

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

Doç. Dr. Bünyamin YILDIRIM / Assoc. Prof. Dr. Bünyamin YILDIRIM

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

Baş Editör / Editor in Chief

Doç. Dr. Ecevit EYDURAN / Assoc. Prof. Dr. Ecevit EYDURAN

Teknik Editör / Technical Editor

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

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

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. Elif Duygu KAYA / Assist. Prof. Dr. Elif Duygu KAYA

Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kenan GEÇER/ Assist. Prof. Dr. Mustafa Kenan GEÇER

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. Yavuz AKBAŞ, Biyometri Genetik,
Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye
- Prof. Dr. Vahdettin ÇİFTÇİ, Tarla Bitkileri,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 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, Zootekni,
Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye
- Prof. Dr. Türker SAVAŞ, Zootekni,
Çanakkale Onsekiz Mart Üniv., Çanakkale, 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, İğdir, 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
- Prof. Dr. Ali KAYGISIZ, Zootekni,
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. K.Maraş, Türkiye
- Prof. Dr. Ahmet ÇELİK, Tarım Makinaları,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Prof. Dr. Yıldırım YILDIRIM, Tarım Makinaları,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Prof. Dr. Suat ŞENSOY, Bahçe Bitkileri,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye
- Doç. Dr. İsmail ÖZTÜRK, Tarım Makinaları,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Doç. Dr. Davut KARAYEL, Tarım Makinaları,
Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye
- Doç. Dr. Erdal Necip YARDIM, Bitki Koruma,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye
- Doç. Dr. Ahmet ULUDAĞ, Bitki Koruma,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Doç. Dr. Ferhat MURADOĞLU, Bahçe Bitkileri,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye
- Doç. Dr. Ecevit EYDURAN, Zootekni,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Ersin GÜLSOY, Bahçe Bitkileri,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Murat AKKURT, Bahçe Bitkileri,
Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Süleyman TEMEL, Tarla Bitkileri,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye

- Yrd. Doç. Dr. Kasım ŞAHİN, Tarım Ekonomisi,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Uğur ŞİMŞEK, Toprak,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Mücahit PEHLUVAN, Bahçe Bitkileri,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Bayram YURT, Gıda Mühendisliği,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Önder YILDIZ, Gıda Mühendisliği,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Mücahit KARAOĞLU, Toprak,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Sefa ALTIKAT, Tarım Makinaları,
İğdir Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Hakan KİBAR, Tarımsal Yapılar ve Sulama,
İğdir Üniversitesi, İğdir, 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, Zootekni,
Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
- Prof. Dr. Z. Servet YALÇIN, Zootekni,
Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye
- Prof. Dr. Güray ERENER, Zootekni,
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye
- Prof. Dr. Mürsel KÜÇÜK, Vet-Zootekni,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye
- Prof. Dr. Aykut GÜL, Tarım Ekonomisi,
Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye, Türkiye
- Doç. Dr. Yusif ZEYNALOV, Botanik,
İğdir Üniversitesi, İğdir, 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Yrd. Doç. Dr. Köksal KARADAŞ, Tarım Ekonomisi, Iğdır Üniversitesi, Iğdır, 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, Iğdır Üniversitesi, Iğdır, 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. Doç. Dr. Kemal YAZGAN, Zootekni, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye

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

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

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

ULUSLARARASI DANIŞMA KURULU INTERNATIONAL ADVISORY BOARD

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

Prof. Dr. Khalid Mahmood KHAWAR, Agricultural Biotechnology, 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*

Farklı Artık Materyallerin *Agaricus bisporus* Mantar Üretiminde Örtü Toprağı Olarak Kullanılabilme Olanakları
Possibility of Using Different Wastes as Casing Material in Agaricus Bisporus Mushroom Cultivation
Erkan EREN Kaya BOZTOK

9

Fatty Acid Profiles for Almond (*Prunus amygdalus* Batsch) Genotypes with Different Kernel Taste and Formation
Farklı İç Tadı ve Oluşumuna Sahip Badem (Prunus amygdalus Batsch) Genotiplerinde Yağ Asitlerinin Belirlenmesi
Mehmet Fikret BALTA

17

Biyoloji / *Biology*

Morphological and Anatomical Study on *Crocus chrysanthus* (Herbert) Herbert (Iridaceae)
Crocus chrysanthus (Herbert) Herbert (Iridaceae) Üzerinde Morfolojik ve Anatomik Bir Çalışma
Canan ÖZDEMİR Yurdanur AKYOL Kadriye YETİŞEN Bahattin BOZDAĞ Okan KOCABAŞ

25

Biyosistem Mühendisliği / *Biosystem Engineering*

Hava Modifikasyon İşlemlerinde Yapay Yağış Tekniği
Artificial Rainfall Technique in Weather Modification Operations
Turgut ÖZTÜRK Büşra KOÇ

31

Çevre / *Environment*

Çöktürme Havuzlarında Giriş Yapılarının Çöktürme Verimine Olan Etkisinin İncelenmesi
Investigation of The Settling Efficiency at Inlet Weir of Sedimentation Tanks
Beyhan KOCADAĞISTAN Erdem KOCADAĞISTAN Şahset İRDEMEZ Nazmi TOPÇU

41

Determination of Parameters Affecting Copper Removal from Solutions by Clinoptilolite:
Adsorption Isotherm and Thermodynamic
*Klinoptilolit Minerali ile Çözeltilerden Bakır Giderimini Etkileyen Parametrelerin Belirlenmesi:
Adsorpsiyon İzotermi ve Termodinamiği*
Mustafa KORKMAZ Cengiz ÖZMETİN Baybars Ali FİL Yeliz YAŞAR

47

Sonokatalitik Oksidasyon ile Direct Blue 71 Azo Boyasının Renk Giderimi
Decolorization of Direct Blue 71 Azo Dye with Sonocatalytic Oxidation
Neşe ERTUGAY Filiz Nuran ACAR

55

Tarım Ekonomisi / Agricultural Economy

- 61 Erzurum Merkez İlçede Et ve İthal Et Tüketme Durumunu İnceleyen Bir Araştırma
A Study Investigation The Status Related to The Meat and Imported Meat Consumption in The Center District of Erzurum
Semiha KIZILOĞLU Rüveyda KIZILOĞLU
- 69 Türkiye’de Tarım Kesiminin Vergilendirilmesi
Taxation of Agriculture Sector in Turkey
Seyit HAYRAN

Elektrik / Electricity

- 73 Ortalama Rüzgar Hızı ve Güç Yoğunluğunun Tahmin Edilmesinde Kullanılan Farklı Yöntemler
Different Methods for The Estimations of Average Wind Speed and Power Density
Mehmet Nuri ALMALI Sabir RÜSTEMLİ Kenan GÜRÇAM

İnşaat Mühendisliği / Civil Engineering

- 79 Genelleştirilmiş Lineer Regresyon ile Erzurum Kuzey Çevre Yolu Kaza Tahmin Modeli
Erzurum North Ring Road Accident Prediction Model with Generalized Linear Regression
Muhammed Yasin ÇODUR Ahmet TORTUM Merve ÇODUR

