

İĞDIR ÜNİVERSİTESİ

FBEDJIST

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



İĞDIR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ

ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

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

www.igdir.edu.tr



İĞDIR ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (FBED)

Journal of the Institute of Science and Technology (JIST)

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

ISSN 2146-0574

Sahibi / Owner

Prof. Dr. İbrahim Hakkı YILMAZ

Rektör / *Rector*

Sorumlu Müdür / Director

Yrd. Doç. Dr. Mustafa SÜRMEŒ / *Assist. Prof. Dr. Mustafa SÜRMEŒ*

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

Baş Editör / Editor in Chief

Yrd. Doç. Dr. Tuncay KAYA / *Assist. Prof. Dr. Tuncay KAYA*

Teknik Editör / Technical Editor

Yrd. Doç. Dr. Hakan KİBAR / *Assist. Prof. Dr. Hakan KİBAR*

Yayın Komisyonu / Publication Committee

Yrd. Doç. Dr. Tuncay KAYA / *Assist. Prof. Dr. Tuncay KAYA*

Yrd. Doç. Dr. Kasım ŞAHİN / *Assist. Prof. Dr. Kasım ŞAHİN*

Yrd. Doç. Dr. Mücahit KARAOĞLU / *Assist. Prof. Dr. Mücahit KARAOĞLU*

Yrd. Doç. Dr. Ecevit EYDURAN / *Assist. Prof. Dr. Ecevit EYDURAN*

Yrd. Doç. Dr. Sefa ALTİKAT / *Assist. Prof. Dr. Sefa ALTİKAT*

Tasarım / Design - Baskı / Printing

Hangar Marka İletişim Reklam Hizmetleri Yayıncılık Ltd. Şti.

Konur 2 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 EDITÖRLER KURULU
NATIONAL EDITORIAL BOARD

- Prof. Dr. Vahdettin ÇİFTÇİ, Tarla Bitkileri,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye
- Prof. Dr. Yavuz AKBAŞ, Biyometri Genetik,
Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye
- Prof. Dr. M. İhsan SOYSAL, Biyometri Genetik,
Namık Kemal Üniv., Tekirdağ, Türkiye
- Prof. Dr. Semra ORAL ERBAŞ, İstatistik,
Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye
- Prof. Dr. Turgay TAŞKIN, Zootečni,
Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye
- Prof. Dr. Türker SAVAS, Zootečni,
Çanakkale Onsekiz Mart Üniv., Çanakkale, Türkiye
- Prof. Dr. Hüseyin ZENGİN, Bitki Koruma,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Prof. Dr. Fikri BALTA, Bahçe Bitkileri,
Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye
- Prof. Dr. Halil KIRNAK, Tarımsal Yapılar ve Sulama,
Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye
- Prof. Dr. Pervin ARIKAN, Fizik,
Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye
- Prof. Dr. Nurhan AKYÜZ, Gıda Mühendisliği,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
- Prof. Dr. İsmail Sait DOĞAN, Gıda Mühendisliği,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye
- Prof. Dr. Mustafa R. ÇANGA, Toprak,
Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye
- Prof. Dr. Murat TÜRKEŞ, Coğrafya,
Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye
- Prof. Dr. İbrahim Ethem GÜLER, Tarım Makinaları,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Prof. Dr. Muhammed ARABACI, Su Ürünleri,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye
- Prof. Dr. Rüstem CANGİ, Bahçe Bitkileri,
Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye
- Doç. Dr. Ali KAYGISIZ, Zootečni,
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. K.Maraş, Türkiye
- Doç. Dr. Ahmet ÇELİK, Tarım Makinaları,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Doç. Dr. İsmail ÖZTÜRK, Tarım Makinaları,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Doç. Dr. Yıldırım YILDIRIM, Tarım Makinaları,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Doç. Dr. Davut KARAYEL, Tarım Makinaları,
Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye
- Doç. Dr. Suat ŞENSOY, Bahçe Bitkileri,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye
- Doç. Dr. Erdal Necip YARDIM, Bitki Koruma,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye
- Doç. Dr. Ahmet ULUDAĞ, Bitki Koruma,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
- Doç. Dr. Ramazan GÜRBÜZ, Matematik Eğitimi,
Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Kadir KARAKUŞ, Zootečni, Gevaş MYO,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Ferhat MURADOĞLU, Bahçe Bitkileri,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Murat AKKURT, Bahçe Bitkileri,
Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye

- Yrd. Doç. Dr. Süleyman TEMEL, Tarla Bitkileri,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Kasım ŞAHİN, Tarım Ekonomisi,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Uğur ŞİMŞEK, Toprak,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Mücahit PEHLUVAN, Bahçe Bitkileri,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Bayram YURT, Gıda Mühendisliği,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Önder YILDIZ, Gıda Mühendisliği,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Mücahit KARAOĞLU, Toprak,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Ecevit EYDURAN, Zootečni,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Sefa ALTIKAT, Tarım Makinaları,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Hakan KİBAR, Tarımsal Yapılar ve Sulama,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
- Dr. İlknur MERİÇ, Su Ürünleri,
Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye

ULUSLARARASI EDITÖRLER 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

ULUSAL DANIŞMA KURULU
NATIONAL ADVISORY BOARD

- Prof. Dr. Gülcan ERAKTAN, Tarım Ekonomisi,
Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye
- Prof. Dr. Ensar BAŞPINAR, İstatistik, Sinop
Üniversitesi, Sinop, Türkiye
- Prof. Dr. Ömer AKBULUT, Zootečni,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Prof. Dr. Z. Servet YALÇIN, Zootečni,
Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye
- Prof. Dr. Güray ERENER, Zootečni,
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye
- Prof. Dr. Mürsel KÜÇÜK, Vet-Zootečni,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye
- Prof. Dr. Aykut GÜL, Tarım Ekonomisi,
Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye, Türkiye
- Doç. Dr. Yusif ZEYNALOV, Botanik,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye

Prof. Dr. Taner KUMUK, Tarım Ekonomisi,
Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye

Prof. Dr. Murat TÜRKEŞ, Coğrafya,
Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye

Prof. Dr. Gamze SANER, Tarım Ekonomisi,
Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye

Prof. Dr. Hamdi BİLGİN, Tarım Makinaları,
Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye

Prof. Dr. Semiha KIZILOĞLU, Tarım Ekonomisi,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

Prof. Dr. İbrahim YILMAZ, Tarım Ekonomisi,
Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye

Prof. Dr. Aşkın KOR, Zootekni,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye

Prof. Dr. Kadir KIZILKAYA, Zootekni,
Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye

Prof. Dr. Cuma AKBAY, Tarım Ekonomisi
Kahramanmaraş S.İ. Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye

Prof. Dr. Hasan VURAL, Tarım Ekonomisi,
Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye

Prof. Dr. Vecdi DEMİRCAN, Tarım Ekonomisi,
Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye

Doç. Dr. Mehmet MENDEŞ, Biyometri Genetik,
Çanakkale Onsekiz Mart Üniv., Çanakkale, Türkiye

Doç. Dr. Ali Vaiz GARİPOĞLU, Zootekni,
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye

Doç. Dr. Orhan YILMAZ, Zootekni ve Hayvan Besleme,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Basri Hakan HAKYEMEZ, Tarla Bitkileri,
Kırıkkale MYO Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Handan UCUN, Çevre Mühendisliği,
Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Hikmet ORHAN, Biyometri Genetik,
Süleyman Demirel Üniv., Isparta, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. İlkay BARITÇI, Zootekni,
Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Sadiye Peral EYDURAN, Bahçe Bitkileri,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Zeliha GÖKBAYRAK YAŞA, Bahçe Bitkileri,
Çanakkale Onsekiz Mart Üniv., Çanakkale, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Ahmet Metin KUMLAY, Tarla Bitkileri,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Orhan YILMAZ, Zootekni,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Ömer BEYHAN, Bahçe Bitkileri,
Sakarya Üniversitesi Akyazı MYO, Sakarya, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Tamer ERYİĞİT, Tarla Bitkileri,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Gölge SARIKAMIŞ, Bahçe Bitkileri,
Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Evsel DENİZHAN, Bitki Koruma,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Cihat YILDIZ, Tarım Makinaları,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Ösmetullah ARVAS, Tarla Bitkileri,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Fikret BUDAK, Tarla Bitkileri,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Sezgin SANCAKTAROĞLU, Tarla Bitkileri,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Sibel TAN, Tarım Ekonomisi,
Çanakkale Onsekiz Mart Üniv., Çanakkale, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Murat YILDIRIM, Muhasebe-Finans,
Karabük Üniversitesi, Karabük, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Tuncay KARAÇAY, Makine Mühendisliği,
Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

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

Yrd. Doç. Dr. Mustafa SÜRMEK, Tarla Bitkileri,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Bilal KESKİN, Tarla Bitkileri,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Ayhan BAŞTÜRK, Gıda Mühendisliği,
İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye

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

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

Yrd. Doç. Dr. Atilla DURMUŞ, Biyoloji,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Nurhan KESKİN, Bahçe Bitkileri,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU, Bahçe Bitkileri,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Nuhi DEMİRCİOĞLU, Çevre Mühendisliği,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

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

Yrd. Doç. Dr. Cemal BUDAĞ, Hayvan Besleme,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Sebahattin KAYA, Tarımsal Yapılar ve Sulama,
Bingöl Üniversitesi, Bingöl, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Rahşan İVGİN TUNCA, Tarımsal Biyoteknoloji,
Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir, Türkiye

Yrd. Dr. Kemal YAZGAN, Zootekni,
Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye

Dr. M. Kazım KARA, Biyometri Genetik, TAPDK,
Ankara, Türkiye

Dr. Ferda KARAKUŞ, Zootekni,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye

Dr. Bahadır SAYINCI, Tarım Makinaları,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

ULUSLARARASI DANIŞMA KURULU INTERNATIONAL ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Mahmood SAGHAEI, Dep. of Anest. and Crit Care,
Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Assoc. Prof. Dr. Khalid Mahmood KHAWAR, Agricultural Bi-
otechnology, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Assist. Prof. Dr. Asghar HUSSAIN,
University of Veterinary & Animal Sciences, Lahore, Pakistan

Assist. Prof. Dr. Mohammad Masood TARIQ, Zootekni,
University of Balochistan, Balochistan, Pakistan

Assist. Prof. Dr. Majed RAFEEQ, Vet-Animal Science, CASVAB,
University of Balochistan, Quetta, Pakistan

Assist. Prof. Dr. Muhammad Aasif SHAHZAD, Animal Science,
University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

Assist. Prof. Dr. Mirza HASANUZZAMAN, Agronomy, Sher-
e-Bangla Agricultural University, Dhaka, Bangladesh

Dr. Masroor Ahmad BAJWA, Biotechnology, (CASVAB)
University Of Balochistan, Quetta, Pakistan

Dr. Leila AZADBAKHT, Nutr. Dep, School of Public Health,
Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Dr. Meena MISRA, Biosciences & Biotechnology, Fakir Mohan
University, Balasore, India

Dr. Monzur MORSHED, Economics, South China Agricultural
University, Guangzhou, China

Dr. Abdulmojeed YAKUBU, Animal Science, Nasarawa State
University, Lafia, Nigeria

Dr. Isaiah Adesola OKE, Civil Engineering, Obafemi Awolowo
University, Ile-Ife, Nigeria

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 peer-reviewed 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*

Evaluation of Vegetable Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Breeding Lines for Cultivar Development
Sebze Börülce (Vigna unguiculata (L.) Walp.) Islah Hatlarının Çeşit Geliştirme Amacıyla Değerlendirilmesi
Erkut PEKŞEN Aysun PEKŞEN

9

Bitki Koruma / *Plant Protection*

Bitki Virüsleriyle Mücadelede Yeni Stratejiler: Virüs Enfeksiyonlarına ve Vektörlerine Karşı Dayanıklılığın Geliştirilmesi
New Strategies in Control of Plant Viruses: Resistance Development to Virus Infections and Their Vectors
Serkan YEŞİL Filiz ERTUNÇ

19

Genetiği Değiştirilmiş Bitkilerin Böceklerle Etkileri
The Effects of Genetically Modified Plants on Insects
Ekrem ÖGÜR Celal TUNCER

29

Biyoloji / *Biology*

Hacıosman Tabiat Koruma Alanı (Samsun/Türkiye) Subasar Ormanı'nda Relikt Bir Tür Olan Dişbudak Yapraklı Kanatlı Ceviz (*Pterocarya fraxinifolia* (Poiret) Spach)'in Gelişme ve Senesens Dönemindeki N:P Oranı
N:P Ratio in Development and Senescence Period of Caucasian Wingnut (Pterocarya fraxinifolia (Poiret) Spach) Which is a Relict Species in Swamps Forest of Hacı Osman Nature Protection Area (Samsun/Turkey)
Burak SÜRMEŖ Ahmet DOĞAN Hamdi Güray KUTBAY Erkan YALÇIN

37

Gıda Mühendisliği / *Food Engineering*

Karadut (*Morus nigra*) Katkılı Ekmeğin Antioksidan Aktivitesi ve Fenolik Kompozisyonu
Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Bread Including Morus nigra
Raciye MERAL İsmail Sait DOĞAN

43

İstatistik / *Statistics*

Tesadüf Blokları Deneylerde Tam Gözlemle Kayıp Gözlemi Tahmin Ederek Nispi Etkinliğin Karşılaştırılması:
Tarım Verilerinde Uygulaması

The Comparison of Relative Efficiency by Estimating the Missing Observations with Full Observation in Experimental Arrangement of Randomized Complete Block: Agricultural Data to Application
Şenol ÇELİK

49

Makine Mühendisliği / Mechanical Engineering

55

Bitkisel ve Hayvansal Atık Yağlardan Üretilen Biodizellerin Tek Silindirli Bir Dizel Motorda Yakıt Olarak Kullanılması

Using As Fuel For A Single Cylindir Diesel Engine Of Biodiesels Produced From Vegetable and Animal Waste Oils
Rasim BEHÇET Selman AYDIN Abdulvahap ÇAKMAK

Matematik / Mathematics

63

Catalan Numbers and Modular Arithmetic

Katalan Sayılar ve Modüler Aritmetik
Engin ÖZKAN Sedat DERVİŞOĞLU

Tarım Ekonomisi / Agricultural Economy

67

Effecting Factors of Disaster Loss Recovery Plan (DLRP) for Small Scale Business (SCB) in the Coastal Area of Bangladesh

Bangladeş Sahil Bölgesindeki Küçük Ölçekli İşletmeler için Felaket Kaybı İyileştirme Planına Etkili Faktörler
Shantanu Deb BARMAN Shapan Chandra MAJUMDER Subrata SARKER

Tarım Makinaları / Agricultural Engineering

73

Bazı Meyve Türlerinin Hasadında Meyve Hasat Platformu Performansının Belirlenmesi

Assessment of the Performance of Fruit Harvest Platform in Harvesting of Some Fruit Species
Salih ATAY Ali AYBEK Ahmet ASLAN

Toprak Bilimi / Soil Science

79

Erbaa Ovası Yeraltı Suyunun Tuzluluğunun Değerlendirilmesi

Salinity Assessment of Groundwater in Erbaa Plain
Saniye DEMİR Kenan KILIÇ

Zootekni / Animal Science

87

Factors Affecting Lactation Milk Yield and Some Lactation Characteristics of Zom Sheep in Farmer Conditions

Yetiştirici Elinde Bulunan Zom Koyunlarının Bazı Laktasyon Özellikleri ve Laktasyon Süt Verimini Etkileyen Faktörler
Seyrani KONCAGÜL Ahmet KARATAŞ Nalan AKÇA Mehmet Emin VURAL Mehmet BİNGÖL

Evaluation of Vegetable Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Breeding Lines for Cultivar Development

Erkut PEKŞEN¹ Aysun PEKŞEN²

ABSTRACT: This study was conducted to evaluate 12 advanced cowpea breeding lines developed from 27 local cowpea populations of Turkey using single plant selection based on some plant characteristics and fresh pod yield in comparison with Akkız-86 and Karagöz-86 control cultivars. Field experiments were arranged in randomized complete block design with three replications and conducted at Kurupelit and Ambarköprü locations of Samsun, Turkey in 2005 and 2006. According to combined results, L3 was the superior line for fresh pod yield by 18.0 t ha⁻¹. It was followed by L12, L13 lines and Karagöz-86 cultivar. Genotype x environment interaction was significant (P<0.01) for fresh pod yield. Stability analysis revealed that L3 line showed the best adaptation in optimal environmental conditions among all lines/cultivars. All cowpea lines/cultivars were found to be moderately adaptable to all environmental conditions with the exception of L3, L12, L1 and L9. Based on the two years study results, L3, L12 and L13 lines were recommended for the vegetable cowpea cultivation because of their crisp, slender, stringless and tasty pods. L3 and L13 lines were registered as the first vegetable cowpea cultivars in Turkey under the name of Pekşen and Reyhan, respectively, in April 15, 2011 by VRSCC (Variety Registration and Seed Certification Center, Turkey).

Keywords: Cowpea, cultivar development, fresh pod yield, *Vigna unguiculata*

Sebze Börülce (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Islah Hatlarının Çeşit Geliştirme Amacıyla Değerlendirilmesi



ÖZET: Bu çalışma, Türkiye'nin 27 yerel börülce popülasyonundan bazı bitkisel özellikleri ve taze meyve verimine dayanarak tek bitki seleksiyonu ile geliştirilen ileri börülce islah hatlarını Akkız-86 ve Karagöz-86 kontrol çeşitleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Tarla denemeleri Şansa Bağlı Bloklar Deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak düzenlenmiş ve Samsun ilinin Kurupelit ve Ambarköprü lokasyonlarında 2005 ve 2006 yıllarında yürütülmüştür. Birleştirilmiş sonuçlara göre en üstün hat 18.0 t ha⁻¹ taze verim ile L3 olarak bulunmuştur. Bunu L12 ve L13 hatları ile Karagöz-86 çeşidi izlemiştir. Taze meyve verimi bakımından genotip çevre etkileşimi çok önemli (P<0.01) bulunmuştur. Stabilite analizi, tüm hat/çeşitler arasında L3 hattının optimum çevre şartlarında en iyi uyum gösterdiğini ortaya koymuştur. L3, L12, L1 ve L9 dışında kalan tüm börülce hat/çeşitleri tüm çevrelere orta derecede uyumlu olarak bulunmuştur. İki yıllık çalışma sonuçlarına dayanarak, L3, L12 ve L13 hatları gevrek, ince, kılçıksız ve lezzetli meyveleri nedeniyle sebze yetiştiriciliği için önerilmiştir. L3 ve L13 börülce hatları 15 Nisan 2011'de TTSM (Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi) tarafından Türkiye'nin ilk sebze börülce çeşitleri olarak sırasıyla Pekşen ve Reyhan adları ile tescil edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Börülce, çeşit geliştirme, taze meyve verimi, *Vigna unguiculata*

¹ Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crop, Samsun, Turkey

² Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Samsun, Turkey

Sorumlu yazar/Corresponding author: Erkut PEKŞEN, erkutp@omu.edu.tr

INTRODUCTION

Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) is one of the most important food legumes which serve as vital source of protein in the diet of the people of developing countries. It is widely grown in the third world for its cheap source of dietary protein (Ibrahim et al., 2010). Cowpea has considerable adaptation to high temperatures and drought compared to other crop species, but is intolerant of frost. Cowpea is usually better adapted to drought, high temperatures and other biotic stresses than other crop plant species (Ehlers and Hall, 1997; Kuykendall et al., 2000; Hall et al., 2002; Martins et al., 2003; Hall, 2004). It is primarily grown in drier regions of the world where it is one of the most drought-resistant food legumes (Dadson et al., 2005).

Some differences exist between vegetable cowpea and grain types for their vegetative characteristics, physiological characteristics and green pod yield (Gani et al., 2003). Generally, grain type cowpea varieties produce short pods with more number of seeds and mature early, while vegetable type varieties are grown for their immature long succulent pods with less number of seeds and maturing late and the pods remaining tender and soft for longer period. They are named as long bean, bodi, bora, sitao, snapea, snake pea and asparagus bean in different parts of the world (Umaharan et al., 1997; Pandey et al., 2006).

Cowpea planting area, production and seed yield of Turkey are 2032.3 ha, 2149 tons and 1060 kg ha⁻¹ in 2011, respectively (TurkStat, 2012). It is mainly grown in Aegean and Mediterranean regions of the country. It is also grown by small-scale farmers just for their own requirements in Sinop and Kastamonu provinces, and some villages of Çarşamba district of Samsun at Black Sea region (Pekşen et al., 2000). Two types of cowpea are grown in Turkey including grain cowpea cultivated for dry seeds and vegetable cowpea cultivated for pods. In general, the fresh immature pods and seeds are consumed as vegetable. Samsun is one of leading cities of Turkey regarding sowing area and production of many vegetables (Turkstat, 2012).

There are some studies have been carried out on cowpea under Samsun conditions (Gülümser et al., 1989; Pekşen et al., 2000; Pekşen et al., 2002; Özturan

and Gülümser, 2004; Pekşen, 2004; Pekşen and Artık, 2004; Pekşen et al., 2005; Pekşen, 2007; Bozoğlu and Pekşen, 2009). However, studies on vegetable cowpea are limited. It is necessary to develop specific cowpea genotypes for different environments and social conditions, with special focus on irrigated conditions (Santos et al., 2000). Vegetable cowpea genotypes currently grown in Turkey are in the form of population or landraces. Therefore, breeding studies on vegetable type cowpea has big importance.

This study was conducted to determine the most promising cowpea lines from cowpea breeding program regarding high fresh pod yield and to recommend them for registration as new cowpea cultivar/s, well adapted to Black Sea Region of Turkey as an alternative vegetable crop.

MATERIALS AND METHODS

Plant material

Vegetable cowpea breeding program was started in 1997 at The University of Ondokuz Mayıs, Faculty of Agriculture in Samsun, Turkey. This program has been continued up to 2008. Some promising cultivar candidates have been developed from local cowpea populations currently grown in Aegean and Mediterranean regions of Turkey by single plant selection method during this period. In this study, 12 cowpea lines that were come out of the 11 years vegetable cowpea breeding program and 2 released control cultivars, Akkız-86 and Karagöz-86, were evaluated for some plant characteristics and fresh pod yield. Flower, seed and pod characteristics of cowpea lines developed in the vegetable cowpea breeding program and registered control cultivars are given in Table 1.

Properties of experimental areas

Field experiments were conducted at the Research Station of Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University of Samsun (41° 17' N latitude, 36° 19' E longitude, 150 m asl) and Black Sea Agricultural Research Institute Ambarköprü Research Station (41°21' N latitude, 36° 15' E longitude, 4 m asl), Çarşamba, Turkey, in 2005 and 2006.

Table 1. Flower, seed and pod characteristics of advanced cowpea lines and registered cowpea cultivars used in the study

Cowpea lines/ cultivars	Seed coat color	Hilum color	Flower color		Pod color	Stringiness	Presence of anthocyanin	Pod shape	Tip shape of pod
			outer	inner					
1	Mustard	Black	Yellow	Purple	Dark green	-	-	Straight	Narrow-tipped
2	White	Brown	Yellow	Cream	Dark green	-	-	Straight	Narrow-tipped
3	Black	Black	Purple	Purple	Light green	-	Pod tip	Straight	Narrow-tipped
4	White	Brown	Yellow	Purple	Dark green	-	-	Straight	Blunt-ended
5	Mustard	Black	Yellow	Purple	Dark green	-	-	Straight	Blunt-ended
6	Cream	Brown	Yellow	Purple	Dark green	-	-	Straight	Narrow-tipped
7 ^a	White	Black	Yellow	White	Dark green	+	Pod tip and whole pod	Straight	Blunt-ended
8 ^b	White	Brown	Yellow	White	Dark green	+	-	Straight	Narrow-tipped
9	Mustard	Black	Yellow	Purple	Light green	+	Pod tip	Slightly curved / S shaped	Narrow-tipped
10	Black and white	Black	Yellow	Cream	Dark green	-	Pod tip and whole pod	Straight	Narrow-tipped
11	White	Brown	Yellow	Cream	Dark green	-	-	Straight	Blunt-ended
12	Black	Black	Purple	Purple	Light yellowish green	-	Pod tip and whole pod	Straight	Narrow-tipped
13	Black and white	Black	Yellow	Cream	Dark green	-	Pod tip and whole pod	Straight	Narrow-tipped
14	White	Brown	Yellow	Cream	Dark green	-	-	Straight	Narrow-tipped

^a and ^b: Karagöz-86 and Akkız-86 cowpea cultivars were registered by Aegean University, Agricultural Faculty, Department of Field Crops

The soil of the Kurupelit experimental area had heavy clay texture, low levels of total salt and neutral reaction was low in calcium and potassium, moderate in organic matter and rich in phosphorus, while the soil of Ambarköprü experimental area had loamy texture, neutral reaction and low levels of total salt and was low in phosphorus and organic matter, moderate in calcium and potassium in both experiment years.

Meteorological conditions

During the field experiments from May to September, the average air temperatures were 21.4, 21.4 and 20.3°C in Kurupelit and 20.7, 20.4 and 20.3°C in Ambarköprü, in 2005, 2006 and long term (1974-2003),

respectively. Total rainfall was 275.3, 180.5 and 212.2 mm in Kurupelit and 232.5, 262.5 and 212.2 mm in Ambarköprü for the same periods (Table 2).

Field trials

The experimental design was a randomized complete block design with three replications. Seeds were sown in rows 0.6 m apart with 0.1 m distance within the rows on 29 and 24 May in Kurupelit and 30 and 22 May in Ambarköprü in 2005 and 2006, respectively.

In all experiments, nitrogen and phosphorus as basal nutrients were applied at rate of 40 and 60 kg ha⁻¹, respectively. Weeds were controlled by hand-hoeing.

Table 2. Climatic data of the research locations in 2005, 2006 and long term (1974-2003)

Years	Months					Total/Mean
	May	Jun	Jul	Aug	Sep	
Çarşamba Ambarköprü Research Station						
Monthly total rainfall (mm)						
1974-2003	50.6	47.9	31.3	31.5	50.9	212.2
2005	44.2	37.4	12.6	0.8	137.5	232.5
2006	58.0	37.7	16.4	0.2	150.2	262.5
Monthly mean temperatures (°C)						
1974-2003	15.3	20.0	23.1	23.2	19.8	20.3
2005	15.7	19.3	23.4	24.8	20.4	20.7
2006	14.4	20.8	22.0	24.9	19.7	20.4
Samsun Kurupelit Research Station						
Monthly total rainfall (mm)						
1974-2003	50.6	47.9	31.3	31.5	50.9	212.2
2005	34.7	51.1	5.9	114.2	69.4	275.3
2006	69.0	36.3	9.0	-	66.2	180.5
Monthly mean temperatures (°C)						
1974-2003	15.5	20.0	23.1	23.2	19.8	20.3
2005	15.8	20.2	24.2	25.4	21.3	21.4
2006	14.6	21.3	23.7	26.5	20.9	21.4

All plots were irrigated during different plant growth stages including seedling emergence, prior to flowering, pod setting, pod development and after each fresh pod harvest to provide a good plant growth and more pod formation.

Days to first flowering (DFF) and first pod setting (DFP), plant height (PH), number of pods per plant (PN), pod length (PL) and fresh pod yield per plant (FPY) were determined. Randomly selected 10 plants from the two central rows of four rows existed in each plot were tagged at flowering stage to indicate plants will be harvested for fresh pods. Immature pods at the green mature stage were harvested three times in a week through a period of 8-11 weeks. Fresh weight of pods from the individual plants was determined immediately after each pod harvest.

Data analysis

Data combined over years were subjected to the ANOVA by using MSTATC statistical package. Means separation was carried out using the Duncan's multiple range test whenever F values determined for variables showed significance. Regression coefficients (bi) and deviations from regression (S^2d) were calculated as stability parameters (Eberhart and Russell, 1966) and scatter diagram was plotted taking green pod yield per plant along X axis and regression coefficient (b) on Y axis.

RESULTS

Cowpea lines/cultivars showed significant differences ($P<0.01$) for DFF varying between 52.42 days in Karagöz-86 and 64.25 days in L9 (Table 3). Early flowering genotypes were Karagöz-86, L12, L13, Akkız-86, L3 and L14. A significant interaction ($P<0.05$) was found between cowpea genotypes and locations for DFF. In both locations, L9, L5 and L1 were the latest flowering genotypes, while L12, L13 and L14 were the earliest flowering genotypes as much as Karagöz-86 and Akkız-86 cultivars (Table 3).

DFP of cowpea genotypes showed similar trend to DFF. Karagöz-86, L12, Akkız-86, L13, L3 and L14 had the shortest first pod setting. DFP determined in the rest of genotypes were 60 days or over. Both DFF and DFP were significantly longer ($P<0.01$) in Kurupelit than in

Ambarköprü location. Interaction between genotypes and locations was significant regarding DFP ($P<0.01$) (Table 3).

There were significant differences among cowpea genotypes for PH. L2 and L3 lines were found to be the tallest genotypes, while L4 line and Akkız-86 cultivar were the shortest. PH determined as the mean of Ambarköprü was significantly longer ($P<0.01$) than that of Kurupelit location. There was a significant interaction ($P<0.01$) between genotypes and locations in terms of PH (Table 3).

Cowpea lines/cultivars also showed significant difference for PN. Karagöz-86, L12, Akkız-86, L13 and L2 produced significantly more pods than that of the others. PN was found between 10.82 and 19.92 pods plant⁻¹. There was significant interaction for PN between genotypes and location. Karagöz-86, L12 and L13 gave the high PN in both Ambarköprü and Kurupelit locations, while L2, L3, L6, Akkız-86 and L14 had high PN just in Ambarköprü. PN determined in Ambarköprü was significantly higher than in Kurupelit location (Table 3).

A significant difference ($P<0.01$) was found for PL among cowpea genotypes. L3 line had the longest pods among all genotypes. This was followed by L12, L13, L10, L5 and L9 lines in descending order. PL of the rest of the genotypes was ranged between 11.40 and 14.11 cm (Table 3). Interaction between genotypes and location regarding PL was significant ($P<0.05$). Mean of Ambarköprü location for PL was significantly longer ($P<0.05$) that of Kurupelit.

Significant differences ($P<0.01$) were found among cowpea genotypes and locations for FPY per hectare. FPY were ranged between 18.0 t ha⁻¹ in L3 and 4.48 t ha⁻¹ in L1 line. The superior line for FPY was L3 line. This was followed by L12, L13 line and Karagöz-86 cultivar. The highly significant interaction ($P<0.01$) was found between genotypes and location for FPY (Table 3).

Means of cowpea lines/cultivars for FPY (g plant⁻¹) over two years (2005 and 2006) and two locations, regression coefficients and deviations from regression are presented in Table 4.

Table 3. Means of cowpea lines/cultivars and locations (Ambarköprü and Kurupelit) combined over two years (2005 and 2006) for days to first flowering, days to first podding, plant height, number of pods per plant, pod length and fresh pod yield per hectare

C o w p e a l i n e s / cultivars	Locations					
	Ambarköprü		Kurupelit		Mean	
	Ambarköprü	Kurupelit	Ambarköprü	Kurupelit	Mean	Mean
	Days to first flowering (days)			Days to first podding (days)		
1	61.67a-d*	63.50ab	62.58ab**	64.50a-f**	66.50a-d	65.50ab**
2	58.67d-g	62.50abc	60.58bc	61.50f-j	65.50a-e	63.50bc
3	52.50jkl	57.00f-i	54.75efg	55.17mnn	60.83h-k	58.00ef
4	52.67jkl	61.33a-d	57.00de	58.67jkl	64.33b-g	61.50cd
5	62.50abc	64.00a	63.25ab	65.33a-e	67.00abc	66.17a
6	57.83e-h	61.00a-e	59.42cd	60.83h-k	63.83c-h	62.33c
7 ^a	51.17l	53.67i-l	52.42g	54.17n	57.67klm	55.92f
8 ^b	51.00l	56.33f-i	53.67fg	53.83n	60.17i-l	57.00f
9	64.17a	64.33a	64.25a	67.33ab	67.33ab	67.33a
10	54.00i-l	59.50c-f	56.75de	57.00lmn	63.00e-i	60.00de
11	60.50b-e	64.50a	62.50ab	63.33d-i	67.67a	65.50ab
12	51.67kl	55.00h-k	53.33fg	54.50n	58.67jkl	56.58f
13	51.17l	55.83g-j	53.50fg	54.83mn	59.17jkl	57.00f
14	55.67g-j	57.00f-i	56.33ef	58.67jkl	61.17g-j	59.92de
Mean	56.08b**	59.68a		59.26b**	63.06a	
	Pod number (pods plant⁻¹)			Pod length (cm)		
1	10.75e-h**	7.84gh	9.30e**	12.33h-k*	12.86g-j	12.59fgh**
2	20.97abc	12.13d-h	16.550a-d	13.03g-l	12.38h-k	12.70fg
3	15.58a-g	6.23h	10.90e	34.62a	31.66b	33.14a
4	13.76c-h	12.03d-h	12.90de	12.75g-k	12.08h-k	12.41fgh
5	11.60d-h	11.50d-h	11.55de	14.56def	14.51def	14.53cd
6	17.13a-f	10.67e-h	13.90cde	12.30h-k	11.99ijk	12.15fgh
7 ^a	21.70ab	18.13a-e	19.92a	13.84efg	13.46fgh	13.65def
8 ^b	22.78a	14.37b-g	18.575abc	11.45jk	11.35k	11.40h
9	9.46fgh	12.18d-h	10.82e	14.00d-g	14.67def	14.34cde
10	11.29e-h	12.32d-h	11.80de	14.58def	14.48def	14.53cd
11	12.87d-h	14.53b-g	13.70cde	14.05d-g	14.16d-g	14.11cde
12	21.81ab	16.83a-f	19.32ab	17.90c	17.36c	17.63b
13	19.52a-d	16.98a-f	18.25abc	15.33d	15.21de	15.27c
14	17.30a-f	11.41e-h	14.35b-e	13.47fgh	12.87g-j	13.17efg
Mean	16.18a**	12.65b		15.30a*	14.93b	
	Fresh pod yield (t ha⁻¹)			Fresh pod yield (t ha⁻¹)		
				5.28efg**	3.67g	4.48e**
				10.73cde	5.36efg	8.05cde
				27.28a	8.71c-g	18.00a
				6.22d-g	4.85efg	5.54e
				6.15d-g	5.66d-g	5.90e
				8.18c-g	4.42fg	6.30e
				11.45bcd	9.01c-g	10.23bcd
				9.64c-f	5.30efg	7.47cde
				4.80fg	6.16d-g	5.48e
				6.47c-g	6.20d-g	6.33e
				6.71c-g	6.93c-g	6.82de
				16.220b	11.35bcd	13.78b
				12.03bc	9.95c-f	10.99bc
				8.88c-g	5.20efg	7.04de
				10.00a**	6.63b	

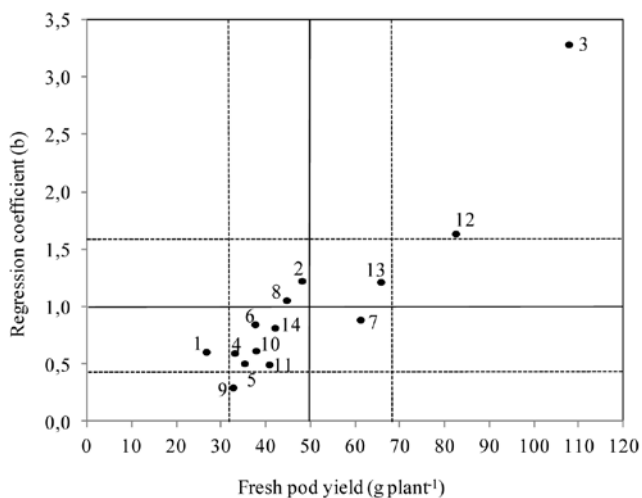
^a Karagöz-86, ^b Akkız-86 cowpea cultivars, * significant at P<0.05 and ** significant at P<0.01 level

Table 4. Means of cowpea lines/cultivars for fresh pod yield per plant over two years (2005 and 2006) and two locations, regression coefficients and deviations from regression

Cowpea lines/cultivars	Fresh pod yield (g plant ⁻¹)	Regression coefficients (b)	Deviations from regression (S ² d)
1	26.87	0.600	8.7
2	48.26	1.220	32.0
3	107.97	3.280	1182.7
4	33.21	0.590	16.5
5	35.42	0.500	29.7
6	37.79	0.840	17.5
7 ^a	61.37	0.880	21.9
8 ^b	44.82	1.050	16.6
9	32.85	0.290	118.7
10	37.99	0.610	83.0
11	40.94	0.490	146.6
12	82.68	1.630	8.4
13	65.93	1.210	120.4
14	42.24	0.810	21.3
Mean	49.88±18.13	1.000±0.59	

^aKaragöz-86, ^bAkkız-86 cowpea cultivars

Scatter diagram for cowpea breeding lines/cultivars, based on both FPY and the regression coefficients, indicated that L3 was the best adapted line to optimum environmental conditions among all genotypes. Adaptability of L12 and L13 lines to the same conditions was found to be lower than that of L3. Except for L1, L3, L9 and L12, rest of the cowpea lines/cultivars showed moderate adaptation to all environmental conditions (Figure 1).

**Figure 1.** Scatter diagram for cowpea lines/cultivars based on fresh pod yield per plant (g plant⁻¹) and regression coefficient (b)

DISCUSSION

Two big productive alluvial plains, Bafra and Çarşamba, are situated at the mouth of the Kızılırmak and Yeşilirmak rivers in Samsun city of Black Sea Region of Turkey, respectively. Vegetable bean is the most widely cultivated and utilized vegetable legume in that agricultural areas and their production accounts for 23.4% of the total vegetable bean production of Turkey in 2011 (TurkStat, 2012).

It seems that vegetable bean will be the biggest competitor for vegetable cowpea when its planting was started in these two plains. In the recent years, adverse effects of the extreme weather conditions such as drought and heat stress on vegetable bean growth and pod yield have been more evident in both Ambarköprü and Kurupelit. High air temperature over 28°C during the flowering stage increases flower or pod abscission and decreases pod setting in dry and vegetable bean production. Ofir et al. (1993) informed that common bean plants exposed to high temperature of 32/27°C (day/night) for 5 d at anthesis, a reduction in pod and seed numbers occurred as a result of increased abscission of flower buds, flowers and young pods, and the failure of fertilization and seed development. In this case, cowpea may be a good alternative vegetable crop due to its drought tolerance that can make it more competitive when compared to vegetable bean and other crops under drought or heat stress conditions.

In vegetable cowpea production, growers tend to prefer climbing tall cultivars since they give higher fresh pod yield when compared to bush types. Farmers prefer green color, big and long size with tender and fibreless pods for home consumption (Pandey et al., 2006). Among genotypes used in the study, L3 line was also a climbing type and had light green, stringless and long pods up to 30 cm that hold fresh, unique appearance and delicate flavor even these pods were harvested at late pod maturity stage. L3 was better than L12 and L13 when marketable pod characteristics took into consideration. When the harvest is delayed in L12 and L13 lines, fresh pods become tough, fibrous, and over mature within a few days. Therefore, fresh pod harvest time of these lines has quite importance to avoid fibrous fresh pods problems. However, L12 and L13 can also be recommended for vegetable cowpea production in Samsun and coastal belt of Black Sea Region, Turkey, which has a temperate climate. It was found that PH was ranged between 62.80 and 120.90 cm among cowpea cultivars (Pekşen, 2004).

In order to select high yielding cowpea cultivars and to increase fresh pod yield, the pod harvest period, average pod weight and number of pods per plant should be taken into consideration (Pekşen, 2004). Similar results have been reported by Kutty et al. (2003).

The pod length is one of the major criteria to select better variety for its higher yield and preferable pod size. Longer pods are preferred by consumers since they have market appealing character. It is obvious that the longer pods produce more yield than short pods (Pandey et al., 2006). Pod number per plant is one of the most important yield components in vegetable cowpea. PN determined in the present study were in agreement with the findings of Pekşen (2004) stated that PN was varied between 13.41 and 29.57 pods plant⁻¹. Nwofia (2012) found higher PN, between 21.83 and 39.58 pods plant⁻¹, than that in the present study. Ombakho and Tyagi (1987) informed that seeds per pod, pods per plant and pod length would be the most useful components for selection in cowpea.

Although L3 line had the lowest PN, it produced the longest pods and the highest FPY per ha (Table 3). L12 and L13 were also promising lines for FPY. In previous studies, G10 genotype, L3 in the present study, had given the highest fresh pod yield per plant both in field trial (Pekşen, 2004) and in greenhouse (Pekşen et al., 2002). Karagöz-86 gave high FPY of 10.23 t ha⁻¹, but not suitable for fresh pod production since it had quite stringy pods and anthocyanin pigments intensively existed on whole fresh pods at early pod maturity stage (Table 1). FPY and PN have been found 4.50-9.57 t ha⁻¹ and 11.38-16.57 pods plant⁻¹ in vegetable cowpea by Nwofia (2012). In most of the dryland areas, cowpea yield is very low since it is generally grown in marginal land with little or no inputs (Pandey et al., 2006). L3 and L13 had priority to recommend for vegetable production due to its superior pod characteristics in Samsun and in coastal belt of Black Sea Region, Turkey, which has a temperate climate.

We have applied for registration of promising cowpea lines, L3 and L13, based on comparative study results conducted at Ambarköprü and Kurupelit locations in 2005 and 2006. Registration experiments were conducted at Samsun and Çayırova in field condition and under glasshouse conditions in Ankara during 2008-2010, by VRSCC (Variety Registration and Seed Certification Center, Turkey). L3 and L13 vegetable cowpea

lines showed good performance again in registration trials for FPY in both these two diverse locations and also under glasshouse conditions. Locations were in different agro-ecological zone of Turkey and had diverse environmental conditions. Then, they were registered on April 15, 2011 as the first vegetable cultivars of Turkey under the name of Pekşen and Reyhan, respectively. Newly registered cultivars were recommended for cultivation both under glasshouse and open field conditions for all regions of Turkey which have similar environmental conditions to Samsun and Çayırova.

CONCLUSION

The results of the 2-year study demonstrated that L3, L12 and L13 cowpea lines exhibited good plant growth and high fresh pod yield performance. L3 was the superior line for fresh pod yield and it was followed by L12 and L13 lines. Genotype x environment interaction for fresh pod yield was found to be significant. L3 line showed the best adaptation to optimal environmental conditions among all lines/cultivars. Except for L3, L12, L1 and L9 lines, all vegetable cowpea lines/cultivars were found to be moderately adaptable to all environmental conditions. Results of the present study revealed that vegetable cowpea can be successfully cultivated in Black Sea Region as a vegetable crop like that in Aegean and Mediterranean. Therefore, it may be a good alternative vegetable crop for the vegetable growers of Black Sea Region of Turkey. There was no registered vegetable cowpea cultivars in Turkey till April 2011. Based on the cowpea breeding program and the present study results, L3 and L13 cowpea lines were registered as the first vegetable cultivars of Turkey under the name of Pekşen and Reyhan, respectively. Pekşen and Reyhan vegetable cowpea cultivars which gave considerable high fresh pod yield in both present study and registration trials can be recommended for vegetable growers in Black Sea Region and the other regions of Turkey that have similar environmental conditions.

Further comprehensive and comparative studies should be carried out to determine and also increase tolerance of these new vegetable cowpea cultivars and the other promising lines to drought conditions at different plant growth stages. Vegetable cowpea breeding program should be focused on selecting of genotypes have multiple resistances to the various pests and diseases.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank the Unit of Scientific Research Projects of Ondokuz Mayıs University due to valuable support for the projects Z-399 and Z-503 and to Assist. Prof. Mucella TEKEOGLU for her critical reading of the manuscript.

REFERENCES

- Bozoğlu, H., Pekşen, E., 2009. Some characteristics of dry seed cowpea (*Vigna unguiculata* L.) lines that are candidates for registration. Turkey VIII. Field Crops Congress (19-22 Ekim 2009), 343-346, Hatay (in Turkish).
- Dadson, R.B., Hashem, F.M., Javaid, I., Allen, A.L., Devine, T.E., 2005. Effect of water stress on yield of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) genotypes in the Delmarva region of the United States. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191: 210-217.
- Eberhart, S.A., Russell, W.A., 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6: 36-40.
- Ehlers, J.D., Hall, A.E., 1997. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Field Crops Research*, 53: 187-204.
- Gani, A.M., Yahaya, S.U., Auwalu, B.M., 2003. The performance of vegetable cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) varieties in Bauchi, Nigeria. *Agricultural Business Technology of Journal*, 1(1): 62-73.
- Gülümser, A., Tosun F., Bozoğlu, H., 1989. A study on the production of cowpea under the ecological conditions of Samsun. *Journal of Agriculture Faculty, OMU.*, 4(1-2): 49-65 (in Turkish).
- Hall, A.E., 2004. Breeding for adaptation to drought and heat in cowpea. *European Journal of Agronomy*, 21: 447-454.
- Hall, A.E., Ismail, A.M., Ehlers, J.D., Marfo, K.O., Cisse, N., Thiraw, S., Close, T.J., 2002. Breeding cowpeas for tolerance to temperature extremes and adaptation to drought. *Challenges and Opportunities for Enhancing Sustainable Cowpea Production* (Editors: C.A. Fatokun, S.A. Tarawali, B.B. Singh, P.M. Kormawa, M. Tamo), International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria, pp. 14-21.
- Ibrahim, U., Auwalu, B.M., Udom, G.N., 2010. Effect of stage and intensity of defoliation on the performance of vegetable cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *World Journal of Agricultural*, 6(4): 460-465.
- Kutty, C.N., Mili R., Jaikumaran, U., 2003. Correlation and path coefficient analysis in vegetable cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Indian Journal of Horticulture*, 60: 257-261.
- Kuykendall, L.D., Hashem, F.M., Dadson R.B., Elkan, G.K., 2000. Nitrogen fixation. *Encyclopedia of Microbiology* (Editor: J. Lederberg), Academic Press, pp. 329-404.
- Martins, L.M.V., Xavier, G.R., Rangel, F.W., Ribeiro, J.R.A., Neves, M.C.P., Morgado L.B., Rumjanek, N.G., 2003. Contribution of biological fixation to cowpea: A strategy for improving seed yield in the semi-arid region of Brazil. *Biology and Fertility of Soils*, 38: 333-339.
- Nwofia, G.E., 2012. Yield and yield components in vegetable cowpea on an ultisol. *African Journal of Agricultural Research*, 7(28): 4097-4103.
- Ofir, M., Gross, Y., Bangerth F., Kigel, J., 1993. High temperature effects on pod and seed production as related to hormone levels and abscission of reproductive structures in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Scientia Horticulturae*, 55: 201-211.
- Ombakho, G.A., Tyagi, A.P., 1987. Correlation and path coefficient analysis for yield and its components in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *East African Agricultural and Forestry Journal*, 53: 23-37.
- Özturan, Y., Gülümser, A., 2004. The effects of row spacing and nitrogen fertilization on yield and yield components of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Journal of Agriculture Faculty, OMU.*, 19(3): 41-49 (in Turkish).
- Pandey, Y.R., Pun A.B., Mishra, R.C., 2006. Evaluation of vegetable type cowpea varieties for commercial production in the river basin and low hill areas. *Nepal Agriculture Research Journal*, 7: 16-20.
- Pekşen, E., Pekşen, A., Bozoğlu, H., Gülümser, A., 2000. Determination of some seed characteristics in different cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) genotypes. *Journal of Agriculture Faculty, OMU.*, 15 (2): 65-72 (in Turkish).
- Pekşen, A., Pekşen, E., Bozoğlu, H., 2002. Effects of sowing dates on yield and quality of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) genotypes grown in greenhouse. *Acta Horticulturae*, 579: 351-354.
- Pekşen, A., 2004. Fresh pod yield and some pod characteristics of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) genotypes from Turkey. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3: 269-273.
- Pekşen, E., Artık, C., 2004. Comparison of some cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) genotypes from Turkey for seed yield and yield related characters. *Journal of Agronomy*, 3: 137-140.
- Pekşen, E., Artık, C., Palabıyık, B., 2005. Determination of genotypical differences for leaf characteristics in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) genotypes. *Asian Journal of Plant Sciences*, 4: 95-97.
- Pekşen, E., 2007. Dynamics of flower appearance, flowering, pod and seed setting performance and their relations to seed yield in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 39(2): 485-496.
- Santos, C.A.F., de Araujo F.P., Menezes, E.A., 2000. Yield performance of cowpea genotypes under irrigated and rainfed conditions in Petrolina and Juazeiro, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35: 2229-2234.
- TurkStat, 2012. Turkish Statistical Institute. http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=45 (Date of accessed: 31.10.2012), (in Turkish).
- Umaharan, P., Ariyanayagam R.P., Haque, S.Q., 1997. Genetic analysis of yield and its components in vegetable cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Euphytica*, 96: 207-213.

