği sonofotokatalitik yöntem olduğu tespit edilmiştir.

- Işık şiddetlerinin etkisi karşılaştırıldığında, her üç proses için de 88 W m⁻² ışık şiddetinin uygulandığı denemelerdeki bakteri gideriminin daha fazla olduğu görülmüştür. Bunun sebebi birim alana düşen ışık miktarının daha fazla olmasıyla açıklanmaktadır.

- En fazla bakteri giderimi 88 W m⁻² ışık şiddetinin kullanıldığı sonofotokatalitik denemede tespit edilmiştir. Bunun sebebi de, birim yüzeye düşen ışık miktarının fazla olması, ortamdaki OH* radikallerinin hem sonolizden hem de fotokatalizden üretildiği için fazla sayıda bulunmaları, ayrıca sonolizden kaynaklanan hot spot olayı ile hücrelerin daha kolay bertaraf edilmesi ve yine sonolizinin etkisi ile katalizör yüzeyinin temizlenerek ve kavitasyonlardan dolayı katalizör yüzeyinde oluşan çukurcuk ve porların katalizörün yüzey alanını artırması ile daha kolay ve fazla reaksiyonun gerçekleşmesi ile (özellikle OH* radikalleri reaksiyonlarının) çok daha etkili bakteri gideriminin sağlanmasına dayandırılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ahmeda A Y, Kandiel T A, Ivanova I, Bahnemann D, 2014. Photocatalytic and photoelectrochemical oxidation mechanisms of methanol on TiO₂ in aqueous solution. *Appl. Surf. Sci.*, 319: 44-49.
- Barrett M, Fitzhenry K, O'Flaherty V, Dore W, Keaveney S, Cormican M, Rowan N, Clifford E, 2016. Detection, fate and inactivation of pathogenic norovirus employing settlement and UV treatment in wastewater treatment facilities. *Science of the Total Environment*, Article in Press.
- Bella S W Ho, Tam T-Y, 2000. Rapid Enumeration of Salmonella in Environmental Waters and Wastewater. *Water Research*, 34: 2397-2399.
- Behnajady M A, Modirshahla N, Hamzavi R, 2006. Kinetic study on photocatalytic degradation of C.I. Acid Yellow 23 by ZnO photocatalyst. *J. Hazard. Mater. B*, 133: 226-232.
- Brooks J P, Adeli A, McLaughlin M R, 2014. Microbial ecology, bacterial pathogens, and antibiotic resistant genes in swine manure wastewater as influenced by three swine management systems. *Water Research*, 57: 96-103.
- Cabral J P S, 2010. Water microbiology. Bacterial pathogens and water. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 7: 3657-3703.
- Crum L A, Mason T J, Reisse J L, Suslick K S, 1999. Sonochemistry and Sonoluminescence, Kluw. Aca, Dordrecht, 363 p.
- Daneshvar N, Rabbani M, Modirshahla N, Behnajady M A, 2004. Kinetic modeling of photocatalytic degradation of Acid Red 27 in UV/TiO₂ process. *J. Photochem. Photobiol A: Chemistry* 168: 39-45.
- Ertugay N, Acar F N, 2014. The degradation of Direct Blue 71 by sono, photo and sonophotocatalytic oxidation in the presence of ZnO nanocatalyst. *Appl. Surf. Sci.* 318: 121-126.
- Farmer J, Brenner F W H, 2003. The Genus *Vibrio* and Photobacterium. In *The Prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community*. 3th ed.; M. Dworkin, S. Falkow, E. Rosenberg, Eds., Spr.-Verlag, NY, USA 3.14p.
- Fuhrmann S, Pham-Duc P, Cissé G, Tram N T, Ha H T, Dung D T, Ngoc P, Nguyen-Viet H, Vuong T A, Utzinger J, Schindler C, Winkler M S, 2016. Microbial contamination along the main open wastewater and storm water channel of Hanoi, Vietnam, and potential health risks for urban farmers. *Science of the Total Environment*, Article in Press.
- Giannakis S, López M I P, Spuhler D, Pérez J A S, Ibáñez P F, Pulgarin C, 2016. Solar disinfection is an augmentable, in situ-generated photo-Fenton reaction—Part 2: A review of the applications for drinking water and wastewater disinfection. *Applied Catalysis B: Environmental*, 198: 431-446.
- Gogate P R, Pandit A B, 2004. A review of imperative technologies for wastewater treatment II: hybrid methods. *Advances in Environmental Research* 8: 553-597.
- Guo M Y, Ching N A M, Liu F, Djurić A B, Chan W K, 2011. *Appl. Catal. B-Environ.* 107: 150.
- http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/7d16d00201083a2_ek.pdf?dergi=142 (Erişim tarihi: 26.06.2016).
- Huang Z, Maness P-C, Blake D M, Wolfcrum E J, Smolinski S L, Jacoby W A, 2000. Bactericidal mode of titanium dioxide photocatalysis. *J. Photochem Photobiol A*, 130: 163-170.
- Ince N H, Tezcanli G, Belen R, Apikyan I G, 2001. Ultrasound as a catalyzer of aqueous reaction systems: the state of the art and environmental applications. *Appl. Catal. B: Environ.* 29: 167-176.
- Isaev A B, Magomedova G A, Zakargaeva N A, Adamadzieva N K, 2011. Influence of oxygen pressure on the photocatalytic oxidation of the azo dye Chrome Yellow with TiO₂ as the catalyst. *Kinet. Catal.*, 52: 197.
- Konstantinou I K, Albanis T A, 2004. TiO₂ -assisted photocatalytic degradation of azo dyes in aqueous solution: Kinetic and mechanistic investigations. *Appl. Catal. B: Environ.* 49: 1-14.
- Krzyzanowski Jr F, Lauretto M S, Nardocci A C, Sato M I Z, Razzolini M T P, 2016. Assessing the probability of infection by Salmonella due to sewage sludge use in agriculture under several exposure scenarios for crops and soil ingestion. *Science of the Total Environment*, 568: 66-74.
- Lonigro A, Rubino P, Lacasella V, Montemurro N, 2016. Faecal pollution on vegetables and soil drip irrigated with treated municipal wastewaters. *Agricultural Water Management*, Article in press.
- Lopez-Velasco G, Tomas-Callejas A, Sbodio A O, Pham X, Wei P, Diribsa D, Suslow T V, 2015. Factors affecting cell population density during enrichment and subsequent molecular detection of Salmonella enterica and Escherichia coli O157:H7 on lettuce contaminated during field production. *Food Control*, 54: 165-175.
- Masarikova M, Manga I, Cizek A, Dolejska M, Oravcova V, Myskova P, Karpiskova R, Literak I, 2016. Salmonella enterica resistant to antimicrobials in wastewater effluents and black-headed gulls in the Czech Republic, 2012. *Science of the Total Environment* 542: 102-107.
- Monteagudo J M, Duran A, Martin I S, Garcia S, 2014. Ultrasound-assisted homogeneous photocatalytic degradation of Reactive Blue 4 in aqueous solution. *Appl. Catal. B.*, 152: 59-67.
- Nissinen T K, Miettinen I T, Martikainen P J, Vartiainen T, 2002. Disinfection by-products in Finnish drinking waters. *Chemosphere*, 48: 9-20.
- Pigeot-Rémya S, Simonet F, Errazuriz-Cerda E, Lazzaroni J C, Atlane D, Guillard C, 2011. Photocatalysis and disinfection of water: Identification of potential bacterial targets. *Applied Catalysis B: Environmental* 104: 390-398.
- Rook J J, 1974. Formation of haloforms during chlorination of natural waters. *Water Treat. Exam.*, 23: 234.
- Sallach J B, Zhang Y, Hodges L, Snow D, Li X, Bartelt-Hunt S, 2015. Concomitant uptake of antimicrobials and Salmonella in soil and into lettuce following wastewater irrigation. *Environmental Pollution*, 197: 269-277.
- Tanga C, Bai H, Liua L, Zanc X, Gao P, Suna D D, Yand W, 2016. A green approach assembled multifunctional Ag/AgBr/TNF membrane for clean water production & disinfection of bacteria through utilizing visible light. *Applied Catalysis B: Environmental*, 196: 57-67.
- Tezcanli G, Ince N H, 2004. Individual and combined effects of ultrasound, ozone and UV-irradiation: a case study with textile dyes. *Ultrasonics*, 42: 603-609.
- Volkova A V, Nemeth S, Skorb E V, Andreeva D V, 2015. Highly efficient photodegradation of organic pollutants assisted by sonoluminescence. *Photochem. Photobiol.*, 91: 59-67.
- Wang W, Huang G, Yu J C, Wong P K, 2015. Advances in photocatalytic disinfection of bacteria: Development of photocatalysts and mechanisms. *Journal of Environmental Sciences*, 34: 232 - 247.
- Wu C H, 2008. Effects of sonication on decolorization of C.I. Reactive Red 198 in UV/ZnO system. *J. Hazard. Mater.* 153: 1254-1261.
- Yetim T, Tekin T, 2016. A Kinetic Study on Photocatalytic and Sonophotocatalytic Degradation of Textile Dyes. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, Online First: 8535.
- Zyouda A, Dwikat M, Al-Shakhshir S, Ateeq S, Shteivi J, Zu'bi A, Helal M H S, Campet G, Park D H, Kwon H, Kim T W, Kharooof M, Shawahna R, Hilal S H, 2016. Natural dye-sensitized ZnO nano-particles as photo-catalysts in complete degradation of E. coli bacteria and their organic content. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 328: 207-216.

Erzurum Kent Merkezinde Kitle Yeşil Alanların Hava Kalitesine Etkisi

Ahmet KOÇ¹, Sevgi YILMAZ¹, Emral MUTLU¹

ÖZET: Nüfusun büyük bir çoğunluğunun kentlerde yaşamaya başlaması ile artan çevre sorunları da hız kesmeden devam etmektedir. Doğal alanlar tahrip edilmekte ve yaşam konforu azalmaktadır. Özellikle kış aylarında yaşanan hava kirliliği tüm canlıların sağlıklı yaşam kalitesini azaltmaktadır. Kentsel mekân içinde yer alan kitle yeşil alanların ise bu durumu iyileştirme yönünde oneli katkıları olduğu bilinmektedir.

Canlıların daha konforlu ve sağlıklı ortamlarda yaşam sürebilmesi için bozulan hava kalitesinin teknik ve idari yöntemlerle iyileştirilmesi gerekmektedir. Kent üzerinde yoğunlaşan hava kirliliğinin deşarzu veya azaltılması ile ilgili çalışmalar bu soruna olumlu katkı sağlayacaktır. Bu amaçla; çalışmada Erzurum Kenti'ne ait olan hava kirlileti etmenlerden kükürt di oksit (SO₂) koordinatları belli olan 20 adet gezici istasyondan alınmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığından temin edilen bu değerler kullanılarak, Arc-GIS paket programında geoistatiksle yöntemle hava kalitesi haritası elde edilmiştir. Sonuçlara göre elde edilen kitle yeşil alanlar ile hava kirliliği haritası örtüşürülmüştür. Hava kalitesi haritası bazında çözüm önerilerini sunmak için, iklim ve kirlileti parametreleriyle birlikte hipotezler gerçekleştirilmiştir. Kitle yeşil alanların hava kalitesine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arc-GIS, hava kalitesi, ,hava kirliliği, kitle yeşil alan

Effect Of Large Green Areas On Air Quality In Center of Erzurum

ABSTRACT: Enviromental problems continue to increase after most of population started to live in urban. Natural areas are damaged and so life confort decreases. Especially, air pollution in winter decreases the healthy life quality of all living things. It is known that large green areas in urban space have important contribution to recovery this case.

It is needed that deteriorating air quality should be improved by technical and administrative methods to live in more confort and healthy environment. Studies on the discharge or reduction of air pollution concentrated on urban will have contribute positively on this problem. For this aim, in this study, data for sulfur dioxide (SO₂) as factors of air pollutants belong to urban space of Erzurum are taken from 20 of mobile stations which coordinates are known. Air quality map are obtained by using these values on geo statistical method of ArcGIS software. According to results, large green areas and air pollution map are overlaped. Hypotheses are developed by climate and parameters of pollutants to provide the solutions on the basis of air quality maps. It is studied to determine the effect of large green areas on air quality.

Keywords: Air quality, air pollution, Arc-GIS, large green areas

¹ Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı, Erzurum, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Ahmet KOÇ, ahmetkoc@atauni.edu.tr

GİRİŞ

Hava kalitesi insanoğlunun faaliyetleri sonucu atmosferin bileşiminin de konsantrasyonların değişimi şeklinde tanımlanmaktadır. Gelişen teknoloji ve artan dünya nüfusuna paralel olarak enerjiye olan ihtiyacın artması fosil yakıtlara olan taleplerde artmıştır. Artan fosil yakıt kullanımına bağlı olarak yakıt kökenli karbon-di-oksit (CO₂), kükürt-di-oksit (SO₂) ve partiküler madde (PM) kirleticilerin salınımı atmosfere artmıştır (Galloway, 1998). Nitekim 2011 yılında dünyada salınan CO₂ miktarı 34 milyar tona ulaşmış olup, bu değer Kyoto protokolünün imzalandığı 2009 tarihine göre %50 daha fazladır (Anonymous, 2012).

Hava kalitesi insan etkisiyle veya çeşitli doğal olaylarla ortaya çıkan emisyon kaynaklarından meydana gelmektedir. Hava kirliliği, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere dünya genelinde artmaya devam etmekte ve insan sağlığı ve çevre için önemli bir tehlike oluşturmaktadır (Chak and Xiaohong, 2008; Moriarty, 1999). Ekolojik açıdan bakıldığında, çevre kirleticilerine bağlı olarak ekosistemde canlıların faaliyetlerini farklı şekillerde etkilemektedir (Moriarty, 1999). Dünya ülkeleri bu sorunun etkisini ortadan kaldırmak veya hafifletmek için çözüm arayışlarına girmiş ve bu konuda kayda değer ilerleme sergilemişlerdir (Yalçın, 2009). Şehir havasındaki artan kirlenmeye bağlı olarak insanlarda sağlık problemleri artmaktadır. Hava kirliliğinin insanlarda sebep olduğu bazı sağlık sorunları, akciğer hastalıkları, solunum yolu hastalıkları, nefes darlığı şikayetleri, öksürük, hırıltı, kalp-damar gibi çeşitli

hastalıkları sıralamak mümkündür (Vineis et al., 2006; Bisht et al., 2013).

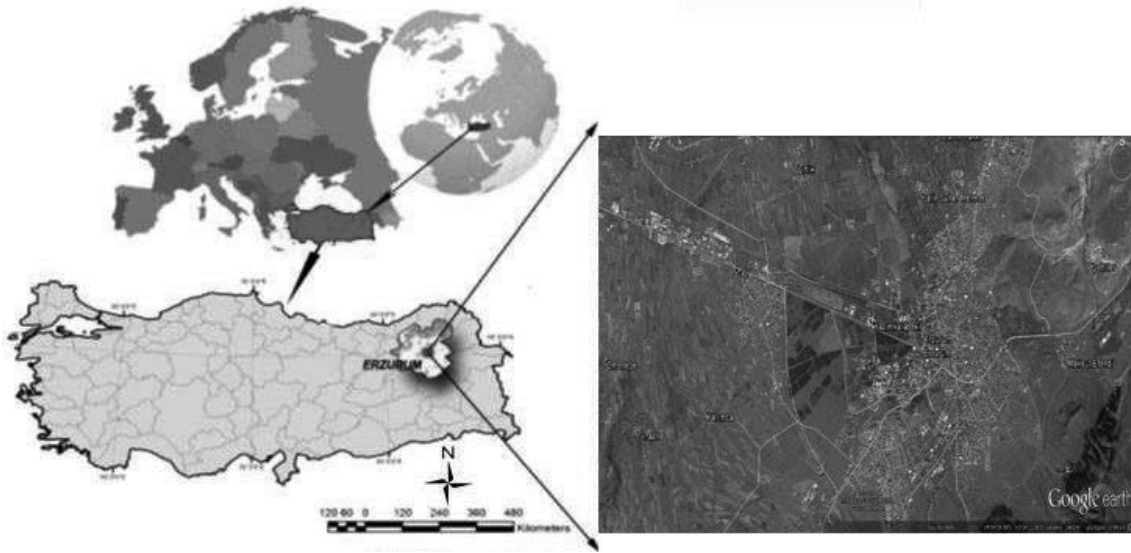
Atmosfer, genellikle içerisine karışan toksinli maddeleri eriterek etkisiz hale getirmesine rağmen bu etkisizleştirmenin hızı meteorolojik ve topoğrafik şartlara bağlı olarak değişmektedir (İbret ve Aydınözü, 2009). Diğer yönden Yerleşim alanları ve mevcut yerleşim alan kullanımının genel olarak atmosferdeki kirleticilerin yoğunluğu ve bu yoğunluğun zaman içerisindeki değişimi üzerine etki etmektedir (Çiçek, 2004). Düşük kirletici etkiye sahip olan yakıt kaynaklarının (doğal gaz gibi) kullanımına ilave olarak şehirlerde hava akımı koridorları oluşacak şekilde yerleşim planlamaları hava kirliliği ile mücadele yöntemine en iyi yöntemlerden biridir (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

Atmosfer hareketleri hava kirliliği üzerinde etkili olmaktadır. Artan hava hareketleri şehir üzerindeki kirliliği dağıtmada oldukça etkilidir (Eser ve ark., 1999). Bu çalışma Erzurum kent merkezi içerisinde yer alan açık yeşil alanların ve kent merkezi içerisindeki yapılaşmalara bağlı olarak hava kalitesinin değişimi üzerine olan etkileri incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışmada materyal olarak $39^{\circ}54'35''N, 41^{\circ}16'32''E$ koordinatları içerisinde bulunan Erzurum kent merkezi şekil 1'de gösterildiği gibi ele alınmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının konum haritası

Araştırmada 20 mobil istasyona ait SO₂ değeri kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan bu veriler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı, Temiz Hava Merkezi (THM) “Hava Kalitesi Ön Değerlendirme Çalışmaları” Proje Yürütücüsü Zeliha Gemici ve Proje ekibinden Onur Kale’den temin edilmiştir.

Yöntem

Çalışma alanına ait veriler 20 adet mobil istasyondan sağlanmıştır. Elde edilen veriler ışığında noktsal veriler Arc-GIS paket programında haritalanmıştır. Haritalama işlemi paket programda geoistatistiksel analiz yapılmış ve bu analiz sayesinde SO₂ e bağlı hava kalitesi haritası elde edilmiştir.

Aynı zamanda hava kalitesi indeksini yorumlamak için yüksek çözünürlüklü uydu haritası üzerinden Erzurum kent merkezi uzaktan algılamada kullanılan image analiz modülü sayesinde kent merkezi ve merkeze yakın kesimler 5 adet sınıfa ayrılmıştır.

Çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) araç olarak kullanılmıştır. İlk olarak ölçüm istasyonları ArcGIS 10.2 yazılımı yardımıyla noktsal veri tabanı oluşturulmuştur. Esri firmasının ArcGIS 10.2 yazılımı içinde yer alan Spatial Analyst extension bölümündeki “Kriking” enterpolasyonu kullanılmıştır. Bu tekniğe bağlı olarak hazırlanan haritalar ile mekânsal analizler gerçekleştirilmiş ve SO₂ yayılış alanları belirlenmiştir. Kriking yöntemiyle çalışma alanında bulunan verilerden yararlanılarak deneysel variogram modeli oluşturulmuştur. En uygun model belirlenerek bu parametrelerle alansal dönüşüm gerçekleştirilmiştir. Modele ilişkin Kriking formülü aşağıda verilmiştir (Isaaks and Srivastava, 1989).

$$Z_p = \sum_{i=1}^n W_i Z_i$$

Z_p : p noktasının beklenen dalgalanma değeri

W_i : Her Z_i değerinin tekabül ağırlık değeri

Z_i : Kullanılan noktaların dalgalanma değeri

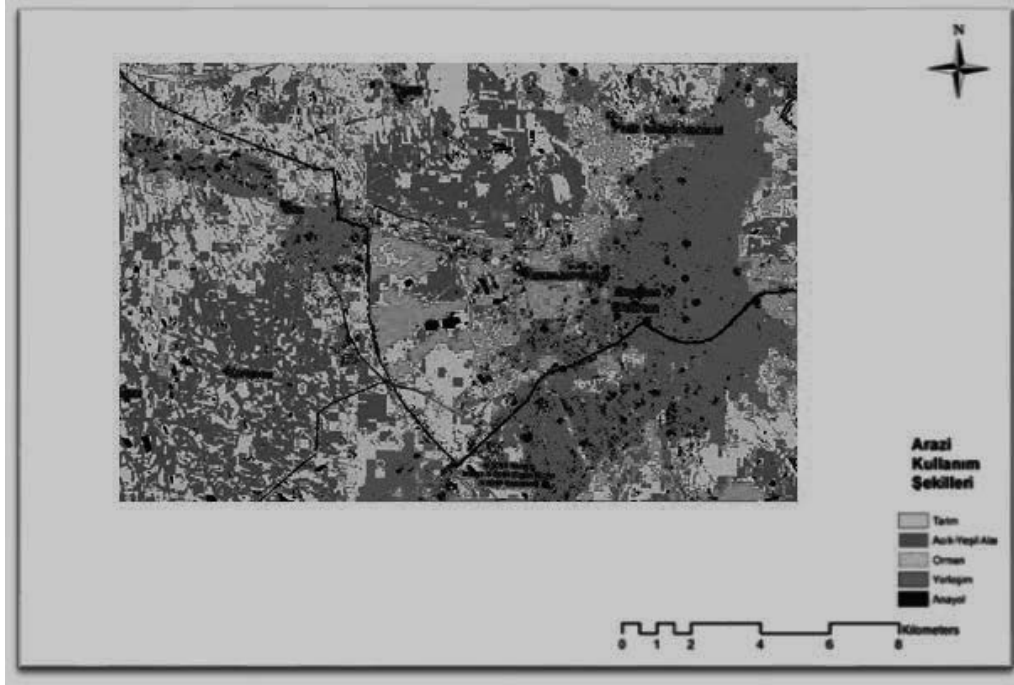
N : Kullanılan nokta sayısı

Çalışma alanına dair mevcut uydu görüntüsünün elde edilmesiyle ArcGIS 10.2 yazılımı yardımıyla Image Classification modülü sayesinde örnekleme yapılarak çalışma alanına dair arazi kullanım sınıfları belirlenmiştir (Im and Park, 2004).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Erzurum kenti konumu bakımından etrafı dağlarla çevrili ve çanak şeklinde bir yapıya sahip olduğu için özellikle kış aylarında artış gösteren zararlı maddeler (SO₂ ve partikül madde) şehrin üzerine çökmektedir (Başar ark., 2005). Büyük kentlerde kış aylarında ısınma ihtiyaçları ve benzeri gereksinimler için kullanılan ve fosil yakıtlardan kaynaklanan hava kirliliği artışı önem arz etmektedir (Eğri, 1997). Devlet İstatistik Kurumu’nun ülkemizdeki çeşitli illerde 1990-2007 yılları arasında yapmış olduğu ölçümlere bakıldığında; 2006-2007 kış sezonunda kirlilik sıralamasında Erzurum; partiküler madde de 19. ve SO₂’de ise 6. sırada yer almıştır. Bu ölçümlerdeki değerler Erzurum’da uzun geçen kışların ve çarpık kentleşmenin sonucunda ortaya çıkmaktadır.

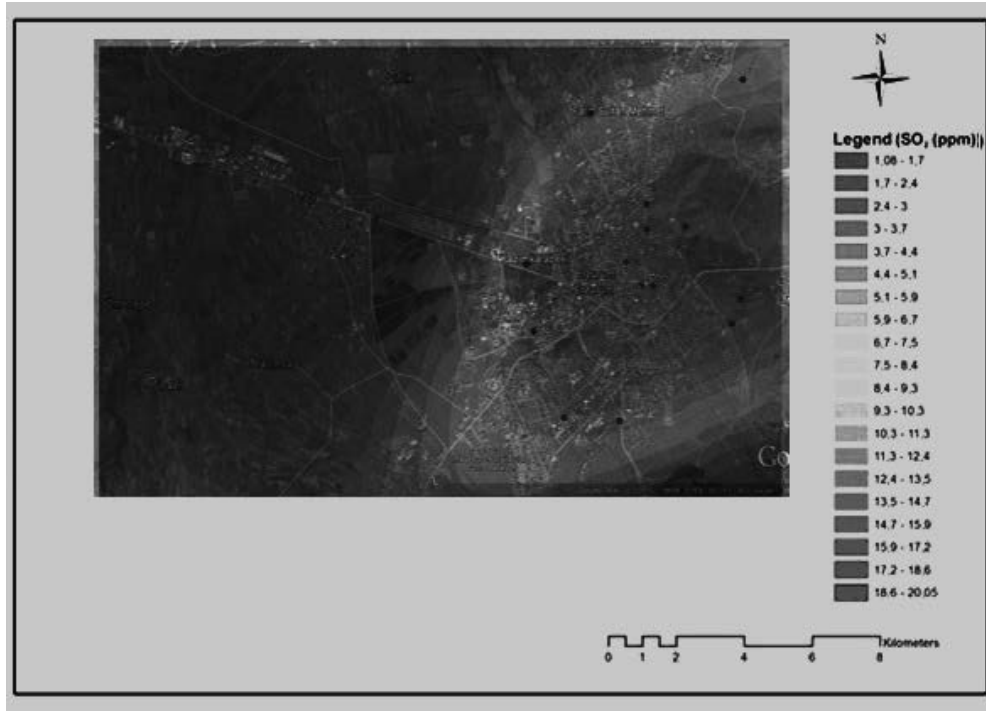
Çalışma alanı yaklaşık olarak 1111 km² lik bir alanı kapsamaktadır. Aynı zamanda çalışma alanı arazi kullanım şekli de göz önüne alınarak şekil 2’de 5 farklı gruba ayrılmıştır. Uzaktan algılama yöntemi ile belirlenmiş olan arazi kullanım şekillerinde tarım alanı ve açık-yeşil alanlar toplamı 64 km² olup toplam alanın % 57’sine denk gelmektedir. Aynı zamanda toplam yerleşim alanı 21.8 km² olup toplam çalışma alanının % 19.6’sına denk gelmektedir. Orman veya bitkisel topluluklardan oluşan toplam alan ise 25.3 km² olup toplam çalışma alanının %23.4’üne denk gelmektedir.



Şekil 2. Arazi kullanım şekilleri haritası

Çalışma alanında elde edilen veriler bazında oluşturulmuş olan SO₂ dağılım haritası yıllık ortalama veriler dikkate alınarak şekil 3'te gösterilmiştir. Maksimum veri olarak 20.05 değeri elde edilmiş olup,

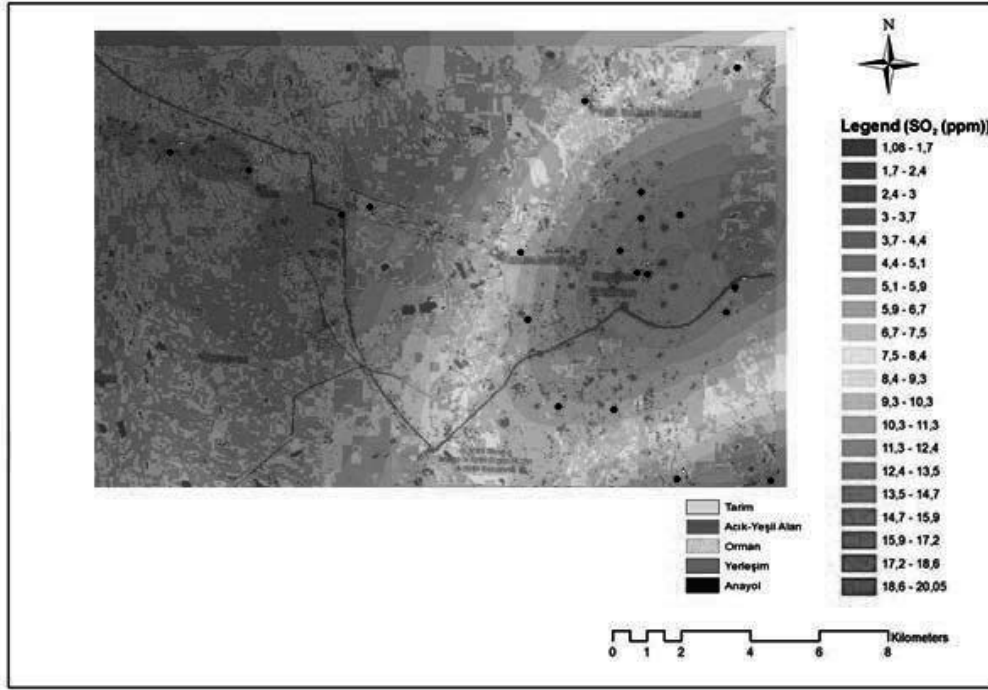
minimum olarak ise; 1.08 değeri elde edilmiştir. Ortaya çıkan harita incelendiğinde yapılaşmanın yoğun olduğu bölgelerde SO₂ oranında artış görülmektedir.



Şekil 3. Çalışma alanına ait S SO₂ dağılım haritası

Azalan hava sıcaklığına bağlı olarak ısıtma sistemlerinin çalıştırılması sonucu fosil yakıt kullanımının artması atmosferdeki yakıtların bünyesinde bulunan SO₂ salınımını artırmaktadır (McKenzie et al., 2002; Soysal ve ark., 2007). Düşen hava sıcaklığı aynı atmosfere salınan bu kirleticilerin atmosferde seyrelmesini yavaşlatarak yoğunluğunun artmasına neden olmaktadır.

Arazi kullanım şekilleri ve SO₂ dağılım haritası birlikte incelendiği zaman SO₂'nin en düşük olduğu noktaların orman örtüsü ve aktif tarım alanları olduğu şekil 4'te görülmektedir. Hava kalitesini olumsuz etkileyen en büyük etmenlerden birisi ise kent merkezi hava hareketlerinin aktif olmamasından kaynaklandığı öne sürülmektedir (Şahin, 1989).



Şekil 4. Arazi kullanım ve SO₂ dağılımının sentez haritası

SONUÇ

Düşen sıcaklık ile birlikte ısıtma sistemlerinin devreye girmesi sonucunda şehir havasındaki kükürt di oksit miktarındaki değişim sürekli artış göstermektedir. Isınma ihtiyacının karşılanması için artan fosil yakıt tüketimi bacalardan partikül madde ve kükürt di oksit salınımı olarak atmosfere yansımaktadır. Hava hareketlerinin az olduğu şehirlerde zararlı madde salınımları ciddi hava kirliliğine sebep olduğu yapılan araştırmalarla (Taşdemir, 2002; Türkeş ve ark., 2000) ortaya konulmuştur. Nitekim yapılan farklı çalışmalarda da yeşil alanların partikül madde ve kükürt di oksit etkisinin azalmasında olumlu katkı sağladığı, benzer sonuçlarla elde edilmiştir (Demir ve ark., 2014).

Kış aylarında artan hava kirliliğini azaltmak için kentlerin planlı gelişimini sağlamak ve yeşil alanları birbirleriyle bağlantılı olarak tasarlayıp kent içinde yeşil altyapının sağlıklı bir gelişim göstermesini sağlamak gerekmektedir. Nitekim yapılan çalışmalarda kent topografyasına bağlı kirletici etmenler, rüzgar koridorları vasıtasıyla belirli bir oranının şehir merkezinden uzaklaştırıldığı belirlenmiştir (Chen et al., 2015).

Erzurum kent merkezi yıllık rüzgar ortalama hızı 2.8 m/s dir. Mevcut hava kalitesinin kent merkezinden uzaklaşması için bu hız yeterli olmamaktadır, ancak kent merkezinin bilinen hakim rüzgar yönü Güney-Batı

istikamtinden Kuzey-Doğu yönüne hareket etmektedir bu harekete paralel palnlanan rüzgar koridorları kirletici etmenlerden olan PM10 ve SO₂ kent merkezindeki yoğunluğunu azaltmak için önemli bir aşamayı oluşturmaktadır.

TEŞEKKÜR: Araştırmada kullanılan hava kirliliği verileri konusunda ölçüm sonuçlarını bizimle paylaşan, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı, Temiz Hava Merkezi (THM) “Hava Kalitesi Ön Değerlendirme Çalışmaları” Proje Yürütücüsü Zeliha Gemici ve Proje ekibinden Onur Kaleye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 2012. Cerin Planı-İklim Korumasına Yatırım. www.cerina.org/tr/cerina-plan. (Erişim tarihi: 12 Şubat, 2016).
- Başar P, Okyay P, Ergin F, Coşan S ve Yıldız A, 2005 Aydın İli Merkezinde Hava Kirliliği / 1997-2004, Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 6(3): 11-15.
- Bisht SD, Tiwari S, Srivastava AK, Srivastava KM, 2013. Assessment of air quality during 19th Common Wealth Games at Delhi, India. Natural Hazards, 66(2): 141-154.
- Chak KC, Xiaohong Y, 2008. Air pollution in mega cities in China. Atmospheric Environment, 42(1): 1-42.
- Chen S, Gao C, Tang W, Zhu H, Han Y, Jiang Q, Li T, Cao X and Wang Z, 2015. Self-powered Cleaning of Air Pollution by Wind Driven Triboelectric nanogenerator. Nano Energy, 14: 217-225.
- Çiçek İ, 2004. Ankara’da hava kirliliğinin istatistiksel analizi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14(2): 1-18.
- Demir M, Dindaroglu T, Yilmaz S, 2014. Effects of forest areas on air quality; Aras basin and its environment. Journal of Environmental Health Science and Engineering, 12: 60.
- Eğri M, 1997, 1996-1997 Kış Döneminde Malatya İl Merkezi Hava Kirliliği Parametrelerine Meteorolojik Koşulların Etkisi, İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 4: 265-269.
- Eser E, Dinç G, Özcan C, Tartan M, 1999. Rutin hava kirliliği ve meteoroloji verileri ile bir gün sonraki hava kirliliğinin tahmini üzerine bir deneme. Hava Kirlenmesi ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, 27-29 Eylül 1999, İzmir.
- Güler Ç, Çobanoğlu Z, 1994. Dış Ortam Hava Kirlenmesi, Ankara, TÜRKİYE. 44 sf.
- Galloway JN, 1998. The global nitrogen cycle: changes and consequences. Environmental Pollution, 102: 15-24.
- Isaaks EH, Srivastava RM, 1989. An Introduction to Applied Geostatistics. New York, USA. 561 p.
- Im C, Park C, 2004. Neural networks approach to fire severity mapping from a single post fire Landsat 7 ETM+ imagery, Korean Journal of Remote Sensing, 20 (1): 23-38.
- İbret ÜB, Aydınöz D, 2009. Şehirleşmede Yanlış Yer Seçiminin Hava Kirliliği Üzerine Olan Etkisine Bir Örnek: Kastamonu Şehri. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü. Coğrafya Dergisi, 18:71-88.
- Mc Kenzie JF, Pinger RR, Kotecki JE, 2002. An Introduction to Community Health. Fourth Edition. Massachusetts, USA. 635 p.
- Moriarty F, 1999. Ecotoxicology: The Study of Pollutants in Ecosystems. Third Edition, London, UK. 347 p.
- Soysal A, Demiral Y, 2007. Kapalı Ortam Hava Kirliliği, TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 6(3): 221-226.
- Şahin C, 1989. Hava kirliliği ve Hava Kirliliğini Etkileyen Doğal Çevre Faktörleri. Birinci Cilt, Ankara, TÜRKİYE. 454 sf.
- Taşdemir Y, 2002. Bursa’da Kükürt Dioksitten Kaynaklanan Hava Kirliliği, Ekoloji Çevre Dergisi, 11(42): 12-15.
- Türkeş M, Sümer UM, Çetiner G, 2000. ‘Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri’, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- Vineis P, Hoek G, Krzyzanowski M, Taglianti FV, Veglia F, Airolidi L, et al., 2006. Air pollution and risk of lung cancer in a prospective study in Europe. International Journal of Cancer 119 (1): 169-174.
- Yalçın AZ, 2009 Küresel Çevre Politikalarının Küresel Kamusal Mallar Perspektifinden Değerlendirilmesi, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12(21): 288-309.

İğdır İlinde Bal Üretim Maliyetinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma

İbrahim Hakkı KADİRHANOGULLARI¹, Köksal KARADAŞ¹, Murat KÜLEKÇİ²

ÖZET: Bu çalışma İğdir İli Arıcılar Birliği'ne üye 85 işletmeden Tam Sayım yöntemine göre elde edilen veriler kullanılarak bal üretim maliyeti ve toplam hasılanın incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre bal üretim maliyetinde üretim masraflarının %63'ünü sabit masraflar ve %37'sini değişir masraflar oluşturmaktadır. Değişir masrafların %50'sini şeker, temel petek ve çerçeve masrafları oluştururken sabit masrafların %78'ini aile işgücü ücret karşılıkları oluşturmaktadır. 1 kg bal maliyeti 20.65 TL, 1 kg bal satış fiyatı ortalama 41.16 TL olup, 1 kg bal satışından elde edilen net kâr 20.51 TL olarak belirlenmiştir. Her işletme ortalama 601.94 kg bal üreterek 12 346 TL net kâr sağlamışlardır. İşletmelerin 9.78 kg olarak elde ettikleri kovan başına bal verimi Türkiye ortalama bal veriminden düşüktür. Kovan başına veriminin ve arıcılık gelirinin artırılması için yüksek verimli arı ırkları ile çalışılması ve arıcılara teknik eğitim verilmesi sağlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Bal, net kâr, İğdir, üretim maliyeti

A Survey On The Determination Of Honey Production Cost in İğdir Province

ABSTRACT: A questionnaire study was conducted on 85 apiculture farms registered at İğdir Beekeepers Association with the objective to examine honey production cost and total revenue in İğdir province of Eastern Anatolia Region of Turkey. In the study, in 63(%) of honey production costs was fixed costs, and the rest (37%) was variable costs. 50(%) of variable costs was sugar, comb foundation, and frame costs, whereas 78 (%) of fixed costs was family labor costs. Honey cost (20.65 TL kg⁻¹) and selling price (41.16 TL kg⁻¹) were calculated, net profit from sale honey of 1 kg was determined as 20.51 TL. Average net profit of 12 346 TL from producing honey of 601.94 kg was obtained per farm. Lower average for honey yield per hive was 9.78 kg in comparison with the average obtained in Turkey. To increase the yield per hive and the income obtained from beekeeping activity, it was recommendable that technical education should be provided for beekeepers together with working the superior bee breeds.

Keywords: Honey, İğdir, net profit, production cost

¹ İğdir Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi, İğdir, Türkiye

² Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi, Erzurum, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Köksal KARADAŞ, kkaradas2002@gmail.com

GİRİŞ

Mübadale ekonomisinin gelişmesiyle birlikte tarım işletmeleri pazar için üretim yapmaya başlamış ve daha fazla kâr elde ederek faaliyetlerini devam ettirme ve gelişme gayreti içerisinde girmişlerdir. Gayrisafi Brüt Üretim Değerinden Üretim Masraflarının çıkarılmasıyla bulunan kâr, maliyetlerin azaltıldığı ölçüde artmaktadır. Minimum maliyet işletmelere güçlü bir rekabet ortamı sağlayarak piyasadaki düşük fiyatlara katlanma gücü vermektedir (Topcu ve ark., 2012). Diğer taraftan ürün fiyatlarının artması hem kârı hem de işletme gelirini arttırmakla birlikte piyasada çok fazla sayıda tarım işletmesinin bulunması bir taraftan işletmelerin piyasaya arz edilen ürün miktarını etkileyememesi diğer taraftan da fiyat oluşumu üzerinde etkisiz kalmalarına neden olmaktadır. Kısa dönemde piyasaya mal arzı neredeyse mümkün olmadığından ürün fiyatını talep belirlemede olup uzun dönemde arz miktarını önceki yılın fiyatı etkilediğinden ürün fiyatları istenen düzeye yükselmemektedir. Ayrıca doğal faktörlerin tarımsal üretimi ve dolayısıyla ürün fiyatlarını olumsuz etkilediği dönemler de dikkate alındığında üreticilerin üretim maliyetlerini en aza indirme gayreti içerisinde oldukları gözlemlenmektedir. Ürün maliyetlerinin en aza indirilmesi için eş marjinal gelirler prensibine göre her bir ürünün son biriminin üretilmesinden elde edilen gelirlerin eşit olması gerekmektedir. Her işletmede yeterli miktarda arazi, sermaye, işçilik vb. kaynakların bulunmaması ise bu durumu zorlaştırmaktadır. Türkiye’de tarım işletmesi sayısı dört milyona yakın ve işletme başına ortalama arazi miktarı 60 dekar olup tarım kesiminde yaşayanlar düşük gelir düzeyine sahip bulunmaktadır. Yetersiz miktarda araziye sahip olan tarım işletmeleri gelirlerini arttırabilmek için araziye ihtiyaç duymayan, düşük sermaye ile sürdürülebilen tarımsal faaliyetlere yönelmek durumundadırlar.

Hayvancılığın alt dallarından biri olan arıcılık faaliyetinin özellikle araziye ihtiyaç duymaması birçok çiftçi tarafından tercih edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca düşük yatırım masrafı ve az işçilik gerektirmesi yanında kısa sürede gelir getirmesi arıcılığın diğer tercih sebepleri arasındadır. Arıcılık faaliyetinden bal, polen, arı sütü, arı zehri ve balmumu gibi ürünler elde edilmektedir. Bal, içerisindeki proteinler, aminoasitler, vitaminler vb. bileşiklerden dolayı doğal bir antioksidan olup geleneksel tıpta ve insan sağlığında kullanılmaktadır

(Ozcan and Juhaimi, 2016). Bal ve diğer arı ürünleri olan polen, arı sütü, arı zehri ve balmumu gibi ürünler sağlık alanında kullanılmalarının yanında ayrıca beslenme ve ihracat yoluyla ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır. Ayrıca bal arıları tozlaşma yoluyla yeryüzündeki bitkilerin yaklaşık %30’dan fazlasının döllenmesinde önemli rol oynamaktadırlar (Klein et al., 2007; Pohorecka et al., 2014). 2014 yılı FAO verilerine göre dünyada bulunan 80 910 086 adet kovandan 1 663 798 ton bal elde edilmiştir. Dünya ortalama bal verimi kovan başına 20.56 kg’dır. 2015 TUIK verilerine göre Türkiye’de 83 467 adet işletmede arıcılık yapılmakta ve 7 709 636 adet kovandan 107 665 ton bal üretilmiş olup kovan başına 13.96 kg bal elde edilmiştir. Bal üretiminde Muğla, Ordu, Adana, Aydın ve Sivas önde gelen illerdir. Iğdır İl’inde 2015 yılında 22 880 adet kovandan 282 ton ve kovan başına 12.35 kg bal elde edilmiştir. Iğdır İli bal üretiminde kovan sayısı bakımından 73. ve bal üretimi bakımından ise 65. sıradadır. Kovan başına Türkiye bal verimi dünya ortalamasının altında olduğu gibi Iğdır İl’i bal verimi de Türkiye ortalamasının altındadır. Arıcılık yapan işletmelerin kazançlarının ve net kârlarının yükseltilmesi için kovan başına bal veriminin artırılması gerekmektedir. Bu nedenle arıcılık yapan işletmelerin bal üretim maliyetlerinin ve faaliyetin kârlılığının belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışma Iğdır İl’inde arıcılık yapan işletmelerde ortalama bal üretim miktarını, bal üretim maliyetini oluşturan masraf kalemlerini ve bunların dağılımını ve ayrıca faaliyetin kârlılığını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada kullanılan veriler Iğdır İli Arı Yetiştiricileri Birliğine kayıtlı arıcılık yapan işletmelerle yapılan anketlerden elde edilmiştir. Diğer taraftan konuyla ilgili yapılmış çeşitli ulusal ve uluslararası araştırma makaleleri ve raporlar, çeşitli istatistik kurum ve kuruluşların yayınlanmış verileri, Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl ve İlçe Müdürlükleri kayıtları araştırmanın ikincil veri kaynaklarını oluşturmaktadır.

Bir popülasyon üzerinde yürütülen çalışmada popülasyona ait verilerin toplanmasında kullanılan iki yöntemden birisi tam sayım diğeri ise örneklemedir. Popülasyonu oluşturan birimlerin tek tek incelenerek

onlardan ölçme, tartma, gözlem veya soruşturma yoluyla bilgi alınmasına tam sayım adı verilmektedir (Güneş ve Arıkan, 1988). Araştırma yapılacak popülasyon küçük, istenilen bilgilere ulaşmak kolay ve ucuz ise tam sayım yapılmalıdır. Tam sayım sonucu elde edilen bilgiler eğer özenle derlenmiş ise daha doğru sonuçları yansıtır (Çiçek ve Erkan, 1996). Araştırmanın popülasyonunu İğdır İli Arı Yetiştiricileri

Birliğine kayıtlı arıcılar oluşturmaktadır. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ile İğdır İli Arı Yetiştiricileri verilerine göre, arıcılık yapan ve en az 20 arılı kovana sahip 85 işletme bulunmakta olup bu işletmelerle tam sayım yöntemine göre çalışma yürütülmüştür.

İğdır merkez, Tuzluca ve Karakoyunlu İlçelerindeki işletme sayıları ve yüzde miktarları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. İlçelere Göre İşletme Sayıları

İlçeler	İşletme Sayısı	%
Merkez	29	34.1
Tuzluca	54	63.5
Karakoyunlu	2	2.4
Toplam	85	100.0

Bölgede arıcılık yapan işletmecilerin %63.5’i (n=54) Tuzluca ilçesinde bulunurken, %34.1’i Merkez (n=29) ve %2.4’ü (n=2) Karakoyunlu ilçesinde bulunmaktadır. Aralık ilçesinde ise, arıcılıkla uğraşan Arı Yetiştiricileri Birliğine kayıtlı yetiştirici bulunmamaktadır. Konu ile ilgili önceden yapılmış anket formlarından yararlanılarak hazırlanan anket formları 1-30 Nisan 2015 tarihleri arasında bizzat araştırmacılar tarafından yürütülmüş olup 2014 yılı üretim dönemini kapsamaktadır.

Maliyet Analizinde Uygulanan Yöntemler

Anketlerde; arıcılık faaliyetinde kullanılan gidiler, bal üretimi için yapılan sabit ve değişir masraflar, elde edilen bal miktarı, bal satış fiyatı vb. sorulara yer verilmiştir. İşletme başına ortalama değişken ve sabit masraflar toplamından bal mumu, polen ve arı sütü geliri çıkartıldıktan sonra kalan miktar ortalama bal miktarına bölünmüş ve 1 kg balın maliyeti hesaplanmıştır. Süzme ve petekli balın kg satış fiyatından maliyet çıkartılarak net kâr hesaplanmıştır.

İşçilik giderlerinin belirlenmesinde bir üretim periyodunda çalışılan tüm iş günleri anket verilerinden belirlenerek Erkek İş Günü olarak hesaplanmış ve aile işgücü için de yabancı işgücüne ödenen birim

ücret dikkate alınarak bir gün için işçilik giderleri hesaplanmıştır. İncelenen işletmelerin arıcılıkta kullandıkları işgücü ile günlük yevmiye çarpılarak işletme başına ortalama işçilik masrafları hesaplanmış ve elde edilen bal miktarına bölünmüştür. Değişken masrafların belirlenmesinde, ana arı alımı, şeker, arı keki, ilaç, bal kabı, temel petek, çerçeve, tel, geçici işçilik masrafları, bakım onarım, ürün satışı ve taşıma masrafları ile konaklama kirası miktar ve birim fiyatları çarpılarak hesaplanmış ve elde edilen bal miktarına bölünmüştür.

Genel idare masrafları hesaplanırken, masraflar toplamının %3’ü esas alınmıştır (Güneş ve ark., 1990). Maliyet unsurları içerisinde risk unsuru olarak sermayenin faiz karşılığına yer verilmesi gerekmektedir. Zira işletmeci sermayesini diğer alternatif kullanım yerlerinde kullandığı zaman elde edeceği getiriden vazgeçmiş olmaktadır. Bu sebeple tarımsal ürünlerin maliyeti hesaplanırken; tarım sektörü için verilen tarımsal kredilerin o döneme tekabül eden cari faiz karşılığı dikkate alınmaktadır. 2014 yılında Ziraat Bankası tarafından tarımsal ürünler için verilen kredinin yarısı %5,50 sermayenin faiz karşılığı olarak alınmıştır (Bilgiç ve ark., 1983; Anonim, 2015).