Su Ürünleri / Fisheries

- 85 Murat Nehri’nden Yakalanan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)’da Bazı Metal Düzeylerinin Belirlenmesi
Determination of Some Metal Levels in Capoeta capoeta umbla (Heckel, 1843) Caught from Murat River
Muammer KIRICI Mehmet Reşit TAYSI Aydın Şükrü BENGÜ Ünal İSPİR

Tarla Bitkileri / Field Crop

- 91 Atdışı Hibrit Mısır Adaylarının Ana Ürün Koşullarında Performanslarının Belirlenmesi
Determination of performance of some candidate dent corn under main crop conditions
Erkan ÖZATA Hasan Hüseyin GEÇİT Ahmet ÖZ Saim ÜNVER İKİNCİKARAKAYA

Farklı Artık Materyallerin *Agaricus bisporus* Mantar Üretiminde Örtü Toprağı Olarak Kullanılabilir Olanakları

Erkan EREN¹ Kaya BOZTOK²

ÖZET: Bu çalışmanın amacı deniz çayı, çay artığı, şeker fabrikası filtre toprağı (şılam), çam toprağı ve artık mantar kompostu materyallerinin tek başına ve torf ile değişik oranlardaki karışımlarının örtü toprağı olarak kullanım durumlarını belirlemektir. Çalışma sonuçları deniz çayı, çay artığı, şılam ve artık mantar kompostu artıklarının torfla karışımlarının mantar yetiştiriciliğinde örtü toprağı olarak kullanılabilir olduğunu göstermiştir. Çalışmada torfla karşılaştırıldığında örtü toprağı olarak farklı artıkların tek başına kullanılması istenilen verim için uygun bulunmamıştır. Fakat bu materyallerin torfla karışımlarının örtü toprağı olarak kullanılması durumunda verim artmıştır. Bergama’da yürütülen çalışmada en yüksek mantar verimi 21.96 kg 100kg⁻¹ kompost ile % 50 deniz çayı ve % 50 torfun hacimsel olarak karışımının örtü toprağı olarak kullanılması ile elde edilirken, Dazkırı’da yürütülen çalışmada en yüksek mantar verimi 20.50 kg 100kg⁻¹ kompost ile % 25 Şılam ile % 75 torfun hacimsel olarak karışımının örtü toprağı olarak kullanılması ile elde edilmiştir. Bununla birlikte, çam toprağı örtü materyali, oluşturduğu hastalık ve temin edilmesinde doğaya zarar verilmesi nedeni ile iyi sonuç vermesine rağmen kullanımı tavsiye edilmemiştir. Mantar kalitesi ve verimini artırmak için bu artıkların torfla farklı karışım oranları daha detaylı olarak incelenmelidir.

Anahtar kelimeler: *Agaricus bisporus*, örtü toprağı, artık materyaller, verim, kalite



Possibility of Using Different Wastes as Casing Material in *Agaricus Bisporus* Mushroom Cultivation

ABSTRACT: The aim of this research was to determine the possibility of using seagrass, tea waste, sugar beet lime (şılam), pine soil, spent mushroom compost and their mixtures in different ratios with peat as casing materials. The study results showed that mixtures of seagrass, tea waste, sugar beet lime and spent mushroom compost wastes with peat is usable as casing material in mushroom cultivation. Using of different wastes alone as a casing material was not acceptable for assured yield when it was compared with peat in the study. But, mixtures of these wastes with peat increased the yield when these mixtures as casing material were used. The highest yield was obtained from seagrass + peat mixture (50% + 50%, v:v) as 21.96 kg 100kg⁻¹ compost and sugar beet lime + peat mixture (25% + 75%, v:v) as 20.50 kg/100 kg compost, respectively in the study carried out in Bergama and Dazkırı. However, in spite of its high yield and quality potential, pine soil was not advisable and unsuitable due to its disease risk and damage to environment during collection from sources. To increase the yield and mushroom quality, different mixing ratios of these wastes with peat should be investigated in more detail.

Keywords: *Agaricus bisporus*, casing soil, waste materials, yield, quality

¹ Ege Üniversitesi, Bergama Meslek Yüksekokulu, Mantarcılık Programı İzmir, Türkiye

² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Kaya BOZTOK, kaya.boztok@ege.edu.tr

* Çalışma Doktora tezinin bir bölümünü içermektedir

GİRİŞ

Ülkemizde gittikçe yaygınlaşan kültür mantarı (*Agaricus bisporus*) üretiminde, misellerin vegetatif devreden generatif devreye geçişini sağlayan örtü toprağının önemi büyüktür (Özşimşir ve Arın, 1996). İyi bir verim ve kalite için seçilecek örtü toprağında; su tutma kapasitesinin yüksek, strüktürünün gaz alışverişini engellemeyecek ve kaymak tabakası oluşturmayacak şekilde, organik maddece zengin, tuz seviyesi düşük, pH'ın 7.5 olması gibi özellikler aranır. Örtü toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri, biyolojik yapısı üretilen mantarın kalitesi ve verimi üzerinde etkili olmaktadır. Örtü toprağı sermeden de komposttan mantar elde etmek mümkündür. Ancak kompostta misel gelişimi sonrası örtü toprağı uygulanmaması halinde örtü toprağı serilmemiş kompostun dış etkilerden çok çabuk zarar görmesi nedeniyle mantar misellerinin vegetatif evreden generatif evreye geçişleri, bir başka deyişle fruktifikasyon oluşumları çok azalmakta ya da hiç olmamaktadır (Gierzszynski, 1974; Shandiya, 1989; Ralph and Kurtzman, 2004; Sharma et al., 2004). Örtü toprağı serilmeyen kompost, hastalık ve zararlıların hücum edip rahatça üreyeceği bir ortamdır. Bu durum ise misellerin hızla hastalanmasına ve zarar görmesine neden olabilmektedir (Shandiya, 1989; Günay, 1995; Gier, 2000).

Dünyada ve ülkemizde *A. bisporus* üretiminde su tutma kapasitesi ve strüktür özellikleri nedeniyle en yaygın kullanılan örtü toprağı torftur (Çolak, 2004). Günümüzde mantar üretiminde torf kaynaklarının azalması, mevcut torf yataklarının kalitesindeki düşüş, fiyat ve nakil masraflarının yüksek olması ve mantar işletmelerinin artan talepleri torfun yerini tutabilecek yeni bazı materyallerin araştırılmasını zorunlu hale getirmiş ve bu konuda çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Bozток, 1984; Visscher, 1988; Ağaoğlu ve İlbay, 1991; Price, 1991; Erkel, 1992; Nair, 1997; Baysal, 1999; Demirev ve Özer, 2000; Gülser and Pekşen, 2003; Çolak, 2004). Kompostlaştırılmış çam ağacı kabuğu, odun talaşı, ağaç kabuğu, artık mantar kompostu, Hindistan cevizi lifi, çay artıkları ve artık kağıt gibi materyallerin alternatif örtü materyallerinin başında gelebileceği bildirilmiştir (Szmıdt, 1994; Labuschagne et al., 1995; Erkel, 2000; Gülser and Pekşen, 2003; Pardo et al., 2003a, b).