Bitki Virüsleriyle Mücadelede Yeni Stratejiler: Virüs Enfeksiyonlarına ve Vektörlerine Karşı Dayanıklılığın Geliştirilmesi

Serkan YEŞİL¹ Filiz ERTUNÇ²

ÖZET: Kültür bitkilerinde kalite ve verim azalışına sebep olan virüs hastalıkları mücadele zorluğu açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Virüsten ari (virüssüz) üretim materyali kullanmak, virüse ve vektör organizmaya dayanıklılık ıslahı ve vektör organizmalarla mücadele ederek hastalığın bulaşmasını engellemek viral hastalık etmenleriyle mücadelede en etkili yöntemlerdir. Üzerinde en fazla çalışılan yöntem virüslere karşı dayanıklı bitki genotiplerinin geliştirilmesidir. Virüslere dayanıklı çeşitler, hem doğal dayanıklılık genleri içeren hatlarla ekonomik değeri olan çeşitlerin tozlaştırılması şeklinde klasik ıslah metotlarıyla hem de son yıllarda, genetik mühendisliği yöntemleri kullanılarak transgenik olarak elde edilebilmektedir. Bitkileri virüslere karşı dayanıklı hale getirmek için üç temel transgen kaynağından faydalanılmaktadır. Bunlar doğal dayanıklılık genleri, viral sekanslardan türetilen genler (Patojen kaynaklı dayanıklılık) ve diğer kaynaklardan elde edilen ve hedef virüsü engelleyici çeşitli genlerdir. Patojen kaynaklı dayanıklılık (PDR) uygulamalarının temeli, patojenezdeki moleküler etkileşimlerin anlaşılması ve bunların patojen aleyhine bozulmasıdır. Hedef virüsün kılıf proteini (CP) geninin aktarılması ve transkripsiyon sonrası gen susturulması (Post Transcriptional Gene Silencing) patojen kaynaklı dayanıklılıkta son yıllarda en çok üzerinde durulan uygulamalardır. Bu derlemede bitki patojeni virüslerle mücadelede özellikle virüslere ve vektörlerine karşı kültür bitkilerini dayanıklı hale getirme yöntemleri özetlenmektedir.

Anahtar kelimeler: Virüs hastalıkları, doğal dayanıklılık, patojen kaynaklı dayanıklılık, kılıf proteini geni

New Strategies in Control of Plant Viruses: Resistance Development to Virus Infections and Their Vectors

ABSTRACT: Virus diseases, which decrease quality and quantity of crop yield, have importance because of the difficulties in control. The most efficient methods to control virus diseases are use of virus-free plant material, breeding resistant varieties to viruses or vectors, controlling vector organisms to prevent the viral diseases. Recently, development of resistant varieties became one of the prevalent methods. Besides the naturally resistant varieties, it can be obtained by classically crossing of varieties containing natural resistance genes with commercial varieties or by genetic engineering methods in two decades. There are three main trans-gene sources to obtain resistant transgenic plants against virus infections. Naturally resistance genes, pathogen derived resistance genes and various genes are obtained from the other sources. Pathogen derived resistance is commonly used comparing to the others. These methods are based on understanding of molecular interactions in pathogenesis and interference of these interactions against plant pathogens. The most commonly used methods are transfer coat protein (CP) gene of target virus and gene silencing (Post Transcriptional Gene Silencing). In this review, the methods for making resistant plants against viruses and vectors are summarized.

Keywords: Virus diseases, natural resistance, pathogen derived resistance, coat protein gene

¹ Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Konya, Türkiye

² Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ankara, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Serkan YEŞİL, serkanyesil@selcuk.edu.tr

GİRİŞ

Kültür bitkilerinde kalite ve verim kaybına sebep olan ve diğer zararlıların aksine pestisitlerle kontrolü mümkün olmayan virüs hastalıkları ile günümüzde değişik kültürel önlemler kullanılarak mücadele yapılmaktadır. Bunların başında; termoterapi ve doku kültürü gibi yöntemlerle elde edilmiş virüslerden ari üretim materyali kullanılması, ürün münavebesi, çapraz koruma, inokulum kaynağı olabilecek bulaşık bitkilerin tarım alanlarından uzaklaştırılması, virüs vektörleri (böcek, nematod, fungus vs.) ile mücadele edilmesi ve virüslere dayanıklı bitkilerin elde edilmesi (Klasik ıslah ve moleküler biyoloji teknikleri kullanılarak) gelmektedir. Bununla birlikte, özellikle virüs vektörleriyle kimyasal mücadelede kullanılan insektisitlerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri ve bu kimyasallara karşı dayanıklı vektör ırklarının ortaya çıkması, virüslerden ari bitkilerin ise arazi koşullarında meydana gelen bir enfeksiyonlara karşı dayanıklılık göstermemesi araştırmacıları son yıllarda moleküler biyoloji tabanlı tekniklerle virüslere ve vektörlere dayanıklı bitkilerin elde edilmesine yönlendirmiştir (Ergül ve ark., 2001; Hull, 2002; Goldbach et al., 2003; Murphy, 2006).

Bu derlemede, bitkilerde virüslere ve virüs vektörlerine karşı biyokimyasal ve yapısal dayanıklılık mekanizmaları kısaca açıklandıktan sonra genetik dayanıklılık mekanizmaları, bu mekanizmaların bitkilerde doğal dayanıklılığı nasıl sağladığı ve virüslere dayanıklı transgenik bitki elde etme çalışmalarında kullanılan kaynaklar irdelenmiştir.

BİTKİLERDE VİRÜSLERE KARŞI DAYANIKLILIK MEKANİZMALARI

Bitki Patojeni Virüslere Karşı Doğal Dayanıklılık

Bitkilerde virüslere karşı yapısal dayanıklılık: Konukçu bitkilerde var olan anatomik ve morfolojik yapısal değişiklikler, bitkiyi virüs enfeksiyonuna karşı dayanıklı, tolerant veya bağışık kılabilir. Kalın bir kütikula tabakası, tüylü bir yaprak yüzeyi veya kalın duvarlı bir epidermis hücresi ile bitki, üzerinde bir vektörün beslenmesine veya sokucu emici ağız tipindeki bir vektörün stiletini kullanmasına karşı koyabilmektedir. Olgun bitki dayanıklılığı da yapısal dayanıklılık içinde anılmaktadır.

Bitkilerde virüslere karşı biyokimyasal dayanıklılık: Bu türlü dayanıklılık şekli, bitkiler açısından iki farklı yönde oluşmaktadır. Bunlardan ilki, bitkinin enfeksiyondan önce sahip olduğu ve sentezlediği bazı biyokimyasal moleküllerle patojene karşı koymasındadır. Bu durum, virüs sentezini engelleyen bazı biyokimyasal maddelerin varlığı ve virüs sentezi için gerekli moleküllerin yetersiz olması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Diğeri ise enfeksiyonun başlaması ile birlikte, yine enfeksiyonun tetiklediği bazı moleküllerin sentezi sonucu ortaya çıkmaktadır. Bunlar: fenolik bileşikler ve fitoaleksinler, polifenoloksidaz (PPO) ve peroksidaz (PO) enzimleri ile toksik kinon bileşikleridir.

Bitkilerde virüslere karşı kalıtsal dayanıklılık: Bitkilerde hastalıklara karşı dayanıklılığın kalıtsal olarak sonraki nesile aktarılmasının esaslarının anlaşılmasından sonra dayanıklılık için bitki ıslahı çalışmaları bitki virüsleriyle mücadelede en etkili ve basit yaklaşımlardan birisi olmuştur. Bitkiler sert hücre duvarı gibi engellerin varlığı ile ortaya çıkan pasif savunmanın yanında virüsler gibi patojenleri tanıyarak aktif savunma mekanizmalarını da ortaya koymaktadırlar. Bunlardan en çok görüleni aşırı duyarlılık reaksiyonları (hypersensitive response, HR)'dir. Bu reaksiyonda virüsün ilk enfeksiyon yaptığı bölgenin etrafını saran hücrelerde programlı bir hücre ölümü görülür ve virüs yayılamayıp, inaktif olur. Bitkide de lokal lezyonlar ortaya çıkar. Bu HR cevabının ortaya çıkmasından önce virüs ve bitki arasında spesifik bir tanıma durumunun ortaya çıkması gerekir. Bu da bitkideki dominant *R* (Resistance) genlerinin ürünleri ile virüsteki *Avr* (avirulence genes) genlerinin ürünleri arasında bir uyuşma/tanım (gene-karşı-gen, gene-for-gene) ile gerçekleşir (Goldbach et al., 2003; Agrios, 2005). Her ne kadar tersi de görülebilirse de, patojende avirulentlik ve konukçuda da dayanıklılık dominanttır. Genel olarak, patojenin *Avr* genindeki bir değişimle (mutasyon gibi herhangi bir nedenle) bitki, patojeni tanımamakta ve sonuçta da dayanıklılıktan ziyade normal hastalık seyri devam etmektedir. Dolayısıyla, tanışmanın sağlanabilmesi için, bitkideki *R* geninde de belirgin bir değişikliğin yapılması gerekmektedir. Yine buradan da anlaşılıyor ki, dayanıklılık; konukçu ve patojen arasındaki özel bir tanışma sonucu ortaya çıkmaktadır (Agrios, 2005).

Dominant dayanıklılık genlerince dayanıklılığın sağlanması: Günümüze kadar, farklı bitki patojenlerine karşı tanımlanan *R* dayanıklılık genlerinin çok büyük bir kısmı monogenik dominant dayanıklılık or-

Çizelge 1. Bilinen virüs dayanıklılık genlerinin özeti (Hull, 2002)

Dayanıklılık geni	Monogenik	Oligogenik veya poligenik
Dominant	81	10
Resesif	43	20
Tamamlanmamış dominant	15	6
Bilinmiyor	---	4
Toplam	139	40

taya koymaktadırlar (Çizelge 1) (Maule et al., 2007). Patojen dizininin geniş olmasına rağmen (virüs, fungus ve bakterilerden nematod ve böceklere kadar değişen) farklı bitkilerden tanımlanan tüm *R* genlerinin kodladıkları proteinlerin 8 gruba ayrıldığı saptanmıştır (Ritzenthaler, 2005). Dikkat çekecek derecede, virüslere karşı dayanıklılık sağlayan tüm *R* genlerinin (*RTM1* ve *RTM2* dışında) NBS-LRR (Nucleotide-binding site plus leucine-rich repeat) sınıfına bağlı olduğu saptanmıştır. NBS-LRR virüs dayanıklılık genleri, çoğunlukla komple (kalitatif) dayanıklılık ortaya koyarlar, fakat bu her zaman hücre ölümü ve/veya doku nekrozu ile birlikte olmaz. En iyi karakterize edilen örneği PVX (Patates X virüsü)'e karşı *Rx* genidir. Bu, PVX'e karşı aşırı dayanıklılık sağlar ve aşırı duyarlılık hücre ölümü olmadan virüs replikasyonunu engeller (Maule et al., 2007). Bu tip dayanıklılığın virüs mutasyonlarıncı kırılması daha kolay gerçekleşebilmektedir (Lecoq et al., 2004).

Resesif dayanıklılık genlerince dayanıklılığın sağlanması: Resesif dayanıklılık mekanizmalarını açıklamak için genel olarak kabul edilen iki hipotez vardır. Bunlara göre: Dayanıklılık ya pasif mekanizma sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu durumda dayanıklılık, virüsün yaşam çemberini tamamlamak için gerekli olan konukçu faktörlerinin eksikliği sonucu veya bu faktörlerin mutantlarının varlığı sonucunda ortaya çıkar veya dayanıklılık aktif mekanizma sonucu ortaya çıkar. Burada dayanıklı bitki, virüs yaşam çemberinin bazı safhalarını bozucu bir inhibitör üretir veya virüs tarafından kodlanan bazı molekülleri tanıyan bir faktörü taşıması sonucu ortaya çıkar. Bu tip dayanıklılıkların çok büyük bir kısmı potyvirus enfeksiyonlarına karşı etkilidir, (Çizelge 2) bununla birlikte son zamanlarda mutant *elF4E* geninin aynı zamanda BaYMV (Arpa sarı mozayik virüsü), MNSV (Kavun nekrotik halkalıleke virüsü) ve CMV (Hıyar mozayik virüsü)'ye karşı resesif dayanıklılıkta da etkili olduğu saptanmıştır (Maule et al., 2007).

Bitki Patojeni Virüslere Karşı Transgenik Koruma

Günümüzde, genetik mühendisliği yöntemleri kullanılarak virüslere dayanıklı bitkiler elde edilebilmektedir. Bitkileri virüslere karşı dayanıklı hale getirmek için yararlanılan temel olarak 3 transgen kaynağı bulunmaktadır.

Doğal dayanıklılık genleri: Bitki varyetelerinde doğal olarak var olan ve virüs hastalıklarına karşı dayanıklılık sağlayan genlerdir. Bu şekilde bir gen tanımlandığında izole edilebilir ve bir başka bitki çeşidine aktarılabilir. Patates X virüsüne aşırı dayanıklılık sağlayan *Rx1* geni, patatesten izole edilerek *Nicotiana benthamiana* ve *N. tabacum*'a aktarılmıştır ve bu virüse karşı dayanıklılığı sağlamıştır. Benzer olarak, *N. glutinosa*'da doğal olarak var olan ve TMV (Tütün mozayik virüsü)'ye karşı dayanıklılık sağlayan *N* geni, domatese aktarılmıştır (Hull, 2002).

Patojen kaynaklı dayanıklılık (Pathogen-Derived Resistance-PDR): Patojen kaynaklı dayanıklılık (PDR) uygulamalarının temeli, patojenezdeki moleküler etkileşimlerin anlaşılması ve bunların patojen aleyhine bozulmasıdır. Bu yaklaşım tüm patojenler ve omurgasız zararlılara karşı uygulanabilmekle birlikte, özellikle virüslerin daha basit genomu sahip olmalarından dolayı daha çok virüslere karşı uygulanmaktadır. Bu yöntem ilk kez Sanford ve Johnson (1985) tarafından spesifik konukçu dayanıklılığını sağlamak için patojen kaynaklı genlerin kullanılması şeklinde önerilmiştir. Burada, virüs genlerinin yanlış zaman ve miktarlarda veya karşıt fonksiyonel formlarda ifadeleri sağlanarak söz konusu virüsün bitki hücresinde çoğaltması engellenmektedir. Bu durum ise virüsün hayat döngüsündeki replikasyon, transkripsiyon, protein kılıfının uzaklaştırılması ve hücreden hücreye geçişler gibi olaylara müdahale edilmesi şeklinde gerçekleşmektedir. Bu yaklaşımın ilk uygulaması, Powell-Abel et al. (1986) tarafından tütün bitkisinde TMV kılıf proteini, sekanslarının aktarılması ve bitkinin bu virüse karşı dayanıklı

Çizelge 2. Bitkilerde virüslere karşı dayanıklılık sağlayan genlere örnekler (Hull, 2002; Maule et al., 2007)

Gen	Konukçu	Virüs	Kaynak
Dominant genler tarafından kontrol edilenler			
<i>N</i>	<i>Nicotiana glutinosa</i>	TMV	Holmes, 1929.
<i>N'</i>	<i>N. sylvestris</i>	TMV	Melchers et al., 1966.
<i>Zym*</i>	<i>Cucurbita moschata</i>	ZYMV	Paris et al., 1988
<i>Tm-2</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i>	TMV	Pilowski et al., 1981.
<i>Tm- 2²</i>	<i>L. esculentum</i>	TMV	Cirulli ve Alexander, 1969.
<i>Nx, Nb</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	PVX	Jones, 1982.
<i>By, By-2</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>	BYMV	Schroeder and Provvidenti, 1968.
<i>Rsvv, Rsv2</i>	<i>Glycine max</i>	SbMV	Buzzell and Tu, 1984.
<i>Rx1, Rx2</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	PVX	Bendahmane et al., 1999; 2000.
<i>Y-1</i>	<i>S. tuberosum</i>	PVY	Vidal et al., 2002.
<i>Sw5</i>	<i>L. esculentum</i>	TSWV	Brommonschenkel et al., 2000.
<i>Rsv1</i>	<i>Glycine max</i>	SbMV	Hayes et al., 2004.
<i>RT4-4</i>	<i>P. vulgaris</i>	CMV	Seo et al., 2006.
<i>HRT</i>	<i>Arabidopsis thaliana</i>	TCV	Cooley et al., 2000.
<i>RTM1</i>	<i>A. thaliana</i>	TEV	Chisholm et al., 2000.
<i>RTM2</i>	<i>A. thaliana</i>	TEV	Whitham et al., 2000.
<i>RCY1</i>	<i>A. thaliana</i>	CMV	Takakashi et al., 2001.
Tamamlanmamış Dominant genler tarafından kontrol edilenler			
<i>L¹, L, L3</i>	<i>Capsicum spp.</i>	TMV	Berzal-Herranz et al., 1995.
<i>Tm-1</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i>	TMV	Fraser et al., 1980.
İki gen	<i>Hordeum vulgare</i>	BSMV	Sisler and Timian, 1956.
Çok gen	<i>Vigna sinensis</i>	SCPMV	Hobbs et al., 1987.
Resesif genler tarafından kontrol edilenler			
<i>by-3</i>	<i>P. vulgaris</i>	BYMV	Provvidenti and Schroeder, 1973.
<i>sw2, sw3, sw4</i>	<i>L. esculentum</i>	TSWV	Finlay, 1953.
<i>pvr1, pvr2¹, pvr2²+pvr6</i>	<i>Capsicum spp.</i>	PVY, TEV,PVMV	Ruffel et al., 2002; 2006.
<i>pot-1</i>	<i>L. esculentum</i>	PVY, TEV	Kang et al., 2005.
<i>sbm1</i>	<i>Pisum sativum</i>	PSBMV	Ruffel et al., 2005.
<i>mol¹, mol²</i>	<i>Lactuca sativa</i>	LMV	Gao et al., 2004.
<i>rym4/5</i>	<i>Hordeum vulgare</i>	BaMMV, BaYMV,	Nicaise et al., 2003.
<i>rymv1</i>	<i>Oryza sativa</i>	BaYMV2	Stein et al., 2005; Kanyuka et al., 2005.
<i>nsv</i>	<i>Cucumis melo</i>	RYMV	Albar et al., 2006.
		MNSV	Nieto et al., 2006.
Doğal gen			
<i>pvr1, pvr2¹, pvr2²+pvr6</i>	<i>Capsicum spp.</i>	PVY, TEV,PVMV	Ruffel et al., 2002; 2006.
<i>pot-1</i>	<i>L. esculentum</i>	PVY, TEV	Kang et al., 2005.
<i>sbm1</i>	<i>Pisum sativum</i>	PSBMV	Ruffel et al., 2005.
<i>mol¹, mol²</i>	<i>Lactuca sativa</i>	LMV	Gao et al., 2004.
<i>rym4/5</i>	<i>Hordeum vulgare</i>	BaMMV, BaYMV,	Nicaise et al., 2003.
<i>rymv1</i>	<i>Oryza sativa</i>	BaYMV2	Stein et al., 2005; Kanyuka et al., 2005.
<i>nsv</i>	<i>Cucumis melo</i>	RYMV	Albar et al., 2006.
		MNSV	Nieto et al., 2006.
Mutantlar			
<i>At-elF4E1</i>	<i>A. thaliana</i>	CIYVV	Sato et al., 2005.
<i>At-elF(iso)4E</i>	<i>A. thaliana</i>	TuMV, LMV,TEV	Duprat et al., 2002;
<i>At-elF4E1 (cum1)</i>	<i>A. thaliana</i>	CMV	Lellis et al., 2002.
<i>At-elF4G (cum2)</i>	<i>A. thaliana</i>	CMV, TCV	Yoshii et al., 2004.

*:Dayanıklılığın *zym-1*, *zym-2* ve *zym-3* genleri tarafından sağlandığı ve bunlardan *zym-1*'in önemli olduğu bildirilmektedir.

Çizelge 3. Virüs kılıf protein genlerinin aktarılmasıyla virüslere karşı dayanıklılığın sağlandığı bazı virüsler (Reavy and Mayo, 1992'den değiştirilerek)

Kılıf Proteini Geni kaynağı	Kılıf Proteini Geninin aktarıldığı bitki	Dayanıklılık sağlanan virüs	Kaynaklar
TMV	Tütün	TMV	Powell-Abell et al. 1986
TMV	Tütün	ToMV, TMGMV	Stark et al. 1990
TMV	Tütün	CMV, AMV, SHMV	Anderson et al. 1989
TMV	Domates	TMV, ToMV	Nelson et al. 1988
AMV	Tütün	AMV	Van Dun et al. 1987
AMV	Tütün	PVX, CMV	Anderson et al. 1989
AMV	Domates	AMV	Tumer et al. 1987
TRV	Tütün	PEBV	Van Dun and Bol, 1988
TSV	Tütün	TSV	Van Dun et al. 1988
CMV	Tütün	CMV	Cuozzo et al. 1988
PVX	Tütün	PVX	Hemenway et al. 1988
PLRV	Patates	PLRV	Kawchuk et al. 1990
CMV, WMV2, ZYMV	Kabak	CMV, WMV2, ZYMV	Fuchs et al. 1998
CymMV-CS	Orkide	CymMV-CS	Lin et al. 2005.

hale getirilmesi şeklinde olmuştur (Hull, 2002; Goldbach et al., 2003). Günümüzde patojen kaynaklı dayanıklılık (PDR) çalışmalarında üzerinde çalışılan iki temel moleküler mekanizma karşımıza çıkmaktadır.

Protein kaynaklı koruma

a. Kılıf proteinleri (Coat Protein-Mediated Resistance-CP-MR): Bitkilerde dayanıklılığı sağlamak için en yaygın olarak viral kılıf proteinlerini kodlayan sekanslar kullanılmaktadır. 15 viral taksonomik gruptaki, en az 35 virüsten çok sayıdaki farklı bitki türüne kılıf proteini geni aktarılmıştır (Çizelge 3). Bitkilerde kılıf proteinine bağlı dayanıklılık sağlamak amacıyla, ilgili virüsün kılıf protein genini içeren yapı, partikül bombardımanı veya *Agrobacterium tumefaciens* aracılığı ile bitkilere aktarılmaktadır. Aktarılan bu genlerin bir veya birden fazla kopyasının bitkinin genomik DNA'sıyla rastgele bütünleşmesi ve ifadesi sonucunda üretilen virüs kılıf proteini, sonuçta bitkileri virüse karşı dayanıklı hale getirmektedir (Hull, 2002; Goldbach, et al., 2003; Ritzenthaler, 2005). Bevan et al. (1985) ve Beachy et al. (1986) cDNA'sında TMV'nin kılıf proteini geni içeren tütün bitkilerinde TMV'nin kılıf proteininin ifade edildiğini ilk kez bildirmişlerdir. Bunu, Yonca mozayik virüsü (AMV)'nün (Loesch-Fries et al., 1987), Tütün rattle virüsü (TRV)'nün (van Dun et al., 1987) ve Patates X virüsü (PVX)'nün kılıf proteininin ifade edildiğini gösteren raporlar takip etmektedir. Kılıf proteini geninden yararlanılarak bitkilerde dayanıklılık sağlamak amacıyla yapılan ilk çalışma Powell-

Abel et al. (1986) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar TMV kılıf proteini ifade eden transgenik bitkilerde, inokulasyonu takiben enfeksiyon oluşmadığını veya bu geni taşımayan bitkilere göre sistemik hastalık belirtilerini çok daha sonra oluştuğunu göstermişlerdir. Başka bir çalışmada transgenik bitkiler, TMV'nin lokal lezyon oluşturan bir straini ile inokulasyonundan sonra kontrol bitkilerine oranla % 10-20 daha az lokal lezyon oluşturmuşlardır (Nelson et al., 1987). Bazı araştırma sonuçlarında ise kılıf protein geni aktarılmış transgenik bitkilerde dayanıklılığın, kılıf proteininden bağımsız olarak bu genin RNA'sına bağlı olduğu bildirilmektedir. Domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV)'ne karşı dayanıklı transgenik tütün bitkilerinde, dayanıklılığın genin kılıf proteininden kaynaklanmadığı, gen transkriptlerine, yani RNA varlığına bağlı olduğu bildirilmektedir (Ergül ve ark., 2001). Bu yaklaşımın uygulanmasında iki sorunla karşılaşmaktadır. Bunlar; virüs inokulum miktarının artmasıyla, dayanıklılığın azalması ve tam uzunluktaki kılıf protein geninin bitkiye aktarılmasıyla, transgenik bitkilerde kılıf proteininin artması sonucu dayanıklılığın azalmasıdır.

b. Virüsün hareketinden sorumlu viral proteinler: Virüslere karşı dayanıklı bitkilerin elde edilmesi amacıyla üzerinde durulan diğer bir yaklaşım ise virüs tarafından sentezlenen ve özellikle virüsün hareketinde fonksiyonu olan proteinlerin kullanılmasıdır. Bitki hücrelerinde plazmodezmatanın geçirgenliğini artırarak virüsün sistemik hareketini, yani hücreden hücreye geçişini kolaylaştıran bu proteinlere yönelik mutant proteinler oluşturularak virüsün yayılımını önle-

mek bu çalışmaların esasını oluşturmaktadır (Goldbach et al., 2003; Hull, 2002). Yapılan çalışmalarda, transgenik tütün bitkilerinde 3., 4. ve 5. amino asitleri eksik olan mutant TMV hareket proteininin (MPA 3-5) virüsün sistemik belirti oluşumunu geciktirdiği belirlenmiştir. Bu çalışmalarda yapılan gözlemlerde, yalnızca MPA 3-5 proteinini ifade eden transgenik bitkilerde belirti oluşumu durdurulmuştur. Ayrıca, bu mutant proteinin aynı cinse ait (*Tobamovirus*) TGMV (Domates altın mozayik virüsü) ve SHMV (Güneşkeneviri mozayik virüsü) virüslerinin yayılımında da azalmalara sebep olduğu belirlenmiştir (Lapidot et al., 1993). Bu çalışmaların sonucunda; inaktif hareket proteininin üretiminin yapıldığı transgenik bitkilerde, virüs yayılımının azalması, hücreden hücreye virüs geçişinin inaktif hareketli protein tarafından engellenmesine bağlanmaktadır (Horn et al., 1996)

c. Viral replikaz proteinleri: Replikaz dizilerinin ifade ettiği proteinlerin AMV, CMV ve TMV'ye karşı koruma sağladığı ortaya konmuştur. Bu teknik ilk olarak Goleombski et al. (1990) tarafından TMV'ye karşı geliştirilmiştir. Araştırmacılar, TMV'de saptadıkları 54 kDa'luk proteini ifade eden transgenik bitkiler kullanarak bu proteinin fonksiyonlarını araştırmışlardır. 54 kDa'luk proteinin kaynağı olan TMV'nin U1 ırkı ile yaptıkları enfeksiyonlarda transgenik bitkilerin U1 ırkının replikasyonuna tamamen dayanıklı oldukları gözlenmiştir (Ergül ve ark., 2001). Burada kılıf proteini ile sağlanan dayanıklılığın tersine, artırılan inokulum konsantrasyonlarına karşın replikaz aracılığıyla TMV RNA ve TMV virionlarına karşı da dayanıklılık sağlanmıştır. İlk çalışmalar replikaza bağlı dayanıklılığı RNA'dan çok replikaz proteinine bağlarken, sonraki çalışmalarda dayanıklılıkta proteinden daha çok replikaz geninin kullanıldığı RNA dizilerinin etkili olduğu belirlenmiştir. TMV'den başka bu yöntemle PVX, PVY (Patates Y virüsü), AMV, CymRSV (Cymbidium halkalı leke virüsü), CMV, PEBV (Bezelye erken kahverengileşme virüsü), PLRV (Patates yaprak kıvrıcılığı virüsü) ve CPMV (Börülce mozayik virüsü)'ye karşı da dayanıklılık sağlandığı bildirilmektedir (Fraser, 1998; Hull, 2002).

Nükleik asit kaynaklı koruma: Kılıf proteini kaynaklı dayanıklılık çalışmalarında beklenmeyen bazı gözlemler yapılmıştır. Örneğin, patatesten PLRV veya PVY kılıf proteinlerinin ifadesi ve bu virüslere dayanıklılık arasında bir ilişki olmadığı saptanmıştır. Lindbo ve Dougherty (1992), TEV (Tütün etch virüsü)'nin

transle olmayan kılıf proteini geninin, tam uzunluktaki veya kesilmiş transle olabilen yapılardan daha fazla dayanıklılık sağladığını saptamışlardır. Bu gözlemler, en azından bu örnek çalışmalarda ortaya konan dayanıklılığın proteinden daha çok nükleik asit kaynaklı olduğunu ortaya koymaktadır (Hull, 2002).

a. RNA kaynaklı koruma: Bir bitkiye aktarılan yapı şayet bir protein ortaya koymuyorsa ve dayanıklılık ortaya çıkıyorsa bunun sebebi RNA'dır. Bununla birlikte, protein kodlamayan bir RNA taşıyan tüm bitki hatları da dayanıklılık ortaya koymazlar. Bir viral proteini ifade etmek için tasarlanan yapının aktarıldığı transgenik bitkide meydana gelen korumanın, proteinin ifadesi sonucuyla mı yoksa bu proteini kodlayan RNA sekansı sebebiyle mi ortaya çıktığını tespit etmek oldukça güçtür. Örneğin CPMV hareket proteinini geni aktarılan börülce bitkileri RNA kaynaklı mekanizma sayesinde korunmuşlardır. Yine bu yöntemle PVX, BMV (Brom mozayik virüsü), TVMV (Tütün damar beneklilik virüsü) ve BYDV-PAV (Arpa sarı cücelik virüsü PAV alt grubu)'a karşı koruma ortaya koyulmuştur (Hull, 2002).

b. Antisens RNA'lar ifade eden transgenik bitkiler: Bu teknik basit olarak, bir mRNA'ya ait cDNA kopyasının tamamlayıcı mRNA dizisi oluşturmak üzere ilgili genoma aktarılmasıdır. Tek sarmal antisens RNA'ların tek sarmal viral RNA'lar ile dubleks oluşturması sonucunda gen ifadesinin veya virüs replikasyonunun engellendiği düşünülmektedir (Ergül ve ark., 2001; Hull, 2002). Uygun antisens sekanslarının bitki genomuna aktarılmasıyla spesifik genlerin aktivitesinin engellendiği gösterilmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalarda virüs genlerine karşı oluşturulan antisens yapılarının aktarıldığı transgenik bitkilerde, dayanıklılık oranı genellikle düşük bulunmuştur (Cuozzo et al., 1988; Ergül ve ark., 2001). CMV, PVX ve TMV'ye karşı bu tekniğin kullanıldığı bitkilerde, düşük dereceli inokulasyonlarda belli oranlarda dayanıklılık sağlanmıştır. Bununla birlikte, zamanla belirti oluşumunun arttığı ve dayanıklılığın azaldığı görülmüştür (Ergül ve ark., 2001). Bu yöntemle ayrıca; PLRV, TGMV (Domates altın mozayik virüsü), BCTV (Şekerpancarı tepe kıvrıcılığı virüsü) ve ACMV (Afrikan kassava mozayik virüsü)'ye karşı dayanıklılık sağlanmıştır (Hull, 2002).

c. Ribozimler: Ribozimler, enzimler gibi davranan RNA molekülleridir. Bunlar herhangi bir RNA'ya karşı hedeflenerek bu RNA üzerinde kesim yapabilir-

ler (Timmerman, 1993). Ribozim hedef viral sekansa tamamlayıcı olduğundan bir antisens RNA gibi düşünülebilir (Hull, 2002). Transgenik bitkilerde ribozimlerin etkisi ile ilgili çalışmalar kısıtlı olmasına ve yöntemin güçlüklerine karşın, yöntem virüslere dayanıklılıkta kullanılan mekanizmalara alternatif bir mekanizma olarak görülmektedir (Buck, 1991; Ergül ve ark., 2001). TMV ve PPV (Erik beneklenme virüsü)'ye yönelik çalışmalar mevcuttur (Hull, 2002).

d. Uydu RNA (Satellite RNA) kaynaklı koruma: Bazı virüs izolatları genomik RNA'larına ilaveten uydu (satellit) RNA denilen ekstra bir RNA türünü de bulundurmaktadırlar. Bunlar, replikasyonları için tamamen yardımcı virüse bağımlıdır (Hull, 2002). Uydu RNA'lar yardımcı virüsün bitkide oluşturduğu belirtileri zayıflatırlar. Bunlar yardımcı virüsün replikasyonu için gerekli olmadıkları gibi bazı durumlarda yardımcı virüsün replikasyonunu engelleyebilmektedirler. Yöntem ilk olarak TRSV (Tütün halkalıleke virüsü)'nin uydu RNA'sının aktarıldığı tütün bitkilerinde ortaya konmuştur (Gerlach et al., 1987). Bu çalışmada transgenik tütün bitkileri, uydu bulundurmayan TRSV ile enfekte edildiklerinde, aktarılan uydu dizilerinde yüksek oranlarda artış saptanmıştır. Bu bitkilerin yapraklarında belirtilerin hafif veya hiç olmadığı, ayrıca virüs birikiminde azalmanın olduğu gözlenmiştir. Bundan başka CMV, GRV (Yerfıstığı rozet virüsü) ve TAV (Domates aspermi virüsü) ile ilgili çalışmalar karşımıza çıkmaktadır. (Hull, 2002).

e. Hasarlı müdahaleci (Defective interfering) nükleik asit kaynaklı koruma: Hasarlı müdahaleci (DI) nükleik asitler viral genomların mutantlarıdır. Bunlar kendi başlarına replike olamaz, fakat ebeveyn yardımcı virüsün varlığında replike olmalarını sağlayan sekansları taşırlar. Çoğu durumda, bunlar ebeveyn virüsün zararına çoğalırlar ve hastalığa sebep olan virüsün belirtilerini azaltırlar. Böylesi nükleik asitler transgenik olarak ifade edildiğinde, ebeveyn virüsün enfeksiyonu ile harekete geçerler ve çoğalırlar. DI-RNA'ların transgenik ifadeleri, *Nicotiana benthamiana* bitkilerinde apikal nekroz ve ölüme sebep olan CymRSV (Cymbidium halkalı leke virüsü)'ye karşı korumaya sebep olması ile gösterilmiştir (Hull, 2002).

f. Transkripsiyon sonrası gen susturulması (Post-Transcriptional Gene Silencing): Gen susturulması, transkripsiyon sonrası hedef RNA dizilerinin parçalanması şeklinde ifade edilmektedir (Goodwin et al.,

1996). Bu yöntemde, pozitif sens RNA'ları kodlayan, ancak protein birikimine neden olmayan genler kullanılmaktadır. Gen inaktivasyonu ile sağlanan bu dayanıklılık yönteminde, hücreler anormal olarak yüksek orandaki RNA sekanslarını, anormal RNA yapılarını veya modifiye olmuş nükleotidleri yakalayarak, gen transkriptlerinin nükleaz parçalanmasına neden olan bir mekanizmayı uyarırlar (Goodwin et al., 1996; Ritzenthaler, 2005). Bugüne kadar, bitkilerde virüslere karşı dayanıklılık kazandırmak için yapılan çalışmalarda, öncelikle sitoplazmik siRNA (short interfering RNA) susturma yönteminden yararlanılmıştır (Ritzenthaler, 2005). PVX, PPV, PMMoV (Biber hafif beneklilik virüsü), MYMV (Mungfasulyesi sarı mozayik virüsü) ve PVY'ye karşı yapılmış çalışmalar mevcuttur (Tenllado et al., 2004; Ritzenthaler, 2005).

Diğer Kaynaklardan Elde Edilen ve Hedef Virüsü Engelleyici Çeşitli Genler

- PR (Patojen-ilişkili) proteinleri ifade eden transgenik bitkiler,
- β -1,3-glucanase için antisens,
- Virüse özel antibadiler ifade eden transgenik bitkiler,
- 2',5'-oligoadenylate synthetase ifade eden transgenik bitkiler,
- Ribozomları inaktive edici proteinler ifade eden transgenik bitkiler,
- Ribonukleaz geni *pac-1* ifade eden transgenik bitkiler,
- İnsan sistatin C.

BİTKİLERDE VİRÜS VEKTÖRLERİNE KARŞI DAYANIKLILIK

Kimyasal kullanımına bir alternatif olarak zararlı böceklere karşı dayanıklı bitki ıslahı konusuna olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Böceklerde; insektisitlere karşı dayanıklılık gelişimi, bitkisel ürünlerdeki kalıntı sorunu, yeni pestisit geliştirme maliyetinin yüksekliği ve pestisitlerin doğaya ve hedef dışı organizmalara olan olumsuz etkileri de bu çalışmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu gelişmeler ile birlikte, virüs vektörleri omurgasızlara karşı dayanıklılık çalışmaları

da artış göstermiştir (Çizelge 4). Vektörlere karşı dayanıklılığın temelleri tam manasıyla anlaşılmış değildir, fakat bazı faktörler tanımlanmıştır. Genel anlamda vektörlerin kontrolü ile ilgili olarak iki tip dayanıklılık-tan söz edilebilir;

Tercih edilmeme (antixenosis): Bir bitkinin çeşitli özellikleri böcek tarafından tercih edilmez niteliktedir. Yani bu bitki böcek için iyi bir konukçu değildir. Ya beslenemez, ya yumurta bırakamaz veya üzerinde barınmaz. Bu nedenle böcek bu bitkiyi tercih etmez. Buna etki eden faktörler daha çok dışsal faktörlerdir.

Antibiyosis: Bu durumda bitki, böceğin biyolojisi için uygun olmayan niteliklere sahiptir. Böcek bu bitki üzerinde yaşayamaz, gelişemez ya da çoğalamaz. Buna etki eden faktörler daha çok içsel faktörlerdir.

Bunların dışında bitkilerde zararlı böceklerle karşı görülen bir başka dayanıklılık mekanizması ise toleranstır. Zararlılara karşı genel dayanıklılık düşünüldüğünde kullanılabilir olan bu mekanizma, virüs vektörlerine karşı çok az etkili veya etkisizdir. Hatta bazı durumlarda vektör miktarının ve virüs enfeksiyonunun artmasına sebep olabilmektedir (Hull, 2002; Jones, 1998). Bu iki dayanıklılık tipi her zaman birbirinden kolaylıkla ayırt edilememektedir. Vektör böceklerle karşı dayanıklılıktaki bazı özel mekanizmalar şunlardır;

-Glandular trikomlar (salgı bezlerine sahip tüyler) tarafından yapışkan maddelerin salgılanması (*Lycopersicon penellii* bitkisindeki *Bemisia tabaci* dayanıklılığı),

-Yoğun yaprak tüylülüğü (soya fasulyesinde yaprak tüylülüğü arttıkça *Myzus persicae*, *Aphis citricola* ve *Rhopalosiphum maidis* gibi vektörlerin etkinliklerinin azalması sebebiyle SMV: Soya fasulyesi mozayik virüsü epidemilerinin gecikmesi),

-*Solanum berthaultii* 'deki A tipi tüyler kırıldıklarında içerikleri ile afitleri yakalar ve aynı konukçudaki

B tipi tüyler afitlere dolaşarak onların çabalmasına ve böylece daha çok A tipi tüyün kırılmasına sebep olurlar,

-*Agropyron* türlerinde vektörün floemi bulamaması, bununla birlikte bu etki arpada BYDV'nin afit vektörü için geçerli değildir,

-Vektörün konukçu bitkiye yerleşme yeteneğinin bozulması (vektör afitlerin yeşil renkli yapraklara sahip bitkilere kıyasla gümüşü renkli kabakgil bitkilerini daha az ziyaret etmeleri sebebiyle CIYVV: Yonca sarı damarlılık virüsü ve CMV enfeksiyonunun daha geç görüldüğü ve gümüşü yapraklı bitkilerin tamamının hastalanmasına karşın satılabilir ürün alınabilmektedir).

Vektörlere dayanıklı çeşitlerin kullanımında bazı sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bunlar; virüsün birden fazla vektörle taşınması, bazen dayanıklılığın virüse karşı koruma sağlayamaması (afide karşı dayanıklı bürülcede CABMV: Bürülce afit kaynaklı mozayik virüsü'ne karşı bir koruma sağlanamamış), konukçu bitkinin birden fazla sayıda virüsle bulaşabilmesi ve belki de en önemli sorun insektisitlerin kullanımında olduğu gibi, dayanıklı çeşitlerin geniş alanlarda kullanımından sonra yeni vektör biyotiplerinin ortaya çıkmasıdır. Güneydoğu Asya'da, 1960 ve 70'lerde, yüksek verimli çeltik çeşitlerinin kullanımı ile çeltikte kahverengi bitki piresi (*Nilaparvata lugens* Stal., Hem.:Delphacidae) ve onun taşıdığı RGSV (Çeltik çimensi cücelik virüsü) ciddi bir problem oluşturmuştur. Zararlıya karşı dominant bir dayanıklılık geni (*bph1*) taşıyan çeşitler 1974'te kullanıma sunulmuş ve yaklaşık 3 yıl içinde zararlının dayanıklılık-kırıcı populasyonları ortaya çıkmıştır. Yeni bir resesif dayanıklılık geni (*bph2*) taşıyan çeşitler ise 1975-83 arasında piyasaya sürülmüş ve bunlar da ancak birkaç yıl dayanıklılıklarını koruyabilmişlerdir (Jones, 1998; Hull, 2002).

Virüs Vektörlerine Dayanıklılık Sağlayan Genler: Böceklerle karşı dayanıklılık çalışmalarının pek çoğu kimyasal mücadeleye yöneliktir, fakat birkaçı

Çizelge 4. Virüs enfeksiyonlarında azalmayı sağlayan, böcek vektörlere dayanıklı bitkilere örnekler (Hull, 2002)

Vektör	Ürün	Virüs	Kaynak
<i>Aphis gossypii</i>	Misk kavunu	CMV	Lecoq et al., 1981
<i>Myzus persicae</i>	Patates	PLRV	Rizvi and Raman, 1983
<i>Rhopalosiphon maidis</i>	Soya fasulyesi	SMV	Gunasinghe et al., 1988
<i>Nephotettix virescens</i>	Çeltik	Çeltik Tungro Virüsleri	Hibino et al., 1987
<i>Nilaparvata lugens</i>	Çeltik	RRSV	Parejarlarn et al., 1984
<i>Bemisia tabaci</i>	Domates	TYLCV	Berlinger and Dahan, 1987
<i>Frankliniella schiltzei</i>	Yerfıstığı	TSWV	Amin, 1985
<i>Aceria tulipae</i>	Buğday	WSMV	Martin et al., 1984

“gen için gen” ilişkilerini içeren spesifik savunma cevaplarına yönlenmiştir. Günümüze kadar, virüs vektörlerine karşı dayanıklılık sağlayan iki gen klonlanmıştır. Bunlar, bitki *R* genlerinin NBS-LRR grubundadırlar.

Domates *Mi-1* geni: Patates afidine (*Macrosiphum euphorbiae*, beyazsinek (*B. tabaci*) ve kök ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)’na karşı dayanıklılık sağlamaktadır.

Kavun *Vat* geni: *A. gossypii* ve non-persistent virüslere karşı dayanıklılığı kontrol etmektedir.

Bununla birlikte, birçok sokucu-emici ve ısırtıcı-çiğneyici böceklere karşı benzer yapıda tek dayanıklılık genleri ile dayanıklılık sağlanabileceği konusunda raporlar bulunmaktadır. Örneğin, fonksiyon olarak *Mi-1* genine benzerlik gösteren *Nr* geni marulda *Nasonovia ribisnigri* isimli afide karşı dayanıklılık sağlamaktadır (Anonymous, 2012a; b).

SONUÇ

Bitki virüs ve vektörleriyle mücadelede en etkin yöntemlerin başında dayanıklı bitki kullanımı gelmektedir. Kültür bitkilerinde virüslere karşı dayanıklılık; doğal dayanıklılık genlerinin (dominant veya resesif) klasik bitki ıslahı yöntemleriyle veya genetik mühendisliği teknikleriyle hassas çeşitlere aktarılması veya virüsün konukçudaki yaşam çemberini sekteye uğratabilecek, yine virüs kaynaklı genlerin bitkilere aktarılması şeklinde ifade edilen transgenik bitki dayanıklılığı olmak üzere temelde iki şekilde ortaya konmaktadır. Doğal dayanıklılık genlerinin sınırlı olması ve bunlara karşı dayanıklılık kırıcı virüs ırklarının ortaya çıkabilmesi sebebiyle daha çok virüs kaynaklı (PDR) dayanıklılık genlerinin bitkilere aktarılması üzerinde durulmaktadır. Fakat özellikle bu yöntemle elde edilen transgenik bitkilerin ileride ne olacağı konusundaki soru işaretleri bu çalışmaların pratiğe aktarılması konusundaki tereddütlerdir. Virüslere dayanıklı transgenik bitki elde etme yöntemleri, kısa zamanda gerçekleştirilmesi, istem dışı genlerin aktarılma riskinin bulunmaması ve farklı türlerden bitkilere gen aktarılması gibi faydaların yanı sıra birçok endişe ve riski de beraberinde getirmektedir. Bu risklerin başında genetik kirlilik, kanser riski, potansiyel toksisite, diğer bitkilere istem dışı gen aktarımı ve yeni virüs ırklarının ve toksinlerin oluşumu riski gelmektedir. Özet olarak transgenik bitkilerin bazı avantaj ve dezavantajları vardır. Bununla birlikte,

ülkemizde virüslere dayanıklı bitki geliştirilmesi konusunda önemli eksiklikler bulunmaktadır. Asıl sorun transgen teknolojilerinin uygulanmasında yaşanmaktadır. Özellikle moleküler biyoloji alt yapısı, hem çalışan hem de laboratuvar düzeyinde oldukça yetersizdir. Bu konuda çalışacak yeterli bilgi ve beceriye sahip araştırmacı sayısı yeterli değildir. Bunun yanında moleküler biyoloji çalışmalarına ayrılan bütçeler gerçekçi değildir, çünkü bu çalışmalar oldukça masraflı çalışmalardır.