BULGULAR ve TARTIŞMA

85 işletme ile yapılan anketlerin değerlendirilmesi sonucunda en az 20 en çok 260 olmak üzere her işletmede ortalama 66.76 adet kovan bulunduğu belirlenmiştir. Bal üretim maliyeti ve bal miktarı hesaplanırken her

işletmede bulunan ortalama kovan sayısı dikkate alınmış ve ortalamalar üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Iğdır İl'inde bal üretiminde kullanılan girdi miktarları, değişir ve sabit masraf kalemleri, bu masrafların dağılımları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Bal Üretim Maliyeti

Maliyet Unsurları	Miktar	Birim Fiyat ((TL	Toplam Masraf ((TL	%
DEĞİŞKEN MASRAFLAR				
(Ana Arı Alımı (adet	6.74	31.62	226.29	4.82
(Şeker (kg	250.00	2.88	722.21	15.39
(Arı Keki (adet	36.45	5.09	196.24	4.18
(İlaç (gr	13.00	13.11	179.47	3.82
(Bal Kabı (adet	264.53	1.28	301.20	6.42
(Temel Petek (kg	50.55	19.01	981.46	20.91
(Çerçeve (adet	647.53	1.03	664.59	14.16
(Tel (kg	1.49	18.29	30.59	0.65
Geçici İşçilik Masrafları	6.47	50.93	344.06	7.33
(Konaklama Kirası (gün	64.29	5.33	330.12	7.03
Bakım-Onarım	-	-	272.35	5.80
Ürün Satış ve Taşıma Masrafları	-	-	444.61	9.47
(Değişken Masraflar Toplamı (A			693.19 4	36.89
SABİT MASRAFLAR				
(Genel İdare Giderleri(A*0.03			140.80	1.75
(Aile İş Gücü Karşılığı (gün	118	50	254.13 6	77.90
(Sigorta (adet	-	-	144.94	1.81
(Arı Sermayesi Faizi (TL/kovan	66.91	306.29	101.70 1	13.72
Alet-Makine Amortismanı			148.94	1.86
Alet-Makine Sermaye Faizi			40.54	0.50
Bekçi Masrafları	62.35	22.08	97.65 1	2.46
(Sabit Masraflar Toplam (B			028.70 8	63.11
(Üretim Masrafları Toplamı(C=A+B			721.89 12	100

Çizelge 2'de görüldüğü gibi bal üretim maliyetlerinin %63.11'ini (8 028.70 TL) sabit masraflar oluştururken %36.89'unu ise değişir masraflar oluşturmaktadır. Sabit masraflar içerisinde en fazla payı %77.90 ile (6 254.13 TL) aile işgücü masrafları alırken değişir masraflar içerisinde en fazla payı %20 ,91 ile (981.46 TL) temel petek almış, bunu %15.39 (722.21 TL) şeker masrafları ve %14.16 (664.59

TL) çerçeve masrafları izlemektedir. Marinkoviç and Nedec, (2010) küçük arıcılık işletmelerinde bal üretiminde değişken masrafların %49.65-%64.15 arasında işçilik masraflarından oluştuğunu, arıcılığın kârlı bir faaliyet olmasına karşın işçilik masraflarının azaltılması gerektiğini ve bal ile beraber daha kârlı olan polen gibi diğer arı ürünlerinin de üretilmeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Arıcılığın ekonomik analizi

ve bal üretim maliyetleri ile ilgili yapılan çalışmalarda değişen masrafların toplam masraflar içerisindeki payları %70.00 Michael (2008), %69.37 Onyekuru et

al. (2010), %38.59 Mbah (2012), %10.57 Folayan and Bifarin (2013), %51.39 Okpokiri (2015), %69.1'i Baba et al. (2014) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. Bal Üretim Net Kârı

(C=(A+B	Üretim Masrafları Toplamı	TL 12721.89	
D	İşletmenin yan ürün geliri	balmumu+polen +arı sütü	TL 289.38
E	Toplam bal miktarı	Süzme bal: 444.12 kg + Petekli bal: 157.82 kg	kg 601.94
C-D/E	kg bal üretim maliyeti 1	601.94/(721-289.38 12)	TL 20.65
kg süzme bal satış fiyatı= 41.41 TL 1		kg petekli bal satış fiyatı = 40.91 TL 1	
= kg süzme bal satış net kârı 1 TL 20.76= 41.41-20.65		= kg petekli bal satış net kârı 1 TL 20.26= 40.91-20.65	
İşletme başına ortalama bal üretim değeri			
Süzme bal:444.12 kg, Birim fiyat= 41.41 TL		Süzme bal değeri=18 579.41 TL	
Petekli bal:157.82 kg Birim fiyat= 40.91 TL		Süzme bal değeri=6 449.41	
Toplam bal değeri= 25 028.82 TL			
Süzme bal miktarı x 1 kg süzme bal net kârı		x 20.76=9 219.93 444.12	
Petekli bal miktarı x 1 kg petekli bal net kârı		x 20.26=3 197.43 157.82	
İşletme başına bal üretiminden elde edilen ortalama net kâr: 12 417.36 TL			

Her işletmede ortalama 66.76 adet kovan bulunmakta olup ortalama 601.94 kg bal elde edilmekte ve ortalama kovan başına bal verimi 9.78 kg olmaktadır.

İşletmeler ortalama olarak 18 579.41 TL değerinde 444.12 kg süzme bal ve 6 449.41 TL değerinde 157.82 kg petekli bal olmak üzere toplamda 25 028.82 TL değerinde 601.94 kg bal elde etmişlerdir. Üretilen 1 kg süzme balın satış fiyatı 41.41 TL, maliyeti 20.65 TL olup net kârı 20.76 TL ve 1 kg petekli balın satış fiyatı 40.91 TL, maliyeti 20.65 TL olup net kârı 20.26 TL bulunmuş olup her işletme ortalama olarak süzme bal üretiminden 9 219.93 TL, petekli bal üretiminden 3197.43 TL ve toplam bal üretiminden 12417.36 TL net kâr elde etmişlerdir (Çizelge 3).

Ayrıca üreticiler kovan başına 10 TL devlet desteği aldıklarından $67 \times 10 = 670$ TL, üreticilerin bal üretiminden elde ettikleri gelir toplam bal değeri + teşvikler:

$$25\ 028.82 + 670 = 25\ 752.82 \text{ TL dir.}$$

Arıcılık faaliyetinde işletmelerin net kârları ile ilgili yapılan çalışmalarda işletme başına ortalama olarak Folayan and Bifarin (2013) 295.76 \$, belirlerken Onyekuru et al., (2010) 456.80 \$, Mbah (2012) 760.90 \$, Okpokiri et al., (2015) 237,07 \$ ve Baba et al., (2014) 111.54 \$ net kâr elde edildiğini bildirmişlerdir. Arıcılık faaliyetinin kârlılığı ile ilgili olarak Makri et al., (2015) Yunan arıcılık işletmelerinde etkinlik ve ekonomik analiz yapmış, arıcılığın bazı yetersizliklere rağmen karlı bir faaliyet olduğunu belirtmiş teknolojiye uyum ile kısa dönemde girdi maliyetinin %34 ve uzun dönemde %43 azaltılması ile aynı miktar balın elde edilebileceğini belirtmişlerdir. Masuku (2013) arıcılık işletmelerinin sosyoekonomik analizini yapmış, koloni büyüklüğünün %1 artırılması ile bal üretiminin %0.57 artacağını ifade etmiştir. Vural ve Karaman (2010) eski tip kovan sayısının %1 artırılmasının bal verimini %0.29 azalttığını, yeni tip kovan sayısının %1 arttırılmasının bal verimini 0.47 arttırdığını belirtmişlerdir.

SONUÇ

2015 yılında Iğdır İl'i arıcılık işletmelerinde yürütülen bu çalışma ile bal üretiminde girdi kullanım düzeyleri ile birim maliyet hesaplanarak arıcılık faaliyeti yapan işletmelerin 1 kg baldan ve işletme başına bal üretiminden elde edilen ortalama net kârları belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre üretim masraflarının %63.11'ini sabit masraflar ve bununla %77.90'ını aile işgücü ücret karşılıklar oluşturmaktadır. Bal üretim maliyetlerinin düşürülmesi için işgücü masraflarının azaltılması gerekmektedir. Arıcılık işletmeleri 1 kg bal satışından ortalama 20.51 TL (20.76+20.26/2) net kâr elde ederken, ortalama olarak 25 028.82 TL değerinde 601.94 kg bal üretmiş olup bu faaliyetten 12 417.36 TL net kâr elde etmişlerdir. 9.023 kg olan kovan başına bal verimi olumsuz iklim şartlarının da etkisi ile düşük düzeyde gerçekleşmesine karşın arıcılık faaliyeti dönem sonu itibarı ile kârlı bir faaliyet olarak yürütülmüştür.

Arıcılık işletmelerinin daha fazla kâr elde etmeleri için kovan başına bal veriminin yükseltilmesi bunun için de yüksek verimli arı ırkları ile çalışılması gerekmektedir. Diğer taraftan verimin artırılması için bölgede faaliyet gösteren arıcılara arıcılıkla ilgili teknik eğitim seminerlerinin verilmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2015. Iğdır Ziraat Bankası Verileri, Iğdır.
- Baba MD, Dabai JS, Sanchi DI, Sabo AY, 2014. Profitability of traditional honey production in Zuru Emirate, Kebbi State, Nigeria. *World Rural Observations* 6(3):44-49.
- Bilgiç E, Kaya M, Ovayurt K, Sarıkatipoğlu S, 1983. Türkiye'de Üretilen Tarım Ürünlerinin Üretim Girdileri ve Maliyetleri Rehberi. T.C. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Toprak Su Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Yayınları No:40, Ankara.
- Çiçek A, Erkan O, 1996. Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklem Yöntemleri. Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 12, Ders Notları Serisi No:6, Tokat.
- FAO, 2014. Faostat. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QA/E> (06 Nisan, 2016)
- Folayan JA, Bifarin JO, 2013. Profitability analysis of honey production in Edo North Local Government Area of Edo State, Nigeria. *Journal of Agricultural Economics and Development* 2(2):060-064.
- Güneş T, Arıkan A, 1988. Tarım Ekonomisi İstatistiği, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No:1049, Ankara.

- Güneş T, Kırıl T, Bülbül M, Vural H, Tatlıdil H, 1990. Başlıca Tarım Ürünleri Araştırma Projesi. Ankara Üniv. TMO Alkasan Matbaası, Ankara.
- Klein AM, Vaissiere BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C, Tschamtker T, 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceeding of the Royal Society. B.* 274:303-313.
- Makri P, Papanagiotou P, Papanagiotou E, 2015. Efficiency and economic analysis of greek beekeeping farms. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21(3):479-484.
- Marinković S, Nedić N, 2010. Analysis of production and competitiveness on small beekeeping farms in selected districts of serbia. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce.* 3(4):1-5.
- Masuku MC, 2013. Socioeconomic analysis of beekeeping in Swaziland: A case study of the Manzini Region, Swaziland. *Journal of Development and Agricultural Economics.* 5(6):236-241.
- Mbah SI, 2012. Profitability of honey production enterprise in Umuahia Agricultural Zone of Abia State, Nigeria, *Int'l Journal of Agric. and Rural Dev.* 15(3):1268-1274.
- Michael OF, 2008. Costs and returns in modern beekeeping for honey production in Nigeria. *Pakistan Journal of Social Sciences.* 5(4):310-315.
- Okpokiri CI, Nwachukwu IN, Onwusiribe CN, 2015. Determinants and Profitability of honey production in Ikwuano local Government Area, Abia State, Nigeria. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development* 15(3):211-216.
- Onyekuru AN, Okorji EC, Machebe NS, 2010. Profitability analysis of honey production in Nsukka Local Government Area of Enugu State, Nigeria. *Asian J. Exp. Biol. Sci.*, 1(1):166-169.
- Ozcan MM, Juhaimi F, 2016. Honey as source of natural antioxidants. *Journal of Apicultural Research.* 54(3):145-154.
- Pohorecka K, Bober A, Skubida M, Zdańska D, Torój K, 2014. A Comparative study of environmental conditions, bee management and the epidemiological situation in apiaries varying in the level of colony losse. *Journal of Apicultural Science*, 58(2):107-132
- Topcu Y, Uzundumlu A S, Karadaş K, 2012. Erzurum ilinde şekerpancarı üretim maliyeti. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2):Ek.A, 41-50.
- TUİK, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu Hayvancılık İstatistikleri Veri Tabanı. <http://rapory.tuik.gov.tr/28-05-2016-18:23:04-5308992706803458231634381690.html?> (28 Mayıs, 2016)
- Vural H, Karaman S, 2010. Socio-economic analysis of beekeeping and the effects of beehive types on honey production. *African Journal of Agricultural Research*, 5(22):3003-3008.

Sakız Geveni (*Astragalus gummifer* L.)'nin Yıllık Besin İçeriğinde Meydana Gelen Değişimlerin Belirlenmesi*

Uygar DEMİR¹, Bilal KESKİN²

ÖZET: Bu araştırma, İğdir ekolojik koşullarında yetişen Sakız Geveni (*Astragalus gummifer* L.) çalısının yıllık besin içeriği değişimini belirlemek için yürütülmüştür. Bu amaçla bitkinin dormant olmadığı Nisan ile Ekim ayları arasında olmak üzere 7 (yedi) ay süresince sap + yaprak örnekleri alınmış ve yem örneklerinin HP (ham protein), NDF (neutral detergent fibre), ADF (acid detergent fibre), ADL (acid detergent lignin), KMS (kuru madde sindirilebilirliği), SE (sindirilebilir enerji), ME (metabolik enerji), KMT (kuru madde sindirilebilirliği), NYD (nispi yem değeri) ve KOO (kuru ot oranı) içerikleri aylar göre değişimleri saptanmıştır. Yapılan çalışmada bitkide gelişme döneminin ilerlemesiyle birlikte HP, KMS, SE, ME, KMT, NYD oranları azalmış, NDF, ADF ve ADL miktarları ise artmıştır. Bu sonuçlara göre HP, KMS, SE, ME, KMT, NYD oranları en yüksek gelişme döneminin başlangıcı olan Nisan ayında (sırasıyla % 16.04, % 58.63, 2.77 Mcal g⁻¹, 2.28 Mcal g⁻¹, % 2.29, 104.19), en düşük ise Ekim ayında (sırasıyla % 3.82, % 43.83, 2.14 Mcal g⁻¹, 1.76 Mcal g⁻¹, % 1.66, 55.04) belirlenmiştir. NDF, ADF ve ADL oranları ise en yüksek gelişme döneminin sonu olan Ekim ayında (sırasıyla % 74.47, % 57.84 ve % 9.96), en düşük değerlerde Nisan ayında (sırasıyla % 52.45, % 38.85, % 6.02) belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Besin içeriği, çalı, *Astragalus gummifer*

Determination of Changes Occurring Annual Nutritional Contents of Gum Tragacanth (*Astragalus gummifer* L.)

ABSTARCT: This research was conducted to determine the changes of annual nutritional content gum tragacanth (*Astragalus gummifer* L.) grown in Iğdir ecological conditions. In this research, Stem + leaf samples were collected during 7 (seven) month between April and October that plant isn't dormant in 2015 year. Changes as months of CP (Crude protein), NDF (Neutral Detergent Fiber), ADF (Acid Detergent Fiber) ADL (Acid Detergent Lignin), DMD (Dry matter digestibility), DE (Digestible energy), ME (Metabolizable energy), DMI (Dry matter intake), RFV (Relative feed value) and DM (Dry matter ratio) contents of gum tragacanth were determined. According to this results, the highest CP, DMD, DE, ME, DMI and RFV rates in April (16.04%, 58.63%, 2.77 Mcal g⁻¹, 2.28 Mcal g⁻¹, 2.29%, 104.19, respectively), and also the lowest rates in October (3.82%, 43.83%, 2.14 Mcal g⁻¹, 1.76 Mcal g⁻¹, 1.66%, 55.04 respectively) was determined. However, the highest NDF, ADF and ADL rates in October, (74.47%, 57.84% and 9.96%, respectively) the lowest value in April (52.45%, , 38.85%, 6.02%, respectively) were determined.

Keywords: Nutritional content, shrub, *Astragalus gummifer*

¹ Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ağrı İl Müdürlüğü, Tarla Bitkileri, Ağrı, Türkiye

² İğdir Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İğdir, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Bilal KESKİN, bilalkeskin66@yahoo.com

* Bu çalışma Uygar DEMİR'in Yüksek Lisans Tezinin bir bölümüdür.

GİRİŞ

Ülkemizde meraların otlatma mevsimlerinin dışında kontrolsüz ve aşırı kullanımları zamanla özelliklerinin kaybolmasına ve hatta meraların erozyona maruz kalmasına neden olmuştur. Ülkemizde mera alanlarının tarım arazilerine dönüştürülüp, yıllarca üretimde kullanıldıkları, yapıları gereği eğimli olan bu arazilerden yeteri kadar performans alınmayınca da terk edildikleri olmuştur. Ülkemizde ki vasıflarını kaybetmiş orta sınıf meralar için otlatmanın düzenlenmesi, gübreleme, tür sayısının artırılması, yabancı ot mücadelesi gibi destekleyici tedbirler her fırsatta dile getirilmektedir. Fakat çölleşmeye maruz kalmış, özellikle üst toprağını yitirmiş zayıf meralar için herhangi bir yöntem ortaya konulmamıştır.

Tarım alanlarında yetiştiriciliği yapılan yaygın yem bitkisi türleri (baklagil ve buğdaygiller) dışında yetiştiriciliği yapılan veya doğal vejetasyonlarda bulunan ve yem bitkisi olarak önem taşıyan bitkilere Alternatif Yem Bitkisi denilmektedir (Tan ve Temel, 2012). Bu bitkiler ekstrem iklim ve toprak şartlarına dayanıklılığı yüksek olup, pek çok kültür bitkilerinin gelişemediği alanlarda rahatça yetişip, besin içeriği ve enerji yönünden özellikle ruminantlar için yeterli miktarda mineral madde ve vitamin açısından zengin yem materyali üretebilmektedir (Ahmad et al., 2008; Ghazanfar et al., 2011; Oktay ve Temel, 2015; Tan ve Temel 2012; Temel et al., 2015; Temel 2015). Doğal ortamlarda kendiliğinden yetiştiklerinden dolayı, hastalık, zararlı ve otlatmaya dayanıklılıkları da yüksektir. Bunun yanında çalı ve ağaç gibi türler özellikle herdem yeşil olanlar, yıl boyu yem materyali üreterek, ruminantların beslenmesinde önemli yem kaynağı durumundadırlar (Aganga and Tshwenyane 2003; Temel ve Tan 2011; Dökülgen ve Temel 2015; Temel ve Kır 2015; Tan ve Temel 2012).

Hayvancılığın geliştirilmesi ve yem açığının kapatılması için üretilen yemlerin miktar ve kalitelerinin artırılması gerekmektedir. Bunun için de geleneksel ürünler ve yöntemlerin yanı sıra alternatif yem bitkilerine de yönelmemiz gerekmektedir. Özellikle yem açığının kapatılması için doğada kendiliğinden gelişen ve hayvanlar tarafından istekle yenen çalı ve ağaçların önemi unutulmamalıdır. Çünkü çalı ve ağaç türleri sahip oldukları derin ve kuvvetli kök sistemleri sayesinde ortamdaki otsu türlerin kurumasıyla yeterli

miktarda yem materyalinin temin edilemediği ve besin maddesi düşüşünün yaşandığı dönemlerde, yeşilliklerini devam ettirdiği ve hayvanların beslenmesinde önemli bir alternatif yem kaynağı sağlamaktadırlar (Aganga and Tshwenyane, 2003). Bu anlamda farklı sebeplerden dolayı terk edilmiş (ekstrem iklim, toprak koşulları ve bilinçsiz kullanım v.b.) mera alanlarında yer alan Geven bitkisi ayrı bir önem arz etmektedir. Kurak iklim özelliğine sahip Iğdır coğrafyasında doğal olarak yetişen sakız geveni, otsu türlerin kuruduğu, yeter miktar ve kalitede yem materyalinin temin edilemediği özellikle yaz aylarında hayvanlara yem kaynağı sağlama potansiyeli yüksek olabilir. Bölgede Sakız geveni bitkisinin özellikle küçükbaş hayvanlar tarafından yoğun bir şekilde otlatıldığı görülmüştür. Ayrıca rüzgâr erozyon sahasında yetişen bu türün bölgedeki rüzgâr erozyonunun önlenmesinde önemli bir rol oynayabileceği söylenebilir. Yine bu bitkiler köylüler tarafından sökülerek, yakacak olarak da kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, Sakız geveni'nin sürgün + yaprak örnekleri 7 ay süresince alınmış ve alınan yem örneklerin HP, NDF, ADF, ADL, KMS, SE, ME, KMT, NYD ve KOO gibi besin içeriklerinin aylara göre değişimleri belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma Tesadüf Blokları Deneme Deseni' ne göre üç tekerrürlü olarak 2015 yılında ekstrem iklim ve toprak şartlarının hakim olduğu Iğdır ili Aralık ilçe sınırları içerisinde kalan rüzgâr erozyon sahasında yürütülmüştür. Iğdır Ovası ve çevresi Türkiye ve Doğu Anadolu ölçüsünde kendine özgü iklim özellikleriyle mikro klima alanı içine girmektedir. Uzun yıllar ortalamasına göre Iğdır ilinin yıllık yağış miktarı (256.0 mm) düşük, nispi nem (% 51,6) düşük, sıcaklık derecesi ise ortalama 12.4 °C'dir. Bu verilere göre Iğdır ili Türkiye'nin en kurak yerleri arasında kalmaktadır (Anonim, 2015).

Iğdır İlinin 2015 iklim verileri incelendiğinde yıllık yağış toplamının 302.4 mm, en düşük sıcaklığın -9.8 °C ile Ocak ayında kaydedildiği ve en yüksek sıcaklığın ise 41.4 °C ile Ağustos ayında kaydedildiği görülmektedir. Ortalama sıcaklık 16.8 °C ve ortalama nispi nem değeri ise % 53.1' dür. Araştırmanın yürütüldüğü yıldaki iklim

verileri dikkate alındığında uzun yıllar ortalamasına göre daha ılıman bir sezon olmuştur (Anonim, 2015a)

Bitkinin besin içeriğini belirlemek için Nisan ayı sonundan Ekim ayı sonuna kadar 7 ay süreyle bitkinin sap uç kısımlarındaki yaklaşık 3-5 cm'lik sürgün + yaprak kısımları hayvanların otlama alışkanlıkları taklit edilerek bitki örnekleri alınmıştır. Her bir tekerrürde (blokta) rastgele seçilmiş 5 Sakız Geveni çalı kümesi ve toplamda ise 3 tekerrürde 15 çalı öbeği yer almıştır. Her bir tekerrür için (toplam 5 çalı öbeğinden) toplamda yaklaşık 1.5 kg örnek materyaller alınmıştır. Örnek materyaller elle toplanıp kese kâğıtların içerisine konulmuştur. Araziden alınan numuneler ilk olarak açık havada ve daha sonra da 70° C'ye ayarlı kurutma fırınında 24 saat süreyle kurutulup, öğütülmüştür. Öğütülmüş olan bitki örneklerinden HP (ham protein oranı) AOAC, (1990)'ın belirttiği esaslara göre Mikro Kjeldahl metoduna kullanılarak, NDF (neutral detergent fibre), ADF (acid detergent fibre), ADL (acid detergent lignin) oranları Van Soest et al., (1991) tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak, KMS (kuru madde sindirilebilirliği) oranı Oddy et al., (1983) tarafından geliştirilen formül $[88,9 - (0,779 \times \text{ADF})]$ kullanılarak, SE (sindirilebilir enerji) Fonnesbeck et al., (1984) tarafından geliştirilen formül $[0,27 + 0,0428 \times (\text{KMS})]$ kullanılarak, ME (metabolik enerji) Khalil

et al., (1986) tarafından geliştirilen formül $[0,821 \times \text{SE}]$ kullanılarak, KMT (kuru madde tüketim) oranı NDF analiz sonucu kullanılarak Sheaffer et al., (1995) tarafından belirtilen formül $[120 / \text{NDF}]$ kullanılarak, NYD (nispi yem değeri) Sheaffer et al., (1995) tarafından belirtilen formül $[\text{KMS} \times \text{KMT} / 1,29]$ kullanılarak hesaplanmıştır. KOO ise bitki örnekleri bir miktar açık havada kurutulduktan sonra 70 °C'ye ayarlı kurutma fırınına konulmuştur. Ot örneklerinin etüvde ağırlıkları sabitleşinceye kadar bekletilmiş ve tartılmıştır. Kurutulan ot örnekleri arazide alınan yaş ot örneklerine oranlanıp ve kuru ot oranları belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Sakız Geveni çalısının farklı gelişme dönemlerinde alınan örnek materyallerinin HP, NDF, ADF, ADL, KMS, SE, ME, KMT, NYD ve KOO değerleri Çizelge 1'de yer almaktadır. Çizelge 1 incelendiğinde, Sakız Geveni çalısının aktif olarak geliştiği 7 aylık (210 günlük) dönem boyunca sahip olduğu ortalama HP, NDF, ADF, ADL, KMS, SE, ME, KMT, NYD ve KOO oranları sırasıyla % 8.23, % 63.45, % 47.62, % 8.93, % 51.79, 2.48 Mcal kg⁻¹, 2.04 Mcal kg⁻¹, % 1.91, 77.37, % 59.85 olarak bulunmuştur.

Çizelge 1. Farklı gelişme dönemlerinde hasat edilen sakız geveni çalısının besin içeriği.

Aylar	HP (%)	NDF (%)	ADF (%)	ADL (%)	KMS (%)	SE (Mcal kg ⁻¹)	ME (Mcal kg ⁻¹)	KMT (%)	NYD	KOO (%)
Nisan	16.04a	52.45d	38.85d	6.02d	58.63a	2.77a	2.28a	2.29a	104.19a	34.33d
Mayıs	12.06b	60.65c	44.06c	9.72abc	54.57b	2.60b	2.13b	1.98b	83.76b	48.00c
Haziran	7.56c	65.95b	48.93b	9.83abc	50.78c	2.44c	2.00c	1.82c	71.82c	61.00b
Temmuz	6.91cd	63.90bc	49.05b	10.63a	50.68c	2.43c	2.00c	1.88bc	73.86c	73.33a
Ağustos	5.83de	62.48bc	46.58bc	7.99c	52.61bc	2.52bc	2.07bc	1.92bc	78.32bc	72.66a
Eylül	5.36e	64.29bc	48.08b	8.41bc	51.44c	2.47c	2.02c	1.87bc	74.64c	69.00a
Ekim	3.82f	74.47a	57.84a	9.96ab	43.83d	2.14d	1.76d	1.61d	55.04d	60.66b
Ort.	8.23	63.45	47.62	8.93	51.79	2.48	2.04	1.91	77.37	59.85
F Değerleri	82.47**	17.82**	40.71**	8.03**	40.71**	40.71**	40.71**	20.50**	31.86**	83.86**

** işaretli F değerleri % 1 ihtimal sınırlarında çok önemlidir. Aynı harflerle gösterilen değerler arasında fark önemli değildir.

Bitki ile hücre duvarı gelişimi arasında sıkı bir bağ bulunmaktadır. NDF ve ADF gibi hücre duvarı

bileşikleri bitkiler olgunlaştıkça artmakta ve HP gibi protoplazma bileşikleri azalmaktadır. (Haddi et al.,

2003; Parissi et al., 2005). Bunlara ek olarak, sap oranı bitkilerin gelişme dönemlerinin ilerlemesiyle birlikte yaprak oranından fazla olmaktadır (Frost et al., 2008). Bu durumda sapların daha fazla selülozlu bileşikler içermesine yol açmaktadır (Buxton, 1996; Claessens et al., 2005).

Çalı ve ağaç türlerinin yapraklarının besin içerikleri gelişme dönemlerine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Farklı birçok ekolojik koşullarda yürütülen çalışmalarda da çalı ve ağaç türlerinde olgunlaşmayla beraber HP, KMS, KMT, SE, ME ve NYD içeriklerinin azaldığı, NDF, ADF ve ADL içeriklerinin ise arttığı belirlenmiştir (Tsiouvaras and Nastis, 1990; Papachristou and Papanastasis, 1994; Tolunay et al., 2009; Ataşoğlu ve ark., 2010; Kamalak et al., 2010; Parlak et al., 2011; Oktay ve Temel, 2015; Dökülgen ve Temel, 2015; Temel, 2015).

Yapılan çalışmada Sakız Geveni çalısının aylara göre gelişme dönemleri incelendiğinde ilkbahar dönemlerinde HP, KMS, SE, ME, KMT, NYD içeriklerinin yüksek, NDF, ADF ve ADL oranlarının ise düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Olgunlaşmayla birlikte arzu edilen kalite özelliklerinin düştüğü, istenmeyen besin değerlerinin arttığı görülmüştür.

Odunsu türlerdeki ham protein içeriği otsu türlere göre daha düşük bunun yanında lif ve kül içerikleri ise daha yüksektir. Konu ile ilgili olarak yapılan çalışmaların tümünde protein içeriklerinin ilkbahar dönemlerinde yüksek olduğu, yaz dönemlerinde ve ileriki olgunlaşma dönemlerinde ham protein oranında azalmalar olduğu belirtilmiştir (Gonzalez - Andres ve Ceresuela, 1998; Papachristou et al., 2005; Kaplan ve ark., 2014; Oktay ve Temel, 2015; Dökülgen ve Temel, 2015; Temel, 2015).

Çeşitli çalı türleri üzerine Parlak ve ark, 2011 tarafından yürütülen bir çalışmada HP 90.6 - 114.6 g kg⁻¹, NDF 474.8 - 581.1 g kg⁻¹, ADF 313.7 - 445.2 g kg⁻¹, ADL 176.3 - 199.9 g kg⁻¹, KMS % 50.56 - 62.54 ve ME değerlerini 2.00 - 2.48 Mcal kg⁻¹ arasında belirlemiştir. Diğer birçok farklı çalı türlerine ait çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Karabulut ve ark, 2006; Temel ve Tan, 2011; Parlak ve ark, 2011).

SONUÇ

Geviş getiren hayvanlarda tüketilen otun protein düzeylerinin en az % 10.60 olması gerekmektedir (NRC, 2007). Ayrıca geviş getiren hayvanların günlük tükettikleri otun NDF içeriğinin % 45.8, ADF içeriğinin % 25 ve ADL içeriğinin de % 10 dan fazla olması istenmemektedir (NRC, 2007). Dolayısıyla HP, NDF, ADF ve ADL oranları Sakız Geveni çalısında sırası ile % 8.23, % 63.45, % 47.62 ve % 8.93 olarak bulunmuştur. Sakız Geveni çalısı 7 ay boyunca sınır değerlerin üzerinde NDF, ADF ihtiva etmiştir. ADL oranının ise 7 ay boyunca % 10'u geçmediği görülmüştür. 7 aylık gözlemler sonucunda ham protein oranının ise bazı aylarda istenilen değerlerde bazı aylarda ise normal değer altında olduğu görülmüştür. Odunsu türleri en iyi keçilerin değerlendirdiği ve keçilerle otlama yapıldığında, genel olarak çalı türlerinin besleme değerleri yeterli olmakta, fakat kış dönemindeki protein açığını gidermek için ek yemleme yapılmalıdır (Alatürk ve ark, 2014). Elde edilen bu oranlar Sakız Geveni çalısının da kışın ek bir yemlemeyle küçükbaş hayvan beslenmesinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca Sakız Geveni çalısının yeşilliğini uzun bir süre korumasından dolayı, aşırı iklim ve toprak şartlarının yaşandığı bu ve benzeri ekolojilerde ortamda otlanacak yem materyalinin kalmadığı, özellikle yaz ve sonbahar dönemlerinde otlayan hayvanlar için iyi bir alternatif yem kaynağı teşkil ettiği ortaya konulmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, 2016-FBE-L02 nolu proje olarak Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiş olup katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Aganga A.A, Tshwenyane S.O, 2003. Feeding Values and Anti Nutritive Factors of Forage Treelegumes. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2(3):170-177
- Ahmad, K., Ashraf M, Khan Z, Valeem E.E, 2008. Evaluation of Macro-Mineral Concentrations of Forages in Relation to ruminant's Requirements: A Case study in Soonevalley, Punjab, Pakistan. *Pak. J. Bot.*, 40: 295-299.
- Alatürk F, Alpars T, Gökkuş A, Çoşkun E, Akbağ H, 2014. Bazı Çalı Türlerinin Besin Maddesi İçeriklerinin Mevsimsel Değişimi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2(1):133-141.
- Anonim, 2015. Iğdırın Coğrafi Özellikleri Iğdırın İklimi ve Bitki Örtüsü, <http://www.turksitesi.net/cogrfyasi-bitki-ortusu/igdirin-cogrfasi-ozellikleri.html> (16.03.2016).

- Anonim, 2015a. İçdir Meteoroloji İl Müdürlüğü Verileri.
- AOAC, 1990. Association of Official Analytical Chemists, 15th edn. Washington, D.C., 66-88 pp.
- Ataşoğlu C, Şahin S, Canbolat Ö, Baytekin H, 2010. The effect of harvest stage on the potential nutritive value of kermes oak (*Quercus coccifera*) leaves. *Livestock Research for Rural Development* 22 (2), Article 36.
- Buxton DR, (1996). Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 59: 37-49.
- Claessens A, Michaund R, Belanger G, Mather DE, 2005. Leaf and stem characteristics of timothy plants divergently selected for the ratio of lignin to cellulose. *Crop Sci.*, 45: 2425-2429.
- Dökülgen H, Temel S, 2015. Yapağını Döken Karaçalı (*Palirus spina-christi* Mill.) Türünde Yaprak ve Yaprak + Sürgünlerinin Mevsimsel Besin İçeriği Değişimi İçdir Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. 5(3): 57-65.
- Fonnesbeck PV, Clark DH, Garret WN, Speth CF, 1984. Predicting energy utilization from alfalfa hay from the Western Region. *Proc. Am. Anim. Sci. (Western Section)* 35: 305-308.
- Frost, RA, Wilson LM, Launchbaugh KL, Hovde EM, 2008. Seasonal change in forage value of rangeland weeds in Northern Idaho. *Invasive Plant Science and Management*, 1(4): 343-351.
- Ghazanfar S, Latif A, Mirza IH, Nadeem MA, 2011. Macro-Minerals Concentrations of Major Fodder Tree Leaves and Shrubs of District Chakwal, Pakistan. *Pakistan Journal of Nutrition* 10 (5): 480-484.
- Gonzalez-Andres F, Ceresuela JL, 1998. Chemical composition of some Iberian Mediterranean leguminous shrubs potentially useful for forage in seasonally dry areas. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 41:139-147.
- Haddi ML, Filacorda S, Meniai K, Rollin F, Susmel P, 2003. In vitro fermentation kinetics of some halophyte shrubs sampled at three stages of maturity. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 104: 215-225.
- Kamalak A, Canbolat O, Atalay Aİ, Kaplan M, 2010. Determination of Potential Nutritive Value of Young, Old and Senescent Leaves of *Arbutus undruchne* Tree J. *Appl. Anim. Res.* 37 : 257-260
- Kaplan M., Kamalak A., Özkan Ç.Ö., Atalay A.İ., 2014 Vejetasyon Döneminin Yabani Korunga Otonun Potansiyel Besleme Değerine, Metan Üretimine ve Kondense Tanen İçeriğine Etkisi Harran Üniv Vet Fak Derg, 3(1) 1-5
- Karabulut A, Canbolat O, Özkan CO, Kamalak A, 2006. Potential nutritive value of some Mediterranean shrub and tree leaves as emergency food for sheep in winter. *Livestock Research for Rural Development*. 18(6).
- Khalil JK, Sawaya WN, Hyder SZ, 1986. Nutrient composition of *Atriplex* leaves grown in Saudi Arabia. *J. Range Manage.* 39: 104-107.
- 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.
- Oddy VH, Robards GE, Low SG, 1983. Prediction of in vivo dry matter digestibility from the fiber nitrogen content of a feed. In: Robards, G.E., Packham, R.G. (Eds.), *Feed Information and Animal Production*. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK, pp. 395-398.
- Oktay G, Temel S, (2015). Ebu Cehil (*Calligonum polygonoides* L. ssp. *comosum* (L'Her.) Çalısının Yıllık Yem Değerinin Belirlenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 32(1), 30-36
- Parissi ZM, Papachristou TG, Nastis AS, 2005. Effect of drying method on estimated nutritive value of browse species using an in vitro gas production technique. *Animal Feed Science and Technology*, 123-124(1): 119-128.
- Parlak AO, Gokkus A, Hakyemez BH, Baytekin H, 2011. Forage Yield and Quality of Kermes Oak and Herbaceous Species Throughout a Year in Mediterraneanzone of Western Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(1):510-515
- Papachristou TG, Papanastasis VP, (1994). Forage value of Mediterranean deciduous woody fodder species and its implication to management of silvo-pastoral systems for goats. *Agroforestry Systems*, 27: 269-282.
- Papachristou TG, Platis PD, Nastis AS, 2005. Foraging behaviour of cattle and goats in oak forest stands of varying coppicing age in Northern Greece. *Small Ruminant Research*, 59: 181-189.
- 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 İmprovemnt Conference, Minneapolis.
- Tan M, Temel S, 2012. Alternatif Yem Bitkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları No: 246,195-207, Erzurum.
- Temel S, 2015. Vejetatif ve Tohum Olgunlaşırma Döneminde *Salsola tragus* L. ve *Noaea mucronata* (Forssk.) Asch.& Schweinf.'nin Yem Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi* (UTYHBD), 2015, 1(1): 23 - 30
- Temel S, Kır A, 2015. Bazı Çalı ve Ağaç Türlerinin Mevsimsel Dönem ve Hayvan Gruplarına Göre Otlamada Tercih Durumlarının Belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi* (UTYHBD), 2015, 1(1): 31 – 39.
- Temel S, Sürmen M, Tan M, 2015. 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, Tan M, 2011. Fodder Values of Shrub Species in Maquis in Different Altitude sand Slope Aspects. *The Journal of Animal and Plant Sciences* (The JAPS). 21(3), 508-512.
- Tolunay A, Adiyaman E, Akyol A, Ince D, 2009. Herbage growth and fodder yield characteristics of kermes oak (*Quercus coccifera* L.) in a vegetation period. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(2): 290-294.
- Tsiouvaras CN, Nastis A, 1990. Browse production and nutritive value of some fodder shrubs and trees in a semi-arid environment in Greece. In: Proc. FAO Subnetwork on Mediterranean Pastures. 6th Meeting, Bari Italy, 169-172 pp.
- Van Soest PJ, Robertson JD, 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.

Sakız Geveni (*Astragalus gummifer* L.)'nin Taç İçi/Taç Dışı ve Farklı Toprak Derinliklerindeki Bazı Toprak Özellikleri*

Uygar DEMİR¹, Bilal KESKİN²

ÖZET: Bu araştırma, Iğdır ekolojik koşullarında yetişen Sakız Geveni (*Astragalus gummifer* L.) çalışının taç içi/dışı ve farklı toprak derinliklerindeki organik madde (OM), kireç, EC, pH, N, P, K, Ca, Mg ve Na içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırma bölünmüş parseller denenme desenine göre 3 (üç) tekerrürlü olarak 2015 yılında kurulmuştur. Sakız geveni çalışının taç içi kısımlarındaki toprakların fosfor, potasyum, magnezyum ve sodyum içerikleri daha yüksek bulunmuştur. Toprağın kireç, potasyum, magnezyum ve sodyum içerikleri toprak derinliklerine bağlı olarak farklılık göstermiştir. Toprağın potasyum içeriğinin 0-20 cm toprak derinliğinde, kireç ve magnezyum içeriklerinin 0-20 cm ve 20-40 cm toprak derinliğinde ve sodyum içeriğinin ise 0-20 cm ve 40-60 cm toprak derinliğinde daha yüksek elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sakız geveni, çalı, toprak özellikleri

Some Soil Properties in Inside/Outside of Canopy and Different Soil Depth of Gum Tragacanth (*Astragalus gummifer* L.)

ABSTRACT: This research was carried out to determine organic matter (OM), lime, EC, pH, N, P, K, Ca, Mg and Na content inside and outside of canopy and in different soil depths of gum tragacanth (*Astragalus gummifer* L.) spontaneously grown in Iğdir ecological conditions. The research was established according to split plot experiment design with 3 (three) replications in 2015. Phosphorus, potassium, magnesium and sodium contents of soils in canopy of gum tragacanth (*Astragalus gummifer* L.) were higher. Clay, lime, potassium, magnesium and sodium contents varied depending on the soil depth. The potassium content of the soil in the 0-20 cm soil depth, lime and magnesium content in the 0-20 cm and 20-40 cm soil depth and sodium content in 0-20 cm and 40-60 cm soil depth was higher.

Keywords: *Astragalus gummifer*, shrub, soil characteristic

¹ Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ağrı İl Müdürlüğü, Tarla Bitkileri, Ağrı, Türkiye

² Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Iğdır, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Bilal KESKİN, bilalkeskin66@yahoo.com

* Bu çalışma Uygar DEMİR'in Yüksek Lisans Tezinin bir bölümüdür.

GİRİŞ

Ülkemizde meraların otlatma mevsimlerinin dışında kontrolsüz ve aşırı kullanımları zamanla özelliklerinin kaybolmasına ve hatta meraların erozyona maruz kalmasına neden olmuştur. Ülkemizde mera alanlarının tarım arazilerine dönüştürülüp, yıllarca üretimde kullanıldıklarını da görmekteyiz. Yapıları gereği eğimli olan bu arazilerden yeteri kadar performans alınmayınca da terk edildikleri olmuştur (Balabanlı ve ark., 2005; Doğan, 1995). Ülkemizdeki vasıflarını kaybetmiş orta sınıf meralar için otlatmanın düzenlenmesi, gübreleme, çeşit artırılması, yabancı ot mücadelesi gibi destekleyici tedbirler her fırsatta dile getirilmektedir. Fakat çölleşmeye maruz kalmış, özellikle üst toprağını yitirmiş zayıf meralar için herhangi bir yöntem ortaya konulmamıştır. Bu tip meralar için dünyada en çok uygulanan yöntem çalı türlerinin kullanımınıdır.

Keçilerin en iyi şekilde değerlendirdiği türler odunsu türlerdir (Temel ve Kır, 2015) ve otlatmanın keçilerle yapılması durumunda, çalı türlerinin beslenme değeri genel olarak yeterli olmakta, sadece kış dönemindeki protein açığını kapatmak için yeterli derecede ek yem verilmesi gerekmektedir. Ayrıca çalılar otsu türlerin kurduğu dönemlerde otlayan hayvanlar için her zaman yeşil yem imkânı sağlamaktadır (Temel ve Tan, 2011; Dökülgen ve Temel, 2015). Dolayısı ile çalılık alanların otlatma sistemlerine dâhil edilmesi durumunda hem otlatma süresi uzatılmış olunacak hem de kaba yem masrafları azaltıldığı için daha kârlı bir hayvancılık yapılmış olunacaktır (Alatürk ve ark., 2014).

Geven küresel ısınma ve çölleşmenin tehdidi altındaki dünyamızda muhafaza altına alınması gereken bir bitkidir. Ekonomik açıdan gevenin birçok kullanım alanı vardır. Geven eğimli alanlarda toprağı korur, biyoçeşitliliği sürdürür, arıcılıkta aromasından faydalanılır, bazı hastalıkların tedavisinde gevenden yararlanılır. Bunların yanı sıra eczacılıkta, boya ve dokuma sanayisinde önemli derecede kullanım alanına sahiptir (Kadioğlu ve ark., 2008).

Ekolojik risk faktörü gevenlerin biyolojik çeşitliliğini azaltan önemli unsurlardandır. Gevenlerin korunması için bu risk faktörünün ortadan kaldırılması

gerekmektedir. Küresel ısınmadan dolayı hayvan ve bitki yaşam alanlarının korunması ve topraklarımızın yerinde kalması için doğal bitki örtüsünün zarar görmemesi gerekmektedir. Gevenlerin bu konuda da önemli payları vardır (Kadioğlu ve ark., 2008).

Bazı geven türlerinin 4 ile 6 adedi bir katır yüküne eşit olup, toprakta da geniş yer kapladıklarından dolayı toprağı korumakta ve toprağın sürüklenmesini engellemektedir. Genellikle kurak ve ağaçsız alanlarda, 3-5 m derinliğe kadar inen geven köklerinin erozyon önleyici özellikleri de vardır (Kadioğlu ve ark., 2008; Kaçmaz, 2007).

Bölgede yapılan gözlemlerde küçükbaş hayvanlar Sakız Gevenini yoğun bir şekilde otlandıkları görülmüştür. Özellikle rüzgâr erozyon sahasında yetişen bu tür ayrıca, bölgedeki rüzgâr erozyonunun önlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Yine bu bitkiler köylüler tarafından sökülerek yakacak olarak da kullanılmaktadır.

Çalılar hayvanlar, ekolojik denge ve toprak verimliliğinin devamı açısından çok önemli bir yere sahiptir. Çalılar kökleri ve yaprakları vasıtası ile toprağı bol miktarda organik madde bırakırlar. Bunun yanında toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik dengelerini de düzeltirler (Parlak ve ark., 2012). Sakız Geveni çalısının da taç içi kısmındaki organik madde miktarı %0.22 ile taç dışına göre daha fazla çıkmıştır. Bunun yanında, çalıların kök kısımlarında açık alanlara göre daha fazla mikroorganizmanın olması da toprağın organik madde ve azotunu arttırmaktadır (Aguilera et al., 1999).

Parlak ve ark. (2012), Akdeniz iklim kuşağının makili alanlarında karaçalı, mazı meşesi, kermes meşesi, akçakesme, katran ardıcı çalıları üzerinde yaptıkları çalışmada taç içi toprak örneklerinde N, K, Ca, Mg ve Na miktarlarının fazla olduğunu belirlemişlerdir. Çalıların toprakların kimyasal ve fiziksel özelliklerini iyileştirdiği ve toprak verimliliğine önemli katkılar sağladığı söylenebilir.

Bu araştırma, Iğdır ekolojik koşullarında yetişen Sakız Geveni (*Astragalus gummifer* L.) çalısının taç içi ve taç dışındaki toprakların organik madde, kireç, EC, pH, N, P, K, Ca, Mg ve Na içeriklerin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma alanı, Türkiye'nin ikinci büyük rüzgâr erozyon sahası olan, aynı zamanda ekstrem iklim ve toprak şartlarının hakim olduğu Iğdır ili Aralık ilçe sınırları içerisinde kalan rüzgâr erozyon sahasında yürütülmüştür. Aralık ilçesi ortalama 825 m rakım kotunda, 30 km doğu batı, 4-5 km kuzey güney uzunluğunda ve toplam 13.542 hektarlık bir alan kaplamaktadır (Özdoğan, 1976). Erozyon sahasının arazi kullanım durumu incelendiğinde 6.842 ha (%50.5)'lık alan 2. sınıf mera ve 6.700 ha (%49.5)'lik alan ise fundalıktır (Sevim, 1999). Mevcut mera alanının %80.7 (5.524 ha)'sinde de taşlılık sorunu vardır.

Iğdır ili, İklim özelliği yönünden Doğu Anadolu Bölgesi'nden farklı bir yapı göstermektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuktur. Denemenin kurulduğu dönemde Aralık ilçesinde meteoroloji verilerinin alındığı bir istasyon bulunmadığından, mevcut çalışmada Iğdır İl merkezine ait iklim verileri kullanılmıştır. Farklı kurum ve kişilerden alınan bilgilere göre Aralık (deneme) bölgesinin Iğdır/Merkez'e göre daha sıcak ve yağış miktarının ise biraz daha düşük olduğu anlaşılmaktadır (Anonim, 2015).

Araştırma Bölünmüş Parseller deneme Deseni'ne göre üç tekerrürlü olarak 2015 yılında yürütülmüştür. Her bir tekerrürde (blokta) rastgele seçilmiş 5 Sakız Geveni çalı kümesi ve toplamda ise 3 tekerrürde 15 çalı öbeği yer almıştır. Sakız Geveni bitkisinin alındığı arazinin toprak özelliklerini incelemek için bitkinin taç kısmının içinde ve taç kısmının dışında 0-20 cm, 20-40 cm ve 40-60 cm olmak üzere 3 (üç) toprak derinliğinde toprak numuneleri alınmıştır. Alınan bu toprak örneklerinde organik madde, kireç, EC, pH, N, P, K, Ca, Mg ve Na miktarları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

Organik madde (OM)

Toprakların organik madde içerikleri Smith-Weldon tekniğiyle bulunmuştur (Nelson and Sommers, 1982).