Ülkemizde Doğu Karadeniz bölgesindeki devlete ait çay yaprağı işleyen fabrikalarda her yıl yaklaşık olarak 20 bin tonun üzerinde çay üretim artığı ortaya çıkmaktadır (Kacar, 1987). Bölgedeki kişi ve özel kuru-

luşlara ait fabrikalar da göz önüne alındığında bu rakam 30 bin tona yaklaşmaktadır (Kütük, 2000). Şılam, şeker fabrikalarında filtre toprağı olarak kullanılan artık bir materyaldir. Kültür mantarı yetiştiriciliğinde dünyada ilk kez bu çalışmada kullanılan deniz çayırı (*Posidonia oceanica*) ise özellikle kış aylarında sahillerde yoğun bir şekilde biriken bir materyaldir. Günümüzde artık/artıkların doğaya yeniden kazandırılması, çevreye zarar vermesinin engellenmesi, ekonomik olarak değerlendirilmesi hem kıt kaynakların optimal değerlendirilmesi hem de çevre kirliliğinin önlenmesi bakımından büyük öneme sahiptir (Pekşen ve Günay, 2009).

Bu çalışmanın amacı deniz çayırı, çam toprağı, çay artığı, şılam ve artık mantar kompostu gibi alternatif materyallerin tek başına veya torfla değişik oranlardaki karışımlarının örtü toprağı olarak torf yerine kullanım durumlarını belirlemek ve bunların *A. bisporus* mantarının verim ve kalitesi üzerine etkilerini saptamaktır. Çalışma sonucunda ülkemiz için mantar sektörünün başlıca sorunu olan örtü toprağı materyali sorununun çözümlenmesine katkı sağlanması daha ekonomik örtü toprağı karışımlarının belirlemesi, artık materyallerin geriye dönüşüm yoluyla ekonomiye kazandırılması ve bu materyallerin meydana getirdiği çevre kirliliğinin engellenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırma, farklı fiziksel ve teknik donanıma sahip 2 farklı üretim yerinde (mantar işletmesinde) yürütülmüştür. Bunlardan biri Afyon'un Dazkırı ilçesinde bulunan Freshman mantar işletmesine ait, diğeri de Ege Üniversitesi Bergama Meslek Yüksekokulu Mantarcılık programına ait üretim odasıdır.

Araştırmada kullanılan kompost Freshman mantar işletmesinde hazırlanmış ve *A. bisporus* (Lange) Sing. Türü, Sylvan A15 misel çeşidi ile aşılanmıştır. Araştırmada örtü materyali olarak torf (kontrol), deniz çayırı, çay artığı, çam toprağı, şeker fabrikası filtre toprağı (şılam) ve artık mantar kompostu kullanılmıştır. Araştırmada örtü materyali olarak kullanılan torf, Denizli Çameli torfudur. Çay artığı, Çaykur İşletmesine ait Rize/Fındıklı çay fabrikasından temin edilmiş, çay artıkları önce 200 lt'lik havuzda yıkanarak içerisindeki koku ve çay rengi uzaklaştırılmıştır. Daha sonra havuzdan çıkarılan çay artıkları kırılarak bünyesindeki fazla suyu

atılmış, plastik örtüler üzerine serilerek kurutulmuş ve daha sonra topraklar elle kırılarak kullanıma hazır hale getirilmiştir. Çam toprağı, Bergama Kozak yaylası çevresindeki çam ormanlarının zeminindeki bitki artıkları sıyrıldıktan sonra 3-8 cm derinlikteki toprağı sıyrılarak alınmıştır. Şılam şeker fabrikası filtre toprağı olup, Ankara Ayaş şeker fabrikasından temin edilmiştir. Deniz çayırı, İzmir ili Dikili ve Çandarlı ilçesi sahillerinden toplanarak temin edilmiştir. Deniz çayırı, bünyesinde bulunan yoğun tuzdan ve kirden arındırılmak üzere 5 kere yıkanmış ve yoğun neminden arındırılmıştır. Kullanılmış (artık) mantar kompostu ise Ege Üniversitesi Bergama Meslek Yüksekokulu'ndan tedarik edilmiştir. Üretim odasından boşaltılan artık mantar kompostu, 1.5-2 yıl dışarıda kendi halinde bekletilmiş, kullanılmadan önce elekten geçirilmiş daha sonra bünyesindeki yoğun tuz ve diğer bazı maddelerden arınması için yıkanmıştır. Bu materyallerin fiziksel ve kimyasal özellikleri (su tutma kapasitesi ve nem, pH, EC, organik madde ve katyon değişim kapasiteleri (KDK) tespit edilmiştir (Kacar, 1994).

Metot

Çalışmada 5 farklı artık/artık materyal (deniz çayırı, çay artığı, çam toprağı, şılam ve artık mantar kompostu) tek başına ve torfla % 25 ve 50 hacimsel oranında karıştırılarak örtü toprağı olarak kullanılmış, kontrol olarak ele alınan torf örtü materyali ile verim ve mantar kalitesi bakımından karşılaştırılmıştır.

Freshman mantar işletmesi tarafından hazırlanan kompost, ortalama 12 kg'lık poşetler içerisine doldurulmuştur. Bunun yarısı Ege Üniversitesi Bergama

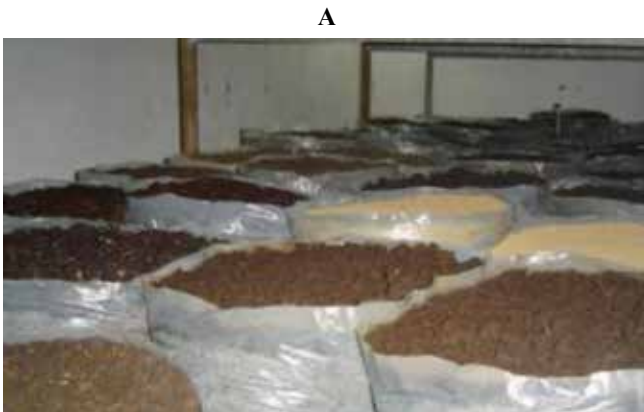
Meslek Yüksek Okuluna (Bergama), diğer yarısı da Afyon'un Dazkırı ilçesinde bulunan Freshman Mantar İşletmesine (Dazkırı) ait mantar üretim odalarına yerleştirilmiştir. Şekil 1a'da E.Ü. Bergama Meslek Yüksek Okuluna ait üretim odasının, Şekil 1b' de ise Freshman mantar işletmesine ait üretim odasının genel görünümü verilmiştir.