Her ne kadar yukarıda bu çalışmalarda görülen eksikliklerden bahsedildiyse de virüs hastalıklarıyla mücadelede en etkili yöntem dayanıklı bitkilerin geliştirilip, üretimde kullanılmasıdır. Zamanla bu konudaki eksikliklerin giderilerek yapılan çalışmalardaki başarı oranlarının artması konusunda ümitli olmak gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Agrios, G.N., 2005. Plant pathology, 5th Edition. Elsevier, Academic Press.
- Anonymous, 2012a. Interference with vector transmission. http://www.resistvir-db.org/docs/deliverables/WP3/WP3_D22_EG5_report.pdf (Erişim tarihi:12.01.2012).
- Anonymous, 2012b. Mechanisms and Sources of Resistance. http://www.resistvir-db.org/docs/deliverables/WP3/WP3_D6_EG2_report.pdf (Erişim tarihi: 12.01.2012).
- Beachy, R.N., Abel, P., Oliver, M.J., 1986. Potential for applying genetic information to studies of virus pathogenesis and cross-protection. Biotechnology in Plant Science: Relevance to Agriculture in the Eighties (Editors: M. Zaitlin, P. Day, A. Hollander), Academic Press, Orlando, pp. 265-275.
- Bevan, M.W., Mason, S.E., Goelet, P., 1985. Expression of tobacco mosaic virus coat protein by a cauliflower mosaic virus promoter in plants transformed by Agrobacterium. European Molecular Biology Organization Journal, 4: 1921-1926.
- Buck, K.W., 1991. Virus-resistant plants. Plant Genetic Engineering (Editor: D. Grierson), Blackie and Son Ltd, London, pp.136-177.
- Cuozzo, M., O’Connell, K.M., Kaniewski, W., Fang, R.X., Chua, N.H., Tumer, N.E., 1988. Viral protection in transgenic tobacco plants expressing the cucumber mosaic virus coat protein or its antisense RNA. Bio/technology, 6: 549-57.
- Ergül, A., Aras, S., Erayman, M., Özcan, S., 2001. Virüslere dayanıklı transgenik bitkilerin geliştirilmesi. Bitki Biyoteknolojisi II-Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları (Editörler: S. Özcan, E. Gürel, M. Babaoğlu), Selçuk Üniversitesi Basımevi s. 239-260.
- Fraser, R.S.S., 1998. Biochemistry of resistance to plant viruses. Breeding for resistance to plant viruses. Plant Virus Disease Control, (Editor: A. Hadidi, R.K. Khetarpal, H. Koganezawa), APS Press, St. Paul, pp. 56-64.

- Gerlach, W.L., Llewellyn, D., Haselhoff, J., 1987. Construction of a plant disease resistance gene from the satellite RNA of tobacco ringspot virus. *Nature*, 328: 802-805.
- Goldbach, R., Bucher, E., Prins, M., 2003. Resistance mechanisms to plant viruses: an overview. *Virus Research*, 92: 207-212.
- Golemboski, D.B., Lomonosoff, G.P., Zaitlin, M., 1990. Plants transformed with a tobacco mosaic virus nonstructural gene sequence are resistant to the virus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 87: 6311-6315.
- Goodwin, J., Chapman, K., Swaney, S., Parks, T.D., Wernsman, F.A., Dougherty, W.G., 1996. Genetic and biochemical dissection of transgenic RNA-mediated virus resistance. *Plant Cell*, 8: 95-105.
- Horn, R., Brahm, L., Friedt, W., 1996. Recombination: Novel gene and genome combinations for resistance breeding by interspecific hybridization a genetic transformation. *Progress in Botany*, 57: 177-196.
- Hull, R., 2002. *Matthews' plant virology*, 4th Edition. Academic Press.
- Jones, A.T., 1998. Control of virus infection in crops through breeding plants for vector resistance. *Plant Virus Disease Control* (Editor: A. Hadidi, R.K. Khetarpal, H. Koganezawa), APS Press, St. Paul.
- Lapidot, M., Gafny, R., Ding, B., Wolf, S., Lucas, W.J., Beachy, R.N., 1993. A dysfunctional movement protein of tobacco mosaic virus that partially modifies the plasmodesmata and limits virus spread in transgenic plants. *The Plant Journal*, 4: 959-970.
- Lecoq, H., Moury, B., Desbiez, C., Palloix, A., Pitrat, M., 2004. Durable virus resistance in plants through conventional approaches: a challenge. *Virus Research*, 100: 31-39.
- Loesch-Fries, L.S., Merlo, D., Zinnen, T., Burhop, L., Hill, K., Krahn, K., Jarvis, N., Nelson, S., Halk, E., 1987. Expression of alfalfa mosaic virus RNA 4 in transgenic plants confers virus resistance. *European Molecular Biology Organization Journal*, 6: 1845-51.
- Lindbo, J.A., Dougherty, W.G., 1992. Untranslatable transcripts of the tobacco etch virus coat protein gene sequence can interfere with tobacco etch virus in transgenic plants and protoplasts. *Virology*, 189: 725-733.
- Maule, A.J., Caranta, C., Boulton, M.I., 2007. Sources of natural resistance to plant viruses: status and prospects. *Molecular Plant Pathology*, 8(2): 223-231.
- McGrath, P.F., Vincent, J.R., Lei, C.H., Pawlowski W.P., Torbert K.A., Gu W., Kaeppler, H.F., Wan, Y., Lemaux, P.G., Rines, H.R., Somers, D.A., Larkins, B.A., Lister, R.M., 1997. Coat protein-mediated resistance to isolates of barley yellow dwarf in oats and barley. *European Journal of Plant Pathology*, 103: 695-710.
- Murphy, J.F., 2006. Applied aspects of induced resistance to plant virus infection. *Natural Resistance Mechanisms of Plants to Viruses* (Editors: G. Loebenstein, J.P. Carr), Springer, pp. 1-11.
- Nelson, R.S., Powell Abel, P., Beachy, R.N., 1987. Lesions and virus accumulation in inoculated transgenic tobacco plants expressing the coat protein gene of tobacco mosaic virus. *Virology*, 158: 126-132.
- Powell-Abel, P., Nelson, R.S., De, N., Hoffmann, N., Rogers, S.G., Fraley, R.T., Beachy, R.N., 1986. Delay of disease development in transgenic plants that express tobacco mosaic virus coat protein gene. *Science*, 232: 738-43.
- Reavy, B., Mayo, M.A., 1992. Genetic engineering of virus resistance. *Plant Genetic Manipulation for Crop Protection* (Editors: A.M.R. Gatehouse, V.A. Hilder, D. Boulter), CAB International, Oxon, UK, pp.183-214.
- Ritzenthaler, C., 2005. Resistance to plant viruses: old issue, news answers? *Current Opinion in Biotechnology*, 16: 118-122.
- Sanford, J.C., Johnson, S.A., 1985. The concept of parasite-derived resistance: deriving resistance genes from the parasites own genome. *Journal of Theoretical Biology*, 115: 395-405.
- Tenllado, F., Llave C., Diaz-Ruiz, J.R., 2004. RNA interference as a new biotechnological tool for the control of virus diseases in plants. *Virus Research*, 102: 85-96.
- Timmerman, G.M., 1993. Genetic engineering for resistance to viruses. *Biotechnology in Agriculture*, No: 4, *Advanced Methods in Plant Breeding and Biotechnology* (Editor: D.R. Murray), CAB International, Wallingford Oxon, UK, Redwood Press Ltd. Melksham, UK.
- Tör, M., 1998. Bitkilerde moleküler konukçu-patojen ilişkilerinde son gelişmeler. *Turkish Journal of Biology*, 22: 271-285.
- Van der Krol, A.R., Mur, L.A., Beld, M., Mol, J.N., Stuitje, A.R., 1990. Flavonoid genes in petunia: addition of a limited number of gene copies may lead to a suppression of gene expression. *Plant Cell*, 2: 291-299.
- Van Dun, C.M.P, Bol, J.F., Van Vloten-Doting, L., 1987. Expression of alfalfa mosaic virus coat protein genes in transgenic tobacco plants. *Virology*, 159: 299-305.

Genetiği Değiştirilmiş Bitkilerin Böceklere Etkileri

Ekrem ÖGÜR¹ Celal TUNCER²

ÖZET: Son yıllarda, tarımsal üretimde dünyanın en çok ilgilendiği konuların başında genetiği değiştirilmiş bitkilerin kullanımı gelmektedir. Genetiği değiştirilmiş bitkilerin çevre üzerindeki etkileri, özellikle hibritleşme ve yatay gen transferi konusu halen yoğun bir şekilde tartışılmaktadır. Hibritleşme ve gen transferi üzerine olan etkilerin yanında aynı zamanda böceklere olan etkileri de dikkat çekmektedir. Genetiği değiştirilmiş bitkilerin, besin zincirindeki ekolojik etkileri de son yıllarda üzerinde durulan konular arasında yer almaktadır. Bu besin zincirinde ise böcekler herbivor, carnivor ve çürükçül olarak “anahtar organizma” rolündedir. Bu derlemede, genetiği değiştirilmiş bitkilerin; böcek dayanıklılığına, yeni zararlıların ortaya çıkmasına, biyolojik çeşitliliğe, insektisit kullanımına ve doğal düşmanlara olan etkileri üzerinde durulmuştur.

Anahtar kelimeler: Genetiği değiştirilmiş bitkiler, böcek, dayanıklılık, insektisit, doğal düşman

The Effects of Genetically Modified Plants on Insects



ABSTRACT: In recent years, in agriculture production one of the most emphasized subject of the world is the use of genetically modified plants. The effects of genetically modified plants on the environment, especially hybridization and horizontal gene transfer have already been discussed. Not only hybridization and horizontal gene transfer, but also effects on insects have taken attention. The ecological effect of genetically modified plants in the food web is one of the other subjects that have been emphasized on during the last years. In the food web, insects are “key organisms” with herbivores, carnivores and decomposers. In this review, we focus on the effects of genetically modified plants on; insect resistance, new plant pests emerging, biological diversity, insecticide use and natural enemies.

Keywords: Genetically modified plants, insect, resistance, insecticide, natural enemy

¹ Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Konya, Türkiye

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Ekrem ÖGÜR, ekremogur@selcuk.edu.tr

GİRİŞ

Genetiği değiştirilmiş bitkilerin (transgenik bitkiler) tarla denemelerine 1985 yılında başlanmıştır. Genetik mühendisliği ile üretilmiş ilk gıda olan “Flavr Savr Domatesi” 1994 yılında ABD’de üretilmiştir (Hagvar and Aasen, 2004). Ticari anlamda bitkisel üretime ise 1996 yılında başlanmıştır (Demir ve ark., 2006). Dünyada, 29 ülkedeki 15.4 milyon çiftçi, 2010 yılında toplam 148 milyon ha alanda transgenik bitki üretimi gerçekleştirmiştir. Ekim alanlarına göre sırasıyla; ABD (66.8 milyon ha), Brezilya (25.4 milyon ha) ve Arjantin (22.9 milyon ha) ilk üç sırada yer almaktadır (James, 2010). Şu an ticari olarak genetiği değiştirilmiş iki ana bitki tipi (herbisite dayanıklı ve böcekler dayanıklı bitkiler) ve her ikisinin kombinasyonu olan bitkiler bulunmaktadır. Böcekler dayanıklı bitkiler *Bacillus thuringiensis* (Bt) bakterisinden aktarılan gen sayesinde zehirli *Cry* proteinini salgılamakta ve bu toksinler bazı böcekleri öldürmektedir (Hagvar and Aasen, 2004). *Bacillus thuringiensis* endotoksinleri yapısal özellikleri ve konukçu profiline göre *Cry* I, *Cry* II, *Cry* III ve *Cry* IV olmak üzere 4 farklı grup altında sınıflandırılmaktadır (Özcan ve ark., 2001). Transgenik ürünlerin yetiştirildiği toplam ekim alanın % 61’inde herbisitlere, % 17’sinde ise böcekler karşı dayanıklı bitkiler yetiştirilmektedir. Kombine transgenik ürünlerin toplam ekim alanı içerisindeki payı ise % 22’ye ulaşmıştır (James, 2010). Ticari olarak ekili transgenik ürünlerin % 99’unu soya, mısır, pamuk ve kanola oluşturmaktadır (Anonymous, 2010c). Türkiye’de hazırlanan mevzuat kapsamında transgenik bitkilerin alan denemeleri, 1998 yılından itibaren, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’na bağlı Araştırma Enstitüleri tarafından yürütülmektedir. Denemelere alınan transgenik bitkilerde ele alınan transgenik özellikler; pamukta yabancı ot ilacına, pembe ve yeşil kurda dayanıklılık, mısırdaki sapkurdu ve koçan kurduna dayanıklılık, patatesten ise patates böceğine dayanıklılıktır (Demir ve ark., 2006). Türkiye’de, Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi’ne ek protokol olarak hazırlanan “Cartagena Protokolü” olarak anılan Biyogüvenlik Protokolü’nü 24 Mayıs 2000 tarihinde imzalamış ve 11 Eylül 2003’te yürürlüğe girmiştir (Kaynar, 2010). Ülkemiz biyolojik çeşitliliğinin zarar görmemesi için transgenik tohum ve buna bağlı ürünlerin üretimi, 26.10.2009 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Gıda ve Yem Amaçlı Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerinin İthalatı, İşlenmesi, İhracatı, Kontrol ve Denetimi-

ne Dair Yönetmelik’ in dayandığı yasalar esas alınarak yasaklanmıştır (Anonymous, 2009a). 26.03.2010 tarihli 27533 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “Biyogüvenlik kanunu” 5. maddesi gereğince ülkemizde “Genetiği değiştirilmiş bitki ve hayvanların üretimi” yasaktır (Anonymous, 2010b). Bu literatür çalışmasında, ülkemizde üretilmesi yasak olsa da, etkilerinin bizden uzak olmadığı göz önüne alınarak, dünyanın değişik ülkelerinde 16 yıldır böceklerle mücadele amacıyla yetiştiriciliği yapılan transgenik bitkilerin, böcekler üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri incelenmiştir.

Genetiği Değiştirilmiş Bitkilerin Böcekler Etkileri

Böceklerin genetiği değiştirilmiş bitkilere dayanıklılık geliştirmesi: Son 40 yılda yüzlerce böcek türü bir veya daha fazla mücadele yöntemine karşı dayanıklılık kazanmıştır (MacIntosh, 2009). 500’den fazla zararlı türünün de en az bir insektisite karşı dayanıklılık geliştirmiş olduğu belirlenmiştir (Ali ve ark., 2008). *Bacillus thuringiensis*’li ürünlerin kullanımı ve çeşitliliği bu şekilde artışa devam ederse birçok böcek türü ve popülasyonun transgenik bitkilere karşı dayanıklılık kazanması mümkündür (Ferry ve Gatehouse, 2009). Böcekler, insektisitlere karşı geliştirdiği dayanıklılıktan bile daha hızlı bir şekilde Bt toksinine karşı dayanıklılık geliştirebilmektedir. Çünkü böcekler bitkinin hayatı süresince veya daha uzun bir süre bu toksinlere maruz kalmaktadır (Hagvar and Aasen, 2004). Bu nedenle genetiği değiştirilmiş bitkilerin yetiştiriciliğini yaparken böcek dayanıklılık yönetimine (IRM=Insect Resistant Management) önem verilmelidir. Böcek dayanıklılık yönetimi stratejisi geliştirirken de zararlının biyolojisi, ekolojisi, ürünün yayılma durumu, yerel yetiştiricilik sistemi, zararlı duyarlılığının belirlenmesi ve çiftçilerle iletişim gibi konulara dikkat edilmelidir. IRM stratejileri üretim durumuna da uygun olmalıdır. Bugüne kadar, birçok değişik ülkede ticari olarak yaklaşık 16 yıldan beri kullanılan Bt’li ürünlere karşı geniş alanlarda dayanıklılık meselesinin ortaya çıktığına dair herhangi bir kayıt yoktur. Bu duruma IRM uygulamalarının dayanıklılık riskini azaltarak katkıda bulunduğu düşünülmektedir (MacIntosh, 2009). Bütün sınırlamalarına rağmen, şu anda birçok uzman tarafından “barınak stratejisi” dayanıklılığın ortaya çıkışını geciktirmede etkili yöntem olarak kabul edilmektedir (NRC, 2000; Bates et al., 2005; Christou et al., 2006; Tabashnik et al., 2008; Ferry and Gatehouse, 2009). Bu strate-

ji, Bt'li ürünlerin yakınında, hassas zararlı türlerin yaşantısına devam etmelerini sağlayacak Bt toksini içermeyen konukçu bitkilerin bulunması esasına dayanmaktadır. Böylece Bt'li bitkiler üzerinde yaşayan az sayıdaki dayanıklı böcek Bt toksini içermeyen konukçu barınak bitkilerde bol miktarda bulunan hassas böceklerle çiftleşecek, eğer dayanıklılık kalıtımı çekinik ise meydana gelecek bireyler Bt'li bitkiler üzerinde beslenerek ölecek ve böylece dayanıklılık gelişimi yavaşlatılmış olacaktır (Tabashnik et al., 2008; Ferry and Gatehouse, 2009). Ancak, 2002 yılında Amerikan Tarım Bakanlığı (USDA= United States Department of Agriculture)'ndan elde edilen verilere göre Bt'li mısır kullanan çiftçilerin yaklaşık % 20'si barınak yöntemi stratejisini uygulamada başarısız olmuşlardır (Battie, 2003).

Ticari olarak ekimi yapılan Bt'li pamukların tamamı *Cry1Ac* pamuklarıdır. Bu genin seçilmesinin sebebi, *Cry1Ac*'nin, *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae), *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)'ya karşı yüksek, *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae)'ya karşı orta derecede toksik olmasından dolayıdır. İkinci nesil Bt'li pamuklar ise aynı bitkide hem *Cry1Ac* hem de *Cry2Ab* genlerini içermektedir. Bu iki Bt toksinini birleştirmedeki esas amaç dayanıklılık yönetimi ve etkinliği artırmaktır (Lelley et al., 2002).

Avustralya, Çin, İspanya ve Amerika'da altı ana lepidopter türüne (*H. armigera*, *H. zea*, *H. virescens*, *Ostrinia nubilalis*, *P. gossypiella* ve *Sesamia nonagrioides*) karşı kullanılan Bt'li ürünlerde 10 yıldan fazla bir süredir yapılan gözlemler sonucunda elde edilen verilere göre *H. zea*'nın bazı arazi popülasyonlarında dayanıklılık allellerinin frekansında büyük ölçüde artış olduğu gözlenmiştir. Ancak diğer böceklerde bu durum gözlenmemiştir (Tabashnik et al., 2008). Arkansas ve Mississippi'deki (Amerika Birleşik Devletleri) bazı arazi popülasyonlarında da Bt'li pamuğun kullanımından 7-8 yıl sonra *Cry1Ac* genine karşı *H. zea*'da dayanıklılık geliştiği kaydedilmiştir (Ferry and Gatehouse, 2009).

Şuan bilim adamlarının üzerinde durduğu diğer bir konu ise, bazı dayanıklı böceklerin (örneğin *Plutella xylostella*) Bt toksinlerini ek bir gıda proteini gibi kullanarak Bt'li transgenik bitkiler üzerindeki dayanıklılıklarını artırmış olması ihtimalidir (Sayyed et al., 2003).

Yeni zararlıların ortaya çıkması: *Bacillus thuringiensis*'li bitkilere tüm zararlılar hassas değildir. Bu nedenle ikincil durumdaki zararlılar ana zararlıyla olan rekabetin azalmasından dolayı avantaj elde edebilirler ve önceden yapmadıkları şekilde ekonomik anlamda kayıplara yol açabilirler (Hagvar and Aasen, 2004). Ana zararlılarla mücadele etmek için kullanılan geniş spektrumlu insektisitler aynı zamanda ekonomik olarak daha az kayba neden olan ikincil durumdaki zararlı popülasyonlarını da baskı altında tutmaktadır. Ancak, Bt'li bitkilerin kullanılmasıyla birlikte azalan insektisit kullanımı ve bununla birlikte ana zararlı ile olan rekabetin azalması, ikincil zararlıların daha baskın hale gelmesine sebep olabilecektir (Anonymous, 2006; Ferry and Gatehouse, 2009). Buna örnek olarak ABD'de mısırdaki ikincil zararlı konumunda bulunan *Striacosta albicosta* (Lepidoptera: Noctuidae) türünü verebiliriz. 2000 yılından bu yana, *Cry1Ab* toksin proteinini üreten Bt'li mısır alanları belirgin bir şekilde *S. albicosta* tarafından istila edilmektedir. *Striacosta albicosta* önceden sadece belirli bölgelerde bulunup mısırdaki çok fazla problem oluşturmazken şimdi ise ABD'deki birçok eyalete yayılmış durumda ve ciddi manada ekonomik kayba sebep olmaktadır (Catangui and Berg, 2006; Eichenseer et al., 2008; Ferry and Gatehouse, 2009; Anonymous, 2010a). Zararlı coğrafik alanını genişletmiş ve 2009 yılında da ilk defa Kanada'da belirlenmiştir. Bu yeni zararlı çok geniş alanlarda yetiştirildiği yapılan *Cry1Ab* toksinine sahip Bt'li mısırlardan dolayı artış göstermiştir. Bu durum ise çoğu kez entansif tarımda yoğun şekilde pestisit kullanımı sonucu ortaya çıkan yeni zararlıların ortaya çıkışına benzemektedir. *Cry1Ab* toksini sadece *O. nubilalis*'e karşı toksik değil aynı zamanda *H. zea*'ya karşı da toksiktir. *Helicoverpa zea*, *S. albicosta* ile rekabet halindedir. Transgenik ürünler *H. zea*'yı baskı altında tuttuğu için, *S. albicosta* rekabet edeceği bir rakibi olmadığından dolayı kontrolsüz bir şekilde çoğalmıştır. Çünkü *H. zea* *Cry1Ab* toksinine karşı hassastır ama *S. albicosta* hassas değildir. Böylece iki zararlı arasındaki denge bozulmuş ve yeni zararlı çok geniş bir alana yayılma fırsatı bulmuştur (Anonymous, 2010a).

Biyolojik çeşitliliğe etkileri: Transgenik bitkilerin kullanılması nedeniyle duyulan endişelerden bir diğeri de, bu bitkilerin biyolojik çeşitliliğe ve doğal dengeye verebileceği zararlardır (Glare et al., 2001). Aktarılan genlerin doğal bitki türlerine atlayarak buldukları çevrenin doğal türlerindeki genetik çeşitliliğin kaybına

ve yabancı türlerin doğal yapısında sapmaya yol açabileceği düşünülmektedir (Kaynar, 2010). Genetiği değiştirilmiş bitki türleri ile rekabet edemeyen doğal türlerin hızla kaybolması genetik çeşitliliğin yanı sıra biyolojik çeşitliliği de tehdit etmektedir (Çelik ve Balık, 2007). Transgenik bitkilerde Bt toksinleri bitkinin tamamında veya birçok kısmında bulunmaktadır. Buna bitkinin polenleri de dahildir. Toksin taşıyan polenlerle beslenen diğer böceklerin zarar görmesi yanında, bu polenlerin konukçu bitkilerinin üzerine gelmesi sonucu beslenen doğal düşmanlar da olumsuz yönde etkilenebilirler (Hagvar and Aasen, 2004). Hassas ve heterozigot özelliklere sahip dayanıklı böceklerin % 100'ünü öldürmek amacıyla transgenik bitkilerde yüksek Bt toksin konsantrasyonu zararlı dayanıklılık yönetimi için tavsiye edilen bir husustur. Ancak yapılan bu uygulamayla hassas böceklerin (hedef ve hedef olmayan) yerel olarak yok olmasına ve bunlar üzerinde beslenen doğal düşmanların da zararlı dayanıklılık gelişimini erteleme uğruna yok olmalarına neden olabileceği düşünülmektedir (Hilbeck, 2001). Bu bağlamda, örneğin Bt'li mısır polenlerinin, Kuzey Amerika'da yaygın olarak bulunan Kral kelebeğinin larvaları üzerinde öldürücü etkileri saptanmıştır. Bu kelebekler mısırla beslenmedikleri halde, Bt'li mısır polenlerinin kelebeğin temel besin kaynağı olan ipek otu üzerine ulaşması, larvaların ölümüne neden olmuştur (Kaynar, 2010). Men et al. (2003) Çin'de transgenik ve normal pamuk bitkisi üzerinde yaptıkları deneme sonucunda arthropodların hem toplam sayıları hem de tür çeşitliliği birbirinden oldukça farklı çıkmıştır. Transgenik olmayan pamuklardaki toplam zararlı böcek sayısı Bt'li pamuklardakinden daha fazla bulunmuştur. Özellikle Bt'li pamuktaki doğal düşman zenginliğinin azalmasına konukçu popülasyonundaki azalmanın sebep olduğu düşünülmektedir. Çünkü Bt'li pamukta doğal düşmanların besin kaynağını oluşturan zararlılara ait yumurta, larva ve pupa daha az bulunmaktadır.

Diğer taraftan transgenik bitkilerin kullanılmasının biyolojik çeşitliliğe olumlu etki de yapabileceği düşünülmektedir (Conner et al., 2003). Genetiği değiştirilmiş bitkiler, eğer zararlı ve yabancı ot kontrolünde herbisit ve insektisitlerden daha spesifik bir şekilde kullanılırlarsa tarım alanlarındaki biyolojik çeşitliliğe olumlu etkileri olacaktır. Özellikle böceklere dayanıklı Bt'li bitkilerin benimsenmesi, geniş spektrumlu insektisitlerin kullanımını azaltacaktır. *Bacillus thuringiensis*'li bitkiler oldukça dar spektrumlu bir etkiye sahiptir ve

hedef olmayan organizmalara karşı çok az veya hiç zararları yoktur. Ayrıca bitki dokusunda üretilen toksinler, bitki üzerinde beslenmeyen diğer hayvanlara karşı olumsuz etkiyi de minimuma indirmektedir. Yapılan çok sayıdaki arazi çalışmasının sonuçlarına göre, insektisit uygulanmamış geleneksel yetiştiricilik ile Bt'li bitki kullanılmış araziler kommunité yapısı veya tür çeşitliliği bakımından karşılaştırıldığında çok az fark bulunmuş veya hiçbir fark bulunmamıştır. Daha az bulunan türler ise hedef zararlı tür ve o türe özelleşmiş parazitlerden ibarettir. Geleneksel tarımda, hedef zararlı için yapılan ilaçlamalardan hedef olmayan birçok tür de olumsuz olarak etkilenmektedir. Bu nedenle geleneksel yetiştiricilik yapılan alanlar ile Bt'li bitki kullanılmış alanlar, hedef olmayan böcek popülasyonları bakımından karşılaştırıldığında, Bt'li bitki kullanılmış alanlardaki böcek popülasyonlarının daha fazla olduğu belirlenmiştir (Ammann, 2005). Amerika, Avustralya ve Çin'de yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Reed et al., 2001; Naranjo et al., 2002; Ammann, 2005).

İnsektisit kullanımı ve tüketimine etki: Transgenik bitkilerin kullanılmasıyla sağlanacak en önemli faydalardan birinin de pestisit (herbisit, insektisit, fungusit) kullanımındaki azalma olacağı ileri sürülmektedir (Anonymous, 2008). Bu azalma; bazı insektisitlerin artık kullanılmaması, uygulama sıklığının azalması veya uygulama yapılan alanın azalması yoluyla olabilir (Lövei, 2001). Transgenik bitkilerin yakın gelecekte pestisit ve suni gübre kullanımını azaltacağı düşünülse de uzun vadede dayanıklı yabancı ot ve böceklerin ortaya çıkmasına neden olabileceği endişesi bulunmaktadır. Bu durumun tarım kimyasallarına (pestisit ve gübreler) olan bağılılığı daha da artırarak çevresel kirliliğin de artmasına neden olabileceği düşünülmektedir (Çelik ve Balık, 2007). Genetiği değiştirilmiş ürünlerin bulunduğu alanlarda 1996 - 2007 yılları arasında zirai ilaç kullanımında yaklaşık olarak aktif madde bazında 359 milyon kg'lık bir tasarruf elde edilmiştir (Anonymous, 2009b) (Çizelge1). Bu da dünyada kullanılan toplam zirai ilaç miktarının % 8.8'ine karşılık gelmektedir (Anonymous, 2009b; James, 2010). Bitkilere uygulanan pestisit miktarındaki değişim çevresel etki için iyi bir gösterge olsa da eksik kalmaktadır. Daha sağlam ve kapsamlı bir ölçüm şekli ise "Çevresel Etki Oranı" (EIQ= Environmental Impact Quotient) dir. Bu ölçüme göre transgenik bitkilerin kullanıldığı alanlarda herbisit ve insektisit kullanımının çevresel etki oranı

Çizelge 1. Transgenik bitkilerin herbisit ve insektisit kullanımındaki değişikliğe global etkisi (1996-2007)

Özellik	Aktif madde miktarı kullanımındaki değişim (milyon kg)	Aktif madde miktarı kullanımındaki değişim (%)	Çevresel etki oranındaki değişim (%)
Herbisit dayanıklı soya	-73.0	-4.6	-20.9
Herbisit dayanıklı mısır	-81.8	-6.0	-6.8
Herbisit dayanıklı pamuk	-37.0	-15.1	-16.0
Herbisit dayanıklı kanola	-9.7	-13.9	-25.8
Böcek dayanıklı mısır	-10.2	-5.9	-6.0
Böcek dayanıklı pamuk	-147.6	-23.0	-27.8
TOPLAM	-359.3	-8.8	-17.2

% 17.2 oranında azalmıştır. 1996 yılından bu yana böceklerle dayanıklı pamuk yetiştiren çiftçiler 147.6 milyon kg daha az insektisit kullanmışlardır (% 23 azalma) ve bu da insektisitlerin çevresel etkisini % 27.8 oranında azaltmıştır (Anonymous, 2009b). Özellikle Bt'li pamukta olmak üzere Bt'li mısırdaki ve pamukta insektisit kullanımını azaltmıştır (Benbrook, 2001; Phipps and Park, 2002; Naranjo, 2009).

Avustralya da 1996 - 2004 yılları arasında tek bir gen taşıyan Bt'li pamuk (Ingard™) ekimi, geleneksel pamuk yetiştiriciliği ile kıyaslandığında % 59 oranında daha az insektisit uygulaması ve % 44 daha az aktif madde kullanımı ile sonuçlanmıştır. 2002 - 2006 yılları arasında iki gen taşıyan Bt'li pamuk (Ibolland II™) kullanımıyla ilaçlamada % 85, aktif madde kullanımında ise % 65-75 azalma meydana gelmiştir. Dünyadaki en büyük pamuk üreticisi olan Çin'de de Bt'li pamuk ile geleneksel tarım karşılaştırıldığında, insektisit uygulamalarının % 59-66 oranında azaldığı ve bunun da toplam insektisit miktarında % 61-80 oranında azalmaya neden olduğu tahmin edilmektedir. Amerika'da pamuk zararlıları için kullanılan bütün insektisitlerin kullanımını azaltmıştır. *Bacillus thuringiensis*'li pamuk kullanılmadan önceki 10 yılın ortalaması ile Bt'li pamuk kullanılmaya başlandıktan 11 yıl sonrasının ortalamalarına bakıldığında ilaç uygulamalarının yaklaşık % 40 oranında azaldığı görülmektedir. Bu azalmayı tamamıyla Bt'li pamuğa bağlamak gerekir. Örneğin, bu azalmaya yeni ve daha etkili insektisitlerin kullanılması ve bir zamanlar pamuğun en önemli zararlılarından biri olan *Anthonomus grandis*'in yakın tarihte tamamen ortadan kaldırılmış olması da ilaç uygulamalarında azalmaya sebep olmuştur (Naranjo, 2009).

Doğal düşmanlara etkileri: *Bacillus thuringiensis*'li bitkilerin kullanılmasının doğurabileceği diğer bir risk de biyolojik kontrol ajanlarının, predatör ve parazitoidlerin, zarar görme ihtimalleridir. Do-

ğal düşmanlar genetiği değiştirilmiş bitkiler tarafından doğrudan veya dolaylı olarak iki şekilde etkilenebilirler (Hagvar and Aasen, 2004).

Doğrudan etki için, toksinin doğal düşman tarafından beslenmeyle doğrudan bitki üzerinden alınması (örneğin; polen) veya konukçu/av üzerinden biyolojik aktif formda geçiş yapması gerekmektedir (Fontes et al., 2002; Romeis et al., 2006). Örneğin, ergin parazitoidler, çiçekler üzerinde beslenme ile toksini doğrudan vücutlarına alabilirler (Schuler et al., 1999).

Genetiği değiştirilmiş bitkilerde beslenmiş avı yiyen doğal düşmanlar dolaylı olarak etkilenirler. Sadece hassas, ölmek üzere olan avın yenmesi değil, hassas olmayan fakat transgenik bitkiyle beslenmiş avların da doğal düşmanları etkileme ihtimalleri vardır (Hagvar and Aasen, 2004). Diğer bir dolaylı etkilenme şekli de, konukçunun besin kalitesindeki azalmadan kaynaklanmaktadır. Özellikle parazitoidler yaşamlarını genellikle tek bir konukçu üzerinde tamamlamaları nedeniyle konukçu kalitesindeki değişime karşı daha hassastırlar (Romeis et al., 2008). Transgenik bitkiler, çekici kimyasal kokularının üretimini azaltarak da, doğal düşmanları dolaylı olarak etkileyebilirler (Fontes et al., 2002). *Bacillus thuringiensis*'li bitkiler ayrıca doğal düşmanların av veya konukçu sayısını azaltarak da dolaylı olarak etkili olabilir (Ferry and Gatehouse, 2009). Bu durum daha çok parazitoidleri etkiler çünkü predatörler, parazitoidlerden farklı olarak yaşamlarını tamamlayabilmeleri için birkaç konukçu ile beslenirken, parazitoidler genellikle gelişimlerini tek bir konukçu birey üzerinde tamamlarlar (Schuler et al., 1999; Chen et al., 2008). Örneğin Bt'li mısırdaki, *O. nubilalis* popülasyonunun azalmasından dolayı, zararlının *Lydella thompsoni* ve *Pseudoperichaeta nigrolineata* (Diptera: Tachinidae) tarafından parazitlenme seviyesinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Benzer şekilde *Cry1Ab* toksini üreten mısır tarlalarında *Macrocentrus*

cingulum (Hymenoptera: Braconidae) popülasyonunda da önemli miktarda azalma meydana geldiği belirlenmiştir (Romeis et al., 2008).

Laboratuar ve sera denemelerinde, Bt'ye hassas av veya konukçu böcek kullanıldığı zaman doğal düşmanlar üzerinde olumsuz etki belirlenmiştir. Diğer yandan bazı arazi denemelerinde Bt'li ve Bt'siz ürünlerde bulunan parazitoit ve predatör popülasyonunun ve aktivitesinin benzer olduğu gözlenmiştir (Romeis et al., 2006). Yapılan bazı çalışmalarda predatör ve parazitoitlere herhangi bir olumsuz etkinin olmadığı sonucu elde edilirken, bazılarında ise transgenik bitkiler üzerindeki sağlıklı böceklerin doğal düşmanlar tarafından yenmesi sonucu doğal düşmanların ömrünün kısaldığı, gelişme oranı ve doğurganlığın azaldığı gibi sonuçlar elde edilmiştir. Bt'li ve Bt'li olmayan mısırdaki *O. nubilalis*'in doğal düşmanları üzerinde yapılan bir çalışmada, Bt'li bitkilerin, doğal düşmanlara herhangi bir akut zararı veya avlanma kabiliyetine olumsuz bir etkisinin olmadığı sonucu elde edilmiştir. Benzer şekilde, Bt'li mısır ve pamuktaki doğal düşman miktarı ve çeşidinin Bt'li olmayan arazidekilerden farklı olmadığı görülmüştür (Cannon, 2000).

Lövei et al. (2009) 55 tanesi *Cry* toksinleriyle, 27 tanesi de proteinaz inhibitörleriyle ilgili yapılmış olan laboratuar çalışmalarını kullanarak hazırladıkları derlemede, parazitoitlerin, predatörlere göre *Cry* toksinlerine ve proteinaz inhibitörlerine karşı daha hassas olduğu, predatörlere karşı proteinaz inhibitörlerinin negatif etkisinin *Cry* toksinlerine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Hardwood ve ark. (2005), transgenik mısır üzerinde beslenen fakat toksinin hedefi olmayan herbivorlarda (*Chaetocnema pulicaria*, *Popillia japonica*, *Diabrotica undecimpunctata howardi*) önemli miktarda *Cry1Ab* endotoksininin bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca aynı alandan toplanan predatör böceklerde de (Coccinellidae, Nabidae ve Araneae) önemli miktarda *Cry1Ab* endotoksininin bulunması, toksinin besin zincirinde yüksek basamaklara doğru hareket ettiğini göstermiştir. Bu üç takıma ait predatörlerin her bir gram taze vücut ağırlığı başına 0.5 ng *Cry1Ab* olan eşğin üzerinde *Cry1Ab* endotoksin içerdiklerini bulmuşlardır. *Cry1Ab* endotoksinini içeren avlar uzun süre tüketilirse, doğal düşmanların etkinliğinde azalmalar görüldüğü belirlenmiştir.

Bacillus thuringiensis'li ve Bt'li olmayan ürünlerin bulunduğu tarlalarda doğal düşman popülasyonu genellikle birbirinden önemli derecede farklı olmamak-

tadır. Farklı olduğu durumlarda ise genellikle Bt'li tarlalarda doğal düşman popülasyonu Bt'li olmayanlardan daha fazla olmaktadır. Bu farklılık ise Bt'li arazilerde Bt'li olmayanlara göre daha az insektisit uygulamasıyla ilişkilidir (Head et al., 2005). Wisconsin'de, 5 farklı patates tarlasında 4 yıl süreyle yürütülen bir çalışmada, Bt'li patates tarlalarına göre geleneksel yetiştiriciliğin yapıldığı ve insektisit uygulanan patates tarlalarında predatör popülasyonunun ortalama % 63.8 oranında, parazitoit popülasyonunun da % 58.4 oranında daha düşük olduğu belirlenmiştir (NRC, 2000).

Lektin geninin aktarımı ile geliştirilen transgenik patateslerde, *Myzus persicae* ve *Aphidius colemani* ile yapılan bir çalışmada gen değişikliğinin, hem aphidin doğurganlığı, hayatta kalması ve popülasyon gelişimine, hem de zararlı ile bulaşık olan ve olmayan bitkiler üzerindeki doğal düşman koloni davranışına olumsuz bir etkisi bulunmamıştır (Hagvar and Aasen, 2004). *Bacillus thuringiensis*'li mısırdaki beslenen *O. nubilalis*'in, predatör *Chrysoperla carnea*'ya etkisinin araştırıldığı bir denemede, Bt'li mısır üzerindeki *O. nubilalis* larvalarıyla beslenen *C. carnea* larvalarındaki ölüm oranının, Bt'li olmayan mısırdaki ölümlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Stewart, 2004). Chen et al. (2008), *Cry1C* proteinine karşı dayanıklı *Plutella xylostella* ırkı ve önemli bir parazitoiti olan *Diadegma insulare* ile yaptıkları çalışmada, dayanıklı *P. xylostella* ırkı Bt'li bitki üzerinde beslenmiş daha sonra *D. insulare* tarafından parazitlenmiştir. Parazitoit konukçu içerisindeki *Cry1C* proteinine maruz kalmış fakat bundan zarar görmemiştir.

Predatörler arasında *C. carnea*'nın diğer predatörlere göre genetiği değiştirilmiş bitkilere karşı daha hassas olduğu gözlenmiştir (Head, 2005; Lövei et al., 2009). *Cry1Ab* toksini üreten Bt'li mısırın *C. carnea* larvasına olan etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada, farklı avları mısır yaprağı üzerinde beslemişler ve bunları ilk dönem *C. carnea* larvalarına yedirmişlerdir. *Chrysoperla carnea* larvaları *Rhopalosiphum padi* ve *Tetranychus urticae* ile beslendiklerinde az miktarda ölüm meydana gelmiştir. *Cry1Ab* toksinine hassas olmayan fakat fazla miktarda aktif Bt toksini içeren *Tetranychus urticae* ile beslenen larvalar bundan olumsuz olarak etkilenmemişlerdir. *Bacillus thuringiensis*'li mısır ve kontrol arasındaki fark da önemli bulunmamıştır. Ancak larvalar *Spodoptera littoralis* ile beslendiklerinde ise Bt'li mısırdaki ölüm oranı daha yüksek çıkmıştır (Ferry and Gatehouse, 2009). Ayrıca Bt'li mısırdaki

beslenen konukçularda beslenen larvalar gelişmelerini daha uzun sürede tamamlamışlardır. Bu sonuçlardan, *C. carnea* larvalarının doğrudan Bt toksininden ziyade, Bt'li mısırdaki beslenen *S. littoralis* larvalarının besleme kalitesinin düşmesinden etkilendiği sonucuna varılmıştır (Romeis et al., 2008).

Bacillus thuringiensis'li bitkilerin sınırlı sayıda parazitoid ve predatöre olan etkisi incelenmiş olmasına rağmen 2 genel sonuç belirlenmiştir; ilk olarak, Bt'li bitkilerde bulunan toksinlerin predatörlere ve parazitoidlere doğrudan toksik etkilerinin olmadığı belirlenmiştir (Head, 2005; Romeis et al., 2006; Ferry and Gatehouse, 2009). İkincisi ise, doğal düşmanlara olumsuz etki sadece toksine hassas konukçu/av üzerinde beslenildiğinde görülmüştür (Romeis et al., 2006).

SONUÇ

Dünya nüfusunun 2050 yılında şu andaki 7 milyardan 9.2 milyara çıkması beklenmektedir. Bu yıla kadar gıda üretiminin iki katına çıkarılması ve bunun yaklaşık olarak aynı ekilebilir alanda, daha az kaynak özellikle fosil yakıt, su ve azot kullanılarak yapılması gerekmektedir. Klasik ıslah yöntemleriyle elde edilebilecek biyolojik verim artışının da artık sınırlarına geldiği düşünüldüğünde, bitki ve hayvan ıslah çalışmalarında gen aktarım teknolojisinin kullanılması kaçınılmaz görünmektedir. Tarımsal üretimi artırmak için yapılan diğer uygulamalarda olduğu gibi, transgenik bitkilerin kullanılması sonucu oluşabilecek bazı risklerin olması kaçınılmazdır. Ancak bu risklerinin politik ve ekonomik kaygılardan uzak tutularak bilimsel temellere oturtulması gerekmektedir. Şu an için genetiği değiştirilmiş ürünlerin çevresel etkileriyle ilgili bilgilerin yetersiz olması sebebiyle tam bir risk belirlemesi yapmak oldukça güçtür. Ayrıca doğruluğu kanıtlanmamış ve yeterli gözlem yapılmadan elde edilmiş bilgilere dayanarak bu bitkilerin çevreye olan olumlu etkilerini göz ardı etmemiz gerekmektedir. Transgenik bitkilerle ilgili devam eden çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen henüz yeterli sayıya ulaşılmadığından yararları veya zararları konusunda kesin bir yargıya varmanın şu an için mümkün olmadığı düşünülmektedir. Transgenik bitkilerin bazı potansiyel riskleri olmasına rağmen, sağladığı birçok avantaj göz önünde bulundurularak, konuyla ilgili daha kapsamlı, tarafsız, kaliteli ve uygulamalı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ali, S., Zafar, Y., Xianyin, Z., Ali, G. M., Jumin, T., 2008. Transgenic crops: Current challenges and future perspectives. *African Journal of Biotechnology*, 7(25): 4667-4676.
- Ammann, K., 2005. Effects of biotechnology on biodiversity: Herbicide-tolerant and insect-resistant GM Crops. *Trends in Biotechnology*, 23(8): 388-394.
- Anonymous, 2006. Ecological impacts of genetically modified crops. *Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, Zurich*.
- Anonymous, 2008. Who benefits from GM crops? The rise in pesticide use. *Friends of the Earth International* 112.
- Anonymous, 2009a. Genetiği değiştirilmiş organizmalara (GDO) dair yönetmelikle ilgili basın açıklaması. http://www.tarim.gov.tr/Duyurular,haber_Detayli_Gosterim.html?NewsID=607 (Erişim tarihi: 01.05.2010).
- Anonymous, 2009b. Focus on environmental impacts- Biotech crops-evidence, Outcomes and Impacts 1996-2007. <http://www.pgeconomics.co.uk/pdf/focusonenvimpacts2009.pdf> (Erişim tarihi: 26.04.2010).
- Anonymous, 2010a. Agro-biotechnology: New plant pest caused by genetically engineered corn. *Testbiotech Institute for Independent Impact Assessment in Biotechnology, München, Germany*.
- Anonymous, 2010b. Biyogüvenlik Kanunu. *Resmî Gazete, Sayı: 27533*.
- Anonymous, 2010c. Who benefits from GM crops? *Friends of the Earth International*. http://www.foeurope.org/GMOs/Who_Benefits/who_benefits_full_report_2010.pdf (Erişim tarihi: 25.04.2010).
- Bates, S.L., Zhao, J.Z., Roush, R.T., Shelton, A.M., 2005. Insect Resistance Management in GM Crops: Past, Present and Future. *Nature Biotechnology*, 23(1): 57-62.
- Batie, S.S., 2003. The environmental impacts of genetically modified plants: Challenges to decision making. *American Journal of Agricultural Economics*, 85(5): 1107-1111.
- Benbrook, C., 2001. Do Gm crops mean less pesticide use? *Pesticide Outlook, The Royal Society of Chemistry*, 204-207.
- Cannon, R.J.C., 2000. Bt transgenic crops: Risks and benefits. *Integrated Pest Management Reviews*, 5: 151-173.
- Catangui, M.A., Berg, R.K., 2006. Western Bean Cutworm, *Striacosta albicosta* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), as a potential pest of transgenic Cry1Ab *Bacillus thuringiensis* Corn Hybrids in South Dakota. *Environmental Entomology*, 35(5): 1439-1452.
- Chen, M., Zhao, J.Z., Collins, H.L., Earle, E.D., Cao, J., Shelton, A.M., 2008. A critical assessment of the effects of bt transgenic plants on parasitoids. *PLoS ONE*, 3(5): 1-7.
- Christou, P., Capell, T., Kohli, A., Gatehouse, J.A., Gatehouse, A.M.R., 2006. Recent developments and future prospects in insect pest control in transgenic crops. *TRENDS in Plant Science*, 11(6): 302-308.
- Conner, A.J., Glare, T.R., Nap, J.P., 2003. The release of genetically modified crops into the environment. *The Plant Journal*, 33: 19-46.
- Çelik, V., Balık, D.T., 2007. Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO). *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(1-2): 13-23.
- Demir, A., Seyis, F., Kurt, O., 2006. Genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar: I. Bitkiler. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2): 249-260.