Kireç (CaCO₃)

Toprakların kireç içerikleri Scheibler Kalsimetresi ile volümetrik olarak saptanmıştır (Nelson, 1982).

Elektriksel iletkenlik (EC dSm⁻¹)

Saturasyon macunlarından elde edilen ekstraksiyon süzüklerinde elektriki konduktivite aleti ile belirlenmiştir (Rhoades, 1982).

Toprak reaksiyonu (pH)

Toprak örneklerinin pH'ı 1;2.5 toprak su karışımında potansiyometrik olarak cam elektrotlu pH - metre ile bulunmuştur (Sağlam, 1994).

Azot (N)

Toprak numunelerinin azot içeriği salisilik asit+tuz karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikro kjeldahl metoduyla bulunmuştur (Bremner and Mulvaney, 1982).

Fosfor (P₂O₅)

Toprakların elverişli fosfor içerikleri asit florürde çözünebilir fosfor mavi renk yöntemiyle belirlenmiştir (Sağlam, 1994).

Değişebilir Katyonlar

Toprakların katyon değişim kapasiteleri, örneklerde sodyum asetatla (1 N, pH= 8.2) sodyum adsorbsiyonu sağladıktan sonra amonyum asetatla (1 N, pH=7.0) ekstrakstrakte edilen solüsyonlarda ICP-OES Inductively Couple Plasma spectrophotometry (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) ile okuması yapılarak saptanmıştır (Rhoades, 1982).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada, Iğdır ili Aralık İlçesi rüzgâr erozyon sahasında kendiliğinden yetişen Sakız Geveni çalısının taç içi/taç dışı ve farklı derinlikteki (0-20 cm, 20-40 cm ve 40-60 cm) toprakların organik madde, kireç, EC, pH, N, P, K, Ca, Mg ve Na içeriklerine etkileri belirlenmiştir. İncelenen parametrelere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1 incelendiğinde; Sakız geveni çalısını taç içi ve taç dışı kısımlarındaki toprakların organik madde içeriği, kireç içeriği, pH, EC, azot ve kalsiyum içerikleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Diğer taraftan taç içi ve taç dışındaki toprakların potasyum, magnezyum, sodyum içerikleri p<0.01 ihtimal seviyesinde çok önemli, elverişli fosfor içeriği ise p<0.05 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 1. İncelenen toprak özelliklerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	F Değerleri ve Önemlilik										
	SD	O.M	Kireç	EC	PH	N	P	K	Ca	Mg	Na
Tekerrür	2	0.22 ^{öd}	1.25 ^{öd}	0.09 ^{öd}	0.85 ^{öd}	0.22 ^{öd}	0.20 ^{öd}	0.91 ^{öd}	0.39 ^{öd}	0.09 ^{öd}	0.10 ^{öd}
Taç İçi/Dışı	1	2.15 ^{öd}	0.22 ^{öd}	0.53 ^{öd}	1.26 ^{öd}	2.15 ^{öd}	6.76*	275.05**	0.81 ^{öd}	28.37**	37.17**
Derinlik	2	2.52 ^{öd}	20.20**	0.37 ^{öd}	0.28 ^{öd}	2.52 ^{öd}	2.65 ^{öd}	23.30**	0.68 ^{öd}	12.40**	6.18*
İnteraksiyon	2	0.84 ^{öd}	1.48	1.09 ^{öd}	5.55*	0.84 ^{öd}	10.77**	22.64**	2.19 ^{öd}	6.26*	6.28*

** işaretli F değerleri %1 ihtimal sınırlarında çok önemli, * işaretli F değerleri %5 ihtimal sınırlarında önemli, öd ise önemsizdir.

Yapılan çalışmada Sakız geveni çalışının taç içi ve dışından alınan toprak örneklerinin organik madde, kireç, EC, pH, N, P, K, Ca, Mg ve Na içerikleri belirlenmiştir (Çizelge 2, 3, 4, 5). En yüksek fosfor, potasyum, magnezyum ve sodyum içerikleri sırasıyla 24.7 ppm, %0.45, %0.34, %0.49 ile taç içi kısmından alınan toprak örneklerinde tespit edilmiştir (Çizelge 3, 4, 5).

Çalı ve ağaçlar sahip oldukları kuvvetli kök yapıları ve toprak üzerinde oluşturdukları kanopiler sayesinde toprağın organik madde yönünden zenginleşmesini sağlamaktadırlar (Tan ve Temel, 2012). Hagos ve Smith (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, *Acacia mellifera* ssp. *detinens*'in taç izdüşümü alanındaki topraklarda azot, kalsiyum ve organik maddenin yüksek oranlarda olduğunu ve taç içi alandan açık alanlara doğru gidildikçe topraktaki besin durumunda farklılıkların olduğu bildirilmiştir. Belsky ve ark. (1989) tarafından yapılan araştırmada ağaçların bulunduğu alanlarda organik madde, P, K ve Ca içeriklerinin mera alanlarına göre daha yüksek olduğu ve bunun nedeninin ağaç diplerinin daha düşük toprak sıcaklığına sahip olması ve yüksek toprak verimliliğine sahip olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca çalı ve ağaç türlerinin bulunduğu alanlarda kuş ve memeli canlı türlerinin yoğunlukta bulunması da bu alanlardaki toprak verimliliğini etkilemektedir (Belsky et al., 1989).

Oktay ve Temel (2015) tarafından yapılan bir çalışmada Ebu cehil çalışının taç içi ve taç dışından alınan toprak örneklerinin özellikleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda araştırmacılar, Ebu Cehil çalışı taç içinde kalan toprakların EC, toplam azot, organik madde, potasyum, kalsiyum, magnezyum, sülfür, fosfor, kireç ve bikarbonatların miktarını önemli düzeyde artırdığını, ancak pH değerlerini ise düşürdüğünü ve buna ek olarak Ebu Cehil çalışının oluşturduğu kanopinin rüzgâr erozyon sahasında kalan toprakların fertilitelerini (verimliliğini) önemli oranda iyileştirdiği ifade etmişlerdir.

Parlak ve ark. (2012) karaçalı, mazı meşesi, kermes meşesi, akçakesme ve katran ardıcı çalılarının taç altındaki toprakların toplam azot (N), organik karbon (C), katyon değişim kapasitesi (KDK), alınabilir fosfor (P), değişebilir Ca, Mg, K ve Na miktarlarının açık alandan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çalılar ekolojik denge ve toprak verimliliğinin devamı açısından çok önemli bir yere sahiptir. Çalılar kökleri ve yaprakları vasıtası ile toprağa bol miktarda organik madde bırakırlar. Bunun yanında toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik dengelerini düzeltir (Parlak ve ark., 2012). Bunun yanında, çalılar kök kısımlarında açık alanlara göre daha fazla mikroorganizmanın olması toprağın organik madde ve azotunu arttırmaktadır (Aguilera et al., 1999).

Çizelge 2. Sakız geveni çalışının taç içi ve taç dışı farklı derinliklerinde alınan toprakların organik madde, kireç ve EC miktarındaki değişimler

Derinlik	Organik Madde (%)			Kireç (%)			EC (dS m ⁻¹)		
	Taç İçi	Taç Dışı	Ort.	Taç İçi	Taç Dışı	Ort.	Taç İçi	Taç Dışı	Ort.
0-20	0.20	0.20	0.20	11.6	12.6	12.1 a	1.74	1.65	1.69
20-40	0.22	0.17	0.19	13.8	12.4	13.1 a	1.57	1.88	1.72
40-60	0.17	0.14	0.15	7.34	6.39	6.86 b	1.79	1.83	1.83
Ort.	0.19	0.17		10.92	10.46		1.78	1.70	

Çizelge 3. Sakız geveni çalışının taç içi ve taç dışı farklı derinliklerinde alınan toprakların pH, N ve P miktarındaki değişimler

Derinlik	pH(1:2.5 ⁻¹)			Azot (%)			Fosfor (ppm)		
	Taç İçi	Taç Dışı	Ort.	Taç İçi	Taç Dışı	Ort.	Taç İçi	Taç Dışı	Ort.
0-20	7.67 bc	8.09 a	7.88	0.010	0.010	0.010	26.8 a	15.1 b	20.9
20-40	7.75 abc	8.06 ab	7.90	0.011	0.008	0.010	23.9 a	23.3 a	23.6
40-60	8.00 abc	7.62 c	7.83	0.009	0.007	0.008	23.3 a	25.5 a	24.4
Ort.	7.80	7.92		0.010	0.008		24.7 a	21.3 b	

Çizelge 4. Sakız geveni çalışının taç içi ve taç dışı farklı derinliklerinde alınan toprakların K, Ca ve Mg miktarındaki değişimler

Derinlik	Potasyum (%)			Kalsiyum (%)			Magnezyum (%)		
	Taç İçi	Taç Dışı	Ort.	Taç İçi	Taç Dışı	Ort.	Taç İçi	Taç Dışı	Ort.
0-20	0.59 a	0.17 d	0.38 a	4.91	4.05	4.48	0.38 a	0.25 b	0.32 a
20-40	0.46 b	0.14 d	0.30 b	4.47	3.81	4.14	0.41 a	0.27 b	0.34 a
40-60	0.30 c	0.16 d	0.23 c	3.72	4.37	4.04	0.24 b	0.24 b	0.24 b
Ort.	0.45 a	0.15 b		4.36	4.08		0.34 a	0.25 b	

Çizelge 5. Sakız geveni çalışının taç içi ve taç dışı farklı derinliklerinde alınan toprakların Na miktarındaki değişimler

Derinlik	Sodyum (%)		
	Taç İçi	Taç Dışı	Ort.
0-20	0.50a	0.35b	0.42 ab
20-40	0.39 b	0.34b	0.36 b
40-60	0.60a	0.34b	0.47 a
Ort.	0.49 a	0.34 b	

Farklı derinliklerde alınan toprakların Organik Madde, EC, pH, azot, fosfor ve kalsiyum miktarları arasında önemli bir fark görülmemiştir (Çizelge 1). Oysa farklı derinlikte alınan toprakların kireç, potasyum ve magnezyum içerikleri $p<0.01$ ihtimal seviyesinde çok önemli, sodyum içeriği ise $p<0.05$ ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Toprağın potasyum içeriğinin 0-20 cm toprak derinliğinde, kireç ve magnezyum içeriklerinin 0-20 cm ve 20-40 cm toprak derinliğinde ve sodyum içeriğinin ise 0-20 cm ve 40-60 cm toprak derinliğinde daha yüksek olduğu görülmüştür. İncelenen diğer toprak özelliklerinin ise toprak derinliğinden fazla oranda bir değişikliğe uğramadığı görülmüştür.

Oktay (2014), Ebu cehil bitkisinin yoğun olarak bulunduğu alanda yaptığı çalışmada; farklı derinliklerdeki toprakların bazı özelliklerini incelemiştir. Kireç, EC, fosfor, organik madde ve azot miktarının toprak derinliklerine bağlı olarak değişiklik gösterdiğini belirlemiştir. Kireç, fosfor, organik madde ve azot miktarının yüzey topraklarda (0-20 cm), EC değerinin ise derin topraklarda (40-60 cm) daha fazla olduğunu tespit etmiştir.

Toprakların taç içi/dışı x derinlik interaksiyonuna bakıldığında P ve K içeriklerinin $p<0.01$ ihtimal seviyesinde çok önemli, pH, Mg ve Na içeriklerinin $p<0.05$ ihtimal seviyesinde önemli olduğu görülmektedir. Toprağın organik madde, kireç, EC, azot ve kalsiyum miktarları arasında taç içi/dışı x derinlik interaksiyonu önemli olmamıştır.

Taç içi/dışı x derinlik interaksiyonu önemli olan pH, P, K, Mg ve Na içeriklerine ait interaksiyonu gruplandırmaları Çizelge 3, 4 ve 5’de verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde; yüzey topraklarda (0-20 cm) ve taç dışındaki topraklarda pH miktarının (8.09) daha fazla olduğu, en düşük pH’nın (7.62) ise taç dışında ve daha derin (40-60 cm) toprak kısımlarında olduğu görülmüştür. Taç içi kısımlarda derinlik arttıkça pH miktarı artarken, tam tersine taç dışı kısımlarda derinlik arttıkça pH miktarında azalma gözlemlenmiştir.

Yüzey topraklarda (0-20 cm) ve taç içindeki topraklarda fosfor miktarının (26.8 ppm) daha fazla olduğu, en düşük fosforun (15.1 ppm) ise taç dışında ve 0-20 cm toprak derinliğinde olduğu görülmüştür. Taç

İçi kısımlarda derinlik arttıkça fosfor miktarı düşerken, tam tersine taç dışı kısımlarda derinlik arttıkça fosfor miktarında artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Yüzey (0-20 cm) ve taç içindeki topraklarda potasyum miktarının (%0.59) daha fazla olduğu, en düşük potasyumun (%0.14) ise taç dışında ve orta derinlikteki (20-40 cm) topraklarda olduğu görülmüştür. Taç içi kısımlarında farklı derinliklerde alınan toprakların analizlerinde toprak derinliğinin artmasıyla potasyum içeriğinin azaldığı görülmüştür. Ancak taç dışı topraklarda derinliğe bağlı olarak potasyum içeriğinde önemli bir değişiklik olmamıştır (Çizelge 4).

Taç içinde ve 20-40 cm derinliğindeki toprakların magnezyum içeriğinin (%0.41) daha fazla olduğu, en düşük magnezyum içeriğinin (% 0.24) ise hem taç içi hem de taç dışında ve daha derin (40-60 cm) toprak kısımlarında olduğu görülmüştür. Taç içi kısımlarında farklı derinliklerde alınan toprakların analizlerinde toprak derinliğinin artmasıyla potasyum içeriğinin önce arttığı sonra azaldığı görülmüştür. Ancak taç dışı topraklarda derinliğe bağlı olarak potasyum içeriğinde çok fazla bir değişiklik olmamıştır (Çizelge 4).

Derin ve yüzey topraklarda (40-60 cm ve 0-20 cm) ve taç içindeki topraklarda sodyum miktarının sırasıyla (%0.60 ve %0.50) daha fazla olduğu, en düşük sodyumun (%0.34) ise taç dışında ve toprağın 20-40 cm ve 40-60 cm’lik kısımlarında olduğu görülmüştür. Taç dışı topraklarda toprak derinliğine bağlı olarak sodyum içeriğinde bir değişim olmamıştır (Çizelge 5).

SONUÇ

Iğdır ili Aralık ilçesi sınırları içerisinde kalan rüzgâr erozyonu bölgesinde yürütülen bu çalışmada sakız geveni (*Astragalus gummifer* L.) çalısı bazı toprak özelliklerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Sakız geveni çalısı toprağın fosfor, potasyum, magnezyum ve sodyum içeriklerine önemli derecede etki yaparken, incelenen diğer toprak özellikleri üzerine herhangi bir etkisi olmamıştır. Fosfor, potasyum, magnezyum ve sodyum içerikleri Sakız geveni çalısının yetiştiği taç içi kısımlarında daha fazla biriktiği görülmüştür. Diğer taraftan sakız geveni çalısının yetiştiği alanlarda farklı derinliklerinde alınan toprakların özellikleri de

incelenmiştir. Sakız geveni çalısı toprak derinliğine bağlı olarak sadece toprağın kireç, potasyum, magnezyum ve sodyum içeriklerini önemli ölçüde değiştirmiştir. Toprağın potasyum içeriğinin 0-20 cm toprak derinliğinde, kireç ve magnezyum içeriklerinin 0-20 cm ve 20-40 cm toprak derinliğinde ve sodyum içeriğinin ise 0-20 cm ve 40-60 cm toprak derinliğinde daha yüksek olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2015. Iğdır Meteoroloji İl Müdürlüğü, Iğdır.
- Aguilera LE, Gutierrez JL, Meserve PL, 1999. Variation in Soil Micro-Organisms and Nutrients Underneath and Outside The Canopy of *Adesmia bedwellii* (Papilionaceae) Shrubs in Arid Coastal Chile Following Drought and Above Average Rainfall. *Journal Arid Environ*, 42, 61-70.
- Alatürk F, Alpars T, Gökkuş A, Çoşkun E, Akbağ H, 2014. Bazı Çalı Türlerinin Besin Maddesi İçeriklerinin Mevsimsel Değişimi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1), 133-141.
- Balabanlı C, Türk M, Yüksel O, 2005. Erozyon ve Çayır Mera İlişkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(2):23-34.
- Belsky AJ, Amundson JG, Duxbury JM, Riha SJ, Ali AR, Mwonga SM, 1989. The effect of trees on their physical, chemical and biological environments in a semi-arid savanna in Kenya. *Journal of Applied Ecology*, 26(3): 1005-1024.
- Bremner JM, Mulvaney CS, 1982. Nitrogen Total. *Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc, Madison, Wisconsin USA Edition pp, 597- 622.*
- Doğan O, 1995. Türkiye' de Toprak Kaynakları, Sorunlar ve Çözümler. *Standart Çevre s. 73-79, Ankara.*
- Dökülgün H, Temel S, 2015. Yaprığını Döken Karaçalı (*Palirus spina-christi* Mill.) Türünde Yaprak ve Yaprak + Sürgünlerinin Mevsimsel Besin İçeriği Değişimi Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. 5(3): 57-65, 2015
- Hagos, MG, Smith GN, 2005. Soil enrichment by *Acacia mellifera* subsp. *Detinens* on nutrient poor sandy soil in a semi-arid southern African savanna. *Journal of Arid Environments*, 61, 47-59.
- Kaçmaz S, 2007. Kıymeti Bilinmeyen Bitki: Geven. *Ekoloji Magazin Dergisi* 13, 88- 89s.
- Kadioğlu B, Kadioğlu S, Turan Y, 2008. Gevenlerin (*Astragalus* sp.) Farklı Kullanım Alanları ve Önemi. *Alinteri Zirai Bilimler Dergisi* 14 (1) , 17-26.
- Nelson DW, Sommers LE, 1982. Total Carbon, Organic Carbon, Organic Matter, *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy No: 9 Part 2. Edition pp, 539-580.*
- Nelson RE, 1982. Carbonate and Gypsum. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 Edition pp, 181-199.*
- Oktay G, 2014. Iğdır Ekolojik Koşullarında Yetişen Ebu Cehil (*Calligonum polygonoides* L. ssp. *comosum* (L'her.)) Çalısının Yıllık Besin İçeriği Değişiminin ve Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Oktay G, Temel S, 2015. Ebu Cehil (*Calligonum polygonoides* L.ssp. *comosum* (L'Her.) Çalısının Yıllık Yem Değerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (1), 30-36.
- Özdoğan N, 1976. Rüzgâr Erozyonu ve Rüzgâr Erozyonu Sahalarında Alınacak Başlıca Tedbirler. *Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları*, 306, Ankara.
- Parlak M, Gökkuş A, Parlak AÖ, 2012. Çanakkale Meralarında Bazı Çalıların Toprak Özelliklerine Etkileri. *Toprak Su Dergisi*, 1 (2) , 88-98.
- Rhoades JD, 1982. *Soluble Salts. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9, 167-179, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.*
- Sağlam MT, 1994. *Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Trakya Üni. Tekirdağ Ziraat Fak. Yayın No; 189, Yardımcı Ders Kitabı No, 5.*
- Sevim Z, 1999. Iğdır Aralık'ta Rüzgâr Erozyonu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü, Erzurum.
- Tan M, Temel S, 2012. Alternatif Yem Bitkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları No: 246,195-207, Erzurum.
- Temel S, Kır AE, 2015. Bazı Çalı ve Ağaç Türlerinin Mevsimsel Dönem ve Hayvan Gruplarına Göre Otlamada Tercih Durumlarının Belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 1(1):31-39.
- Temel S, Tan M, 2011. Fodder Values of Shrub Species in Maquis in Different Altitude sand Slope Aspects. *The Journal of Animal and Plant Sciences (The JAPS)*. 21(3), 508-512.

Van Şartlarında Toprak İşleme Tekniklerinin Arpanın Verimine ve Toprağın Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi

Mustafa YUR¹, İbrahim Hakkı YILMAZ²

ÖZET: Bu çalışmada, Van ilinde geleneksel, koruyucu ve toprak işlemez ekim sistemleri kışlık arpada 2010-2011 ve 2012-2013 üretim sezonlarında denenmiştir. Tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekrarlamalı olarak yürütülen çalışmada, çizel ile işlenen ve işlenmeyen parsellerin her birinde dört farklı toprak işleme ve doğrudan ekim sistemi uygulanmıştır. Toprak işleme sistemleri; geleneksel (kulaklı pulluk), koruyucu (çentikli diskaro veya rotovator) ve toprak işlemez olarak seçilmiştir. Araştırmada; 20 cm’de penetrasyon direnci ölçümleri, hasat sonrası 0-20 cm’de kök uzunluğu yoğunluğu ölçümleri yapılmıştır. Gelişim döneminde ise bazı fenolojik ölçüm ve gözlemler (başaklanma süresi, bitki boyu, başak uzunluğu, bin tane ağırlığı, biyolojik verim, tane verimi ve hasat indeksi) yapılmıştır. Araştırma sonunda, çizel kullanımının toprak penetrasyon direnci ve toprak nem içeriği ve kök uzunluğu yoğunluğu, dolayısıyla da verim değerleri üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Çizel + çentikli diskaro uygulaması istatistiksel olarak pullukla aynı veya bir sonraki grupta yer almıştır.

Anahtar Kelimeler: Çizel, koruyucu toprak işleme, kök uzunluğu yoğunluğu, penetrasyon direnci, toprak işlemez ekim

The Effects of Soil Cultivation- Systems on Barley Yields and Some Soil Physical Properties in Van

ABSTRACT: In this study, the effects of conventional, reduced and no-till cultivation systems with chisel-tillage and no chisel-tillage on soil moisture, soil penetration and Root Length Density in winter barley over two years in Sandy-Clay-Loam soil texture in Van province in 2010-2011 and 2012-2013 growing seasons. The experiment was utilized a split-split-plot experimental design, a randomized block with three replications. Chisel-tillage and no chisel-tillage were applied to the main plots. Four different cultivation systems (conventional, reduced-I, reduced-II and no-till) were sub-plots. In the study soil penetration resistance (PR) were measured in the pre-sowing, the stem elongation, and the heading periods. PR was measured at 20 cm depth in each period. Root Length Density (RLD) was only taken at 0-20 cm soil depth after harvesting. Days to heading, plant height, spike length, thousand kernel weight, total yield, grain yield, and harvest index were determined during the development and the post-harvest periods of the barley. It was concluded that chisel application increased yield and yield components due to the positive effect on the PR, WSC and the RLD. However conventional tillage system and reduced-I system was in the same group for WSC in some components and some development periods.

Keywords: Chisel, no tillage sowing, penetration resistance, reduced tillage, root length density

¹ GTHB İzmir İl Müdürlüğü, Kırsal Kalkınma, Tarla Bitkileri, İZMİR, Türkiye

² Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri, IĞDIR, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Mustafa YUR, myur62@hotmail.com

GİRİŞ

Son yıllarda, koruyucu toprak işleme sistemleri, daha az enerji gideri ile bitki gelişimi ve agronomik gerekliliklerden dolayı tercih edilmektedir. Toprağı pullukla işlemek yerine, saban etkisi ile yırtarak gevşetme, toprakta su-hava dengesini sağlama, kök gelişimi için de önemlidir. Kuru tarım sistemi (Dry Farming), yıllık yağışın 250–500 mm olduğu ve sulama imkânının bulunmadığı bölgelerde uygulanan bir tarım tekniğidir. Dünyada, tarımsal alanların %55'i kurak iklim bölgelerinden oluşmaktadır. Ülkemizde Orta, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Trakya Bölgelerinde kuru tarım tekniği uygulanmaktadır. Türkiye'de toplam tahıl alanlarının yaklaşık 1/3'i her yıl (5 milyon ha) nadasa bırakılmaktadır.

Van ili, ortalama 386 mm yağışla kuru tarım bölgesidir. 2013 yılı verilerine göre; 3.800.000 da toplam ekilebilir arazi varlığı, 56.181 da arpa ve 862.712 da buğday ekilişi yanında 1.129.653 da nadas alanı vardır (Anonim, 2014). Temmuz ayı itibarıyla yapılan tahıl hasadı sonrası tarla kışa anızlı bırakılmakta, takip eden bahar döneminde pullukla derin sürüm yapılmakta, yağış ve otlama durumuna göre Eylül sonu Ekim başı diskaro ve kültivatörle ikileme yapılmaktadır. Ancak, bahar dönemi toprağın pullukla sürülmesiyle kış boyu biriken nem, düşük hava basıncı (0,825 bar) sonucu hızlı kaybolmaktadır. Pullukla toprak işlemenin çok maliyetli olması yanı sıra toprakta taban taşı oluşumu, toprağın sık işlenmesiyle toprak organik maddesi mineralize olmaktadır. Toprak strüktürünün aşırı işleme ile bozulması, kuru tarım bölgelerinde pulluk yerine toprağı yırtarak işleyen ekipman kombinasyonlarının kullanımını zorunlu kılmaktadır.

Van yöresinde, nadas uygulamasının toprakta su tutma etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, bu değerler sadece %5 kadar olduğu görülmüştür (Ülker ve Çiftçi, 2007). Bu nedenle de nadas uygulaması yerine toprakta suyu muhafaza edecek azaltılmış toprak işlemenin geliştirilmesi gerekmektedir. Toprağın iç mimari düzeni olarak tanımlanan toprak yapısı, doğal yolla ya da toprak işleme ile oluşmakta ve korunması gerekmektedir (Anonim, 2009). Topraktaki agregatlaşma toprağın su tutma, havalanma kapasitesi, su ve havanın toprak içinde hareketi, kök gelişimi ve dağılımı ile mikrobiyal aktivitede etkilidir (Yılmaz ve Alagöz., 2005).

Geniş alanlarda geleneksel toprak işleme yöntemleri ile nadaslı tahıl tarımı yapılan Van yöresinde, baharda pullukla toprak işleme; ortalama 386 mm yıllık yağış, düşük hava basıncı ve topraktaki yetersiz organik madde içeriği (%1,0) nedeni ile toprak nemi evaporasyonla kaybolmaktadır. Pullukla işleme sonucu organik madde mineralizasyonu ve anızla toprağa geri dönecek organik maddenin oksidasyonu ile sera gazı salınımı artmaktadır. Pullukla yakıt tüketimi yanında tarla içi trafiğin artması toprakta sıkışma, toprak granül, agregat yapısının tekselleşmesi, düşük organik madde içeriği sonucu toprak tavi şartları zorlaşmaktadır. Güz tavisinde çizelle işlenerek taban taşı etkisinin kırılmasıyla infiltrasyonun artacağı, baharda yabancı ot gelişimi ile birlikte, topraktan su kaybının önlenmesi için kültivatör ve diskli tırmık benzeri aletlerle tohum yatağı hazırlığı da yapılabilir. Bu çalışma ile, tahıl üretiminde düşük verim (140 kgda⁻¹ buğday ve 230 kgda⁻¹ arpa) dahilinde, koruyucu toprak işleme ve toprak işlenmez yöntemlerin Van şartlarında etkinliği belirlenmeye çalışılmış, çizel+diskaro uygulamalarının geleneksel uygulamalara alternatif olabileceği, tohum yatağı ve ekimi aynı anda yapabilen ekipmanların kullanımı ile bu etkinliğin artacağı değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma 2010–2011 ve 2012–2013 üretim döneminde Van İli Otluca köyünde, kumlu-killi-tın bünyeli toprakta çakılı olarak yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü havzada ortalama organik madde içeriği %1.16, pH 8,3 seviyesindedir (Gülser, 1993). Deneme, tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş parselleri deneme deseninde üç tekrarlı olarak düzenlenmiştir. Çizelli ve çizelsiz uygulamalar alt parselleri, toprak işleme yöntemleri ise altın altı parselleri oluşturmuştur. Çizel kullanımında işleme derinliği 45 cm'dir. Deneme süresince ekim öncesi, sapa kalkma ve başaklanma dönemlerinde 0-20 ve 20-40 cm toprak derinliğinde ağırlık esasına göre nem içeriği, 10-20-30 ve 40 cm derinlikte penetrasyon direnci ölçümleri yanısıra fenolojik gözlem ve ölçümler (bitki boyu, tane verimi, toplam verim, hasat indeksi, bin tane ağırlığı, başaklanma süresi, birim alandaki başak sayısı ve başak uzunluğu) ve hasat sonrası 0-20 cm derinlikte kök uzunluğu yoğunluğu ölçümleri yapılmıştır. Toprak bünyesi kumlu-killi tın'dır (Çizelge 1).

Ekim normu, 1000 m ve üzeri rakım için üretici TİGEM tarafından önerilen 20 kgda⁻¹, gübreleme için 6-7 kgda⁻¹ saf P ve 8 kgda⁻¹ saf N değerleri dikkate alınmıştır. Ekimle kükürt, çinko ve mikro element katkıları 13-24 kompoze gübre, bahar döneminde de %21 AS gübre uygulanmıştır. 7,2 kgda⁻¹ saf P ve 3,9 kgda⁻¹ saf N ekimle, kalan N kardeşlenme dönemi sonuna doğru uygulanmıştır. 2011 ve 2013 yıllarında yabancı otların 3-5 yapraklı olduğu ve arpanın kardeşlenmeyi tamamladığı dönemde, tüm parsellere 250 ccda⁻¹ dozunda seçici herbisit uygulanmıştır. Bununla beraber her iki deneme yılında da toprak işlesiz parsellere, Mayıs ve Haziran aylarında, iki kez olmak üzere 400 ccda⁻¹ normunda herbisit uygulanmıştır.

2010 yılı Ekim ayında (ekim öncesi, 8 Ekim 2010) lokasyonda toprak penetrometresi ile üç tekrarlı örneklemelerde, 24 cm derinlikte pulluk taban taşı belirlenmiştir. İkinci üretim sezonunda ekim tarihi 4 Ekim 2012'dir. Ekim toprak işlesiz parsellere Özdöken marka, 15 sıralı, diskli ayaklı, sıra arası 14 cm, kombine, iş genişliği 224 cm, çekilir tip anıza doğrudan ekim mibzeri, diğer tüm parsellere Şakalak marka, 14 sıralı, hidrolik baskılı diskli ayaklı, sıra arası 14 cm,

kombine, iş genişliği 210 cm olan asılır tip tahıl ekim mibzeri ile yapılmıştır.

Denemede her iki üretim sezonunda da sertifikalı kademe iki sıralı TARM 92 arpa çeşiti kullanılmıştır. Hayvancılığın yaygın olduğu Van yöresinde, daha erken gelişerek buğdaya göre bahar yağışlarını daha iyi değerlendirmesi ve veriminin daha yüksek olması, yöre iklim şartları için de önerilen ve TİGEM tarafından da üretilen TARM 92 arpa çeşiti ile yürütülmüştür. Çeşit; orta erkenci olup bin dane ağırlığı 40-45 g, kılçıklı, uzun başaklı, kavuzlu, beyaz taneli, ince-uzun yapraklı, bitki boyu 90-100 cm'dir. Hasat sonrası kök uzunluğu yoğunluğu Ölçümleri 0-20 cm'den alınan örnekler üzerinde Line Intersect Yöntemine göre yapılmıştır (Newman, 1966). Ölçümleri için gerekli örneklerini almada, iç çapı 92 mm, yüksekliği 420 mm olan, uç tarafı freze-bıçaklı örneklem aparatı (soil-core) ile 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Penetrasyon direnci, Eijkelkamp el toprak penetrometresi ile Koni İndeksi yöntemi ile ölçülmüştür (Gülsoylu ve Çakır, 2004). Penetrometrenin 1 cm², 2 cm², 3^{1/3} cm² ve 5 cm²'lik konik yüzeyleri uygun şartlarda kullanılmıştır.

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Tuz %	pH	Kireç %	Alınabilir P (ppm)	Değişebilir (me 100 g-1)		Alınabilir Mikro Besin Elementleri (ppm)					Organik Madde %
				K	Ca+Mg	Fe	Zn	Mn	Cu	B	
0.104	8.3	12	5.59	1.06	16.75	46	0.9	33	50	1.02	1.6

Denemede Kullanılan Toprak İşleme Yöntemleri:

Geleneksel toprak işleme yöntemi

Baharda kulaklı pullukla derin sürümde 1,15 m efektif iş genişliği olan, dört kulaklı pulluk kullanılmış, ekim öncesi diskaro ile ikileme ve kombi-kürüm ile üçleme- tohum yatağı hazırlığı yapılmıştır.

Azaltılmış toprak işleme yöntemi-1

Baharda kazayağı kültivatörle yabancı ot kontrolü, ekim öncesi tandem, tüm bataryaları çentikli diskli diskaro ile tohum yatağı hazırlığı yapılmıştır.

Azaltılmış toprak işleme yöntemi-2

Baharda kazayağı kültivatörle yabancı ot kontrolü, ekim öncesi yatay milli, işleyici organı L tipi, düşey eksenli çalışan toprak rotovatörü ile tohum yatağı hazırlığı yapılmıştır.

Toprak işlesiz yöntem

Toprağı işlemeksizin Mayıs ve Haziran aylarında birer kez herbisitlerle yabancı ot kontrolü yapılmıştır.

Van ili uzun yıllar hava sıcaklığı, yağış ve hava bağıl nemi ortalamaları araştırmanın yürütüldüğü sezon için

Çizelge 2’de verilmiştir. İlde UYO yağış miktarı 385.9 mm ve sıcaklık 9.1 °C’dir. Uzun yıllar ortalama hava bağıl nemi %58, kış dönemi %75’ler kadar, güz dönemi %55, yaz dönemi %45 civarındadır. Deneme süresinde

genel ortalamalara yakın, Haziran-Ağustos arası daha düşük değerler olmuştur. İlk üretim sezonunda ikinciye göre Nisan-Ağustos döneminde daha yüksek değerler görülmüştür (Anonim, 2013).

Çizelge 2. Van ilinde uzun yıllar ortalaması ve 2010-2011 ve 2012-2013 yıllarına ait bazı iklim verileri (Anonim, 2013)

Aylar	Yağış (mm)			Ort. Sıc. (°C)			Nispi nem (%)		
	10-11	12-13	UYO	10-11	12-13	UYO	10-11	12-13	UYO
Ekim	45.8	40.0	45.5	12.6	12.1	10.7	61.7	56.5	58.7
Kasım	ÖY*	26.0	47.7	4.3	6.8	4.3	63.0	65.9	66.2
Aralık	8.7	60.3	37.3	2.0	1.3	-0.7	53.8	69.9	68.3
Ocak	14.2	64.9	31.8	-1.6	-1.6	-3.5	65.9	70.2	68.4
Şubat	26.6	40.5	33.0	-0.8	-0.1	-2.9	67.8	75.4	69.0
Mart	30.7	39.3	45.6	2.4	3.1	1.5	61.5	66.0	67.3
Nisan	133.7	36.0	57.2	8.6	9.8	7.7	60.4	52.2	62.1
Mayıs	62.8	48.8	46.6	13.0	13.9	13.1	59.5	56.8	56.6
Haziran	28.1	8.6	18.8	19.2	18.9	18.2	45.9	44.6	49.4
Toplam	350.6	364.4	385.9	59.0	64.2	48.8			
Ort.			385.9			9.1		58.0	

ÖY*: Ölçüm Yapılmadı UYO: Uzun Yıllar Ortalaması

İstatistik analizde SAS Paket Programının CORR ve ANOVA prosedürleri kullanılmıştır. Ele alınan her bir özellik ve elde edilen veriler için, faktörler ve bu faktörlerin ikili ve üçlü interaksyon etkilerinin önemli olup olmadığının belirlenmesi için varyans analizi yapılmıştır (SAS/STAT1, 2013). Önemli olan etkilere ilişkin grup ortalamalarının karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Tanıtıcı istatistikler; Ortalama±Standart Hata olarak ifade edilmiştir. Üçlü interaksyonların (yıl x çizel x yöntem) önemsiz olması durumunda ikili interaksyonlar (çizel x yöntem) veya (yıl x yöntem), ikili interaksyonların da önemsiz olması durumunda ana faktörlerin etkileri karşılaştırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kışlık arpada (*Hordeum vulgare* l.) farklı toprak işleme tekniklerinin toprağın bazı fiziksel

özelliklerine etkisi Çizelge 3’de gösterilmiştir.

Ekim öncesi 20 cm penetrasyon direncinde, çizel x yöntem interaksyonu önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Değerler geleneksel yöntemde düşük çıkarken, azaltılmış-1 yöntem bunu izlemiştir. Çizelli uygulamaların penetrasyon direncini azalttığı anlaşılmaktadır. Çizelsiz uygulamada azaltılmış-2’de penetrasyon direnci toprak işlemezden daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun, rotovatorün düşey düzlemde dönerek çalışan işleyici organının 15 cm’lik işleme derinliğinden itibaren oluşturduğu sert katmandan kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Yılların etkisinin istatistiksel olarak önemsiz bulunması, ekim öncesi sınırlı yağışların 20 cm derinlikte penetrasyon direncini etkileyemediğini göstermiştir. Ekim öncesi 20 cm penetrasyon direnci değerleri ilk sezonda 73.0-180.6 Ncm⁻², ikinci sezonda 72.3-190.8 Ncm⁻² ve iki yıl birlikte analizinde ortalamalarda 72.6-185.9 Ncm⁻² arasında değişmiştir. Her iki yılda ve iki yıl birleştirilmiş

ortalamalarda en yüksek değer toprak işlemez ve azaltılmış II, en düşük değer ise geleneksel toprak işlemeden elde edilmiştir. İlk yıl çizelli ve çizelsiz uygulama 118.1-144.8 Ncm⁻² penetrasyon direnci değerleri arasında, ikinci yıl 124.4-168.8 Ncm⁻² penetrasyon direnci ve iki yıl birlikte analizinde ise penetrasyon direnci 110.6-153.5 Ncm⁻² arasında değişmiştir.

Sapa kalkma dönemi 20 cm'de toprak penetrasyon direnci için yıl x çizel x yöntem interaksiyonu önemli bulunmuştur (p<0.05). İlk yıl çizelsiz ve çizelli uygulamada yöntemler farklı gruplarda yer almış, yöntemler içi ortalamalar ise çizelsiz lehine yüksek bulunmuştur (p<0.05). İkinci yıl tüm uygulamalarda geleneksel ve azaltılmış-1 en düşük değerlerle aynı grupta yer alırken, en yüksek değer toprak işlemez yöntemde bulunmuştur (p<0.05).

Bu durum, sapa kalkma döneminde bahar yağışının hiç olmadığı ikinci yılda, toprakta nem muhafazası ve penetrasyon direnci azalmasında, azaltılmış-1 yönteminin etkili olduğu görülmüştür. İkinci yılda da çizelsiz ortalamaların daha yüksek bulunmasının (p<0.05), yağış kaynaklı olduğu değerlendirilmiştir.

Başaklanma dönemi 20 cm'de penetrasyon direncinde yıl x çizel x yöntem interaksiyonu önemli bulunmuştur (p<0.01). Her iki yılda da, tüm parsellerde penetrasyon direnci toprak işlemezde en yüksek bulunmuştur. İkinci yıl değerlerinin ilk yıla oranla, yetersiz yağış nedeni ile daha yüksek çıktığı ifade edilebilir. Geleneksel yöntemdeki en düşük değerleri diskaro kullanılan azaltılmış-1 takip etmiştir.

Bu iki yöntemin başaklanma döneminde ayrışmasında; başaklanma döneminde bitki saçak kök sistemi ile su tüketimi, pulluk kullanılan parsellerinde evaporasyonla su kaybının, bitki yeşil aksamı gelişimiyle azalması sonucu olduğu değerlendirilmiştir.

Barut ve ark., (2010), Çukurova koşullarında; geleneksel, azaltılmış ve doğrudan ekim'de 0-45 cm'de toprak penetrasyon direncinde büyükten

küçüğe; rototiller, diskli tırmık, diskli tırmık-doğrudan ekim, doğrudan ekim, anızlı geleneksel ve anız yakılmış- geleneksel olarak bulmuşlardır. Ayrıca, ilk 10 cm'ye kadar yöntemler arası fark bulunamamış, ilk 5 cm'de değerler penetrasyon direnci 30-60 Ncm⁻² arasında bulunmuştur. Çizel kullanılmayan çalışmada, 25 cm'den itibaren değerlerdeki ani yükselmelerin pulluk taban taşı kaynaklı olduğu belirtilmiştir.

Doğrudan ekim parsellerinin geleneksel yöntemlerin hemen gerisinde yer alması ise; killi toprağın su tutma kapasitesi, Çukurova şartlarında yıllık 670 mm ortalama yağış alınması ve daha düşük evaporasyonun etkisi olarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonucu, azaltılmış toprak işleme yöntemlerinde pulluk kullanılan geleneksel yöntemden daha yüksek penetrasyon direnci değerleri bulunmuştur. Bu değerler, çizel kullanılan tüm yöntemlerde kullanılmayanlara göre daha düşük bulunmuştur.

Karayel ve Özmerci, (2002), Antalya'da mısır kültüründe azaltılmış toprak işlemenin toprak penetrasyon direncini azalttığını bulmuşlardır. Van şartlarında arpada yapılan çalışmada da, çizelli tüm uygulamalarda ve pulluk kullanılan geleneksel yöntemde ve yağışın fazla olduğu ilk yılda penetrasyon direnci değerleri daha düşük bulunmuştur. Bu da, yağış ve sürüm derinliği artışına bağlı olarak penetrasyon direncinin azaldığını göstermiştir. Varsa ve ark., (1997), ABD'de Güney Illinois'de dört yıl süreli çalışmalarında, farklı derinliklerinde (0-100 cm) penetrasyon direnci (MPa) ölçümleri yapmışlardır.

Sonuçta, 90 cm'ye değin derin toprak işlemenin mısırdaki penetrasyon direnci ve toprak hacim ağırlığı azalmasında da faydalı olduğu, araştırma boyunca düşük yağış alınan dönemlerde sürüm derinliği artışıyla penetrasyon direncinin azaldığını ifade etmişlerdir.

Bu araştırmacılara ek olarak Şeker (1999), Varsa et al., (1997), Yalçın ve ark., (2008), Ishaq et al., (2002), Topaloğlu (1999), Barut ve ark., (2012) ve Çetin ve ark., (2005) gibi araştırmacıların bulguları uyumludur.

Çizelge 3. Kışlık arpada (*Hordeum vulgare* L.) farklı toprak işleme tekniklerinin toprağın bazı fiziksel özelliklerine etkisi*

		Ekim Öncesi 20 cm Penetrasyon Direnci (Ncm⁻²)				
		Geleneksel	Azaltılmış I	Azaltılmış II	Toprak İşlemesiz	Ort.
2010-2011	Çizelsiz	78.0	106.0	227.3	203.3	153.6
	Çizelli	68.0	87.6	134.0	154.6	111.0
	Ort.	73.0	96.8	180.6	178.9	
2012-2013	Çizelsiz	76.6	102.6	221.3	206.3	151.7
	Çizelli	68.0	84.0	160.3	169.6	120.4
	Ort.	72.3	93.3	190.8	187.9	
Yıl Birleşik	Çizelsiz	77.3 dA	104.3 cA	224.3 aA	204.8 bA	152.7 A
	Çizelli	68 dB	85.8 cB	147.6 bB	162.1 aB	115.7 B
	Ort.	72.6 D	95 C	185.9 A	183.4 B	
		Sapa Kalkma Dönemi 20 cm Penetrasyon Direnci (Ncm⁻²)				
		Geleneksel	Azaltılmış I	Azaltılmış II	Toprak İşlemesiz	Ort.
2010-2011	Çizelsiz	68.3 dA	85.3 cA	145.6 bA	173.3 aB	118.1 B
	Çizelli	50.6 dB	67.3 cB	117 bB	152 aB	144.8 A
	Ort.	59.4 D	76.3 C	131.3 B	162.6 A	
2012-2013	Çizelsiz	102.6 cA	110.6 cA	212 bA	250.3 aA	168.8 A
	Çizelli	78.6 cB	82.6 cB	143.3 bB	193.3 aB	124.4 B
	Ort.	90.6 D	96.6 C	177.6 B	221.8 A	
Yıl Birleşik	Çizelsiz	85.5	98.0	178.8	211.8	153.5
	Çizelli	64.6	75.0	130.1	172.6	110.6
	Ort.	75.0	86.5	154.5	192.2	
		Başaklanma Dönemi 20 cm Penetrasyon Direnci (Ncm⁻²)				
		Geleneksel	Azaltılmış I	Azaltılmış II	Toprak İşlemesiz	Ort.
2010-2011	Çizelsiz	64.6 dA	72.6 cA	142.6 bA	166.6 aA	111.6 A
	Çizelli	48.3 dB	59.6 cB	105.6 bB	142.6 aB	89.0 B
	Ort.	56.4 D	66.1 C	124.1 B	154.6 A	
2012-2013	Çizelsiz	87.3 dA	110.6 cA	192 bA	206.3 aA	149 A
	Çizelli	75.6 dB	107.3 cA	130 bB	158.3 aB	117.8 B
	Ort.	81.4 D	108.9 C	161 B	182.3 A	
Yıl Birleşik	Çizelsiz	76.0	91.6	167.3	186.5	130.3
	Çizelli	62.0	83.5	117.8	150.5	103.4
	Ort.	69.0	87.5	142.5	168.5	

* Küçük harfler yöntemler, büyük harfler çizel uygulamaları arası farklılığı göstermektedir

Çizelge 4. Kışlık arpada (*Hordeum vulgare* L.) farklı toprak işleme tekniklerinin bitki gelişimi üzerine etkileri*

		Toplam verim (kgda ⁻¹)				
		Geleneksel	Azaltılmış I	Azaltılmış II	Toprak İşlemesiz	Ort.
2010-2011	Çizelsiz	1 003.7	853.2	866.1	604.2	831.8
	Çizelli	1 074.0	979.2	940.2	757.1	937.6
	Ort.	1 038.8	916.2	903.1	680.6	
2012-2013	Çizelsiz	881.0	764.7	739.3	523.4	727.1
	Çizelli	983.1	886.0	816.0	647.4	833.1
	Ort.	932.0	825.3	777.6	585.4	
Yıl Birleşik	Çizelsiz	942.4 aB	809.0 bB	802.7 bB	563.8 cB	779.5
	Çizelli	1 028.6 aA	932.6 bA	878.1 cA	702.3 dA	885.4
	Ort.	985.5 A	866.3 B	840.4 C	633 D	
		Tane Verimi (kgda ⁻¹)				
		Geleneksel	Azaltılmış I	Azaltılmış II	Toprak İşlemesiz	Ort.
2010-2011	Çizelsiz	466.6	408.9	402.4	294.7	393.1
	Çizelli	488.6	456.5	433.5	344.4	430.7
	Ort.	477.6	432.7	417.9	319.5	
2012-2013	Çizelsiz	429.8	378.8	371.1	270.9	362.6
	Çizelli	465.2	423.1	403.2	322.7	403.5
	Ort.	447.5	400.9	387.1	296.8	
Yıl Birleşik	Çizelsiz	448.2 aB	393.8 bB	386.8 cB	282.8 dB	377.9 B
	Çizelli	476.9 aA	439.8 bA	418.3 cA	333.5 dA	417.1 A
	Ort.	462.5 A	416.8 B	402.5 C	308.1 D	
		Bitki kök uzunluğu yoğunluğu (cmcm ⁻³)				
		Geleneksel	Azaltılmış I	Azaltılmış II	Toprak İşlemesiz	Ort.
2010-2011	Çizelsiz	0.8	0.5	0.5	0.3	0.5
	Çizelli	0.8	0.7	0.6	0.4	0.6
	Ort.	0.8	0.6	0.5	0.3	
2012-2013	Çizelsiz	0.7	0.5	0.4	0.3	0.4
	Çizelli	0.7	0.7	0.5	0.4	0.5
	Ort.	0.7	0.6	0.4	0.3	
Yıl Birleşik	Çizelsiz	0.7 aB	0.5 bB	0.5 bB	0.3 cB	0.5 B
	Çizelli	0.8 aA	0.7 bA	0.6 cA	0.4 dA	0.6 A
	Ort.	0.7 A	0.6 B	0.5 C	0.3 D	

* Küçük harfler yöntemler, büyük harfler çizel uygulamaları arası farklılığı göstermektedir

Çizelge 4’de görüldüğü gibi farklı toprak işleme tekniklerinde, toplam verim değerleri 2010-2011 yılında 680.6-1 038.8 kgda⁻¹, 2012-2013 yılında 585.4-932.0 kg da⁻¹ ve iki yıl birlikte analizinde ortalamalarda 633.0-985.4 kgda⁻¹ arasında değişmiştir. Her iki yılda ve iki yıl birlikte analizinde ortalamalarda en yüksek toplam verim geleneksel ve azaltılmış 1, en düşük değer ise toprak işlemez uygulamadan elde edilmiştir. İki üretim sezonunda ve iki yıl birlikte analizinde Çizelli uygulama toplam verim açısından en yüksek değerleri vermiştir. Toplam verimde çizelxyöntem (p< 0.01) ve yıl x yöntem (p< 0.05) interaksyonları önemli bulunmuştur. Çizelli ve çizelsiz parsellerde tüm yöntemler için farklı gruplar oluşmuştur. Çizel uygulamalarında her bir yöntemin karşılaştırılmasında ise, çizelli yöntemler lehine büyük olmak üzere farklı gruplar elde edilmiştir. Tüm çizel uygulamalarında yöntem ortalamaları geleneksel > azaltılmış-1> azaltılmış-2 > toprak işlemez şeklinde bulunmuştur. Yıllar karşılaştırılmasında, ilk yıl azaltılmış yöntemler aynı grupta, ikinci yıl tüm yöntemler farklı gruplarda yer almıştır (p<0.05). Her bir yöntemin yıllar içinde karşılaştırılmasında ise, ikinci yıl lehine düşük değerler olmak üzere tüm yöntemler farklı gruplarda yer alması (p<0.05). yağışın toprak nemi ve toplam verimi artırıcı etki yaptığını göstermiştir.