Misel gelişim dönemini tamamlamış her iki işletmede, üretim odalarında bulunan kompostların üzerine örtü materyalleri 4 cm kalınlığında eş zamanlı olarak serilmiştir. Tırmıklamaya kadar geçen sürede komposttan örtü materyallerine misel geçişleri gözlenmiş ve toprak seriminden 8 gün sonra örtü materyalleri tırmıklanmıştır. Tırmıklamadan 2 gün sonra odalar soğutmaya alınmıştır. 22-23 °C' de bulunan üretim odaları sıcaklığı 72 saat içerisinde ortalama 17-18 °C' ye düşürülmüştür.

Araştırmada her birimden alınan ürünün bir üretim dönemindeki toplam miktarı 100 kg kompost üzerinden hesaplanarak, toplam verim (kg) olarak tespit edilmiştir. Kalite özellikleri olarak şapka çapı, şapka yüksekliği, sap çapı ve sap yüksekliği ölçülmüştür. Bu özellikler 2 flaş üzerinden değerlendirilmiştir.

İstatistik Analizler

Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 2 torba olacak şekilde kurulmuştur (Düzgüneş ve ark., 1983). Denemeden elde edilen verilerin SPSS istatistik programında varyans analizleri yapılmış, gruplandırmalarda Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Sonuçların istatistiksel değerlendirilmelerinde farklar arasındaki önemlilik % 5 olarak belirtilmiştir.



Şekil 1. Ege Üniversitesi Bergama Meslek Yüksek Okuluna ait üretim odasının (a), Freshman mantar işletmesine ait üretim odasının (b) genel görünümü

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kullanılan Artıkların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri: Araştırmada kullanılan örtü materyallerinin başlangıçtaki fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1’ de verilmiştir. Şılam materyalinin pH değerinin çok yüksek (8.81), çay artığının ise çok düşük (4.94) olduğu belirlenmiştir. Deniz çayırının EC değeri 20 dS m⁻¹ gibi çok yüksek bir değere sahip olduğu tespit edilmiş, bu nedenle yıkama işlemine tabii tutulmuştur. Çam toprağının su tutma kapasitesinin ise oldukça düşük olduğu saptanmıştır.

Bergama’ da Yürütülen Denemeden Elde Edilen Mantarların Toplam Verim ve Kalite Özellikleri: Araştırmada ele alınan materyallerin toplam verim üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). En yüksek toplam verim 21.96 kg 100kg⁻¹ kompost ile % 50 deniz çayırı + % 50 torf ve 21.78 kg 100kg⁻¹ kompost ile % 25 deniz çayır + % 75 torf karışımından elde edilmiştir. Bu iki farklı örtü materyallerinden elde edilen toplam verim değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bu materyalleri, 20.99 kg 100 kg⁻¹ kompost toplam verim değeri ile kontrol materyali olan torf izlemiştir. En

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan örtü materyallerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Örtü materyalleri	pH	EC (dS m ⁻¹)	Nem (%)	Su tutma kapasitesi (%)	Organik madde (%)	KDK (me 100g ⁻¹)
Şılam	8.81	0.71	2.90	210	42.40	29.20
Artık Mantar Kompostu	7.33	4.80	30.10	290	60.50	46.10
Çam Toprağı	6.06	0.21	6.40	66	16.20	36.20
Deniz Çayırı	7.97	20.00	5.40	165	78.00	21.10
Çay Artığı	4.94	0.42	6.60	310	84.00	42.60
Torf (Kontrol)	6.75	0.45	34.90	330	75.60	60.90

Çizelge 2. Bergama’ da yürütülen denemeden elde edilen toplam verim ve mantar özellikleri

Örtü materyalleri	Toplam verim (kg 100kg ⁻¹ kompost)	Şapka çapı (cm)	Şapka yüksekliği (cm)	Sap çapı (cm)	Sap yüksekliği (cm)
Torf (Kontrol)	20.99 ab *	3.79 bcd *	1.93 efg *	1.63def *	1.66 a*
%25DÇ+%75T	21.78 a	3.81 bcd	1.99 def	1.62 def	1.55 abcd
%50DÇ+%50T	21.96 a	3.82 bcd	1.99 def	1.75 cde	1.58 abc
%100DÇ	17.56 a-e	3.95 b	2.10 ab	1.99 a	1.50 abcd
%25Ş+%75T	20.69 abc	3.75 cde	1.90 fg	1.64 def	1.50 abcd
%50Ş+%50T	17.16 a-e	3.84 bcd	1.88 g	1.52 fg	1.63 ab
%100Ş	3.55 h	4.24 a	2.10 ab	1.96 a	1.30 ef
%25ÇA+%75T	18.94 a-d	3.90 bc	2.04 abcd	1.65 def	1.48 bcd
%50ÇA+%50T	15.92 a-f	3.85 bc	2.01 bcde	1.65 def	1.55 abcd
%100ÇA	6.19 gh	3.67 def	1.90 fg	1.93 ab	1.30 ef
%25AMK+%75T	18.28 a-d	3.76 cde	2.00 cde	1.63 def	1.52 abcd
%50AMK+%50T	13.21 def	3.75 cde	2.12 a	1.78 bcd	1.45 cde
%100AMK	10.40 fg	3.82 bcd	2.09 abc	1.84 abc	1.41 def
%25ÇT+%75T	14.17 c-f	3.53 f	1.88 g	1.20 h	1.63 ab
%50ÇT+%50T	14.53 b-f	3.61 ef	1.95 defg	1.40 g	1.48 bcd
%100ÇT	11.48 efg	3.58 f	1.92 efg	1.57 ef	1.43 cdef

*Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasında p<0.05 olasılıkla fark yoktur. DÇ: Deniz Çayırı, Ş: Şılam, ÇA: Çay Artığı, AMK: Artık Mantar Kompostu, ÇT: Çam Toprağı

düşük toplam verim % 100 şılam örtü materyalinden (3.55 kg 100kg⁻¹ kompost) elde edilmiştir.

Bergama’ da yürütülen çalışmada ölçülen şapka çapı değerleri arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek şapka çap değeri, % 100 şılam (4.24 cm) örtü materyalinde tespit edilmiş, bunu % 100 deniz çayırı (3.95 cm) takip etmiştir. Kontrol materyalimiz olan torftan alınan mantarların şapka çap değeri 3.79 cm olarak belirlenmiştir. En düşük şapka çap değeri % 25 çam toprağı + % 75 torf (3.53 cm) ve % 100 çam toprağı (3.58 cm) örtü materyalinde tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Yapılan çalışmada ölçülen şapka yükseklik değerleri arasındaki farklılıklar da istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ortalama en yüksek şapka yükseklik değeri % 50 artık mantar kompostu + % 50 torf örtü materyalinde 2.12 cm olarak tespit edilmiştir. Bu değeri 2.10 cm ile % 100 şılam ve % 100 deniz çayırı izlemiştir. Kontrol materyalimiz olan torftan alınan mantarların ortalama şapka yükseklik değeri 1.93 cm olarak bulunmuştur. En düşük şapka yükseklik değerleri 1.88 cm ile % 25 çam toprağı + % 75 torf ve % 50 şılam + % 50 torf karışımlarında tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Bergama’ da yapılan çalışmada ölçülen sap çapı ve yüksekliği değerleri arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Ortalama en yüksek sap çapı değeri, % 100 deniz çayırı (1.99 cm) ve % 100 şılam (1.96 cm) örtü materyallerinden elde edilmiştir. Bu iki en yüksek sap çapı değerine sahip örtü materyalleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bu değeri 1.93 cm ile % 100 çay artığı izlemiştir. Kontrol materyali olan torftan alınan mantarların ortalama sap çapı değeri 1.63 cm olarak saptanmıştır. En düşük sap çapı değeri ise % 25 çam toprağı + % 75 torf (1.20 cm) örtü materyalinde tespit edilmiştir. Sap yükseklik değerleri 1.30-1.66 cm değerleri arasında değişmiştir. Ortalama en yüksek sap yükseklik değeri 1.66 cm ile kontrol materyali olan torftan, en düşük sap yükseklik değeri ise 1.30 cm ile % 100 şılam örtü materyalinden elde edilmiştir (Çizelge 2).