- Eichenseer, H., Strohbahn, R., Burks, J.C., 2008. Frequency and severity of Western Bean Cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) ear damage in transgenic corn hybrids expressing different *Bacillus thuringiensis* cry toxins. *Journal of Economic Entomology*, 101(2): 555-563.
- Ferry, N., Gatehouse, A.M.R., 2009. Environmental impact of genetically modified crops. UK.
- Fontes, E.M.G., Pires, C.S.S., Sujii, E.R., Panizzi, A.R., 2002. The environmental effects of genetically modified crops resistant to insects. *Neotropical Entomology*, 31(4): 497-513.
- Glare, T.R., O'Callaghan, M., Malone, L.A., Burgess, E.P.J., 2001. Summary of current scientific awareness of the effect of genetically modified organisms on the natural environment. Report for The Ministry of Agriculture and Forestry, AgResearch.
- Hagvar, E., Aasen, S., 2004. Possible effects of genetically modified plants on insects in the plant food web. *Latvijas Entomologs*, 41: 111-117.
- Harwood, J.D., Wallin, W.G., Obrycki, J.J., 2005. Uptake of Bt endotoxins by nontarget herbivores and higher order arthropod predators: molecular evidence from a transgenic corn agroecosystem. *Molecular Ecology*, 14: 2815-2823.
- Head, G., Moar, W., Eubanks, M., Freeman, B., Ruberson, J., Haggerty, A., Turnipseed, S., 2005. A multiyear, large-scale comparison of arthropod populations on commercially managed Bt and non-Bt cotton fields. *Environ. Entomology*, 34(5): 1257-1266.
- Head, G., 2005. Assessing the influence of Bt crops on natural enemies. Second International Symposium on Biological Control of Arthropods, Davos, Switzerland, 12-16 September.
- Hilbeck, A., 2001. Implications of transgenic, insecticidal plants for insect and plant biodiversity. *Urban & Fischer Verlag*, 4(1): 43-61.
- James, C., 2010. Global status of commercialized biotech/GM crops: 2010, ISAAA Brief 42: Executive Summary. <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executive-summary/pdf/Brief%2042%20-20Executive%20Summary%20-%20English.pdf> (Erişim tarihi: 25.01.2012).
- James, C., 2010. 2009 yılında üretilen transgenik ürünlerin (GDO) global durumunun özeti. ISAAA Özet41. <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/41/highlights/pdf/Brief%2041%20-%20Highlights%20-%20Turkish.pdf> (Erişim tarihi: 05.05.2010).
- James, C., 2010. Pazara sunulan Biyoteknoloji/GDO Ürünlerin Global Durumu: 2010. <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/highlights/pdf/Brief%2042%20-%20Highlights%20-%20Turkish.pdf> (Erişim tarihi: 25.01.2012).
- Kaynar, P., 2010. Genetik olarak değiştirilmiş organizmalar (GDO)'a genel bir bakış. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 66(4): 177-186.
- Lelley, T., Balázs, E., Tepfer, M., 2002. Ecological impact of GMO dissemination in Agro-Ecosystems. *Austria*, p. 218.
- Lövei, G.L., 2001. Ecological risks and benefits of transgenic plants. *New Zealand Plant Protection*, 54: 93-100.
- Lövei, G. L., Andow, D.A., Arpaia, S., 2009. Transgenic insecticidal crops and natural enemies: A detailed review of laboratory studies. *Environmental Entomology*, 38(2): 293-306
- MacIntosh, S. C., 2009. Managing the risk of insect resistance to transgenic insect control traits: Practical approaches in local environments. *Pest Management Science*, 65: 100-106.
- Men, X., Ge, F., Liu, X., Yardım, E.N., 2003. 25. Diversity of arthropod communities in transgenic Bt cotton and nontransgenic cotton agroecosystems. *Environmental Entomology*, 32(2): 270-275.
- Naranjo, S.E., Ellsworth, P.C., Chu, C.C., Henneberry, T.J., 2002. Conservation of predatory arthropods in cotton: role of action thresholds for *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*, 95(4): 682-691.
- Naranjo, S. E., 2009. Impacts of Bt crops on non-target invertebrates and insecticide use patterns. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 4(11): 1-23.
- National Research Council. 2000. Genetically modified pest-protected plants: Science and Regulation, Washington, D.C.
- Özcan, S., Gürel, E., Babaoğlu, M., 2001. *Bitki Biyoteknolojisi II*. s. 456.
- Phipps, R.H., Park, J.R., 2002. Environmental benefits of genetically modified crops: Global and European perspectives on their ability to reduce pesticide use. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 11: 1-18.
- Reed, G.L., Jensen, A.S., Riebe J., Head, G., Duan, J.J., 2001. Transgenic Bt potato and conventional insecticides for Colorado potato beetle management: Comparative efficacy and non-target impacts. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 100: 89-100.
- Romeis, J., Meissle, M., Bigler, F., 2006. Transgenic crops expressing *Bacillus thuringiensis* toxins and biological control. *Nature Biotechnology*, 24(1): 63-71.
- Romeis, J., Shelton, A.M., Kennedy, G.G., 2008. Integration of insect-resistant genetically modified crops within IPM programs. USA
- Sayyed, A.H., Cerda, H., Wright, D.J., 2003. Could Bt transgenic crops have nutritionally favourable effects on resistant insects?. *Ecology Letters*, 6: 167-169.
- Schuler, T.H., Poppy, G.M., Kerry, B.R., Denholm, I., 1999. Potential side effects of insect-resistant transgenic plants on arthropod natural enemies. *TIBTECH*, 17: 210-216.
- Stewart, C.N., 2004. Genetically modified plant, environmental impacts of genetically engineered plants. New York,
- Tabashnik, B.E., Gassmann, A J., Crowder, D.W., Carrière, Y., 2008. Insect resistance to Bt crops: Evidence versus theory. *Nature Biotechnology*, 26(2): 199-202.

Hacıosman Tabiat Koruma Alanı (Samsun/Türkiye) Subasar Ormanı'nda Relikt Bir Tür Olan Dişbudak Yapraklı Kanathlı Ceviz (*Pterocarya fraxinifolia* (Poiret) Spach)'in Gelişme ve Senesens Dönemindeki N:P Oranı

Burak SÜRME¹ Ahmet DOĞAN² Hamdi Güray KUTBAY² Erkan YALÇIN²

ÖZET: Bu çalışmada, relik bir tür olan *Pterocarya fraxinifolia* (Poiret) Spach'nın gelişme ve senesens dönemindeki yaprak besin element içeriği araştırılmıştır. *Pterocarya fraxinifolia* (Poiret) Spach ülkemiz subasar ormanlarından sadece Hacı Osman Subasar Ormanı'nda yerel olarak bulunmaktadır. Bu nedenle ekosistem özellikleri bakımından ayrı bir öneme sahip olan subasar ormanlarda, relik bir bitki türünün senesens ve gelişme dönemindeki yaprak N:P oranının incelenmesi, bu tür hakkında daha fazla bilginin elde edilmesini sağlayacaktır. Bu türün Mayıs, Haziran, Temmuz ve Kasım aylarında yaprak N:P oranı 12.5'in altında, Ağustos ayında N:P oranı 14.7, Eylül ve Ekim aylarında ise N:P oranı 16'nın üzerinde bulunmuştur. Ayrıca yaprak ve toprak N:P oranları karşılaştırılmış, yaprak besin elementi içeriği ile toprak besin elementleri birlikte değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Relikt, N:P oranı, Subasar orman, gelişme, Senesens

N:P Ratio in Development and Senescence Period of Caucasian Wingnut (*Pterocarya fraxinifolia* (Poiret) Spach) Which is a Relict Species in Swamps Forest of Hacı Osman Nature Protection Area (Samsun/Turkey)

ABSTRACT: In this study foliar nutrient concentration of relict species "*Pterocarya fraxinifolia* (Poiret) Spach" have been investigated throughout senescence and development season. *Pterocarya fraxinifolia* (Poiret) Spach are occurring locally only at Hacı Osman swamp forest. Hacı Osman swamp forest are very important in terms of ecosystem properties. Senescence and development foliar N:P ratio investigation of a relict species, should provide further information about this species. Foliar N:P ratios on May, June, July and November below 12.5, August foliar N:P ratio 14.7 and September and October foliar N:P ratios above 16 are founded. Foliar and soil N:P ratios were compared and foliar nutrient contents were evaluated together with soil nutrient contents.

Keywords: Relict, N:P ratio, Swamp forest, devolepment, Senescence

¹ Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Kamil Özdağ Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Karaman, Türkiye

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Samsun, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Burak SÜRME, burakurmen@gmail.com

GİRİŞ

Bir bitki türünün yayılış alanının giderek daralmasıyla, belirli bir bölge veya bölgelerde bulunması halinde o bitki türüne relik bitki denir. Günümüzde Kafkasya, Batı İran, Kuzey Anadolu'da yayılış gösteren *Pterocarya* Kunth. cinsine ait taksonların buzul devri sonrasında kalma relik bir tür olduğu bilinmektedir (Kutbay ve Ok, 2000). Hyrcano-Euxine elementi olarak kabul edilen (Davis, 1982) *Pterocarya fraxinifolia* (Poirot) Spach ülkemizde Kocaeli, Adapazarı, Bolu-Akçakoca, Zonguldak, Samsun-Çarşamba, Mersin, Maraş ve Gaziantep dolaylarında doğal olarak yayılış göstermektedir.

Bu çalışmada bitki gelişimi üzerinde sınırlayıcı etkiye sahip olan N ve P besin elementleri ile relik bir tür olan *P. fraxinifolia* (Poirot) Spach bitkisinin N:P oranı araştırılmıştır. N elementi protein yapısına katılırken, P elementi ise hücresel enerji transferinde önemlidir ayrıca her iki element nükleik asitlerin yapısal elemanlarıdır. Karasal ekosistemlerde, son yıllarda artan atmosferik N birikimi, diğer elementlere oranla azotun kullanılabilirliğini arttırarak, önceleri N elementinin sınırlayıcı olduğu vejetasyonlarda P ve diğer elementlerin sınırlayıcı olmasına neden olmuştur (Falkengren-Grerup and Diekmann, 2003). Bu durum N:P oranlarının geniş bir değer aralığında ve hatta bazı bireysel ölçümlerde bu değer aralığının 1 ile 100 arasında değişmesine neden olmuştur (Hilde et al., 2004).

Bitki N:P oranları hesaplanarak N ve P elementleri tarafından kaynaklanan değişiklikler belirlenerek karşılaştırılabilir (Güsewell and Koerselman, 2002; Ventrink, 2003). Böylece N veya P elementlerinin sınırlayıcı etkileri belirlenip vejetasyon kompozisyonu, tür çeşitliliği ve bitki karakterlerindeki değişiklikler belirlenebilir (Roem and Berendse, 2000). Yaprak N:P oranı >16 ise komünite biyokütle üretiminde P elementi sınırlayıcı, N:P oranı <14 ise bitki gelişiminde N elementi sınırlayıcı, N:P oranı 12 ile 14 arasında ise N ve P elementleri birlikte sınırlayıcı olmaktadır (Aerts and Chapin, 2000). Doğal ortamlarda karasal bitkilerde ortalama N:P oranı ise 12 - 13 arasındadır (Güsewell and Koerselman, 2002; Elser et al., 2000; Knecht and Göransson, 2004).

Bu çalışma, Hacıosman Subasar Ormanı'nın sahip olduğu ekolojik özellikleri nedeniyle N elementinin sınırlayıcı olamayacağı düşünülmüştür. Bu nedenle bu çalışmada, özellikle gelişme ve senesens döneminde

hangi besin elementinin sınırlayıcı etkiye sahip olduğu araştırılmış, sonuçlar toprak N ve P element içeriğiyle beraber değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma alanı Samsun il sınırları içerisinde yer alır. Avrupa çapında sınırlı yayılışa sahip ve hızla ortadan kalkma tehlikesiyle karşı karşıya bulunan alüvyon orman ekosistemidir. Bu araştırma *P. fraxinifolia* (Poirot) Spach türü ile gerçekleştirilmiştir. Türe ait bireyler mikro çevresel varyasyonu önlemek amacıyla ≥ 2.5 m uzaklıktaki komşu ağaçlardan seçilmiştir (Boerner and Koslowsky, 1989). van Heerwaarden et al. (2003) yeşil ve senesense uğramış yaprakların önceden seçilip işaretleme önermiştir.

Türe ait beş birey tespit edilmiş ve etiketlenmiştir. Seçilen bireylerin sürgünlerinden Mayıs-Kasım ayları boyunca yaprak örnekleri alınmış ve örneklerin eşit büyüklükte, zarar görmemiş ve aynı sürgünden alınan yapraklar olmasına dikkat edilmiştir. Alınan yaprakların kuru ağırlıklarının hesaplanması için yapraklar, 70°C'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur.

Total N analiz yöntemi, yapraklarda bulunan organik ve serbest N'un amonyum iyonuna çevrilmesi prensibine dayanır. Total azotu miktarını belirlemek için kullanılan bu yöntem Kjeldahl metodu olarak adlandırılır. Fosfor analizi yönteminin prensibi ise yaş yakma yöntemi ile yakılmış bitki örneğinin Barton çözeltisi ile renklendirildikten sonra oluşan rengin indensitesinin standart seriye karşılık spektrofotometre de belirlenmesi esasına dayanır.

Toprak örnekleri ise hava kurusu haline getirildikten sonra 2 mm elekten geçirilerek analiz yapılmak üzere hazır hale getirilmiştir. Toprakta N analizi Dumas (Dumas, 1831) yönteminin temel alındığı Thermo Scientific FLASH 2000 Series - CHNS/O Analyzers cihazıyla yapılmıştır (Allen et al., 1986). Toprakta fosfor tayini ise Olsen ve arkadaşlarına göre yapılmıştır (Olsen et al., 1954).

Yaprak ve bitki örneklerine ait verilerin aylar arasındaki farklılığı, tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiş olup Tukey çoklu karşılaştırma testi ile beraber yorumlanmıştır. Gelişme ve senesens dönemi olarak seçilen aylardaki N:P oranları arasındaki ilişkiyi belirlemek için Pearson korelasyon testi kullanılmıştır. Bu istatistiksel analizler ve grafikler SPSS 17.0 (2008) paket programı ile gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

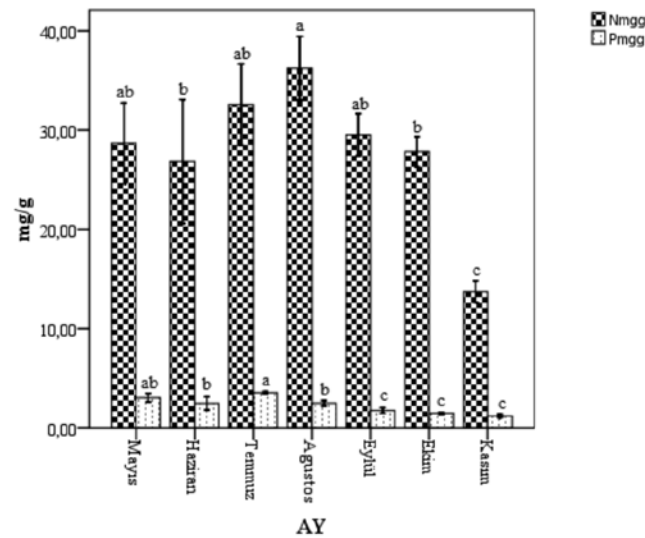
P. fraxinifolia (Poiret) Spach türünün N içeriği en düşük değere senesens dönemi olan Kasım ayında ulaşmışken en yüksek değere Ağustos ayında ulaşmıştır. P içeriği ise en yüksek değere Temmuz ayında ulaşmışken en düşük değere Kasım ayında ulaşmıştır. Yaprak N içeriğinin Ağustos ayına kadar kısmen artış gösterdiği Ağustos ayından sonra sürekli bir düşüş göstermektedir. Yaprak P içeriğinin ise Temmuz ayına kadar kısmen bir artış, Temmuz ayından sonra sürekli bir düşüş göstermektedir (Şekil 1).

Yaprak N ve P içeriği (mg g^{-1}) ve N:P oranının aylık değişimi tek yönlü varyans analizi ile değerlendirildiğinde bu parametrelerin önemli olduğu bulunmuştur. Yaprak N:P oranı Tukey HSD analizi ile incelendiğinde Mayıs, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarında sahip olduğu N:P oranı diğer ayların sahip olduğu N:P oranına göre farklı gruplanmışlardır. Eylül ve Ekim aylarındaki N:P oranı en yüksek değerlere sahip iken Mayıs ve Temmuz aylarındaki N:P oranı en düşük değere sahiptir (Çizelge 1).

Çizelge 1. *P. fraxinifolia*'nın yaprak parametrelerinin tek yönlü varyans analizi

	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önemlilik
N (mg g^{-1})	1477.909	6	246.318	18.700	0.000**
P (mg g^{-1})	21.070	6	3.512	30.789	0.000**
N:P oranı	408.462	6	68.077	14.551	0.000**

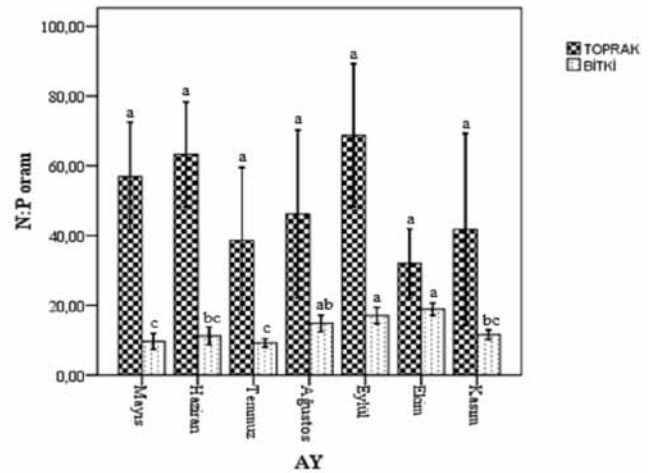
** $p > 0.01$



Şekil 1. *P. fraxinifolia*'nın aylık N ve P konsantrasyonu değişimi.

P. fraxinifolia (Poiret) Spach türü için olgun ve senesens dönemlerini belirlemek için hem tanımlayıcı istatistikler hem de Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi (HSD) kullanılmıştır. Tukey HSD sonuçlarından *P. fraxinifolia* (Poiret) Spach türü için senesens dönemi için Ekim ve Kasım, gelişme dönemi için Temmuz ve Ağustos ayları tercih edilmiştir. Bu aylarda N ve P içeriklerinin diğer aylara göre farklı olması ve her iki element için ortak aylar olması tercih edilmesinin nedenidir.

P. fraxinifolia türüne ve araştırma alanından alınan toprak örneklerine ait N:P oranlarına bakıldığında toprak değerlerinin bitki değerlerinden çok fazla olduğu görülmektedir. Bitki türüne ait en yüksek N:P oranında toprak N:P oranı en düşük değere sahiptir. Aylar arasındaki toprak N:P oranlarına bakıldığında aylar arasında farklılığın bitkiye göre çok daha fazla olduğu görülmektedir. Toprak N:P oranının en yüksek olduğu ay Temmuz, en düşük değere ise Ekim ayında sahiptir. Bitki türü için ise en yüksek Ekim en düşük değer ise Temmuz ayında bulunmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. *P. fraxinifolia* ve toprak örneklerinin aylık N:P oranları değişimi.

Çizelge 2. Toprak parametrelerinin tek yönlü varyans analizi

	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önemlilik
N (mg g ⁻¹)	36.160	6	6.027	6.135	0.000**
P (mg g ⁻¹)	0.048	6	0.008	1.244	0.316ÖD
N:P oranı	5493.220	6	915.537	2.008	0.100ÖD

**p>0.01; ÖD: önemli değil

Çizelge 3. Toprak ve bitki N:P oranları arasında Pearson Korelasyon testi sonuçları

Pearson K.K.	Toprak x Bitki N:P oranı					
	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım
	0.747	-0.816	0.963**	-0.199	0.180	0.110

**p<0.01; K.K. korelasyon katsayısı

Toprak N ve P içeriği ve N:P oranının aylık değişiminin önemli olup olmadığı tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiş olup, N içeriğinin önemli P içeriği ve N:P oranının ise önemli olmadığı bulunmuştur (Çizelge 2). Toprak parametrelerinin çoklu karşılaştırma testlerine bakıldığında Haziran ve Kasım aylarının N içeriğinin diğer aylara göre farklı olduğu, Fosfor ve azot içeriğinin aylar arasında farklı olmadığı bulunmuştur. Toprak ve bitki türünün aylık N:P oranları arasındaki ilişki Pearson Korelasyon Testi ile karşılaştırılmış, aylar arasında sadece Temmuz ayında p<0.01 düzeyinde pozitif bir ilişki bulunmuştur (Çizelge 3).

TARTIŞMA

Karasal ekosistemlerde son yıllarda artan atmosferik azotun birikimi azot elementinin kullanılabilirliğini arttırmıştır. Bunun yanı sıra gübre, kirlenici veya stres faktörleri özellikle N elementinin birikimi üzerine odaklanmıştır (Bobbink et al., 1998; Lee and Caporn, 1998). Topraktaki N elementi miktarını arttıran bu faktörler bitkinin N alımını doğrudan etkilemektedir. Bitkide N:P oranı 14'ten düşük ise N eksikliği, 16'dan büyük ise fosfor eksikliği bulunmaktadır (Han et al., 2005). *P. fraxinifolia* için Mayıs, Haziran, Temmuz ve Kasım ayları için N elementinin sınırlayıcı etkiye sahip olduğu, Eylül ve Ekim ayları için ise P elementinin sınırlayıcı olduğu görülmektedir. Ağustos ayında ise her iki elementin sınırlayıcı etkiye sahip olduğu görülmektedir.

P. fraxinifolia aylık N ve P değişimine bakıldığında N miktarının P miktarına göre çok yüksek değerle-

re sahip olduğu görülmektedir. Bu durum topraktaki N miktarının yüksek oluşundan, dolayısıyla N elementinin kullanılabilirliğinin yüksek olmasından kaynaklanabilir. *P. fraxinifolia*'nın N:P oranına bakıldığında sadece Eylül ve Ekim aylarında P elementinin sınırlayıcı olduğu görülse de N elementinin bitkideki yüksek oranları bitkinin N alımının yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durumun topraktaki N elementi miktarının yüksek oluşundan kaynaklandığı düşünülebilir.

Gelişme ayı olarak belirlenen Temmuz ve Ağustos aylarında N:P oranındaki farklılık topraktaki N ve P miktarının değişimiyle açıklanabilir. Ağustos ayında hem N hem de P miktarı Temmuz ayına göre önemli ölçüde düşmüş buna karşın topraktaki N:P oranı artmıştır. Temmuz ve Ağustos ayında *P. fraxinifolia*'nın N:P oranına bakıldığında görülen farklılığın topraktaki N ve P miktarının azalmasıyla açıklanabilir. Topraktaki bu azalmaya karşın bitkide N miktarının arttığı P miktarının azaldığı görülmektedir. Temmuz ayında N elementinin sınırlayıcı Ağustos ayında ise P elementinin sınırlayıcı olduğu söylenebilir. Çizelge 4'deki azot değerlerine bakıldığında araştırma alanının toprak N içeriğinin çok yüksek olduğu görülmektedir.

Topraktaki N ve P oranlarının değişimi istatistiksel olarak incelendiğinde ise P miktarının aylık değişiminin önemli olmadığı buna karşın N miktarındaki değişimin p<0.01 değerinde önemli olduğu görülmektedir. Bu durumda topraktaki N elementinin kullanılabilirliğinin yüksek olduğu, P elementinin ise daha düşük olduğu söylenebilir. Aynı şekilde bitkideki N, P miktarının aylık değişimine bakıldığında her ikisinin de p<0.01 değerinde önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Toprak verimliliği değerlendirmesinde kullanılan standart değerler (Lindsay and Norvell, 1978)

Besin Maddesi	Yeterlilik Düzeyleri				
	Çok az	Az	Yeterli	Fazla	Çok Fazla
N (%)	< 0.070	0.071-0.090	0.091-0.110	0.111-0.130	> 0.130
*P (mg kg ⁻¹)	< 6	6-14	14-26	26-38	> 38
**P (mg kg ⁻¹)	< 4	4-8	8-16	16-24	> 24

* Nötr ve alkanin reaksiyonlu topraklar, ** Asit reaksiyonlu topraklar

Karasal ekosistemlerde bitkilerin N:P oranı genellikle 12-13 değerlerinde olmaktadır (Güsewell and Koerselman, 2002; Elser et al., 2000; Knecht and Göransson, 2004). Araştırma alanında ise gelişme ve senesens aylarındaki oranlara bakıldığında bu aralıkta değerlere rastlanılmamaktadır. Bu durumun çalışma alanının kendine has ekolojik özelliklerinden kaynaklandığı söylenebilir. Subasar ormanlar diğer orman ekosistemlerinden farklı biyokimyasal süreçlere sahiptir (Calhoun, 1999). Bu da toprakta kullanılabilir fosforun azota göre daha düşük olmasına neden olabilir. N:P oranları mineral beslenme bakımından da oldukça önemlidir (Güsewell, 2004).

KAYNAKLAR

- Aerts, R., Chapin, F.S., 2000. The mineral nutrition of wild plants revisited: A re-evaluation of processes and patterns. *Advances of Ecological Research*, 30: 1-67.
- Allen, S.E., Grimshaw, H.M., Parkinson, J.A., Quarmby, C., Roberts, J.D., 1986. *Chemical analysis. Methods in Plant Ecology* (Editor: S.B. Chapman), Blackwell Science, Oxford, pp. 411-466.
- Bobbink, R., Hornung, M., Roelofs, J.G.M., 1998. The effects of air-borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural european vegetation. *Journal of Ecology*, 86: 717-738.
- Boerner, R.E.J., Koslowsky, S.D., 1989. Microsite variations in soil chemistry and nitrogen mineralization in a beech-maple forest. *Soil Biology & Biochemistry*, 21: 795-801.
- Calhoun, A.J.K., 1999. *Forest wetlands, in maintain biodiversity in forest ecosystems. Chapter 9, Cambridge University Press.*
- Davis, P.H., 1982. *Flora of Turkey and the East Aegean Island. Volume 7, Edinburgh.*
- Dumas, J.B.A., 1831. *Procedes de l'analyse organique. Annales de Chimie et de Physique*, 247: 198-213.
- Elser, J.J., Fagan, W.F., Denno, R.F., Dobberfuhl, D.R., Folarin, A., Huberty, A., Interland, S., Kilham, S.S., McCauley, E., Schulz, K.L., Siemann, E.H., Sterner, R.W., 2000. Nutritional constraints in terrestrial and freshwater food webs. *Nature*, 408: 578-580.
- Falkengren-Grerup, U., Diekmann, M., 2003. Use of a gradient of N-deposition to Calculate effect-related soil and vegetation measures in deciduous forests. *Forest Ecology and Management*, 180: 113-124.
- Güsewell, S., 2004. N:P ratios in terrestrial plants: variation and functional significance. *New Phytologist*, 164: 243-266.
- Güsewell, S., Koerselman, W., 2002. Variation in nitrogen and phosphorus concentrations of wetland plants. *Perspectives in Ecology, Evolution and Systematics*, 5: 37- 61.
- Han, W., Fang, J., Gao, D., Zhang Y, 2005. Leaf nitrogen and phosphorus stoichiometry across 753 terrestrial plant species in China. *New Phytologist*, 168: 377-385.
- Tomassen, H.B.M., Smolders, A.J.P., Lamers, L.P.M., Roelofs, J.G.M., 2004. Expansion of Invasive Species on Ombrotrophic Bogs: Desiccation or High N Deposition? *Journal of Applied Ecology*, 41:139-150.
- Knecht, M.F., Göransson, A., 2004. Terrestrial plants require nutrients in similar proportions. *Tree Physiology*, 24: 447-460.
- Kutbay, H.G., Ok, T., 2000. *Pterocarya fraxinifolia* (Poiret) Spach: Juglandaceae dişbudak yapraklı kanatlı ceviz. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 11(1): 91-96.
- Lee, J.A., Caporn, S.J.M., 1998. Ecological effects of atmospheric reactive nitrogen deposition on semi-natural terrestrial ecosystems. *New Phytologist*, 139: 127-134.
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of American Journal*, 42: 421-428.
- Olde Venterink, H., Wassen, M., Verkroost, A.W.M., de Ruiter, P.C., 2003. Species richness-productivity patterns differ between N-, P-, and K-limited wetlands. *Ecology*, 84: 2191-2199.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. In: *USDA Circular. USDA, Washington, DC*, p. 939.
- Roem, W.J., Berendse, F., 2000. Soil acidity and nutrient supply ratio as possible factors determining changes in plant species diversity in grassland and heathland communities. *Biological Conservation*, 92: 151-161.
- van Heerwaarden, L.M., Toet, S., Aerts, R., 2003. Current measures of nutrient resorption efficiency lead to a substantial underestimation of real resorption efficiency: facts and solutions. *Oikos*, 101: 664-669.

Karadut (*Morus nigra*) Katkılı Ekmeğin Antioksidan Aktivitesi ve Fenolik Kompozisyonu*

Raciye MERAL¹ İsmail Sait DOĞAN¹

ÖZET: Bu çalışmada, uzun yıllardan beri değişik şekillerde tüketilen karadut, ekmeğe eklenmiş ve karadutun ekmeğin toplam fenolik madde konsantrasyonu, antioksidan özellikleri ve fenolik kompozisyonu üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre, ekmeğe eklenen karadut ekmeğin toplam fenolik madde konsantrasyonunu arttırmıştır. Ekmeğe ilave edilen karadutun antioksidan aktivite üzerine olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Karadut ekmeğe ilave edildiği en düşük seviyede dahi serbest radikallerin inhibisyonunu sağlayarak ekmeğin fonksiyonelliğini arttırmıştır. HPLC analizleri sonucunda, karadut içeren ekmeğelerde gallik asit ve kateşin miktarının arttığı saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Antioksidan aktivite, ekmeğe, karadut, fenolik kompozisyon



Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Bread Including *Morus nigra*

ABSTRACT: In this study, *Morus nigra* that have been consumed in various forms for many years were added to bread formula and the effects of it on total phenolic content, antioxidant activity and phenolic composition of bread were investigated. According to the results obtained from the study *Morus nigra* increased the total phenolic content and antioxidant activity of the bread. *Morus nigra* was added to the bread increased the functionality of bread by increasing the inhibition of free radicals. As a result of HPLC analysis, it was determined that gallic acid and catechin amount increased in the bread. including *Morus nigra*.

Keywords: Antioxidant activity, bread, *Morus nigra*, phenolic composition

¹ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Van, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: İsmail Sait DOĞAN, isdogan@yyu.edu.tr

* Bu çalışma YYU-Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı Tarafından 2008-FBE-D015 nolu proje olarak desteklenmiştir

GİRİŞ

Dut bitkisi, *Urticales* takımının *Moraceae* ailesinin *Morus* cinsine dahildir. Dünyanın ılıman iklim bölgelerinde *Morus* cinsinin 100 kadar türü tanımlanmıştır. En çok rastlanan türler, *Morus alba* (Beyaz dut), *Morus nigra* (Karadut) ve *Morus rubra* (Mor dut)'dır (Elmacı ve Altuğ, 2002). Dut, farklı iklim ve toprak şartlarına adaptasyon kabiliyetinin yüksek olması nedeniyle, ılıman, tropik ve subtropik iklim bölgelerinde yetişebilen bir meyve türüdür. Birçok meyve türünde olduğu gibi Anadolu, dut meyvesinin de anavatanı ve en eski kültür alanlarından biridir. Ülkemizin çoğu tarım bölgelerinde yetiştirme koşulları çok uygun olduğundan yüksek kalitede dut meyvesi elde edilir (Güngör ve Şengül, 2008). Ülkemizde, 2 210 000 adet meyve veren dut ağacından 55 000 ton ürün elde edilmektedir. Ortadoğu (10 263 ton), Kuzeydoğu (10.134 ton), Orta kuzey (10 043 ton) ve Karadeniz (9 196 ton) dut üretiminin en fazla olduğu tarım bölgelerimizdir (Anonim, 2003).

Dut'un gerek bitkisi gerek meyvesi değişik alanlarda kullanılarak değerlendirilebilmektedir (Polat, 2004). Yapraklarından beden ve zihin gevşetici, rahatlatıcı etkiye sahip çaylar yapılan, meyvesinden de şarap, jöle, reçel, pekmez gibi çeşitli ürünlerin elde edildiği dut, halk arasında bağırsakları düzenlemek, ateşi ve kan basıncını düşürmek, ağız yaralarını tedavi etmek amacıyla kullanılmaktadır. Yüksek oranda antosiyanin içermesi nedeniyle kalp-damar hastalıklarını engellemekte, kansere karşı koruma sağlamaktadır. Dutun biyolojik ve farmakolojik özellikleri hakkında günümüzde çok az bilgiye sahip olunmasına karşın, içecek piyasasında dut ağacının yapraklarından elde edilen içeceklerin önemi artmaktadır (Bae and Suh, 2007).

Dut, şeker, organik asit ve antosiyanin pigmentlerince zengin bir meyvedir. Toplam antosiyanin içeriği 1229-2057 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ arasında değişmektedir. İçerdiği antosiyaninler nedeniyle meyve suyu, şurup ve şarap gibi gıdaların önemli bir bileşeni olarak kullanılmaktadır. Dut meyvesinin antidiabetik, antioksidatif ve antiinflamator etkilerinin olduğu bildirilmektedir. Bu biyolojik etkilere, içerdiği fenolik bileşikler özellikle antosiyaninler nedeniyle sahip olmaktadır. Antosiyanin pigmentlerinin dut meyvesinde oldukça önemli iki rolü vardır. Bunlardan birincisi son ürünün özelliklerini etkileyen ve ürünün duyuşsal özelliklerinin oluşmasında tamamlayıcı rol oynayan çeşitli formları içermesi, ikincisi sağlık üzerindeki etkileridir (Bae and Suh, 2007).

Modern tıpta dutun tek kullanımı karaduttan elde edilen şuruptur (Grieve, 2002). Karadut şurubu gargara olarak ağız ve boğaz hastalıklarına, özellikle de bebeklerde pamukçuklara karşı uygulanır. Karadut kök ve gövde kabukları idrar söktürücü ve tenya düşürücü olarak bilinir. Meyveleri iştah açar. Karadut yapraklarından, hafif kan şekerini düşürücü etkisi nedeniyle faydalanılır (Asımgil, 1997).

Bu çalışmada yüksek fenolik madde içeriğiyle antioksidan aktiviteye sahip olduğu bilinen karadut bitkisi ekmek yapımında kullanılarak fonksiyonel ekmek üretilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla karadut bitkisi kurutulduktan sonra üç farklı seviyede ekmek yapımında kullanılmıştır. Çalışmada, dut katkılı ekmeğin antioksidan özellikleri ve fenolik kompozisyonu ile kontrol grubu ekmeklerin antioksidan özellikleri ve fenolik kompozisyonu karşılaştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Hammadde Temini ve Hammaddenin Hazırlanması

Çalışmada kullanılan analitik safıktaki kimyasal maddeler Sigma–Aldrich (St. Louis.MO, ABD) ve Merck (Darmstadt, Almanya) firmasından, kullanılan Tip I ekmeklik un, Toprakcan Un sanayinden (Edremit-Van) temin edilmiştir. Karadut Ağustos ayı ortasında yerel bir üreticiden alınmıştır. Karadut 40°C'deki etüvde kurutulduktan sonra laboratuvar tipi çekiçli değirmen (Perten LM 120, İsveç) yardımıyla öğütülmüş ve partikül büyüklüğünün 0.5 mm' ye gelmesi sağlanmıştır.

Ekmek Yapımı

Kontrol ekmeklerinin yapımında Taşan (2008), tarafından belirtilen ve Çizelge 1' de verilen formülasyon kullanılmıştır.

Çizelge 1. Ekmek bileşimi

Bileşen	İlave seviyesi (%)
Un	100
Su	57
Tuz	1.5
Maya (İstant aktif)	1
Ekmek Katkısı	0.8

Ekmek yapımında kullanılan bütün katı bileşenler, optimum süre yoğrulmuş ve yoğurmayı takiben hamur, 30°C'de ve % 90 nisbi nem içeren fermentasyon kabini-nde 45 dk fermentasyona tabi tutulmuştur. Süre sonunda hamur 200 g ağırlıkta kesilerek 10 dk dinlendirilmiş ve şekil verme makinesinde (Şimşek Laborteknik, Ankara) AACC (10-10B)'ye göre fitil şekline getirilmiştir. Şekillendirilen hamurlar 14.29x7.94 cm boyutlarındaki hamur tavalara (Teksan Makine A.Ş. Bursa) yerleştirilerek ve 30 °C'de % 90 nisbi nem içeren fermentasyon kabini-nde ana fermentasyona tabi tutulmuştur. Fermentasyona, hamur yüksekliği tavanın 2 cm üstüne ulaşmaya kadar devam edilmiştir. Mayalanan hamurlar 218°C'de konveksiyonel fırında (Özkesoğlu, İstanbul) 21 dk süreyle pişirilmiştir. Ekmek yapımı sırasında hamur formülüne dahil edilen karadut, una % 1, 2 ve 3 seviyesinde ve yer değiştirme prensibine göre ilave edilmiştir. Ekmekler analiz edilmeden önce elektrikli bıçak (Arçelik K8210, İstanbul) kullanılarak 25 mm kalınlığında dilimlenmiş ve 35 °C'de kurutulmuştur. Kurutulmuş ekmekler çekiçli değirmenden geçirilerek analize alınmıştır.

Fenolik Bileşiklerin Ekstraksiyonu

Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda Yemiş ve ark. (2007), Tekeli ve Sezgin (2007) ve Iacopini et al. (2008) tarafından belirtilen yöntemler kombine edilerek kullanılmıştır.

Toplam Fenolik Madde Tayini (TFM)

Deney tüplerine 150 µL örnek ve 3 mL sodyum karbonat (% 2) konulmuş ve yaklaşık 2 dk sonra tüplere, ultra saf su ile 1:1 oranında seyreltilmiş Folin-Ciocalteu belirtecinden 150 µL eklenerek karıştırılmıştır. Bu karışım daha sonra karanlık bir yerde ve oda sıcaklığında 45 dk bekletilerek spektrofotometrede 765 nm'de (PG Instrument T80 UV/VIS Spectrophotometer, Wibtoft, İngiltere) okuma yapılmıştır. Toplam fenolik madde konsantrasyonu galik asit ile oluşturulan kalibrasyon grafiğinden hesaplanmış ve sonuçlar, galik asit eşdeğeri (GAE) olarak ifade edilmiştir (Bae and Suh, 2007).

Toplam Flavonoid İçeriğinin Belirlenmesi (TF)

Ekmek ekstraktlarından 1 mL alınarak deney tüpüne aktarılmış ardından 1 mL % 10' luk alüminyum

klorit (Metanol içinde) eklenerek hızlıca karıştırılmıştır. Karanlık ortamda 10 dk bekletilen örneklerin absorban- sı 510 nm'de okunmuş ve kuersetin standardı ile kar- şılaştırılmıştır. Flavonoid miktarı kuersetin eşdeğeri/g (KE) örnek cinsinden ifade edilmiştir (Ramamoorthy and Bono, 2007).

Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesinin (TEAK) Belirlenmesi

TEAK değerinin belirlenmesi için Kırca ve Özkan (2007) tarafından belirtilen yöntem kullanılmıştır. Antioksidan aktivite değeri µ mol Troloks eşdeğeri olarak ifade edilmiştir.

DPPH radikalini temizleme özelliği

Antioksidan madde içeren ekstraktlar beş farklı konsantrasyonda (100, 250, 500, 750 ve 1000 µL) bir deney tüpüne alınmış ve son hacim metanol ile 1 mL'ye tamamlanmıştır. Örnekler üzerine metanolde günlük olarak hazırlanan % 0.004 konsantrasyondaki 2, 2-difenilpikrilhidrazil (DPPH) çözeltisinden 3 mL eklenerek ve vorteks yardımıyla hızlıca karıştırılmıştır. Karış- tırmayı takiben deney tüpleri karanlık bir ortamda 30 dk inkübe edilmiş ve spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Her örneğin radikal temiz- leme özelliği aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmış ve örnek miktarlarına karşılık gelen % inhibisyon belir- lenmiştir (Brand-Williams et al., 1995).

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kontrol}}}$$

A_{kontrol} : DPPH çözeltisi ve metanol içeren numune- nin absorban- sı

$A_{\text{örnek}}$: DPPH çözeltisi ve örnek içeren numunenin absorban- sı

HPLC Analizi

Fenolik bileşiklerin HPLC ile ayrılmasında Rodriguez-Delgado et al. (2001) tarafından belirlenen yöntem kullanılmıştır. Kromatografik ayırım, Agilent 1100 (Agilent Tek, USA) HPLC sisteminde, Diode- Array dedektörü (DAD) (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, Amerika) ve 250x4.6 mm, 4 µm ODS kolon (HiChrom, Theale, PA, Amerika) kullanılarak ger-

çekleştirilmiştir. Mobil faz olarak çözücü A Metanol-asetik asit-su (10:2:88), Çözücü B Metanol-asetik asit-su (90:2:8) kullanılmış, akış hızı 1 mL dk⁻¹, enjeksiyon hacmi 20 µL olarak belirlenmiştir.

İstatistik Analiz

İstatistiksel analizler, StatGraphics Centrium 15.1 (StatGraphics, 2006) ve CoStat istatistik programları (CoHort, 2004) kullanılarak yapılmış ve çoklu karşılaştırma testi olarak Student-Newman Keuls (SNK) testi kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Karadut İlavesinin Ekmeğin TFM, TF Kon-santrasyonu ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Et-kileri: Çizelge 2’de kontrol grubu ekmekler ile karadut katkılı ekmeklerin TFM, TF ve TEAK değerleri sunulmuştur. Çizelge 2’nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, ekmeğin formülüne dahil edilen karadut TFM içeriğini önemli oranda arttırmıştır TFM içeriği 0.4-0.8 mg GAE 100 g⁻¹ olarak bulunmuştur. En yüksek fenolik madde % 3 karadut içeren ekmeklerde elde edilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarında kontrol grubu ekmeklerde de fenolik madde tespit edilmiştir. Bu fenolik maddeler buğdaydan ileri gelmektedir. Buğdayda da fenolik bileşiklerin bulunduğu ve bu bileşiklerin antioksidan aktivite gösterdiği ifade edilmektedir (Yu et al., 2004). Yapılan çok sayıda araştırma sonucunda fenolik bileşenlerin antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. TFM ile antioksidan özellikler arasında pozitif bir ilişki bulunduğundan, antioksidan aktivitenin belirlenmesinde gıda örneğinin içerdiği toplam fenolik maddenin miktarı da belirlenmektedir (Michalska et al., 2008).

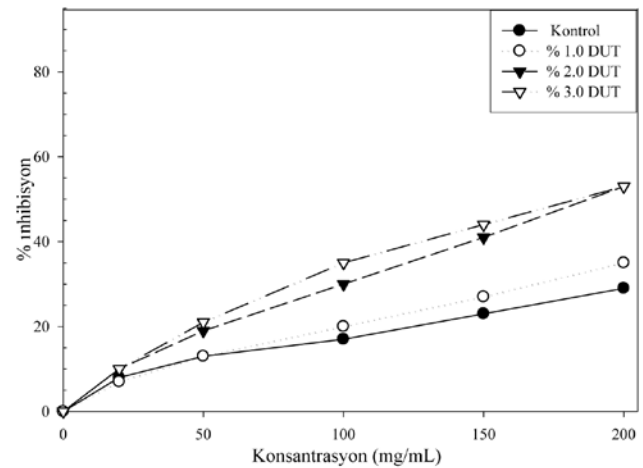
Ortalama±SS. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

TF içeriği 0.1-1.2 mg KE 100 g⁻¹ arasında değişmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre TF değeri 12

kat artış göstermiştir. Flavonoidler, fenolik bileşiklerin geniş bir grubunu oluşturmaktadır ve serbest radikal yakalayıcısı olmaları, enzim aktivitelerini düzenlemeleri, antibiyotik, antiallerjen, antidiyaretik, antiülser ve antiinflamatuar ilaç gibi hareket etmeleri nedeniyle araştırmacıların ilgisini çekmektedir (Rice-Evans et al., 1996). Santas et al. (2010), TF ile antioksidan aktivite arasında pozitif bir korelasyon bulunduğunu ifade etmektedirler.

Bu çalışmada antioksidan aktivite ölçümü TEAK yöntemi ve DPPH radikalini temizleme yöntemleriyle belirlenmiştir. Ekmeklerde TEAK değerlerinin 1.1-3.7 µmol Trolox arasında değiştiği saptanmıştır. Ekmeğe ilave edilen karadut, ekmeğin TEAK değerini önemli oranda arttırmıştır (P<0.05). Karadutun ilave seviyesinin artmasıyla TEAK değeri de artış göstermiştir.

Şekil 1’de dut katkılı ekmeklerin DPPH inhibisyon grafiği verilmiştir. Kontrol grubu ekmekler DPPH radikalini % 29 oranında inhibe ederken, karadut ilaveli ekmeklerde bu değer önemli bir artış göstermiştir. Karadut katkılı ekmeklerin DPPH inhibisyon yüzdesi sırasıyla % 35, 53 ve 54 olmuştur. Karadut ilavesiyle DPPH inhibisyonu % 17 ve % 46 oranında artış göstermiştir.



Şekil 1. Dut katkılı ekmeklerin metanol ekstraktlarının, farklı konsantrasyonlarının DPPH radikalini inhibe etme oranı.

Çizelge 2. Karadut katkılı ekmeklerin TFM, TF ve TEAK değerleri

İlave seviyesi (%)	TFM (mg GAE.100 g ⁻¹)*	TF (mg KE. 100 g ⁻¹)	TEAK (µ mol Trolox)
0	0.4±0.14 ^c	0.1±0.05 ^d	1.1±0.21 ^c
1.0	0.6±0.14 ^b	0.8±0.03 ^c	3.2±0.04 ^b
2.0	0.7±0.51 ^a	0.9±0.00 ^b	3.3±0.01 ^a
3.0	0.8±0.32 ^a	1.2±0.04 ^a	3.7±0.50 ^a

Çizelge 3. Dut katkılı ekmeklerin fenolik madde profili (mg 100g⁻¹)

Örnek	Seviye (%)	Gallik asit	Kateşin	Pirokateuik asit	Rutin	Kuersetin
KON		0.08±0.0 ^c	14.3±1.0 ^c	Bulunamadı	Bulunamadı	Bulunamadı
Karadut	1.0	0.74±0.2 ^b	31.0±1.4 ^b	Bulunamadı	Bulunamadı	Bulunamadı
Karadut	2.0	1.07±0.1 ^b	31.0±0.2 ^b	0.26±0.0 ^b	1.47±0.0 ^b	2.90±0.3 ^a
Karadut	3.0	1.61±0.2 ^a	37.4±0.5 ^a	0.08±0.0 ^b	5.00±0.3 ^a	3.30±0.0 ^a

Antioksidan aktivite ölçümlerine göre karadut ekmeğın antioksidan aktivitesini önemli oranda arttırmıştır.

Dutun içerdiği antosiyaninler nedeniyle antioksidan özellik gösterdiği ifade edilmektedir. Yapılan bir çalışmada, dut ekstraktlarının linoleik asit sisteminde hızlı ve konsantrasyona bağlı aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Bae and Suh, 2007).

Karadut İlavesinin Ekmeğın Fenolik Profili Üzerine Etkisi: Karadut ilaveli ekmeklerin fenolik profili Çizelge 3’te sunulmuştur. Karadut ilavesiyle ekmeklerin gallik asit ve kateşin miktarı önemli oranda artış göstermiştir. Gallik asit miktarı 9 ile 23 kat, kateşin miktarı ise 2 kat artmış göstermiştir. Karadut içeren ekmeklerde, kontrol ekmeğında bulunmayan pirokateuik asit, rutin ve kuersetin de saptanmıştır. Isabelle et al. (2008), dut meyvesinde önemli miktarda klorojenik asit; Zhang et al. (2008), 14.66 µg g⁻¹ prokateuik asit, 24.72 µg g⁻¹ klorojenik asit, 111.38 µg g⁻¹ rutin ve 3.29 µg g⁻¹ kuersetin tespit etmişlerdir.