Tane verimi iki yıl birleştirilmiş analizinde çizelli uygulama 417.1 kg da⁻¹ ile en yüksek değeri vermiştir. Burada çizelxyöntem interaksyonu önemli bulunmuştur (p< 0.01). Tüm uygulamalarda yöntemler farklı gruplarda yer almıştır. Çizel uygulamalarında her bir yöntemin karşılaştırılmasında ise, tüm yöntemler çizelli uygulamalar lehine büyük değerler olmak üzere farklı gruplarda yer almıştır (p< 0.01). Tane sıralaması geleneksel>azaltılmış-1>azaltılmış-2>toprak işlemez şeklinde bulunmuştur. Çizelli uygulamaların tüm yöntemlerde, bitki vejetatif gelişimiyle ilgili asimilant sonucu biyo kütle ve tane verimini artırıcı etki yaptığı söylenebilir. İkinci yıl sapa kalkma döneminin yağışsız geçmesi ve başaklanmanın daha erken olması dikkate alındığında, tane veriminde yılxyöntem interaksyonunun istatistik olarak önemsiz, ancak biyolojik verimde yılların etkisinin önemli olduğu dikkate alınarak, bitkilerin kurak şartlarda biyolojik verimleri dahilinde tane verimini öncelikleri söylenebilir.

Araştırma sonucunda en yüksek tane verimi (475 kgda⁻¹) çizelli geleneksel, en düşük de (280 kgda⁻¹) çizelsiz toprak işlemez yöntemde bulunmuştur. Yalçın ve ark. (2008), Ege Bölgesi’nde ikinci ürün mısır kültürünü takip eden buğday ve arpada yaptıkları çalışmada, arpada en yüksek tane verimi (601.3 kgda⁻¹) doğrudan ekim, en düşük verim (261.7 kgda⁻¹) çizel ayaklı rototiller+doğrudan ekimde bulmuşlardır. Bu farklılığın, ikinci ürün mısır anızına kuru şartlarda doğrudan ekim yapılması, yağış, toprak ve diğer iklim faktörlerinden kaynaklı olduğu değerlendirilmiştir.

Van şartlarında ikinci ürün mısır tarımı yapılamamaktadır. Mısır anızının ancak rotovatorle parçalanabilmesi, anızın rotovatorün toprak yapısına olan olumsuz etkisinde tampon rolü oynaması önemli görülmüştür. Korucu ve ark. (2005), 1999-2001 yılları arasında, Çukurova’da ikinci ürün mısırdan anız yakılarak geleneksel, diğer beş azaltılmış yöntemin tane verimine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda en yüksek tane verimi (1.182 kgda⁻¹) azaltılmış yöntem (anız yakmadan rototiller + tapan + ekim + sulama), en düşük tane verimi de (905 kgda⁻¹) diğer azaltılmış yöntemde (anız yakmadan + sulama + rototiller + tapan + ekim + sulama) bulunmuştur. Çukurova şartlarında sıcaklık ve yağışla organik kalıntıların hızlı ayrışması (dekompoze olma) sonucu toprak yüzeyinde organik maddece zengin malç kalmasının rotovator kullanımının olumsuz etkilerini azalttığı söylenebilir. Eser ve Adak (1998), Orta Anadolu’nun iki farklı bölgesinde, kışlık buğday’da nadas uygulaması yapılmaksızın, kışlık mercimek ekimi sonrası, taban taşı kırılan ve kırılmayan alanlarda, pullukla sürüm, dip patlatma ve toprak yüzeyinin ikilenmesi yöntemlerinde, toplam ve tane verimlerinde dip patlatılan parseller lehine artış belirlemişlerdir.

Çizelge 4’ de kök uzunluğu yoğunluğu(cmcm⁻³) ile toplam verim ve tane veriminin ilişkili olduğu söylenebilir. Burada çizelxyöntem (p< 0.01) ve yıl x yöntem (p<0.05) ikili interaksyonları önemli bulunmuştur. Çizel uygulamalarında her yöntemin ayrı grupta yer alarak çizelsiz parsellere göre artış bulunmuştur. Çizelsiz parsellerde azaltılmış yöntemler aynı grupta yer alırken, geleneksel en yüksek, toprak işlemez en düşük, çizellide ise, azaltılmış-1 gelenekselden düşük, azaltılmış-2 ise

toprak işlemez yöntemden daha yüksek kök uzunluğu yoğunluğu elde edilmiştir. Her bir çizel uygulamasında yöntem ortalamalarının karşılaştırılmasında ise, tüm yöntemler çizelli parseller lehine yüksek olmak üzere farklı gruplarda yer almıştır ($p < 0.01$). Yıllar karşılaştırmasında ise, ikinci yıl değerlerinin tüm yöntemlerde ilk yıldan daha düşük değerde olduğu ve ortalamaların farklı gruplarda yer aldığı bulunmuştur ($p < 0.01$). Bu durumun yağış farklılığının sonucu olduğu söylenebilir.

Çizel ile ekim öncesi yırtılarak gevşetilen parsellerde nemin toprağa daha kolay infiltre olduğu, puluk kullanımının toprak penetrasyon direncini azaltarak infiltrasyonu kolaylaştırması sonucu en yüksek değerleri verdiği, diskaronun toprak yüzeyinde bıraktığı anız malçı nedeniyle, özellikle bahar döneminde toprak nemi muhafazasında daha etkili olduğu ifade edilebilir. Rotovatorün toprak agregat yapısını bozmasının nem tutma kapasitesini olumsuz etkilemesi, toprak yüzeyinde bir işleme yapılmaması ise yetersiz infiltrasyon sonucu evaporasyona daha açık şartlar oluşturduğu düşünülmektedir. Yılmaz ve Alagöz (2005), toprakta yapısal bozulmanın yoğun toprak işleme sonucu organik madde azalımı sonucu olduğunu, toprakta agregatlaşmanın toprak su tutma kapasitesi, havalanma, su ve havanın toprak içi hareketi ve kök gelişimi ile mikrobiyal aktivitede önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Van şartlarında arpa bitkisinde 0-20 cm toprak kolonunda kök uzunluğu yoğunluğu ölçümleri yapılmış, bu derinliğin altında bitki kök gelişimine rastlanılmamıştır. Çizel kullanılan yöntemlerde kök uzunluğu yoğunluğunda artışlar kaydedilmiştir. Eser ve Adak (1998), Orta Anadolu'da, kışlık buğday'da 1 m'ye kadar olan her 20 cm'de kök uzunluğu yoğunluğu daha fazla, derinlerde daha az olduğunu (mercimekte dip patlatmada ortalama: 1.164 ve 1.163 cmcm^{-3} , pullukta ortalama: (0.975-1.007 cmcm^{-3}), buğdayda da pulluk taban taşı kırılan alanlarda, pullukla işlenenlere oranla kök uzunluğu yoğunluğunun daha yüksek (dip patlatmada ortalama: 0.343 ve 0.210 cmcm^{-3} , pullukta ortalama: 0.328 ve 0.255 cmcm^{-3}) olarak bulmuşlardır. Araştırmada 0.3-0.8 cmcm^{-3} arasında bulunan kök uzunluğu yoğunluğu değerlerinin örnekleme derinliği ve iklim, toprak, bitki benzeri faktörlerden

kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Lampurlanes ve ark. (2002), İspanya'da yarı kurak Segarra'da arpada yaptıkları çalışmada, toprağı alttan yırtarak işleme, minimum işleme ve sıfır toprak işlemede kök uzunluğu yoğunluğu ölçümleri yapmışlardır. Hasat sonu, 0-25 cm'de, sıfır toprak işlemede kök uzunluğu yoğunluğunu 2,25 cmcm^{-3} kadar bulmuşlardır. Van'da 0.3-0.8 cmcm^{-3} arasında bulunan değerler, ikinci yıl düşük yağış etkisiyle daha az bulunmuş, bu farklılık; örnekleme derinliği, yağış, toprak ve yükselti etkili evaporasyon farkının tezahürü olarak görülmüştür.

Çizelli parseller ve pulluklu geleneksel yöntemde, ayrıca yağışın fazla olduğu ilk yılda kök uzunluğu yoğunluğu değerleri daha fazla bulunmuştur. Bu da, yağış ve toprak işleme derinliği ile kök uzunluğu yoğunluğunun arttığı şeklinde ifade edilebilir. Varsa ve ark. (1997), ABD'de Güney İllinois'de dört yıl süreli çalışmalarında, 90 cm'ye değin derin toprak işlemenin mısırdaki kök gelişimi bakımından önemli olduğu, penetrasyon direnci ve toprak hacim ağırlığı azalmasında da faydalı olduğu, az yağış alınan dönemlerde sürüm derinliği artışıyla kök uzunluğu yoğunluğunun arttığı, 21-100 cm arasında bitki kök uzunluğunun sadece % 5'inin bulunduğunu ifade etmişlerdir.

SONUÇ

Çalışmada, çizel uygulamalarının toprak nemi, penetrasyon direnci ve kök uzunluğu yoğunluğu ile bitki verim değerlerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Genel verim değerleri itibarı ile pulluk kullanılan yöntemde daha iyi sonuçlar bulunmuştur. Bu parsellere infiltrasyonun rahat olduğu ve fakat başaklanma dönemine değin nem kaybının da hızlı olduğu görülmüştür. Van'da düşük hububat verimine karşın, üretim maliyetlerinde önemli paya sahip pullukla sürümde de 20 cm'nin altında kök gelişimine rastlanılmaması kayda değer bulunmuştur. Rotovator kullanılan azaltılmış yöntemde çizelsiz parsellerde de, 20 cm toprak derinliği itibarıyla penetrasyon direncinde ani artışın; dönerek çalışan L tipi işleyici ayakların etkisiyle olduğu değerlendirilmiştir. Genel olarak, rotovator kullanılan parsellerde özellikle sapa kalkma ve başaklanma dönemlerinde penetrasyon dirençlerinin ekim öncesine oranla arttığı, nem içeriğinin azaldığı

görülmüştür. Bunun; rotovatorle toprak işleminin toprak agregat yapısını bozarak, tekselleştirmesinin sonucu olduğu düşünülmüştür. Çizel kullanmadan yapılan toprak işlemez yöntemde verim değerleri en düşük bulunmuştur. Çizelli toprak işlemez parsellerinde nispeten daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Azaltılmış-1 yönteminin ekonomiklik ve toprak nem tutumunda olumlu etkisi, verim değerleri itibarı ile pulluklu yöntemle yakın sonuçları görülmüştür. Çalışma boyunca kazayağı kiltivatör, çizel ve çentikli diskaro kullanımının baharda ot gelişimi ve buna dayalı su tüketimini önlerken, kapillarite ile nem kaybını engellediği değerlendirilmiştir. Sonuçta; Van şartlarında baharda pulluk yerine, kazayağı kiltivatör kullanımı ve ekim öncesi çizelle taban taşı kırılması infiltrasyonda faydalı olmaktadır. Pullukla işlemin toprak evaporasyon yüzeyini artırdığı, organik maddenin mineralizasyonunu hızlandırdığı söylenebilir. Toprak işlemez yöntemlerin etkinliği bakımından, ekim makinaları ile kombine ekipmanların kullanımı ve herbisitlerin fiyat ve çevresel etkileri bakımından kolay tercih edilebilmesi de önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2009. Ecoland Organik Tarım. <http://www.aylagrup/ecoland/urun/tbs/14.htm>. Erişim Tarihi: 24.09.2009
- Anonim, 2013. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Van 14.Meteoroloji Bölge Müdürlüğü.
- Anonim, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) verileri, http://rapor.tuik.gov.tr/reports/rwservlet.bitkisel_uretimdb2. Erişim Tarihi: 24.03.2014
- Aykas E, Çakır E, Yalçın H, Okur B, Nemli Y, Çelik A, 2005. Koruyucu toprak işleme yöntemleri ve doğrudan ekim. Ege Üniv.Ziraat Fak.Dergisi, 42(3):195-205.
- Aykanat S, 2009. Buğday Tarımında Farklı Toprak İşleme ve Ekim Sistemlerinin Teknik ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. (yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Adana.
- Barut ZB, Çelik İ, Turgut MM, 2010. Buğday tarımında farklı toprak işleme sistemlerinin toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science), 6 (4): 237-246.
- Barut ZB, Çelik İ, Turgut MM, 2012. Yazlık-Kışık ürün döngüsünde toprak işleme sistemlerinin toprak sıklığına etkileri. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science), 8 (4), 375-385.
- Çetin M, Özgöz E, Gürhan R, 2005. İkinci ürün yetiştiriciliğinde farklı toprak işleme sistemlerinin toprağın bazı fizikomekanik özelliklerine etkisi. GOÜ.Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (1): 31-36.
- Eser D, Adak MS, 1998. Orta Anadolu şartlarında farklı toprak işleme, mercimek buğday ve nadas buğday ekim nöbeti sisteminde mercimek-buğdayda kök uzunluğu yoğunluğu ve toprak infiltrasyon ölçümleri. Tr. J.of Agriculture and Forestry, 22: 483-489
- Gülser F,1993. Van Gölü Havzası Büyük Toprak Gruplarının Verimlilik Grupları. (yüksek lisans tezi, yayınlanmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Gülsoylu E, Çakır E, 2004. Traktöre bağlanabilen hidrolik toprak penetrometresi. Ege Üniv. Zir.Fak. Dergisi, 42(2): 87-95.
- Ishaq M, İbrahim M, Lal R, 2002. Tillage effect on soil properties at different levels of fertilizer application in Puncap, Pakistan. Soil and Tillage Research, 68: 93-99
- Karayel D, Özmerzi A, 2002. Effect of tillage methods on sowing uniformity of maize. Canadian Biosystems Engineering, 44: 223-226.
- Korucu T, Say SM, Cerit İ, Ülger AC, Kirişçi V, Turkey MA, Sarıhan H, Şen HM, 2005. Farklı toprak işleme yöntemlerinin toprak sıklığı ve verim üzerine etkileri. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 1(1): 77-83.
- Lampurlanes J., Angas P, Cantero-Martinez C, 2002. Tillage effect on storage during fallow, and on barley root growth and yield in two contrasting soils of the semi-arid Segarra region in Spain. Soil And Tillage Research, 65: 207-220.
- Newman EI, 1966. A method of estimating the total length of root in a sample. J. Appl.Ecol, 3:139-145
- SAS/STAT1, 2013. Version 9.3. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Şeker C, 1999. Farklı toprakların penetrasyon dirençleri üzerine su içeriklerinin etkisi ve regresyon modelleri. Tr.J.Agriculture and Forestry, 23(2): 467-471.
- Topaloğlu F, 1999. Comparing tillage techniques by using a new infiltration method. Tr.J.Agriculture and Forestry, 23:609-614.
- Ülker M, Çiftçi V, 2007. Effects of follow-wheat and lanted wheat rotations systems on wheat yield and soil water storage in dry farming areas. Journal of Biological Science, 7(8):1458-1462
- Varsa EC, Chong SK, Abolaji JO, Farquhar DA, Olsen FJ, 1997. Effect of deep tillage on soil physical characteristics and corn (Zea mays L.) root growth and production. Soil and Tillage Research, 43:219-228
- Yalçın H, Çakır E, Aykas E, Önal İ, Gülsoylu E, Okur B, Nemli Y, Delibacak S, Ongun AR, Türkseven S, 2008. Ege bölgesinde buğday ve arpa üretiminde koruyucu toprak işleme ve doğrudan ekim sistemleri. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran 2008, KONYA.
- Yılmaz E, Alagöz Z, 2005. Organik madde uygulamasının toprakta agregat oluşumu ve stabilitesine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1): 131-138.

İğdir Ovası Kuru Koşullarında Farklı Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşit ve Populasyonlarının Tohum Verimi ile Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi*

Ahmet Eren KIR¹, Süleyman TEMEL¹

ÖZET: Bu çalışma kuru koşullarda yetiştirilen farklı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşit ve populasyonlarının (Cherry Vanilla, French Vanilla, Mint Vanilla, Moqu-Arochilla, Oro de Valle, Populasyon-Çin, Q-52, Rainbow, Read Head, Sandoval Mix ve Titicaca) yetiştirme süresi, bitki boyu, sap kalınlığı, dal sayısı, salkım oranı, tohum verimi, sap verimi, biyolojik verim, hasat indeksi, bin tane ağırlığı, sapta ve tohumda ham protein içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırma, 2015 yılında İğdir Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Müdürlüğü deneme sahasında şansa bağlı tam bloklar deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Araştırma sonucunda, sapta ham protein oranı hariç, genotipler arasında çok önemli farklılıklar saptanmıştır. En yüksek tohum verimi (210.03 kg da⁻¹), hasat indeksi (%38.14), bin tane ağırlığı (2.53 g) ve erkencilik (124.75 gün) Titicaca, biyolojik verim (780.58 kg da⁻¹) Oro de Valle ve tohumda ham protein oranı (%14.64) ise French Vanilla çeşitlerinde kaydedilmiştir. Sonuç olarak, incelemeye alınmış tüm çeşit ve populasyonların kuru koşullarda tohum üretimi için rahatlıkla yetiştirilebileceği, özellikle de Titicaca, Moqu-Arochilla ve Q-52 çeşitlerinin tohum verimi açısından oldukça ümitvar olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Besin değeri, kinoa, kuru koşullar, tohum verimi

Determination of Seed Yield and Some Agronomical Characteristics of Different Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Variety and Populations under Dry Conditions of Iğdir Plain

ABSTRACT: This study was carried out to determine the ripening period, plant height, stem thickness, number of branch per plant, raceme ratio, seed yield, stem yield, biological yield, harvest index, 1000-seed weight, crude protein contents in stem and seed of different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) variety and populations (Cherry Vanilla, French Vanilla, Mint Vanilla, Moqu-Arochilla, Oro de Valle, Population-China, Q-52, Rainbow, Read Head, Sandoval Mix and Titicaca) cultivated under the non-irrigated conditions. The research was conducted in a completely randomized block design with four replications in the field of Agricultural Application and Research Center of Iğdir University in the 2015. In the result of research, all parameters examined except for crude protein in stem were found important. According to these results, the highest seed yield (210.03 kg da⁻¹), harvest index (38.14%), 1000-seed weight (2.53 g) and earliness (124.75 days) were determined in Titicaca, biological yield in Oro de Valle (780.58 kg da⁻¹) and the crude protein for seed in French Vanilla (14.64%). Consequently, it was revealed that all varieties examined can be cultivated for seed production in dry conditions and, especially Titicaca, Moqu-Arochilla and Q-52 were determined as hopeful cultivars in terms of seed yield.

Keywords: Nutritional value, quinoa, non-irrigated conditions, seed yield

¹ İğdir Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İğdir, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Süleyma TEMEL, stemel33@hotmail.com

* Bu çalışma Ahmet Eren KIR'ın Yüksek Lisans Tezinin bir bölümüdür.

GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusuna paralel olarak doğal kaynakların tahribatı ve artan küresel ısınma canlıların yeterli ve dengeli beslenmesinde önemli ölçüde baskı oluşturmaya başlamış ve insanoğlunu yeni kaynaklar arayışı içerisine sokmuştur. Özellikle ekstrem iklim ve toprak koşullarında yetişip insan ve hayvan beslenmesinde yeter miktar ve kalitede üretim sağlayan bitki tür ve çeşitleri ön plana çıkmıştır.

Bu bağlamda iklim ve toprak koşulları bakımından geniş bir adaptasyon kabiliyetine sahip olması nedeniyle çok farklı coğrafik koşul ve rakımlarda yetişebilen kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) bitkisi son yıllarda giderek daha fazla ilgi görmeye başlamıştır. Orijinini Güney Amerika'nın And dağlarından alan kinoa, sahip olduğu yüksek vitamin, mineral, protein ve antioksidan içeriğinden dolayı çok eskiden beri insan ve hayvan beslenmesinde yaygın olarak kullanılmakta ve bu bölgelerde yoğun bir şekilde yetiştirilmektedir (Vega-Galvez et al., 2010). Modern dünya kinoaı son yıllarda keşfetmiş ve “süper besin” veya “mucize tahıl” olarak adlandırmıştır. ABD’de son 10 yıldır yaygın olarak tüketilen bu bitki, Birleşmiş Milletlerin 2013 yılını “kinoa yılı” olarak ilan etmesi ve NASA'nın astronotların beslenmesinde kullanmaya başlaması ile dikkatleri üzerine çekmiştir. Oysa eski medeniyetlerin yaklaşık 7000 yıl önce yetiştirdiği bu bitki, Güney Amerika ülkelerinde yerel halk tarafından hala yetiştirilmekte ve kullanılmaktadır.

Bitkisel üretimde ekonomik üretim ve karlılık için bölgesel adaptasyon çalışmaları önemli bir yer tutmaktadır. Bu amaçla bölge için uygun tür ve çeşitlerin belirlenmesi ve belirlenen tür ve çeşitlerle üretime devam edilmesi gerekmektedir. Ülkemizin değişik illerinde tohum üretimi için kinoa yetiştiriciliği ile ilgili bazı girişimlerin olduğu bilinmektedir. Ancak bu konuda üreticilerimize yol gösterecek yeterli temel bilgi mevcut değildir. Bitkinin Anadolu iklimine uyumlu olduğu ifadesi birçok haber kaynağında tekrarlanmaktadır. Fakat bu bilgiyi destekleyecek yeterli bilimsel veri bulunmamaktadır. Oysa yurt dışında çeşit adaptasyonu ve yetiştirme koşulları ile ilgili pek çok çalışma yürütülmüş ve kinoa tohum verimi ve bazı kalite özelliklerinin yetiştiricilik yapılan bölgeye, kullanılan genotipe ve yetiştirme koşullarına

göre önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Örneğin, Bhargava et al. (2008), 27 kinoa hattı ile Hindistan’da yürüttükleri bir çalışmada, incelenen özelliklerin hatlara göre farklılık gösterdiğini, tohum veriminin 32.0 kg da⁻¹ ile 983.0 kg da⁻¹ ve tohumdaki ham protein içeriğinin %12.55 ile %21.02 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Farklı coğrafyada yürütülen diğer bir çalışmada ise kinoa tohum veriminin 50.0 kg da⁻¹ ile 150.0 kg da⁻¹ ve tohumda ham protein içeriğinin %16.0 ile %23.0 arasında değiştiği belirtilmiştir (Shams, 2011). Bolivya’da yürütülen başka bir çalışmada ise sulamanın verim üzerinde önemli bir etkisinin olduğu, sulama ile dekara 204.0 kg tohum verimi alınırken bu değer sulanmayan (kuru) koşullarda 168.0 kg da⁻¹’a düştüğü belirtilmiştir (Geerts et al., 2008). Bu nedenle farklı kinoa çeşit ve populasyonlarında öncelikle bölgesel adaptasyon çalışmalarının tamamlanması önem arz etmektedir. Adaptasyon çalışmaları sonucunda belirlenen çeşit ve populasyonlarla ilgili agronomik çalışmaların yapılması ekonomik kazanç (üretim) sağlama açısından daha uygun olacaktır. Aksi takdirde tohum verimi ve kalite özellikleri açısından bölgesel uyum yetenekleri ortaya konulmamış çeşit ve populasyonlarla başlanılan üretim çalışmalarında başarısızlık kaçınılmaz olacaktır (Tan ve ark., 2015).

Iğdır ili Türkiye'nin en az yağış alan ve kuraklığın en fazla yaşandığı illerden bir tanesidir. Özellikle yaz döneminde buharlaşma oranının yüksekliği ve ova topraklarının büyük bir kısmında yüksek taban suyu seviyesinin bulunması, topraklarda tuzluluk ve buna bağlı olarak çoraklaşmayı kaçınılmaz hale getirmiştir. Buna ilaveten bilinçsiz tarım teknikleri bölgede her geçen gün üretim dışı kalan tarım arazisi miktarında artışa neden olmuştur (Temel ve Şahin, 2011). Bilindiği üzere sulama, bitkinin ihtiyaç duyduğu miktardaki suyun yağışlarla karşılanmayan bölümünün bitkinin kök bölgesine uygun miktar ve zamanda verilmesidir. Ancak ülkemizin işlenebilir tarım arazisi varlığı 28.05 milyon hektar olup, bunun sadece 5.9 milyon hektarı sulanabilmektedir (DSİ, 2015). Bu anlamda tuzluluk ve su stresine uyum yeteneği yüksek olan *Chenopodium* cinsine ait *quinoa* türü (Jensen et al., 2000), bölge ekolojisi için büyük bir potansiyel olarak görülmüş ve özellikle bölgede yaygın olan marjinal alanların üretime

kazandırılmasında alternatif bir bitki olarak önem arz etmiştir. Mevcut yürütülen bu çalışma ile hem tohum verimi ve kalite özellikleri bakımından bölge ekolojisine en uygun çeşitler belirlenmiş olacak hem de bundan sonraki yıllarda yapılacak olan pek çok çalışmaya katkı sağlayacaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, 2015 yılında 876 m rakıma sahip Iğdır Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkez Müdürlüğüne ait deneme sahasında yürütülmüştür. Mikroklima özelliğe sahip Iğdır ovasında, karasal iklim hâkimdir. Uzun yıllar ortalamasına göre (1950-2014) bölgenin yıllık yağış miktarı 248.4 mm, sıcaklık ortalaması 16.5 °C ve nispi nem değeri %50.5'dir. Araştırmanın yürütüldüğü 2015 yılına ait iklim verileri dikkate alındığında ise yıllık yağış miktarı, ortalama sıcaklık ve nispi nem değerleri sırasıyla 277.6 mm, 22.9 °C ve %47.43 olarak saptanmış ve bu verilere göre denemenin yürütüldüğü dönem uzun yıllar ortalamasına göre daha yağışlı ve sıcak bir yıl olmuştur.

Iğdır ovası topraklarının 1/3'ten daha fazla bir kısmı bilinçsiz tarım uygulama teknikleri, topoğrafik yapı ve iklim özelliğinden dolayı tuz etkisinde kalarak verimliliğini kaybetmiş ve üretim dışı kalmıştır (Özkutlu ve İnce, 1999).

Benzer toprak yapısı Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi sahasında da bulunmaktadır. Ancak deneme alanı seçilirken bu gibi aşırı tuzlu toprak özelliği gösteren alanlarından kaçınılmıştır. Ekim öncesi araştırma sahasını temsil edecek şekilde farklı noktalardan 30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmış ve analize tabii tutulmuştur.

Analiz sonuçlarına göre toprakların killi-tınlı bünye sınıfında, hafif tuzlu (2 mmhos cm⁻¹), hafif alkalın karakterde (pH: 8.0), organik madde içeriği düşük (%1.6), orta kireçli (%6.53), bitkiye yarayışlı fosfor içeriği yeterli (8.0 kg P₂O₅ da⁻¹) ve potasyum yönünden ise zengin (343 kg K₂O da⁻¹) olduğu görülmüştür (Kacar, 1986). Çalışmada bitki materyali olarak dünyanın farklı ülkelerinden temin edilen 11 adet kinoa genotipi kullanılmıştır (Şekil 1).

Deneme kuru koşullarda şansa bağlı tam bloklar deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Ekimler 29 Mart'ta toprağın tavrda olduğu ve toprak sıcaklığının 7-8 °C'ye ulaştığı zaman, 35 cm sıra aralığı ile dekara 150-200 g tohum gelecek şekilde gerçekleştirilmiştir. Tohumlar önceden hazırlanmış ve markör çekilerek işaretlenmiş çizilere 1.5-2.0 cm derinliğinde elle ekilmişlerdir. Denemede parsel uzunluğu 4 m genişliği ise 2.1 m (6sırax0.35m)olarak belirlenmiş vesonuçta her bir parsel alanı 8.4m² olmuştur. Ekimden önce parsellere 7.5kg da⁻¹ N (amonyum sülfat %21) ve 8 kg da⁻¹ P₂O₅ (triple süperfosfat %39-41) uygulanmıştır (Tan ve Yöndem, 2013). Her ne kadar toprakta bitkiye yarayışlı 8 kg fosfor bulunmuş olsa da, öncesinde yapılan araştırma sonuçları kinoa bitkisinin dekara 10 kg ve üzerindeki fosfor dozu uygulamalarına daha iyi tepki verdiğini ortaya koymuşlardır (Jacobsen et al., 1994). Ayrıca toprağa atılan fosforlu gübrelerin ancak %20'sinden bitkiler o yıl içerisinde istifa edebilmektedirler. Mevcut bu sebepten dolayı araştırmada kinoa bitkisine dekara 8 kg fosforlu gübre uygulaması yapılmıştır. Tohum hasatları, salkımdaki tohumların hasat olgunluğuna geldiği (tohumların kuruyup sarardığı ve koyu kahverengine dönüştüğü) ve ele vurulduğunda dökülmeye başladığı dönem esas alınarak yapılmıştır. Hasat döneminde parsel başlarından 0.5 m'lik kısımlar ve kenardaki birer sıra, kenar tesiri olarak atılmış ve geriye kalan 4.2 m²'lik alanda (3 m x 1.4 m) hasat ve tüm ölçüm işlemleri yapılmıştır. Bu amaçla tohumların hasat edildiği gün her parsel için ayrı ayrı not alınarak yetiştirme süreleri belirlenmiştir. Tohumların hasat edildiği dönemde 10'ar bitki üzerinden olmak şartıyla, kök boğazından en uç tepe kısmına kadar olan mesafe ölçülerek bitki boyu, kumpas aleti ile yerden 5-10 cm yükseklikten sap kalınlığı ve sürgünleri bulunmayan salkım hariç olmak üzere bitki gövdesinden çıkan toplam dal sayıları belirlenerek hasat edilmişlerdir. Hasat sonrasında laboratuvara taşınan örnekler önce açık havada daha sonra 40 °C'ye ayarlı kurutma fırınında kurutulup tartılmış ve toplam ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra bitkilerden sap ve salkımlar ayırt edilerek salkım oranı, salkımlar harman edilerek tohum verimleri ve sapları tartılarak sap verimleri belirlenmiştir. Dekara sap ve tohum verimleri belirlendikten sonra basit bir eşitlik vasıtasıyla (sap + tohum verimi) genotiplerin dekara biyolojik verimleri, tohum verimi / (tohum verimi + sap verimi) x 100 formülü ile hasat indeksleri

ve hasat edilen her bir genotipten 100'er adet tohum 4 tekerrürlü olarak sayılıp, tartılmış ve sonra ortalaması

alınıp 10 ile çarpılarak 1000 tane ağırlıkları (g) hesaplanmıştır.



Cherry Vanilla



French Vanilla



Mint Vanilla



Moqu-Arochilla



Oro de Valle



Populasyon-Çin



Q-52



Rainbow



Read Head



Sandoval Mix



Titicaca

Şekil 1. Denemede kullanılan kinoa genotipleri

Sap verimleri belirlenen örnekler 60 °C'ye ayarlı kurutma fırınında 48 saat süreyle kurutulup, 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür. Daha sonra hassas terazide tartılarak alınan yaklaşık 0.3-0.5 g'lık öğütülmüş örneklerde Mikro Kjeldahl metoduna göre toplam azot tayini yapılmış ve yüzde (%) azot oranları 6.25 katsayısı ile çarpılarak Kacar (1972) ve Akyıldız (1984)'ın belirttiği esaslara göre sapta ham protein oranları (%) belirlenmiştir.

Tohum hasadından sonra elde edilen kurumuş tohum örnekleri öğütme değirmeninde öğütülmüş ve daha sonra sapta ham protein oranının belirlenmesinde takip edilen yol izlenerek tohumda ham protein oranları (%) belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen değerlerin ikiden fazla değişken arasındaki anlamlılığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) kullanılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre karşılaştırılıp gruplandırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kuru koşullarda yetiştirilen farklı kinoa genotiplerinin yetiştirme süresi, bitki boyu, sap kalınlığı ve dal sayısına ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde çeşitler arasında çok önemli farklılık olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Bu sonuçlar ele alındığında Titicaca, Moqu-Arochilla ve Q-52 çeşitleri diğer çeşitlere göre daha erken bir sürede hasat olgunluğuna gelirken, Populasyon-Çin'in en geçici çeşit olduğu görülmüştür. Yetiştirme süreleri arasında oluşan bu farklılıklar çeşitlerin genetik yapılarına bağlı olarak erkenci veya geçici olmalarından kaynaklanmış olabilir. Nitekim bitkilerin olgunlaşma sürelerinin iklim, yıl, lokasyon ve genotiplere bağlı olarak farklılıklar gösterebileceği rapor edilmiştir (Ülker ve Ceylan, 2008). Konuyla ilgili olarak Bhargava et al. (2007), subtropik iklim özelliği gösteren Hindistan'ın kuzey bölgesinde 27 kinoa hattı ile yürüttükleri bir çalışmada, yetiştirme sürelerinin 109 ile 163 gün arasında değiştiğini ve incelemeye alınan hatların ortalama yetiştirme sürelerinin 129 gün olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 1. Farklı kinoa genotiplerine ait bazı özellikler ve varyans analiz sonuçları

Çeşitler	Yetiştirme Süresi (gün)	Bitki Boyu (cm)	Sap Kalınlığı (mm)	Dal Sayısı (adet bitki ⁻¹)
Populasyon-Çin	147.50±4.73 a	82.40±2.13 de	13.20±0.22 a	14.90±1.34 a
Titicaca	124.75±3.69 c	85.75±0.99 c-e	10.73±0.48 d	10.20±0.29 b
Q-52	126.25±3.77 c	91.93±4.97 c	11.60±0.65 cd	11.35±0.31 b
Rainbow	141.00±2.83 ab	103.28±2.46 b	11.93±0.67 b-d	15.60±1.59 a
Read Head	142.50±3.00 ab	104.45±3.93 b	11.56±0.87 cd	15.58±1.04 a
Sadowal Mix	137.50±6.56 b	87.28±6.11 cd	12.49±1.10 a-c	14.90±0.63 a
Cherry Vanilla	141.50±2.52 ab	105.00±3.37 b	12.65±0.72 a-c	15.60±0.88 a
French Vanilla	142.50±3.00 ab	104.75±2.75 b	11.83±0.59 cd	14.48±0.58 a
Mint Vanilla	143.25±8.02 ab	107.18±2.96 b	13.10±0.43 ab	15.38±0.99 a
Oro de Valle	143.25±8.02 ab	114.18±6.68 a	13.45±1.13 a	14.15±0.99 a
Moqu-Arochilla	125.75±4.27 c	80.68±4.90 e	11.38±1.20 cd	10.75±1.41 b
Ortalama	137.80±9.02	96.99±11.75	12.17±1.08	13.90±2.19
F-Değeri	10.84**	31.90**	4.78**	17.26**
CV (%)	6.55	12.11	8.91	15.76

** %1 seviyesinde önemlidir. a,b,c, Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar P<0.01 ihtimal seviyesinde önemlidir.

Bitki boyu açısından incelendiğinde, kinoa çeşitlerinin ortalama bitki boyu 96.99 cm olarak ölçülmüş ve Oro de Valle çeşidi 114.18 cm ile en yüksek boylanma gösterirken, Moqu-Arochilla 80.68 cm ile en düşük bitki boyuna sahip olmuştur (Çizelge 1). Bu, çeşitlerin genetik yapılarından ve çevreye olan tepkilerinin farklılığından kaynaklanmış olabilir. Dünyanın farklı coğrafi bölgelerinde yürütülen çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiş ve kinoa türüne ait çeşit ve populasyonlarda boylanmaların farklılık gösterdiği ortaya konmuştur. Örneğin Pulvento et al. (2010) iki yıl süreyle İtalya ekolojisinde yürüttükleri bir çalışmada KVLQ520Y ve Regalona Baer genotiplerine ait bitki boylarının sırasıyla 82.0-91.0 cm ve 104.0-113.0 cm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Elde edilen bu sonuçların bizim bulgularımızla uyum içerisinde olduğu görülmüştür. İncelemeye alınan çeşitlerin ortalama sap kalınlıkları 12.17 mm olarak belirlenmiş, Oro de Valle ve Populasyon-Çin diğer çeşitlere göre daha fazla bir sap kalınlığına sahip olurken, Titicaca çeşidi ise en düşük değere sahip olmuştur (Çizelge 1). Çeşitler arasında sap kalınlıklarının farklı olduğu pek çok araştırmacı tarafından da ortaya konmuştur. Curti et al., (2012) yetiştirdikleri 34 kinoa populasyonuna ait ortalama sap kalınlıklarının 2.8 mm ile 9.2 mm arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Yine Spehar and De Barros Santos (2005) Brezilya ekolojik koşullarında 26 kinoa hattı ile yürüttükleri bir çalışmada incelemeye alınan hatların ortalama sap kalınlıklarının 4.7 mm ile 7.6 mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Ancak bu sonuçların, mevcut araştırmamızda elde edilen değerlerden daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun, incelemeye alınan çeşit ve populasyonların farklı olmasının yanı sıra, ekolojik koşulların ve agronomik uygulamaların farklı olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Örneğin mevcut araştırmamızda Q-52 çeşidinin ortalama sap kalınlığı 11.60 mm iken, İtalya koşullarında yürütülen bir çalışmada ise Q-52 çeşidine ait dal çapının 6.9 ile 7.4 mm arasında değiştiği vurgulanmıştır (Pulvento et al., 2010). Ortalama dal sayıları dikkate alındığında iki farklı istatistiki grup oluşmuş, Titicaca, Moqu-Arochilla ve Q-52 çeşitleri araştırmada incelenen diğer çeşitlere göre daha az dal sayısı oluşturarak aynı istatistiki grupta yer almıştır (Çizelge 1). Dal sayılarında oluşan bu farklılık, kullanılan çeşitlerin farklı genetik yapıya

sahip olmaları ve boylanmalardaki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir. Konu ile ilgili olarak Curti et al., (2012), Arjantin ekolojik koşullarında yürüttükleri bir çalışmada 34 kinoa populasyonunu ele almışlar ve kantitatif gözlemler sonucunda kinoa populasyonlarına ait dal sayılarının bitki başına 0 adet ile 24 adet arasında değişkenlik gösterdiğini ve ortalama dal sayılarının 8.7 adet bitki⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir. Oysa mevcut araştırmamızda incelemeye alınan kinoa çeşitlerinden elde edilen ortalama dal sayıları 13.90 adet bitki⁻¹ olarak belirlenmiştir. Oluşan bu farklılığın incelemeye alınan çeşitlerin farklı olması ve çeşitlerin ekolojik koşullara farklı tepki vermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kuru koşullarda yetiştirilen farklı kinoa çeşit ve populasyonlarının salkım oranı, tohum verimi, sap verimi ve biyolojik verimlerine ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde genotipler arasında oluşan farklılık çok önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Bu sonuçlara göre en yüksek salkım oranı Moqu-Arochilla çeşidinden elde edilirken en düşük salkım oranı sırasıyla French Vanilla ve Cherry Vanilla çeşitlerinden elde edilmiştir (Çizelge 2). Bu durum, çeşitlerin genetik yapısına bağlı olarak daha fazla tohum bağlamasından veya daha düşük sap verimi oluşturmasından kaynaklanmış olabilir.

Tohum verimleri açısından en düşük verim Populasyon-Çin'den elde edilirken, en yüksek tohum verimi ise sırasıyla Q-52, Moqu-Arochilla ve Titicaca çeşitlerinden elde edilmiş ve ortalama tohum verimi 137.69 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Kinoa bitkisi ile farklı ekolojilerde yürütülen çalışmalarda araştırmacılar; İtalya, Yunanistan, İsveç, Danimarka ve Polonya'da sırasıyla 138.0 kg da⁻¹, 226.0 kg da⁻¹, 26.0 kg da⁻¹, 34.0 kg da⁻¹, 165.0 kg da⁻¹ tohum verimlerinin alındığını rapor etmişlerdir (Mujica et al., 2001; Iliadis and Karyotis, 2000; Ohlsson and Dahlstedt, 2000; Gesinski, 2008). Oluşan bu farklılıkların genetik yapıya bağlı olarak çeşitlerin tohum üretim kapasitelerinin farklı olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuç olarak, Dünyada ve Ülkemizde yapılan çalışma sonuçları tohum verimlerinin çeşitlere bağlı olarak farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur.

Çizelge 2. Farklı kinoa genotiplerine ait bazı özellikler ve varyans analiz sonuçları

Çeşitler	Salkım Oranı (%)	Tohum Verimi (kg da ⁻¹)	Sap Verimi (kg da ⁻¹)	Biyolojik Verim (kg da ⁻¹)
Populasyon-Çin	48.63±2.11 cd	101.77±6.16 d	667.70±42.89 a	769.47±42.71 a
Titicaca	55.30±3.08 bc	210.03±15.64 a	340.73±24.54 e	550.75±39.20 e
Q-52	54.95±4.19 bc	193.23±12.41 a	446.00±34.46 d	639.23±30.79 b-d
Rainbow	50.80±2.87 b-d	129.05±11.21 b	556.43±50.34 b	685.48±55.69 b
Read Head	56.95±1.85 b	113.03±15.11 b-d	489.28±50.81 cd	602.30±64.38 c-e
Sandoval Mix	55.15±5.01 bc	124.78±6.42 bc	640.78±47.03 a	765.55±51.91 a
Cherry Vanilla	45.98±3.56 d	110.63±9.26 cd	450.77±58.47 d	561.39±63.82 e
French Vanilla	46.48±6.83 d	103.95±14.30 d	472.25±12.95 d	576.20±27.07 de
Mint Vanilla	49.43±3.93 cd	105.53±13.43 d	546.95±48.63 bc	652.48±57.77 bc
Oro de Valle	52.10±7.28 b-d	127.90±3.82 bc	652.68±23.91 a	780.58±22.16 a
Moqu-Arrochilla	65.75±5.76 a	194.70±9.60 a	375.90±12.98 e	570.60±20.07 de
Ortalama	52.86±6.77	137.69±40.65	512.68±112.12	650.36±94.13
F-Değeri	6.16**	52.18**	30.25**	14.70**
CV (%)	12.81	29.52	21.87	14.47

** %1 seviyesinde önemlidir. a,b,c, Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar P<0.01 ihtimal seviyesinde önemlidir

Sap verimine ait çeşitlerin ortalaması incelendiğinde en yüksek sap verimi Populasyon-Çin, Oro de Valle ve Sandoval Mix genotipinde, en düşük ise Moqu-Arrochilla ve Titicaca çeşitlerinden elde edilmiştir (Çizelge 2). Oluşan bu farklılık çeşitlerin genetik yapılarından kaynaklanmış olabilir. Konu ile ilgili olarak Iliadis and Karyotis (2000), Yunanistan ekolojik koşullarında Avrupa ve Latin Amerika varyetelerine ait 25 kinoa çeşidi ile yürüttükleri bir çalışmada, kinoa varyetelerinin ortalama sap verimlerinin 389.5 kg da⁻¹ ile 362.37 kg da⁻¹ arasında değiştiğini ve maksimum sap verimlerinin Avrupa varyetelerinden elde edildiğini ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar bizim bulgularımızdan daha düşük bulunmuştur. Bu durum, kullanılan çeşit, tarımsal uygulamalar (gübreleme, sulama v.b.) ve bölgenin ekolojik faktörlerindeki (iklim, toprak v.b.) farklılıklardan kaynaklanmış olabilir.

Biyolojik verimler incelendiğinde en yüksek değerler Sandoval Mix, Populasyon-Çin ve Oro de Valle genotipinden, en düşük oranlar ise Cherry Vanilla ve Titicaca çeşitlerinde saptanmıştır (Çizelge 2). Çeşitler

arasında oluşan farklılıkların, çeşitlerin sahip oldukları sap ve tohum verimlerinden kaynaklandığı söylenebilir. Birçok araştırmacı bitkilerde tohum verimi ile biyolojik verimlerin sıkı bir ilişki içerisinde olduğunu ve tohum veriminde meydana gelen artışların biyolojik verimleri de arttırdığını belirtmişlerdir (Albayrak ve ark., 2005). Bir kısım araştırmacılar ise biyolojik verimlerin yüksek olmasının sap verimlerinin yüksek olmasından kaynaklandığını rapor etmişlerdir (Kaya ve ark., 2000).

Kuru koşullarda yetiştirilen farklı kinoa çeşit ve populasyonlarının ele alındığı bu çalışmada hasat indeksi, bin tane ağırlığı, sapta ham protein oranı ve tohumda ham protein oranına ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde sapta ham protein oranı hariç genotipler arasında oluşan farklılık çok önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Bu sonuçlara göre en yüksek hasat indeksi Titicaca çeşidinden elde edilirken en düşük ise Populasyon-Çin genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 3). Bu sonuçlar, Titicaca çeşidinde hasat indeksinin %33 ile %47 arasında değiştiğini belirleyen Razzaghi et al., (2012)'nin bulguları ile

uyum içerisinde olmuştur. Benzer sonuçlar Dünya'nın farklı ülkelerinde yapılan çalışmalarda da elde edilmiş ve kinoa çeşitleri arasında hasat indekslerinin farklılık gösterdiği ortaya konmuştur. Spehar and De Barros Santos (2005) Brezilya'da 26 kinoa hattına ait ortalama hasat indeksinin %25 ile %55 arasında değiştiğini

belirtmişlerdir. Akdeniz iklimi gösteren İtalya, Türkiye ve Fas'da yetiştirilen kinoa çeşitlerinde hasat indeksinin sırasıyla %30-57, %48-59 ve %24-51 (Lavini et al., 2014), Arjantin'de ise (Bertero and Ruiz, 2008) %25 ile %42 arasında değiştiği rapor edilmiştir.

Çizelge 3. Farklı kinoa genotiplerine ait bazı özellikler ve varyans analiz sonuçları

Çeşitler	Hasat İndeksi (%)	Bin Tane Ağırlığı (g)	Sapta HP Oranı (%)	Tohumda HP Oranı (%)
Populasyon-Çin	13.25±1.04 f	2.00±0.16 ef	4.95±0.34 b-d	12.49±1.93 a-c
Titicaca	38.14±0.76 a	2.53±0.17 a	6.03±0.98 a-c	9.83±1.22 d
Q-52	30.29±2.64 c	2.35±0.13 a-d	6.49±0.74 a	12.15±1.55 bc
Rainbow	18.86±1.51 d	2.25±0.13 b-e	4.55±0.51 d	10.57±1.37 cd
Read Head	18.74±1.07 d	2.20±0.18 c-e	4.70±0.62 cd	11.88±1.25 b-d
Sandowal Mix	16.33±0.86 e	1.65±0.13 g	6.23±0.47 ab	13.03±1.31 ab
Cherry Vanilla	19.82±1.78 d	1.83±0.17 fg	5.13±1.21 a-d	11.96±1.89 b-d
French Vanilla	17.98±1.62 de	2.15±0.19 de	5.41±0.87 a-d	14.64±0.38 a
Mint Vanilla	16.17±1.45 e	2.13±0.10 de	5.76±0.98 a-d	12.84±0.65 a-c
Oro de Valle	16.40±0.78 e	2.45±0.19 a-c	4.92±1.36 b-d	14.17±1.72 ab
Moqu-Arrochilla	34.12±0.93 b	2.50±0.18 ab	5.74±0.29 a-d	12.58±1.20 a-c
Ortalama	21.83±8.11	2.18±0.30	5.44±0.96	12.37±1.81
F-Değeri	137.18**	11.95**	2.43*	3.97**
CV (%)	37.17	13.86	17.64	14.67

* ve ** sırasıyla %5 ve %1 seviyesinde önemlidir. a,b,c, Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar P<0.01 ihtimal seviyesinde önemlidir.