Dazkırı’da Yürütülen Denemeden Elde Edilen Mantarların Toplam Verim Ve Kalite Özellikleri: Dazkırı’da farklı karışımlarda ki örtü materyalleri ile yapılan denemeden elde edilen verimler arasında da Bergama’da yapılan çalışmada olduğu gibi önemli farklılık tespit edilmiştir (Çizelge 3). Toplam verim olarak en yüksek değer % 50 çay artığı + % 50 torf

Çizelge 3. Dazkırı’da yürütülen denemeden elde edilen toplam verim ve mantar özellikleri

Örtü materyalleri	Toplam verim (kg/100 kg kompost)	Şapka çapı (cm)	Şapka yüksekliği (cm)	Sap çapı (cm)	Sap yüksekliği (cm)
Torf (Kontrol)	19.48 ab*	4.19 a*	2.62 ab*	2.08 cde*	1.69 ab*
%25DÇ+%75T	19.06 abc	4.11 abc	2.38 c	2.19 a-e	1.34 ef
%50DÇ+%50T	18.95 abc	4.01 a-d	2.42 bc	2.29 ab	1.45 c-f
%100DÇ	14.03 cde	4.19 a	2.65 a	2.35 a	1.56 a-d
%25Ş+%75T	20.50 a	4.26 a	2.57 abc	2.04 de	1.63 abc
%50Ş+%50T	14.64 bcd	4.22 a	2.48 abc	2.17 b-e	1.50 b-e
%100Ş	4.46 g	3.77 e	2.47 abc	1.85f	1.55 a-d
%25ÇA+%75T	19.54 ab	4.21 a	2.54 abc	2.28 ab	1.45 c-f
%50ÇA+%50T	21.35 a	4.17 ab	2.38 c	2.05 de	1.63 abc
%100ÇA	5.37 g	3.81 e	2.37 c	2.21 a-d	1.74 a
%25AMK+%75T	4.25 g	3.88 de	2.39 c	2.05 de	1.26 f
%50AMK+%50T	9.15 efg	4.01 a-e	2.44 abc	2.02 e	1.50 b-e
%100AMK	6.58 fg	3.92 cde	2.42 bc	2.27 ab	1.70 ab
%25ÇT+%75T	13.85 cde	4.22 a	2.63 ab	2.13 b-e	1.52 b-e
%50ÇT+%50T	10.97 def	4.16 abc	2.62 ab	2.15 b-e	1.44 c-f
%100ÇT	11.44 def	3.93 b-e	2.40 c	2.23 abc	1.41 def

*Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasında p<0.05 olasılıkla fark yoktur. DÇ: Deniz Çayırı, Ş: Şılam, ÇA: Çay Artığı, AMK: Artık Mantar Kompostu, ÇT: Çam Toprağı

(21.35 kg 100kg⁻¹ kompost) ve ile % 25 şılam + % 75 torf (20.50 kg 100kg⁻¹ kompost) örtü karışımlarından elde edilmiştir. Bu iki farklı örtü materyallerinden elde edilen toplam verim değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. En düşük toplam verim değerleri 4.25 kg 100kg⁻¹ kompost ile % 25 artık mantar kompostu + % 75 torf, 4.46 kg 100kg⁻¹ kompost ile % 100 şılam ve 5.37 kg 100kg⁻¹ kompost ile % 100 çay artığı örtü materyalleri ve karışımlarında tespit edilmiştir.

Freshman mantar işletmesinde (Dazkırı) yapılan çalışmada örtü materyalleri ve karışımları arasında şapka çapı ve yükseklik değerleri bakımından istatistiki olarak önemli farklar bulunmuştur (Çizelge 3). Ortalama en yüksek şapka çap değeri sırası ile 4.26 cm ile % 25 şılam + % 75 torf, 4.22 cm ile % 25 çam toprağı + % 75 torf ve % 50 şılam + % 50 torf, 4.21 cm ile % 25 çay artığı + % 75 torf, 4.19 cm ile % 100 deniz çayırı ve torf örtü materyallerinde ölçülmüştür. Bu 6 farklı örtü materyalinin şapka çap değerleri arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. En düşük şapka çap değeri 3.81 cm ile % 100 çay artığı ve 3.77 cm ile % 100 şılam örtü materyalinde tespit edilmiştir.

Ortalama en yüksek şapka yükseklik değeri % 100 deniz çayırı (2.65 cm) örtü materyalinde, en düşük şapka yükseklik değeri ise % 100 çam toprağı (2.40 cm), % 25 artık mantar kompostu + % 75 torf (2.39 cm), % 25 deniz çayırı + % 75 torf (2.38 cm), % 50 çay artığı + % 50 torf (2.38 cm) ve % 100 çay artığı (2.37 cm) örtü materyalinde saptanmıştır. Tespit edilen bu 5 farklı örtü materyaline ait en düşük şapka yükseklik değerleri arasındaki farklılıklar ise istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

Freshman mantar işletmesinde (Dazkırı) yapılan çalışma sonucunda en yüksek sap çapı değeri % 100 deniz çayırında (2.35 cm) tespit edilmiştir. Bu değeri 2.29 cm ile % 50 deniz çayırı + %50 torf, 2.28 cm ile % 25 çay artığı + % 75 torf ve 2.27 ile % 100 artık mantar kompostu örtü materyalleri izlemiştir. Kontrol materyalimiz olan torf örtü materyali ile yapılan çalışmada elde edilen sap çapı değeri ise 2.08 cm olarak ölçülmüştür. En düşük sap çapı değeri 1.85 cm ile % 100 şılam örtü materyalinde tespit edilmiştir (Çizelge 3).

En yüksek sap yüksekliği değeri % 100 çay artığının (1.74 cm) kullanıldığı komposttan elde edilmiştir.