Ortalama±SS. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Kontrol ekmeğında 0.08 mg 100g⁻¹ gallik asit ile 14.3 mg 100g⁻¹ kateşin bulunmaktadır. Gallik asit miktarında karadut ilavesiyle 20 kat bir artış belirlenmiştir. Karadutta bulunan gallik asit, ekmeklerin fenolik profiline yansımıştır. Isıl işlemin gallik asit üzerine önemli bir etkisi olmadığı ve gallik asitin ısıl işlem sonucu serbest kalabildiği bu sonuçlardan çıkarılabilir. Ekmeklerdeki kateşin miktarı da kontrole kıyasla önemli artışlar göstermiştir. Kateşin miktarı kontrole kıyasla yaklaşık 3 kat artmıştır. Alvarez-Jubete et al. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada glutensiz ekmek yapımında kullanılan karabuğday tohumu, amarant tohumu ve kinoa tohumunda bulunan fenolik bileşiklerin ısıyla yıkıma uğradığı ancak bu ekmeklerde kontrole kıyasla antioksidan aktivitenin önemli oranda arttığı ifade edilmiştir. Peng et al. (2010), üzüm çekirdeğiyle hazırladıkları ekmeklerin antioksidan aktivitesinin kontrole kıyasla önemli oranda arttığını ancak bu ekmeklerde antioksidan aktivitenin üzüm çekirdeğinin standart solusyon-

larına kıyasla % 30 oranında azaldığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar bu sonucu, proantosiyandinlerle, protein veya nişastanın ısı teşvikli reaksiyon sonucu, deneyde kullanılan ekstraksiyon solventi ile ekstrakte edilemeyen bir takım büyük moleküllerin üretilmesi ve/veya ısının fenolik bileşenleri yıkıma uğratması şeklinde açıklamışlardır. Bu araştırmacılar, ekmeğın fenolik bileşimini incelememişlerdir.

Termal proses, gıdaların işlenmesi sırasında kullanılan en popüler yöntemlerden biridir. Isı muamelesi sırasında gıdanın depolama stabilitesi, duyuşal özellikleri, besinsel özellikleri gibi kalite özelliklerini değiştiren bir takım kompleks olaylar meydana gelir. Bazı gıda bileşenleri termal proses sırasında yıkıma uğrarken, ısıl işlem sonucu bazı bileşenler serbest hale geçebilmekte ve yeni bileşenler oluşabilmektedir. Bu bileşenler gıdanın özellikle renk ve tat gibi duyuşal özelliklerini değiştirebilirler. Gıdalara uygulanan ısıl işlem sonucunda antioksidan özelliklerin arttığı ifade edilmektedir (Peng et al., 2010). Ayrıca fenolik bileşiklerin depolama boyunca başka bileşiklere depolimerize ve hidrolize olabilecekleri de belirtilmektedir (Isabelle et al., 2008).

SONUÇ

Ekmek beslenmemizin önemli bir kısmını oluşturan temel besin maddelerinden biridir. Bu çalışmada ekmeğın fonksiyonel özelliklerini arttırmak amacıyla ekmeğın bileşimine antioksidan özelliğe sahip olduğu bilinen karadut, üç farklı seviyede eklenerek, karadutun ekmeğın antioksidan özellikleri ve fenolik profili üzerine etkisi araştırılmıştır.

Elde edilen sonuçlar, ekmeğe çeşitli doğal bileşenler eklenerek, ekmeğe fonksiyonel özellik kazandırabileceğini ve antioksidan özelliğe sahip doğal katkı maddeleri kullanılarak sağlık üzerinde olumlu etkilere sahip ekmeğın üretilebileceğini göstermiştir. Yapılan antioksidan aktivite ölçümlerinde, karadut ilavesiyle antioksidan aktivitenin arttırılabileceği gösterilmiştir ancak bu bileşenle üretilen ekmeklerin vücuda alındıktan son-

ra da antioksidan özellik gösterip gösteremeyeceği bilinmemektedir. Bu nedenle *in vivo* koşullarda da antioksidan aktivitenin belirlenmesi gerekmektedir.

Ekmeklerde fenolik profilinin karadut ilavesiyle değiştirilebileceği belirlenmiştir. Fenolik maddelerin kompleks yapıları nedeniyle, ısı işlemin fenolik bileşenleri olumlu ve/veya olumsuz bir şekilde etkilediğini kesin bir şekilde söylemek mümkün değildir. Ekstraksiyon solventi, ekstraksiyon metodu ve depolama koşulları gibi deneysel koşullar, metodolojideki farklılıklar, gıda üretim prosesi ve proses sırasında uygulanan çeşitli işlemler, farklı araştırmacılar tarafından yapılan araştırma sonuçlarının farklı olmasına neden olmaktadır. Bazı fenolik bileşenler, ısı işlem sonucunda inaktive olurken bazı fenolik bileşenler serbest hale geçebilmektedirler. Ayrıca fenolik bileşenlerin fonksiyonel gruplarında bulunan daha düşük molekül ağırlığına sahip fenolik bileşikler de ısı işlem sonucunda serbest kalabilmektedir. Bu nedenle, ekmeğin pişirme prosesinin fenolik bileşenler üzerine etkisini belirleyebilmek için daha fazla araştırma yapılmalı ve her bir işlemin, her fenolik bileşen üzerine etkisi açıkça ortaya konulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E.K., Gallagher, E., 2010. Polyphenol composition and *in vitro* antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food Chemistry*, 119: 770-778.
- Anonim, 2003. Tarımsal yapı (üretim, fiyat, değer) T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayın No:2758, Ankara.
- Asımgil, A., 1997. Şifalı bitkiler. Timaş Yayınları, İstanbul.
- Bae, S.H., Suh, H.J., 2007. Antioxidant activities of five different mulberry cultivars in Korea. *LWT Food Science and Technology*, 40: 955-962.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food Science and Technology*, 28(1): 25-30.
- CoHort, 2004. Costat useric guide. CoHort software, Monterey, CA.
- Elmaci, Y., Altug, T., 2002. Flavour evaluation of three black mulberry (*Morus nigra*) cultivars using GC/MS, chemical and sensory data. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 632-635.
- Grieve, M., 2002. Mulberry common. <http://botanical.com/botanical/mgmh/m/mul.com62>. (Erişim tarihi: 10.08.2009).
- Güngör, N., Sengül, M., 2008. Antioxidant activity, total phenolic content and selected physicochemical properties of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits. *International Journal of Food Properties*, 11: 44-52.
- Iacopini, P., Baldi, M., Storchi, P., Sebastiani, L., 2008. Catechin, epicatechin, quercetin, rutin and resveratrol in red grape: Content *in vitro* antioxidant activity and interactions. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21: 589-598.
- Isabelle, M., Lee, B.L., Ong, C.N., Liu, X., Huang, D., 2008. Peroxyl radical scavenging capacity, polyphenolics, and lipophilic antioxidant profiles of mulberry fruits cultivated in southern China. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 9410-9416.
- Kırca, A., Özkan, M., 2007. Değişik amaçlı bazı test ve analiz yöntemleri. *Gıda Analizleri* (Editör: Bekir Cemeroglu). Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 34, Ankara. 535.
- Michalska, A., Amigo-Benavent, M., Zielinski, H., Doloresdel Castillo, M., 2008. Effect of bread making on formation of Maillard reaction products contributing to the overall antioxidant activity of rye bread. *Journal of Cereal Science*, 48: 123-132.
- Peng, X., Ma, J., Cheng, K.W., Jiang, Y., Chen, F., Wang, M., 2010. The effects of grape seed extract fortification on the antioxidant activity and quality attributes of bread. *Food Chemistry*, 119: 49-53.
- Polat, A.A., 2004. Hatay'ın Antakya ilçesinde yetiştirilen bazı dut tiplerinin meyve özelliklerinin belirlenmesi. *Bahçe*, 33(1-2): 67-73.
- Rice-Evans, C., Miller, N.J., Paganga, G., 1996. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20: 933-956.
- Rodriguez-Delgado, M.A., Malovana, S., Perez, J.P., Borges, T., Garcia-Montelongo, F.J., 2001. Separation of phenolic compounds by high-performance liquid chromatography with absorbance and fluorimetric detection. *Journal of Chromatography*, 912: 249-257.
- Ramamoorthy, P. K., Bono, A. (2007). Antioxidant activity, total phenolic content and flavonoid content of Morinda citrifolia fruit extracts from various extraction processes. *Journal of Engineering Science and Technology*, 2: 70-80.
- Santas, J., Almajano, M. P., Carbo, R., 2010. Antimicrobial and antioxidant activity of crude onion (*Allium cepa*, L.) extracts. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 403-409.
- StatGraphics, 2006. StatGraphics Centrium Release 15.1. Warrenton, Virginia: Statpoint Inc.
- Taşan, B., 2008. Unların ekmeçlik kalitesinin belirlenmesinde otomatik ekmeç makinelerinin kullanımı. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış)*, Van.
- Tekeli, Y., Sezgin, M., 2007. Centaurea carduiformis (peygamber çiçeği)'in antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 2(2): 204-209.
- Yemiş, O., Bakkalbasi, E., Artık, N., 2008. Antioxidant activities of grape (*Vitis vinifera*) seed extracts obtained from different varieties grown in Turkey. *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 154-159.
- Yu, L., Haley, S., Perret, J., Haris, M., 2004. Comparison of wheat flours grown at different locations for their antioxidant properties. *Food Chemistry*, 86: 11-16.

Tesadüf Blokları Deneylerde Tam Gözlemle Kayıp Gözlemi Tahmin Ederek Nispi Etkinliğin Karşılaştırılması: Tarım Verilerinde Uygulaması

Şenol ÇELİK¹

ÖZET: Bu çalışmada, tesadüf blokları deneme tertibinde tam gözlemlenilen verilerle, 1 kayıp gözlemlenilen varsayılan verilerin iki yönlü varyans analizi (F testi) yapılmıştır. Araştırma verileri Isparta İlinin Eğirdir, Gönen, Gelendost, Yalvaç ve Şarkikaraağaç ilçelerinde üretilen golden, starking, granysmith elma çeşitlerindeki ağaç başına düşen elma verimleridir (kg). Elma verimleri arasında anlamlı farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılan analizle, her iki durumda da elma çeşitlerine göre anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Her bir kayıp gözlem tahmin edilmiştir. Kayıp gözlemlerin tahmininden oluşan verilerin analiz sonucundaki nispi etkinlik ile tam gözlemlenilen oluşan çalışmadaki nispi etkinlik değerleri karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Tesadüf blokları deneme tertibi, f testi, kayıp gözlemler, nispi etkinlik



The Comparison of Relative Efficiency by Estimating the Missing Observations with Full Observation in Experimental Arrangement of Randomized Complete Block: Agricultural Data to Application

ABSTRACT: In this study, two-way analysis of variance (F test) were performed a loss of data is supposed to be observed with fully observed data in experimental arrangement of randomized complete block. Research data are yield per apple tree (kg) of golden, starking and granysmith at a variety of apple produced in Isparta province and its districts (Eğirdir, Gönen, Gelendost, Yalvaç and Şarkikaraağaç). It was investigated whether there is a significant difference of apple yields. The analysis, in both cases determined to be a significant difference by type of apple. It was estimated for each missing observation. It was compared the relative activity values resulting data analysis missing observations, consisting of the data estimate with the relative activity values data is fully observed.

Keywords: Randomize block design, f test, missing observations, relative efficiency

¹ Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Bölümü, Ankara, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Şenol ÇELİK, senolcelik95@myinet.com

GİRİŞ

Bir deney için yeterli sayıda homojen materyal bulunmadığı hallerde materyalin, homojenliği bozan faktör veya faktörlere göre bloklara ayrılması ve etkileri araştırılacak denemelerin her blok içinde homojen sayılabilecek ünitelerin birinde denemesi gerekir. Böylece denemeler arası farklılıkta materyalin homojen olmasından ileri gelen hata azaltılmış olmaktadır. Ayrıca, bu tertipte bloklar arasındaki farklılığın ölçüsü olan kareler toplamı da hesaplanarak Genel Kareler Toplamından düşülmekte, deney hatasına kalan kareler toplamı da düşülmektedir (Düzgüneş ve ark., 1987).

Tesadüf blokları deney tertibi (iki yönlü varyans analizi), etkisi araştırılmak istenen faktör sayısı “bir” olduğunda kullanılır. Bu tertipte bloklama, deneysel hatanın azaltılması yoluyla deneyin hassaslığını artırır. Bazı deneylerde ekonomik, fiziksel veya çevresel nedenlerden dolayı yeteri kadar homojen deney birimi elde edilemediğinde bu yöntemi kullanmak zorunlu hale gelmiştir (Şenoğlu ve Acıtaş, 2010).

Deney sırasında beklenmedik durumlarda bazı bloklarda bazı gözlemler çeşitli sebeplerden dolayı kaybolabilir. Bu durumda kayıp gözlemler hesaplanarak tahmin edilebilir ve deneye devam edilmektedir.

Araştırmada gereğinden fazla tekrerrür yapılarak, fazla emek ve masraf olmaması için tesadüf blokları deney tertibinin tesadüf parselleri deney tertibine göre nispi etkinliği belirlenmelidir.

Tesadüf blokları deney tertibi çok yaygın olarak kullanılmakta ve özellikle tarım, hayvancılık, tıp, ekonomi, eğitim ve diğer alanlarda çok sayıda araştırmalar yapılmaya devam edilmektedir. Konu ile ilgili bazı çalışmalara aşağıda değinilmiştir.

Cochran and Cox (1957), çalışmalarında, tesadüf parselleri ve tesadüf blokları deneyi ile ilgili olarak iki deneyin duyarlılığını karşılaştırmak için, güven aralığı ve güç genişliği kavramları önerilmiştir. Nispi etkinliğin değerlendirilmesi, daha genel kurulum için büyük uygulanabilirliği olmasına rağmen, yaptıkları çalışmada ise bazı basitleştirilmiş varsayımlar ile birlikte iki muamele (deneme) etkileri arasındaki farkın karşılaştırılması durumunda sınırlıdır (Cochran and Cox, 1957). Morrison (1972) ve Vonesh (1983) duyarlılığı karşılaştırmak için, Scheffe'nin güven aralığının beklenen yarım kare genişliği şeklini kullanmıştır (Morrison, 1972; Vonesh, 1983). Jensen (1980, 1982) daha

karmaşık modeller için tekrarlanan ölçümlü tasarımlar bağlamında merkezi olmayan parametrelerin oranı ile asimptotik etkinlik karşılaştırmaları yapmıştır (Jensen, 1980; Jensen, 1982). Shieh ve Jan (2004) çalışmalarında, üç nispi ölçü içinden tesadüf blokları deneme tertibinde blok etkinliğini araştırmıştır. Bunlar, gözlenen anlamlılık düzeyi açısından (p değeri) değerlendirildiğinde, tesadüf blokları denemesinin nispi etkinlik olarak tesadüf parselleri denemesi ile karşılaştırılması, Scheffe'nin yarım kare şeklinde güven aralığı ve deneme etkilerinin tespit gücüdür. Çalışmanın belirgin özelliği, muamele (deneme) etkilerinin modellerde var olduğu göz önüne alındığında, nispi etkinlik ölçüsünün tahmini ve blok etkileri ile tepkileri arasındaki kısmi belirleme katsayısı ve ilişkisinde odaklanmasıdır. Önerilen nispi etkinlik ölçüsü ve nispi kesinlik arasındaki benzerlikler ve farklılıklar tesadüf blokları deneme tertibine uygun bloklama etkinlik ölçüsü seçiminde bazı bilgileri sağlamak için açıklanır. Bulguların netlik ve yararını arttırmak amacıyla hem sayısal hem de görsel şekillerle takviye sağlamaktadır (Shieh and Jan, 2004).

Çalışmanın amacı, tesadüf blokları deney tertibinde nispi etkinliği belirlemek, gözlem sayısı tam olan bir araştırma ile kayıp gözlem olduğu varsayıldığında hesaplanan tahmini gözlem değerlerine ait araştırmanın varyans analizi (F) testini ve nispi etkinliğin ölçüsünün araştırılmasıdır. Tesadüf blokları deney tertibinin nispi etkinliği ile ilgili yapılan literatür taraması sonucunda bu düşüncüyü konu edinen ulusal alanda başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışma, söz konusu düşünce açısından ulusal alanda öncü niteliğine sahiptir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırmanın materyali Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nin internet adresinde yer alan bitkisel üretim istatistikleri kısmında 2011 yılı Isparta ili Eğirdir, Gönen, Gelendost, Yalvaç ve Şarkikaraağaç ilçelerinde üretilen golden, starking, granysmith elma çeşitlerindeki ağaç başına düşen elma verimi (kg) değerleridir. Türkiye'de 2011 yılı verilerine göre toplam 2 680 075 ton elma üretilmiş, Isparta'da ise 609 929 ton elma üretilerek toplam üretimin % 22.76'sını oluşturmaktadır (TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri 2011). Bu nedenle Isparta ili elma üretimi yönünden önemli bir il durumundadır.

Çizelge 1. 2011 yılında ağaç başına düşen elma verimi (kg)

Deneme (Elma çeşidi)	Bloklar					Toplam
	1- Eğirdir	2-Gönen	3-Gelendost	4-Şarkikaraağaç	5-Yalvaç	
Golden	182	125	180	150	90	727
Starking	221	130	198	150	85	784
Gransmith	140	100	120	125	80	565
Toplam	543	355	498	425	255	2076

Çizelge 2. İki yönlü ANOVA tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı (KT)	Kareler Ortalaması (KO)	F testi
Denemeler	a-1	GAKT	GAKO	GAKO/HKO
Bloklar	b-1	BKT	BKO	
Hata	n-a-b+1	HKT	HTO	
Toplam	n-1	GKT		

Yöntem

Yetiştirildiği yerlere göre ağaç başına elma verimleri arasındaki farklılığın anlamlı olup olmadığı araştırıldığında tesadüf blokları tertibi kullanılır. Deney tertibi Çizelge 1’deki gibi düzenlenmiştir.

Çizelge 1’deki gibi 3 deneme ve 5 blok mevcuttur. Elma çeşitleri deneme yani muamele, elmanın yetiştirildiği ilçeler bloktur. Elma çeşitlerine göre verim arasındaki farklılık araştırıldığında tesadüf blokları tertibi yani iki yönlü varyans analizi kullanılır. İki yönlü varyans analizi “k” adet bağımsız gruptaki deneme sonuçlarının işlem ortalamalarının benzer olup olmadıklarını belirlemek için uygulanır (Özdamar, 1999).

Tesadüf blokları deneme tertibinde tam gözlem olduğunda lineer istatistiksel model,

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, a; \quad j = 1, 2, \dots, b \quad (1)$$

şeklinde elde edilir (Montgomery, 2001). Burada

y_{ij} : j’nci blokta, i’nci denemeye ait gözlem değerini,

μ : Genel ortalamayı,

α_i : i’nci deneme etkisini,

β_j : j’nci bloğun etkisini

ε_{ij} : hata terimlerini

gösterir.

Eşitlik 1 modeli sabit etkili modeldir, yani

$$\sum_{i=1}^a \alpha_i = 0 \quad \text{ve} \quad \sum_{j=1}^b \beta_j = 0$$

olduğu varsayılır. Bu yöntem ile kontrol edilecek hipotezler aşağıdaki gibidir. Denemeler için:

$$H_{01} : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_a$$

$$\text{Bloklar için:} \quad H_{02} : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_b$$

Varyans analizinde Eşitlik 1. modeli varsayılarak, gerekli F testleri yapılmıştır. ANOVA tablosunun genel hali Çizelge 2’de verilmiştir.

Burada,

GAKT: Denemeler arası kareler toplamı, GAKO: Denemeler arası kareler ortalaması

BKT: Bloklar arası kareler toplamı, BKO: Bloklar arası kareler ortalaması

HKT: Hata kareler toplamı, HKO: Hata kareler ortalaması

a: Deneme sayısı, b: Blok sayısı, n: Gözlem sayısıdır.

Kareler Toplamlarının eşitleri aşağıda verilmiştir.

$$GAKT = b \sum_{i=1}^a (\bar{y}_i - \bar{y}_{..})^2,$$

$$GAKO = \frac{GAKT}{a-1},$$

$$BKT = a \sum_{j=1}^b (\bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..})^2,$$

$$BKO = \frac{BKT}{b-1}$$

$$HKT = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (y_{ij} - \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{.j} + \bar{y}_{..})^2,$$

$$HKO = \frac{HKT}{n-a-b+1}$$

Eşitlik 1 modelinde bazı gözlemler çeşitli nedenlerden dolayı bilinmeyebilir veya kaybolabilir. Bu durumda, deneme etkilerinin veya blok etkilerinin toplamı sıfıra eşit olamaz. Bir başka ifadeyle,

$$\sum_{i=1}^a \alpha_i \neq 0 \text{ ve } \sum_{j=1}^b \beta_j \neq 0 \text{ dir.}$$

Bunun sonucunda genel kareler toplamı, deneme kareler toplamı, blok kareler toplamı ve hata kareler toplamı olarak bileşenlere ayrılamaz (Hicks and Turner, 1999).

Bu kayıp gözlemlerin tahmini

$$X = \frac{aT + bB - S}{(a-1)(b-1)} \quad (2)$$

Burada,

a: Deneme sayısı, b: Blok sayısı,

T: Eksik muamele (deneme) toplamı

B: Eksik blok toplamı

S: Genel toplam (Soysal ve Gürcan, 2000).

Bu tertipte nispi etkinlik ise,

$$NE = \frac{(b-1)BKO + b(a-1)HKO}{(ba-1)HKO} \quad (3)$$

formülü ile hesaplanır (Düzgüneş ve ark., 1987).

Deneme ortalamalarına ait standart hatanın her iki tertipte de aynı olması için

$$\frac{s_b^2}{b} = \frac{s_p^2}{n} \quad (4)$$

eşitliği olmalıdır. Burada,

s_p^2 : Tesadüf parselleri deney tertibindeki hata varyansı,

s_b^2 : Tesadüf blokları deney tertibindeki hata varyansıdır.

Eşitlik 3'teki ifade sadece rasgele argümanlar kullanılarak yeniden yazılarak (tesadüf parselleri deneyi ile tesadüf blokları deneyi karşılaştırıldığında)

$$NE = \alpha + (1 - \alpha)H \quad (5)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Burada,

$$\alpha = b(a-1)/(ba-1) \text{ ve } H = BKO/HKO$$

Eşitlik 5'te nispi etkinlik incelendiğinde eğer

$H < 1$ ise $NE < 1$

$H = 1$ ise $NE = 1$

$H > 1$ ise $NE > 1$

ortaya çıkmaktadır. Eşitlik 5 açıkça göstermektedir ki, yaygın olarak kullanılan nispi etkinlik ölçüsü (NE), H'nin bire-bir monoton fonksiyonudur. $NE > 1$ veya alternatif olarak $H > 1$ ise her deneme için aynı sayıda tekrür olduğunda tesadüf blokları deneyinin tesadüf parselleri deneyinden daha etkili olduğunu gösterir. Bir b bloklu tesadüf blokları deneyinde aynı etkinliği elde etmek için, tesadüf parselleri deneyi b.NE sayıda tekrür gerektirir (Kempthorne, 1952; Kempthorne, 1955).

BULGULAR

Elma çeşitlerine göre verimlilik arasındaki farklılık test edilmiştir ve varyans analizi tablosu Çizelge 3'teki gibi düzenlenmiştir.

Elma çeşitlerine göre verimlilik arasındaki fark % 5 anlam düzeyinde yani % 95 güvenle istatistik olarak önemli bulunmuştur. Bu deneyin nispi etkinliği ise Eşitlik 3'e göre 4.82 yani % 482 bulunmuştur. Bu sonuca göre deney aynı tekrürle aynı bloklarda tesadüf parselleri tertibinde yapılsaydı $100(4.82-1) = \% 382$ oranında düşük bir etkinlik elde edilirdi. Başka bir deyişle, Eşitlik 4'ten

$$n = b \frac{s_p^2}{s_b^2} = 5.(4.82) = 24.11$$

sonucu elde edilmiş olup deney tesadüf parselleri deney tertibinde yapılsaydı, tesadüf bloklarında 5 tekrürle (blokla) elde edilen standart hata, ancak 24.11 tekrür ile elde edilebilirdi. Kısaca aynı etkinliği elde

Çizelge 3. Elma çeşitlerine göre verimlilik ANOVA tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler toplam	sd	Kareler ortalaması	F	Anlamlılık (p<0.05)
Model	310006.267	7	44286.610	145.337	0.000
Bloklar	17524.267	4	4381.067	14.378	0.001
Denemeler	5163.600	2	2581.800	8.473	0.011
Hata	2437.733	8	304.717		
Toplam	312444.000	15			

sd: serbestlik derecesi

Çizelge 4. Varsayılan her bir kayıp gözlemin tahmini, F testi ve nispi etkinliği

Kayıp gözlem	Kayıp değer tahmini	Nispi Etkinlik	Tekerrür	F	p<0.05
182	193.250	5.180	26	9.008	0.009
221	180.500	6.020	30	9.961	0.007
140	169.250	6.550	33	7.655	0.014
125	125.625	4.820	24	8.488	0.011
130	142.625	4.860	24	9.605	0.007
100	86.750	5.120	26	10.000	0.007
180	166.875	4.820	24	8.530	0.010
198	172.500	5.170	26	8.249	0.011
120	158.625	7.690	38	8.283	0.011
90	93.750	4.740	24	8.588	0.010
85	119.500	5.200	26	14.625	0.002
80	41.750	8.300	42	17.622	0.001
150	147.500	4.820	24	8.428	0.011
150	168.875	5.220	26	10.510	0.006
125	108.625	5.070	25	10.513	0.006

etmek tesadüf parselleri deneme tertibinde en az 24.11 tekerrürlü olarak yürütülmesi gerekirdi. Bu da % 382 oranında yani 3.82 olup yaklaşık 4 kat fazla emek ve masraf yapılacağını gösterir. Dolayısıyla araştırmamın tesadüf blokları deneme tertibinde yürütülmesi isabetli bir karar olmuştur.

Araştırmamız tam gözlemlerle yürütülmüştür. Yani kayıp gözlem yoktur. 3 deneme (muamele) ve 5 blok (tekerrür) olmak üzere 15 gözlemlerle yürütülen bu araştırmada her defasında bir gözlemin kayıp olduğu varsayılarak diğer gözlemlerin tam olduğunda bu kayıp gözlem Eşitlik 2’de hesaplanarak tahmin edilmiştir. Tahmin edilen kayıp gözlem gerçek gözlem gibi düşünülerek Eşitlik 1’deki model ve Çizelge 2’deki analiz yapılarak F testi yapılmıştır. Eşitlik 3’ten formülden faydalanarak nispi etkinliği hesaplanmıştır. Bu işlemler her bir gözlem için ayrı ayrı olmak üzere 15 defa kayıp gözlemlerin tahmini hesaplaması ve istatistik analizi yapılmıştır. Burada F testleri SPSS paket programı yardımıyla yapılmıştır. Elde edilen bilgiler Çizelge

4’te sunulmuştur. Çizelge 4’de ifade edilen tekerrür, deneyin tesadüf parselleri deneme tertibinde yürütülmesi durumunda olması gereken tekerrür sayısıdır.

SONUÇ

Çizelge 4’te görüldüğü gibi varsayılan her bir kayıp gözlemin tahmini değerleri belirlendiğinde ve F testi yapıldığında denemeler arasında yani araştırmada incelenen elma çeşitlerine göre verimlilik arasındaki farklılık hepsinde anlamlı bulunmuştur (p<0.05). Tam gözlemlerle yapılan analizde de F testi Çizelge 3’te görüldüğü gibi anlamlı bulunmuştur. Her bir kayıp gözlem için hesaplanan tahmini değerlerle deneme yapıldığında nispi etkinlik değerleri farklı değerler almaktadır. Ancak bu farklılık olumlu yöndedir. Gerçek değerle tahmini değerlerin birbirine çok yakın olduğu değerlere göre yapılan F testi sonucundaki nispi etkinlik değerleri de birbirine çok yakın olmuştur. Ayrı ayrı hesaplanan her biri gerçekte hiç kayıp gözlem olmayan ancak kayıp gözlem

gibi düşünülen her bir gözlem değeri için hesaplanan nispi etkinlik değerleri de 1'den büyük olup oldukça yüksek çıkmıştır. Bunun sonucunda kayıp gözlem olsa bile tahmini değeri bulunduğu nispi etkinlik değeri yine yüksek çıkmaktadır. Hatta çoğu gözlemler için, tam gözlemlili denemedeki analiz sonucundaki nispi etkinlik değerinden daha yüksek değerler çıkmıştır. Ayrıca bu deney tesadüf parselleri deneme tertibinde düzenlenseydi daha fazla tekerrürle yapılacaktı. Çizelge 4'te görüldüğü gibi 5 tekerrür yerine çeşitli verilere göre en az 24-42 arasında değişen sayıda tekerrüre gerek kalacaktı. Bu nedenle daha fazla masraf, emek ve zaman gerektirmeden deney yürütülmüştür. Bu da yapılan deneyin isabetli ve anlamlı sonuçlar verdiğini göstermektedir. Araştırmada kayıp gözlem olsa bile tahmini değeri hesaplanarak gerçek gözlemlili araştırmaya göre F testi sonuçları ve nispi etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda denemeler arası anlamlılık değişmemiş olup ve nispi etkinlik değerleri genel olarak artmış olup, araştırma başarılı sonuçlar vermiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2011. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri, ww.tuik.gov.tr.
- Cochran, W.G., Cox, G.M., 1957. Experimental designs . John Wiley- Sons. New York, 32.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu O., Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve deneme metotları (İstatistik Metotları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1021. Ders Kitabı: 295. Ankara, 33.
- Hicks, C.R., Turner, K.V. 1999. fundamental concepts in the design of experiments. Oxford University Press, New York.
- Jensen, D.R., 1980. Efficiencies in multivariate paired experiments. Biometrical Journal, 22: 399-405.
- Jensen, D.R., 1982. Efficiency and robustness in the use of repeated measurements. Biometrics, 38: 813-825.
- Kempthorne, O., 1952. Design and analysis of experiments. John Wiley, New York.
- Kempthorne, O., 1955. Randomization theory of experimental inference. Journal of the American Statistical Association, 50: 946-967.
- Montgomery, D.C., 2001. Design and analysis and experiments. John Wiley-Sons, New York, pp. 141-142.
- Morrison, D.F., 1972. The analysis of a single sample of repeated measurements. Biometrics, 28: 55-71.
- Özdamar, K., 1999. Paket programlar ve istatistiksel veri analizi. Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Shieh, G., Jan, S., 2004. The effectiveness of randomized complete block design. Statistica Neerlandica, 58(1): 111-124.
- Şenoğlu, B., Acıtaş, Ş. 2010. İstatistiksel deney tasarımı. Sabit Etkili Modeller, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Soysal, M.İ., Gürcan, E.K., 2000. Araştırma deneme metotları çözümlü uygulama örnekleri. Tekirdağ.
- Vonsh, E.F., 1983. Efficiency of repeated measures designs versus completely randomized designs based on multiple comparisons. Communications in Statistics Theory and Methods, 12: 289-301.

Bitkisel ve Hayvansal Atık Yağlardan Üretilen Biyodizellerin Tek Silindirli Bir Dizel Motorda Yakıt Olarak Kullanılması

Rasim BEHÇET¹ Selman AYDIN² Abdulvahap ÇAKMAK³

ÖZET: Bu çalışmanın amacı, çevre ve insan sağlığı açısından zararlı olan atık yağlardan biyodizel üretmek ve bunu içten yanmalı bir motorda yakıt olarak kullanımını araştırmaktır. Bu amaca yönelik olarak dizel motor yakıtına alternatif olarak hamsi balık yağı ve atık kızartma yağından transesterifikasyon yöntemiyle balık yağı metil esteri (BYME) ve atık pişirme yağı metil esteri (APYME) üretilmiştir. Daha sonra metil esterler tek silindirli, dört zamanlı, direkt püskürtmeli ve hava soğutmalı bir dizel motorda yakıt olarak kullanılarak yakıtların motor performans ve egzoz emisyonları üzerindeki etkileri standart dizel yakıtı (D2) ile karşılaştırılarak incelenmiştir. Yakıtların test sonuçları birbirleri ile karşılaştırılmaları neticesinde elde edilen sonuçlar da dikkate alındığında, BYME ve APYME yakıtları egzoz emisyonları bakımından D2 yakıtına oranla daha iyi özellikler gösterdiği gözlenmiştir. BYME ve APYME'nin egzoz emisyonları (HC ve CO) dizel yakıtına göre daha düşük çıkması, yakıtların iyi yanma özellikleri ve çevre üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı atık yağ kaynaklı biyodizel yakıtlar dizel yakıtına alternatif olarak kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Çevre kirliliği, atık yağlar, biyodizel, dizel motor, egzoz emisyonları



Using As Fuel For A Single Cylinder Diesel Engine Of Biodiesels Produced From Vegetable and Animal Waste Oils

ABSTRACT: The purpose of this study, to produce biodiesel from waste oils which are harmful to the environment and human health, and this was to investigate the use of biodiesel as a fuel in internal combustion engines. For this purpose, anchovy fish oil methyl ester (FOME) and waste cooking oil methyl ester (WCOME) was produced by transesterification method from waste fish oil and waste cooking oil as an alternative to diesel engine fuel. Then, methyl esters have been used as fuel in a diesel engine of single-cylinder, four stroke, direct injection and air-cooled; and the effects of fuels on engine performance and exhaust emissions have been comparatively investigated with standard diesel fuel (D2). As a result of the test results obtained from the comparison of results with each other fuels are taken into account, in terms of exhaust emissions of FOME and WCOME fuels were demonstrated better properties than D2 fuel. Exhaust emissions of FOME and WCOME fuels (HC and CO) lower than the emergence of diesel fuel, fuel combustion characteristics of a good and positive effects on the environment taken into consideration, it was concluded that these fuels can be used as an alternative to diesel fuel.

Keywords: Environmental pollution, waste oils, biodiesel, diesel engine, exhaust emissions

¹ Batman Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Batman, Türkiye

² Hakkari Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Hakkari, Türkiye

³ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye

GİRİŞ

Fosil kökenli kaynakların gittikçe azalması ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı alternatif enerji kaynakları gündeme gelmiştir. Bu enerji kaynaklarından biri de içten yanmalı motorlarda dizel yakıtı alternatif olarak kullanılabilen biyodizeldir. Son zamanlarda farklı tür yağlar (bitkisel, hayvansal ve atık yağlar) ve yöntemler kullanılıp biyodizel üretilerek dizel motorlarda saf halde ve standart dizel yakıtı belirli oranlarda karıştırılmak suretiyle yakıt olarak kullanılmaktadır. Biyodizeli motorlarda yakıt olarak kullanmayı cazip hale getiren birçok sebep olmakla birlikte önemli sebepler; düşük maliyet, düşük egzoz emisyonları ve hammadenin temin edilebilme kolaylığıdır. Atık yağlar, bu özelliklere sahip hammaddelerdir. Biyodizel üretiminde kullanılan yağlı tohum bitkilerini yetiştirmek için ekim alanlarının sınırlı olması ve bitkisel yağların gıda amaçlı kullanılması atık yağların önemini arttırmıştır. Atık yağlar kendi arasında; bitkisel yağ kaynaklı atık pişirme yağları, hayvansal atık yağlar (balık atıkları, tavuk atıkları ile küçük ve büyük baş hayvanların kesilmesiyle yararlı olan etlerin alınmasından sonra geriye kalan atıklardan üretilen yağlar) ve atık sanayi yağları şeklinde üç kısma ayrılabilir. Türkiye’de her yıl milyonlarca ton farklı kaynaklı atık yağ oluşmaktadır. Bu yağların sadece küçük bir yüzdesi toplanarak sabun ve hayvansal yem üretiminde kullanılmaktadır ki bu ilgili kurum tarafından yasaklanmıştır ve kullanılmamalıdır. Geriye kalan kısmı çeşitli yollarla çevreye atılmaktadır (Utlu, 2007). Restaurant ve evsel atık yağlar, yağ asidi esterlerine dönüştürülmek suretiyle alternatif dizel yakıt olarak dizel motorlarında kullanımı hem insan sağlığı hem de çevresel açıdan önem arz etmektedir (Çanakçı ve Özsezen, 2005). Atık yağların çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak ve bu yağları yeniden değerlendirmek için en iyi yöntem, atık yağları biyodizele dönüştürerek içten yanmalı motorlarda yakıt olarak kullanmaktır. Atık yağları değerlendirmek ve bu yağları biyodizel yakıtı dönüştürmek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Phan and Phan (2008), ve Çetinkaya ve ark. (2005) otel ve restoranların mutfaklarından temin ettiği atık pişirme yağlarını biyodizele dönüştürerek tek silindirli bir dizel motorda yakıt olarak hem saf halde (B100) hemde dizel yakıtı ile belirli oranlarda karıştırarak (B20, B60) test etmiştir. Neticede dizel motorun hiçbir problem ile karşılaşmadan çalışabildiği ve B20 yakıtının motor performansı üzerinde herhangi bir aksaklığa sebep olmadığı ve dizel motorda da her-

hangi bir değişiklik yapılmasının doğrudan yakıt olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Utlu and Koçak (2008), atık kızartma yağı metil esteri (APYME) elde etmek için atık kızartma yağı (AKY) kullanmışlardır. Elde ettikleri yakıtın fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlendikten sonra APYME turboşarjlı, direkt enjeksiyonlu ve dört silindirli bir dizel motorda test edilmiştir. Elde edilen test sonuçları dizel yakıtı (D2) ile karşılaştırılmış ve egzoz emisyon değerlerinin (CO, CO₂, NO_x ve duman yoğunluğu) dizel yakıttan daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Özsezen ve Çanakçı (2009), hammadde olarak atık palmiye yağı ve kanola yağı kullanarak biyodizel üretmiş ve ürettikleri biyodizel yakıtları altı silindirli, doğal emişli, ve direkt püskürtmeli bir dizel motorda kullanmak suretiyle yakıtların performans, yanma ve püskürtme karakteristiklerini incelemişlerdir. Yapılan testlerde elde edilen sonuçlara göre dizel benzeri yakıtın özelliklerinin petrol kökenli dizel yakıtı benzer özellikler taşıdığı ve içten yanmalı motorlarda yakıt olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir. Tashtoush et al. (2004), tarafından yapılan çalışmada atık hayvansal yağı biyodizele dönüşümü için sıcaklık ve zaman arasındaki etkileşim incelenmiştir. Atık hayvansal yağın biyodizele dönüşümü için en uygun sıcaklık 50 °C ve en uygun zaman ise iki saat olarak tesbit edilmiştir. Gürü et al. (2010)’nın çalışması ise tavuk yağından elde ettikleri biyodizeli direkt enjeksiyonlu bir dizel motorunda yakıt olarak kullanılması ve yakıtın motor performansı ve egzoz emisyonları üzerindeki etkisi ile ilgilidir. Andersen and Weinbach (2010), Norveç’te biyodizel üretiminde kullanılabilecek atık hayvansal yağ ve atık balık yağı üzerine yaptıkları çalışmada ülkenin bu atıklar bakımından iyi bir konumda olduğunu belirterek bu atıklardan üretilen biyodizel yakıtın petrol tabanlı dizel yakıtın yerine kullanılması ile CO₂ emisyonlarında önemli miktarda azalma olacağını ifade etmişlerdir. Karışık deniz balığı türlerinin atıkları (deri, kuyruk, kemik vb gibi) kullanılarak Lin and Li (2009), tarafından balık yağı üretilmiştir. Üretilen balık yağı daha sonra transesterifikasyon yöntemiyle biyodizele dönüştürülmüştür. Ayrıca, hammadde olarak atık pişirme yağı da kullanılarak aynı yöntemle biyodizel üretilip biyodizellerin yakıt özelliklerinin analizleri yapılmıştır. Yakıtların emisyon değerlerini belirlemek için de üretilen biyoyakıtlar içten yanmalı bir motorda yakıt olarak kullanmış ve yakıtların egzoz emisyonları üzerindeki etkileri incelemişlerdir. Çalışmada atık pişirme yağı biyodizeli ile de-

niz balığı biyodizelin emisyon özelliklerinin (CO , O_2 , NO_x , duman koyuluğu, egzoz gazı sıcaklığı, özgül yakıt tüketimi vb.) standart dizel yakıt ile karşılaştırılması yapılmıştır.

Bu çalışmanın amacı Türkiye şartları için düşük maliyetli hammaddeler olan atık yağları (atık hamsi balık yağı ve atık kızartma yağı) yeniden değerlendirmek, yenilenebilir ve çevre dostu yakıtlar üretmek ve bu yakıtları bir dizel motorda test ederek yakıtların motor performansı ve egzoz emisyonları üzerindeki etkilerini araştırmaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

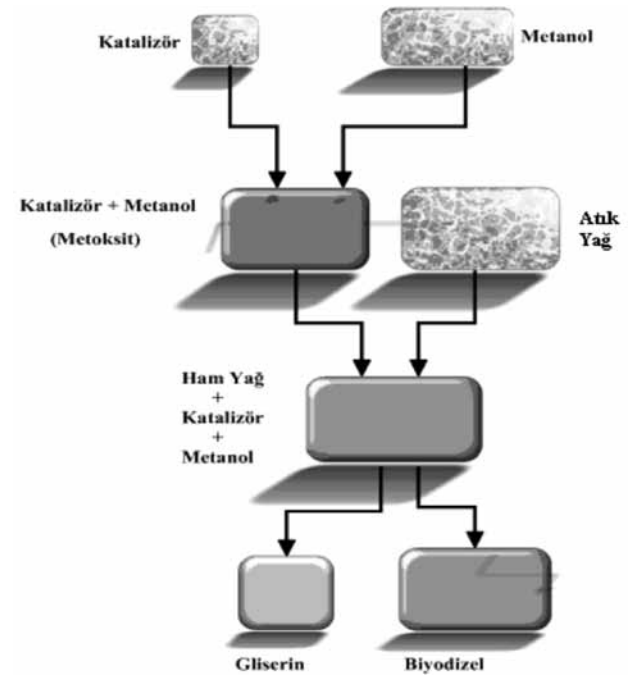
Türkiyedeki Atık Yağ Potansiyeli

Biyoyakıt elde etmek amacıyla bu çalışmada iki çeşit atık yağ kullanılmıştır. Bunlardan biri atık hamsi balık yağı diğeri ise pamuk yağı kaynaklı atık pişirme yağıdır. Türkiye'deki balık yağı, Türkiye'nin Karadeniz bölgesinde kurulmuş ve balık yemi elde etmek amacıyla, ihtiyaç fazlası balıklardan üretilen balık unu ve yağı fabrikalarında yan ürün olarak açığa çıkmaktadır. Türkiye'deki balık unu ve yağı fabrikaları, Karadeniz Bölgesinde hamsi balıkçılığı potansiyeline dayalı olarak kurulmuş ve sadece bu bölgede gelişmiştir. 1998 - 2008 yılları arasında Türkiye'de 3 231 244 ton hamsi avlanmış ve bu miktarın yaklaşık 1/3'ü kadarı (1 050 497 ton) balık unu fabrikalarında işlenmiş ve 108 577 m³ balık yağı elde edilmiştir (Behcet, 2011). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın resmi verilerine göre Türkiye'de yılda 1 700 000 ton bitkisel yağ kullanılmaktadır. Bu yağların 950 bin ton likit, 550 bin ton margarin, 200 bin ton civarında da yem, boya ve sabun sanayi ihtiyacı için kullanılmaktadır. Yağ rafinasyon prosesi sonucu ve elde edilen yağın tüketimi sonucu yaklaşık 350 bin ton bitkisel atık yağ oluştuğu tahmin edilmektedir. Atık yağların biyodizel üretiminde kullanılması çevreye ve insan sağlığına büyük zararları bulunan atıkların toplatılmasını ve geri dönüşümünü sağladığından son derece önemlidir.

Atık Yağlardan Biyodizel Üretimi

Atık yağların içten yanmalı motorlarda yakıt olarak kullanılabilmesi için ya yağların yakıt özelliklerinin iyileştirilmesi ya da motor yapısında değişikliklerin yapılması gerekir. Motor ayarında yapılacak değişiklik-

ler püskürtme basıncı ve zamanın değiştirilmesi ile sağlanır. Yakıt özelliklerinin iyileştirilmesi konusunda da yağların viskozitelerinin düşürülmesi önerilebilir (Çanakçı ve Özsezen, 2005; İlkılıç ve ark., 2011). Bu çalışmada yağların viskoziteleri azaltılması amacıyla kimyasal yöntem olarak transesterifikasyon metodu kullanılarak yağ asidi metil esteri (YAME) üretimi yapıldı. YAME üretilmesinde kullanılan atık yağlar, Batman'da tatlı imal eden işyerlerinden kullanım sonucu atık hale gelen pamuk yağı menşeli atık yağ ile Karadeniz bölgesinde işlev gören balık unu-yağı fabrikalarında yan ürün olarak ortaya çıkan atık hamsi balık yağıdır. Bu yağlar, işyerlerinden temin edildikten sonra filtrelenerek içerisinde bulunan yabancı maddeler temizlenmiş ve daha sonra YAME'in üretim işlemi şekil-1 de şematik olarak belirtildiği biçimde kademeli olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Biyodizel üretim aşamaları (Transesterifikasyon).