Çizelge 3 incelendiğinde en yüksek bin tane ağırlığı Titicaca çeşidinde, en düşük ise Sandoval Mix çeşidinde belirlenmiştir. Farklı ekolojilerde yürütülen çalışma sonuçları da, kinoa çeşitleri arasındaki bin tane ağırlıklarının değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Örneğin, Reichert et al. (1986) Kanada'da yürüttükleri bir çalışmada 17 kinoa çeşidinin bin tane ağırlıklarının 1.99 g ile 5.08 g arasında değiştiğini belirtirken, Kuzey Hindistan'ın Lucknow bölgesinde 27 kinoa hattı ile yapılan farklı bir çalışmada ise çeşitlerin bin tane ağırlıklarının 2.25 g ile 2.29 g arasında değiştiğini belirtilmiştir (Bhargava et al., 2008). Ayrıca Akdeniz

iklim özelliği gösteren İzmir'de farklı yıllarda ve farklı yetiştirme tekniklerinin uygulandığı çalışmalarda, Q-52 çeşidine ait ortalama bin tane ağırlığının 3.20 g ile 3.37 g arasında değiştiği belirlenmiştir (Geren ve ark., 2014; Geren ve ark., 2015; Geren 2015). Elde edilen bu sonuçlar, mevcut araştırmamızda incelemeye alınan Q-52 çeşidinin bin tane ağırlığından daha yüksek bulunmuştur. Bunun da ekolojik koşulların ve yetiştirme tekniklerinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sapta ham protein oranları incelendiğinde en yüksek Q-52 çeşidinden elde edilirken en düşük oran

ise Rainbow çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 3). Bilindiği üzere topraktaki tuzluluktan kaynaklanan kuraklık ile su yetersizliğinden oluşan kuraklık, bitkilerde aynı fizyolojik tepkiye neden olmaktadır (Yaşar ve ark., 2012). Sulu koşullarda yetişen bitkiler daha gümrak gelişerek sap kalınlıkları artmakta ve artan sap kalınlığına bağlı olarak da daha fazla lif içeriğine sahip olmaktadır.

Ayrıca, artan sap kalınlığı bitkilerde yaprak/sap oranını düşürmektedir. Bu da bitkilerde yapısal olmayan karbonhidrat miktarların azalmasına ve dolayısıyla sapta ham protein içeriğinin düşmesine neden olmaktadır.

Nitekim yaprak/sap oranı azaldıkça, bitki bünyesinde selüloz ve lignin gibi yapısal maddelerin miktarlarında artışlar, protein gibi yapısal olmayan karbonhidrat oranlarında ise azalışlar görülmektedir (Özyiğit ve Bilgen, 2006). Tohumda ham protein oranları dikkate alındığında çeşitler arasında en yüksek oran French Vanilla çeşidinde ölçülürken, en düşük değer ise Titicaca çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 3). Benzer sonuçlar Dünya'nın farklı bölgelerinde yürütülen çalışmalarda da ortaya konmuş ve incelemeye alınan kinoa çeşitlerinde tohumların ham protein içeriklerinin %12.05 ile %16.70 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Bhargava et al., 2008).

SONUÇ

Araştırma sonuçlarına göre incelemeye alınan tüm genotiplerin mikroklima özelliğine sahip Iğdır coğrafyasında tohum üretimi için rahatlıkla yetiştirilebileceği ve özellikle Titicaca, Q-52 ve Moqu-Arochilla çeşitlerinin incelenen parametreler açısından öne çıktığı görülmüştür. Buna göre özellikle sulama imkânı olmayan, yıllık yağış miktarının düşük ve dağılımının düzensiz olduğu bu gibi ekolojilerde kinoa bitkisinin rahatlıkla yetiştirilebileceği ortaya konmuştur. Ayrıca bu gibi bölgelerde toplumun sosyo-ekonomik yapısı ve beslenme gereksinimleri dikkate alındığında ekstrem çevre koşullarından dolayı terk edilmiş alanların üretime kazandırılmasında kinoanın iyi bir alternatif bitki olabileceği kanısına varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Projemize (TOVAG-214O232) maddi destek sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akyıldız AR, 1984. Yemler Bilgisi ve Laboratuvar Kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No: 895, Uygulama Kitabı No: 213, Ankara, 236 s.
- Albayrak S, Güler M, Töngel Ö, 2005. Yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) hatlarının tohum verimi ve verim öğeleri arasındaki ilişkiler. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(1): 56-63.
- Bertero HD, Ruiz RA, 2008. Determination of seed number in sea level quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars. European Journal of Agronomy, 28(3): 186-194.
- Bhargava A, Shukla S, Ohri D, 2007. Genetic variability and interrelationship among various morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Field Crops Research, 101: 104-116.
- Bhargava A, Shukla S, Ohri D, 2008. Implications of direct and indirect selection parameters for improvement of grain yield and quality components in *Chenopodium quinoa* Willd. International Journal of Plant Production, 2(3): 183-191.
- Curti RN, Andrade AJ, Bramardi S, Vela'squez B, Bertero HD, 2012. Ecogeographic structure of phenotypic diversity in cultivated populations of quinoa from northwest Argentina. Annals of Applied Biology, ISSN 0003-4746.
- DSİ, 2015. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> Erişim Tarihi (07.02.2015).
- Geerts S, Raes D, Garcia M, Vacher J, Mamani R, Mendoza J, Huanca R, Morales B, Miranda R, Cusicanqui J, Taboada C, 2008. Introducing deficit irrigation to stabilize yields of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). European Journal of Agronomy, 28: 427-436.
- Geren H, Kavut YT, Topçu GD, Ekren S, İştıpliler D, 2014. Akdeniz iklimi koşullarında yetiştirilen kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'da farklı ekim zamanlarının tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 51(3): 297-305.
- Geren H, 2015. Effects of different nitrogen levels on the grain yield and some yield components of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under Mediterranean climatic conditions. Turkish Journal of Field Crops, 20(1): 59-64.
- Geren H, Kavut YT, Altınbaş M, 2015. Bornova ekolojik koşullarında farklı sıra arası uzaklıkların kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'da tane verimi ve bazı verim özellikleri üzerine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 52(1): 69-78.
- Gesinski K, 2008. Evaluation of the development and yielding potential of *Chenopodium quinoa* Willd. under the climatic conditions of Europe, part two: yielding potential of *Chenopodium quinoa* under different conditions. Acta Agrobotanica, 61(1): 185-189.

- Iliadis C, Karyotis T, 2000. Evaluation of various quinoa varieties (*Chenopodium quinoa* Willd.) originated from Europe and Latin America, in crop development for the cool and wet regions of Europe. Proceedings of the Final Conference of the COST Action 814, by G. Parente & J Frame, eds. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities. ISBN 92: 894-0227, p. 505-509.
- Jacobsen SE, Jørgensen I, Stølen O, 1994. Cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under temperate climatic conditions in Denmark, J. Agr. Sci. 122: 47-52.
- Jensen CR, Jacobsen SE, Andersen MN, Nunez N, Andersen SD, Rasmussen L, Mogensen VO, 2000. Leaf gas exchange and water relations of field quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) during soil drying. European Journal of Agronomy 13: 11-25.
- Kacar B, 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 453, Ankara, 464 s.
- Kacar B, 1986. Gübreler Gübreleme Tekniği. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları, No: 20, Ankara.
- Kaya N, Yılmaz G, Telci İ, 2000. Farklı zamanlarda ekilen kişniş (*Coriandrum sativum* L.) populasyonlarının agronomik ve teknolojik özellikleri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24: 355-364.
- Lavini A, Pulvento C, d'Andria R, Riccardi M, Choukr-Allah R, Belhabib O, Jacobsen SE, 2014. Quinoa's potential in the Mediterranean region. Journal of Agronomy and Crop Science, 200(5): 344-360.
- Mujica A, Jacobsen SE, Isquierdo J, Marathe JP, 2001. Prueba Americana y Europea de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) resultados. Instituto de Investigación de la Escuela UNA-Peru.
- Ohlsson I, Dahlstedt L, 2000. Quinoa potential in Sweden in crop development of the cool and wet regions of Europe. European Communities, Belgium.
- Özkuşlu F, İnce E, 1999. Harran ovasının mevcut tuzluluğu ve potansiyel yayılım alanı. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2: 909-914.
- Özyiğit Y, Bilgen M, 2006. Bazı baklagil yem bitkilerinde farklı biçim dönemlerinin bazı kalite faktörleri üzerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1): 29-34.
- Pulvento C, Riccardi M, Lavini A, d'Andria R, Iafelice G, Marconi E, 2010. Field trial evaluation of two chenopodium quinoa genotypes grown under rain-fed conditions in a typical Mediterranean environment in South Italy. Journal of Agronomy and Crop Science, 196(6): 407-411.
- Razzaghi F, Ahmadi SH, Jacobsen SE, Jense, CR, Andersen MN, 2012. Effects of salinity and soil-drying on radiation use efficiency, water productivity and yield of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Journal of Agronomy and Crop Science, 198(3): 173-184.
- Reichert RD, Tatarynovich JT, Tyler RT, 1986. Abrasive dehulling of quinoa (*Chenopodium quinoa*): effect on saponin content as determined by an adapted hemolytic assay. Cereal Chemistry, 63(6): 471-475.
- Shams AS, 2011. Combat degradation in rain fed areas by introducing new drought tolerant crops in Egypt. International Journal of Water Resources and Arid Environments, 1(5): 318-325.
- Spehar CR, De Barros Santos RL, 2005. Agronomic performance of quinoa selected in the Brazilian savannah. Pesquisa Agropecuaria. Brasileira, Brasilia, 40(6): 609-612.
- Tan M, Yöndem Z, 2013. İnsan ve hayvan beslenmesinde yeni bir bitki: Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Alnteri Zirai Bilimler Dergisi, 25(2): 62-66.
- Tan M, Elkoca E, Temel S, 2015. Antik Çağlardan Günümüze Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). 11.Tarla bitkileri kongresi (7-10 Eylül, 2015, Çanakkale), II.Cilt, p. 326-329.
- Temel S, Şahin K., 2011. Iğdır İlinde Yem Bitkilerinin Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 21 (1): 64-72.
- Ülker M, Ceyhan E, 2008. Orta Anadolu ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (46): 77-89.
- Vega-Galvez A, Miranda M, Vergara J, Uribe E, Puente L, Martinez EA, 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an Ancient Andean grain: a review. Journal of the Science Food Agriculture. 90: 2541-2547.
- Yaşar F, Kuşvuran Ş, Ellialtıoğlu Ş, 2012. Tuzluluk ve kuraklık stresi çalışmalarında antioksidant enzim aktiviteleri ile dayanıklılık arasındaki ilişkilerin incelenmesi. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, 12-14, Konya.

Kıraç Koşullarda Yapay Mera Karışımlarının Verim ve Kalite Performansları*

Tamer YAVUZ¹, Yaşar KARADAĞ²

ÖZET: Bu araştırma, Karadeniz Bölgesi geçit iklim kuşağında yer alan Tokat ilinde yapay mera kurulması zorunlu meralar için uygun karışımları belirlemek amacıyla 2008-2010 yılları arasında yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada; yonca, korunga, çayır düğmesi, otlak ayrığı, kılçıksız brom, domuz ayrığı ve kamışsı yumağın yalın ekim, ikili, üçlü ve dördü karışımlarının verim ve kalite performansları incelenmiştir. En yüksek kuru madde verimi korunga + çayır düğmesi + domuz ayrığı karışımından (1188.9 kg da⁻¹), en düşük kuru madde verimi yalın ekilen domuz ayrığından (562.1 kg da⁻¹) elde edilmiştir. Ham protein verimleri 59.0-187.5 kg da⁻¹, ADF oranları % 37.35-44.58, NDF oranları % 43.49-68.55 ve IVTDMD oranları da % 54.56-65.95 arasında değişmiştir. Hangi karışım olduğuna bakılmaksızın, karışımlardan elde edilen kaba yemin ADF, NDF ve IVTDMD gibi kalite özellikleri bakımından yalın ekilen buğdaygillerden daha iyi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, üçlü ve dördü karışımların kuru madde verimleri yalın ekilen türlerden daha yüksektir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, karışımların verimlerine buğdaygillerin katkılarının zamanla azaldığını göstermiştir. Diğer taraftan, karışıma giren tür sayısı arttıkça, karışımların verimlerine buğdaygillerin katkıları da artmıştır. Böylece karışımlardaki tür sayısı arttıkça daha dengeli karışımlar elde edilmiştir. Sonuç olarak; (1) korunga + çayır düğmesi ile birlikte otlak ayrığı, kılçıksız brom, domuz ayrığı veya kamışsı yumak ile oluşturulacak üçlü karışımlardan, (2) yonca + domuz ayrığı ve (3) yonca + çayır düğmesi + domuz ayrığı karışımlarından herhangi biri Tokat ve benzeri koşullarda kurulacak yapay meralarda kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: ADF, IVTDMD, karışım, NDF, yapay mera

Yield and Quality Performances of Artificial Pasture Mixtures Under Dryland Conditions

ABSTRACT: This study was carried out to determine the suitable pasture mixtures for rangelands which have to be improved only artificial pasture in Tokat Province of Black Sea region located in the transitional climate zone during the period of 2008-2010. Pure sowings, and binary, ternary and quartet mixtures of alfalfa, sainfoin, great burnet, crested wheatgrass, smooth brome, orchardgrass and tall fescue were examined in completely randomized block design with 4 four replicates regarding to yield and quality performance. The highest dry matter yield was obtained from the mixture of sainfoin + great burnet + orchardgrass (1188.9 kg da⁻¹). The lowest dry matter yield (562.1 kg da⁻¹) was obtained from the pure sowing of orchardgrass. Crude protein yields, ADF ratios, NDF ratios and IVTDMD ratios ranged between 59.0 kg da⁻¹ and 187.5 kg da⁻¹, 37.35 % and 44.58 %, 43.49 % and 68.55 %, 54.56 % and 65.95 %, respectively. Irrespective to which mixture, it was determined that the forages of mixtures had better qualities of ADF, NDF and IVTDMD than pure sowings of grasses. Furthermore, dry matter yields of ternary and quartet mixtures were higher than those of pure sowings. The results showed that contributions of the grasses to the yields of the mixtures decreased with time. On the other hand, when the number of species in the mixture increased, the contributions of the grasses to the yields of mixtures also increased. Thus, more balanced mixtures were obtained from the mixture with increased number of species. In conclusion, one of (1) ternary mixtures of crested wheatgrass, smooth brome, orchardgrass and tall fescue with sainfoin + great burnet, or (2) binary mixture of alfalfa + orchardgrass, and (3) ternary mixture of alfalfa + great burnet + orchardgrass can be used in establishing artificial pasture in Tokat province and similar ecological conditions.

Keywords: ADF, IVTDMD, mixture, NDF, artificial pasture

¹ Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kırşehir, Türkiye

² Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Tamer YAVUZ, tameryavuz551@hotmail.com

* Bu çalışma Tamer YAVUZ'un Doktora Tezinin bir bölümüdür.

GİRİŞ

Türkiye’de hayvansal gıda üretiminin yetersiz oluşu büyük oranda hayvan beslenmesinde kullanılan kaba yemin yetersiz ve kalitesiz olmasından kaynaklanmaktadır (Aydın, 1995; Büyükburç, 1995). İhtiyaç duyulan miktarda hayvansal ürün elde etmek için gereken kaliteli kaba yemin, yem bitkileri ekilişini arttırarak ve meraların uygun ıslah yöntemleri ile ıslah edilerek karşılanması gerekmektedir.

Meraların uzun zamandan beri aşırı ve zamansız otlatılmaları, verimliliklerini büyük oranda kaybetmelerine neden olmuştur. En verimli meralar Karadeniz Bölgesi’nde bulunmasına rağmen yağışın nispeten düşük olduğu bölgenin iç geçit kısımlarında verim ve kalite oldukça düşmektedir. Mera alanlarındaki daralma ve otlatma baskısındaki artış Karadeniz Bölgesi’nde de yaşanmakta ve bölgenin tüm meralarında aşırı otlatma yapılmaktadır (Ayan ve ark., 2007).

Mera varlığı yaklaşık olarak 124 405 ha (Anonim, 2010) olan Tokat ilinde, Büyükburç (1998)’a göre sadece 1990’lı yıllarda 3–4 bin hektar mera alanı sürülerek tarım arazisi haline getirilmiştir. Amaç dışı kullanılan mera alanının bu ilin mera varlığının yaklaşık olarak %10–15’i arasında olduğu tahmin edilmektedir. Bu alanlar sadece verimliliklerini kaybetmemiş aynı zamandanda erozyona açık hale gelmiştir. Çünkü erozyonun büyük bir kısmı aşırı otlatma nedeniyle bitki örtüsünün zayıfladığı meralarda gerçekleşmektedir. Bu alanların eskiden olduğu gibi kaliteli kaba yem üreten alanlar haline getirilmesinin yanında erozyonla mücadelenin en etkili yolu sürekli ya da geçici yapay meraların kurulmasıdır (Avcıoğlu ve Ereku, 1996).

Yapay mera tesisi kurmak amacıyla kullanılan çok yıllık baklagil-buğdaygil yem bitkisi karışımları verim ve kalite bakımından yalın ekimlere göre üstündür (Sleugh et al., 2000; Berdahl et al., 2001; Koç et al., 2004; Deak et al., 2007). Bu mera karışımlarından elde edilen kaba yemin verim ve kalitesi; yetişme şartları (Caddel and Allen, 1997), karışımlardaki baklagil oranları (Zemenchik et al., 2002), türler arası yapısal farklılıklar (Linn and Martin, 1999) gibi pek çok faktörden etkilenmektedir. Dolayısıyla her ekolojik koşul için farklı ve uygun yapay mera karışımlarının belirlenmesi bir zorunluluktur. Bu araştırmanın amacı; gübreleme, yabancı ot kontrolü ve dinlendirme ile ıslahı mümkün olmayan kıraç meralarda tesis edilebilecek yapay meralar için, verim ve kalite bakımından en uygun karışımların belirlenmesidir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma 2008-2010 yıllarında, Tokat İli Turhal İlçesi Necip Köyü’nün denizden 635 m yükseklikte, 40° 19’ 43’’ Kuzey enlemi ve 36° 17’ 18’’ Doğu boylamları arasında yer alan, sürülerek tahrip edilmiş kıraç meralarında yürütülmüştür.

Araştırmada 2008 yılı yıllık ortalama sıcaklık değeri (12.0 °C), uzun yıllar ortalama sıcaklık değerinin (12.4 °C) hemen altında, 2009 ve 2010 yıllarının ortalama değerleri (sırasıyla 13.1 ve 14.9 °C) ise uzun yıllar ortalama değerinin üzerindedir. Düşen toplam yağış miktarı 2008 yılında (471.2 mm), uzun yıllar ortalamasından (448.2 mm) 23 mm fazla iken, 2009 yılında ise düşen toplam yağış miktarı (592.9 mm), uzun yıllar ortalamasından 144.7 mm daha fazla olmuştur. 2010 yılının ilk sekiz ayında düşen 369.4 mm’lik toplam yağış, uzun yıllar ortalamasının ilk sekiz ayında düşen yağış miktarından (294.3 mm) 75.1 mm daha fazladır.

Araştırma alanından 0-20 cm ve 20-40 cm derinliklerden alınan toprak örneklerinin Burt (1992) ile Aydeniz ve Brohi (1993)’nin önerdikleri yöntemlere göre yapılan analizlerinde; her iki derinlikte toprağın killi tınlı yapıda, hafif alkali, tuzsuz, orta derecede kireçli, fosfor içeriğinin az, potasyum içeriğinin fazla olduğu belirlenmiştir. Organik madde içeriği 0-20 cm derinlikteki toprakta orta derecede, 20-40 cm derinlikteki toprakta ise az miktardadır.

Araştırmada otlak ayrığı (*Agropyron cristatum* L. Gaertn), kılçıksız brom (*Bromus inermis* Leyss.) ve korunga (*Onobrychis sativa* Lam.) populasyonları ile domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.)’nın Amba, kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*)’ın Bonsai, yonca (*Medicago sativa* L.)’nın Altiva ve çayır düğmesi (*Sanguisorba minor* Scop.)’nin Bünyan 80 çeşitleri bitki materyali olarak kullanılmıştır. Araştırmada 7’si yalın 4’ü ikili (%30 baklagil, %70 buğdaygil), 8’i üçlü (%30 baklagil, %60 buğdaygil ve %10 çayır düğmesi) ve 6’sı dörtlü karışım (%30 baklagil, %30’ar buğdaygiller ve %10 çayır düğmesi) olmak üzere toplam 25 konu incelenmiş ve karışımlar klasik yöntemle hazırlanmıştır (Bakır, 1985). Tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulan deneme, araştırma süresince otlatmadan korunmuştur. Tür ve karışımların ekimleri 14.04.2008 tarihinde yapılmıştır. Markörle 30 cm sıra arasına açılan 8 sraya, karışımları oluşturan türler aynı sırada olacak şekilde elle ekildikten

sonra merdane çekilmiştir. Ekim öncesi dekara 10 kg DAP gübresi uygulanmış, ayrıca araştırmanın yürütüldüğü her yıl dekara 5 kg saf azot hesabıyla tüm tür ve karışımlara ilkbaharda azotlu gübreleme yapılmıştır. Tür ve karışımların biçim işlemleri Serin ve ark. (1998)'nin önerdikleri yöntemlere göre; yalın ekilen türlerde çiçeklenme başlangıcında, karışımlarda ise baklagillerin %10 çiçeklenme döneminde yapılmıştır.

Yaş ot verimleri her parselde kenar sıralara denk gelmeyecek şekilde 1 m uzunluğunda 4 adet sıra (her biri 0.3 m² olan) biçilip ayrı ayrı tartılarak ortalamaları alınarak belirlenmiştir. Kuru madde verimleri, 500 g'lık yaş örneklerin 60 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak hassas terazide tartılmasından elde edilen değerlerden faydalanılarak hesaplanmıştır (Sleugh et al., 2000). Ağırlığa göre botanik kompozisyon Jefferson et al. (1994) ile Gökkuş ve ark. (2000)'nin açıkladığı şekilde her türün ağırlığı toplam ağırlığa oranlanarak belirlenmiştir. Ot örneklerinin azot içerikleri Kjeldahl yöntemiyle belirlendikten sonra, 6.25 katsayısıyla çarpılarak ham protein oranları elde edilmiştir (AOAC 1990). Elde edilen ham protein oranlarıyla da kuru madde verimleri çarpılarak ham protein verimleri hesaplanmıştır. Ot örneklerinin asit deterjan lif (ADF) ve nötr deterjan lif (NDF) içerikleri ANKOM²⁰⁰ Fiber Analyzer cihazı

(ANKOM Technology Corp. Fairport, NY, USA) kullanılarak (Anonim, 2005a), in vitroda gerçek kuru madde sindirilebilirlikleri (IVTDMD) ise DAISY^{II} İnkubatör cihazında (ANKOM Technology Corp. Fairport, NY, USA) belirlenmiştir (Anonim, 2005b).

Araştırmada elde edilen verilerin varyans analizi her yıl için ayrı ayrı tesadüf blokları deneme desenine göre, iki yılın birleştirilmiş varyans analizi ise aynı deneme deseninde çok yıllık bitkiler için önerilen, zamanda bölünmüş parseller deneme desenine göre MSTAT C 1.2v. (1990) paket programında yapılmıştır. Varyans analiz sonuçlarına göre istatistikî olarak önemli çıkan ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yoncanın Botanik Kompozisyonundaki Oranları

Karışımların botanik kompozisyonlarındaki yonca oranları 2009 yılında % 36.22 ile % 68.36, 2010 yılında da % 41.49 ile % 83.13 arasında belirlenmiştir (Çizelge 1). MS+FA karışımının botanik kompozisyonundaki yonca oranı denemenin her iki yılında da diğer karışımlardaki oranlara göre daha yüksektir (P < 0,01).

Çizelge 1. Yoncanın botanik kompozisyonundaki oranları (%)

Konular	Yıllar		Ortalama
	2009	2010	
MS+AC [#]	64.24 a*	76.60 a*	70.42 ab*
MS+Bİ	64.76 a	63.78 bc	64.27 bc
MS+DG	67.25 a	72.88 ab	70.06 ab
MS+FA	68.36 a	83.13 a	75.74 a
MS+SM+AC	50.11 bc	59.79 c	54.95 de
MS+SM+Bİ	45.62 bcd	56.48 cde	51.05 ef
MS+SM+DG	41.26 cd	58.94 cd	50.10 ef
MS+SM+FA	56.71 ab	63.90 bc	60.31 cd
MS+SM+AC+Bİ	38.51 cd	47.62 efg	43.06 fgh
MS+SM+AC+DG	37.80 cd	44.22 fg	41.01 gh
MS+SM+AC+FA	46.42 bcd	53.75 c-f	50.08 ef
MS+SM+Bİ+DG	36.22 d	41.49 g	38.85 h
MS+SM+Bİ+FA	47.32 bcd	48.53 d-g	47.93 efg
MS+SM+FA+DG	37.62 cd	45.71 efg	41.66 gh
ORTALAMA	50.16 B ⁺	58.34 A	54.25

* : Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında (P< 0.01) fark yoktur. †: Aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında (P< 0.01) fark yoktur. #: Konu kısaltmalarında türlerin latince adlandırılmalarının baş harfleri kullanılmıştır

Botanik kompozisyondaki ortalama yonca oranı 2010 yılında (% 58.34) 2009 yılı ortalama oranından (% 50.16) önemli düzeyde ($P<0.01$) yüksek bulunurken, yoncanın iki yıllık ortalama botanik kompozisyon oranı % 54.25 olarak belirlenmiştir. Araştırmanın ikinci yılında MS+Bİ karışımının botanik kompozisyonundaki yonca oranı dışında, diğer tüm karışımlardaki yonca oranlarında artış meydana gelmiştir. İkinci yıl karışımların botanik kompozisyonlarındaki yonca oranında meydana gelen artış, genel olarak karışımlarda yoncanın diğer türlere baskın gelmesinden kaynaklanmaktadır. Bu artışlar özellikle kamışsı yumağın bulunduğu karışımlarda daha dikkat çekici düzeylerde gerçekleşmiştir. İki yıllık ortalama sonuçlara göre, araştırma konusu karışımların botanik kompozisyonlarındaki yonca oranları % 38.85 ile % 75.74 arasında belirlenmiştir (Çizelge 1).

Yoncanın botanik kompozisyondaki oranları; yonca + buğdaygil ikili karışımlarında % 64.27-75.74, yonca + çayır düğmesi + buğdaygil üçlü karışımlarında % 50.10-60.31 ve yonca + çayır düğmesi + iki farklı buğdaygille oluşturulan dördümlü karışımlarda ise % 38.85-50.08 arasında olduğu belirlenmiştir. Genel olarak, zaman içinde tüm karışımlardaki buğdaygil oranlarında azalma olduğu, yoncanın özellikle ikili karışımlarda oranının oldukça artarak baskın hale geldiği belirlenmiştir. Karışımlarda tür sayısı arttıkça daha dengeli botanik kompozisyon oranları ortaya çıkmıştır. Bir çok araştırmacı (Spandl and Hesterman, 1997; Berdahl et al., 2001; Albayrak, 2003) yoncanın zamanla karışımlarda baskın tür haline geldiğini vurgulamıştır.

Kuru Madde Verimleri

Tür ve karışımların kuru madde verimleri 2009 yılında 503.3 kg da^{-1} ile $1132.1 \text{ kg da}^{-1}$, 2010 yılında ise $620.8 - 1245.7 \text{ kg da}^{-1}$ arasında belirlenmiştir. Araştırmanın birinci yılının kuru madde verimi ortalaması (974.8 kg da^{-1}), ikinci yılı ortalamasından (870.8 kg da^{-1}) önemli düzeyde yüksek çıkarken ($P<0.05$), iki yılın ortalama kuru madde verimi 922.8 kg da^{-1} olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Genel olarak 2010 yılının 2009 yılına göre daha sıcak geçmesi, özellikle de ilk dört ayının bitki gelişimi için ilk yıla göre daha uygun olması, bitkilerin erken uyanarak büyüme ve gelişmeye başlamalarını sağlamıştır.

Nisan ve haziran aylarında düşen fazla yağış miktarları da bitki büyüme ve gelişmesine olumlu etki yaparak, kuru madde veriminin ilk yıla göre daha yüksek olmasına yol açmıştır. Araştırmanın iki yıllık ortalama sonuçlarına göre en yüksek kuru madde verimi OS+SM+DG karışımından ($1188.9 \text{ kg da}^{-1}$), en düşük kuru madde verimi ise yalın ekilen domuz ayrığından (562.1 kg da^{-1}) elde edilmiştir (Çizelge 2). Yalın ekilen tür ve karışımların kuru madde verimleri üzerine yılların etkisi farklı biçimde ortaya çıkmıştır. Araştırmanın ilk yılında, yalın ekilen kamışsı yumak ve yonca aynı istatistiksel grupta yer alırken, ikinci yılda farklı grup içerisinde yer almışlardır. Bu nedenlerle yıl x karışım interaksyonunu önemli çıkmiştir ($P<0.05$).

Genel olarak kuru madde verimi bakımından üçlü ve dördümlü karışımlar yalın ekimlerden daha üstün olmuşlardır. Birçok araştırmacı (McGinnies and Townsend, 1983; Casler and Drolsom, 1984; Casler, 1988; Gökkuş et al., 1999; Avcı, 2000; Berdahl et al., 2001; Koç et al., 2004), karışımların veriminin yalın ekimlerden üstün olduğunu bildirmektedirler.

Ham Protein Verimleri

Yalın ekilen tür ve karışımların ham protein verimleri 2009 yılında $52.2 - 174.9 \text{ kg da}^{-1}$, 2010 yılında ise $65.8 - 200.0 \text{ kg da}^{-1}$ aralığında belirlenmiştir. Araştırmada 2010 yılının 157.2 kg da^{-1} olarak belirlenen ortalama ham protein verimi, 2009 yılı ortalama değerinden (131.1 kg da^{-1}) daha yüksek ($P<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 2). Araştırmanın ikinci yılında ham protein verimlerinde meydana gelen artış, aynı yıl kuru madde verimleriyle birlikte, karışımlardaki baklagil oranlarının artması sonucu ham protein oranlarında meydana gelen artıştan kaynaklanmaktadır. İki yıllık ortalama sonuçlarda, ham protein verimleri 59.0 kg da^{-1} ile 187.5 kg da^{-1} aralığında değişmiş, tür ve karışımların ortalama ham protein veriminin ise 144.1 kg da^{-1} olarak belirlenmiştir. Saf ekilen domuz ayrığının ham protein verimi, yalın ekilen diğer buğdaygiller dışındaki tüm tür ve karışımlara göre daha düşüktür ($P<0.01$). Yılların karışımlar üzerine etkisinin farklı olması, ilk yıl farklı istatistikî grupta yer alan karışımların (OS+SM+AC ve MS+SM+FA+DG), ikinci yıl aynı grupta yer almasına yol açmıştır. Bunun sonucu olarak da yıl x konu interaksyonu önemli ($P<0.01$) çıkmıştır.

Çizelge 2. Tür ve karışımların kuru madde ve ham protein verimleri

Tür ve Karışımlar	Kuru Madde Verimi (kg da ⁻¹) ^y			Ham Protein Verimi (kg da ⁻¹) ^y		
	2009	2010	ort	2009	2010	ort
AC [#]	566.6 g*	638.8 ı*	602.7 hı*	59.1 g*	71.7 e*	65.4 f*
Bİ	581.7 g	664.3 hı	623.0 hı	58.7 g	68.0 e	63.3 f
DG	503.3 g	620.8 ı	562.1 ı	52.2 g	65.8 e	59.0 f
FA	582.9 g	645.8 ı	614.3 hı	52.9 g	65.8 e	59.4 f
MS	700.4 fg	829.6 fgh	765.0 fgh	136.2 de	166.6 abc	151.4 bcd
OS	798.5 def	968.1 c-f	883.3 d-g	144.5 a-e	180.6 abc	162.6 a-d
SM	653.7 fg	765.8 ghı	709.7 ghı	103.4 f	124.6 d	114.0 e
MS+AC	785.6 ef	902.1 efg	843.8 efg	126.6 ef	162.4 bc	144.5 d
MS+Bİ	940.3 a-e	1078.3 a-e	1009.3 a-e	151.8 a-e	177.6 abc	164.7 a-d
MS+DG	1027.9 abc	1097.2 a-e	1062.5 a-d	169.2 ab	191.8 ab	180.5 abc
MS+FA	823.0 c-f	921.6 d-g	872.3 d-g	132.7 de	169.6 abc	151.1 bcd
MS+SM+AC	844.0 b-f	937.7 d-g	890.8 def	135.8 de	164.5 bc	150.1 cd
MS+SM+Bİ	926.6 a-e	1071.8 a-e	999.2 b-e	145.8 a-e	182.6 abc	164.2 a-d
MS+SM+DG	979.6 a-e	1029.0 b-e	1004.3 a-e	150.5 a-e	174.8 abc	162.7 a-d
MS+SM+FA	837.2 b-f	1080.4 a-e	958.8 cde	136.6 cde	188.9 ab	162.8 a-d
MS+SM+AC+Bİ	1018.1 abc	963.5 c-f	990.8 b-e	148.0 a-e	152.1 cd	150.1 cd
MS+SM+AC+DG	1007.6 a-d	1116.2 a-d	1061.9 a-d	147.0 a-e	174.1 abc	160.5 a-d
MS+SM+AC+FA	933.8 a-e	1039.6 b-e	986.7 b-e	141.4 b-e	173.4 abc	157.4 bcd
MS+SM+Bİ+DG	1017.9 abc	1145.3 abc	1081.6 abc	147.3 a-e	173.4 abc	160.3 a-d
MS+SM+Bİ+FA	922.5 a-e	1029.5 b-e	976.0 b-e	140.7 b-e	161.7 bc	151.2 bcd
MS+SM+FA+DG	955.3 a-e	1081.8 a-e	1018.5 a-e	136.9 cde	169.2 abc	153.0 bcd
OS+SM+AC	1105.7 a	1196.3 ab	1151.0 ab	174.9 a	200.0 a	187.5 a
OS+SM+Bİ	1081.0 a	1178.1 ab	1129.5 abc	160.6 a-d	191.1 ab	175.9 abc
OS+SM+DG	1132.1 a	1245.7 a	1188.9 a	168.7 abc	193.7 ab	181.2 ab
OS+SM+FA	1045.2 ab	1122.2 a-d	1083.7 abc	156.4 a-e	185.4 abc	170.9 a-d
ORTALAMA	870.8 B ⁺	974.8 A	922.8	131.1 B ^x	157.2 A	144.1

* : Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında (P<0.01) fark yoktur. +: Aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında (P<0.05) fark yoktur. x: Aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında (P<0.01) fark yoktur. #: Konu kısaltmalarında türlerin latince adlandırılmalarının baş harfleri kullanılmıştır. *: Kuru madde veriminde Yıl X Konu interaksyonu için LSD:74.18, Ham protein veriminde Yıl X Konu interaksyonu için LSD:12.10.

Genel olarak yalın ekilen baklagillerin ve çayır düğmesiyle birlikte tüm karışımların ham protein verimleri yalın ekilen buğdaygillerden daha yüksektir. Araştırma konularının ham protein verimleri, kuru madde verimleriyle birlikte karışımlardaki baklagil ve ham protein oranlarıyla ilişkilidir. Bunun sonucu olarak da, yüksek kuru madde verimi ve ham protein oranına sahip araştırma konularının ham protein verimleri de yüksek olmuştur. Ayrıca

yonca ve korunganın sahip oldukları yüksek ham protein oranları ve dolayısıyla karışımların botanik kompozisyonlarındaki artan oranları karışımların yüksek ham protein verimine ulaşmalarında etkili olmuştur. Nitekim, McGinnies and Townsend (1983)'e göre karışımlar yalın ekimlerden daha verimlidir. Serin ve ark. (1998)'da karışımların yalın ekimlere göre daha yüksek kuru ot ve ham protein verimi sağladıklarını vurgulamışlardır.

Asit Deterjan Lif (ADF) Oranları

Tür ve karışımların ADF oranları 2009 yılında % 40.06 – 46.79 arasında, 2010 yılında ise % 34.64 – 42.87 arasında değişmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü her iki yılda da yalın ekilen yoncanın ADF oranı, diğer tüm araştırma konusu tür ve karışımların ADF oranına göre daha düşük ($P < 0.01$) olmuştur. İlk yılın ortalama ADF değeri (% 43.03), ikinci yılın ortalama değerinden (% 38.16) çok önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (Çizelge 3). Araştırmanın ikinci yılında tür ve karışımların

tamamının ADF değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Araştırmanın ikinci yılında karışımlardaki yonca oranlarının artması, ham protein oranlarında da artışa yol açarken ADF oranlarında azalmaya neden olmuştur. Söz konusu yılda bitki gelişimi için daha uygun şartların oluşması, vejetatif dönemin uzayarak olgunlaşmanın gecikmesiyle birlikte biçim zamanlarındaki olgunluk düzeyleri de ADF oranlarını düşürmüştür (Moore et al., 1990; Caddel and Allen, 1997; Belyea et al., 1999; Linn and Martin, 1999).

Çizelge 3. Tür ve karışımların ADF, NDF ve IVTDMD oranları

Tür ve Karışımlar	ADF (%) [§]			NDF (%) [§]			IVTDMD (%) [§]		
	2009	2010	ort	2009	2010	ort	2009	2010	ort
AC [#]	46.46 a*	40.10 c*	43.28 b*	72.07 a*	65.02 a*	68.55 a*	54.35 f*	56.60 ı*	55.47 h*
Bİ	44.57 b	42.87 a	43.72 b	67.90 b	66.87 a	67.39 a	55.13 f	56.22 ı	55.67 h
DG	44.21 bcd	41.18 b	42.69 c	67.29 b	66.71 a	67.00 a	56.53 e	55.82 ı	56.18 h
FA	46.79 a	42.38 a	44.58 a	69.25 b	65.72 a	67.49 a	52.76 g	56.36 ı	54.56 ı
MS	40.06 j	34.64 k	37.35 j	46.67 g	44.17 h	45.42 ı	62.92 a	67.21 a	65.07 a
OS	43.58 cd	39.56 cd	41.57 d	51.21 f	49.85 efg	50.53 gh	60.04 bcd	62.56 fg	61.30 d-g
SM	42.45 efg	36.72 ij	39.58 fgh	44.58 g	42.39 h	43.49 j	63.71 a	68.18 a	65.95 a
MS+AC	42.35 efg	35.92 j	39.13 hı	55.76 cd	49.06 fg	52.41 efg	59.85 bcd	64.72 b	62.29 bcd
MS+Bİ	41.61 hı	37.63 fgh	39.62 fgh	54.13 c-f	52.38 cd	53.26 c-f	60.15 bcd	63.26 c-f	61.71 cde
MS+DG	41.41 ı	36.42 ij	38.92 ı	53.43 c-f	50.25 ef	51.84 fgh	60.81 b	64.17 b-e	62.49 bc
MS+FA	42.17 e-h	35.95 j	39.06 hı	53.78 c-f	47.78 g	50.78 gh	59.74 bcd	65.38 b	62.56 bc
MS+SM+AC	42.40 efg	36.15 ij	39.28 hı	53.59 c-f	47.97 g	50.78 gh	60.60 bc	65.31 b	62.96 b
MS+SM+Bİ	42.02 ghı	37.00 ghı	39.51 gh	52.77 def	49.03 fg	50.90 gh	60.66 bc	64.9 b	62.78 b
MS+SM+DG	42.10 gh	36.67 ij	39.39 ghı	53.63 c-f	49.86 efg	51.74 fgh	60.81 b	64.36 bc	62.58 bc
MS+SM+FA	42.13 fgh	36.54 ij	39.34 ghı	51.67 ef	48.21 fg	49.94 h	60.64 bc	65.22 b	62.93 b
MS+SM+AC+Bİ	42.74 efg	37.77 fg	40.25 e	56.49 c	52.64 bcd	54.57 bcd	59.44 bcd	63.01 d-g	61.23 efg
MS+SM+AC+DG	42.71 efg	37.55 fgh	40.13 ef	56.58 c	53.34 bcd	54.96 bc	59.75 bcd	62.58 fg	61.16 efg
MS+SM+AC+FA	42.84 ef	36.91 hı	39.87 efg	54.84 cde	50.16 ef	52.50 efg	59.72 bcd	64.21 bcd	61.96 b-e
MS+SM+Bİ+DG	42.49 efg	38.28 ef	40.38 e	56.21 c	54.47 bc	55.34 b	59.79 bcd	62.12 fgh	60.96 efg
MS+SM+Bİ+FA	42.38 efg	38.10 f	40.24 e	54.13 c-f	52.86 bcd	53.49 b-f	59.91 bcd	62.97 efg	61.44 def
MS+SM+FA+DG	42.88 e	37.69 fgh	40.28 e	56.46 c	52.83 bcd	54.64 bc	59.32 cd	62.87 fg	61.09 efg
OS+SM+AC	43.88 cd	39.04 de	41.46 d	53.86 c-f	51.26 de	52.56 d-g	59.83 bcd	62.56 fg	61.19 efg
OS+SM+Bİ	43.76 cd	39.85 cd	41.80 d	56.08 c	52.68 bcd	54.38 b-e	58.92 d	62.01 fgh	60.47 fg
OS+SM+DG	43.54 d	39.72 cd	41.63 d	55.34 cd	54.61 b	54.97 bc	59.58 bcd	61.01 h	60.30 g
OS+SM+FA	44.27 bc	39.35 cd	41.81 d	54.86 cde	51.46 de	53.16 c-f	58.81 d	61.75 gh	60.28 g
ORTALAMA	43.03 A ⁺	38.16 B	40.59	56.10 A ⁺	52.86 B	54.48	59.35 B ⁺	62.61 A	60.98

* : Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında ($P < 0.01$) fark yoktur. + : Aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında ($P < 0.01$) fark yoktur. #: Konu kısaltmalarında türlerin latince adlandırılmalarının baş harfleri kullanılmıştır. §: ADF'de Yıl X Konu interaksyonu için LSD:0.5252, NDF'de Yıl X Konu interaksyonu için LSD:1.639, IVTDMD'de Yıl X Konu interaksyonu için LSD:0.8842

İki yıllık ortalama sonuçlara göre, tür ve karışımların ADF oranları % 37.35 ile % 44.58 arasında, ortalama ADF oranı da % 40.59 olarak belirlenmiştir. Yalın ekilen korunga ve korungalı karışımların ADF oranlarının diğer karışımlara göre yüksek olması beklenen bir durumdur. Çünkü korunga yüksek oranda ham protein içeriğine sahip olmasına karşın, sapının yapısal özellikleri nedeniyle de yüksek ADF ve NDF oranlarına sahiptir ve bu nedenle sindirilebilirliği de diğer baklagillere nazaran oldukça düşüktür. Nitekim Howarth et al. (1982), yonca yapraklarının 24 saatteki sindirilebilirlik oranının % 95 iken, korunga yapraklarında bu oranın % 55 olduğunu bildirmişlerdir. Yılların araştırma konusu tür ve karışımların ADF oranı üzerine olan etkisi farklı şekilde ortaya çıkmıştır. İlk yıl MS+FA karışımının ADF oranı (% 42.17), MS+DG karışımının oranından (% 41.41) daha yüksektir. İkinci yılda ise MS+FA karışımında yonca oranının önemli düzeyde artması, karışımın ADF oranının önemli düzeyde azalmasına neden olmuş ve MS+FA ve MS+DG karışımları aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 3). Bunun sonucunda da yıl x konu etkisi (P<0.01) çıkmıştır.

Türler arası yapısal farklılıklar nedeniyle baklagiller buğdaygillerden daha kaliteli yem üretebilmektedirler (Linn and Martin, 1999; Gibson, 2009). Dolayısıyla karışımların ADF oranlarının yalın ekilen buğdaygillerden daha düşük olması, karışımlarda baklagil oranlarının artmasından da kaynaklanmaktadır. Zemenchik et al., (2002) tüm karışımların ADF ile NDF oranlarının yalın ekilen buğdaygillerden düşük olduğunu bildirmiştir.

Nötral Deterjan Lif (NDF) Oranları

Tür ve karışımların ortalama NDF oranlarının 2009 yılında % 44.58-72.07, 2010 yılında % 42.39-66.87 arasında değişmiştir. Araştırmanın her iki yılında da saf ekilen çayır düğmesinin NDF oranı, yonca dışındaki diğer tür ve karışımlara göre daha düşük (P<0.01) olmuştur (Çizelge 3). Araştırmanın ikinci yılında genel olarak tür ve karışımların tamamının NDF oranlarında azalma meydana gelmiştir. Bu azalmanın etkisiyle 2009 yılı ortalama NDF değeri (% 56.10), 2010 yılı ortalama değerinden (% 52.86) yüksek (P<0.01) bulunmuştur (Çizelge 3). Araştırmanın ikinci yılında karışımların botanik kompozisyonlarında baklagillerin önemli düzeyde artış göstermeleri, ham protein oranlarının

artmasıyla birlikte NDF oranlarının da azalmasına neden olmuştur. Baklagil-buğdaygil karışımlarının botanik kompozisyonlarının karışımların verim ve kaliteleri üzerine önemli etkileri vardır (Moore et al., 1990). Karışımların botanik kompozisyonlarında baklagil oranının artması, ham protein oranındaki artışla birlikte NDF oranlarının düşmesine yol açmaktadır (Suyama et al., 2007). Ayrıca araştırmanın ikinci yılındaki daha uygun sıcaklık ve yağış koşulları tür ve karışımların ilk yıla göre daha uzun süren bir vejetatif dönem geçirmelerine neden olmuştur. Bu durumun hasat zamanlarındaki olgunluk düzeylerini etkileyerek NDF oranlarının azalmasına katkı sağladığını söylemek mümkündür.

İki yıllık ortalama sonuçlara göre, NDF oranları % 43.49-68.55 arasında değişmiş ve tür ve karışımların ortalama NDF oranı % 54.48 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Yılların karışımların NDF oranlarına etkisi farklı şekilde ortaya çıkmış ve ilk yıl aynı istatistiki grupta yer alan MS+Bİ ve MS+DG karışımları ikinci yıl farklı istatistiki grupta yer almışlardır. Bu farklılığın ortaya çıkmasına MS+DG karışımındaki yonca oranında meydana gelen artışın neden olduğunu söylemek mümkündür (Çizelge 1). Bunun sonucu olarak da yıl x konu etkisi (P<0.01) çıkmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre; karışımların NDF oranlarının yalın ekilen buğdaygillerden daha düşük, baklagillerden ise daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum botanik kompozisyonlarındaki baklagil-buğdaygil oranlarından (Moore et al., 1990; Deak et al., 2007) ve türler arası yapısal farklılıklardan (Linn and Martin, 1999) kaynaklanmaktadır. Korunga bitkisi yüksek ham protein içermesine rağmen, yapısal farklılıkları ve yaprak/sap oranı nedeniyle diğer baklagillere göre daha yüksek NDF oranına sahiptir (Lees et al., 1981; Howarth et al., 1982; Baron et al., 2000). Bu nedenle korunga karışımlarının bazı yonca karışımlarından daha yüksek NDF oranlarına sahip olmaları olağan bir sonuçtur.