En düşük sap yükseklik değeri ise 1.26 cm ile % 25 artık mantar kompostu + % 75 torf örtü materyalinde tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çalışma sonucunda toprak kökenli olmayan % 100 saf olarak kullanılan örtü materyallerinin (deniz çayırı, şılam, çam toprağı, artık mantar kompostu ve çay artığı) torfla karşılaştırıldığında verim değerlerinin düşük olduğu, buna karşılık mantarların şapka ve sap değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum karpofor sayısından kaynaklanmaktadır. Bu materyallere ilave edilen torf miktarı arttıkça özellikle toplam verim değerlerinin arttığı saptanmıştır. Bergama'da yürütülen çalışmada % 50 deniz çayırı + % 50 torf örtü materyalinde elde edilen toplam verimin, torf örtü materyaline göre ortalama % 4.6, % 25 deniz çayırı + % 75 torf örtü materyalinde elde edilen toplam verimin ise torfa göre % 3.8 oranında artış sağladığı belirlenmiştir. Aynı şekilde Dazkırı'da yürütülen çalışmada, %50 Çay artığı + % 50 torf örtü materyalinde elde edilen toplam verimin torfa göre % 9.60, % 25 şılam + % 75 torf örtü materyalinde elde edilen toplam verim ise torfa göre % 5.24 oranında artış sağladığı belirlenmiştir.

Bowden and Allen (1978) tarafından yapılan çalışmada da çam ve bazı ağaçların kabuklarının değişik oranlarda torfla karıştırılması ile olumlu sonuçlar alınmıştır. Özşimşir ve Arın (1996) farklı örtü toprağı karışımlarının mantar verimi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada torf ve torf oranı yüksek karışımlardan daha yüksek verim elde edildiğini bildirilmişlerdir. Örtü toprağı olarak kullanılan torfa belli oranlarda karıştırılan zeolitin mantar verimi üzerine etkisinin incelendiği çalışmada da torf ve zeolitin 1:1 oranındaki karışımından en yüksek verim elde edilmiş, bunu torf örtü toprağı izlemiştir (Taşkın ve ark., 2008).

Bergama'da % 25 deniz çayırı + % 75 torf karışımından en yüksek verim elde edilmiş, Dazkırı'da yapılan çalışmada da bu karışımdan torfun verimine yakın değerler elde edilmiştir (Çizelge 2 ve 3). Dazkırı'da yürütülen çalışmada % 25 artık mantar kompostu + %75 torf karışımının veriminin düşük olma sebebi, I. flaşın sonuna doğru artık mantar kompostu örtü materyali ile örtülü torbalarda Örümcek ağı (*Dactylium dendroides*) hastalığının (Bora ve ark., 1996) ortaya çıkmasıdır. Ağaoğlu ve İlbay (1991), 6 ay çürütülmüş artık mantar kompostunu örtü materyali olarak kullandıklarında düşük verim elde etmişlerdir. Erkel (1992) açıkta 1.5-2

yıl bekletilen ve ardından 6-7 kez yıkanarak çok iyi dezenfekte edilen artık mantar kompostunun örtü toprağı olarak iyi sonuç verdiğini ve mantar maliyetini yaklaşık olarak % 4 oranında azalttığını bildirmiştir. Yapılan çalışmada % 100 artık mantar kompostunun örtü toprağı olarak kullanımının Erkel (1992)' in aksine daha düşük verim verdiği ve artık mantar kompostunun torfla karışımında karışım oranı azaldıkça verimin arttığı tespit edilmiştir.

Gülser and Pekşen (2003) yaptıkları çalışmada torf ile karşılaştırıldığında tek başına çay artığından elde edilen verimin tatmin edici olmadığı, fakat çayın torf ile 1:1 oranındaki karışımının kullanılması durumunda verimin arttığını belirlemişlerdir. Çalışmada 30 ve 40' ıncı günlerin sonunda çay artığı ve torf karışımı (1:1) ile torf arasında verim açısından istatistiksel farklılık bulunmamıştır. Örtü materyallerindeki yüksek tuz içeriği, organik ve inorganik bileşiklerin verimlerin düşmesine neden olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan her iki farklı üretim odalarından elde edilen değerlerin torf kontrol örtü toprağına karşı verim artışları tespit edilmesinin yanında bu artışlarda söz konusu olan karışımların ise farklı olduğu tespit edilmiştir. Her iki üretim odalarında kullanılan örtü materyallerinin hazırlanmasında yapılan tüm uygulamalar aynı olup, bu farklılığın üretimin odalarının kendisinden ve üretim süresince yapılan kültürel uygulamalardaki farklılıklardan kaynaklandığını düşünmekteyiz. Dazkırı'da Freshman mantar işletmesinde yürütülen üretim odasının iklimlendirilmesi tamamen bilgisayar kontrollü otomasyon sistemi ile gerçekleştirilirken, Bergama'daki üretim odasında üretim aşamasındaki iklimlendirme manuel olarak sağlanmaktaydı. Kültür mantarı üretiminde bu farklılık bize farklı verim ve kalite sonuçları doğurabilmektedir. Bu sebep ile iki farklı yerde (İzmir /Bergama – Afyon /Dazkırı) bulunan ve aynı zamanda farklı iklimlendirme sistemine sahip olan üretim odalarından elde edilen veriler ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Bergama ve Dazkırı' da yapılan çalışma sonunda elde edilen değerlerden toprak kökenli olmayan deniz çayırı, şılam ve çay artığı örtü materyallerinin % 100 kullanımlarının ticari anlamda mantar yetiştiriciliğinde istenilen sonucu vermediği, ancak bu materyallerin torf ile belirli oranlarda karışımlarının torfa yakın, hatta torf materyaline göre daha başarılı sonuçlar verdiği belir-

lenmiştir. İki farklı üretim evinde yürütülen araştırma sonuçları, bu materyallerin torfla farklı orandaki karışımlarının daha detaylı olarak incelenmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, S., İlbay, E., 1991. Değişik örtü materyallerinin mantar (*Agaricus bisporus*) yetiştiriciliğinde kullanım imkanları üzerinde bir araştırma. Türktur AŞ., Yayınları 2(13), Ankara.
- Baysal, E., 1999. Utilization possibilities of waste tea leaves in the cultivation of *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. Karadeniz Technical University, Ph.D. Thesis, 157p.
- Bora, T., Toros, S., Özaktan, H., 1996. Kültür mantarı hastalıkları, zararlıları ve savaşımları. Afa Matbaacılık, İstanbul.
- Bowden, J.D., Allen, P.G., 1978. Cultural studies on mushroom (1974-76). *Experimental Horticultures*, 30: 66-67.
- Boztok, K., 1984. Kültür mantarı (*Agaricus bisporus* L. Sing) yetiştiriciliğinde farklı kapaklık materyalin ürüne etkileri üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21: 133-137.
- Çolak, M., 2004. Temperature profiles of *Agaricus bisporus* in composting stages and effects of different composts formulas and casing materials on yield. *African Journal of Biotechnology*, 3(9): 456-462.
- Demirer, T., Özer, İ., 2000. Perlit, pomza, torf ve talaş karışımlarından oluşan örtü toprağının yemeklik mantar (*Agaricus bisporus*)' da verim ve kaliteye etkisi. Türkiye VI. Yemeklik Mantar Kongresi Bildirileri, 20-22 Eylül 2000, Bergama, İzmir, 265-269.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F., 1983. İstatistik metotları I. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 861, Ankara.
- Erkel, İ., 1992. Mantar yetiştiriciliğinde değişik örtü materyali karışımlarının kullanılma olanakları. Türkiye IV. Yemeklik Mantar Kongresi Bildirileri, 2-4 Kasım 1992, Yalova, 137-143.
- Erkel, İ., 2000. Kültür Mantarı Yetiştiriciliği. Kocaoluk Yayınevi II. Baskı, İstanbul.
- Gier, J.F., 2000. A different perspective on casing soil, 15. International congress on the science and cultivation of edible fungi, Maastricht (Netherlands), 931-934.
- Gierszyski, M., 1974. The effect of the physical and chemical properties of casing layer on cropping in mushrooms. *Horticultural Abstracts*, 45, 4200.
- Gülser, C., Pekşen, A., 2003. Using tea waste as a new casing material in mushroom (*Agaricus bisporus* (L.) Sing.) cultivation. *Bioresource Technology*, 88: 153-156.
- Günay, A., 1995. Mantar yetiştiriciliği. İlke Kitabevi Yayınları Yayın No: 22, Ankara.
- Kacar, B., 1987. Çayın biyokimyası ve işleme teknolojisi. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Yayını No: 6, DSİ Matbaası, Ankara.