Atık yağlardan biyodizel üretim aşamaları şu şekilde gerçekleştirilmiştir: (1) Atık yağların içindeki suyun varlığı sabunlaşmaya, katalizörün tükenmesine ve katalizör etkinliğinin azalmasına neden olduğundan dolayı atık yağ ağız açık behere konularak 110 °C'ye kadar ısıtılarak yağın içindeki suyun buharlaşması sağlandı. Ardından oda sıcaklığında 60 °C'ye kadar soğutma bırakıldı. (2) Katalizör olarak kullanılan NaOH metil alkol içerisinde çözününceye kadar karıştırıldıktan

Çizelge 1. BYME, APYME ve dizel yakıtların yakıt özellikleri

Özellikler	EN 14214	BYME	APYME	Dizel Yakıtı
Yoğunluk (g cm ⁻³)	0.86 - 0.90	0.881	0.897	0.843
Viskozite (mm ² s ⁻¹) (40 ° C)	3.50 - 5.00	4.45	6.1	3.66
Alt ısı değeri (kJ kg ⁻¹)	-	40546	39340	43356
Parlama noktası (° C)	120	155	128	60
Setan sayısı	51	52.4	52.49	52

Çizelge 2. Hidrolik dinamometrenin teknik özellikleri

Model	BT-140
Max. frenleme gücü	50 kW
Max. Devir ve Max. moment (tork)	7500 dev dak ⁻¹ - 250 Nm
Yük hücresi kapasitesi ve ağırlık sistemi	1000 N - Metrik-Elektronik Yük Hücresi
Max. güç için su sarfıyatı	V maks. 0.75 m ³ h ⁻¹
Fren suyu basıncı	1 – 2 kg cm ⁻²
Elektrik ihtiyacı	220/380 V. 50 Hz.
Dönüş yönü	Sağa dönüş

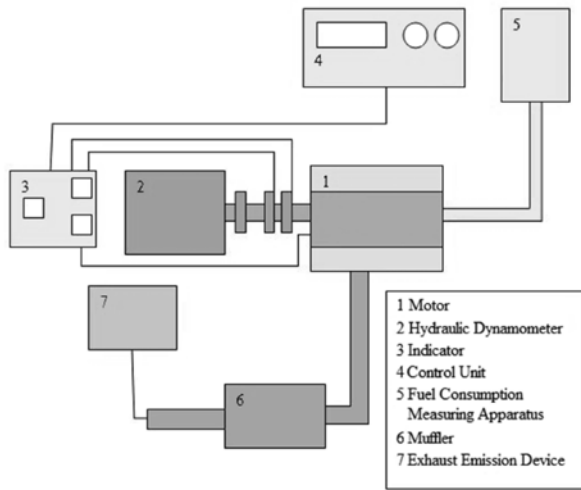
Çizelge 3. Hidrolik dinamometrenin teknik özellikleri

Markası	RANBOW-LA186 DİZEL
Soğutma sistemi	Hava Soğutmalı
Püskürtme sistemi	Direkt püskürtmeli
Silindir sayısı	1
Silindir çapı	86 mm
Strok	70 mm
Sıkıştırma oranı	18/1
Max. güç	15 HP
Kurs hacmi	0.406 cm ³
Püskürtme basıncı	19.6 ±0.49 MPa

sonra atık yağa ilave edilerek karışım manyetik karıştırıcıda 60 °C'de sıcaklıkta 2 saat karıştırıldı ve reaksiyon sırasında alkol kaybını önlemek için reaksiyon kabının üst tarafına ıslak bez tutuldu. (3) Reaksiyon sonunda ester ve gliserin fazının ayrışması için karışım 8 saat oda sıcaklığında bekletilerek gliserin ve ester fazının birbirinden ayrılması sağlandı ayırma hunisi ile gliserin alındı. Atık yağlardan elde edilen biyodizel içerisinde kalan yağ asitleri, reaksiyona girmeyen alkol, katalizör madde ve ayrışma esnasında kalma ihtimali söz konusu olan gliserinin biyodizelden uzaklaştırılması için yıkanması gerektiğinden dolayı elde edilen biyodizel bez filtrelerden geçirildi ve daha sonra yıkama işlemine tabi tutuldu. (4) Yıkama işleminden sonra biyodizelin içinde su kalma ihtimaline karşın biyodizel, su-

yun kaynama noktası olan 100 °C'nin üzerine kadar ısıtılarak biyodizelin içindeki suyun buharlaşması sağlandı. Sonuçta sarı renkli ve daha düşük viskoziteli atık balık yağı metil esteri (BYME) ve atık kızartma yağı metil esteri (APYME) elde edildi. Dicle Üniversitesi Fen ve Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü ve Batman TÜPRAŞ yakıt analiz laboratuvarlarında yapılan analizler ile belirlenen atık yağ metil esterlerin bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi BYME'nin yoğunluk ve viskozite değeri, APYME'nin ise yoğunluk değeri EN 14214 biyodizel standartlarında belirtilen sınır değerleri içinde kalmaktadır. APYME'nin viskozite değeri ise referans alınan standartın üst değerini aşmaktadır.



Şekil 2. Deney düzeneğinin şematik görünümü.

Deneysel Yöntem

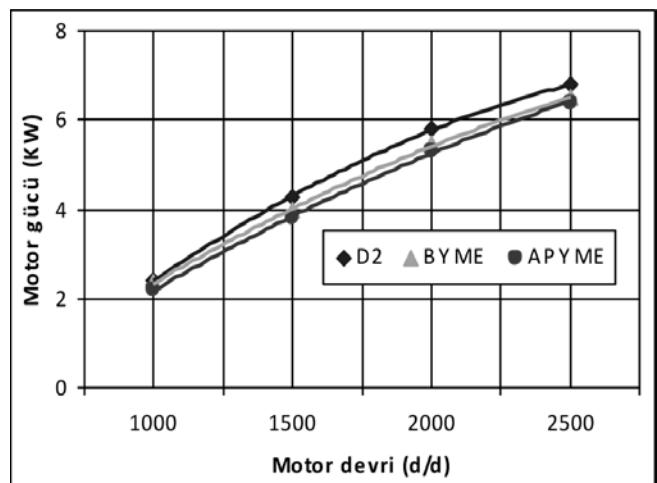
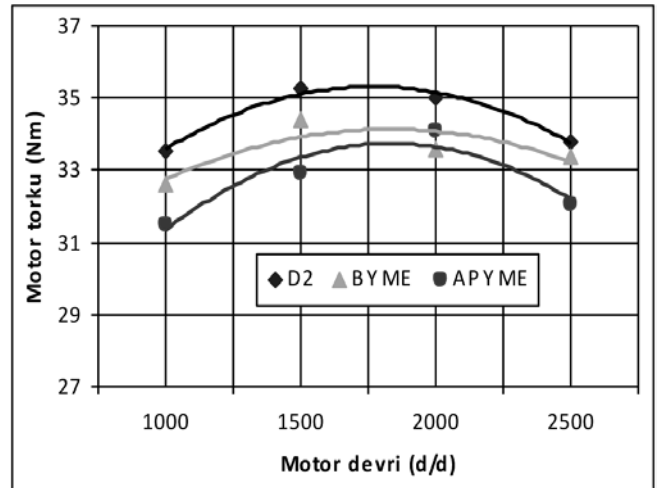
Motor performans ve emisyon deneyleri Batman Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Dizel Motor Atölyesinde yapılmıştır. Deneyler için tek silindirli, dört stroklu, hız değişimli, hava soğutmalı ve direkt enjeksiyonlu RANBOW-LA186 marka bir dizel motor kullanıldı. Deney test düzeneğinin şematik görünümü Şekil 2’de gösterilmiştir.

Deneylerde kullanılan hidrolik dinamometrenin teknik özellikleri Çizelge 2’de ve motorun teknik özellikleri de Çizelge 3’de verilmiştir. Egzoz gazı sıcaklığı ölçümü için Ranyger ST-4 marka Lazer termometre kullanılmıştır. Deneyler, önce dizel yakıt (D2) kullanılarak motor çalıştırılıp rejim sıcaklığına ulaşıldıktan sonra 1000 ile 2500 dev dak⁻¹ aralığında 500 dev dak⁻¹ aralıklarla ölçümler alınarak yapılmıştır. Daha sonra dizel yakıt yerine sırasıyla saf haldeki BYME ve APYME motorda yakıt olarak kullanıldı ve aynı deneyler tekrarlandı. Deneylerde elde edilen veriler kullanılarak motor performans ve emisyon grafikleri çizilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Motor Performansı: D2 ve BYME ve APYME yakıtlarına ait motor performans eğrileri Şekil 3, 4 ve 5’de verilmiştir. Şekil 3’de devir sayısına bağlı olarak motor torkundaki değişim ve Şekil’4 de ise motor gücündeki değişim çizilmiştir. Şekil 3 ve 4 incelendiğinde BYME ve APYME’nin yakıt olarak kullanılması ile motorun moment ve güç değerlerinde D2 yakıtı ile elde

edilen değerlere kıyasla sırasıyla % 3.87 - 3.3 civarında düşüşler gerçekleşmiştir. Biyodizel yakıtlarının moment eğrileri D2 yakıtının moment eğrisine benzer olduğu Şekil 3’te görülmektedir. Dizel yakıtının ısı değeri biyodizel yakıtların ısı değerinden yüksek olduğu için en yüksek motor momenti D2 yakıtının kullanılmasıyla elde edilmiştir. Devir sayılarının artmasıyla test yakıtların motor gücünde artış meydana gelmiş ve maksimum güç 2500 dev dak⁻¹’da dizel yakıtın kullanılması ile gerçekleşmiştir. Motor devri arttıkça hava hareketlerinin artması ve yanmanın iyileşmesi moment ve gücü artırmıştır. Dizel yakıtın kullanılması ile daha yüksek gücün elde edilmesi dizel yakıtının BYME ve APYME’na göre daha yüksek ısı değere sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Keskin ve Aydın, 2005; Altun, 2009). Ancak BYME ve APYME’nin kullanılmasıyla elde edilen motor gücü D2 yakıtı ile elde edi-



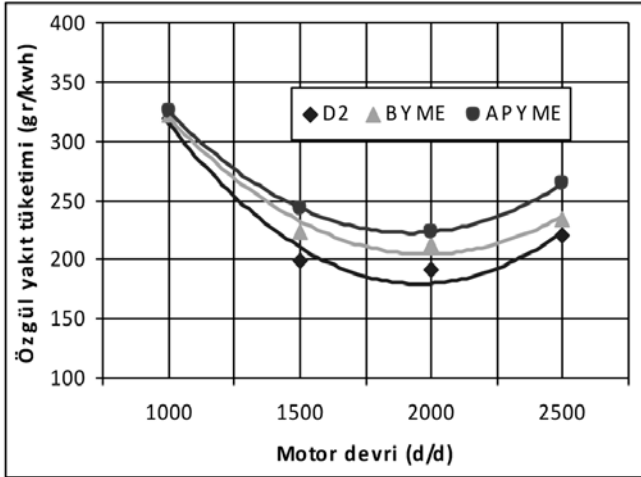
Şekil 4. Test yakıtlarına ait motor gücünün devir sayısına bağlı olarak değişimi.

len güce göre çok az azalmıştır. Bu azalmanın sebebi BYME ve APYME'nin ısı değerinin D2 yakıtına göre düşük ve BYME ile APYME'in yoğunluklarının dizel yakıt yoğunluğuna göre yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Altun, 2009).

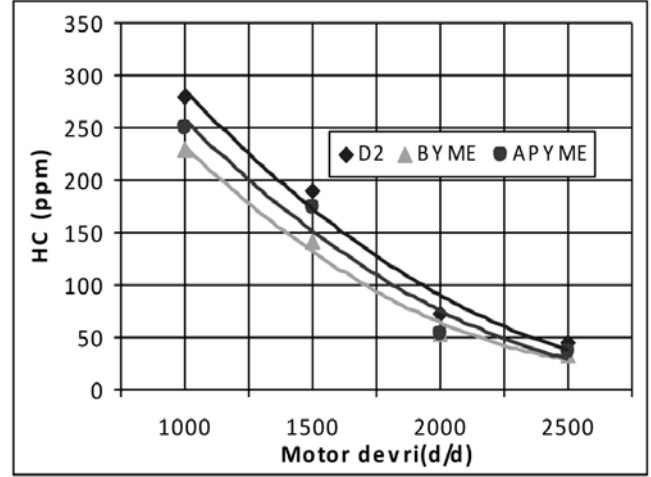
Şekil 5'te dizel yakıtı ile BYME ve APYME'nin motor devir sayısına bağlı olarak özgül yakıt tüketimleri verilmiştir. Şekil 5 incelendiğinde özgül yakıt tüketimi, BYME ve APYME'in kullanılması ile artmış ve tüm devir sayılarının ortalaması alındığında D2 yakıtına göre sırasıyla % 7 ve % 13.6 artış göstermiştir. BYME ve APYME'nin yoğunlukları yüksek olduğu için, bu yakıtları kullanılmasıyla özgül yakıt tüketiminde artış meydana gelmiştir. Ayrıca düşük ısı değe-

re sahip olan BYME ve APYME'in dizel yakıtı ile eşit güç üretebilmesi için daha fazla yakıt tüketimi gerekmektedir (Ulusoy, 1999).

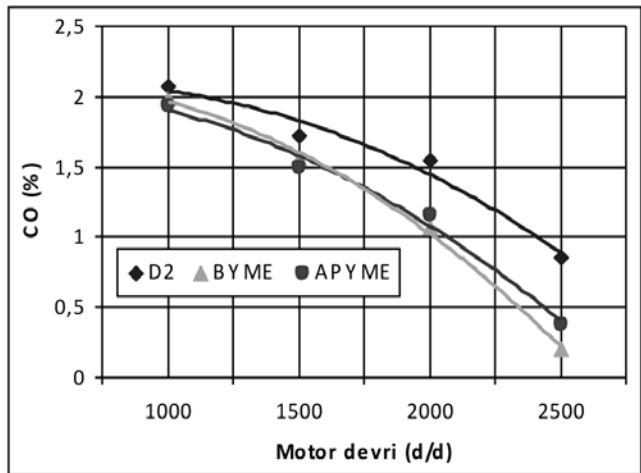
Egzoz Emisyonları: Dizel motorlarda kaynaklanan CO, yanmamış hidrokarbon (HC), NOx ve duman koyuluğu kirleticileri emisyon standartlarının temel parametrelerindedir. CO ve yanmamış hidrokarbon emisyonu motorda kullanılmayan kayıp kimyasal enerjiyi ifade ettiği için, bu emisyonlardaki artış motor performansını olumsuz yönde etkilemektedir (Arpa ve ark., 2008). Şekil 6'da dizel yakıtı ile biyodizel yakıtların tam yük ve değişik devir sayılarına göre CO emisyonu değişimi görülmektedir. BYME ve APYME'in yakıt olarak kullanılması ile bütün motor devirlerin-



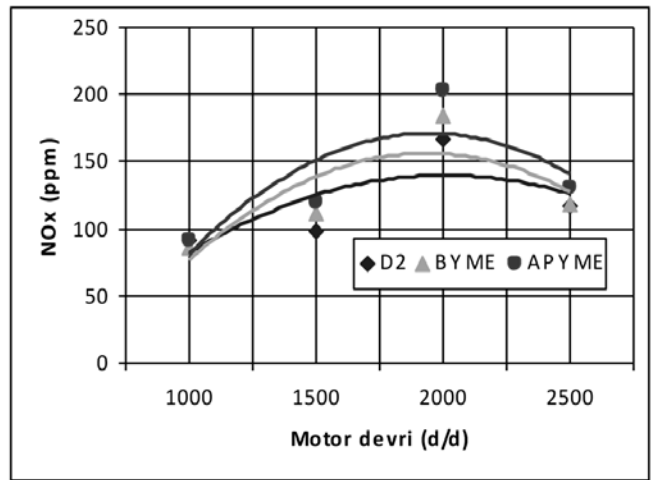
Şekil 5. Test yakıtlarına ait özgül yakıt tüketimlerinin motor devrine göre değişimi.



Şekil 7. Test yakıtlarına ait yanmamış hidrocarbon emisyonlarının motor devrine göre değişimi.



Şekil 6. Test yakıtlarına ait CO emisyonlarının motor devrine göre değişimleri.



Şekil 8. Test yakıtlarına ait NOx emisyonlarının motor devrine göre değişimleri.

de dizel yakıtından daha düşük CO emisyonu meydana gelmiştir. 1500 dev dak⁻¹ altındaki düşük devirlerde BYME ve APYME'in CO emisyonları dizel yakıt emisyon değerlerini yakın değerlerde seyrederken 1500 dev dak⁻¹ üzerindeki devirlerde de tüm yakıtların CO emisyonlarındaki düşüşler devam etmiştir. Bunun nedeni artan devir sayısı ile daha iyi homojen karışımın oluşması ve bunun sonucunda yanmanın iyileşmesidir. BYME ve APYME'in CO emisyonu D2 yakıtından kaynaklanan CO emisyonlarından sırasıyla % 22.4 ve % 19.9 daha düşük çıkmıştır. BYME ve APYME'in dizel yakıttan daha düşük CO emisyonuna sahip olması biyodizel yakıtlarının bünyelerinde oksijen içermesinden kaynaklanmaktadır (Lin and Lin, 2006; Nişancı, 2007). Setan sayısı da biyodizel yakıtlarında daha yüksek olduğundan, tutuşma gecikmesini kısaltarak yakıtça zengin bölgelerini önler. Bu nedenle CO emisyonu CO₂'ye daha çok dönüştüğünden biyodizel yakıtlarda CO emisyonlarının dizel yakıtından daha düşük çıkmasına sebep olmuştur.

Şekil 7'de tam yük ve değişik devir sayılarında egzozdan çıkan HC emisyonlarının motor devrine göre değişimi gösterilmiştir. Düşük motor devirlerinde silindir içi sıcaklığının düşük olması nedeniyle tüm yakıtların HC emisyonları yüksek çıkmıştır. Nitekim devir sayısının artmasıyla silindir içi sıcaklığı artmış ve tüm yakıtların HC emisyonları azalmıştır. Biyodizel yakıtlar yapılarında oksijen içerdiğinden dolayı bu yakıtların yanmamış hidrokarbon emisyonları D2 yakıtına göre daha düşük seviyede çıkmıştır. D2 yakıtı ile kıyaslama yapıldığında biyodizel yakıtların hidrokarbon emisyonlarındaki azalma miktarı ortalama olarak % 17.3 civarında olmuştur.

Azot oksitler insan sağlığını tehdit eden ve sera etkisi yapan gazlar arasındadır. Bu yüzden azot oksitlerin, havada mümkün olduğu kadar az olması istenir. Havadaki azot oksit gazlarının bir kaynağı içten yanmalı motorlardır. Dizel motorlarda azot oksit oluşumu, püskürtülen yakıt miktarına, püskürtme zamanına, silindire alınan hava miktarına ve sıcaklığa bağlıdır (Altun, 2009). NOx emisyonları, genellikle motorlarda yakıtın yüksek sıcaklıklarda yakılması sonucu meydana gelir. NOx oluşumu silindir içi sıcaklığı 1800 K'ni aşması durumunda, yeterli oksijenin ve zamanın olması

halinde, oksijen azotla reaksiyona girerek gerçekleşir. Şekil 8'den de görüleceği gibi BYME ve APYME'in NOx emisyon değerleri dizel yakıtına göre yüksek çıkmıştır. 2000 dev dak⁻¹ seviyelerinde NOx maksimum seviyeye ulaşmış ve bu değerden sonra azalma eğilimi göstermiştir. Tüm devir sayılarının ortalaması alındığında BYME ve APYME yakıtlarının NOx emisyonlarında D2 yakıtına göre sırasıyla % 5.5 ve % 15 artma olmuştur. Bunun nedeni ise biyodizel içerisindeki oksijenin varlığı ve metil ester yakıtların (BYME, APYME) daha yüksek özgül yakıt tüketimine sahip olmasından kaynaklanabilir.

SONUÇ

Atık yağlar değerlendirilerek biyodizel üretiminde kullanılması ile elde edilen biyoyakıtların, dizel yakıtına alternatif olarak kullanılması hem egzoz emisyonlarını azaltması hemde çevre temizliği bakımından önemlidir. Balık ve atık kızartma yağlarından elde edilen biyodizelin motor yakıtı olarak kullanılmasından elde edilen motor performansı ve egzoz emisyon değerleri aynı tür biyodizel çalışmaları ile benzerlikler göstermektedir. (Keskin ve Aydın, 2005; Altun, 2009; Behcet ve Oktay, 2011). Deneylerden elde edilen sonuçlara göre fosil tabanlı dizel yakıtına nazaran BYME ve APYME'nin egzoz emisyon değerleri çevre ile daha uyumlu olduğu görülmüş, ancak motor performans değerleri D2 yakıtına göre daha düşük seviyede olmuştur. BYME ve APYME'nin kullanılması ile motor gücü ve torkunda D2 yakıtına kıyasla sırasıyla % 3.3 ve % 3.87'lik azalma olurken özgül yakıt tüketiminde % 10.33'lük bir artış olmuştur. Bununla beraber HC ve CO emisyonlarında ise D2 yakıtına kıyasla sırasıyla % 17.29 ve % 21.15 düzeyinde azalmalar olmuş ancak NOx emisyonunda ortalama olarak % 10.25 artma gözlenmiştir. NOx emisyonunda ki bu artış biyodizel yakıtların dezavantajlarından biri olarak ortaya çıkmaktadır. Çevre ve insan sağlığını tehdit eden atık yağlar biyodizelle dönüştürülerek içten yanmalı motorlarda yakıt olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte biyodizel yakıtların NOx emisyonu dışındaki egzoz emisyonlarını azaltmalarından dolayı atık yağ kaynaklı metil esterler dizel yakıtına alternatif olarak kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Agarwal, A.K., 2007. Biofuels (Alcohols and Biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines. *Progress in Energy and Combustion Science*, 33(3): 233-271.
- Altun, Ş., 2009, Havyasal yağlardan biyo-yakıt üretimi ve bir dizel motorunda kullanılabilirliğinin deneysel araştırılması. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmamış), Elazığ.
- Andersen, O., Weinbach, J.E., 2010. Residual animal fat and fish for biodiesel production potentials in Norway. *Biomass and Bioenergy*, 34: 1183-1188.
- Arpa, O., Yumrutaş, R., Kaşka, Ö., 2008. Atık motor yağından elde edilen dizel benzeri yakıtın motor performans ve egzoz emisyonu üzerindeki etkilerinin incelenmesi, VII.Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu UTES'2008.
- Behcet, R., 2011. Performance and emission study of waste anchovy fish biodiesel in a Diesel engine. *Fuel Processing Technology*, 92(6): 1187-94.
- Behcet, R., Oktay, H., 2011. Comparison of exhaust emissions of biodiesel fuels from waste oil. XIX. ISAF International Symposium on Alcohol.
- Çanakçı, M., Özsezen A.N., 2005. Atık mutfak yağlarının dizel yakıtı olarak değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18(1): 81-91.
- Çanakçı, M., Özsezen A.N., 2005. Atık mutfak yağlarının dizel yakıtı olarak değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18(1): 81-91.
- Çetinkaya, M., Ulusoy, Y., Tekin, Y., Karaosmanoglu, F., 2005. Engine and winter road test performances of used frying oil originated biodiesel. *Energy Convers Manage*, 46: 1279-91.
- Gürü, M., Koca, A., Can, Ö., Çınar, C., Şahin, F., 2010. Biodiesel production from waste chicken fat based sources and evaluation with Mg based additive in a diesel engine. *Renewable Energy*, 35(3): 637-643
- İlkılıç, C., Aydın, S., Behçet, R., Aydın, H., 2011. Biodiesel from safflower oil and its application in a diesel engine. *Fuel Processing Technology*, 92: 356-362.
- Keskin, A., Aydın, K., 2005. Fındık yağı biyodizeli üretimi ve dizel motorlarda alternatif yakıt olarak kullanımının araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik –Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20(1): 75-83.
- Lin, C.H., Lin, H.A., 2006. Diesel engine performance and emissions characteristics of biodiesel produced by the peroxidation process. *Fuel*, 85: 298.
- Lin, C.Y., Li, R.J., 2009. Engine performance and emission characteristics of marine fish-oil biodiesel produced from the discarded parts of marine fish. *Fuel Processing Technology*, 90: 883-888.
- Nişancı, S., 2007. Biyodizel yakıt karışımlarının performans ve emisyon üzerine etkilerinin deneysel araştırılması. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), İstanbul.
- Özsezen, A.N., Çanakçı, M., 2009. Atık palmye ve kanola yağı metil esterlerinin kullanıldığı direkt püskürtmeli bir dizel motorda performans ve yanma. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 24(2): 275-284.
- Phan, A.N., Phan, T.M., 2008. Biodiesel production from waste cooking oils. *Fuel*, 87: 3490-3496.
- Tashtoush, G.M., Al-Widyan M.I., Al-Jarrah M.M., 2004. Experimental study on evaluation and optimization of conversion of waste animal fat into biodiesel. *Energy Convers Manage*, 45(17): 2697-711.
- Ulusoy, Y., 1999. Ayçiçeği, pamuk ve soya yağlarının dizel motorlarında yakıt olarak kullanım olanaklarının belirlenmesi üzerine karşılaştırmalı bir araştırma. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmamış), Bursa.
- Utlu, Z., 2007. Evaluation of biodiesel obtained from waste cooking oil. *Energy sources, Part A*, 29: 1295-1304.
- Utlu, Z., Koçak, M.S., 2008. The effect of biodiesel fuel obtained from waste frying oil on direct injection diesel engine performance and exhaust emissions. *Renewable Energy*, 33(8): 1936-1941.

Catalan Numbers and Modular Arithmetic

Engin ÖZKAN¹ Sedat DERVİŞOĞLU¹

ABSTRACT: For prime numbers, we examined Catalan numbers in modular arithmetic and proved some theorems about them. Also, some theorems concerning with Catalan numbers for $\text{mod } p$, $\text{mod } p^2$ and $\text{mod } p^3$ such that p were given.

Keywords: Wolstenholme's theorem, Lucas theorem, prime numbers



Katalan Sayılar ve Modüler Aritmetik

ÖZET: Modüler aritmetikte Katalan sayıları asal sayılar için incelenmiş ve onunla ilgili bazı teoremler ispatlanmıştır. Ayrıca, p asal sayı olmak üzere, $\text{mod } p$, $\text{mod } p^2$ ve $\text{mod } p^3$ için Katalan sayılarla ilgili teoremler verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Wolstenholme's theorem, Lucas teoremi, asal sayılar

¹ Erzincan University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics, Erzincan, Turkey
Sorumlu yazar/Corresponding author: Engin ÖZKAN, eozkan@erzincan.edu.tr

INTRODUCTION

Catalan numbers, a sequence of numbers, are usually used in computer technology and combinatorics which is a branch of mathematics. Technological developments are known to be proportional with mathematics. In 2002, Catalan numbers are generalized by Pantelimon Stanica (Stanica, 2003) and are examined for modula 4 and modula 8 by Sen-Peng Eu, Shu-Chung Liu, Yeong-Nan Yeh (Eu et al., 2008). We examined Catalan numbers in modula arithmetic and we introduced some theorems about Catalan numbers. Our results provide scientist come to conclusion exact results in a short time.

MATERIALS AND METHODS

We use some properties of Catalan numbers and modula arithmetic. We also use Lucas theorem and Wolstenholme's theorem to prove some of our theorems in the paper. Therefore, some definitions and properties of Catalan numbers are to be given here.

Definition: In combinatorial mathematics, the Catalan numbers form a sequence of natural numbers that occur in various counting, often involving recursively defined objects. They are named after the Belgian mathematician Charles Catalan (1814 – 1894), (Foot et al., 2004).

The n^{th} Catalan number is given directly in terms of binomial coefficients by:

For $n \geq 0$;

$$C_n = \frac{1}{n+1} \binom{2n}{n} = \frac{(2n)!}{(n+1)!n!} \quad (1)$$

and

$$\binom{2n}{n+1} = \frac{n}{n+1} \binom{2n}{n} \quad (2)$$

Also If we use the equal, we have that

$$C_n = \binom{2n}{n} - \binom{2n}{n+1} \quad (3)$$

This shows that C_n is an integer number, which is not immediately obvious from the first formula given.

Applications in combinatorics;

- Re-interpreting the symbol X as an open parenthesis and Y as a close parenthesis, C_n counts the number of expressions containing n pairs of parentheses which are correctly matched:
- Successive applications of a binary operator can be represented in terms of a full binary tree. (A rooted binary tree is *full* if every vertex has either two children or no children.)
- C_n is the number of monotonic paths along the edges of a grid with $n \times n$ square cells, which do not pass above the diagonal. A monotonic path is one which starts in the lower left corner, finishes in the upper right corner, and consists entirely of edges pointing rightwards or upwards. Counting such paths is equivalent to counting Dyck words: X stands for “move right” and Y stands for “move up”.
- C_n is the number of different ways a convex polygon with $n + 2$ sides can be cut into triangles by connecting vertices with straight lines
- C_n is the number of permutations of $\{1, \dots, n\}$ that avoid the pattern 123 (or any of the other patterns of length 3); that is, the number of permutations with no three-term increasing subsequence. For $n = 3$, these permutations are 132, 213, 231, 312 and 321. For $n = 4$, they are 1432, 2143, 2413, 2431, 3142, 3214, 3241, 3412, 3421, 4132, 4213, 4231, 4312 and 4321.
- C_n is the number of ways that the vertices of a convex $2n$ -gon can be paired so that the line segments joining paired vertices do not intersect.

There are several ways of explaining the formula.

If we use any one of given formulas, the sequence can be obtain as shown:

$$C_0=1, C_1=1, C_2=2, C_3=5, C_4=14, C_5=42, C_6=132, C_7=429, C_8=1430, \dots$$

Now, we will give Lucas Theorem to prove our theorem.

Lucas Theorem: For non-negative integers m and n , and a prime p , the following congruence relation holds;

$$\binom{m}{n} \equiv \prod_{i=0}^k \binom{m_i}{n_i} \pmod{p}$$

where;

$$m = m_k p^k + m_{k-1} p^{k-1} + \dots + m_1 p + m_0$$

and

$$n = n_k p^k + n_{k-1} p^{k-1} + \dots + n_1 p + n_0$$

are the base p expansions of m and n respectively.

Now, another theorem concerning with Catalan numbers will be given here.

Wolstenholme's Theorem: If p is a prime and $p > 3$ we have a equal that

$$\binom{ap}{bp} \equiv \binom{a}{b} \pmod{p^3}$$

Therefore, Wolstenholme's theorem states that for primes $p \geq 5$ we have the congruence;

$$\binom{2p}{p} \equiv 2 \pmod{p^3} \quad \text{and so} \quad \binom{2p}{p} \equiv 2 \pmod{p^2}$$

(Wolstenholme, 1862)

Now, we will give our theorems.

RESULTS AND DISCUSSION

Theorem 1: If p is a prime number then $C_p \equiv 2 \pmod{p}$.

Proof: Let us apply Lucas Theorem to Theorem 1;

It is obvious that

$$m = 2p \text{ and } n = p,$$

also

$$m_1 = 2, m_0 = 0 \text{ and } n_1 = 1, n_0 = 0.$$

By Lucas Theorem, we can write that.

$$\binom{2p}{p} \equiv \prod_{i=0}^1 \binom{m_i}{n_i} \pmod{p} \equiv \binom{m_0}{n_0} \binom{m_1}{n_1} \pmod{p}$$

If we write values of m_0, m_1, n_0 and n_1 in the equal then we have that

$$\binom{2p}{p} \equiv \binom{0}{0} \binom{2}{1} \pmod{p} \equiv 2 \pmod{p}$$

also

$$C_p = \frac{1}{p+1} \binom{2p}{p} \equiv a.b \pmod{p}$$

If we write this equal in this way, it will confirm the equal. There are values of a and b such that

$$\frac{1}{p+1} \equiv a \pmod{p}$$

and

$$\binom{2p}{p} \equiv b \pmod{p}$$

By Lucas Theorem we obtain that $b = 2$. Now, we will find "a";

$$\frac{1}{p+1} \equiv a \pmod{p}$$

If we multiply the last congruence by $(1 - p^2)$ and use $(1 - p^2) = (1 - p)(1 + p)$ then we find $a = 1$.

$$C_p = \frac{1}{p+1} \binom{2p}{p} \equiv 1.2 \pmod{p} \equiv 2 \pmod{p}$$

we are done.

Theorem 2: If p is a n odd prime number and $p \geq 3$ then $C_p \equiv 2 - 2p \pmod{p^2}$.

Proof: As similarly Theorem 1;

$$C_p \equiv 2 - 2p \pmod{p^2}$$

$$C_p = \frac{1}{p+1} \binom{2p}{p} \equiv a.b \pmod{p^2}$$

If we write the equal in this way, it will confirm followings,

$$\frac{1}{p+1} \equiv a \pmod{p^2}$$

$$\text{and} \\ \binom{2p}{p} \equiv b \pmod{p^2}$$

The values of a and b will be found. Also, we found that $b = 2$ with Wolstenholme's theorem now let us find value of a ;

$$\frac{1}{p+1} \equiv a \pmod{p^2}$$

If we make use of the same way as we did in previous theorem, If we multiply with $(1-p^2)$ and if we use this equal:

$$(1-p^2) = (1-p)(1+p)$$

It can be clearly seen that equal is $a=(1-p)$. In this situation we find this;

$$C_p = \frac{1}{p+1} \binom{2p}{p} \equiv (1-p).2 \pmod{p^2} \equiv 2-2p \pmod{p^2}$$

Theorem 3: If p is a prime number and $p \geq 7$ then

$$C_p \equiv 2.(p^2-p+1) \pmod{p^3}.$$

Proof: As in previous proof:

$$C_p = \frac{1}{p+1} \binom{2p}{p}$$

If we write this equal like that

$$C_p = \frac{1}{p+1} \binom{2p}{p} \equiv a.b \pmod{p^3}$$

It will prove this equal

$$\frac{1}{p+1} \equiv a \pmod{p^3}$$

and

$$\binom{2p}{p} \equiv b \pmod{p^3}$$

We can find values of a and b . It can be found by using Wolstenholme's theorem that $b=2$. Now let us find value of a ;

$$\frac{1}{p+1} \equiv a \pmod{p^3}$$

If we make use of the same way as we did in previous theorem, If we multiply with $(1+p^3)$ and if we use this equal;

$$(1+p^3) = (1+p)(p^2-p+1)$$

It can be clearly seen that $a = p^2 - p + 1$. In this situation we find this;

$$C_p = \frac{1}{p+1} \binom{2p}{p} \equiv (p^2-p+1).2 \pmod{p^3} \\ \equiv 2-2p \pmod{p^2}$$

CONCLUSION

We examined Catalan numbers in modular arithmetic for p , which is a prime, and we researched Wolstenholme's theorem and Lucas's theorem. It is widely believed that Catalan Numbers are used in department of Computer Science and Geometry. Our results provide scientist come to conclusion exact results in a short time rather than dealing with lots of processes.

REFERENCES

- Dummit, D.S., Foote, R.M., 2004. Abstract algebra. Third Edition, John Wiley and Sons, Inc., United States.
- Stanica, P., 2003. p^q -Catalan numbers and squarefree binomial coefficients. Journal of Number Theory, 100: 203-216.
- Wolstenholme, J., 1862. On certain properties of prime numbers, Quarterly Journal of Mathematics 5: 3539.
- Yeh, Y., Eu, S., Liu, S., 2008. Catalan and Motzkin numbers modulo 4 and 8. European Journal of Combinatorics, 29: 1449-1466.

Effecting Factors of Disaster Loss Recovery Plan (DLRP) for Small Scale Business (SCB) in the Coastal Area of Bangladesh

Shantanu Deb BARMAN¹ Shapan Chandra MAJUMDER² Subrata SARKER³

ABSTRACT: Hatia is a coastal area of Bangladesh and exposed to multiple natural disaster. To identify the determinants of Disaster Loss Recovery Plan (DLRP) for the small scale business, a questionnaire survey was conducted. Data were explored by utilizing 53 random samples from the study area and analyzed by using computer based software SPSS (Statistical Package for Social Science). This paper determines the factors those are related to DLRP. Findings show that age of business, disaster experience, Single or branch and Grocery/Hotel/Medicine/Mobile call center/Rickshaw repairing are all related to DLRP in the study area. Own or lease and Wholesale/retail are not significantly related with DLRP.

Keywords: Small scale, disaster, coast



Bangladeş Sahil Bölgesindeki Küçük Ölçekli İşletmeler için Felaket Kaybı İyileştirme Planına Etkili Faktörler

ÖZET: Bangladeş'in sahil bölgesi olan Hatia, birçok doğal felakete maruz kalmıştır. Bu araştırmada küçük ölçekli şirketler için Felaket Kaybı İyileştirme Planı (DLRP) etkenlerini belirlemek için bir anket çalışması yapılmıştır. Veriler, inceleme alanından 53 rastgele örnek alınarak elde edilmiş ve bilgisayar tabanlı bir yazılım olan SPSS (Sosyal Bilimler Paketi) kullanılarak analiz edilmiştir. Bu çalışma, DLRP'ye dair faktörleri belirlemektedir. Bulgular; inceleme yapılan bölgede şirket yaşı, kriz tecrübesi, market, otel, sağlık hizmeti, mobil arama merkezi ve taşıt onarımının DLRP ile ilgili olduğunu ortaya konmuştur. Kendine ait veya kiralık, toptan veya perakende faktörleri DLRP'yi etkilememiştir.

Anahtar kelimeler: Küçük ölçekli, felaket, sahil bölgesi

¹ Lecturer, Department of Economics, University of Chittagong, Bangladesh

² Lecturer, Department of Economics, Comilla University, Comilla, Bangladesh

³ Institute of Marine Sciences and Fisheries, University of Chittagong, Bangladesh

Sorumlu yazar/Corresponding author: Shapan Chandra MAJUMDER, scmajumder-71@yahoo.com

INTRODUCTION

Natural disasters are ongoing part of life for the coastal community. Disaster frequency has doubled every ten years since 1960 with 96 % of all deaths from natural disasters occurring in the global South (International Federation of the Red Cross and Red Crescent (IFRC/RC, 1999). Coastal disasters are increasing in frequency and magnitude—measured in terms of human lives lost, destroyed infrastructure, ecological damage and disrupted social networks. The damages from natural disasters have been increasing exponentially over the last several decades (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Coastal disaster (e.g. tropical cyclones, storm surges, coastal erosion and flood) has created significant Impact on coastal rural people. These extreme events make the life of coastal community more complicated, keep in risk, destroy property and limit the livelihood options. Disasters serve as hindrances of linear progress economical activities in the coastal area. Small Scale Business (SSB) in coastal area is facing the problem of economic loss due to lack of disaster loss recovery plan (DLRP). Developing countries average more than 1000 deaths per disaster but less than US\$100 million loss, compared with high developed countries that average less than ten deaths but over US\$600 million in losses per disaster (IFRC/RC, 2001). Economic losses by natural disaster are very difficult to overcome by developing countries (Day, 2000). Sudden-onset disasters affect small scale business (SSB) in coastal area by damaging capital, infrastructure, means of production and stocks. Bangladesh is a coastal country bounded by Bay of Bengal on its southern part. Unfortunately these areas are highly vulnerable to both natural and man-made hazards and disasters like coastal flooding, cyclones, storm surges, erosion, salinity, arsenic contamination, and pollution, etc. (MoWR, 2005). Most of the people in the coastal area of Bangladesh are poor and their businesses are in small scale. Every year natural disaster causes huge losses in business sector. So, disaster loss recovery plan (DLRP) is necessary for this area as DLRP helps a business to overcome the disruption to normal operations and reduces potential financial losses (Dahlhamer et al., 1998). The post-disaster period can offer opportunities to compensate for all losses (Brown, 1994). Disaster Loss Recovery refers to the development and application of policies, strategies, and practices that minimize vulnerabilities. It includes measures taken to protect

livelihoods and assets of communities and individuals from the adverse impact of hazards (ISDR, 2008). Efforts taken to reduce loss of disasters include: information and strengthening early warning systems; giving loan to vulnerable people from government and micro credit organizations, relief, improvement of transport and storage facilities of stocks and, finally, identification of vulnerable sectors of society including groups and infrastructure and produce plans that address their special needs.

MATERIALS AND METHODS

Study Area

The study was conducted in Hatia *Upazilla* (Sub district) (Figure 1) situated in the Noakhali district, a coastal area of Bangladesh. Noakhali district is a fa-

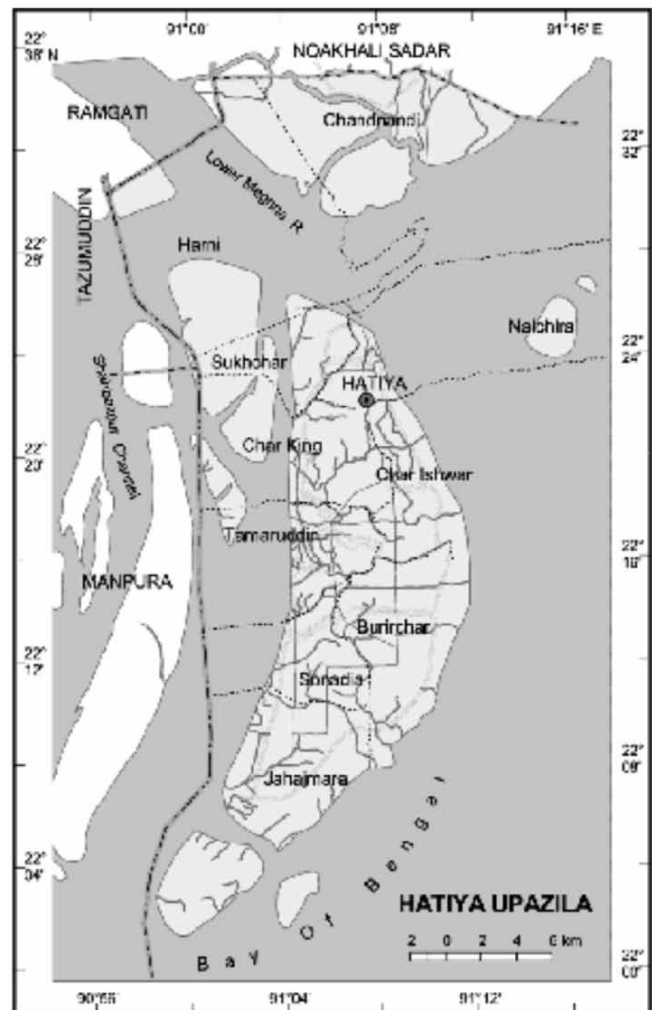


Figure 1. Hatia Upazilla.

mous pathway of cyclones and the ground level in Norkhali is lower than 10 m above the mean sea level (Islam, 2004). Hatia *Upazilla* (Sub district) covers an area of about 1508 km² sq Kilometers having 346853 people where 87 % is Muslim and 12 % is Hindu (Anonymus, 2006). The geographical location is between latitude 20°30' and 22° N and longitude 91°45' and 92°15' E. Household incomes within TK 5 000 per month, which is below the poverty line (Parvin et al., 2009).

Data Collection

Data are collected through questionnaire interviews, focus group discussion (FGD) and participatory observation. Questionnaire interviews were conducted with coastal small scale business holder to collect quantitative data. A total of 53 small scale business holders were interviewed. Focus group discussion (FGD) and participatory observation were conducted to collect qualitative data. The real purposes of the qualitative research are not to count the opinions or people, rather to explore the range of opinions, the different representations of the issue, and the objective is to maximize the opportunity to understand the different position taken by members of the social setting (Gaskell, 2000). Participatory observation offer a good opportunity to get a comprehensive and authentic insight in actual situations of the evaluation topic including “actions, conversations, and physical descriptions” (Gittleson and Mookherji, 1997). The focused group interview consists of a guided in-depth interview of a relatively homogeneous small group of individuals purposefully selected by the researcher to address a specific topic’ (Saint-Germain et al., 1993).

Data Analysis

Data those were collected from questionnaire interviews had entered into a statistical software SPSS (Statistical Package for Social Science) for analyzing. This analysis allows an assessment of the importance recovery plans needed for coastal small scale business (SSB) holder to uplift economic loss caused by natural coastal disasters.

Description of Variables

This paper presents a model of disaster loss re-

covery plan (DLRP) for coastal small scale business. Variables for Model consist of a number of Some characteristics including business type, owned or leased, single or branched, age of business, Wholesale or retail and whether the business property is. Age of business is another firm characteristic that is related to business disaster evacuation planning (Drabek, 1991). Ownership patterns, i.e., individual or leased, to be significantly related to disaster loss recovery planning (Drabek, 1991; 1994a; 1994b; 1995). Further, Drabek (1991; 1995) found type of business to be significantly related to disaster evacuation planning. Previous disaster experience also influences disaster loss recovery plan. Businesses with previous disaster experience had engaged in more evacuation planning than businesses with little or no disaster experience (Drabek, 1994a; 1994b). Definition of considered variables is shown in Table 1.

Table 1. Variable definitions

Variables	Coding Scheme
<u>Independent Variables:</u> Grocery/Hotel/Medicine/ Mobile call center/ Rickshaw repairing	0=Grocery/Hotel/Medicine/ Mobile call center/Rickshaw repairing 1=Others
Tea stall/Travel shop/ Landry/ Saloon	1= Tea stall/Travel shop/ Landry/ Saloon 0=Others
Own or lease	1= Own 0= lease
Age of Business	Continuous
Wholesale/retail	1= Wholesale 0= retail
Single/Branch	1=Single 0=Branch
Disaster Experience	1=Yes 0=No
<u>Dependent Variable:</u> Disaster loss recovery Plan	Index of 12 items in Hatia (Same weight for 10 items and relatively high weight for the Loan from government and store food and water).

RESULT AND DISCUSSION

Disasters occur when there is a hazard impacting on a vulnerable community or population (McBean, 2009). According to the workshop Report on 'Climate Change and Disaster Losses: Understanding and Attributing Trends and Projections' direct economic losses due to disasters had increased. Coastal hazards are the triggers for the most of the disasters. Coastal hazards influence human settlement in an area by affecting livelihood. Disasters have inflationary potential through their capacity to interrupt all components of a market economy: production, distribution, marketing and consumption. As Hatia is located at the south eastern coastal region of Bangladesh it is frequently affected by different coastal hazards and causes loss of life and property. Natural disasters offer here a challenge to sustain human life. This study investigated different coastal hazards in Hatia by interviewing Small Scale Business (SSB) holder. After finding out coastal hazards, their existing and needed disaster loss recovery plan (DLRP) have been identified. Interviews were asked about the coastal hazards. According to their view main coastal hazards are cyclones, flood, erosion, tidal surge, tornado and drought and intensity of these hazards are increasing day by day. Their multiple responses are shown in Table 2. Hatia is well experienced by the cyclones of 1970, 1985 and 1991. About 130 000 people have died due to cyclones and the storm surges (Upazilla Administration, 2005). The northern part of this island is continuously affected by river bank erosion. Approximately 108 km² of land north and east of the Island has been eroded from 1960 to 1984; where, 30 km² of land has been accreted south of Hatia (Huq et al., 1999).

Table 2. Coastal hazards at Hatia (multiple responses) (N=53)

Coastal hazards	Percentage
Cyclone	88% (47)
Tidal surge	78% (41)
Flood	70% (37)
Erosion	50% (27)
Tornado	30% (16)
Drought	15% (8)

Frequency and percentage of DLRP undertaken by businesses in the study area are represented at Table 3. During the survey, small scale business (SSB) holders were asked questions about the existence of a disaster loss recovery strategy for their business. Early warning system helps them to take shelter at cyclone center and transfer their business stock. The number of cyclone shelters on Hatia Island is 100 (Upazilla Administration, 2005). When tidal surges occur they mostly take shelter on elevated places. During flood they leave their land try best to save their assets. Erosion effected people transfer their business to upland. The survey included a question asking all businesses holder about the need of business insurance and all most respondents answered this question. Replies indicated that such a plan is essential for them but they cannot adopt it due to payment of premium. Clearly, disaster mitigation steps increased here after the cyclone and flood.

Table 3. Disaster loss recovery plan taken by Small scale businesses in Hatia

Action	Percentage
Utilize savings	51% (27)
Help from government Organization	34% (18)
Help from NGOs	68% (36)
Microcredit	72% (38)
Disaster warning	60% (32)
Store food and water	98% (52)
Store medicine	26% (14)
Made arrangement for alternative location	38% (20)
Need of insurance	15% (8)
Well warning	60% (32)
Need of relief	70% (37)
Loan from government	79% (42)

Means and standard deviations for all independent variables and dependent variables those included in model are shown in the Table 4. The mean number of preparedness activities undertaken by businesses in Hatia is 0.5792 (out of a possible 12).