In Vitro Gerçek Kuru Madde Sindirilebilirlikleri (IVTDMD)

Tür ve karışımların IVTDMD oranları 2009 yılında % 52.76-63.71 arasında, 2010 yılında % 55.82-68.18 arasında belirlenmiştir (Çizelge 3). Araştırmada 2010 yılının ortalama IVTDMD oranı

(% 62.61), 2009 yılı oranından (% 59.35) daha yüksektir ($P<0.01$). Araştırmanın ikinci yılında yalın ekilen domuz ayrığı dışındaki tüm tür ve karışımların sindirilebilirlik oranlarında ilk yıla göre artış meydana gelmiştir. IVTDMD oranlarında meydana gelen bu artış, araştırma konularının ADF ve NDF oranlarında meydana gelen azalmadan kaynaklanmaktadır. ADF ve NDF oranlarındaki azalma da karışımlardaki baklagil oranlarının artması sonucu meydana gelmiştir (Çizelge 1). Bazı araştırmacılara (Belyea et al., 1999; Jeranyama and Garcia, 2004) göre NDF ve ADF oranlarındaki artış kaba yemin sindirilebilirliğini azaltmaktadır. Karışımları oluşturan baklagil-buğdaygil oranları yemin besin değerinin ve kalitesini önemli derecede etkilemektedir (Moore et al., 1990; Deak et al., 2007).

İki yıllık ortalama sonuçlara göre, IVTDMD oranları tür ve karışımlara bağlı olarak % 54.56 ile % 65.95 arasında, ortalama IVTDMD oranı ise % 60.98 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Yılların araştırma konularının IVTDMD oranları üzerine olan etkisi farklı şekilde ortaya çıkmıştır. İkinci yılda yoncanın MS+Bİ karışımındaki oranında çok az bir düşüş olmamasına karşın, MS+SM+FA karışımındaki oranında önemli artış meydana gelmiştir (Çizelge 1). MS+SM+FA karışımında artan yonca oranı, ADF ve NDF oranlarını azaltırken, IVTDMD oranını önemli ölçüde arttırmıştır. İlk yıl aynı istatistiksel grupta yer alan karışımlar (MS+Bİ ve MS+SM+FA) ikinci yılda farklı gruplarda yer almışlardır. Bunun sonucunda da yıl x konu etkileşimi önemli ($P<0.01$) çıkmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, genel olarak yalın ekilen çayır düğmesi, yonca ve korungayla birlikte tüm karışımların IVTDMD oranlarının yalın ekilen buğdaygillerden daha yüksektir. Çayır düğmesinin ve baklagillerin içerdikleri yüksek ham protein ve düşük NDF oranları nedeniyle buğdaygillere göre daha fazla IVTDMD oranlarına sahip olmaları olağan bir durumdur. Mülâyim ve ark., (2009)'na göre çayır düğmesi diğer yem bitkilerinden daha düşük selüloz oranına sahiptir. Bu nedenle yüksek sindirilebilirlik oranlarına ulaşması normal bir sonuçtur. Buğdaygiller fazla ligninleşmeden dolayı düşük NDF sindirilebilirliğine sahiptirler (Hoffman et al., 2001). Olgunlaşma ile birlikte, bitkilerde hücre duvarının nicelik ve niteliği değişerek, lignin ve selüloz oranı artmaktadır (Aydın, 1996). NDF hücre duvarının lif içeriğinin tamamını

kapsadığı için sindirilebilirliği etkiler ve baklagiller daha düşük oranda NDF içeriğine sahip olduklarından, daha yüksek sindirilebilirlik oranlarına ulaşabilirler (Linn and Martin, 1999).

SONUÇ

Tokat gibi geçit iklim kuşağında bulunan, benzer iklim ve toprak özelliklerine sahip alanlarda sindirilebilirlik, kuru madde ve ham protein verimi gibi özellikler dikkate alınarak bir yapay mera kurulması düşünüldüğünde yonca + domuz ayrığı ve yonca + çayır düğmesi + domuz ayrığı karışımları kullanılabilir. Benzer şartlarda korunga ile karışımlar düşünüldüğünde ise; korunga + çayır düğmesi + otlak ayrığı, korunga + çayır düğmesi + kılçıksız brom, korunga + çayır düğmesi + domuz ayrığı veya korunga + çayır düğmesi + kamışsı yumak üçlü karışımlarından biri önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Albayrak S, 2003. Ankara ekolojik koşullarında yapay mera kurulması üzerine bir araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, 167s.
- Anonim, 2005a. The Ankom 200 Fiber Analyzer, Procedures for NDF, ADF and ADL analyses. ANKOM, Fairport, NY, <http://www.ankom.com> (Erişim tarihi:10.01.2016).
- Anonim, 2005b. In vitro true digestibility Using the DAISYII Incubator. ANKOM, Fairport, NY, <http://www.ankom.com> (Erişim tarihi:10.01.2016).
- Anonim, 2010. Tokat ilinin tarımsal yapısı ve potansiyeli, Tokat Valiliği.
- AOAC (1990). Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. 15th ed. Arlington, VA, USA.
- Avcı M, 2000. Çukurova'da geçici yapay mera kurmak amacıyla yetiştirilebilecek kışık çok yıllık buğdaygil + baklagil yem bitkileri karışımlarının saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, 112s.
- Avcıoğlu R, Ereku O, 1996. Erozyon ve çayır mera vejetasyonları. Türkiye 3. Çayır Mera ve Yem Bitkileri Kongresi 17-19 Haziran 1996, Erzurum.
- Ayan İ, Acar Z, Manga İ, Özyazıcı MA, 1997. Samsun koşullarında engebeli ve yüzlek topraklarda sulamaksızın bazı çok yıllık yem bitkileri karışımlarının yetiştirilebilme olanakları üzerine bir araştırma. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi 22-25 Eylül 1997, Samsun.
- Aydeniz A, Brohi A, 1993. Gübreler ve Gübreleme. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1, Tokat. 880s.
- Aydın İ, 1995. Bafra ekolojik şartlarında hafif asit karakterli çayırarda yapılan gübreleme ve kireçlemenin kuru ot verimi ve botanik kompozisyona etkileri. Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10: 163-174.

- Aydın İ, 1996. Yem bitkilerinin besin değerini etkileyen faktörler, Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11 (1): 167-175.
- Bakır Ö, 1985. Çayır Mera Islahı, Prensipler ve Uygulamalar. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 947.
- Baron VS, Alistair CD, King, JR, 2000. Leaf and stem mass characteristics of cool-season grasses grown in the canadian parkland. *Agronomy Journal*, 92:54-63.
- Belyea R, Restrepo R, Martz F, Ellersieck M, 1999. effect of year and cutting on equations for estimating net energy of alfalfa. *Journal of Dairy Science*, 82(9):1943-1949.
- Berdahl DJ, Karn JK, Hendrickson JR, 2001. Dry matter yields of cool-season grass monocultures and grass- alfalfa binary mixtures. *Agronomy Journals*, 93: 463-467.
- Burt R, 1992. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No: 42. Washington, DC, USA. 400 p.
- Büyükburç U, 1995. Çayır mera ve yem bitkileri ile diğer kaba yem kaynaklarının değerlendirilmesi ve geliştirilmesine yönelik öneriler. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Z. F. Tarla Bitkileri Bölümü, Tokat.
- Büyükburç U, 1998. Mera Alanlarında Erozyon Sorunu. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tokat, 16s.
- Caddel J, Allen E, 1997. Forage quality interpretations. <http://virtual.chapingo.mx/dona/paginaCBasicos/f-2117.pdf> (Erişim tarihi:10.01.2016)
- Casler MD, Drolsom PN, 1984. Yield testing cool-season forage grasses in pure stands v.s. binary mixtures with alfalfa. *Crop Science*, 24:453-456.
- Casler MD, 1988. Performance of orchardgrass, smooth brome grass, and ryegrass in binary mixtures with alfalfa. *Agronomy Journal*, 80:509-514.
- Deak A, Hall MH, Sanderson MA, Archibald DD, 2007. Production and nutritive value of grazed simple and complex forage mixtures. *Agronomy Journal*, 99: 814-821.
- Gibson DJ, 2009. Grasses and Grassland Ecology. Oxford University Press, New York, USA. 305p.
- Gökkuş A, Koç A, Seri, Y, Çomaklı B, Tan M, Kantar F, 1999. Hay yield and nitrogen harvest in smooth brome grass mixtures with alfalfa and red clover in relation to nitrogen application. *European Journal of Agronomy*, 10: 145-151.
- Gökkuş A, Koç A, Çomaklı B, 2000. Çayır-Mera Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:142, Erzurum, 139s.
- Hoffman PC, Shaver RD, Combs DK, Undersander DJ, Bauman LM, Seeger TK, 2001. Understanding NDF digestibility of forages. *Focus on Forage*, 3(10):1-3.
- Howarth RE, Goplen PB, Brandt SA, Cheng KJ, 1982. Disruption of leaf tissues by rumen microorganisms: An approach to breeding bloat-safe forage legumes. *Crop Science*, 22: 564-568.
- Jefferson PG, Lawrence T, Irvine RB, Kielly GA, 1994. Evaluation of sanfoin-alfalfa mixtures for forage production and compatibility at a semi-arid location in Southern Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, 74(4): 785-791.
- Jeranyama P, Garcia AD, 2004. Understanding relative feed value (RFV) and relative forage quality (RFQ). http://pubstorage.sdstate.edu/AgBio_Publications/articles/exex8149.pdf (Erişim tarihi:10.01.2016)
- Koç A, Gökkuş A, Tan M, Çomaklı B, Serin Y, 2004. Performance of tall fescue and lucerne-tall fescue mixtures in highlands of Turkey. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 47: 61-65.
- Lees GL, Howarth RE, Goplen PB, Fesser AC, 1981. Mechanical disruption of leaf tissues and cell in some bloat-causing and bloat-safe forage legumes. *Crop Science*, 21: 444-448.
- Linn JG, Martin NP, 1999. Forage quality tests and interpretations. Minnesota Extension Service, University of Minnesota Publ. FO-02637, St. Paul.
- McGinnies WJ, Townsend CE, 1983. Yield of three range grasses grown alone and in mixtures with legumes. *Journal of Range Management*, 36(3): 399-401.
- Moore KJ, Roberts CA, Fritz JO, 1990. Indirect estimation of botanical composition of alfalfa-smooth brome grass mixtures. *Agronomy Journal*, 82: 287-290.
- Mülayim M, Acar R, Demirbağ NŞ, 2009. Çayır Düğmesi (*Sanguisorba minor Scop.*). Yem Bitkileri, Buğdaygil ve Diğer Familyalardan Yem bitkileri III. Cilt, Editörler: Avcıoğlu R, Hatipoğlu R, Karadağ Y, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları, İzmir, s. 757-764.
- Serin Y, Gökkuş A, Tan M, Koç A, Çomaklı B, 1998. Suni çayır tesisinde kullanılacak uygun yem bitkileri ve karışımlarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22: 13-20.
- Sleugh B, Moore KJ, George JR, Brummer EC, 2000. Binary legume – grass mixtures improve forage yield, quality, and seasonal distribution. *Agronomy Journal*, 92: 24-29.
- Spandl E, Hesterman OB, 1997. Forage quality and alfalfa characteristics in binary mixtures of alfalfa and brome grass or timothy. *Crop Science*, 37:1581-1585.
- Suyama H, Benes SE, Robinson PH, Grattan SR, Grive CM, Getachew G, 2007. Forage yield and quality under irrigation with saline-sodic drainage water: Greenhouse evaluation. *Agricultural Water Management*, 88: 159-172.
- Zemenchik RA, Albrecht KA, Shaver RD, 2002. Improved nutritive value of kura clover-and birdsfoot trefoil-grass mixtures compared with grass monocultures. *Agronomy Journal*, 94: 1131-1138.

Farklı İki Mikroalg (Scenedesmus dimorphus, Chlorella vulgaris) ve (Saccharomyces cerevisiae) ile Beslenen Moina micrura (Kurz, 1874)'nın Besin Alma Aktivitesi

Fatma CAF¹, Ayda TELLİOĞLU², Nurgül ŞEN ÖZDEMİR³

ÖZET: Bu çalışmada, *Chlorella vulgaris* Beyerinck [Beijerinck] 1890, *Scenedesmus dimorphus* (Turpin) Kützing 1834 ve *Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex E.C. Hansen *Moina micrura* (Kurz, 1874)'ya besin olarak verilmiştir. Aç bırakılan *Moina micrura*'nın beslenme aktivitesi üzerinde farklı alg türleri ve mayanın etkileri çalışılarak filtrasyon ve besin alma oranı belirlenmiştir. Araştırmanın birinci aşamasında sırasıyla *Scenedesmus dimorphus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Chlorella vulgaris* türlerinden oluşan besin karışımı *Moina micrura* 'ya besin olarak verilmiş ve *Moina micrura*'ya ait en yüksek besin alma oranının 1148.71±124.68 hücre/kladoser/dakika ile *Chlorella vulgaris*'e ait olduğu bulunmuştur. İkinci aşamada 2 alg türünden oluşan karışım *Moina micrura* 'ya besin olarak verilmiş ve her iki türe ait besin alma oranı arasındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır (p< 0.05). Üçüncü aşamada ise, 2. aşamada düşük besin alma oranının belirlendiği *Scenedesmus dimorphus* ve *Saccharomyces cerevisiae*'den oluşan karışım *Moina micrura* 'ya besin olarak verilmiş ve besin alma oranları arasındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır (p<0.05).

Anahtar Kelimeler: Beslenme aktivitesi, ekme mayası, mikroalg, *Moina micrura*

The Feeding Activity of *Moina Micrura* (Kurz, 1874) (Cladocera) Fed with Two Different Microalgae Species (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus dimorphus*) and *Saccharomyces cerevisiae*

ABSTRACT:

In the study, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus dimorphus* and *Saccharomyces cerevisiae* (yeast) were used as food for the *Moina Micrura* (Kurz, 1874). Filtration and ingestion rates of the *Moina Micrura* were determined to study the effects of different microalgae species and *S. cerevisiae* on the feeding activity of the starved *Moina micrura*. At the first stage of the study, *M. micrura* fed by the mixture of *C. vulgaris*, *S. dimorphus*, *S. cerevisiae* and the highest ingestion rate 1148.71±124.68 cell/cladocera/min. was obtained to *Chlorella vulgaris*. At the second stage, fed with mixture of *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus dimorphus* and it was found that difference between the ingestion rates of these microalgae were important (p<0.05). At the third stage, *M. micrura* fed with mixture of *S. dimorphus* and *S. cerevisiae* which was obtained lowest ingestion rates at the second stage and it was found that difference between the ingestion rates of them were important (p<0.05).

Key words: Bekar's yeast, feeding activity, microalgae, *Moina micrura*

¹ Bingöl Üniversitesi, MYO, Veterinerlik Programı, Bingöl, Türkiye

² Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat, Biyoloji, Hatay, Türkiye

³ Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri, Bingöl, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Fatma CAF,f.baydas23@hotmail.com

GİRİŞ

Göl ekosistemindeki besin zincirinin ilk halkasını birincil üreticiler olarak bilinen ve organik madde sentezleyen fitoplanktonlar, ikinci halkasını ise ikincil üreticiler ve birincil tüketiciler olan zooplanktonlar oluşturmaktadır. Besin zincirini oluşturan canlı grupları arasındaki herhangi bir değişiklik, birbirleri üzerinden beslenen diğer canlı grupları arasında da belirgin bir değişikliğe neden olur (Brendelberger, 1991). Yetiştiriciliği yapılan balıkların çoğunun besini, besin zincirinde ilk halkayı oluşturan fitoplankton veya fitoplanktonla beslenen zooplankton oluşturmaktadır (Atay ve Bekcan, 2000). Zooplankton içerisinde önemli bir grup olan kladoserler kolay filtre edilmelerinden dolayı, göllerdeki besin zincirinde anahtar rol oynamaktadırlar ve birçok sucül organizmanın beslenmesinde önemli bir canlı yem kaynağını oluşturmaktadırlar (Brendelberger, 1991). Balık yetiştiriciliğinde özellikle de ilk beslenme döneminde canlı yem kullanılması, larvaların büyüme ve yaşama oranını arttırmaktadır. Besinsel değeri yaşa ve türe göre değişmekle birlikte, kuru ağırlığının %50'sini protein oluşturmaktadır ve bu da balıklar için nitelikli ve besleyici bir yem kaynağı demektir. *Daphnia* ve *Moina* cinsleri özellikle tatlı su balıklarının larva üretiminde başarıyla kullanılabilir (Hoff and Snell, 1987).

Su ürünlerinden yararlanma amaçları çerçevesinde larval üretim yapılan tesislerde alg kültür üniteleri, sistemin önemli bir basamağını oluşturmaktadır. Bu üniteye başarı, su ortamındaki besin zincirinin diğer halkalarını oluşturan zooplanktonun üretimine ve larvaların verimliliğine yansımaktadır. Su ekosisteminde beslenme aktivitesi; besin zincirindeki madde ve enerjinin düşük seviyeden yüksek seviyeye transferinde önemli bir rol oynar. Besin zincirindeki bu hareketi anlayabilmede besin ölçümü önemlidir (Bamsedt et al., 2000).

Besin alma oranı; zooplanktonun büyüklüğü, besin konsantrasyonu ve sıcaklıkla önemli bir artış gösterir. Filtrasyon oranı ise zooplanktonun büyüklüğü ve sıcaklıkla artarken besin konsantrasyonunun artışıyla azalır. Bundan dolayı, kladoser ve kopepod türleri için farklı partikül büyüklüklerinde besinler tercih edilmelidir. Deney şartları önemli bir şekilde besin alma oranı ve filtrasyonu etkiler. Bu şekilde farklı ve benzer zooplankton taksonları arasında işlevsel cevaba,

partikül büyüklüğünü seçmeye, enerji miktarına başlangıç besin konsantrasyonunu açıklamaya olanak sağlar (Peters and Downing, 1984).

Larva besinini oluşturan kladoserlerin üretiminde daha iyi başarı sağlayabilmek için, kladoserlerin besin seçiciliği ve beslenme aktivitesi üzerine olan araştırmalara daha fazla önem verilmelidir. Öneminin henüz yeterli düzeyde anlaşılmadığı büyük bir çoğunlukla kabul gören tatlı su balığı yetiştiriciliğinin en etkin biçimde yapılabilmesi için en önemli faktörlerden biri, beslenmenin aydınlatılmasıdır. Bu çalışmada *Scenedesmus dimorphus*, *Chlorella vulgaris*, *Saccharomyces cerevisiae*'nin yetiştiricilikte önemli bir yeri olan *Moina micrura*'nın beslenme davranışları ve besin alma oranları üzerindeki etkisi araştırılarak besin seçiciliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

Moina micrura'nın beslenmesinde *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus dimorphus* olmak üzere 2 fitoplankton türü ve mayalardan ise kuru ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) kullanılmıştır. Canlı yem üretilen iklim dolabının sıcaklığı türün optimum gelişmesini sağlayacak şekilde 25 °C'de tutularak, 16 saat gündüz, 8 saat gece (~ 800 Lüks, gün ışığı tipi floresans lamba) olacak şekilde düzenlenmiştir (Klüttgen et al., 1994; Şanal, 2000). Çalışma 3 aşamalı olarak yürütülmüş ve her aşama en az 3 kez tekrarlanmıştır. Denemenin her aşamasında oda sıcaklığı 24°C'de tutulmuştur. Mikroalg sayımında thoma lamı (Hemostometre), kladoser sayımında bölmelenmiş bir cam kap kullanılmıştır. *Moina micrura*'nın yoğunluğu 20 kladoser/ml olarak hazırlanmıştır. Deneme 100 ml hacmindeki beherlerde yürütülmüştür. Söz konusu türler *Moina micrura*'ya besin olarak verildikten 60 dakika sonra örnek alınarak sayımları yapılmıştır. Denemenin 1. 2. ve 3. aşamalarında kladoserler 48 saat süre ile aç bırakılmışlardır. 60 dakikalık beslenme sürecinin sonunda sayım için 3'er ml örnekler alınmış ve %4'lük formaldehit ile tespit edilerek, her alg türü için 4'er sayım yapılmıştır. Bu çalışmada *Moina micrura*'nın besin süzme ve besin alma miktarının hesaplanmasında aşağıda gösterilen denklemden yararlanılmıştır (Yúfera and Pascual, 1985).

$$\text{Filtrasyon oranı } F = (\ln Co - \ln Ct) / V.t. \quad (1)$$

$$\text{Besin alma oranı } I = F \cdot \sqrt{Co \cdot Ct} \quad (2)$$

Co: Başlangıç besin yoğunluğu (hücre/ml) Ct: Deneş süresi sonundaki besin yoğunluğu (hücre/ml) V = Deneş ortamındaki kladoser yoğunluğu(adet/ml), t = zaman (dk) Besin alma oranı; bir kladoserin birim zamanda aldığı besin miktarını göstermekte olup yukarıda gösterilen denklem ile hesaplanmıştır.

Türlere ait besin alma oranlarının karşılaştırılmasında X^2 testi kullanılmıştır. Diğer aşamalarda ortalamaların karşılaştırılmasında t-testi uygulanmıştır (İkiz ve ark., 1996).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Beslenme sırasında, kladoserin farklı türlerle eşit olarak karşılaşmasını sağlamak amacı ile türlere ait hücre büyüklükleri göz önüne alınarak yoğunlukları; *Scenedesmus dimorphus* için 70×10^4 hücre ml^{-1} , *Saccharomyces cerevisiae* için 210×10^4 hücre ml^{-1} ve *Chlorella vulgaris* için 280×10^4 hücre ml^{-1} olacak şekilde ayarlanmıştır. Araştırmada *Moina micrura*'nın beslenmesinde kullanılan fitoplankter türlerinden *Chlorella vulgaris*'in büyüklüğü 3-4 μ , *Scenedesmus*

dimorphus'un büyüklüğü ise 13-14 μ olarak ölçülmüştür. Besin olarak kullanılan maya (*Saccharomyces cerevisiae*) büyüklüğü ise 10-11 μ 'dur. Araştırma esnasında kullanılan *Moina micrura*'nın büyüklüğü 0.470 mm olarak ölçülmüştür. *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus dimorphus* ve *Saccharomyces cerevisiae* (ekmek mayası)'den oluşturulan 1:3:4 oranındaki karışım 48 saat boyunca aç bırakılan *Moina micrura*'ya besin olarak verildikten sonra 60 dakika beklenmiş ve bu sürenin sonunda alınan örneklerin thoma lamı ile sayımı yapılarak, ortalama süzme ve besin alma miktarları hesaplanmıştır.

Moina micrura'ya ait besin alma oranları *C. vulgaris*, *S. dimorphus* ve *S. cerevisiae* (ekmek mayası) için sırasıyla 1148.71 ± 124.68 , 426.72 ± 2.19 ve 355.56 ± 52.67 hücre/kladoser/dk olarak saptanmıştır (Şekil 1). Yapılan istatistikî değerlendirme sonucunda türlere ait besin alma oranları arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Bu aşamada en yüksek besin alma oranı *C. vulgaris* için 1148.71 ± 124.68 hücre/kladoser/dk olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. İki farklı alg türü ve ekmeş mayası ile beslenen *Moina micrura*'ya ait besin alma oranları

Türler	<i>S. dimorphus</i>	<i>S. cerevisiae</i>	<i>C. vulgaris</i>
Yoğunluk (hücre ml^{-1})	70×10^4	210×10^4	280×10^4
Besin alma oranı	426.72 ± 2.19	355.56 ± 52.67	1148.71 ± 124.68

İkinci aşamada *S. dimorphus*, *C. vulgaris* türlerinin karışımı ile beslenen *M. micrura*'nın, bu iki türe ait besin alma oranları sırasıyla 421.76 ± 1.47 hücre/kladoser/dk ve 1124.13 ± 51.30 hücre/kladoser/dk olarak

saptanmıştır (Şekil 1). Yapılan istatistikî değerlendirme sonucu *S. dimorphus*, *C. vulgaris* türlerine ait ortalama besin alma miktarları arasında farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$) (Tablo Çizelge 2).

Çizelge 2. İki farklı alg türü ile beslenen *Moina micrura*'ya ait besin alma oranları

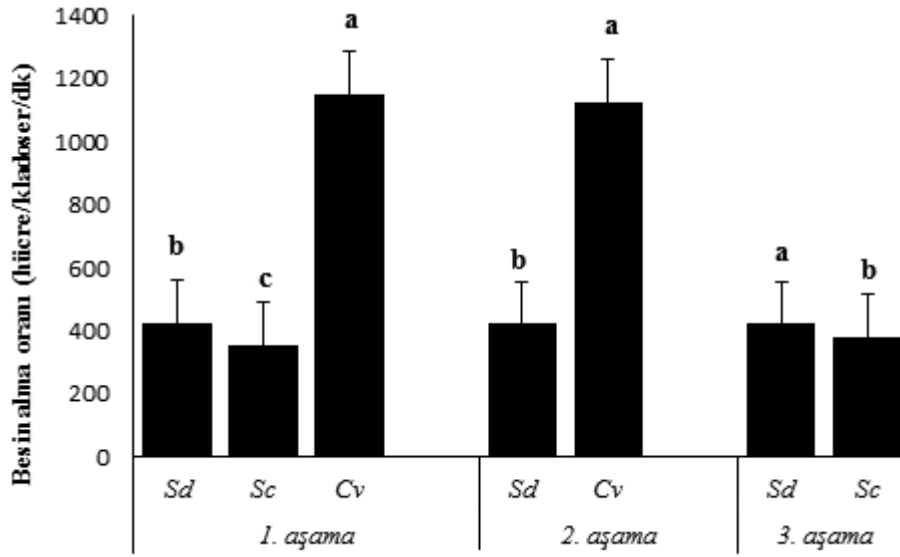
Türler	<i>S. dimorphus</i>	<i>C. vulgaris</i>
Yoğunluk (hücre ml^{-1})	70×10^4	280×10^4
Besin alma oranı hücre/kladoser/dk.	421.76 ± 1.47	1124.13 ± 51.30

Son aşamada düşük besin alma oranına sahip olan *S. dimorphus* ve *S. cerevisiae*'den oluşturulan karışım ile beslenen *Moina micrura*'nın sırasıyla besin alma oranları *S. dimorphus* için 421.76 ± 5.02 ve *S. cerevisiae* için ise 380.95 ± 43.03 hücre/

kladosera/dk. olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Yapılan istatistikî değerlendirme sonucu *S. dimorphus* ve *S. cerevisiae* türlerine ait ortalama besin alma oranları arasında farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 3).

Çizelge 3. *S. dimorphus*, *S. cerevisiae* ile beslenen *M. micrura*'ya ait besin alma oranları

Türler	<i>S. dimorphus</i>	<i>S. cerevisiae</i>
Yoğunluk (hücre ml ⁻¹)	70×10^4	210×10^4
Besin alma oranı (hücre/kladoser/dk)	421.76 ± 5.02	380.95 ± 43.03



Şekil 1. İki farklı alg türü ve ekme mayası ile beslenen *M. micrura*'ya ait besin alma oranları (3 farklı aşama aynı grafik üzerinde gösterilmiştir) Sd: *S. Dimorphus*; Sc: *S. cerevisiae*; Cv: *C. vulgaris*

Yürütülen bu çalışmada farklı türler ile beslenen *Moina micrura*'nın besin alma miktarını belirlemek amacıyla *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus dimorphus* ve mayadan (*Saccharomyces cerevisiae*) oluşan üç farklı besin kullanılmıştır. Söz konusu türlerle beslenen *Moina micrura*'ya ait ortalama besin alma sırasıyla; *C. vulgaris* için 1148.71 ± 124.68 , *S. dimorphus*'ta 426.72 ± 2.19 , *S. cerevisiae*'de 355.56 ± 52.67 hücre/kladoser/dk olarak hesaplanmıştır. En yüksek besin alma oranı 1148.71 ± 124.68 hücre/kladoser/dk ile *C. vulgaris*'de gözlemlenirken, en düşük besin alma oranını ise 355.56 ± 52.67 hücre/kladoser/dk ile *S. cerevisiae*'de gözlemlenmiştir.

Pagano (2008) doğal ortamdan aldığı fitoplanktonları *M. Micrura* 'ya besin olarak vermiş, besin seçiciliği ve besin alma oranlarını araştırmıştır. *Moina micrura*'nın geniş bir aralıkta, farklı büyükte fitoplankton partikülleriyle etkili bir şekilde beslendiğini bildirmiştir (*Chlorella* sp. 2-4 µm *Coelastrum reticulatum* 20-40 µm). *M. micrura*'nın *C. vulgaris*'in bulunduğu ortamda aynı büyüklükteki (*Monoraphidium contortum* ya da *Chlorella* sp.) besinler bulunduğu da *C. vulgaris*'i tercih ettiğine işaret edilmiştir (Pagano 2008). Çalışmanın sonucunda *Moina micrura*'nın seçici olduğunu ve bu seçiciliğin çeşitli olduğu ve partikül büyüklüğünün de önemli

olduğunu ama tek kriter olarak düşünilemeyeceğini de bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da, *Moina micrura* farklı alg türlerine karşı seçici davranış göstermiş olup, en yüksek besin alma oranını *Chlorella vulgaris* ile beslendiğinde göstermiştir (1148.71±124.68 hücre/kladoser/dk). *Chlorella vulgaris* aynı zamanda büyüklüğü en az olan türdür. Dolayısıyla besin seçiciliğinde besin partiküllerinin büyüklüğünü önemli bir kriter olarak kabul edebiliriz.

Ovie and Egborge, (2002) *M. micrura*'nın populasyon artışı üzerine *Scenedesmus acuminatus*'un 6 farklı besin yoğunluğunun etkisini incelemişler ve maksimum birey sayısını (11303 birey L⁻¹) 1.5x10⁶ h ml⁻¹ alg konsantrasyonunda belirlemişlerdir.

McMahon and Rigler (1965) *Daphnia magna* ile yaptıkları çalışmada *S. cerevisiae* ve *C. vulgaris*'ten oluşan karışımda daha çok *C. vulgaris*'in besin olarak tercih edildiğini, besinlerin büyüklüğü arttıkça başlangıç konsantrasyonunun azaltılması gerektiğini bildirmişlerdir. Buradan besin hücrelerinin büyüklüğünün, başlangıç yoğunluğunun, şeklinin ve kimyasal bileşeninin kladoserlerin besin alma oranını etkileyebileceğini düşünebiliriz. Martinez (2000) *M. micrura*, *Chlorella* sp. ile beslendiğinde filtrasyon oranının daha yüksek, *Ceriodaphnia dubia*'nın ise *Oocystis* sp'le beslendiğinde filtrasyon oranının daha yüksek çıktığını bildirmiştir. *Chlorella* sp. daha küçük boyutlarda olduğu için *Oocystis* sp'ye oranla daha çok tercih edilmiştir. Çalışmamıza paralellik gösteren bu çalışmadan yola çıkarak kladoserlerin beslenme esnasında büyüklük farkı gözetildiği (*S. cerevisiae*, *S. dimorphus* daha az tercih ettiği) belirgin bir şekilde anlaşılmaktadır. *M. micrura* 'nın küçük hacimdeki besinlere karşı daha seçici olduğu görüşünü taşımaktayız. Ayrıca çalışmamızda alternatif canlı yem kaynağı olan *Moina micrura*'nın üremesi üzerine farklı alglerin *C. vulgaris*, *S. dimorphus* ve mayanın etkisine de bakılmıştır. Laboratuvar şartları altında çeşitli konsantrasyonlarda üretilen *C. vulgaris*, *S. dimorphus* ve maya besin olarak kullanılarak 21 gün boyunca *Moina micrura*'nın üreme kapasitesi üzerine etkisine bakılmıştır. Zooplankton için uygun besinin seçiminin değerlendirmesinde zooplanktonun üreme kriterine de bakılmıştır. Yeni doğan toplam canlı sayısı da bu çalışma boyunca dikkate alınmıştır. 2 alg ve maya içinde en

uygun besin olarak *S. dimorphus* bulunmuştur. Büyük ölçekli olan *S. dimorphus* ile beslenme sonucu daha fazla bireyin ürettiği gözlemlenmiştir. Bu durumu besin olarak kullanılan algin kimyasal bileşiminin besinsel anlamda yüksek olmasına bağlayabiliriz. Şanal ve Köksal (2005), zooplankton (*Daphnia pulex*) üreme randımanı üzerine tek hücreli yeşil alg (*Scenedesmus disciformis*), ticari alabalık yavru yemi+yonca unu ve kuru ekmeç mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) olmak üzere 3 farklı besin ortamının etkisine bakmıştır. Sonuçta tek hücreli yeşil alg ile beslenen *Daphnia pulex* stok kültüründe bir dışıden elde edilen maksimum yavru sayısı 22 iken, alabalık yavru yemi+yonca unu karışımı ile 12 ve kuru ekmeç mayası ile 10 olarak tespit edilmiştir. Laboratuvar koşullarında üç farklı besin ile beslenen *D. pulex*' in kültüründe en yüksek üreme randımanını tek hücreli yeşil alg besin ortamından elde etmiştir. En düşük üreme randımanını ise maya ortamında elde etmiştir. Bizim çalışmamızda da maya en az tercih edilen yem olmuştur. Zooplankton beslenmesinde etkinliği bulunan mayanın pratikte daha etkili kullanımına yönelik daha fazla ve uzun süreli çalışmalar yapılmalıdır. Mayanın zooplankton beslenmesindeki öneminin tam anlaşılabilmesi için mayanın zooplanktonun üreme potansiyeli, biyokimyasal kompozisyonu üzerine yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

Zooplankton kültüründe mayanın ısrarla kullanılmasının en büyük nedenlerinden biri ucuz ve işçiliğinin az olmasıdır (Arnold and Holt 1991). Mayanın tek başına kültürde yem olarak kullanılması yerine yoğun kültürlerde ek yem olarak yararlanılması en doğru yoldur. Mayanın hem düşük besinsel kalitesini ortadan kaldırmak hem de büyüme hızını artırmak için alg türleri ile birlikte kullanmak gerekmektedir. Bu şekilde yapılan kültürlerde populasyonun büyümesinde % 25.4'lük bir ilerleme olduğu kaydedilmiştir (James et al., 1983; Watanabe et al., 1983).

SONUÇ

Göl ekosistemindeki besin zincirinde önemli bir role sahip zooplankton fitoplankton ve balıktan oluşan döngünün daha iyi anlaşılması için kültürünün yapılması önem kazanmaktadır. Son on yılda etkili bir büyüme

gösteren modern aquakültür genç bir endüstri dalıdır. Bu işle uğraşanların büyük bir kısmı yapay larva yemi geliştirerek canlı yeme alternatif olarak üretmektedir. Ama yapay yemler hala genellikle canlı yemlerden daha az kabul görmektedir. Besin kalitesindeki artış kladoserlerin büyümesi ve üremesi üzerine olumlu bir etki yapmaktadır. Yapılan çalışmalarda en yüksek büyüme ve en çok üremenin alg ile beslenenlerde olduğu görülmektedir. Bu çalışmada *Moina micrura* 'ya besin olarak verilen alglerden en iyi sonuç tek hücreli yeşil alg (*C. vulgaris*) besin ortamından elde edilmiştir. En düşük besin alma oranı mayada gözlenmiştir. Zooplanktonlar canlı yem olarak kullanılmadan önce maya ile beslenerek besin içeriğini yönünden zenginleştirilmesi gerekmektedir. Fakat sadece mayanın besin olarak kullanılması zooplanktonun yağ asidi bakımından fakirleşmesine yol açmaktadır. Bu anlamda zooplankton kültüründe maya ile birlikte HUFAsı içeriği yüksek olan mikroalglerin kullanılması zooplanktonun üreme başarısını ve larvanın hayatta kalma oranını önemli ölçüde arttırmaktadır. Larva besinini oluşturan kladoserlerin üretiminde daha iyi başarı sağlayabilmek için, kladoserlerin besin seçiciliği ve beslenme aktivitesi üzerine olan araştırmalara daha fazla önem verilmelidir.

KAYNAKLAR

- Arnold CR, Holt GJ, 1991. Various Methods for the Culture of the Rotifer, *Brachionus plicatilis*, in Texas. In: The Rotifer and microalgae Culture Systems. Fulks W, Main K, (Eds) Proceedings of a U.S. Asia, Honolulu, 119-123.
- Atay D, Bekcan S, 2000. Deniz Balıkları ve Üretim Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No: 1515, Ders Kitabı: 468, 396 s., Ankara.
- Bamsedt U, Gifford D J, İrgoien X, Atkinson A, Roman M, 2000. Feeding. In ICES Zooplankton Methodology Manual. RP Harris RP, Wiebe PH, Lenz J, Skjoldal HR, Huntley M, (Eds.) Academic Press, New York, 297-399.
- Brendelberger H, 1991. Filter mesh size of cladocerans predicts retention efficiency for bacteria. Limnology and Oceanography, 36: 884-894.
- Hoff HF, Snell TW, 1987. Plankton culture manual Florida aquaforms, inc. 125 p.
- İkiz F, Püskülcü H, Şaban E, 1996. Üstatistiğe Giriş. Ege.Üniv. Basımevi, Bornova-İzmir.
- James CM., Bou-Abbas M, Al-Khars AM, Al-Hinty S, Salman AE, 1983. Production of the Rotifer *Brachionus plicatilis* for Aquaculture in Kuwait. Hydrobiologia, 104: 77-84.
- Klüttgen B, Dülmer U, Engels M, Rate HT, 1994. Rapid Communication, Adam an artificial freshwater for the culture of zooplankton. Water Research, 28 (3): 743-746.
- McMahon JV, Rigler FH, 1965. Feeding Rate of *Daphnia magna* Straus in Different Food Labeled With Radioactive Phosphorus. Limnol Oceanogr., 10: 105-113.
- Martinez G, 2000. Feeding Behaviour of *Daphnia ambigua* Scourfield 1974, *Moina micrura* 1874 and *Ceriodaphnia dubia* Richard 1895 (Cladocera) Under a Food Concentration Gradient. Revista Chilena de Historia Natural, 73: 47-54.
- Ovie SI, Egborge ABM, 2002. The effect of different algal densities of *Scenedesmus acuminatus* on the population growth of *Moina micrura* Kurz (Crustacea: Anomopoda, Moinidae). Hydrobiologia, 477: 41-45.
- Pagano M, 2008. Feeding of tropical cladocerans (*Moina micrura*, *Diaphanosoma excisum*) and rotifer (*Brachionus calyciflorus*) on natural phytoplankton: effect of phytoplankton size-structure. J. Plankton Res., 30: 401-414.
- Peters RH, Downing JA, 1984. Empirical analysis of zooplankton filtering and feeding rates. Limnol. Oceanogr., 29(4): 763-784.
- Şanal M, Köksal G, 2005. The Effect of Different Nutritional Media on the Reproductive Efficiency of *Daphnia pulex*, (in Turkish), A. Ü. Zir. Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 11 (2): 173-177.
- Şanal M, 2000. Farklı Besin Ortamlarının *Daphnia* sp. Üretimi Üzerine Etkisi. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 65s.
- Yufera M, Pascual E, 1985. Effect of Algal Food Concentration on Feeding and Ingestion Rates of *Brachionus plicatilis* in Mass Culture. Hydrobiologia 122: 181-187.
- Watanabe T, Kitajima C, Fujita S. 1983. Nutritional Values of Live Organisms Used in Japan for Mass Propagation of Fish: A Review. Aquaculture 34: 115-143.

Aspirin Yem Değeri ve Çiftlik Hayvanlarının Beslenmesinde Kullanılabilme Olanakları: I. Kanatlıların Beslenmesinde Kullanımı ve Etkileri

Kasım ÖZEK¹

ÖZET: Bu derlemede, aspirin yem değeri ile yumurta tavuğu ve etlik piliçlerin beslenmesinde kullanılabilme olanakları tartışılmıştır. Kanatlı yetiştiriciliğinde üretim maliyetlerinin önemli bir kısmını yem giderleri oluşturmaktadır. Yem maliyetlerinin düşürülmesinde altın kural, maliyetin önemli bir kısmını oluşturan soya fasulyesi küspesi yerine yemlere daha ucuz alternatif protein kaynaklarının ilavesidir. Bu manada, aspirin önemli bir alternatif olabilir. Aspirin küspesinin besin maddesi içeriği elde edilmiş yöntemine bağlı olarak değişmekle birlikte soya küspesi ile mukayese edildiğinde neredeyse soya küspesi ile eşdeğerdir. Ancak, yüksek maliyetli olmakla birlikte, özel işlenmiş aspirin küspesi yem olarak her yönüyle soya fasulyesi küspesinden daha üstündür. Aspirin, etlik piliç ve yumurta tavuğu yemlerine belirli bir düzeye kadar rahatlıkla ilave edilebilecek bir yemdir. Yumurta tavuğu rasyonlarına bir miktar aspirin tohumu, küspesi ya da yağı ilavesi yumurta yağ asitlerini doymamış yağ asitleri lehine artırırken kolesterol düzeyini de düşürebilmektedir. Aynı şekilde etlik piliçlerde de aspirin et kolesterol düzeyini düşürebileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aspirin, aspirin yem değeri, etlik piliç, yumurta tavuğu

Feed Value of Safflower and the Possibilities of Using in Farm Animal Nutrition: I. The Using and Effects in Poultry Nutrition

ABSTRACT: In this review, the possibilities of using the safflower in laying hens and broiler nutrition were discussed. In poultry production, feed costs constitute significant portion of the production costs. The golden rule of lowering feed costs is added to ratio a new alternative protein source cheaper than soybean meal which constitutes a significant portion of the feed cost. In this sense, safflower could be an important alternative. Nutrients content of safflower meal is vary depending upon the method of processing. When safflower meal is compared with soybean meal, dehulled safflower meal is almost equivalent to soybean meal. However, when safflower meal is specially processed it is superior every aspect than soybean meal. Safflower is a feed that can be successfully added to the broilers and laying hens feed within certain limits. When an amount of the safflower seed, meal or oil are added to the layer diets, egg unsaturated fatty acids content increases, and egg cholesterol level decreases. In addition, addition of safflower in ratio can reduce cholesterol levels in broiler meat.

Key words: Broiler, feed value of safflower, laying hens, safflower

¹ Güney Marmara Kalkınma Ajansı, Balıkesir, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Kasım ÖZEK, kozek@gmka.gov.tr

GİRİŞ

Aspir, soya, kolza, ayçiçeği gibi yağlı tohumlu bitkilere göre derin köklere sahip olduğundan kuraklığa daha dayanıklıdır. Bu nedenle, kurak ve yarı kurak iklim şartlarında yetişebilmektedir (Çamaş et al., 2007; İşler, 2011; İlkdoğan, 2012). Bitki, bu özelliği göz önünde bulundurulduğunda ülkemizin orta ve Güney Doğu Anadolu bölgeleri başta olmak üzere birçok bölgesinde önemli bir tarım ürünü olabilir. Ancak, Türkiye’de aspir ekimi sadece 44 bin dekar, üretimi ise 70 bin tondur (Anonim, 2016). Türkiye’de geliştirilmiş Yenice, Dinçer ve Remzibey isimli üç aspir çeşidi olup, Yenice ve Dinçer dikensiz, Remzibey çeşidi ise dikenlidir (Babaoğlu, 2006).

Yağlı tohum küspeleri, karma yem sektöründe ana yem hammaddelerinden birisi olup özellikle kanatlı ve süt sığırları karma yemlerinde protein ve enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Türkiye, karma yem sektöründe özellikle kanatlı yemlerinde ana girdi olan soya fasulyesinde dışa bağımlıdır. Ülkemiz kurak ve yarı kurak iklim koşullarında aspir gibi yetişebilecek soya alternatifi yağlı tohumlu bitkilerin üretilmesi bu bağımlılığı azalacaktır. Aspir, sadece yem sektörü için değil aynı zamanda yağ sanayi içinde önemli bir bitki olabilir. Çünkü Türkiye ihtiyaç duyduğu bitkisel yağın yaklaşık %70’ini de ithalat ile karşılamaktadır (Anonim, 2015).

Yumurta tavuğu rasyonlarına aspir küspesinin (Ehsani et al., 2013) ve aspir tohumunun (Vashan et al., 2008) %10 düzeyinde ilave edilebileceği bildirilmektedir. Ancak, %10’dan fazla ilavenin yumurta kabuk kalitesini olumsuz etkilediği vurgulanmaktadır (Ehsani et al., 2014). Rasyona bir miktar (en az % 2.5) aspir tohumu ilavesi, yumurta doymamış yağ asitleri oranını da arttırmaktadır (Yakar ve ark., 2014).

Malakian et al., (2011) etlik piliç rasyonlarına tam yağlı aspir tohumunun %20 düzeyinde katılmasının performansı olumsuz etkilemediğini bildirmiştir. Thomas et al. (1983) tarafından aspir küspesinin etlik piliçlerdeki etkilerini belirlemek için gerçekleştirilen bir çalışmada izokalorik ve izonitrojenik olarak hazırlanan rasyonlarda soya küspesinden gelen protein yerine %25 hatta %50 oranında aspir küspesi ikamesinin yapılabileceği ifade edilmiştir. Ancak, bu sonuçlar aspirin etlik piliçlerin beslenmesiyle ilgili yapılan ilk

çalışmalarla örtüşmemektedir. Kuzmicky and Kohler (1968), etlik piliç rasyonlarına yüksek oranda aspir küspesi ilavesinin büyümeyi menfi yönde etkilediğini, ancak rasyona ilerleyen yaşla birlikte arttırılmak üzere %12.5 seviyesine kadar aspir küspesi ilave edilmesinin olumsuz etki oluşturmadığını bildirmişlerdir.

ASPIR TOHUMU VE KÜSPESİNİN BESİN MADDESİ KOMPOZİSYONLARI

Aspir tohumunun kabuk oranı %40 civarında olup (Blair, 2011) kabuğun tohumdan ayrılması gayet zor ve masraflı bir işlemdir. Tohum, varyete, toprak ve iklim şartlarına bağlı olarak değişmekle beraber yaklaşık % 15-19 ham protein (HP), % 15-20 ham selüloz (HS), %30-32 Asit Deterjan lif (ADF), %40-45 Nötr Deterjan Lif (NDF) (Malakian and Hassanabadi, 2010; İlkdoğan, 2012) ve % 20-40 ham yağ (HY) (Coşge et al., 2007) içermektedir. Yeni geliştirilen aspir varyetelerinin besin maddesi kompozisyonu ile geleneksel varyetelerinkine birbirlerinden farklıdır. Bu nedenle, özellikle yakın zamanlarda yapılan çalışmalarda aspir için verilen besin maddesi muhtevaları ile daha önceki yıllarda yapılan çalışmalarda verilen muhtevalar arasında bir miktar farklılık vardır.

Aspir küspesi, tohumdan yağ çıkartma işleminden sonra kalan kısımdır. Küspesinin kalitesi, yağ çıkarma işleminden sonra kalan yağ miktarı ile küspedeki kabuk miktarına bağlı olarak değişmektedir. Aspir yağı, tohumlardan mekanik presleme ya da çözücü ekstraksiyon yöntemi ile elde edilir. Yağ çıkarma işleminde çözücü ekstraksiyon yöntemi daha etkindir. Kabukların tohumdan ayrılmış olması presleme etkinliğini arttırmaktadır. Aspir küspesinde lifin ana kaynağı kabuk olup küspedeki HS içeriği küspenin kabuk içeriğine bağlı olarak değişmektedir. Ham selüloz içeriği, kabuğu tamamen soyulmuş tohumlardan elde edilen ekstrude aspir küspesinde %2’ye kadar düşerken, kabuğu soyulmamış tohumlardan elde edilen küspede %30-40 arasında değişmektedir (Farran et al., 2010).

Aspir küspesinin yağ içeriği, yağ çıkarma yöntemine bağlı olarak değişir. Günümüzde, yağ çıkarma işlemi preslemeyi takiben uygulanan solvent ekstraksiyonu ile yapılmaktadır. Aspir küspesinin elde edilme yöntemine göre besin maddesi ve amino asit kompozisyonu Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge 1’de

görüldüğü gibi, kabuksuz aspir küspesinin HS içeriği %35.3 gibi yüksek bir değerdir. Bu seviyede HS içeren bir küspenin özellikle kanatlı beslemede kullanımı son derece sınırlı olabilir. Ancak, farklı işleme yöntemleri neticesinde elde edilen ince öğütülmüş kısmen kabuklarından ayrılmış ekstrude (ESM), kısmen kabuklarından ayrılmış solvent ekstrude (SESM) ve

kabuğu yoğun olarak temizlenmiş ekstrude (CSM) küspesinin hem HP hem HS düzeyleri çok makul düzeydedir (Farran et al., 2010). Özellikle, CSM yem değeri bakımından soya fasülyesi küspesi (SFK) ile kıyaslandığında her yönüyle SFK'dan daha üstündür. Bununla birlikte, ileri düzey işleme teknolojileri gayet pahalı yöntemlerdir.

Çizelge 1. Aspirin küspesinin elde edilmiş yöntemine göre besin maddesi ve amino asit kompozisyonu, % (Farran et al., 2010).