- Kacar, B., 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yay. No: 3, Ankara.
- Kütük, C., 2000. Çay atığı kompostu ve artık mantar kompostunun yetiştirme ortamı bileşeni olarak süs bitkisi yetiştiriciliğinde kullanılması. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5: 75-86.
- Labuschagne, P., Eicker, A., van Greuning, M., 1995. Casing medium for *Agaricus* cultivation in South Africa, a preliminary report. In: Elliott TJ (ed), Science and Cultivation of Fungi, Balkema, Rotterdam, 329-344.
- Nair, N.G., 1997. Use of spent compost as a casing material. Mush News, 25(9): 12-22.
- Özşimşir, S., Arın, L., 1996. Farklı Örtü Toprağı Karışımlarının Mantar (*Agaricus bisporus*) Verim, Erkencilik ve Kalitesine Etkisi. Türkiye 5. Yemeklik Mantar Kongresi, 5-7 Kasım 1996, Yalova, 220-225.
- Pardo, A., de Juan, J.A., Pardo, J.E., 2003a. Characterisation of different substrates for possible use as casing in mushroom cultivation. Food, Agriculture and Environment, 1(1): 107-114.
- Pardo, A., de Juan, J.A., Pardo, J.E., 2003b. Performance of composted vine shoots as a peat alternative in casing materials for mushroom cultivation. Food, Agriculture and Environment, 1(2): 209-211.
- Pekşen, A., Günay, A., 2009. Use of substrates prepared by the mixture of tea waste and wheat straw in *Agaricus bisporus* (L.) Sing. cultivation. Ekoloji, 19(73): 48-54.
- Price, S., 1991. The peat alternatives manual, a guide for the professional horticulturist and landscaper, friends of the earth. London, U.K., 40-51.
- Ralph, H., Kurtzman, Jr., 2004. Casing properties: required. Desired and Beliefs, www.mushworld.com, 136.
- Shandiya, T.R., 1989. Mushroom compost and casing research in India. Mushroom Science, 12(1): 743-752.
- Sharma, H.S.S., McCall, D., Lyons, G., 2004. Chemical changes in peat as a result of neutralising with lime during the preparation of mushroom casing, www.mushworld.com.
- Szmidt, R.A.K., 1994. Recycling of spent mushroom substrates by aerobic composting to produce novel horticultural substrates, In: Wuest PJ (ed), Environmental, Agricultural and Industrial uses for spent mushroom substrate from mushroom farms, The JG Press Inc. Emmaus, PA, USA, 134-143.
- Taşkın, H., Baktetur, G., Kurt, Ş., Büyükalaca, S., 2008. Örtü toprağı olarak kullanılan torfa belli oranlarda karıştırılan zeolit'in mantar verim ve kalitesine etkisi. Türkiye VIII. Yemeklik Mantar Kongresi, 15-17 Ekim 2008, Kocaeli, 49-52.
- Visscher, H.R., 1988. Casing soil. In: Van Griensven LJLD (E.d.), The cultivation of mushrooms. Darlington Mushroom Laboratories Ltd., Rustington, Sussex, UK, pp. 73-88.

Fatty Acid Profiles for Almond (*Prunus amygdalus* Batsch) Genotypes with Different Kernel Taste and Formation

Mehmet Fikret BALTA¹

ABSTRACT: This study was conducted to determine fatty acid profiles in relation to kernel taste (sweet and bitter) and kernel formation (single and double kernel) in native almond genotypes (*Prunus amygdalus* Batsch) from Tunceli and Balıkesir. The bitter and sweet kernelled almond genotypes from Tunceli averagely contained 52.8% and 54.0% fat, 6.27% and 6.2% palmitic acid, 0.57% and 0.62% palmitoleic acid, 1.63% and 1.43% stearic acid, 72.47% and 74.06% oleic acid, and 18.69% and 17.23% linoleic acid, respectively, and they had statistically insignificant means for fatty acid profiles. The double and single kernels of genotypes from Balıkesir averagely contained 54.4% and 55.7% fat, 6.1 % and 6.43% palmitic acid, 0.40% and 0.44% palmitoleic acid, 1.99% and 1.96% stearic acid, 69.84% and 72.39% oleic acid, and 21.25% and 17.89% linoleic acid, respectively. Oil composition of almond genotypes was not influenced by kernel taste statistically. In addition, single and double kernels of same genotypes had also insignificant means in fatty acid profiles.

Keywords: Almond, kernel, fatty acid, taste, double kernel



Farklı İç Tadı ve Oluşumuna Sahip Badem (*Prunus amygdalus* Batsch) Genotiplerinde Yağ Asitlerinin Belirlenmesi

ÖZET: Bu çalışma, Tunceli ve Balıkesir'den alınan badem genotiplerinde iç badem tadı (tatlı ve acı) ve iç badem sayısı oluşumuyla (tek ve çift iç) ilgili olarak, yağ asidi içeriklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Ortalama olarak sırasıyla % 52.8 ve % 54.0 yağ, % 6.27 ve % 6.23 palmitik asit, % 0.57 ve % 0.62 palmitoleik asit, % 1.63 ve % 1.43 stearik asit, % 72.47 ve % 74.06 oleik asit, % 18.69 ve % 17.23 linoleik asit içeren Tunceli yöresinin acı ve tatlı içli badem genotiplerinde, yağ asidi profilleri bakımından istatistiki önemsiz farklar bulunmuştur. Balıkesir yöresi badem genotiplerinde, aynı genotiplerin çift ve tek iç meyveleri sırasıyla ortalama % 54.4 ve % 55.7 yağ, % 6.12 ve % 6.43 palmitik asit, % 0.40 ve % 0.44 palmitoleik asit, % 1.99 ve % 1.96 stearik asit, % 69.84 ve % 72.39 oleik asit, % 21.25 ve % 17.89 linoleik asit içermişlerdir. İncelenen genotiplerin yağ profilleri iç tadından istatistiksel olarak etkilenmemiştir. Bunun yanında, aynı genotiplerin tek ve çift içleri arasında yağ profilleri yönünden istatistiki önemsiz farklar belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Badem, iç badem, yağ asidi, tat, çift iç