Table 4. Descriptive statistics of model variables

Variables	Mean	SD
<u>Independent Variables:</u>		
Grocery/Hotel/Medicine/Mobile call center/Rickshaw repairing	0.3396	0.4781
Tea stall/Travel shop/Landry/ Saloon	1.0189	1.0094
Own or lease	0.5472	0.5025
Age of Business	7.5283	3.3547
Wholesale/retail	0.0566	0.2333
Single/Branch	0.9245	0.2667
Disaster Experience	0.6604	0.4781
<u>Dependent Variable:</u>		
Preparedness	0.5792	0.1464

Table 5. Regression coefficients for models of SSB DLRP

Variables	Unstad. Coeff.	Std. Coeff.	t-ratio	Significant
<u>Independent Variables:</u>				
Grocery/Hotel/Medicine/Mobile call center/Rickshaw repairing	-0.116*	-0.378	-3.441	0.001
Tea stall/Travel shop/Landry/ Saloon	-0.044**	-0.304	-2.784	0.008
Own or lease	-0.041***	-0.140	-1.594	0.118
Age of Business	0.031*	0.730	6.928	0.000
Wholesale/retail	-0.061***	-0.098	-1.416	0.164
Single/Branch	-0.144*	-0.262	-3.735	0.001
Disaster Experience	0.112*	0.366	4.207	0.000
R ²		0.811		
Adjusted R ²		0.782		
F		27.617*		
N		53		
p<0.01 *p<0.001 * Not highly significant				

Some DLRP were undertaken by the business holders at highest frequency, for example, Store food and water (98%), and microcredit (79%). A comparatively sizeable percentage of businesses utilize savings (52%). A proportionately larger percentage (47 %) of businesses holder depend on NGOs. Very few business Made arrangement for (12 %) alternative location during disaster. About 22 % store medicine for their emergency condition.

To assess determinants of DLRP among the small scale businesses in the area, a regression analysis was employed. From Table 5, it is clear that the mentioned model was a significant predictor of DLRP in the study area (F=27.617, p<.001). Among the characteristics variable for DLRP, the age of the business and previous disaster experience was the strongest determinants for

the study area (Beta=0.031, p<0.001 and Beta=0.112, p<0.001). As the age of business increase, they take more preparedness activities. Previously disaster experienced business holder also take strong DLRP. Single or branch and are also significant predictor of preparedness in the study area. Branch of large business take more DLRP than single business. Grocery/Hotel/Medicine/Mobile call center/Rickshaw repairing in the study area, also engaged with DLRP (Beta=-0.116, p<0.001). This type of business holder take DLRP where Tea stall/Travel shop/Landry/ Saloon take less (Beta= -0.044, p<0.01). Own or lease and Wholesale/retail are negatively co-related but statistically not highly significant. The model explains about 78 per cent of the variation in DLRP for the sample in the study area (Adjusted R²=0.782).

CONCLUSION

Present study provides good predictor of DLRP (Disaster Loss Recovery Plan) among Small Scale businesses (SSB) holders in Hatia. Age of business, previous disaster experience, Single or branch and Grocery/Hotel/Medicine/Mobile call center/Rickshaw repairing type business are significant predictors of DLRP in the study area. Business sector should be related to preparedness activities to minimize their economic loss during disaster. Findings of the present study have importance in policy formulation. Awareness, education and direct role of government are necessary to raise the preparedness level among the business holders.

REFERENCES

- Anonymus 2006. Hatiya Upazila. http://banglapedia.org/HT/H_0089.HTM. (Date of accessed: 12.07. 2010).
- Brown, H.A., 1994. Economics of disasters with special reference to the Jamaican experience. Working paper 2. Jamaica: Centre for Environment and Development, University of the West Indies.
- Dahlhamer, J.M., Tierney, K.J., 1998. Rebuilding from disruptive events: Business recovery following the Northridge earthquake. *Sociological Spectrum*, 18: 121-141.
- Day, M., 2000. Nicaragua needs a break. In International Federation of the Red Cross and Red Crescent (IFRC/RC), World disasters report 2000. Switzerland: IFRC/RC.
- Drabek, T., 1991. Anticipating organizational evacuations: disaster planning by managers of tourist-oriented private firms. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 9(2): 219-245.
- Drabek, T., 1994a. New study shows that growing tourist industry is inadequately prepared for emergencies. *Hazard Technoioay*, 14(1): 17-21.
- Drabek, T., 1994b. Disaster evacuation and the tourist industry. Program on Environment and Behavior Monograph No. 57, Institute of Behavioral Science, University of Colorado.
- Drabek, T., 1995. Disaster responses within the tourist industry. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 13(1): 7-23.
- Gaskell, G., 2000. Individual and group interviewing. *Qualitative Researching with Text Image and Sound: A Practical Handbook* (Editors: M.W. Bauer, G. Gaskell), London: Sage, pp. 38-56.
- Gittleston, J., Mookherji, S., 1997. The application of anthropological methods to stud the intrahousehold resource allocation. *Intrahousehold Resource Allocation in Development Countries: Models, Methods, and Policy* (Editors: L. Haddad, J. Hoddinnott, H. Alderman), Baltimore and London: The John Hopkins University press, pp. 193-212.
- Hoppe, P., Pielke, Jr.R., 2006. Report of the workshop on "Climate Change and Disaster Losses: Understanding and Attributing Trends and Projections" 25-26 May 2006 Hohenkammer, Germany, http://sciencepolicy.colorado.edu/sparc/research/projects/extreme_events/munich_workshop/index.html (Date of accessed: 01.06.2010).
- Huq, S., Karim, Z., Asaduzzaman, M., Mahtab, F., 1999. Vulnerability and adaptation to climate change for Bangladesh. Kluwer, Dordrecht.
- International Federation of the Red Cross and Red Crescent (IFRC/RC), 1999. World disasters report 1999. Switzerland: IFRC/RC.
- International Federation of the Red Cross and Red Crescent (IFRC/RC), 2001. World disasters report 2000. Switzerland: IFRC/RC.
- International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), 2008. Climate change and disaster risk reduction. Briefing No 01, Geneva.
- Islam, M.R., 2004. Where land meets the sea: a profile of the coastal zone of Bangladesh. University Press Limited, Dhaka.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and human well-being: General synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- McBean, G., Ajibade, L., 2009. Climate change, related hazards and human settlements. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1: 179-186.
- MoWR, 2005. Coastal zone policy. Ministry of Water Resources, Government of People's Republic of Bangladesh.
- Parvin, G.A., Takahashi, F., Shaw, R., 2009. Coastal hazards and community coping methods in Bangladesh. *Journal of Coastal Conservation*, 12: 181-193.
- Saint-German, M.A., Basford I.L., Montano, G., 1993. Surveys and focus groups in health research with older hispanic women. *Qualitative Health Research*, 3(3): 341-367.
- Upazila Administration, 2005. Upazila Unnayan (development) Profile, Hatia, Noakhali, Published by Upazila Administration, Hatia, Noakhali, Bangladesh, pp. 1-4.

Bazı Meyve Türlerinin Hasadında Meyve Hasat Platformu Performansının Belirlenmesi

Salih ATAY¹ Ali AYBEK² Ahmet ASLAN³

ÖZET: Bu çalışma, Malatya Kayısı Araştırma İstasyonu deneme bahçelerinde, 2010-2011 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümüne tasarlanıp, prototipi yapılan, bir meyve hasat platformunun, kayısı, elma ve kiraz hasadındaki iş başarısının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada kontrol grubu olarak, yörede yaygın olan, merdiven yardımı ile yapılan klasik hasat yöntemi kullanılmıştır. Deneimler, Hacıhaliloğlu kayısı çeşidi, Ziraat 900 kiraz ve Granny Smith elma çeşitlerinde yürütülmüştür. Her iki hasat yönteminde de, üç kişiden oluşan işçi grupları, her bir meyve türü için 1 saatlik süreyle çalıştırılmış ve bu süre sonunda; hasat edilen meyve, yere dökülen meyve, ağaç başında kalan meyve ve yer değiştirme sırasında harcanan süre parametreleri belirlenmiştir. Buna göre, klasik hasat yönteminde, kayısı, elma ve kirazda 1 saatte, hasat edilen meyve, sırasıyla 73.33 kg, 516 kg ve 30.87 kg olarak gerçekleşirken, meyve hasat platformunda, bu 69.83 kg, 430.5 kg ve 31.32 kg olarak tespit edilmiştir. Ağaç başında kalan ve yere dökülenlerin toplamı olan hasat kaybı parametresinde, klasik hasat yönteminde kayısıda, 5.73 kg, elmada 8.06 kg ve kirazda 11.37 kg, meyve hasat platformunda ise bu, 3.58 kg, 7.39 kg ve 5.94 kg olarak bulunmuştur. Hasat performansını etkileyen faktörlerden biri olan yer değiştirme için harcanan süre klasik hasat yönteminde kayısı ve kirazda 1.5 dakika, elmada 6 dakika olarak belirlenmiş olup bu parametre için meyve hasat platformunda elde edilen değerler kayısıda 4 dakika, elmada 15 dakika ve kirazda ise 4.5 dakikadır. Her üç meyvede de meyve hasat platformu kullanımının, hasat edilen meyve miktarını artırmadığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Meyve hasat platformu, kayısı, kiraz, elma

Assessment of the Performance of Fruit Harvest Platform in Harvesting of Some Fruit Species

ABSTRACT: This study was carried out in the experimental orchards of Apricot Research Station between 2010-2011 years. In the investigation, it has been aimed to determine working performance of a fruit harvest platform, which is designed and whose prototype is made by the Agricultural Machines Department of the Agriculture Faculty at Kahramanmaraş Sütçü İmam University, in harvesting of apricot, apple and cherry. In this study, as a control group, by using ladder classic harvest method which is common in the region was used.

The experiments were made with Hacıhaliloğlu apricot variety, Dalbastı cherry variety and Granny Smith apple variety. In two harvest methods, were employed two groups of worker consisting of three people which have worked for one hour for each fruit type with three repetitions. At the end of this duration, parameters were defined in terms of the harvested fruit, fallen fruit, fruit remaining on the tree and spent time to change the position for fruit collecting. Furthermore, the pomological features of the harvested fruit were identified. According to the results, it was determined that harvested fruit amounts in apricot, apple and cherry in an hour, were respectively; 73.33 kg, 516 kg and 30.87 kg, in classic method and 69.83 kg, 430.5 kg and 31.32 kg in fruit harvest platform. The loss of Harvest consisting of fallen fruit and fruit remaining on the tree, is found for apricot apple and cherry respectively as 5.73 kg, 8.06 kg and 11.37 kg in classic method and 3.58 kg, 7.39 kg and 5.94 kg in fruit harvest platform. Spent time for changing the position which is one of the factors affecting harvest performance were determined as 1.5 minutes for apricot and cherry, 6 minutes for apple in classic method and respectively 4 minutes, 15 minutes and 4.5 minutes in fruit harvest platform. As a result, it was determined that using of fruit harvest platform does not increase the amount of collected fruit in each three fruits.

Keywords: Fruit harvest platform, apricot, cherry, apple

¹ Kayısı Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Yetiştirme Şubesi, Malatya, Türkiye

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği, Kahramanmaraş, Türkiye

³ Kayısı Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Ekonomi ve İstatistik Şubesi, Ekonomi ve İstatistik Şubesi, Malatya, Türkiye

GİRİŞ

Türkiye, meyve yetiştiriciliğinde, Dünya'nın önemli ülkelerinden biri olup bir çok meyve tür ve çeşidinin üretimi ve ihracatında ilk sıralarda yer almaktadır. Bu meyve türlerinin başında da, kayısı, elma ve kiraz gelmektedir.

Ülkemizde, özellikle sofralık üretimde olmak üzere, meyve hasadının büyük bir kısmı elle yapılmaktadır. Bunun nedenleri; meyvelerin eş zamanlı olgunlaşmaması, termik-mekanik dayanımının zayıf olması ve ekim-dikim mesafelerinin uygun olmamasıdır (Gezer, 2005).

Meyve üretiminde, en büyük işçilik gereksinimine, hasat işleminde ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmaya konu olan kayısı, kiraz ve elmanın da yer aldığı bazı meyvelerdeki hasat işgücü ihtiyaçları Çizelge 1'de verilmiştir (Gezer, 2001).

Çizelgeden de görüleceği üzere; hasat sırasında, üretimin % 74'üne ulaşan bir işgücü ihtiyacı söz konusudur. Bu oran kayısıda kükürtleme, çekirdek çıkarma ve kurutma gibi işlemlerin de insan gücü ile yapılmasından dolayı % 43'lerde kalmıştır. Kiraz üretiminde bu % 70 iken elmada % 41 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, elle hasatta, toplam üretim maliyetinin % 30-60'ının harcılandığı söylenebilir (Moser, 1989; Gezer 2001).

Meyve hasadında, klasik hasat yöntemi olan elle toplama, genellikle bir merdiven yardımı ile yapılmaktadır. İşçiler, öncelikle elle ulaşabildikleri yükseklikteki meyveleri elle buldukları yerden toplarken, yüksek dallardaki meyveleri ise bir merdiven üzerine çıkmak suretiyle hasat etmektedirler. Ancak ağaç tacının iç kısımlarındaki meyvelere bu şekilde ulaşmak oldukça zor olmaktadır. Yine ağacın büyüklüğüne göre sık sık merdivenin yerinin değiştirilmesi zorunluluğu, çalışanların düşme tehlikesini de beraberinde getirmektedir. Ayrıca bu şekilde hasatta, meyveler önce kova veya sepetlere toplanmakta, sonra kasa ve kutulara aktarılmaktadır. Bu önemli ölçüde zaman kaybına sebep olduğu gibi meyvelerde de hasara neden olmaktadır.

Bu problemlere yönelik olarak imal edilen, meyve hasat platformunun, önemli bazı yararlar sağlayabildiği belirtilmektedir (Üçgül, 2007). Bunlar:

- Yüksek dallardaki meyvelerin hasat işlemleri zorlanmadan ve geniş bir çalışma alanı içerisinde güvenli bir şekilde yapılarak meyve kalitesi korunabilir,
- Hasat edilen meyvelerin platform ile birlikte taşınabilmesi ile merkez toplama noktasına çok seferde az miktarda ürün yerine bir defada çok miktarda ürün geleceğinden işçilerin boşa geçen zamanı kısalabilir,
- İşçiler yüksek noktalara ellerinde sepetlerle çıkmak zorunda kalmayacaklarından daha az yorulurlar,
- Fiziksel zorlanmaların azaltılması ve iş veriminin artırılması sağlanabilir, traktörün işletme maliyeti düşürülebilir.

Bu çalışmada yukarıda sıralanan yararlarla yönelik olarak tasarlanıp, imal edilen meyve hasat platformunun kayısı, kiraz ve elma hasadında, hasat performansının belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece, üreticilere, özellikle sofralık tüketim için hasat edecekleri meyvelerde, alternatif bir makine ve yöntem tavsiye edilebilecektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Denemede, Hacıhaliloğlu kayısı çeşidi, Ziraat 0900 kiraz ve Granny Smith elma çeşitleri kullanılmıştır. Kayısı bahçesi 10x10 m dikim aralığıyla tesis edilmiş, 12 yaşlı ağaçlardan oluşmuştur. Kiraz ve elma bahçeleri ise 5x5 m dikim aralığında, kiraz ağaçları 13 yaşlı ve elma ağaçları ise 8 yaşındadır. Denemede kullanılan kayısı, kiraz ve elma ağaçlarının ortalama yükseklikleri sırasıyla; 4.7 m, 3.9 m ve 4.1 m'dir. Denemelerde hasat edilen meyvelere ait bazı pomolojik özellikler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bazı meyve türlerinde hasat için gerekli işgücünün toplam işgücü gereksinimi içindeki payı (%)

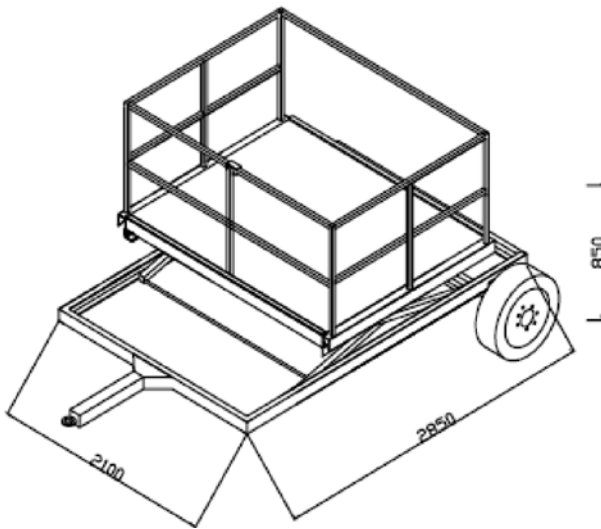
Meyve Türü	Narenciye	Şeftali	Elma	Kayısı	Zeytin	Kiraz	Fındık
Hasat İş Gücü (%)	31	38	41	43	50-70	70	74

Çizelge 2. Denemelerde hasat edilen meyvelere ait bazı pomolojik özellikler

Meyve Çeşidi	Meyve Eni (mm)	Meyve Yük. (mm)	Meyve Ağ. (g)	pH	SÇKM (%)	Sertlik (kg cm ⁻²)
Hacıhaliloğlu	34.16	39.36	28.35	4.53	21.33	3.43
Granny Smith	72.50	60.40	201.00	3.35	13.01	7.65
0900 Ziraat	25.46	25.51	9.80	0.76	18.44	1.73

Klasik hasat yönteminde, yüksek dallardaki meyvelere ulaşmada kullanılan merdiven 3.0 m yüksekliğinde ve denge için kullanılan kol kısmı ile beraber yerleştirilerek kullanılmaktadır. Hasatta kullanılan ve Üçgül, 2007 tarafından tasarlanıp, prototipi yapılan ve üç boyutlu resmi, Şekil 1’de verilen meyve hasat platformunun teknik özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Meyve hasat platformu, tarım traktörü tarafından çekilen, tekerlekli bir kasa üzerine monte edilmiştir.
- Meyve hasat platformunun genişliği 2.1 m, uzunluğu 2.85 m, kapalı halde yerden yüksekliği 0.85 m ve yüksüz kütlesi 475 kg’dır.
- Çalışma koşullarına göre platform 4 m genişliğe ve 1.85 m yüksekliğe kadar ayarlanabilmekte ve 4 m yüksekliğe kadar olan meyveleri hasat edilebilmektedir.
- Platform; üst tabla, kızak sistemi, makas sistemi, taşıyıcı alt tabla ve hidrolik sistemden oluşmaktadır.



Şekil 1. Meyve hasat platformunun üç boyutlu görünüşü (Üçgül, 2007).

Denemede; çalışma ve yer değiştirme sürelerinin ölçülmesinde dijital kronometre, işçilerin hasat etmiş oldukları meyve ağırlıklarını belirlenmesinde ise dijital terazi kullanılmıştır.

Yöntem

Denemeler, yukarıda özellikleri verilen, merdiven yardımı ile elle hasat (klasik hasat yöntemi) ve yine yukarıda teknik özellikleri verilen meyve hasat platformu ile yapılan hasat işleminin karşılaştırmasını içermektedir.

Klasik hasat yönteminde, işçiler kavuşabildikleri yüksekliğe kadar yerde hasat ettikten sonra merdivene çıkarak yüksek noktalardaki meyveleri toplamışlardır. Bu yöntemde, meyveler, kovalarda biriktirildikten sonra kasalara aktarılmıştır. Meyve hasat platformunda ise, işçiler bütün hasadı, platform üzerinde gerçekleştirmiş ve meyveleri doğrudan kasalara toplamışlardır.

Denemelerde her meyve çeşidi için 3 tekerrürlü olmak üzere, 3 işçinin 1’er saatlik çalışma sonunda topladıkları meyvelerin miktarları kg olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu süre içerisinde hasat edilen ağaçlarda; ulaşamadığı için ağaç üzerinde kalan ve hasat sırasında yere dökülen meyveler, daha sonra toplanarak, toplam ağırlıkları kg olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu değer, hasat edilen meyve miktarına oranlanmış ve % olarak toplam hasat kaybı bulunmuştur.

Ayrıca, makine iş başarısının ölçütlerinden biri olan, yer değiştirme sırasında harcanan zaman da kayıt altına alınmıştır. Pomolojik değerlendirmeler için de; tekerrürlerden tesadüfen seçilen 20’şer meyvede; meyve eni, meyve yüksekliği, meyve ağırlığı, pH ve kuru madde (SÇKM) değerleri saptanmıştır (Çelik, 1988; Karaçalı, 1990).



a



b

Şekil 2. Kiraz hasadı yöntemleri a)klasik hasat yöntemi b)platform yardımı ile hasat.



a



b

Şekil 3. Elma hasadı yöntemleri a)klasik hasat yöntemi b)platform yardımı ile hasat yöntemi.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Klasik hasat yöntemi ve meyve hasat platformu yardımı ile (Şekil 2 ve 3) yapılan hasat işlemlerine ait veriler Çizelge 3'de verilmiştir.

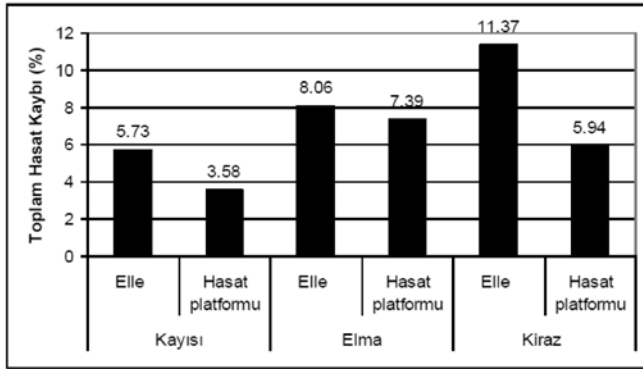
Klasik hasat yönteminde, hasat iş başarısı; kayısıda 73.33 kg h⁻¹, elmada 516.00 kg h⁻¹ ve kirazda 30.87 kg h⁻¹ olarak belirlenmiştir. El ile hasatta işgücü, iri meyveli ağaçlar ile küçük meyveli ağaçlar ve ağaç yüksekliğine göre farklılık göstermektedir (Tunçer ve Özgüven, 1989). Kocabıyık ve ark., (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, bir işçinin iş başarısı şeftali için 117.70-230.97 kg h⁻¹, kayısı için 47.32-90.74 kg h⁻¹, kiraz için 10.26-17.42 kg h⁻¹, erik için 28.24-33.40 kg h⁻¹ arasında değişmiş ve en yüksek iş başarısı şeftali hasa-

dında, en düşük iş başarısı ise kiraz hasadında elde edilmiştir. Turunçgil hasadının teknik ve ekonomik başarılarının belirlendiği çalışmada ise elle yapılan hasatta, bir işçinin ürün iş başarısının, ürün cinsine bağlı olarak 48-155 kg h⁻¹ (0.048-0.155 ürün-t 1-işçi-h⁻¹) değiştiği belirlenmiştir (Söyler ve Özcan, 2003). Bu çalışmada da benzer olarak en yüksek hasat miktarı elmada gerçekleşmiş ve bunu kayısı ve kiraz izlemiştir.

Meyve hasat platformu ile hasatta hidrolik kaldırıcı platformların kullanılması ile iş veriminin % 20 oranında, artırılacağı bildirilmektedir (Üçgül, 2007). Ancak bu çalışmada, klasik hasat yönteminde, hasat edilen meyve miktarı açısından kayısı ve elma hasadında

Çizelge 3. Kayısı, elma ve kiraz hasadında hasat yönteminin bazı hasat parametreleri üzerine etkisi

Meyve	Hasat Yöntemi	Hasat edilen meyve (kg h ⁻¹)	Ağaç'ta kalan meyve (kg)	Yere düşen meyve (kg)	Yer değiştirmede geçen süre (dakika)
Kayısı (Hacıhaliloğlu)	Klasik yöntem	73.33±5.4	3.77±0.4	1.96±0.3	1.5±0.2
	Meyve hasat platformu	69.83±6.1	2.05±0.3	1.53±0.2	4.0±0.4
Elma (Granny Smith)	Klasik yöntem	516.00±24.3	15.20±3.2	26.40±3.6	6.0±0.4
	Meyve hasat platformu	430.50±18.4	10.20±2.9	21.60±3.4	15.0±0.7
Kiraz (0900 Ziraat)	Klasik yöntem	30.87±3.5	1.51±0.2	2.00±0.2	1.5±0.2
	Meyve hasat platformu	31.32±3.4	0.61±0.1	1.25±0.1	4.5±0.3



Şekil 4. Kayısı, elma ve kirazda hasat yöntemlerinin hasat kaybına etkisi (%).

meyve hasat platformuna göre daha iyi sonuçlar alınmıştır. Elma hasadında, elle hasat ile meyve hasat platformu arasındaki fark daha da yüksektir. Bunun temel nedeni elma hasadında yer değiştirme için harcanan sürenin merdiven yardımı ile yapılan elle hasadın yaklaşık 2.5 katı kadar yüksek olmasıdır. Meyve hasadının mekanize edilmesini etkileyen en önemli faktörlerden biri farklı dikim aralıklarıdır (Tunçer ve Özgüven, 1989). Nitekim, elma bahçesinin 5x5 m dikim aralıklarıyla tesis edilmiş olması, meyve hasat platformunun bağlı olduğu traktörün, manevra kabiliyetini düşürmüş ve yer değiştirme için harcanan süre artmıştır. Kiraz hasadının gerçekleştiği bahçenin dikim normu da 5x5 m olmakla birlikte yer değiştirmede geçen süre iki yöntemde de hemen hemen aynı olmuştur. Burada aynı dikim aralığına sahip olan elma ile kiraz arasındaki fark; 1 saatlik hasat denemelerinin, elmada 3 ağaçta kirazda ise 1 ağaçta gerçekleşmesi, yani yer değiştirme sayısı-

nın fazla olmasıdır. Bu nedenle, ancak mekanik hasada uygun hale getirilmiş bahçelerde yapılacak çalışmalar, makineli hasadın gerçek performansını ve etkinliğini ortaya koyacaktır (Gezer, 2005).

Şekil 4'te görüldüğü üzere; klasik hasat yönteminde, kayısı, elma ve kirazda hasat kaybı sırasıyla; % 5.73, % 8.06 ve % 11.37 olarak gerçekleşmiştir. Bu kayıp, meyve hasat platformunda ise kayısıda % 3.58, elmada % 7.39 ve kirazda % 5.94 olarak gerçekleşmiştir. Turunçgil hasadında yapılan bir çalışmada, bir hasat ekibinin ortalama ürün kaybının % 1.0-9.18 arasında değiştiği belirlenmiştir (Söyler ve Özcan, 2003). Burada önemi olan nokta, üç meyvede de hasat platformu kullanımı, hasat kaybını azaltmıştır. Meyve hasat platformu ile hasat kaybında sağlanan bu düşüşün önemi, hasat kayıplarının, ülkesel bazda hesaplanması ile daha iyi anlaşılacaktır.

Meyve hasat platformu, hasat edilen meyvelerin biriktirileceği yere sahip olması sebebiyle işçilere kolaylık sağladığı gibi iş güvenliği açısından klasik hasat yöntemine göre çok daha iyidir. Ancak, yer değiştirme için harcanan sürenin, meyve hasat platformunda fazla olması bir dezavantaj olarak gözükmemektedir. Makine üzerinde bazı değişiklikler yapılmasının yanısıra, uygun dikim aralıklarının ve makineli sisteme uygun terbiye sistemlerinin kullanılması ile bu sürenin düşürülmesinin mümkün olduğu gerçeği göz ardı edilmemelidir. Bu gerçekleştiğinde meyve hasat platformu çok daha etkin olarak kullanılabilir.

SONUÇ

Kayısı ve kiraz hasadında toplanan meyve miktarı bakımından, iki yöntem arasında büyük bir farklılık görülmezken, elma hasadında klasik hasat yönteminde, meyve hasat platformuna göre çok daha fazla meyve toplanmıştır. Buna karşın üç meyvede de, meyve hasat platformu kullanımı hasat kayıplarını azaltmıştır.

Meyve hasat platformunun en önemli dezavantajı, platformun yer değiştirmesi için harcanan sürenin yüksek olmasıdır. Özellikle dar dikim aralıkları, makinenin bağlı olduğu traktörün manevra kabiliyetini düşürmekte ve bu süreyi artırmaktadır. Manevra kabiliyetini yükseltmeye yönelik, meyve hasat platformu üzerinde yapılacak değişiklikler (örneğin boyutlarının küçültülmesi gibi) makinenin daha etkin kullanılmasını sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Çelik, M., 1988. Ankara koşullarında Williams, Ankara, Akça ve Seker armudu için en uygun s.ö. ayva anaçlarının seçimi üzerine bir araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1075, Ankara.
- Gezer, İ., 2001. Türkiye’de mekanik meyve hasadının durumu. Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi 13- 15 Eylül 2001, Şanlıurfa, s. 251- 256.
- Gezer, İ., 2005. Kayıscılıkta mekanizasyon. Medipres Matbaacılık Yayıncılık Ltd. Şti., Malatya. ISBN 975- 00062-0-8, s 181-219.
- Karaçalı, İ., 1990. Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 494, İzmir.
- Kocabıyık, H., Kavdır, İ. Özpinar, S., 2009. Çanakkale ilinde bazı meyvelerin elle hasadının teknik ve ekonomik analizi ve meyvelerin makineli hasada yönelik bazı özelliklerinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 45-53.
- Moser, E., 1989. Bağ bahçe sebze ve endüstri kültürlerinde mekanizasyon uygulamaları (Çeviri: İ. K. Tuncer ve F. Özgüven). Türkiye Ziraat Donatım Kurumu, Mesleki Yayınları, Yayın No:52, Ankara,
- Söyler, O., Özcan, M.T., 2003. Turunçgil hasadının teknik ve ekonomik başarılarının belirlenmesi üzerine çalışmalar. Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi, Konya, s. 272-278.
- Tuncer, İ.K, Özgüven, F., 1989. Bağ, bahçe, sebze ve endüstri kültürlerinde mekanizasyon uygulamaları. Türkiye Ziraat Donatım Kurumu Mesleki Yayınları Yayın No: 52, Ankara (Prof. Dr. Ing. E. Moser’den çeviri).
- Üçgül, M., 2007. Tarım traktörü ile çalıştırılan bir meyve hasat platformu tasarımı. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Kahramanmaraş.

Erbaa Ovası Yeraltı Suyunun Tuzluluğunun Değerlendirilmesi

Saniye DEMİR¹ Kenan KILIÇ²

ÖZET: Bu çalışmada, Aşağı Kelkit Havzasında bulunan Erbaa ovasında yer alan sulama amaçlı kullanılan su kuyularının tuzluluğu incelenmiştir. Bu amaçla, ovada çiftçiler tarafından sulamada kullanılan 17 adet yeraltı suyu kuyusu belirlenmiş ve bu kuyulardan sulama mevsiminin başı olan Nisan 2011 ve sulama mevsiminin sonu olan Eylül 2011 tarihlerinde su numuneleri alınmıştır. Bu sularda EC ve pH analizleri yapılmış ve yeraltı suyunun tuzluluk derecesi araştırılmıştır. Sulama mevsimi öncesi EC 530 - 1924 mS cm⁻¹ ve sonrası EC 393- 1530 mS cm⁻¹ arasında değişen değerler bulunmuştur. Yeraltı suyu tuz içeriklerine göre C₂-C₃ sınıfı sulama suyu olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma sonucunda, sulama mevsimi öncesi ve sonrasında kuyulardaki yeraltı suyunun tuzluluk değerinin değiştiği, ancak sınıfının değişmediği belirlenmiştir. Sulama mevsimi öncesi ve sonrası pH değerleri sırasıyla 7.23 -7.65 ve 7.40 -7.93 aralığında bulunmuştur. Bulunan pH sonuçları büyük bir oranda nötr denebilecek bir aralıkta bulunduğu için herhangi bir problem oluşturmamaktadır.

Anahtar kelimeler: Yeraltı suyu kalitesi, tuzluluk, Erbaa ovası

Salinity Assessment of Groundwater in Erbaa Plain

ABSTRACT: In this study was investigated salinity of ground-water wells used to irrigate in Lower Kelkit Basin. With this aim, 17 different ground-water wells that are being used to irrigation by farmers were determined and water sample from these ground-water wells was collected the head of the irrigation period in April 2011 and the end of the irrigation period in September 2011. EC and pH analyzes were made and degree of salinity of ground-water was investigated. Between before of the irrigation period EC values 530 -1924 mS cm⁻¹ and after of the irrigation period EC values 393 -530 mS cm⁻¹ were found. According to the salt content of ground-water was classified as C₂-C₃ class irrigation water. Research results showed that the values of ground-water salinity were changed in wells after and before of the irrigation period but the class was not change. Before of the irrigation period pH values 7.23 -7.65 and after of the irrigation period pH values 7.40 -7.93 were found. This pH results to be called a neutral range to a large extent does not constitute any problem.

Keywords: Ground-water quality, salinity, Erbaa plain

¹ Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat, Türkiye

² Niğde Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Niğde, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Saniye DEMİR, saniye.140100@gmail.com

GİRİŞ

Dünyadaki toplam suyun % 96'dan fazlasını tuzlu sular oluşturmaktadır. Tüm tatlı su kaynaklarının % 68'inden fazlası buz ve buzulların içinde hapsedilmekte ve diğer % 30'luk kısmı ise yer altında bulunmaktadır. Nehirler, göller gibi yüzeysel tatlı su kaynakları toplam suyun % 1'ni oluşturmaktadır. İnsanların kullandığı su kaynaklarının çoğunu nehirler ve göller oluşturmaktadır. Gelecekte su kıtlığı yaşamamız için sularımızın kirlenmeye karşı korunması gerekmektedir (Anonymous, 2012).

Su, tarımsal üretim artışıdaki en önemli unsurlardan biridir. Bu girdinin verimli olabilmesi, ihtiyaç oranında kullanılmasıyla mümkündür. Bu nedenle suyun kontrollü dağıtımı, sulama tesislerinin iyi işletilmesi, genel sulama planlamalarının yapılması ile su yönetiminin çok iyi uygulaması gerekmektedir. Aşırı ve dengesiz sulama suyu kullanımına bağlı olarak, toprak taban suyu yüksekliğindeki artış toprak verimliliğini azaltmaktadır. Ayrıca, bazı sulama alanlarında aşırı derecede tuz seviyesinin artmasından dolayı çoraklaşma meydana gelmekte ve tarım arazileride tarımsal üretim yapılamaz hale gelmektedir. Taban suyu düzeyinin yüksekliği ve tuzluluk nedeniyle sulama alanlarının niteliğinin bozulması, sulamanın sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemekte ve yüksek düzeyde ekonomik kayıplar oluşmaktadır (Beltran, 1999).

Suyun tuzluluğunun yüksek olması, toprak çözeltisi ozmotik basıncının yükselmesine ve buna bağlı olarak köklerin topraktan su alımlarının azalmasına neden olacağından bitki verimini ve kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Tuzluluğun artmasıyla birlikte, yapraklar sararıp solmakta, bitki turgoru azalarak görünüm zayıflamaktadır. Uzun süre bu etki altında kalan bitkilerde kalıcı deformasyonlar oluşarak verimi olumsuz etkilemektedir (Arslan ve ark., 2007). Tuzluluğun düşük olduğu koşullarda ise bireysel bazı toksik iyonlar, yüksek konsantrasyonlarda bitki verim ve kalitesine etki et-

mektedir. Bu iyonların yüksek konsantrasyonları, yapraklarda ve vejetatif organlarda ciddi derecede zararlara neden olarak, meyvenin kalitesinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir (Ayyıldız, 1990; Yurtseven, 1997).

Kurak ve yarı kurak iklimin görüldüğü bölgelerde yeraltı suyunun kimyası çok hızlı bir şekilde değişmekte ve tuzluluk artmaktadır. Bu duruma, hidrojeolojik şartlar gibi yerel faktörler, sulama miktarı, çevrenin kuraklık durumu ve beklenmeyen yağışlarla oluşan sulama gibi faktörler etkili olmaktadır (Eagelson, 1978; 1979).

Yeraltı suyunun tuzluluğunun belirlenmesinde, tuz içeriğinin bir göstergesi olan elektriksel iletkenlik (EC) ve suyun asitliğinin veya alkaliliğinin derecesini gösteren pH gibi kimyasal analizler kullanılmaktadır. Sulama suları, EC değerine göre 4 sınıfta incelenmektedir (Çizelge 1). Az Tuzlu Su (C_1), tuzluluk yaratma ihtimali çok zayıf olup, hemen hemen her tip toprakta ve bitkilerin büyük bir kısmının sulanmasında güvenle kullanılabilir. Geçirgenliği çok fazla düşük olan topraklar hariç, normal sulama tedbirleri dışında herhangi bir tedbirin alınmasına gerek göstermez. Orta Tuzlu Su (C_2), sulama esnasında orta derecede bir tuz yıkanmasının sağlandığı hallerde kullanılabilir. Tuza karşı dayanıklılığı orta derecede olan bitkiler çoğunlukla tuzluluk kontrolü için özel tedbirler alınmasına gerek göstermeden yetiştirilebilir. Fazla Tuzlu Su (C_3), Drenajı kısıtlı sahalarda kullanılamaz. Drenajın iyi olması durumunda dahi tuza dayanıklı bitkilerin seçilmesi şart olup, tuzluluk kontrolü için özel tedbirlerin alınmasına gerek duyulabilir. Çok Fazla Tuzlu Su (C_4), normal şartlar altında sulama suyu olarak kullanılmaya uygun değilse de, ender hallerde kullanılabilir. Bu takdirde, toprağın geçirgenliğinin gayet iyi olması, suyun yeterli miktarda yıkanma sağlayacak şekilde bol olarak verilmesi, drenajın iyi olması ve nihayet tuza dayanıklı bitkilerin seçilmesi şarttır (Arslan ve Demir, 2011).

Çizelge 1. EC değerleriyle ilişkili su sınıfları (Anonymous, 1960)

EC Değeri	Sınıfı
100-250 mS cm ⁻¹	C_1 (Az Tuzlu Sular)
250-750 mS cm ⁻¹	C_2 (Tuzlu Sular)
750-2250 mS cm ⁻¹	C_3 (Çok Tuzlu Sular)
2250-5000 mS cm ⁻¹	C_4 (Çok Fazla Tuzlu Sular)

Sulama sularının asitliği ya da bazikliği pH ile açıklanmaktadır. pH 0 - 14 arasında değişen bir değer alır. Bu değer 7'den yüksek ise alkali, düşük ise asidik-tir. Su pH'sını suyun kimyası düzenlemekte olup gittikçe yaşam alanında etkili olmaktadır (Rabe ve White, 1994).

Kelkit havzası, oldukça zengin yer altı ve yer üstü su kaynaklarına sahip olmasından dolayı yörede tarım, en önemli ekonomik faaliyet alanıdır. Tarımsal ürünlerindeki çeşitlilik; yörenin iklim, su ve coğrafi koşullarının tarımsal üretimdeki elverişliliğinin önemli bir göstergesidir (Arslan, 2007). Hemen hemen her türlü sebze ve meyvenin üretilbildiği yöre, bu alanda önemli potansiyel oluşturmaktadır. Bu çalışmada, topluluşturma, arazi geliştirme ve sulama gibi önemli yatırımların yapılmış olduğu Aşağı Kelkit havzasındaki su kuyularının EC ve pH değerleri belirlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

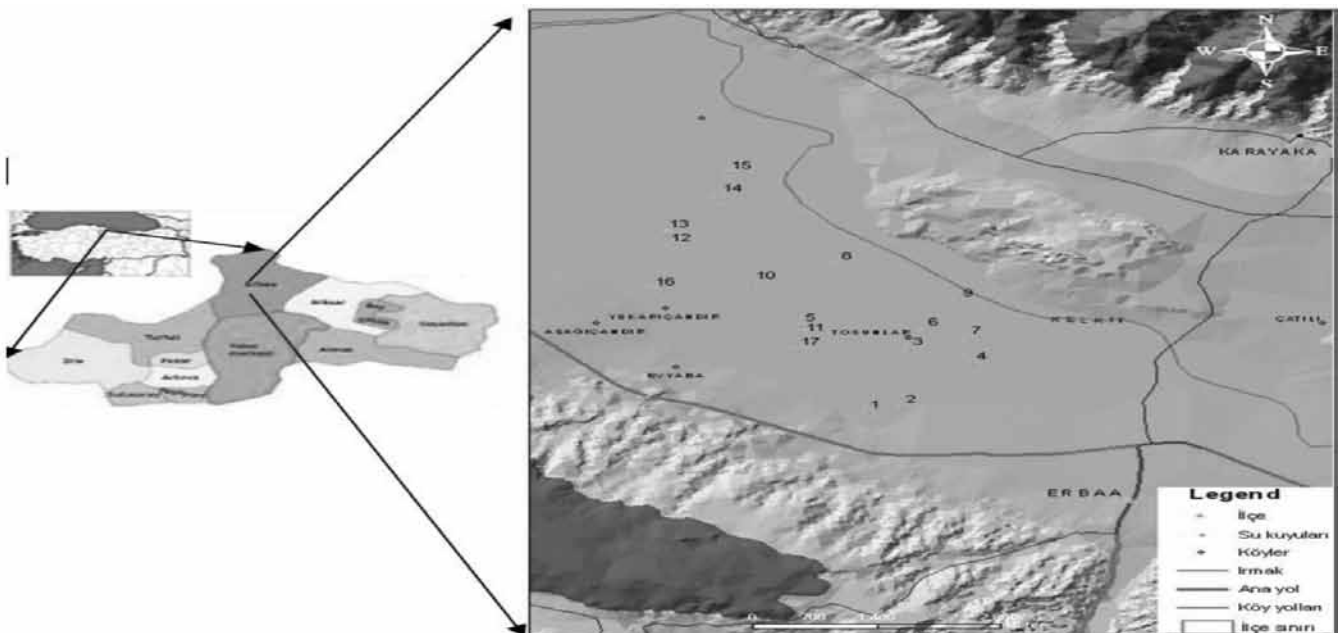
Materyal

Coğrafi Konum: Çalışma alanı Orta Karadeniz Bölgesi'nde $40^{\circ} 15'$ - $40^{\circ} 45'$ kuzey enlemleri ve $36^{\circ} 15'$ - $36^{\circ} 45'$ doğu boylamları arasında, Kızılırmak ile yan derelerin oluşturduğu delta ovasında yer almaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 248 m'dir. Çalışma alanı yaklaşık olarak 4300 ha ve bu alanın 100 ha pom-

paj (enerjili) ve 2200 ha ise cazibeli (enerjisiz) olarak 24 kuyudan sulanmaktadır. Çalışma alanının konumu Şekil 1'de verilmiştir.

İklim: Aşağı Kelkit Havzası; konumu nedeniyle Karadeniz bölgesinde hüküm süren ılıman deniz iklimi ile İç Anadolu bölgesinde hüküm süren karasal iklimlerin arasında bir geçiş bölgesi özelliğine sahip olup, yaz ayları kurak ve sıcak, ilkbahar ve kış ayları ise serin ve yağışlı geçmektedir. Yağmurlar ilkbaharda yağmakta, Temmuzdan-Ekime kadar kuraklık hüküm sürmektedir. Kar ile örtülü günler aralık-mart aylarıdır. Yıl içerisinde en yüksek ortalama kar yüksekliği 30 cm olup, mahsuller dondan ender olarak zarar görürler. Yıllık ortalama yağış 436 mm olup, ortalama sıcaklık 12°C civarındadır (Anonim, 2012). Yağışlar aralık ayından haziran ayı ortalarına kadar etkindir. Bununla birlikte araştırma alanının jeomorfolojisi, ve topoğrafik yapısı, bölgenin iklimi üzerine etkili olmaktadır. Erbaa ovası, kotu 200-320 m arasında değişen geniş ovaların bulunduğu bir bölgedir. Dağlar ise ortalama 500 m yüksekliktedir (Akman, 1999).

Toprak Özellikleri: Çalışma alanında Kretase ve Tersiyer'e ait fliş özelliğindeki kalker ve volkanik kayalar çoğunluktadır (Göksu ve ark., 1974). Vadinin güney yamaçlarında kalker kayalıklar olduğu halde kuzey yamaçlarında toprak yapan fliş formasyonları görülmektedir.



Şekil 1. Çalışma alanının bölgedeki yeri ve su kuyularının konumu.

Kuvaterner'e ait traverten ve alüvyonlar da bulunmaktadır. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün toprak haritalarına göre (KHGM, 2002) Kelkit havzasında; kahverengi, kahverengi orman, kireçsiz kahverengi orman, kestane rengi, alüvyal, kolüvyal, hidromorfik, ve gri kahverengi podzolik olmak üzere sekiz büyük toprak grubu yer almaktadır. Aşağı Kelkit havzasında ağırlıklı toprak yapısı kolüvyal topraklardır. Bu topraklar vadi yamaçlarından yer çekimi, toprak kayması, yüzey akışı ve yan dereler ile kısa mesafelerden taşınarak eğimin azaldığı vadi tabanında birikmiş ve kolüvyon denilen materyal üzerinde oluşmuştur. Toprak karakteri daha çok çevredeki büyük arazi topraklarına benzemektedir. Eğim ve bünyeleri nedeniyle drenajları iyidir (Karaer, 1994; Günesen, 2008).

Yöntem

Yeraltı Su Kuyularının Tespit Edilmesi ve Su Örneklerinin Alınması: Bu araştırma, 2011 yılı nisan ve kasım ayı sonunda Aşağı Kelkit havzasında Erbaa ovasında DSİ sulama birliklerine ait sol sahil kuyularında yürütülmüştür. Çalışma alanında DSİ'ye ait 17 adet sulama kuyusu kullanılmıştır. Gözlem kuyularının arazideki yerini tespit etmek için kuyu koordinatları GPS aleti ile hassas bir şekilde belirlenmiştir.

Su örneklerinin alınmasında Ayyıldız (1990)'da verilen kriterler kullanılmıştır. Su örnekleri, sulama mevsiminin başlangıcı olan nisan ve sulama mevsiminin sonu olan eylül aylarında alınmıştır. Suyu kuyularından alınan örneklerde, pompalar bir müddet çalıştırılmış, pompa içinde ve borularda bulunan suların dışarı tamamen atılmasından 15-20 dakika sonra su örnekleri alınmıştır. Örnekler ikişer litrelik lastik tıpalı şişeleme alınmış ve kuyu numaraları ile etiketlenmiştir.

İstatistiksel Analizler: Araştırma, sahasında sulama öncesi ve sulama sonrası su kalitesinin değişimi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla eşli karşılaştır-

ma yöntemi analizi yapılmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında alınan verilere ait ortalama, en düşük ve en yüksek değerleri belirlenmiştir.

EC değerlerinin interpolasyonunda Inverse Distance Weight (IDW) yöntemi kullanılmıştır. Bu en basit yaklaşımdır (Roberts et al., 2004). IDW interpolasyon modellemesi, su kaynakları, bitki dağılımı ve toprak özelliklerinin haritalarını oluşturmak için kullanılan ve zamandan oldukça tasarruf edilen bir yöntemdir. Uygulaması oldukça kolaydır ve semivariogram modelleri yoktur (Declerco, 1996).