İçerik	Kabuklu Aspir	(ESM) ¹	(SESM) ²	(CSM) ³	SFK ⁴
Kuru Madde	93.8	92.0	92.3	93.9	92.0
Ham protein	20.5	45.0	49.0	55.0	43.0
Ham yağ	3.76	8.0	1.59	11.0	3.47
Ham selüloz	35.3	13.2	13.0	2.44	6.08
Ham kül	2.58	6.37	7.11	7.09	6.91
Gerçek ME, kcal kg ⁻¹		2.478	2459	3.041	2628
Alanin		1.80	1.85	2.32	1.90
Asparajin		3.81	3.84	4.68	4.52
Serin		1.79	1.98	2.73	2.24
Glutamin		8.06	8.19	9.91	7.49
Glisin		2.50	2.78	3.40	2.07
Histidin		1.22	1.49	1.67	1.31
Prolin		1.96	2.07	2.41	2.40
Arjinin		4.91	5.59	6.89	3.99
Treonin		1.42	1.61	1.94	1.92
Fenilalanin		2.19	2.45	2.96	2.53
Tirosin		1.38	1.50	1.84	1.62
Valin		2.52	2.65	3.26	2.46
Lösin		2.93	3.08	3.75	3.59
İzolösin		1.89	1.99	2.43	2.34
Lisin		1.18	1.20	1.45	2.55
Metionin		0.78	0.81	0.91	0.71
Sistin		0.76	0.79	0.89	0.74
Triptofan		0.47	0.48	0.64	0.52

¹ ince öğütülmüş kısmen kabuklarından ayrılmış ekstrude, ² kısmen kabuklarından ayrılmış solvent ekstrude, ³ kabuğu yoğun olarak temizlenmiş ekstrude, ⁴ Soya fasülyesi küspesi(%44 proteinli)

Yine Çizelge 1'den görüldüğü gibi ESM, SESM ve CSM küspelerinin amino asit içeriği SFK ile kıyaslandığında hemen hemen eşdeğer düzeydedir. Ancak, aspirin küspesinin lisin içeriği düşük olup işleme teknolojisi

ile bir miktar artsa da yine de yetersizdir. Bilindiği gibi, lisin ve metionin, kanatlı beslemede birinci derecede sınırlayıcı amino asitler olup, rasyonun bu iki amino asit bakımından dengelenmesi son derece önemlidir.

Aspir küspesinin mineral ve bazı vitamin muhtevası sırasıyla Çizelge 2. ve 3.'te verilmiştir. Aspir küspesi, SFK ile kıyaslandığında fosfor, çinko ve demir bakımından zengin, kalsiyum, magnezyum ve sodyum yönünden en az eşdeğer ve diğer bazı mineral içerikleri bakımından daha düşük düzeydedir (Çizelge 2). Küspenin, vitamin içeriği genel olarak

düşüktür ancak SFK ile karşılaştırıldığında biotin ve niasin bakımından gayet zengindir (Çizelge 3). Aspir küspesinin mineral ve vitamin içeriği yine işleme yöntemi ve kabuk içerip içermediğine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bir bütün olarak bakıldığında, mineral ve vitamin bakımından yeterli bir yem olduğu söylenebilir.

Çizelge 2. Aspir küspesinin mineral muhtevası (Chiba, 2014).

Aspir küspe çeşidi	Ca %	P %	Mg %	Fe mg kg ⁻¹	K %	Na %	Cl %	Zn mg kg ⁻¹
Aspir küspesi, solvent	0.34	0.76	0.34	496	0.75	0.05	-	41
Aspir küspesi, kabuksuz	0.38	1.40	0.99	860	1.08	0.04	0.16	186
Soya küspesi, solvent	0.30	0.69	0.29	141	2.10	0.04	0.04	52

Çizelge 3. Aspir küspesinin bazı vitaminler muhtevası (Chiba, 2014).

Aspir küspe çeşidi	Vit K mg kg ⁻¹	Biotin mg kg ⁻¹	Niasin mg kg ⁻¹	Riboflavin mg kg ⁻¹
Aspir küspesi, solvent	0.8	1.42	61.9	2.5
Aspir küspesi, kabuksuz	0.7	1.70	22.2	2.0
Soya küspesi, solvent	-	0.32	27.7	2.9

Aspirdeki yağ miktarı ve yağın muhtevası varyete, iklim şartları, ekim zamanı ve toprak yapısına göre değişmektedir. Yerli aspir varyetelerinin yağ içeriği Çizelge 4'te verilmiştir. Kışlık ekilen aspride yağ içeriği yazlık ekilen aspride kıyasla %3.5 daha fazladır (Coşge et al., 2007). Aspir yağının %96-99'unu oleik, linoleik, stearik ve palmitik asit oluşturmaktadır. Oleik

ve linoleik asit oranları varyeteye göre sırasıyla %10-32 ve %58-81 arasında değişebilmektedir (Coşge et al., 2007). Toplam doymamış yağ asitleri miktarı %90 gibi yüksek bir düzeydedir. Aspir yağı, yemeklik olarak rahatlıkla kullanılmaktadır (Coşge et al., 2007; Malakian and Hassanabadi, 2010).

Çizelge 4. Yerli aspir varyetelerinin yağ içeriği, % (Coşge et al., 2007).

Ekim zamanı	Aspir varyetesi		
	Dinçer	Remzibey-05	Yenice
Sonbahar	26.92	28.47	24.53
İlkbahar	22.43	25.76	21.33
Ortalama	24.68	27.11	22.88

Yerli aspir varyetelerinin sonbahar ve ilkbahar ekimlerinin ortalaması olarak yağ asidi muhtevaları Çizelge 5'te verilmiştir. Yerli aspir varyetelerinden Remzibey'in oleik asit içeriği Yenice ve Dinçer varyetelerine göre hemen hemen 3 kat daha fazladır

(Çizelge 5). Buna karşın, linoleik asit bakımından daha düşük düzeydedir (Çamaş et al., 2007; Coşge et al., 2007). Bu farklılık, varyetelerin farklı yağ asidi yönünde geliştirilmiş olmalarından ileri gelmektedir.

Çizelge 5. Yerli aspir varyetelerinin sonbahar ve ilkbahar ekimlerinin ortalaması olarak yağ asidi muhtevaları, % (Coşge et al., 2007).

Yağ asidi	Aspir varyetesi		
	Dinçer	Remzibey-05	Yenice
Miristik	0.15	0.11	0.11
Palmitik	6.69	6.19	5.70
Araşidik	0.27	0.33	0.25
Stearik	2.06	2.20	2.20
Palmitoleik	0.13	0.12	0.10
Oleik	12.71	32.11	10.53
Linoleik	77.74	58.73	80.86
linolenik	0.08	0.07	0.08
Eikosenoik	0.13	0.17	0.13

Aspir, dane ve küspe olarak hayvan beslemede kullanıldığı gibi süt ve et sığırları ile koyunlarda kaba yem olarak ta kullanılabilmektedir. Ancak, kaba yem olarak kullanımı çok azdır. Aspirin kaba yem olarak yem değeri, biçim zamanına göre önemli farklılıklar göstermektedir. Olgunlaşma döneminde biçilen aspirin yem değeri tohum içerip içermediğine bağlı olarak değişmektedir. Tohumlu olgunlaşmış aspir, HP ve HY yönünden tam çiçeklenmiş aspir otuna göre üstün

ancak ADF ve NDF bakımından düşük kalitededir. Aspir ve yoncanın kaba yem olarak besin madde muhtevaları izelge 6'da verilmiştir. Yonca kuru otu ile kıyaslandığında HP muhtevası çok düşük, olgunlaşmış tohumlu aspir otunda HY içeriği ise çok yüksektir (izelge 6). Genel olarak, aspirin kaba yem olarak yem değerinin gayet iyi olduğu söylenebilir. Ancak, kaba yem olarak aspirin zaman zaman ağızda yaralanmalara sebep olabileceği unutulmamalıdır.

Çizelge 6. Aspir ve yoncanın kaba yem olarak besin madde muhtevaları, % (Stanford et al., 2001).

Kuru ot eşidi	Kuru madde	Ham protein	Ham yağ	ADF	NDF
Tam çiçeklenmiş aspir	90.1	9.7	1.6	23.3	32.2
Olgunlaşmış aspir (tohumlu)	90.9	13.1	13.1	38.9	50.1
Yonca kuru otu	90.5	23.6	1.3	29.1	39.1

ASPIRİN YUMURTA TAVUKLARININ BESLENMESİNDE KULLANIMI VE ETKİLERİ

Rowghani et al. (2006) yaptıkları bir çalışmada, rasyona farklı düzeylerde kadife çiçeği, aspir taç yaprakları, kırmızı biber ve ticari pigment ilavesinin yumurta tavuklarında yumurta sarı rengine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, aspir taç yapraklarının yumurta sarı rengini artırdığı ancak optimum pigmentasyon için farklı dozların da denenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Enerji ve protein bakımından dengelenmiş yumurta tavuğu rasyonlarına %10 düzeyinde tam yağlı aspir tohumu sokulması performans ve yumurta kalite kriterlerini olumsuz etkilememektedir (Vashan et al., 2008). Tam yağlı aspir tohumu oleik asit bakımından zengin olduğu için tek midelilerde kas içi doymamış yağ asit miktarını arttırmaktadır (Malakian and Hassanabadi, 2010). Aspir küspesi, yüksek selüloz, soyaya göre kısmen daha düşük enerji ve lizin içeriği nedeniyle kanatlı rasyonlarında SFK yerine tamamen

ikame edilmesi önerilmemektedir. Bu husus, aspirin kanatlı beslemede kullanımıyla ilgili yapılan ilk besleme çalışmalarında etlik piliçlerde performans düşüklüğüyle kendini göstermiştir (Kratzer and Williams, 1951; Petersen et al., 1957; Kuzmicky and Kohler, 1968).

Aspirin küspesinin 47 haftalık yaştaki yumurta tavuğu rasyonlarına %10 düzeyinde ilavesi kabuk kalite özelliklerini olumsuz etkilemezken (Ehsani et

al., 2014), bağışıklık sistemine de herhangi bir katkısı tespit edilmemiştir (Vashan et al., 2008; Ehsani et al., 2014). Ehsani et al. (2013), rasyona %2.5, %5, %7.5 ve %10 düzeylerinde aspirin küspesi ve enzim ilavesinin 47 haftalık yaştaki yumurta tavuklarında verim performansı ve yumurta kabuk kalite kriterlerine etkisini araştırmışlardır. On hafta sürdürülen çalışmaya ait sonuçlar Çizelge 7'de gösterilmektedir.

Çizelge 7. Aspirin küspesinin yumurta tavuklarında 47-56 haftalık yaşlar arasında yumurta verim ve kalite özelliklerine etkisi (Ehsani et al., 2013).

Parametreler	Rasyon aspirin düzeyi, %					P
	0	2.5	5.0	7.5	10.0	
Yumurta verimi, %	78.8	81.7	86.7	79.3	79.3	P>0.05
Yem tüketimi, g	108.3	111.5	113.9	113.1	113.3	P>0.05
Yumurta ağırlığı, g	65.3	65.2	64.1	63.5	63.9	P>0.05
Yem çevirimi, g yem g ⁻¹ canlı ağırlık artışı	2.12	2.14	2.13	2.29	2.28	P>0.05
Yumurta kabuk ağırlığı*, g	9.61	9.37	9.53	9.31	9.08	P>0.05
Kabuk Kalınlığı*, g	2.79	2.91	2.78	2.76	2.14	P>0.05

* Ehsani et al. (2014)'den alınmıştır.

Çizelgeden görüldüğü gibi, rasyona %10 düzeyine kadar aspirin küspesi ilavesinin performansına herhangi bir olumsuz etkisi olmamıştır. Bunun ötesinde, kontrol grubunda yumurta verimi %78.8 iken %5 aspirin küspesi ilave edilmiş grupta ise %86.7 olarak bulunmuştur. Rasyona aspirin küspesi ilavesi, yemden yararlanmayı rasyonda artan aspirin düzeyi ile birlikte kötüleşme eğilimine sokmuştur (Çizelge 7). Ehsani et al. (2014) tarafından aynı aspirin düzeyleri ve aynı yaşlardaki yumurta tavukları kullanılarak gerçekleştirilen başka bir araştırmada ise rasyonda artan aspirin küspesi düzeyine paralel olarak yumurta kabuk ağırlığı ve kalınlığının azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 7). Araştırmacılar, yumurta tavuğu rasyonlarına %10'dan daha fazla aspirin küspesi ilavesinin yumurta kabuk kalitesinde önemli sıkıntılara yol açabileceğini vurgulamışlardır.

İnsanlarda beyin ve sinir sisteminin gelişimi için linoleik ve linolenik asitler, gerekli olup besinlerle dışarıdan alınması zorunludur (Watkins, 1987). Yapılan çalışmalar, çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) kan kolesterol seviyesini de düşürdüğünü bildirmektedir. Bu bakımdan, insanların temel gıdalarından olan et, süt, yumurta gibi hayvansal ürünlerde doymuş yağ asitlerini azaltıp, doymamış yağ asitlerini arttırmaya yönelik

çalışmalar yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir. Bu çalışmalar, rasyon yağ asitleri içeriğinin yemi tüketen hayvanların ürünlerine de yansıdığını göstermiştir (Gladkowski et al., 2011; Shafey et al., 2003; Yakar ve ark., 2014;). Soya, mısır, yer fıstığı, pamuk ve aspirin yağları linoleik asit bakımından zengin olup bu yağlar yumurta sarısı linoleik asit miktarını önemli oranda arttırabilmektedir (Yakar ve ark., 2014). Kahraman ve ark. (2004), balık yağı, keten yağı ve ayçiçeği yağının belirli oranlarda yumurtacı tavuk yemlerine ilave ederek yaptıkları bir çalışmada, yeme ilave edilen yağların yağ asidi içeriklerinin yumurtaya yansıdığını tespit etmişlerdir. Shafey et al. (2003) karma yeme %2 oranında aspirin yağı ilavesinin yumurtada linoleik asit miktarını arttırdığını, oleik asit miktarını etkilemediğini ve palmitik asit miktarını ise azalttığını bildirmişlerdir. Hur et al. (2003), yeme %5 oranında aspirin yağı ilave ederek yaptıkları çalışmada yumurta linoleik asit miktarının arttığını, oleik asit miktarının azaldığını ve palmitik asit miktarının değişmediğini ifade etmişlerdir.

Yapılan bir başka çalışmada, yumurta tavuğu yemlerine aspirin tohumu ilavesinin yumurta yağ asitleri kompozisyonuna etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, yeme %2.5, %5 ve %10 düzeylerinde öğütülmüş aspirin

tohumu katılmak suretiyle 3 farklı rasyon hazırlanmıştır. Gruplar, 8 hafta süreyle sınırlı (110g gün⁻¹) olarak beslenmişlerdir. Yağ asidi içeriği, denemenin ortasında ve sonunda toplanan yumurtalarda analiz edilmiştir. Araştırmanın sonunda toplanan yumurtalarda yapılan yağ asidi içeriği analizinin sonuçları Çizelge 8'de sunulmuştur. Çizelge 8'den de görüldüğü gibi, çalışmada farklı düzeylerde öğütülmüş aspir tohumu içeren karma yemlerin yumurtada yağ asitleri kompozisyonunu önemli oranda etkilediği (P<0.05) belirlenmiştir. Rasyona %10 oranında öğütülmüş aspir tohumu ilavesi, yumurtadaki çoklu doymamış yağ asitleri miktarını önemli oranda arttırdığı, doymuş yağ asitleri miktarını ise düşürdüğü (P<0.05) tespit edilmiştir (Çizelge 8).

ASPIRİN ETLİK PİLİÇLERİN BESLENMESİNDE KULLANIMI VE ETKİLERİ

Aspir tohumu ve küspesinin çiftlik hayvanlarının beslenmesinde kullanımıyla ilgili ilk deneme çalışmaları etlik piliçlerde gerçekleştirilmiştir. Kratzer and Williams (1947; 1951), aspir küspesinin etlik piliçlerde rasyona metionin, lizin, arjinin, sistin veya glisin ilavesi yapılmadan tek başına protein kaynağı olarak kullanılmasının büyümeyi olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Kuzmicky and Kohler (1968), etlik piliç rasyonlarına yüksek oranda aspir küspesi ilavesinin büyümeyi menfi etkilediğini, ancak ilerleyen yaşla birlikte ilave edilen miktar arttırılmak üzere rasyona %12.5 seviyesine kadar aspir küspesi ilave edilmesinin olumsuz bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Çizelge 8. Aspir tohumunun yumurta yağ asidi içeriğine etkisi, % (Yakar ve ark., 2014).

Yumurta Yağ asitleri	Rasyon aspir düzeyi, %			
	0	2.5	5	10
C 14:0	0.33 ^a	0.28 ^b	0.34 ^{ab}	0.31 ^{ab}
C 15:0	0.07	0.07	0.07	0.07
C 16:0	26.46 ^a	25.40 ^a	24.44 ^b	24.57 ^b
C 17:0	0.26	0.26	0.29	0.28
C 18:0	10.87 ^b	12.03 ^a	10.44 ^b	10.87 ^b
C 20:0	0.04 ^a	0.02 ^b	0.02 ^b	0.03 ^b
∑ SFA	38.02 ^a	38.08 ^a	35.60 ^b	36.13 ^b
C 14:1ω5	0.05 ^a	0.03 ^b	0.04 ^a	0.03 ^b
C 16:1ω7	1.97 ^a	1.23 ^b	1.22 ^b	0.94 ^b
C 17:1ω8	0.12 ^{ab}	0.08 ^b	0.14 ^a	0.13 ^{ab}
C 18:1 e9	34.30	32.76	33.83	32.86
C 20:1ω9	0.16	0.15	0.16	0.17
∑ MUFA	36.61	34.26	35.39	34.12
C 18:2ω6	19.71 ^b	20.97 ^b	24.11 ^a	24.88 ^a
C 18:3ω6	0.21	0.18	0.2	0.21
C 18:3ω3	0.68 ^{ab}	0.55 ^b	0.76 ^a	0.63 ^{ab}
C 20:2ω6	0.19 ^b	0.26 ^a	0.24 ^a	0.25 ^a
C 20:3ω6	0.32	0.36	0.29	0.30
C 20:3ω3	2.63 ^a	2.94 ^a	2.19 ^b	2.34 ^{ab}
C 20:4ω6	0.02	0.02	0.02	0.02
C 20:5ω3	0.02 ^a	0.02 ^a	0.01 ^b	0.01 ^b
C 2:6ω3	1.50 ^b	2.28 ^a	1.08 ^b	1.02 ^b
∑ PUFA	25.28 ^b	27.60 ^a	28.91 ^a	29.66 ^a

^{a-c} : Aynı satırda farklı harfle gösterilen değerler birbirinden farklıdır (P<0.05)

∑ SFA : doymuş yağ asitleri toplamı, ∑ PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri toplamı, ∑ MUFA : Tekli doymamış yağ asitleri toplamı

Malakian et al. (2011) yaptıkları bir çalışmada, tam yağlı aspir tohumunun farklı düzeylerde rasyona ilavesinin etlik piliçlerin 21-42 günlük yaşlar arasındaki performansına etkisini incelemişlerdir. Araştırmanın özet sonuçları Çizelge 9’da verilmiştir. Çalışmada, %5, 10, 15 ve 20 düzeylerinde rasyona katılan tam yağlı aspir tohumunun canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma, göğüs ve but ağırlığı, sindirim sistemi organları ağırlıkları, karaciğer ve taşlık ağırlıklarına etkisi önemli bulunmamıştır. Ancak, aspir tohumu ilavesi kan kolesterol konsantrasyonunu önemli derecede düşürürken, kan trigliserid ve toplam serum protein konsantrasyonlarını etkilememiştir. Kan trigliserid seviyesi rasyona aspir ilavesi ile düşme eğiliminde

olmuştur. An et al. (1997), aspirin kan kolesterol seviyesini düşürücü etkisini hem aspirin yağ asidi içeriğine hem de rasyonda artan selüloz düzeyine bağlamaktadır. Aspir tohumunun kan kolesterol düzeyini düşürücü etkisinin aynı zamanda et kolesterol düzeyinde de görülmesi beklenen bir durumdur. Bu manada, aspirin etlik piliçlerin beslenmesinde belirli düzeyde kullanılması daha anlamlı hale gelmektedir. Son yıllarda fonksiyonel yumurta üretimi yönündeki talepler ve gelişmeler dikkate alındığında aspirin yumurta tavukları içinde önemli bir yem kaynağı olacağını göstermektedir. Araştırmacılar, tam yağlı aspir tohumunun herhangi bir olumsuz etki göstermeksizin etlik piliç rasyonlarında %20’ye kadar kullanılabilceğini bildirmişlerdir.

Çizelge 9. Tam yağlı aspir tohumunun etlik piliçlerin büyüme performansı, bazı karkas özellikleri ve kan kolesterol düzeyine etkileri (Malakian et al., 2011).

Parametreler	Rasyon aspir düzeyi, %					P
	0	5	10	15	20	
Yem tüketimi, g	136.7	143.2	136.9	138.9	139.1	P>0.05
Canlı ağırlık artışı, g	68.3	70.7	68.2	68.0	67.0	P>0.05
Yem çevirimi, g yem g ⁻¹ ağırlık artışı	2.01	2.02	2.00	2.03	2.07	P>0.05
Göğüs eti, canlı ağırlığın %’si	20.03	21.54	21.08	20.10	21.06	P>0.05
Abdominal yağ, canlı ağırlığın %’si	2.42	1.98	2.15	2.26	2.34	P>0.05
Kan kolestorel düzeyi, mg dl ⁻¹	121.0 ^a	114.6 ^{ab}	115.8 ^{ab}	107.6 ^{ab}	103.2 ^b	P<0.05
Kan trigliserid düzeyi, mg dl ⁻¹	116.6	116.6	112.0	106.2	107.2	P>0.05

Thomas et al. (1983), aspir küspesinin etlik piliçlerdeki etkilerini belirlemek için yaptıkları bir çalışmada %25.8 HP ve %8.7 HY içeren aspir küspesini, soya küspesinden gelen protein yerine %25 ve %50 oranında ikame etmişlerdir. İzokalorik ve izonitrojenik olarak hazırlanan rasyonlarda soya küspesinden gelen protein yerine %25 ve %50 oranında aspir küspesi ikamesi sırasıyla rasyonun %16.6’sını ve %33.19’ unu oluşturmuştur. Rasyonlara sentetik metionin ilavesi yapılarak bu amino asit bakımından da rasyon dengelenmiştir. Araştırmanın sonuçları Çizelge 10’da verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi, etlik piliçlerin yem tüketimi, canlı ağırlık artışı ve

yem çevirimlerinin etkilenmediği bildirilmiştir. Sonuç olarak, aspir küspesinin HS seviyesinin elde edilmiş sürecinde düşürülmeden etlik piliçlerin rasyonlarına %33 düzeyinde ilavesinin erken büyüme performansına herhangi bir menfi etkisinin görülmemesi beklenen bir sonuç değildir. Bu seviyedeki bir ilavenin ancak aspir küspesinin elde edilmiş sürecinde HS seviyesinin soya fasulyesinininkine yakın düzeye düşürülmesi ile mümkün olabileceği düşünülmektedir. Nakledilen araştırmada, SFK’lı kontrol rasyonunun ADF içeriği %9.6 iken, %16.6 ve %33.19’lu aspir küspesi içeren rasyonların ADF içeriği sırasıyla %13.6 ve %18.8’dir.

Çizelge 10. Altı günlük yaştaki erkek etlik piliç rasyonlarına ilave edilen aspir küspesinin 26 günlük yaştaki performanslarına etkisi.

Özellikler	Gruplar			P
	Kontrol	% 16.6 Aspirli	% 33.19 Aspirli	
Yem tüketimi, g gün ⁻¹	65.97	64.93	63.03	P>0.05
Canlı ağırlık artışı, g gün ⁻¹	37.60	36.85	36.55	P>0.05
Yem çevirimi, g yem g canlı ağırlık artışı ⁻¹	1.72	1.73	1.68	P>0.05

SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Aspir, kurak ve yarı kurak iklim koşullarında, kıraç tarım alanlarında yetişebilen bir yağlı tohum bitkisidir. Ülkemiz bitkisel yağ ve karma yem sektörleri için potansiyel bir hammadde kaynağı olabilir. Bu nedenle, ülkemizde daha fazla ekilmesi ve üretilmesi gereken, soyada dışa bağımlılığımızı kısmen azaltabilecek alternatif bir bitkidir.
2. Aspir tohumu ve küspesinin yem değerini belirleyen en önemli unsur tohumun dışındaki kabuk olup küspesinin yem değeri elde edilmiş yöntemlerine göre de önemli düzeyde değişmektedir. İşleme esnasında aspir tohumundan kabuğun ayrılması aspir küspesinin yem kalitesini SFK'ya eş değer veya daha üstün yapmaktadır. Ancak, kabuğun tohumdan uzaklaştırılması maliyetli bir işlemdir.
3. Kabuğu kısmen ve yoğun olarak temizlenmiş aspir küspesi ile kabuksuz aspir küspesi, özellikle kanatlılar olmak üzere bütün çiftlik hayvanlarına rahatlıkla yedirilebilecek bir yemdir. Kabuğu alınmamış aspir küspesi ise, yüksek düzeyde HS içermekte olup daha çok ruminant rasyonlarında tercih edilebilir.
4. Etlik piliç yemlerinde kabuksuz aspir küspesi %15-20 düzeyinde, aspir tohumu ise yüksek HS içeriği nedeniyle daha düşük seviyelerde kullanılabilir. Aspir küspesinin elde edilmiş düzeyine bağlı olarak daha yüksek düzeylerde de ilave edilmesi mümkündür. Aspirin etlik piliç rasyonlarına en azından bir miktar ilavesi et kolesterol düzeyinin bir miktar düşürülmesi adına anlamlı bir yaklaşımdır.
5. Yumurta tavuğu rasyonlarına %10 düzeyinde kabuklu aspir küspesi ilavesi yapılabilir. Daha yüksek düzeydeki aspir küspesi kabuk kalitesini

olumsuz yönde etkilemektedir. İşleme esnasında daha kaliteli hale getirilmiş aspir küspelerinin rasyona daha yüksek düzeylerde ilave edilebileceği değerlendirilmektedir. Aspir, son yıllarda fonksiyonel yumurta üretimi yönündeki talepler ve gelişmeler dikkate alındığında, kolesterol düzeyi düşük, doymamış yağ asitlerince daha zengin yumurta üretiminde yumurta tavuğu rasyonları için önemli bir yem kaynağı olabilir.

KAYNAKLAR

- An BK, Nishiyama H, Tanaka K, Ohtani S, Iwata TK, Tsutsumi K, Kasai M, 1997. Dietary safflower phospholipid reduces liver lipids in laying hens. *Poultry Sci.*, 76:689-695.
- Anonim, 2015. 2014 Yılı Ayçiçeği Raporu. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı. Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Anonim, 2016. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Bitkisel Üretim İstatistikleri, Ankara. (<http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf>). (Erişim tarihi: 1 Şubat, 2016).
- Babaoğlu M, 2006. Aspir bitkisi ve tarımı. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bilgi Broşürü. [www. http://ttae.gov.tr/index.php/makaleler/aspir-soya-keten-nohut/173-aspir-bitkisi-ve-tar-m-yazar-dr-metin-babaoğlu](http://ttae.gov.tr/index.php/makaleler/aspir-soya-keten-nohut/173-aspir-bitkisi-ve-tar-m-yazar-dr-metin-babaoğlu). (Erişim tarihi:21 Mart, 2014).
- Blair R, 2011. Nutrition and feeding of organic cattle. CABI publication. Wallingford, U.K.
- Chiba L., 2014. Animal Nutrition Handbook. Section 18 :Diet formulation and feed ingredient. PP:481-531. Third Revision.
- Çamaş N, Çırak C, Esendal E, 2007. Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower (*carthamus tinctorius* L.) grown in Northern Turkey conditions. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1):98-104.
- Coşge B, Gürbüz B, Kırılan M, 2007. Oil content and fatty acid composition of some safflower (*carthamus tinctorius* L.) varieties sown in spring and winter. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1 (3): 11-15.
- Ehsani A, Mahdavi AH, Dolatkah B, Samie AH, 2014. Exogenous enzyme improves immunocompetence in laying hens fed diets containing safflower meal. *Journal of Animal and Poultry Sciences*, 3(2): 57-65.

- Ehsani A, Mahdavi AH, Samie AH, Dolatkah B, 2013. Effects of dietary administration of multi-enzyme on productive performance of laying hens fed different levels of safflower meal. *Journal of Animal and Poultry Sciences*, 2 (4): 108-119
- Farran M, Barbour GW, Usayran NN, Kayouli C, 2010. Metabolizable energy and amino acid digestibility of decorticated extruded safflower meal. *Poultry Science*, 89:1962–1966. Doi: 10.3382/ps.2009-00559.
- Gladkowski W, Kielbowicz G, Chojnacka A, Gil M, Trziska T, Dobrzanski Z, Wawrzencyk C, 2011. Fatty acid composition of egg yolk phospholipid fractions following feed supplementation of lohman brown hens with humic fat preparation. *Food Chemistry*, 126:1013-1018.
- Hur SJ, Kang GH, Jeong JY, Yang HS, Ha YL, Park GB, Joo ST, 2003. Effect of dietary conjugated linoleic acid on lipid characteristics of egg yolk. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 16(8): 1165–1170.
- İlkdoğan U, 2012. Türkiye’de aspir üretimi için gerekli koşullar ve oluşturulacak politikalar. *Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü*. Yayın No:25. Ankara.
- İşler N, 2011. Aspir tarımı. M. Kemal Üniversitesi. Tarla Bitkileri Bölümü. www.mku.edu.tr/getblobfile.php?keyid=1022 (Erişim tarihi:20 Mart, 2014).
- Kahraman R, Akbaş İ, Özpınar H, Pekel AY, Kutay HC, Keser O, 2004. Farklı Yağ Asiti Kaynaklarının Yumurta Sarısı Yağ Asiti Kompozisyonu ve Malondialdehit Düzeyine Etkisi. *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Dergisi*, 30(2):87-102.
- Kratzer F H, Williams D, 1947. Safflower seed as an amino acid source for chicks. *Poultry Sci.*, 26: 623-625.
- Kratzer FH, Williams DE, 1951. Safflower oil meal in rations for chicks. *Poultry Sci.*, 30:417–421.
- Kuzmicky DD, Kohler GO, 1968. Safflower meal-utilization as a protein source for broiler rations. *Poultry Sci.*, 47:1266–1270.
- Malakian M, Hassanabadi A, Heidariniya A, 2011. Effects of safflower seed on performance, carcass traits and blood parameters of broilers. *Res. J. Poultry Sci.*, 4(2):18-21
- Malakian M, Hassanabadi A, 2010. Inclusion of full-fat safflower seed (*Carthamus tinctorius* L.) in broiler diet. *Italian Journal of Animal Science*, 9(52):268-272.
- Petersen CF, Wiese AC, Anderson GJ, Lampman CE, 1957. The use of safflower oil meal in poultry rations. *Poultry Sci.*, 36:3–8.
- Rowghani E, Maddahian A, Abousadi MA, 2006. Effects of addition of marigold flower, safflower petals, and red pepper on egg-yolk color and egg production in laying hens. *Pakistan. J Biol Sci.*, 9:1333–1337.
- Shafey TM, Dingle JG, McDonald MW, Kostner K, 2003. Effect of type of grain and oil supplement on the performance, blood lipoproteins, egg cholesterol and fatty acids of laying hens. *International Journal of Poultry Science*, 2(3): 200-206.
- Stanford K, Wallins GL, Lees BM, Mündel HH, 2001. Feeding value of immature safflower forage for dry ewes. *Canadian Journal of Animal science*, 81: 289–292.
- Thomas VM, Katz RJ, Auld DA, Petersen CF, Sauter EA, Steele EE, 1983. Nutritional value of expeller extracted rape and safflower oilseed meals for poultry. *Poultry Science*, 62:882-886.
- Vashan SJH, Afzali N, Mallekaneh M, Nasser MA, Allahresani A, 2008. The Effect of different concentrations of safflower seed on laying hen’s performance, yolk and blood cholesterol and immune system. *International Journal of Poultry Science*, 7 (5): 470-473.
- Watkins BA, 1987. Feed grade fats and oils for poultry: nutrition and metabolism. *Zootec. Int. (sept)*: 45-54.
- Yakar Y, Tekeli Y, Duru M, Danahaliloğlu H, Bucak S, 2014. Aspir tohumu katkılı karma yemle beslemenin yumurta yağ asitleri kompozisyonuna etkisi. *MKU Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1): 44-55.

Olgunlaşma Döneminin Teff Otunun Potansiyel Besleme Değeri, Gaz ve Metan Üretimine Etkisi

Mahmut KAPLAN¹, Özlem ÜKE¹, Hasan KALE¹, Sıraç YAVUZ², Özer KURT², Ali İhsan ATALAY³

ÖZET: Bu çalışmanın amacı; farklı olgunlaşma dönemlerinde (çiçeklenme öncesi, çiçeklenme ve tohum bağlama) hasat edilen teff otunun potansiyel besleme değerine, gaz ve metan üretimine olan etkisini belirlemektir. Hasat edilen bitkiler tartılarak yeşil ot verimi, 70 °C'de kurutularak kuru ot verimi belirlenmiş ve kimyasal kompozisyonu belirlemek için analizler yapılmıştır. Yem örnekleri yirmi dört saatlik inkübasyona tabi tutularak gaz ve metan üretimleri belirlenmiştir. Olgunlaşma döneminin teff otunun kimyasal özelliklerine, gaz ve metan üretim miktarına, metabolik enerji (ME) ve organik madde sindirim derecesine (OMS) etkisi çok önemli derecede ($P \leq 0.01$) olmuştur. Olgunlaşma döneminin ilerlemesiyle yeşil ve kuru ot verimleri, nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) ve asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) oranları artarken, ham protein, ham yağ ve ham kül içerikleri azalmıştır. Tef bitkisinin yeşil ve kuru ot verimleri sırasıyla 576.91-1061.78 ve 198.54-637.03 kg/da arasında değişmiştir. Ham protein içeriği %6.7-20.7, ham yağ içeriği %1.33-2.72, ham kül içeriği %6.78-8.70 arasında değişmiştir. Teff otunun NDF ve ADF içerikleri sırasıyla %60.36-69.49 ve %30.79-38.09 arasında değişmiştir. Teff otunun olgunlaşma döneminin ilerlemesi yirmi dört saatlik gaz ve metan üretimlerini önemli ölçüde azaltmıştır. Yirmi dört saatlik gaz ve metan üretimleri sırasıyla 25.83-35.50 ml ve 3.97-5.43 ml arasında değişmiştir. Teff otunun metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi sırasıyla 5.74-7.10 MJ/kg kuru madde ve %37.80-46.24 arasında değişmiştir. Sonuç olarak, olgunlaşma döneminin ilerlemesiyle birlikte teff bitkisinin besleme değeri düşmüştür. Teff otunun çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme döneminde ham protein oranı ve metabolik enerji kapasitesinin yüksek olmasından dolayı otlatılması veya hasat edilmesi önerilebilir.

Anahtar sözcükler: Besin değeri, *In vitro* gaz üretimi, Kimyasal kompozisyon, Metan üretimi, Teff otu



Effect of Vegetative Stages on Potential Nutritive Value, Gas Production and Methane of Teff Hay

ABSTRACT: The aim of the current experiment was to determine the effect of harvesting stage on the potential nutritive value, gas and methane production. Teff plant was harvested at three maturity stages (before flowering, flowering and seeding). The green and dry hay yield of teff plants were determined by drying at 70 °C. Some analysis was carried out to determine the chemical composition of teff plants. The gas and methane production was determined after 24 h incubation. Harvesting stage had a significant ($P \leq 0.01$) effect on chemical composition, gas production, methane production and organic matter digestibility. The green and dry hay yield, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) contents were increased with advancing maturity whereas crude protein, ether extract and crude ash contents were decreased. The green and dry hay yield of teff plant ranged from 576.91 to 1061.78 and 198.54 to 637.03 kg da⁻¹ respectively. Crude protein content of teff plants ranged from 6.7 to 20.7 %, ether extract from 1.33 to 2.72 % and crude ash 6.78 to 8.70 %. The NDF and ADF contents of teff plants ranged from 60.36 to 69.49 % and 30.79 to 38.09 %. The gas production and methane production at 24 h decreased with increasing maturity. The gas production and methane production at 24 h ranged from 25.83 to 35.50 ml and 3.97 to 5.43 ml respectively. Metabolisable energy and organic matter digestibility ranged from 5.74 to 7.10 MJ kg⁻¹ DM and 37.80 to 46.24 % respectively. As a conclusion, the nutritive value of teff plant decreased with increasing maturity. Therefore the teff plant can be harvested or grazed before flowering and after flowering stages due to crude protein and metabolisable energy.

Key Words: Chemical composition, *In vitro* gas production, Methane production, Nutritive value, Teff hay

¹ Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri, Kayseri, Türkiye

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni, Kahramanmaraş, Türkiye

³ İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni, İğdır, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Özlem ÜKE, ozlemuke@hotmail.com

GİRİŞ

Teff, Kuzey Afrika'da bulunan kuzey Etiyopya dağlık alanlarına özgü çayırgüzeli bitkisinin çeşidi olarak bilinen ve tek yıllık bir bitki grubudur (Anonim, 2016). Teff yazlık bir bitki olup, adaptasyon kabiliyeti çok yüksektir. Her türlü toprağa uyum sağlaması ile ünlüdür. Kuraklık ve aşırı yağışlara dayanıklı bir bitkidir. 90-100 gün gibi kısa sürede hasat edilir ve bu özelliği ile ikinci ürün olarak da kullanılmaktadır. Birim alan başına kazancı oldukça yüksek, üretim maliyetleri düşük alternatif bir tarla bitkisidir. Bu üstün özellikleri ile birlikte ülkemizde yeni yeni tarımı yapılan ve kaliteli kaba yem açığımızın giderilmesine katkı sağlayabilecek bir bitkidir.

Yemlerin kalite değerlerini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunların en önemlilerinden birisi hasat zamanıdır. Bu konuda yapılacak çalışmalar hem verim hem de yem kalitesi için en uygun zamanın belirlenmesi için önemlidir. Birçok bitki için bu çalışmaların yapılmasına rağmen araştırılmayı bekleyen çok bitki bulunmaktadır (Kamalak ve ark., 2011; Kaplan ve ark., 2014a).

Yemler arasında görülen farklılıkların ortaya konulmasında, yemlerin kimyasal kompozisyonu ile enerji ve sindirilebilir besin maddelerinin belirlenmesi oldukça önemlidir (Canbolat, 2012). Bu amaçla Menke ve ark. (1979) tarafından geliştirilen yemlerin *in vitro* koşullarda besleme değerinin belirlenmesi için geliştirdikleri *in vitro* gaz üretim tekniği son zamanlarda hızlı, kolay ve ucuz olmasından dolayı yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Kamalak, 2010; Kamalak ve Canbolat, 2011; Kaplan ve ark., 2014b). Gaz üretim tekniği küresel ısınmayı etkileyen yemlerin metan indirgeme potansiyelinin belirlenmesinde de kullanılmaktadır (Lin ve ark., 2013).

Yürütülen bu çalışmanın amacı; olgunlaşma döneminin teff bitkisinin ot verimi, potansiyel besleme değeri, gaz ve metan üretimi miktarlarına etkisini araştırmaktır.

MATERYAL YÖNTEM

Yem Örneklerinin Hazırlanması ve Kimyasal Analizlerin Yapılması

Araştırmada Kappadokia tohumculuktan temin edilen teff çeşidi materyal olarak kullanılmıştır.

Yem örnekleri için teff bitkisi 2015 yılında Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında yetiştirilerek çiçeklenme öncesi, çiçeklenme ve tohum bağlama dönemlerinde hasat edilmiştir. Teff tohumları sıra arası 35 cm olacak şekilde dekara 1 kg tohum hesabına göre ekilmiştir. Toprak analizlerine göre 10 kg da⁻¹ N ve 10 kg da⁻¹ P₂O₅ olacak şekilde gübre uygulaması yapılmıştır. Bitkiler 10.5 m²'lik parsellerde yetiştirilmiş ve kenar tesirleri atılarak hasat edilip yeşil ot verimi belirlenmiştir. Teff otları 70 °C'de 48 saat kurutulmuş kuru ot verimi belirlenmiştir. Kurutulmuş teff otları 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek analize hazırlanmıştır. Örneklerin ham kül içeriği 550 °C'de 8 saat kül fırınında yakılarak, ham yağ analizi eter ekstraksiyonu yöntemi ile Soxhlet collector kullanılarak belirlenmiştir (AOAC, 1990). Teff otunun azot (N) içeriğinin saptanmasında Kjeldahl metodu kullanılmıştır. Ham protein oranı ise Nx6.25 formülü ile hesaplanmıştır (AOAC, 1990). NDF (Van Soest ve Wine, 1967) ve ADF (Van Soest, 1963) ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp. Fairport, NY, USA) cihazı kullanılarak analiz edilmiştir.

Gaz ve metan ölçümlerin yapılması

Teff otlarının gaz ve metan üretiminin belirlenmesinde Menke ve ark. (1979) geliştirdiği *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılmıştır. Rumen sıvısı fistül takılmış %60 yonca ve %40 arpadan oluşan karışımla beslen üç adet tokludan alınmıştır. Tokluların önlerinde her daim temiz su ve yalama taşlarına bulunmaktadır. Kullanılacak rumen sıvısını hayvanları sabah yemlemeden önce alınıp katı partiküllerden arındırmak için altı katlı tülbentten süzölmüş ve iki katı (1/2) oranında yapay tükruk çözeltisiyle karıştırılmıştır. 1 mm elekten geçecek boyutta öğütölmüş teff otundan yaklaşık 200 miligram alınarak 100 ml cam şırınga içerisine konulmuştur. Örnekler dört tekrarlamalı olarak tartılmıştır. Örneklerin konulduğu şırıngalar içerisine 30 ml tamponlanmış rumen sıvısı eklenmiştir. Kontrol grubu olarak sadece tamponlanmış rumen sıvısı içeren dört adet şırınga ile örnek ve tamponlanmış rumen sıvısı içeren şırıngalar 39 °C sıcaklıkta hazır bulunan su banyosuna yerleştirilmiştir. Kontrol grubundan üretilen gaz miktarları örnek içeren şırıngada üretilen gazlardan çıkartılarak üretilen net gazlar belirlenmiştir. Teff otunun 39 °C'de 24 saatlik inkübasyonu sonucu toplam

gaz üretimleri (mL) belirlenmiştir. Teff otlarından elde edilen gazlar İnfrared Metan Analiz cihazına (Sensor Europe GmbH, Erkrath, Germany) kullanılarak gazın

içerisindeki metan oranları belirlenmiştir (Goel ve ark. 2008). Üretilen metan miktarının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Metan üretimi (mL)} = \text{Toplam gaz (mL)} \times \text{Metan (\%)} \quad (1)$$

Teff otlarının metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesinin belirlenmesi

Teff otunun metabolik enerji miktarının hesaplanmasında, 24 saatte üretilen gaz miktarı ve

örneğin kimyasal kompozisyonuna ait bazı parametreler kullanılarak aşağıda formüle göre hesaplanmıştır (Menke ve Steingass 1988).

$$\text{ME (MJ kg}^{-1} \text{ KM)} = 2.20 + 0.136 \text{ GÜ} + 0.057 \text{ HP} + 0.002859 \text{ HY}^2 \quad (2)$$

$$\text{OMS (\%)} = 14.88 + 0.889 \text{ GÜ} + 0.45 \text{ HP} + 0.0651 \text{ HK} \quad (3)$$

Bu eşitliklerde;

KM: Kuru madde

GÜ: 24 saatlik net gaz üretimi (mL)

HP: Ham protein oranı (%)

HY: Ham yağ oranı (%)

HK: Ham kül oranı (%)

OMS: Organik madde sindirim derecesi (%)

İstatistik Analiz

Araştırma sonucu elde edilen bulgular, SAS (SAS Inst. 1999) paket programı kullanılarak tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Bulunan ortalamalar arasındaki farkın önemli olup olmadığı LSD testi ile belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Vejetasyon döneminin teff otunun kimyasal kompozisyonuna ait ortalama değerler Tablo 1'de verilmiştir. Hasat zamanının teff otunun kimyasal

kompozisyonu üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($P \leq 0.01$) bulunmuştur. Hasat zamanının ilerlemesiyle yeşil ve kuru ot verimlerinde önemli artışlar gözlemlenmiştir. Yeşil ot verimi 576.91-1061.78 kg da⁻¹ arasında, kuru ot verimi ise 198.54-637.03 kg da⁻¹ arasında değişmiştir.

Hasat zamanının ilerlemesiyle hücre çeperi bileşenlerini oluşturan NDF ve ADF oranlarında artış gözlemlenmiştir. En düşük NDF (%60.36) ve ADF (%30.79) içerikleri çiçeklenme öncesi hasat döneminden, en yüksek NDF (%69.49) ve ADF (%38.09) değerleri ise tohum bağlama dönemi hasadından elde edilmiştir. En düşük ham protein oranı tohum bağlama döneminden (%6.57), en yüksek ham protein oranı ise çiçeklenme öncesi dönem (%13.35) hasadından elde edilmiştir.

En düşük ham yağ oranı %1.33 ile tohum bağlama döneminden, en yüksek ham yağ oranı %2.72 ile çiçeklenme öncesi dönemden elde edilmiştir. Hasat zamanının ilerlemesiyle ham kül içeriği azalmış, en düşük ham kül içeriği %6.78 ile tohum bağlama döneminden, en yüksek ham kül içeriği ise %8.70 ile çiçeklenme öncesi dönemden elde edilmiştir.

Çizelge 1. Farklı vejetasyon döneminde hasat edilen teff otunun kimyasal kompozisyonuna ait ortalama değerler

Özellikler	Hasat Dönemleri			AÖF	Ön. Der.
	Çiçeklenme Öncesi	Çiçeklenme	Tohum Bağlama		
YOY (kg/da)	576.91 ^c	942.80 ^b	1061.78 ^a	24.577	**
KOV (kg/da)	198.54 ^c	446.63 ^b	637.03 ^a	32.877	**
ADF (%)	30.79 ^c	34.88 ^b	38.09 ^a	0.589	**
NDF (%)	60.36 ^c	64.08 ^b	69.49 ^a	2.052	**
Ham Kül (%)	8.70 ^a	7.78 ^b	6.78 ^c	0.411	**
Ham Yağ (%)	2.72 ^a	2.07 ^b	1.33 ^c	0.280	**
Ham Protein (%)	13.35 ^a	10.17 ^b	6.57 ^c	0.723	**

** : P<0.01; AÖF: asgari önem farkı; Ön. Der.: önem derecesi

Vejetasyon döneminin teff otunun *in vitro* gaz ve metan üretimi, OMS ve ME içeriğine ait değerler Tablo 2'de belirtilmiştir. Hasat dönemi; *in vitro* gaz üretimi, ME, OMS ve metan üretimi üzerine etkisi istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Vejetasyon döneminin ilerlemesiyle toplam gaz üretimi 35.50

ml'den 25.83 ml'ye, metan üretimi ise 5.43 ml'den 3.97 ml'ye düşmüştür. En yüksek ME (7.10 MJ kg⁻¹ kuru madde) ve OMD (%46.24) çiçeklenme döneminden elde edilirken, en düşük ME (5.74 MJ Kg⁻¹ kuru madde) ve OMD (%37.80) değerleri tohum bağlama döneminden hasat edilen teff otundan elde edilmiştir.

Çizelge 2. Farklı vejetasyon döneminde hasat edilen teff bitkisinin *in vitro* gaz, metan, metabolik enerji içeriği ve organik madde sindirim derecesine ait ortalama değerler

Özellikler	Hasat Dönemleri			AÖF	Ön. Der.
	Çiçeklenme Öncesi	Çiçeklenme	Tohum Bağlama		
Gaz Üretimi (mL)	35.50 ^a	30.50 ^b	25.83 ^c	2.106	**
Metan (mL)	5.43 ^a	4.68 ^b	3.97 ^c	0.327	**
Metan (%)	15.30	15.33	15.35	0.058	Ö.D.
ME (MJ /kg KM)	7.10 ^a	6.40 ^b	5.74 ^c	0.284	**
OMD (%)	46.24 ^a	41.88 ^b	37.80 ^c	1.774	**

** : P<0.01; AÖF: asgari önem farkı; Ön. Der.: önem derecesi; Ö.D.: önemsiz

Hasat zamanının ilerlemesiyle yeşil ve kuru ot veriminde artış meydana gelmiştir. Olgunluğun ilerlemesiyle birlikte bitkilerde yapısal maddeler arttığı ve yeni dokular oluştuğu için verimin de artması doğal bir sonuçtur (Temel ve Tan, 2002). Hasat döneminin ilerlemesiyle ham protein oranında önemli miktarda azalma meydana gelmiştir. Hasat zamanına bağlı olarak olgunlaşan bitkilerde yaprak/sap oranında azalma olmaktadır. Protein bakımından zengin yaprakların

azalması, protein bakımından fakir sapın artmasının protein oranını azalttığı düşünülmektedir (Buxton, 1996). Vejetasyon dönemine bağlı olarak teff otunun ADF ve NDF oranında artış oluşturmaktadır. Diğer taraftan *in vitro* gaz, metabolik enerji ve sindirim derecesinde önemli azalış görülmüştür. Sindirimi zorlaştıran ADF ve NDF oranının artması bitkide ham protein oranı, gaz üretimi, metabolik enerji ve sindirilebilir organik madde miktarının azalmasına neden olmaktadır

(Kamalak ve ark., 2005a,b; Kaplan ve ark., 2014b). İnkübasyon sürecinde üretilen gaz miktarını yemin içerisindeki fermente olabilen maddeler, yani rumende besin maddelerinin sindirilebilirliklerine bağlıdır. Üretilen gaz miktarının fazla olabilmesi için rumende sindirilebilir karbonhidratın o kadar fazla olması gerekmektedir.(Blümmel ve Orskov, 1993). Vejetasyon döneminin ilerlemesiyle karbonhidrat azalmakta ve gaz üretimi azalmaktadır. ME ve OMS fermantasyon sonucu açığa çıkan gaz ve ham protein, ham kül ve ham yağ gibi kimyasal kompozisyonunu oluşturan parametreler kullanılarak hesaplanmıştır (Menke ve Steingass, 1988). Teff otunun ME ve OMS derecesindeki azalmanın başlıca sebepleri üretilen gaz miktarı, ham protein, kül ve yağ gibi parametrelerdeki zamana bağlı azalmadan kaynaklıdır. Vejetasyonun ilerlemesiyle Teff bitkisinden üretilen toplam metan miktarında (mL) ciddi azalmalar olmuştur, fakat üretilen gazın içerisindeki metan oranında istatistiksel fark olmadığı görülmüştür. (Lopez ve ark., 2010) fermantasyonda üretilen gazın içerisindeki metan yüzdesine göre yemlerin anti-metanojenik kapasitelerini, düşük (>%11 ve ≤%14), orta (%>6 ve <%11) ve yüksek (>%0 ve <%6) potansiyelli olarak nitelendirilebileceğini bildirmişlerdir. Bu sınıflandırmaya göre metan yüzdesi %15.30 ile %15.35 arasında değişen teffin antimetanojenik etkisinin bulunmadığı, görülmektedir.

SONUÇ

Araştırma sonuçlarına göre; vejetasyon döneminin teff bitkisinin verim ve besleme değeri üzerine etkisi oldukça önemli olmuştur. Vejetasyon döneminin ilerlemesiyle birlikte teff otunun besleme değeri düşmüştür. Çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme döneminde ham protein ve ME içeriği yüksek olan teff otunun otlatılması veya hasat edilmesi önerilmektedir. İlerde yapılacak çalışmalarda vejetasyon döneminin, teff otunun ruminant hayvanların tüketimine olan etkisini belirlemek amacıyla *in vivo* besleme çalışmalarının yapılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın yapılmasında finansal destek sağlayan Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz (Proje no: FYL-2016-6412).

KAYNAKLAR

- Anonim, 2016. http://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/149_Alternatif%20Tah%C4%B1%20ve%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri_26_09_2014.pdf 2016
- AOAC, 1990. Official Method of analysis. 15th. edn. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC. USA.
- Blümmel M, Orskov ER, 1993. Comparison of an invitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed in take in cattle. *Anim Feed Sci Technol*, 40: 109-119.
- Buxton DR, 1996. Quality related characteristics of forages as influenced by plant nvironment and agronomic factors. *Anim Feed Sci Technol*, 59(1-3): 37-49.
- Canbolat O, 2012. Comparison of in vitro Gas Production, Organic Matter Digestibility, Relative Feed Value and Metabolizable Energy Contents of Some Cereal Forages. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 18 (4): 571-577.
- Goel G, Makkar H P S, Becker K, 2008. Effect of *Sesbania sesban* and *Carduus pycnocephalus* leaves and Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L) seeds and their extracton partitioning of nutrients from roughage-and concentrate-based feeds to methane. *Animal Feed Science and Technology*, 147(1-3): 72-89.
- Kamalak A, 2010. Determination of potentia lnutritive value of *Polygonum aviculare* hay harvested at three maturity stages. *J Appl Anim Res*, 38(1): 69-71.
- Kamalak A, Atalay AI, Ozkan CO, Kaya K, Tatlıyer A, 2011. Determination of nutritive value of *Trigonella kotschi* Fenz hay harvested at three different maturity stages. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 17 (4): 635-640.
- Kamalak A, Canbolat O, 2011. Determination of nutritive value of wild narrow-leaved clover (*Trifolium angustifolium*) hay harvested at three maturity stages using chemical composition and in vitro gas production. *Tropical Grassland*, 44(2): 128-133.
- Kamalak A, Canbolat O, Gurbuz Y, Erol A, Ozay O, 2005a. Effect of maturit ystage on chemical composition, in vitro and i n s itu dry matter degradation o f tumbleweed hay (*Gundeliatournetortii* L.) *Small Rum Res*, 58: 149-156.
- Kamalak A, Canbolat O, Gurbuz Y, Ozkan C O, Kizilsimsek M, 2005b. Determination of nutritive value of wild mustard, *Sinapsis arvensis* harvested at different maturity stages using in situ and in vitro measurements. *Asian-Austral J Anim Sci*, 18 (9): 1249-1254.
- Kaplan M, Kamalak A, Ozkan CO, Atalay AI 2014a. Vejetasyon Döneminin Yabani Korunga Otunun Potansiyel Besleme Değerine, Metan Üretimine ve Kondense Tanen İçeriğine Etkisi. *Harran ÜnivVet Fak Derg*, 3(1): 1-5.
- Kaplan, M., Kamalak A, Kasra AA, Güven I, 2014b. Effect of maturity stages on potential nutritive value, methane production and condensed tannin content of *Sanguisorba minor* Hay. *Kafkas Univ. Vet Fak.Derg.* 20: 445-449.
- Lin B, Wang JH, Lu Y, Liang Q, Liu JX 2013. *Invitro* Rumen fermentation and methane production are influenced by active components of essential oils combined with fumarate. *Anim Physiol Anim Nutr*, 97 (1): 1-9.

- Lopez S, Makkar H PS, Soliva CR, 2010. Screening plants and plant products for methane inhibitors. In "In vitro screening of plant resources forextranutritional attributes in ruminants: Nuclear and related methodologies", Ed; Vercoe PE, Makkar HPS, Schlink A, London, New York, USA.
- Menke K H, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D, Schneider Wb, 1979. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *J AgricSciCamb*, 93(1): 217-222.
- Menke KH, Steingass H, 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal research and development*, 28: 7-55
- SAS. 1999. SAS User's Guide: Statistic. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC.
- Temel S, Tan M, 2002. A Research on Determination of Seeding and Cutting Time in Common Vetch (*Vicia sativa* L.) Under Erzurum Conditions. *Ataturk Univ. Ziraat Fak. Derg.* 33 (4): 363-368.
- Van Soest PJ, Wine RH, 1967. The use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 50: 50-55.
- Van Soest PJ, 1963. The use of detergents in the analysis of fibre feeds. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 46: 829-835.

Süt İneklerinde Memenin Fenotipik Özelliği ve Süt Kalitesi Arasındaki İlişki

Jale METİN KIYICI¹, Mahmut KALİBER¹, Hasan Hüseyin UZKÜLEKÇİ¹, Abdullah Eren SEKMEN¹, Abdulkadir UZUNYOL¹, Ahmet GÜLÜNÇ¹

ÖZET: Bu çalışma entansif bir süt sığırcılığı işletmesinde bulunan Holstein ineklerde memenin fenotipik özellikleri ile somatik hücre sayısı (SHS) arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada ineklerde meme fenotipik ölçüleri alınmış ve inekler GrupI (ideal meme özelliğinde olanlar) ve GrupII (ideal meme özelliğinde olmayanlar) şeklinde sınıflandırılmıştır. Meme özellikleri ile SHS, SHS ile süt verimi ve süt kompozisyonu arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Ayrıca her bir grupta laktasyon sırası (1,2,3,4), laktasyon dönemi (1,2,3) ve kontrol haftalarının (1,2,..,10) etkisi istatistiki olarak incelenmiştir. SHS üzerinde grup (P<0.01), laktasyon sırası (P<0.05), laktasyon dönemi (P<0.01) ve kontrol haftası etkisi (P<0.05) istatistiki olarak önemli bulunmuş, etkileşimler önemli olmamıştır. GrupI’de somatik hücre sayısı 5.04±0.09 Log₁₀SHS adet ml⁻¹ ve GrupII’de 5.35±0.08 Log₁₀SHS adet ml⁻¹ olarak belirlenmiştir. Süt verimi, pH ve iletkenlik özelliklerinde grup etkisi önemli (P<0.01) bulunmuştur. Grup I ve Grup II için bu değerler sırasıyla; süt veriminde 34.79±0.91 lt gün⁻¹ ve 30.15±0.81 lt gün⁻¹, pH’ ta 6.96±0.02 ve 7.02±0.01, iletkenlikte 5.59±0.26 ve 6.84±0.23 olarak belirlenmiştir. Ayrıca korelasyon değerlerine bakılmış SHS ile süt verimi arasında -0.258 değerinde önemli negatif yüksek korelasyon ve SHS ile pH ve SHS ile iletkenlik arasında sırasıyla +0.552 ve +0.278 önemli pozitif yüksek korelasyon tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar üretilen sütün kalitesini arttırmak için memenin fenotipik özelliklerinin dikkate alınması gerektiğini, fenotipik olarak ideal olmayan memelerin süt kalitesini olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Holstein, memenin fenotipik özellikleri, SHS, süt kalitesi

Relationship Between Udder Phenotypic Characteristics and Milk Quality in Dairy Cows

ABSTRACT: This study was conducted to investigate the relationship between somatic cell count (SCC) and some udder properties of Holstein cows at an intensive dairy farm. Phenotypic udder measurements were taken and cows were classified as Group I (cows with ideal udder characteristics) and Group II (cows without ideal udder characteristics). The relationships between SCC and udder characteristics and between SCC and milk yield and characteristics were assessed. Also, the effects of lactation number (1, 2, 3, 4), lactation periods (1, 2, 3) and the control weeks were also investigated in each group. The effect of group (P<0.01), lactation number (P<0.05), lactation period (P<0.01) and control weeks (P<.05) on SCC were found to be significant, but the interactions were not found to be significant (P>0.05). SCC was found to be 5.04±0.09 Log₁₀SHS cells ml⁻¹ in Group I and 5.35±0.08 Log₁₀SHS cells ml⁻¹ in Group II. The effect of group on milk yield, pH and conductivity was found to be significant (P<0.01). The values for Group I and Group II were respectively determined as 34.79±0.91 lt for milk yield, 6.96±0.02 and 7.02±0.01 for pH and 5.59±0.26 and 6.84±0.23 for conductivity. Correlation analyses revealed highly significant negative correlation (-0.258) between SCC and milk yield, highly significant positive correlation (+0.552) between SCC and pH and again highly significant positive correlation (+0.278) between SCC and conductivity. Current findings revealed that udder phenotypic characteristics should be taken into account to improve milk quality since non-ideal udders may negatively influence milk quality.

Keywords: Holstein Friesian, milk quality, SCC, udder phenotypic characteristics

¹ Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Ana Bilim Dalı, Kayseri, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Jale METİN KIYICI, jalemetin@erciyes.edu.tr

GİRİŞ

Mastitis süt sığırlarında görülen en yaygın sağlık problemidir. Somatik hücre sayısı (SHS) somatik hücrelerin sayısal ifadesidir ve klinik ve subklinik mastitisin göstergesi olarak kullanılmaktadır. SHS' ler meme içi enfeksiyonların artması ve klinik mastitisle ilişkilidir (Yamazaki et al., 2013). Somatik hücre sayısı temizlik ve hijyen konusunda işletmelerde uygulanan bakım uygulamalarının meme sağlığı ve sütün hijyenik kalitesi üzerindeki etkisi bakımından önemli bir gösterge olarak değerlendirilmektedir (Harmon, 2001; Baştan, 2013). Somatik hücreler sayı ile ifade edilmekte olup; meme dokusuna ait epitel hücreler, makrofajlar, lenfositler, nötrofiller olmak üzere değişik tip hücrelerden oluşmaktadır (Göncü ve Özkütük., 2002; Kul ve ark., 2006). Meme lobunda normal SHS' nin genellikle 200.000 hücre ml⁻¹' nin üstünde olması anormallik ve iltihaplanma belirtisi olarak kabul edilmektedir (Yamazaki et al., 2013). California Mastitis Testi' nde (CMT) SHS meme iltihaplanmasında bir ölçüt olarak kullanılmaktadır ve sağlıklı bir meme lobundan elde edilen sütte 100.000 hücre ml⁻¹ den daha az olması gerektiği bildirilmektedir (Berglund et al., 2004). Subklinik mastitisle SHS arasındaki ilişki Çizelge 1' de verilmiştir.

Bugün Avrupa ülkelerinin hemen hepsi gerek tüketicinin kullanımına sunulan süt olsun gerekse süt işleme endüstrisinde işlenmek üzere gelen sütler için standartları oluşturmuş durumdadır. Bu standartlar arasında SHS değeri uzun süredir yerini almış ve kaliteli

ve sağlıklı süt üretimi konusunda rutin uygulanan kontrol metotları arasına girmiştir.

Çizelge 1. Subklinik mastitis ile SHS arasındaki ilişki (Wattiaux, 2005)

SHS	Subklinik Mastitis
<200	Görülmez
200-500	Düşük
500-1000	Yaygın
>1000	Salgın

Standart olarak her bir ülke kendi koşulları için en uygun ve kabul edilebilir eşik düzeylerini tespit etmiş ve bu eşikleri aşan yetiştiricisine ürettiği sütün kalitesine göre prim veya ceza uygulamalarından hangisini kabul etmiş ise onu uygulamaktadır. Bazı Avrupa ülkelerinde sütte somatik hücre sayısı ve buna karşı uygulamalar Çizelge 2' de verilmiştir (Göncü, 2010). Türk Gıda Kodeksi' nde SHS için üst sınır 500.000 hücre ml⁻¹ olarak bildirilmiştir (Anonim, 2000). 23964 sayılı ve 14.02.2000 tarihli Resmi Gazete' de yayınlanan 2000/6 sayılı "Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği" çiğ inek sütü bileşimi; Bakteri Sayısı ≤ 100.000, Somatik Hücre Sayısı ≤ 500.000, Protein ≥ %2,8, Asitlik ≥ 0,135 – 0,20, Yoğunluk ≥ 1,028 olarak belirtilmiştir. Mevzuatta belirlenen bu kriterlerin sağlanması yönünde bir çalışma henüz Ülkemizde yürütülmeye başlanmamıştır (Anonim, 2016).

Çizelge 2. Bazı Avrupa ülkelerinde sütte somatik hücre sayısı ve buna karşı uygulamalar

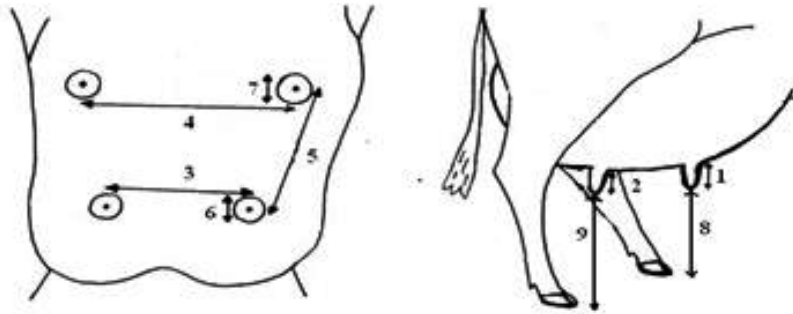
Ülkeler	Uygulama	Eşik Değeri (SH ml ⁻¹)	Fiyat Düzenlemesi (Süt kg ⁻¹)
Danimarka	Ceza	<500.000	I. Sınıf 0 sent
		500.000-1.000.000	II. Sınıf 0.2 sent
		1.000.000-2.000.000	III. Sınıf 0.6 sent
		>2000.000	IV. Sınıf 1.2 sent
Holanda	Ceza	1.000.000	2 kez üst üste aşıldığında 1.0 sent
İsviçre	Ceza	350.000	5 kontrolün 4'ünde aşıldığında 0.6 sent
			10 kontrolün 8'inde aşıldığında 1.9 sent
			15 kontrolün 12'sinde aşıldığında 3.2 sent
Almanya	Ceza	750.000	3 kontrolün 2'sinde aşıldığında 1.1 sent
Norveç	Ödül	250.000	A sınıfı 0.8 sent

Somatik hücre sayısı yaş, laktasyon dönemi, meme yapısı, sağım koşulları, mevsim gibi çok sayıda faktörden etkilenmektedir ve SHS ile süt verim düzeyi arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır (Kennedy et al., 1982; Laevens et al., 1997, Mundan ve ark., 2015). Meme başlarının çapı, uzunluğu, meme başları arası mesafe gibi memenin fenotipik özelliklerinin SHS ve dolayısıyla mastitis üzerine etkisinin önemli olduğu ve bu özelliklerin normal olmamasının SHS'yi etkileyebileceği literatürde belirtilmektedir (Kul ve ark., 2006). Yapılan bu çalışmada, entansif bir süt sığırcılığı işletmesinde yetiştirilen Holstein ineklerde memenin fenotipik özelliği ile somatik hücre sayısı arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca ineklerin buldukları laktasyon sırası, laktasyon dönemi ve kontrol haftaları ile SHS arasındaki ilişki analiz edilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma özel bir entansif süt sığırcılığı işletmesinde bulunan 18 baş Holstein ırkı süt sığırcılığı kullanılarak yapılmıştır. Çalışma süresince hayvanlar yarı açık ahırda işletmenin rutin bakım ve besleme şartlarında barındırılmışlardır. Çalışmanın başında çalışmada kullanılacak tüm ineklerin mastitis durumu negatif olarak belirlenmiştir. İnekler; laktasyon sırasına göre 1, 2, 3, 4 ve laktasyon dönemine göre 1, 2, 3 (0-100=1, 101-

200=2, 201+..=3) olarak sınıflandırılmışlardır. İneklere günde 3 sağım (07:00, 15:00, 23:00) uygulanmış ve sağım bilgisayarlı sağım sistemi ile yapılmıştır. SHS ve süt kompozisyonu analizi için gerekli süt numuneleri 15:00 sağımında her bir ineğin önünde bulunan vaikitolarla biriken süttan 10 cc' lik numuneler şeklinde alınmış ve işletmede oluşturulan laboratuvar ortamında aynı gün analiz edilmiştir. Somatik hücrelerin sayımında De Laval somatik hücre sayımı cihazı (DCC), süt analizlerinde ise De Laval milkometer cihazı kullanılmıştır. Bu işlem 7 gün aralıklarla haftalık periyotlarla (10 hafta) tekrarlanmıştır. İneklerin fenotipik meme özelliklerinin belirlenmesinde ölçü mezurası (cm) kullanılmış, ölçüm değerleri inekler sağıldıktan sonra sütü boşalmış memelerden alınmıştır. İneklere mastitisin azaltılmasında daha sıkı ön meme bağlantısı, daha kısa meme başları, daha dar meme başı yerleşimi, meme başının yerden yüksekliği gibi özelliklere sahip ineklerin seçilmesi önerilmektedir (Kul ve ark., 2006, Rogers and Hargrove, 1991). Bu amaçla çalışmada ineklerin; 1.ön meme başı uzunluğu 2.arka meme başı uzunluğu 3.ön meme başları arası mesafe 4.arka meme başları arası mesafe 5.yan meme başları arası mesafe 6.ön meme başı çapı 7.arka meme başı çapı 8.ön meme başının yerden yüksekliği 9.arka meme başının yerden yüksekliği belirlenmiştir. Şekil 1' de meme üzerinde fenotipik ölçümlerin yapıldığı noktalar gösterilmiştir.



Şekil 1. Meme üzerinde ölçümlerin yapıldığı noktalar (Kuczaj M., 2003)

İdeal memede meme başları, silindirik, orta uzunlukta ve çapta olup, aynı büyüklükte olmalıdır. Meme başları, her bir lobun altında ve ortasında, bir karenin köşelerini oluşturacak şekilde yerleşmeli, meme tabanından yere dik olarak uzanmalıdır (Akcan 1993). Uzun meme başları; sağım, yaralanma vb. dış etkilere daha fazla zarar görmektedirler.

Bu nedenle daha kısa meme başları, daha düşük SHS'ye ve daha az mastitise yol açmakta olup (Rogers and Hargrove, 1991) literatürlerde daha kısa başlı meme yönünde uygulanacak seleksiyonun yeni mastitis oluşumlarını önlemede etkili olacağı bildirilmektedir (Rogers, 1996; Rogers, 1997; Hiemstra et al., 2002).

Meme başı uzunluklarında ölçüm 2 yöntemle yapılmaktadır. Bunlardan ilki puanlama sistemi diğeri cm olarak ölçümdür. Bu çalışmada gruplandırma yapılırken cm olarak ölçüm yöntemi kullanılmıştır. Cm olarak ölçüm yönteminde her 1 cm 1 puana gelmekten ziyade kısa meme başları sağım esnasında pulsatorün meme tabanını somurarak zarar görmesine neden olması çok uzun meme başlarında ise sağımda pulsatorün tam kavrayamamasına bağlı olarak oluşan tırmanma hareki ile meme başının zarar görmesine neden olduğu için arzu edilmemektedir (Şahin 2011, Anonim 2016). Sağım makinesinin adapte olabileceği meme başı uzunluğunun 4-6 cm civarında olduğu belirtilmektedir (Anonim 2016). Çalışmada kullanılan ineklerin meme uzunluk ölçümlerinde 10 cm lik cetvel kullanılmış ve yapılan ölçüm sonucunda yukarıdaki literatür bilgilerine dayanılarak inekler ideal meme

özelliğinde olanlar (GrupI) ve ideal meme özelliğinde olmayanlar (GrupII) şeklinde gruplandırılmışlardır. Meme başlarının yerleşiminde meme başlarının birbirine eşit uzaklıkta ve ne içe ne de dışa dönük olması istenir. Meme başlarının merkeze bakması ve eşit uzaklıkta olması istenmektedir. Meme başlarının yerleşiminde Holstein Federasyon Standartları (HFS) puanlama sisteminden yararlanılmıştır (Şahin 2011).

Memelerin vücuda sağlam bağlanmış olması ve en fazla aşıl tendosu hizasına inmesi istenmektedir. Daha aşağıya inenlerde sarkma sonucunda enfeksiyon riski yaralanmalar ve mastitis vb komplikasyonlar oluşabilmektedir. Bu nedenle meme derinliği yada diğeri bir deyişle memenin yerden yüksekliği önemlidir ve yüksek olmalıdır (Şahin 2011). GrupI ve GrupII' deki ineklerin meme özelliklerine ait ortalamaları (cm) ve bazı özelliklerin puanlamaları Çizelge 3' te verilmiştir.

Çizelge 3. GrupI ve GrupII' deki ineklerin meme özelliklerine ait ortalamalar (cm)

Meme Özellikleri (cm)	GrupI (n=9)	HFS puan	GrupII (n=9)	HFS puan
Ön Meme Başı Uzunluğu	5.7		6.4	
Arka Meme Başı Uzunluğu	4.8		5.2	
Ön Memeler Arası Mesafe	11.2	4	13.6	3
Arka Memeler Arası Mesafe	5.2	4	5.8	3
Yan Başları Arası Mesafe	12.4		12.3	
Ön Meme Başı Çevresi	7.4		8.0	
Arka Meme Başı Çevresi	7.0		7.7	
Ön ve Arka Meme Başının Yerden Yüksekliği (ort) ve Aşıl Tendosu Puanlaması (ort)	53.2	5	44.0	2

Puan: Ön-arka memeler arası mesafe 1-3=merkeze göre dışarıda, 4-6= merkeze göre ortada; Aşıl Tendosu Puanlaması 1=düşük meme tabanı, 5= diz eklemi hizası

İSTATİSTİK ANALİZ

Araştırma sonuçları üzerinde durulan özellikler bakımından tekrarlanan ölçümlü (Repeated Measurement) varyans analizi tekniğiyle değerlendirilmiştir (Yıldız ve Bircan., 1994). Analizler General Linear Model (GLM) prosedürüne göre En Küçük Kareler Ortalaması (LSM) dikkate alınarak SPSS (13.0) paket programında aşağıdaki modelde analiz edilmiştir. SHS normal dağılım göstermediği için verilere Log₁₀ tabanına göre transformasyon uygulanmıştır.

$$Y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + (ab)_{ij} + (ac)_{ik} + (ad)_{il} + e_{ijklm}$$

Y_{ijk} : Ele alınan özellik bakımından değeri,

μ : Populasyon ortalamasını,

a_i : İ. grubun etkisini (GrupI, GrupII),

b_j : Laktasyon sırasının etkisini (1, 2, 3,4),

c_k : Laktasyon döneminin etkisini (1, 2, 3),

d_l : Kontrol haftasının etkisini (1, 2, 3.....,10),

$(ab)_{ij}$: Grup X laktasyon sırası etkisi,

$(ac)_{ik}$: Grup X laktasyon dönemi interaksyonu,
 $(ad)_{il}$: Grup X kontrol haftası interaksyonu,
 e_{ijklm} : Ortalaması 0, varyansı σ^2_e olan şansa bağlı hatayı göstermektedir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ele alınan özelliklerden SHS, süt verimi, pH ve iletkenlik özelliklerine ait varyans analizi Çizelge 4' te verilmiştir.

Çizelge 4. Özelliklere ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem
SHS (Log₁₀SHS)				
Grup	1	3.174	6.700	**
Laktasyon Sırası	3	1.387	2.928	*
Laktasyon Dönemi	2	5.334	11.261	**
Kontrol Haftası	9	1.025	2.163	*
Grup x Laktasyon Sırası	3	.349	.736	ÖS
Grup x Laktasyon Dönemi	2	1.095	2.311	ÖS
Grup x Kontrol Haftası	9	.247	.522	ÖS
Hata	150			
Süt Verimi (lt gün⁻¹)				
Grup	1	696.138	14.440	**
Laktasyon Sırası	3	373.544	7.749	**
Laktasyon Dönemi	2	1 600.070	33.191	**
Kontrol Haftası	9	171.848	3.565	**
Grup x Laktasyon Sırası	3	715.660	14.845	**
Grup x Laktasyon Dönemi	2	612.941	12.715	**
Grup x Kontrol Haftası	9	77.818	1.614	ÖS
Hata	150			
pH				
Grup	1	.123	9.778	**
Laktasyon Sırası	3	.011	.884	ÖS
Laktasyon Dönemi	2	.125	9.991	**
Kontrol Haftası	9	.072	5.712	**
Grup x Laktasyon Sırası	3	.038	3.040	*
Grup x Laktasyon Dönemi	2	.001	.054	ÖS
Grup x Kontrol Haftası	9	.027	2.192	*
Hata	150			
İletkenlik				
Grup	1	50.138	12.940	**
Laktasyon Sırası	3	3.095	.799	ÖS
Laktasyon Dönemi	2	4.055	1.047	ÖS
Kontrol Haftası	9	8.783	2.267	*
Grup x Laktasyon Sırası	3	4.774	1.232	ÖS
Grup x Laktasyon Dönemi	2	13.600	3.510	*
Grup x Kontrol Haftası	9	7.048	1.819	ÖS
Hata	150			

* $P < .05$; ** $P < .01$; ÖS $P > .05$

Somatik Hücre Sayısı

GrupI ve GrupII' nin SHS' lerine ($\text{Log}_{10}\text{SHS}$) ait ortalamalar ve standart hataları Çizelge 5' te verilmiştir.

Çizelge 5. GrupI ve GrupII' nin SHS' lerine ait ortalamalar ve standart hataları ($\text{Log}_{10}\text{SHS}$)

		SHS ($\text{Log}_{10}\text{SHS}$)						
		GrupI		GrupII				
		N	$\bar{X} \pm S_x$	N	$\bar{X} \pm S_x$			
Laktasyon Sırası	1	*	15	4.89	.24	15	5.55	.18
	2		25	4.91	.11	25	4.86	.29
	3		25	5.04	.17	25	5.31	.14
	4		25	5.32	.17	25	5.70	.17
Laktasyon Dönemi	1	**	40	4.84	.11	40	5.02	.13
	2		25	5.31	.16	25	6.10	.20
	3		25	4.97	.18	25	4.94	.19
Kontrol Haftası	1	*	9	5.35	.24	9	5.84	.23
	2		9	5.19	.24	9	5.43	.23
	3		9	5.29	.24	9	5.47	.23
	4		9	4.86	.24	9	5.69	.23
	5		9	4.73	.24	9	4.99	.23
	6		9	5.04	.24	9	5.36	.23
	7		9	5.04	.24	9	5.08	.23
	8		9	5.15	.24	9	5.56	.23
	9		9	4.83	.24	9	4.85	.23
	10		9	4.92	.24	9	5.25	.23
Genel			90	5.04	.09	90	5.35	.08

* $P < .05$; ** $P < .01$; ÖS $P > .05$

Çalışmada SHS üzerinde grup etkisi $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuş bu değerler GrupI ve GrupII' de sırasıyla 5.04 ± 0.09 ve 5.35 ± 0.08 $\text{Log}_{10}\text{SHS}$ adet ml^{-1} olarak belirlenmiştir. Çizelge 3' te verilen GrupI ve GrupII' deki ineklerin meme özelliklerine ait ortalamalar (cm) dikkate alındığında çalışmada ön ve arka meme başı çevresi büyük olan (GrupII) ineklerin SHS değerinin meme başı çevresi küçük olan (GrupI) ineklere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç Kul ve ark., (2006) tarafından bazı araştırma sonuçlarına (Alaçam ve ark., 1983) atfen CMT pozitif ineklerin ön ve arka meme başı çapının CMT negatif ineklere göre daha yüksek olduğunu belirttikleri çalışmaları ile örtüşmektedir. İlaveten Kuczaj (2003) yaptığı çalışmada ön ve arka meme başı çapları ile SHS arasında 0.27 ve 0.28 düzeyinde pozitif fenotipik korelasyonlar olduğunu ifade etmiştir ki bu sonuç çalışmadan elde edilen sonuçla örtüşmektedir.

Çalışmada SHS' nin ön ve arka meme başı uzunluğu büyük olan gruptaki ineklerde (GrupII) meme başı uzunluğu küçük olan gruptaki ineklere (GrupI) göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç Alaçam ve ark., (1983) tarafından bildirilen sonuçla örtüşmektedir. Aynı zamanda bu sonuçlar Rogers and Hargrove (1991) kısa meme başlarının daha düşük SHS' ye yol açtığını ve Hiemstra et al., (2002) daha kısa meme başlı yönünde uygulanacak seleksiyonun yeni mastitis oluşumlarını önlemede etkili olacağını bildirdikleri çalışmalarıyla da uyuşmaktadır.

Çalışmada memenin yerden yüksekliğinin az olduğu gruptaki ineklerde (GrupII) SHS değeri memenin yerden yüksekliğinin fazla olduğu gruptaki ineklerden (GrupI) daha yüksek bulunmuştur. İlaveten ön ve arka memeler arası mesafeleri düşük olan gruptaki ineklerin (GrupI) SHS değeri ön ve arka memeler arası mesafeleri yüksek olan gruptaki ineklerin (GrupII)

SHS değerinden daha düşük bulunmuştur. Rogers ve Hargrove (1991) daha yakın meme başları yerleşiminin hem SHS ve hem de mastitis riskini azalttığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar daha dar meme başı yerleşimi için yapılan seleksiyonların meme sağlığının korunmasında da etkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmadan elde edilen sonuçlarla aynı doğrultudadır. Çalışmada SHS üzerinde laktasyon dönemi etkisi $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuş ve her iki grupta da en yüksek SHS değeri 2. laktasyon döneminde elde edilmiştir. Bu değer GrupI ve GrupII' de sırasıyla $5.31\pm.16$ ve $6.10\pm.20$ olarak belirlenmiştir. Çalışmada SHS üzerinde laktasyon sırası ve kontrol haftası etkisi $P<.05$ düzeyinde önemli olmuştur. En yüksek SHS değeri her iki grupta da laktasyon sırası bakımından 4. laktasyon sırasında kontrol haftası bakımından da 1. kontrol haftasında elde edilmiştir. Laktasyon sırası ve kontrol haftasında sırasıyla bu değer GrupI ve GrupII' de $5.32\pm.17$; $5.70\pm.17$ ve $5.35\pm.24$; $5.84\pm.23$ olarak elde edilmiştir.

Bu sonuçlar Göncü ve Özkütük (2002)' nin bazı araştırma sonuçlarına atfen bakteriyolojik olarak negatif olan süt ineklerinde laktasyon sırası ve laktasyon döneminin enfeksiyon oranı üzerine istatistiki olarak önemli etki yapmadığını ancak tüm inekler birlikte değerlendirilerek yapılan varyans analizi sonucunda enfeksiyon oranı üzerinde laktasyon sırası ve laktasyon dönemi etkilerinin önemli olduğunu bildirdikleri çalışmaları ile uyumaktadır. İlâveten Koç (2006), bazı araştırma sonuçlarına atfen (Harmon, 2001; Haas et al., 2002; Koivula et al., 2002) SHS' nin laktasyon boyunca ve gün içerisinde sağlımlar arasında önemli değişiklikler gösterdiğini belirtmiştir.

Süt Verimi ve Süt Kompozisyonu

Çalışmada süt veriminde (lt gün^{-1}) grup, laktasyon sırası, laktasyon dönemi ve kontrol haftası etkisi önemli ($P<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4). GrupI ve GrupII' nin süt verimine ait ortalamalar ve standart hataları Çizelge 6' de verilmiştir.

Çizelge 6. GrupI ve GrupII' nin süt verimine ait ortalamalar ve standart hataları (lt gün^{-1})

		Süt Verimi (lt gün^{-1})						Sıcaklık	Nem	
		GrupI			GrupII					
		N	$\bar{X} \pm S_x$		N	$\bar{X} \pm S_x$				
Laktasyon Sırası	1	15	29.71	2.46	15	27.90	1.82			
	2	**	25	37.05	1.14	25	41.14	2.91		
	3		25	33.72	1.69	25	32.59	1.44		
	4		25	38.69	1.67	25	18.96	1.69		
Laktasyon Dönemi	1		40	38.52	1.09	40	39.15	1.35		
	2	**	25	34.91	1.58	25	19.16	2.05		
	3		25	30.96	1.80	25	32.13	1.88		
Kontrol Haftası	1		9	39.17	2.39	9	30.59	2.34	3.4	68.6
	2		9	33.68	2.39	9	26.37	2.34	6.1	62.6
	3		9	32.23	2.39	9	29.18	2.34	3.4	72.1
	4		9	31.85	2.39	9	28.92	2.34	6.1	54.6
	5	**	9	44.68	2.39	9	33.99	2.34	8.7	51.7
	6		9	37.34	2.39	9	33.09	2.34	8.0	48.7
	7		9	27.73	2.39	9	31.08	2.34	12.2	56.5
	8		9	31.71	2.39	9	31.50	2.34	13.6	50.2
	9		9	34.74	2.39	9	29.05	2.34	10.0	58.7
	10		9	34.81	2.39	9	27.69	2.34	8.6	70.5
Genel			90	34.79	.91	90	30.15	.81		

* $P<.05$; ** $P<.01$; ÖS $P>.05$

Çizelge 6' da görüldüğü gibi süt verimleri Grup I ve Grup II' de sırasıyla 34.79±.91 ve 30.15±.81lt gün⁻¹ olarak elde edilmiştir.

Çalışmada süt kompozisyonu özellikleri olarak %yağ, sıcaklık, yağsız kuru madde, laktoz, yoğunluk, iletkenlik, % protein, pH, donma noktası incelenmiş bunlardan pH ve iletkenlik özellikleri üzerinde

grup etkisi önemli (P<0.01) bulunmuştur (Çizelge 4). Ayrıca süt pH özelliğinde laktasyon dönemi ve kontrol haftası etkisi önemli (P<0.01), iletkenlik özelliğinde kontrol haftası etkisinin önemli (P<0.05) olduğu belirlenmiştir. GrupI ve GrupII' nin pH ve iletkenlik özelliklerine ait ortalamalar ve standart hataları Çizelge 7' de verilmiştir.

Çizelge 7. GrupI ve GrupII' nin pH ve iletkenlik özelliklerine ait ortalamalar ve standart hataları

		pH						İletkenlik				Sıcaklık	Nem				
		GrupI			GrupII			GrupI		GrupII							
		N	$\bar{X} \pm S_x$	N	$\bar{X} \pm S_x$	N	$\bar{X} \pm S_x$	N	$\bar{X} \pm S_x$								
Laktasyon Sırası	1	ÖS	15	6.97	.04	15	6.97	.04	ÖS	15	4.67	.69	15	7.28	.52		
	2		25	6.95	.02	25	6.95	.02		25	5.89	.32	25	6.11	.83		
	3		25	6.98	.03	25	6.98	.03		25	6.21	.48	25	7.00	.41		
	4		25	6.95	.03	25	6.95	.03		25	5.61	.47	25	6.97	.48		
Laktasyon Dönemi	1	**	40	6.91	.02	40	6.96	.02	ÖS	40	6.03	.31	40	6.26	.38		
	2		25	7.01	.03	25	7.07	.03		25	5.32	.45	25	8.02	.58		
	3		25	6.97	.03	25	7.04	.03		25	5.44	.51	25	6.24	.53		
Kontrol Haftası	1	**	9	7.08	.04	9	7.02	.04	*	9	5.74	.67	9	9.48	.66	3.4	68.6
	2		9	6.96	.04	9	6.99	.04		9	5.63	.67	9	5.98	.66	6.1	62.6
	3		9	6.96	.04	9	7.04	.04		9	6.21	.67	9	6.08	.66	3.4	72.1
	4		9	6.93	.04	9	7.14	.04		9	5.74	.67	9	8.84	.66	6.1	54.6
	5		9	6.91	.04	9	6.99	.04		9	5.58	.67	9	6.75	.66	8.7	51.7
	6		9	7.01	.04	9	7.09	.04		9	6.03	.67	9	6.25	.66	8.0	48.7
	7		9	6.94	.04	9	6.93	.04		9	5.37	.67	9	5.85	.66	12.2	56.5
	8		9	7.05	.04	9	7.13	.04		9	5.49	.67	9	6.77	.66	13.6	50.2
	9		9	6.89	.04	9	6.88	.04		9	4.94	.67	9	5.89	.66	10.0	58.7
	10		9	6.87	.04	9	7.01	.04		9	5.23	.67	9	6.54	.66	8.6	70.5
Genel			90	6.96	.02	90	7.02	.01		90	5.59	.26	90	6.84	.23		

* P<.05; **P<.01; ÖS P>.05

Süt pH' ı ve iletkenlik özelliklerine ait değerler Grup I' de Grup II' den daha düşük bulunmuştur. pH ve iletkenlik için bu değerler Grup I ve Grup II' de sırasıyla 6.96±.02 ve 7.02±.01 ve 5.59±.26 ve 6.84 ±.23 olarak elde edilmiştir. Sütün elektrik iletkenliği ölçümü mastitiste tanı yöntemi olarak kullanılmaktadır. Normal sütün elektrik iletkenliği 25°C de 4.0-5.5 mS cm⁻¹ dir. Mastitis durumunda sütün içindeki klor miktarının yükselmekte ve elektrik iletkenliği de artmaktadır

(Baştan, 2013). Bu durum çalışmada elde edilen bulgularla örtüşmektedir.

Korelasyonlar

Çalışmada ele alınan ve istatistiki olarak önemli bulunan özellikler SHS, süt verimi, pH ve iletkenliktir. Bu özellikler arasındaki korelasyonlar SPSS (13.0) programı aracılığıyla hesaplanmıştır. Belirlenen korelasyon değerleri Çizelge 8' de verilmiştir.

Çizelge 8. SHS, süt verimi, pH ve iletkenlik özellikleri arasında belirlenen korelasyon değerleri

	SHS	Süt Verimi	pH	İletkenlik
SHS	1			
Süt Verimi (lt gün)	-0.258**	1		
pH	0.552**	-0.289**	1	
İletkenlik	0.278**	-0.044	0.336**	1

** : Korelasyonlar. 01 seviyesinde önemlidir

Çizelge 8 incelendiğinde SHS ile süt verimi arasında -0.258 değerinde önemli negatif yüksek korelasyon ve SHS ile pH ve SHS ile iletkenlik arasında sırasıyla +0.552 ve +0.278 önemli pozitif yüksek korelasyon olduğu görülmektedir. Süt verimi ile pH arasında -0.289 değerinde önemli negatif yüksek korelasyon ve süt verimi ile iletkenlik arasında -0.044 değerinde negatif düşük korelasyon tespit edilmiş, pH ve iletkenlik arasında ise +0.336 değeri ile önemli pozitif yüksek korelasyon olduğu belirlenmiştir.

SONUÇ

Yapılan bu çalışmada meme fenotipik özelliğinin SHS'yi etkileyen önemli bir faktör olduğu belirlenmiştir ve bu durum, ideal meme özelliğine sahip olmayan ineklerde süt SHS ölçümlerinin daha yüksek değerlerde tespit edilmesinin sebebini açıklamaktadır. Elde edilen bu sonuç Kull ve ark., (2006)'nın meme konformasyon özelliklerinin düşük SHS için dolaylı seleksiyon kriteri olarak kullanılabildiğini ifade ettiği ve sürü içindeki mastitis oluşumlarının azaltılmasında daha sıkı ön meme bağlantısı daha kısa meme başları ve daha dar meme başı yerleşimi gibi özelliklere sahip ineklerin seçilmesini öneren çalışmalarıyla uyusmaktadır. Benzer çalışmaların daha fazla sayıda hayvanla ve daha büyük işletmelerde yürütülmesi ile ideal meme özellikleri ve meme sağlığının korunması yönünde ilerlemeler sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- Akcan A, 1993. Karaköy Jersey'lerinde tip puantajı. Meme ve beden ölçüleri ile süt verimi arasındaki ilişkiler. Doktora Tezi. Ankara Üniv. Sağlık Bilimleri Ens. Ankara.
- Alaşam E, Alpan O, Tekeli T, 1983. Süt İneklerinde bazı meme ölçümleri ve süt verimi ile subklinik mastitis arasındaki ilişkiler. Lalahan Zootekni Araş. Ens. Eylül-Aralık.22:3-4.

- Anonim 2000. Türk Gıda Kodeksi – Çiğ süt ve ısıtılmış süt ve ısıtılmış sütler tebliği. Resmi gazete. 14.02.2000/23964. Tebliğ No: 2000-6.
- Anonim 2016. Türkiye'de Süt Üretimi ve Kalite. <http://tarimvehayvancilik.blogcu.com/turkiye-de-sut-uretimi-ve-kalite/2462995>.
- Anonim 2016. Lineer değerlendirme. <http://www.farmogen.net/lineerdegerler.asp>
- Anonim 2016. Hayvanlar Alınırken Dikkat Edilecek Hususlar. <http://www.abmgrup.com.tr/index.php>
- Baştan A, 2013. İneklerde meme sağlığı ve sorunları: Sütün önemli fiziksel ve kimyasal özellikleri. Kardelen Ofset Matbaacılık Tanıtım Hizmetleri San. Tic. Ltd. Şti. Yayınları, S.34-35, 2013, Ankara.
- Berglund I, Pettersson G, Östtenso K, Svennersten-Sjaunja K, 2004. Frequency of individual udder quarters with elevated CMT scores in cow's milk samples with low somatic cell counts. Veterinary Record 155-213.
- Göncü S, Özkütük K, 2002. Adana entansif süt sığırcılığı işletmelerinde yetiştirilen saf ve melez Holstein inek sütlerinde somatik hücre sayısına etki eden faktörler ve mastitis ile ilişkisi. Hayvansal Üretim 43(2):44-53.
- Göncü S, 2010. Süt Somatik Hücre Sayımı ve Süt Sığırcılığında Önemi <http://www.muratgorgulu.com.tr/altekrans.asp?id=129>. 23.11.2013.
- Haas De YHW, Barkema Schukken YH, Veerkamo RF, 2002. Genetic parameters for clinical mastitis and traits for somatic cell count based on its lactation curve. 7th World congress on Genetic Applied to livestock Production. August 19-23 Montpellier. France.
- Harmon B, 2001. Somatik Hücre Sayıları: A Primer. National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings. USA. pp:3-9.
- Hiemstra A, Groen A, Bovenhuis H, Ducro B, De Jong G, 2002. An ICAR recommendation sheet for udder health and estimation of genetic parameters for udder health. <http://www.zod.wau.nl/abg/hs/education/av/mschimstra.pdf>.
- Kennedy BW, Sethar MS, Moxley JE, Downey BR, 1982. Heritability of somatic cell count and its relationship with milk yield and composition in Holsteins. J Dairy Sci.65:843-847.
- Koç A, 2006. Aydın ilinde yetiştirilen Siyah-Alaca ve Esmer ırkı sığırların laktasyon süt verimleri ve somatik hücre sayıları. Hayvansal Üretim 47(2):1-8. 2006.
- Koivula M, Negussie E, Mantysaari EA, 2002. Genetic parameters for test day somatic cell count at different stages of lactation in Finnish-Ayrshire cattle. 7th World congress on Genetic Applied to livestock Production. August 19-23 Montpellier. France.

- Kuczaj M, 2003. Analysis of changes in udder size of high-yielding cows in subsequent lactations with regard to mastitis. *Electronic J. Pol. Agric. Univ.. Ser. Anim. Husb.* 6(1).
- Kul E, Erdem H, Atasever S, 2006. Süt sığırlarında farklı meme özelliklerinin mastitis ve süt SHS üzerine etkileri. *OMÜ Ziraat Fak. Dergisi* 2006. 21(3):350-356.
- Laevens H, Deluyker H, Schukken YH, De Meulemeester L, Vandermeersch R, De Muelenaere E, De Kruif A, 1997. Influence of parity and stage of lactation on the somatic cell count in bacteriological negative dairy cows. *J Dairy Sci.* 3219-3226.
- Mundan D, Meral B.A, Demir A, Doğaner M, 2015. Süt sığırı işletmelerinde sütteki somatik hücre sayısının ekonomik açıdan değerlendirilmesi. *Harran Univ Vet Fak Derg* 4 (2) 84-89.
- Rogers GW, Hargrove GL, 1991. Correlations among linear traits and somatic cell counts. *J. Dairy Sci.* 74:1087-1091.
- Rogers GW, 1996. Using type for improving health of the udder and feet and legs. *International Workshop on Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle.* January 21–23, 1996, Gembloux, Belgium.
- Rogers GW, 1997. Genetic evaluations for mastitis and relationship between mastitis and udder type. *International Red Cow Conference.* October 1. Madison. WI.
- Şahin O, 2011. Süt Sığırlarında Tip Sınıflandırması ve Vücut Kondisyonu Değerlendirme. *Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği Yayınları*, No:5.
- Yamazaki T, Hagiya K, Takeda H, Sasaki O, Yamaguchi S, Sogabe M, Saito Y, Nakagawa S, Togashi K, Suzuki K, Nagamine Y, 2013. Genetic correlations between milk production traits and somatic cell scores on test day within and across first and second lactations in Holstein cows. *Livestock Sci.* 152:120-126.
- Yıldız N, Bircan H, 1994. Araştırma ve Deneme Metodları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay.. Ders kitapları Seri No: 57. Erzurum.
- Wattiaux MA, 2005. Prevention and detection. *Dairy Essentials* Chap.: 24 (93-96). Babcock Institute for International Dairy Research and Development. WI 53706. USA.