BULGULAR

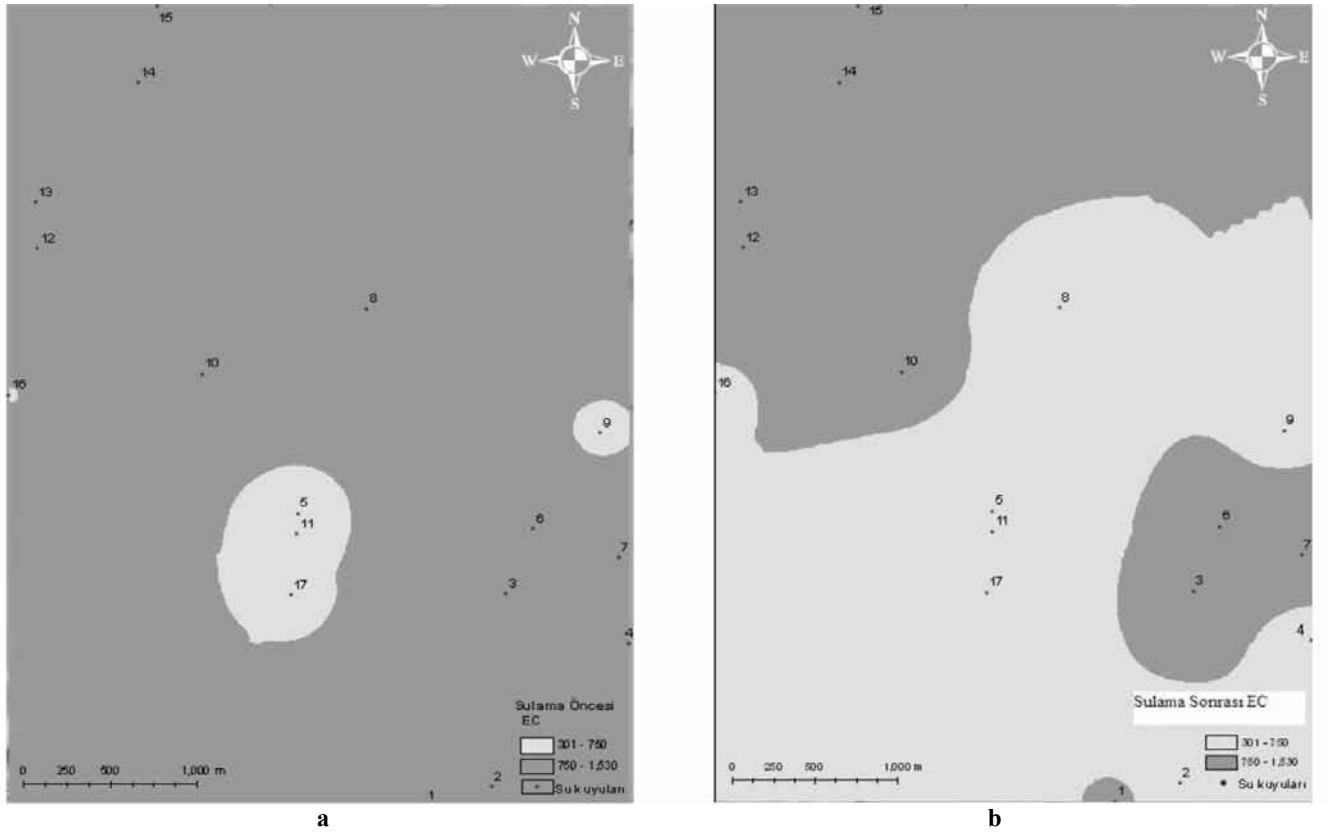
Çalışma kapsamında Erbaa Ovası Sol Sahil sulama alanında belirlenen 17 adet yeraltı suyu kuyusundan, sulama mevsimi öncesi ve sonrasında alınan su örneklerindeki ortalama, en düşük ve en yüksek değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde, yeraltı suyunun EC değerlerinin sulama mevsiminden önce 530 - 1949 mS cm⁻¹ arasında ve sulama mevsimi sonrasında ise 301 - 1530 mS cm⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çakır ve ark. (1997)'de, EC değeri 7.2 dS m⁻¹ ve SAR değeri 15 - 26 olan Ergene Nehri suyu ile EC değeri 0.8 dS m⁻¹ ve SAR değeri 0.87 olan şebeke suyunu karşılaştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, birinci yıl sonunda şebeke suyu ile sulanan toprağın EC değerinin 0.5 - 0.6 dS m⁻¹ sınırları arasında kaldığını, nehir suyu ile sulanan alanda 6 - 8 kat artışla 3 - 4 dS m⁻¹ ye ve, ikinci yılın sonunda ise bu 8 - 10 dS m⁻¹'ye ulaştığını bildirmişlerdir.

Çalışma alanında, sulama mevsimi öncesi ve sonrası yer altı suyunun EC dağılımını gösteren haritalar Şekil 2'de verilmiştir. Çizelge 1'de verilen tuzluluk sınıflandırılmasına göre EC haritaları yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına ait EC, pH ve tuzluluk sınıfı Çizelge 3'de verilmiştir. Yeraltı suyunun EC değerinin sulama

Çizelge 2. Yeraltı suyu örneklerine ait bazı istatistiksel değerler

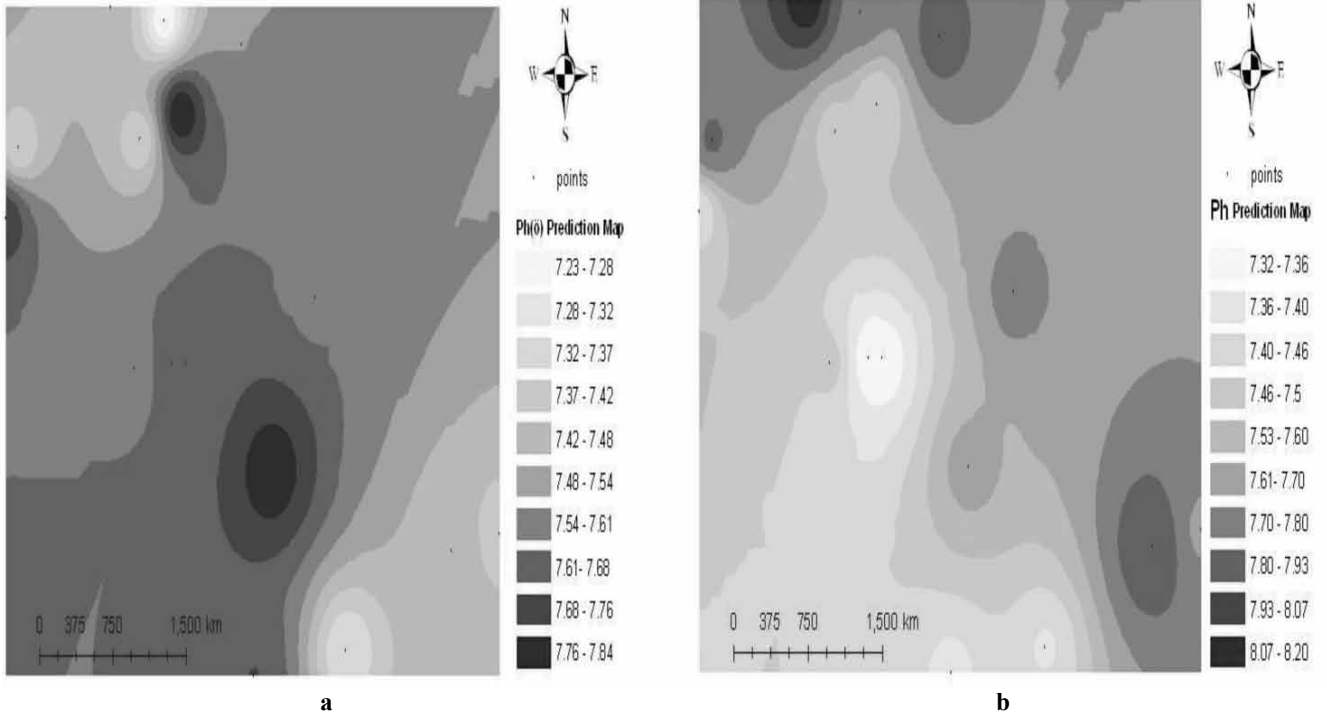
Dönem	Parametre	Min.	Max.	Ortalama
Sulama Öncesi	EC (mS cm ⁻¹)	530	1949	1227.71
	pH	7.23	7.65	7.41
Sulama Sonrası	EC (mScm ⁻¹)	301	1530	821.88
	pH	7.40	8.20	7.72



Şekil 2. Yeraltı suyunun EC (mS cm^{-1}) değerleri a) sulama öncesi b) sulama sonrası.

Çizelge 3. Su kuyularına ait parametre değerleri

Örnek No	Sulama mevsimi öncesi			Sulama mevsimi sonrası		
	EC mS cm^{-1}	pH	Suyun sınıfı	EC mS cm^{-1}	pH	Suyun sınıfı
1	964	7.41	C ₃	780	7.74	C ₃
2	964	7.37	C ₃	560	7.83	C ₂
3	1924	7.37	C ₃	1000	7.48	C ₃
4	760	7.46	C ₃	408	8.20	C ₂
5	530	7.32	C ₂	301	7.65	C ₂
6	1831	7.42	C ₃	853	7.84	C ₃
7	1726	7.23	C ₃	1530	7.76	C ₃
8	1949	7.59	C ₃	560	7.74	C ₂
9	604	7.54	C ₂	604	7.88	C ₂
10	1144	7.65	C ₃	910	7.82	C ₃
11	670	7.32	C ₂	393	7.65	C ₂
12	1915	7.32	C ₃	1228	7.40	C ₃
13	1697	7.31	C ₃	1262	7.42	C ₃
14	1516	7.45	C ₃	1205	7.93	C ₃
15	1289	7.40	C ₃	1222	7.68	C ₃
16	742	7.39	C ₂	702	7.68	C ₂
17	646	7.49	C ₂	454	7.55	C ₂



Şekil 3. Yeraltı suyunun pH değeri a) sulama öncesi b) sulama sonrası.

öncesinde tuzluluk içeriği yüksek olan C_2 sınıfına girdiği ve 5, 9, 11, 16 ve 17 nolu kuyuların yeraltı sularının tuza karşı orta derecede dayanıklı bitkilerin sulamasına uygun olduğu belirlenmiştir. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14 ve 15 nolu kuyuların ise tuz içeriği fazla olan ve drenajı iyi olmayan alanlarda kullanılmayan C_3 sınıfına girdiği görülmüştür. Sulama mevsimi sonrası 2, 4, 5, 8, 9, 11, 16 ve 17 nolu kuyuların C_2 ve 1, 3, 6, 7, 10, 12, 13, 14 ve 15 nolu kuyuların ise C_3 sınıfına girdiği belirlenmiştir. EC değerlerinin sulama öncesinde araştırma alanının batısında, sulama sonrasında ise doğusunda yüksek olduğu belirlenmiştir. Kelkit ırmağı suyunun alkali özelliğe sahip olması sebebiyle, ırmağa yaklaştıkça değerlerin düştüğü görülmüştür.

Sulama sularında pH değerinin 6.5 - 8.4 arasında olması istenmektedir. Sulama sularında pH değerinin belirtilen değerlerden farklı olması, bitkilerde dengelessiz beslenmeye veya toksik maddelerin birikimine neden olmaktadır (Anonymous, 1994). Arslan ve ark., (2007) Bafra ovası yeraltı su kuyularında yapmış oldukları çalışmalarında, EC değerlerini 1.85 - 11.00 dS m^{-1} olarak bulmuşlardır. Bu değerlerin sulama suyu olarak kullanılabilir EC değerlerinin çok üzerinde olduğunu, ancak pH değerlerinin 6.6 - 8.3 arasında olduğundan dolayı bu suların sulamada kullanılmasında pH

açısından herhangi bir sorun oluşturmadığını saptamışlardır. Araştırma sahasından alınan örneklerin sulama mevsiminden önce ve sonraki pH değerleri verilmiştir. Çizelge 2'den pH değerlerinin sulama mevsiminden önce 7.23 - 7.65 arasında; sulama mevsiminden sonra ise 7.40 - 8.20 arasında değiştiği ve pH değerinin sulama için uygun olduğu görülmektedir. Çalışma alanında sulama mevsimi öncesi ve sonrası yer altı suyunun pH dağılımını gösteren haritalar Şekil 3'de verilmiştir. Haritalar incelendiğinde yeraltı suyunu besleyen Kelkit ırmağına yaklaştıkça pH değerinin arttığı, bölgenin diğer kısımlarında ise düştüğü görülmektedir.

Sulama öncesi ve sonrası dönemlerde yeraltı suyu kalite parametreleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için istatistiksel analiz yapılmıştır. Bulunan sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Analiz sonucunda EC ve pH değerleri sulama öncesi ve sonrası dönemlerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın temel amacı, Erbaa Ovasında sulama suyu olarak kullanılan yeraltı sularının tuz içeriğinin belirlenmesidir. Suyun asitliğinin veya bazikliğinin

Çizelge 4. Çalışma alanına ait bitki deseni ve tuz toleransları (mS cm⁻¹) (Anonymous, 1994; Kotuby et al., 1997; Bayraklı, 1998; Kanber ve ark., 1992'den uyarlanmıştır)

Bitki Çeşidi	Verimdeki Azalma (%)			
	Eşik Değer	10	25	50
Sulama Suyu Tuzluluk Değeri EC (mS cm ⁻¹)				
Şekerpancarı	4700	5800	7500	10000
Çeltik	2000	2600	3400	4800
Domates	1700	2300	3400	5000
Mısır	1100	1700	2500	3900
Buğday	4000	4900	6300	8700
Biber	1000	1500	2200	3400
Lahana	1200	1900	2900	4600
İspanak	1300	2200	3500	5700
Fasulye	700	1000	1500	2400

bir göstergesi olan pH değerleri de hafif bazik ancak büyük bir oranda nötr denebilecek bir aralıkta bulunduğu için herhangi bir problem oluşturmamaktadır.

Çizelge 3 incelendiğinde çalışma alanındaki kuyuların sulama öncesi ve sonrası tuzluluk içeriklerinin değiştiği, sınıflarının değişmediği görülmektedir. C₂ sınıfı sular, tuza orta derecede duyarlı olan bitkilerde sorun yaratmadan kullanılabilirler. Ancak, tuza duyarlı bitkilerde yıkamaya önem verilmelidir. C₃ sınıfı sular ise, fazla miktarda tuz içeren sulardır. Sürekli kullanılmaları halinde tuzluluk problemi yaratmamaları için sürekli yıkama ve özel toprak işleme uygulanması gerekir. Yetiştirilecek bitkilerin tuza dayanıklı olması gerekir ve özellikle drenajın yeterli olmadığı yerlerde kullanılmamalıdır.

Çizelge 4'de verilen bitkiler ve tuzluluktan etkilenme oranları ile Çizelge 3'de kuyulara ait olan EC değerleri karşılaştırılmıştır. Çalışma alanında bulunan 1, 2, 4, 5, 9, 11, 16 ve 17 no.lu kuyular ile fasulye bitkisinin sulanması durumunda verimde herhangi bir azalma görülmeyecektir. 3, 6, 8, 10, 13, 14 ve 15 no.lu kuyularla sulama yapıldığında ıspanak, lahana, biber ve mısır gibi bitkilerde yaklaşık olarak % 10 verim kaybı olabilir. Çizelge 3 incelendiğinde 7 ve 12 nolu kuyulara ait suların tuzluluk değerlerinin 1572 - 1628 mS cm⁻¹ arasında değiştiği görülmektedir. Bu sular ile sulanan alanlarda mısırın yetiştirilmesi durumunda verimde % 10, biberin yetiştirilmesi durumunda ise verimde % 25 lik bir azalma oluşabilir.

KAYNAKLAR

- Akman, Y., 1999. İklim ve biyoiklim, biyoiklim metodları ve Türkiye iklimleri. Ankara, Palme Press.
- Anonim, 2012. Tokat iklimi. <http://tokat.meteor.gov.tr/iklimvecografya.htm>. (Erişim tarihi: 25.08.2012).
- Anonymous, 1954. U.S. salinity laboratory staff diagnosis and improvement saline and alkali soils. Agriculture Handbook 60, USA.
- Anonymous, 1960. Boron injury to plants. U.S. Department of Agricultural, Agricultural Information Bull., 211, Washington.
- Anonymous, 1994. FAO, water quality for agriculture. Irrigation and Drainage Paper, No:29, Rome.
- Anonymous, 2012. Earth's water distribution. Water Science For Schools. (29 Ağustos.2012).
- Arslan, H., 2005. Bafra ovası sağ sahil sulama alanının taban suyu derinlik ve tuzluluk haritalarının coğrafi bilgi sistemi yardımıyla hazırlanması ve değerlendirilmesi. Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Samsun.
- Arslan, H., Güler, M., Cemek, B., Demir, Y., 2007. Bafra ovası yeraltı suyu kalitesinin sulama açısından değerlendirilmesi. Tezirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(2): 219 -226.
- Arslan, H., Demir, Y., 2011. Bafra ovasında deniz suyu girişiminin yeraltı suyu kalitesi üzerine etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 26(2): 136-144.
- Arslan, A., 2007. Kalkınma dinamikleri ve sorunları bakımından kelkit havzası'nın genel bir sosyolojik değerlendirilmesi. Karadeniz Araştırmaları, 12: 85-98
- Ayyıldız, A., 1990. Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı 344, Ankara.

- Bayraklı, F., 1998. Toprak kimyası. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No:26, 1.Baskı, Samsun.
- Beltran, J.M., 1999. Irrigation with saline water: benefits and environmental impact. *Agricultural Water Management*, 40: 183-194.
- Çakır, R., Gidislioglu, A., 1997. Düşük kaliteli sulama sularının vertisol toprakların bazı özelliklerine ve ayçiçeği bitkisinin vegetatif gelişmesine etkileri. VI.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Uludag Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa.
- Declerco, F.A.N., 1996. Interpolation methods for scattered sample data: accuracy, spatial patterns, processing time. *Gartography and Geographic Information Systems*, 23: 128-144.
- Eagleson, P.S., 1978. Climate, soil, and vegetation. *Water Resources Research*, 14: 705-776.
- Eagleson, P.S., 1979. The annual of water balance. *Journal of Hydraulic Division ASCE*, 105: 923-941.
- Goovaerts, P., 1998. Geostatistical tools for characterizing the spatial variability of microbiological and physico-chemical soil properties. *Biology and Fertility of Soils*, 27: 315-334.
- Göksu, E., Pamir, H.N., Erentöz, C., 1974. 1:500000 ölçekli türkiye jeoloji haritası. Maden Tetkik Arama Enstitüsü Yayını, Ankara.
- Günesen, S., 2008. Aşağı Kelkit havzasının bazı toprak özelliklerinin coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama ile haritalanması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Tokat.
- Karaer, F., 1994. Kelkit vadisinin florası ve vejetasyonu. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmamış), Samsun.
- Kanber, R., Kırdı, C., Tekinel, O., 1992. Sulama suyu kalitesi ve sulamada tuzluluk sorunları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı Yayın No:6, Adana.
- Kotuby, J., Koenig, R., Kitchen, B., 1997. Salinity and plant tolerance. *Utah State University Extension*, AG-SO-03.,Utah.
- Rabe, F.W., White, J., 1994. Idaho streamwalk III. Learning how to monitor our streams, Idaho.
- Roberts, E.A., Sheley, R.L., Lawrence, R.L., 2004. Using sampling and inverse distance weighted modelling for mapping invasive plants. *Western North American Naturalist*, 64(3): 312-323.
- Yurtseven, E., 1997. Ülkemiz nehir su kaynaklarının kalite değerlendirilmesi. VI.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Uludag Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa.

Factors Affecting Lactation Milk Yield and Some Lactation Characteristics of Zom Sheep in Farmer Conditions

Seyrani KONCAGÜL¹ Ahmet KARATAŞ² Nalan AKÇA² Mehmet Emin VURAL² Mehmet BİNGÖL³

ABSTRACT: This is the first scientific study for investigating and describing relationships among some lactation characteristics and environmental factors influencing lactation milk yield of Zom sheep in Turkey. The research was carried out in Çınar County in the district of Karacadağ surrounded by Diyarbakır, Şanlıurfa and Mardin provinces. A total of 309 completed lactations belonging to 303 Zom ewes in three flocks for the years 2010 and 2011 were included in the analyses. Overall means (\pm SE) of lactation milk yield (LMY), lactation length (LL) and average daily milk yield (ADMY) were 171 \pm 1.8 days, 130 \pm 2.2 kg and 770 \pm 22.7 g, respectively. LL was significantly affected by year, flock and lambing season ($P<0.05$) while LMY and ADMY were significantly affected by flock, lambing season and parity ($P<0.05$).

It was concluded that the matings should be arranged so that the lambings occur in month(s) closer to spring season in order to increase LMY by means of having ewes taken benefits of fresh pasture. Milk yield records in the first three months of lactation can be used to predict LMY and be used as an early selection criteria for increasing LMY.

Keywords: Zom sheep, Lactation milk yield, Environmental factors, Early selection



Yetiştirici Elinde Bulunan Zom Koyunlarının Bazı Laktasyon Özellikleri ve Laktasyon Süt Verimini Etkileyen Faktörler

ÖZET: Bu araştırma, Zom koyunlarının laktasyon süt verimini, laktasyon süt verimine etki eden faktörleri ve bazı laktasyon özellikleri arasındaki ilişkileri araştıran ve tanımlayan ilk bilimsel çalışmadır. Araştırma, Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin şehirlerinin çevrelediği Karacadağ bölgesinde bulunan Çınar ilçesinde yürütülmüştür. Üç farklı sürüde bulunan ve 2010 ve 2011 üretim yıllarında toplam 303 baş koyuna ait 309 tamamlanmış laktasyon kaydı analizlerde kullanılmıştır. Ortalama (\pm SH) laktasyon süresi (LS), laktasyon süt verimi (LSV) ve günlük ortalama süt verimi (GOSV) sırasıyla 171 \pm 1.8 gün, 130 \pm 2.2 kg and 770 \pm 22.7 g olarak tespit edilmiştir. Etkileri incelenen faktörlerden yıl, sürü ve kuzulama mevsimi LU üzerinde ($P<0.05$), sürü, kuzulama sezonu ve laktasyon sırası ise LSV ve GOSV üzerinde önemli etkiye sahip olmuştur ($P<0.05$).

Araştırma sonucuna göre, koyunların taze meradan daha iyi yararlanarak daha yüksek LSV'ye sahip olmaları için, koç katım zamanının kuzulamanın bahar mevsimine yakın aylarda gerçekleşebilecek şekilde ayarlanması gerekmektedir. Kuzulamadan sonraki ilk üç ayda üretilen süt miktarının, toplam laktasyon süt veriminin tahmininde ve dolayısıyla laktasyon süt veriminin erken seleksiyonunda kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Zom koyunu, Laktasyon süt verimi, Çevre faktörleri, Erken seleksiyon

¹ University of Harran, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Şanlıurfa, Türkiye

² TAGEM, GAP International Agricultural Research and Training Center, Animal Production, Diyarbakır, Türkiye

³ University of Yüzüncü Yıl, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Van, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Seyrani KONCAGÜL, m_seyrani_n@yahoo.com

INTRODUCTION

Although Türkiye is one of the most important countries with various sheep breeds in terms of production type as well as genetic basis most likely resulted from various environmental factors in Anatolia and preferences of sheep breeders (Ertuğrul et al., 2011), selection and crossbreeding carried on sheep have been resulted in insufficient improvement of production of economically important traits. This insufficiency has been related to unsuccessful crossbreeding studies, lack of national and consistent genetic improvement policy and lack of technical and economic organization of sheep breeders (Sönmez et al., 2009). Nevertheless, General Directorates of Agricultural Research and Policy (GDARP) on behalf of the Ministry of Food, Agriculture and Livestock has been financially supporting and organizing genetic improvement and conservation projects for number of sheep breeds in Research Institutes and farmers conditions in the nation (Ertuğrul et al., 2011).

GDARP has also been supporting some projects for the purpose of identifying and describing some local types of sheep in terms of morphological, genetical and production types. Zom sheep, raised in Karacadağ district surrounded by Diyarbakır, Şanlıurfa and Mardin province, is first identified in one of such projects (Koncagül et al., 2012b), and a genetic improvement program for some traits such as milk yield, survival rate, growth rate, ext. has been started and continuing since 2010 - 2011 production season in Zom sheep's original rearing conditions.

Based on the farmers statements and preliminary observations, main sources of income of Zom sheep breeders are coming from milk and lamb sales. By considering the dairy sheep industry is still in the stage of development in Turkey, especially in the South East Anatolian Project (GAP) region where there is still a strong tradition for dairy sheep farming, Zom sheep is needed to be examined for milk production potential for increasing breeders' income as well as for the future growth and benefits of dairy industry. Identification of variation in milk production characteristics and the effects of various environmental factors will be useful in order to decide selection criteria and degree of emphases to be put on the traits to be improved.

Therefore, the purposes of the present study are to investigate lactation milk yield characteristics, to search the effect of environmental factors on them and

to seek an early selection criteria for total lactation milk yield in Zom sheep.

MATERIALS AND METHODS

This study was conducted on three randomly chosen Zom sheep farms in Çınar County in the district of Karacadağ surrounded by Diyarbakır, Şanlıurfa and Mardin provinces for two years, from 2010 to 2011. A total of 309 lactation of 303 head of Zom ewes were involved in this study. As a general description of flock management in this province, briefly, the matings are started in July and lasted at the end of August and the number of ewes per ram is about 25. Additional feed suplemets before or during the mating period are not given to the ewes while the rams are provided some additional supplement of feed starting from 10 days before the matings. During the time this research was carried out, the ewes also received some additional feed about 30 days before lambing. In general, ewes and their lamb(s) were kept together about 30 days after lambing, then the ewes and lambs are seperated and gathered together for 1 to 2 hours in each morning and evening for suckling for about 2 months. The lambs are weaned around 90 days after lambing.

The milk yield was measured based on one day morning and the following day evening milking system. During the suckling period, the lambs were seperated from their dams at evening before the morning test and the following day lambs were seperated from their dams in the morning before the evening test. This procedure was routinely repeated until lambs were weaned at about 90 days of age. After weaning, the ewes were routinely milked and recorded in the morning and the following day at evening. The amount of milk recorded in the morning and evening tests were added together to obtain that test day milk yield. The ewes were test-milked starting within 10 days after the first lambing seen in the flocks and repeated every 30 days until the end of the lactations (about 6 months).

Cumulative lactation milk yield (LMY) of each ewe was calculated by Fleischmann metod (Barillet et al., 1992). General description of Fleischmann metod is:

$$LMY = MY_1 \times D_1 + \sum_{i=2}^n \frac{MY_i + MY_{i-1}}{2} \times D_i + MY_n \times 15$$

where, LMY is the cumulative lactation milk yield; D_1 , the days from lambing to first milk test-day; D_i is the days from the i^{th} test day to $(i+1)^{\text{th}}$ test day, MY_i is the total test day milk yield at the i^{th} test day, and the 15 is the assumed number of days past from last test day to the end of the lactation for a ewe. In this study, average daily milk yield was also calculated for three different senerios: S1, when the first test-day milk yield was taken within 10 days after lambing; S2, when the first test-day milk yield was taken within 10 to 20 days after lambing; or S3, when the first test-day milk yield was taken within 20 to 30 days after lambing. By doing this, it was aimed to do two things: 1) to investigate the correlations among test day milk yields, total lactation milk yield, lactation length and average daily milk yield during the lactation, and 2) to see if the lactation curve of Zom sheep is affected by the number of days from lambing the first test-day milking.

The ewes with less than lactation length of 90 days and those without first test-day within 30 days after lambing were exculuded from the data set. Environmental factors included in the model were lambing year and season, flock, type of lambing and parity. The effect of the environmental factors on the lactation length (LL), lactation milk yield (LMY) and average daily milk yield (ADMY) were investigated. Lactation length as a covariate was included in the analysis of LMY. The data were analyzed using SAS (2000) statistical package program with Proc Glim/Lsmeans statement in order to obtain least square means and standart errors of subgroups and to investigate the significance of differences among the means of subgroups. Tukey-Kramer multiple test option was used for adjustment of the significance level. Proc Corr statement was used to obtain the phenotypic correlations among the test day milk yields (MY_i), LL, LMY and ADMY.

RESULTS

The least square means and standart errors along with some other descriptive statistics of LL, LMY and ADMY are presented in Table 1. This table shows that the overall means (\pm SE) of LL, LMY and ADMY were 171 ± 1.8 days, 130 ± 2.2 kg and 770 ± 22.7 g, respectively. Effect of year was significant on LL ($P < 0.05$). LL was longer in the year 2011 comparing to the year

2010 due possible to managerial improvement that special care was given to mating season, thus at the end most of the ewes were lambed before January resulted in having longer lactation. The effects of flock and lambing season were significant on LL, LMY and ADMY ($P < 0.05$). These results indicates that feeding and managerial conditions were different across flocks and it caused differentiation in lactation characteristics. Average lactation length was significantly longer while ADMY was significantly lower for ewes lambed earlier than those for ewes lambed late. However, this resulted in low LMY for ewes lambed earlier. This can be explained by that the ewes lambed earlier take benefits of fresh pasture less than the ewes lambed late in the lambing season.

Although LL, LMY and ADMY were different for type of lambing, the differences were not significant. The effect of parity was significant on LMY and ADMY ($P < 0.05$) but was nonsignificant on LL. Ewes in first parity produced less milk yields than ewes in later lactations. There was no significant differences among the parities after the first parity.

Phenotypic correlation coefficients among test-day milk yields (MY_i), LL, LMY and ADMY are presented in Table 2. The critical appraisal of Table 2 revealed that correlation coefficients were highly significant ($P < 0.01$) between majority of the test-day milk yield (MY_i) and LMY regardless of when the first test-day milk yield record (MY_1) was started to be taken after lambing, except for MY_7 for the first senerio (S1). The results are suggesting a strong dependence of LMY on single test-day MY_i records. Among the single test day MY_i , the highest correlation was 0.80 for MY_1 of S3 ($P < 0.01$). However, considering the all MY_i s within a single senerio, the correlation coefficients of MY_i s with LMY in S1 are higher than those obtained in S2 and S3, indicating that could be used for early selection criteria when ewes are subjected to selection for high LMY. The lactation shapes for S1, S2 and S3 are presented in Figure 1 showing that lactation trajectories differentiates from typical lactation curve in the case of S2 and S3.

Table 1. Least square means and standart errors of lactation lenght (LL), lactation milk yield (LMY) and average daily milk yield (ADMY) of Zom sheep in far

Factor / Levels	N	Lactation					Lactation					Average Daily		
		$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Min	Max	CV%	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Min	Max	CV%	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Min	Max	CV%	
Year	2010	126	*141±2.9 ^a	91	192	23	136±6.6	31	242	37	805±34.2	211	1760	41
	2011	183	197±3.2 ^b	149	227	8	125±6.0	58	264	30	741±37.1	314	1234	27
Flock	1	131	186±2.3 ^a	111	227	16	118±4.2 ^a	34	242	31	670±26.8 ^a	211	1486	33
	2	85	163±2.6 ^b	91	226	28	144±4.8 ^b	58	264	31	880±29.8 ^b	314	1760	41
	3	93	157±2.5 ^b	91	227	29	129±5.0 ^a	31	252	35	770±29.4 ^c	296	1751	41
Sezon	1	202	180±2.8 ^a	105	227	12	115±5.0 ^a	31	264	32	648±32.8 ^a	211	1467	30
	2	107	159±3.4 ^b	91	187	23	146±6.4 ^b	39	242	34	898±39.5 ^b	297	1760	38
Lambing	Single	263	167±1.5	91	227	24	133±2.9	31	264	33	884±25.2	211	1760	40
	Multiple	46	171±3.1	95	227	20	128±5.6	50	218	32	687±36.8	353	1730	38
Parity	1	61	172±2.8	91	227	23	111±5.1 ^a	31	196	34	664±33.2 ^a	211	1751	51
	2	99	173±2.5	91	226	24	133±4.5 ^b	50	264	31	796±28.8 ^b	343	1760	41
	3	78	169±2.7	91	227	21	133±4.9 ^b	39	220	30	786±31.1 ^b	297	1492	32
	4	47	171±3.2	91	227	24	137±5.9 ^b	47	242	33	806±37.8 ^b	330	1486	34
	5≤	24	161±4.3	91	226	32	137±7.8 ^b	64	252	39	813±49.8 ^{ab}	333	1577	37
Overall		309	171±1.8	91	227	24	130±2.2	31	264	33	770±22.7	211	1760	40

N: number of ewes, CV%: coefficient of variation, Sezon: 1 (November-December), 2 (January-February)

*Different superscripts within traits and factor is different (P<0.05)

Table 2. Phenotypic correlations among the test day milk records (MY_i), lactation length (LL), total lactation milk yield (LMY) and average daily milk yield (ADMY) in Zom sheep for three different senerios

Traits	First test-day within i th to j th day after lambing								
	S1: 0 th to 10 th day			S2: 11 th to 20 th day			S3: 21 th to 30 th day		
	LL	LMY	ADMY	LL	LMY	ADMY	LL	LMY	ADMY
MY1	-0.14 ^{ns}	0.76 ^{**}	0.74 ^{**}	0.07 ^{ns}	0.73 ^{**}	0.50 ^{**}	0.08 ^{ns}	0.80 ^{**}	0.68 ^{**}
MY2	-0.23 ^{ns}	0.75 ^{**}	0.80 ^{**}	0.56 ^{**}	0.48 ^{**}	0.90 ^{**}	-0.33 ^{**}	0.58 ^{**}	0.86 ^{**}
MY3	-0.43 ^{**}	0.74 ^{**}	0.91 ^{**}	-0.65 ^{**}	0.37 ^{**}	0.89 ^{**}	-0.52 ^{**}	0.43 ^{**}	0.86 ^{**}
MY4	-0.39 ^{**}	0.73 ^{**}	0.86 ^{**}	0.29 ^{**}	0.64 ^{**}	0.74 ^{**}	-0.35 ^{**}	0.52 ^{**}	0.79 ^{**}
MY5	0.37 [*]	0.70 ^{**}	0.55 ^{**}	0.47 ^{**}	0.64 ^{**}	0.44 ^{**}	0.54 ^{**}	0.75 ^{**}	0.58 ^{**}
MY6	0.36 ^{ns}	0.68 ^{**}	0.58 ^{**}	0.48 ^{**}	0.69 ^{**}	0.62 ^{**}	0.57 ^{**}	0.66 ^{**}	0.59 ^{**}
MY7	-0.36 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.47 ^{**}	0.48 ^{**}	-0.02 ^{ns}	0.37 ^{**}	0.37 ^{**}
LL		0.10 ^{ns}	-0.42 ^{**}		0.28 ^{**}	-0.59 ^{**}		0.38 ^{**}	-0.42 ^{**}
LMY			0.84 ^{**}			0.56 ^{**}			0.65 ^{**}

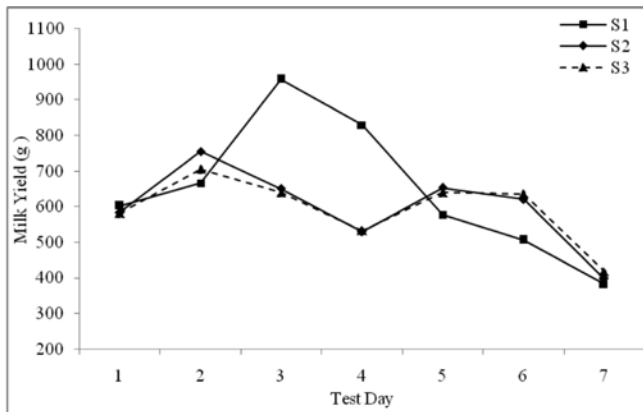


Figure 1. Lactation curves of Zom sheep for three different scenarios (S1: The first test-day is within 0 to 10 days after lambing, S2: The first test-day is within 11 to 20 days after lambing, S3: The first test-day is within 21 to 30 days after lambing).

S1: The first test-day is within 0 to 10 days after lambing, S2: The first test-day is within 11 to 20 days after lambing, S3: The first test-day is within 21 to 30 days after lambing, ^{ns} not significantly different from zero, *significantly different from zero ($P<0.05$), **significantly different from zero ($P<0.01$)

DISCUSSION

Lactation Length (LL): In the data edition step, the ewes with LL less than 90 days were not included in the analyses considering the reason that some non-genetic factors could be causing cut off the lactation before the ewes weaned their lambs. In this study, the overall mean of LL of Zom sheep was found as 171 days varied from 91 to 227 days. The effects of year, flock and lambing season were significant on LL ($P<0.05$). LL in the year 2011 was longer than in 2010 possibly resulted from managerial improvement in the later year in particularly great care was given to mating period. Other than that, the flock owners, especially the owners of the first flock, paid good attention to the advices for the managerial improvement given from the project personels of the Institute and the University. As could be expected in some extent that the ewes lambing in the first two months of the lambing had longer LL than those lambing in later months.

In terms of LL, Zom sheep is similar to Norduz (Koncagul et al., 2012a), Akkaraman (Altın, 2001), Awassi, Imroz, Chios (Kaymakçı et al., 2005) and Latxa sheep (Ruiz et al., 2000) while in some researches reported shorter LL for AkkaramanxHamdani (Altın,

2001), AkkaramanxKıvırcık and AkkaramanxChios crossbred sheep (Ünal et al., 2007), Tuj and Morkaraman sheep (Kırmızıbayrak et al., 2005; Kaymakçı and Taşkın, 2001; Kaymakçı et al., 2005), Creole (Peralta-Lailsona et al., 2005) and Awassi sheep (Reidal et al., 2010), Akkaraman, Dağlıç, Kıvırcık, Karayaka (Kaymakçı and Taşkın, 2001; Kaymakçı et al., 2005). On the other hand, much longer LL was reported for Awassi sheep (Pollott and Gootwine, 2000; Gootwine et al., 2001; Pollott and Gootwine, 2001). The results and the reports in the literature show that LL was not only depends on the breed of sheep but depends also on the the environmental and/or managerial conditions in which a sheep type/breed raised.

Lactation Milk Yield (LMY): LL was included in the model as covariate when analysing LMY, thus the means of LMY given in Table 1 are adjusted LMY values for LL. Among the effects considered in the present study, year and type of lambing had no significant effect on LMY (Table 1). However, the effects of flock, lambing season and parity significantly affected LMY ($P<0.05$). The differences in the flock means were attributable to different management factors. There were significant effects of season of lambing (season1=November-December, season2=January-February) on LMY. The higher yields were produced by the ewes lambing in season2 contrarily to the obvious expectation that ewes lambing earlier have longer lactation and higher yields. However, the results in this research indicates that the ewes lambing closer to spring have benefits of grazing on fresh pasture and produces more milk yield even though they have shorter lactation length comparing to the ewes lambing early in lambing season. Parity had significant effect on LMY, but this significance was created mainly by the ewes in the first parity. There was no significant differences among the other parities. The ewes already in the second or later parities had high yields.

Significant effect of parity, type of lambing and lambing season on LMY were reported in previous studies for Latxa (Ruiz et al., 2000), Awassi sheep (Pollott and Gootwine, 2001; Gootwine et al., 2001; Reidal et al., 2010). However, the researchers reported that the ewes lambing earlier and the ewes with multiple lambs produced more milk yields contradicting to our results in Zom sheep. On the other hand, similar founding to results in this research also reported for Norduz sheep (Koncagul et al., 2012a) that the ewes lambing closer to

spring season produced more milk yields but type of lambing had no significant effect on LMY.

The overall mean of LMY in Zom sheep was similar to Awassi and Chios (Kaymakçı and Taşkın, 2001; Kaymakçı et al., 2005) and Norduz sheep (Koncagül et al., 2012a) while higher LMY was reported for Awassi in some other studies (Pollott and Gootwine, 2000; Pollott and Gootwine, 2001; Gootwine et al., 2001; Reidal et al., 2010). On the other hand, Zom sheep produced more LMY than the other breeds/types of sheep in Turkey, for example, Akkaraman (Kaymakçı and Taşkın, 2001; Altın, 2001; Kaymakçı et al., 2005; Keskin and Dağ, 2006; Ünal et al., 2007), AkkaramanXHamdani (Altın, 2001), AkkaramanXKıvırcık and AkkaramanXChios (Ünal et al., 2007), Morkaraman (Kaymakçı and Taşkın, 2001; Kaymakçı et al., 2005; Kırmızıbayrak et al., 2005), Awassi (Dağ et al., 2005), Tuj (Kaymakçı and Taşkın, 2001; Kaymakçı et al., 2005; Kırmızıbayrak et al., 2005), Dağlıç, Kıvırcık, Karayaka, İmroz (Kaymakçı and Taşkın, 2001; Kaymakçı et al., 2005).

Correlations Among Some Lactation Characteristics: The phenotypic correlation among the MY_i , LL, LMY and ADMY are given in Table 2 and lactation curves are given in Figure 1 for three different senerios (S1, S2 and S3). The correlations among MY_1 to MY_4 with LMY and ADMY were significantly different from 0 ($P<0.01$). The values are high and significant for all senerios, however, for the S1 on average, they are higher than those in S2 and S3. Based on these findings, MY_i s in the first three months of a lactation could be used as an early selection criteria for increasing LMY, constraining the MY_1 measured within 10 days after lambing and continued measuring MY_i s every 30 days until weaning (S1) which seems better than S2 and S3 in this study. Similar results and suggestions were mentioned in previous researches on some milk type sheep (Macciotta et al., 1990; Pollott and Gootwine, 2001; Serrano et al., 2001; Sanna and Casu, 2002; Reidal et al., 2010).

Higher phenotypic correlation (0.57) between LL and LMY in Awassi sheep was reported previously (Pollott and Gootwine, 2001) indicating the ewes with longer LL have higher LMY. However, in the present study it was found that high LMY corresponded more to lambing months than LL in agreement with the findings in Norduz sheep (Koncagül et al., 2012a). Based on that, it could be stated that mating times can

be arranged so that the lambings could occur on months closer to the time of available fresh pasture aspecially in pasture based sheep production systems.

CONCLUSION

In conclusion, Zom sheep is similar to Chios and Awassi sheep breeds for LL and LMY and can be considered as a fat-tailed dual purpose local sheep (milk and meat) like Norduz sheep in Turkey. There is a high variation in terms of LL, LMY and ADMY indicating planned and continuous selection program could improve LMY. For better and detailed description, more research should be conducted particularly to reveal genetic similarities/differences of Zom sheep with Awassi, Karakaş, Akkaraman and the other sheep breeds/types in Turkey.

ACKNOWLEDGEMENTS

This project was supported by the General Directorates of Agricultural Research and Policy (GDARP) on behalf of the Ministry of Food, Agriculture and Livestock, and carried out by the GAP International Agricultural Research and Training Center, 21120 Diyarbakır-Turkey

REFERENCES

- Altın, T., 2001. Variation of milk yield in sheep during lactation period and estimation of lactation milk yield by means of different methods. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Science*, 11(2): 1-7 (in Turkish).
- Barillet, F., Astruc, J.M., de Brauwier, P., Casu, P.S., Fabbri, G., Feddersen, E., Frangos, K., Gabina, D., Gama, L.T., Ruiz, T.J.L., Sanna, S.R., 1992. Int. Committee for Animal Recording Guidelines: International regulations for milk recording in sheep. *Ins. de Elevage, Paris, France*, pp. 15+appendix.
- Dağ, B., Keskin, İ., Mikailsoy, F., 2005. Application of different models to the lactation curves of unimproved awassi ewes in Turkey. *South African Journal of Animal Science*, 35(4): 238-243.
- Ertuğrul, M., Soysal, İ., Akın, A.O., 2011. Farm animal genetic diversity and conservation in Türkiye. 8th Global Conf on the Conservation of Animal Genetic Resources, 4-8 October, Tekirdag, Turkey, pp. 23-28.
- Gootwine, E., Zenua, A., Bora, A., Yossafia, S., Rosova, A., Pollott, G.E., 2001. Genetic and economic analysis of introgression the B allele of the FecB (Booroola) gene into the awassi and assaf dairy breeds. *Livestock Production Science* 71: 49-58.

- Kaymakçı, M., Taşkın, T., 2001. New Sheep Types Obtained by Crossbreeding in Western Anatolia and Trachea. *Journal of Animal Production*, 2(2): 45-52. (in Turkish)
- Kaymakçı, M., Eliçin, A., Işın, F., Taşkın, T., Karaca, O., Tuncel, E., Ertuğrul, M., Özder, M., Güney, O., Gürsoy, O., Torun, O., Altın, T., Emsen, H., Seymen, S., Geren, H., Odabaşı, A., Sönmez, R., 2005. Thecnical and economical approaches on Turkey's small ruminant breeding. Thecnical congress of TM-MOB Agricultural Engineering Association, 3-7 January, Ankara, pp.707-726. (in Turkish)
- Keskin, İ., Dağ, B., 2006. Comparison of different mathematical models for describing the complete lactation of akkaraman ewes in Turkey. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 19(11): 1551-1555.
- Kırmızıbayrak, T., Aksoy, A.R., Saatci, M., Tilki, M., 2005. Milk yield and udder characteristics in Tuj and Morkaraman ewes and the relationships between them. *Journal of Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University*, 11(1): 11-15 (in Turkish).
- Koncagül, S., Daşkiran, İ., Bingöl, M., 2012a. Factors affecting lactation milk yield and lactation curve of Norduz sheep in farmer condition. *Journal of Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University*, 18(4): 677-684 (in Turkish).
- Koncagül, S., Akça, N., Vural, M.E., Karataş, A., Bingöl, M., 2012b. Morphological Characteristics of Zom Sheep. *Journal of Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University*, 18(5): 829-837 (in Turkish).
- Macciotta, N.P.P., Cappio-Borlino, A., Pulina, G., 1999. analysis of environmental effects on test day milk yields of sarda dairy ewes. *Journal of Dairy Science*, 82: 2212-2217.
- Peralta-Lailsona, M., Trejo-Gonzalez, A.A., Pedraza-Villagomez, P., Berruecos-Pollat, G.E., Gootwine, E., 2000. Appropriate mathematical models for describing the complete lactation of dairy sheep. *Anim Science*, 71: 197-207.
- Pollotta, G.E., Gootwine, E., 2001. A genetic analysis of complete lactation milk production in improved awassi sheep. *Livestock Production Science*, 71: 37-47.
- Reidal, K., Al-Azzawi, W., Al-Najjar, K., Masri, Y., Salhab, S., Abdo, Z., El-Herek, I., Omed, H., Saatci, M., 2010. Factors influencing the milk production of awassi sheep in a flock with the selected lines at the Agricultural Scientific Research Centre in Salamieh/Syria. *Journal of Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University*, 16(3): 425-430.
- Ruiz, R., Oregui, L.M., Herrero, M., 2000. Comparison of models for describing the lactation curve of latxa sheep and an analysis of factors affecting milk yield. *Journal of Dairy Science*, 83: 2709-2719.
- Sanna, A.C., Casu, S., 2002. Genotype by environment interaction for milk yield in sarda dairy sheep. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 119: 190-199.
- SAS, 2000. SAS/STAT. SAS Inst Inc, Cary, NC, USA.
- Serrano, M., Ugarte, E., Jurado, J., Perez-Guzman, M.D., Legarra, A., 2001. Test day models and genetic parameters in latax and manchega dairy ewes. *Livestock Production Science*, 67: 253-264.
- Sönmez, R., Kaymakçı, M., Eliçin, A., Tuncel, E., Wassmuth, R., Taşkın, T., 2009. Improvement studies in Turkey sheep husbandry. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 23(2): 43-65 (in Turkish).
- Ünal, N., Orman, M.N., Çolak, C., Atasoy, F., Mundan, D., Aytaç, M., 2007. Comparison of various models for lactation curves of Akkaraman and its crossbreds (Chios x Akkaraman F1 and Kıvrıcık x Akkaraman F1) Ewes. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 47(2): 7-13.