¹ Ordu University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Ordu, Turkey
Sorumlu yazar/Corresponding author: Mehmet Fikret BALTA, fikret_balta@hotmail.com

INTRODUCTION

Almond (*Prunus amygdalus* Batsch) belongs to the *Rosaceae* family. Due to its high value for human nourishment and health, together with increasing production in the world, almond is considered one of the leading nut crops worldwide. Almond kernel contains high level of unsaturated fatty acids, mainly monounsaturated fatty acids (MUFA) that play a significant role for human nutrition, diet and healthfulness (McManus et al., 2001; Cherif et al., 2004; Jaceldo-Siegl et al., 2004; Jambazian et al., 2005). In recent years almond kernels preferred by the consumers (Chen et al., 2006) have been used to fight against some important diseases such as heart disease, rheumatoid arthritis, autoimmune disease and cancer today (Spiller et al., 1992; Abbey et al., 1994; Spiller et al., 1998; Davis and Iwahashi, 2001; Jenkins et al., 2002). The chemical composition of almond kernel is a significant characteristic determined for industrial purposes (Socias I Company et al., 2008).

In Turkey, the existence of a large number of almond trees from seedlings under various ecological conditions provides a valuable source for varietal selections (Ercişli, 2004). Almond genetic resources should also be identified based on their nutritional values (Aşkın et al., 2007). The kernel's chemical identification would be a selection criterion in almond quality evaluation for varietal characterization (Sathe et al., 2008).

The formation of double kernel is an undesired fruit characteristic for almond breeding efforts (Grasselly, 1994; Socias I Company et al., 2007; Socias I Company et al., 2008), and it can be influenced by genetic and environmental factors (Socias I Company et al., 2007; Çelik and Balta, 2011). Many almond varieties do not produce double kernels, whereas some varieties have double kernels at lower or higher percentages. Double kernel in almond is a vital defect in kernel industry for peeling, splitting and salting (Grasselly, 1994). Additionally, kernel bitterness is another undesired characteristic for commercial almond varieties, due to the cyanoglucoside amygdalin (Dicenta et al., 2007).

Although many studies on fatty acid profiles of almond kernels have been reported (Soler et al., 1989; Açar et al., 1997; Aşkın et al., 2007; Kodad and So-

cias I Company, 2008; Sathe et al., 2008; Beyhan et al., 2011; Çelik and Balta, 2011), knowledge of fatty acid profiles on the basis of kernel taste and kernel formation is scarce. The objective of this paper was to determine and compare kernel fatty acid profiles for different kernel taste and kernel formation in native almond genotypes collected from the eastern and western regions of Turkey.

MATERIALS AND METHODS

Plant materials and sampling

The material of this study consisted of kernels of native almond (*Prunus Amygdalus* Batsch) genotypes from Tunceli province with 39°32' E longitude and 39°07' N (East Anatolia Region with cold climate conditions, Eastern Turkey) and Balıkesir province with 27°53' E longitude and 39°39' N latitude (Aegean Region with hot climate conditions, western Turkey). For the comparison fatty acid profiles of sweet and bitter kernelled almonds, the 18 genotypes from Tunceli district were evaluated. Seven genotypes from Balıkesir district were studied to compare fatty acid profiles of single and double kernelled almonds. Thus, 25 different genotypes were provided for the present study. The fruits of almond genotypes were harvested, their shells were removed from kernels, and kernels were dried in a vacuum oven at 60 °C for three days. The values of kernel weight were determined for each genotype using three replications and 20 fruit samples were used for each replication.

Determination of fatty acid profiles by GC

The fatty acid profiles (ether-extractable) from the kernel samples of fruits belonging to almond genotypes were analysed according to standard procedure (AOAC, 1990). In order to prepare the fatty acid methyl esters (FAME), kernel oil of 0.4 g was dissolved in 4 mL of isoctane and methylated in 0.2 mL 2 M methanolic KOH. The FAMEs were analysed by an Agilent 6890 series gas-chromatography equipped with flame-ionization detector and a 60-m capillary column (ID= 0.25 mm) coated with 0.25 mm of 50% - cyanopropylmethylpolysiloxane (J&W Scientific, in Folsom, CA, USA). Helium was used as a carrier gas at a flow rate

of 1.5 mL min⁻¹ and a split ratio of 1:10. The temperatures of injector and detector were 250 °C and 260 °C, respectively. The temperature of oven was at 120 °C for a hold of 5 min, and it was increased to 240 °C at a rate of 15 °C min⁻¹ and hold at the final temperature for 20 min. FAMES were identified by comparison of their retention times and equivalent chain lengths in terms of standard FAMES (Supelco. 47885-U). FAMES of the samples were quantified according to their percentage areas (AOAC, 1990). All the kernel samples were analyzed in triplicate.

Statistical analysis

In the present study, descriptive statistics for each characteristic measurable were expressed as mean. A randomized block design with three replications for each genotype and formation was used. The statistical package program Minitab release 10.2 for Windows was used for the analysis of variance (ANOVA). The means were compared by t-test, and significant differences were found.

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 presents the comparative values of kernel weight, kernel moisture, fat content and fatty acid compositions (g per 100 g of dry weight) in bitter and sweet almond genotypes belonging to the same growing region (Tunceli, eastern Turkey). The bitter genotypes having 0.89-1.43 g kernel weight and 1.0-2.2% kernel moisture contained 43.0-68.3% fat, 5.21-7.53% palmitic acid, 0.45-0.66% palmitoleic acid, 1.18-2.09% stearic acid, 70.54-74.90% oleic acid, 17.03-20.94% linoleic acid, 90.22-92.22% UFA (unsaturated fatty acids), 7.76-9.71% SFA (saturated fatty acids) and 9.2-11.8 UFA/SFA ratio. In sweet genotypes, the range was from 0.91 g to 1.44 g for kernel weight and from 0.6% to 2.0% for kernel moisture. They contained 45.9-58.7% fat, 5.75-7.10% palmitic acid, 0.48-0.85% palmitoleic acid, 1.14-1.95% stearic acid, 68.63-78.88% oleic acid, 13.66-22.0% linoleic acid, 90.63-92.57% UFA, 7.42-9.35% SFA and 9.6-12.4 UFA/SFA ratio. In addition, the bitter and sweet almond genotypes averagely had 1.18-1.17 g kernel weight, 1.45-1.28% kernel moisture, 52.8-54.0% fat content, 6.27-6.23% palmitic acid,

0.57-0.62% palmitoleic acid, 1.63-1.43% stearic acid, 72.42-74.06% oleic acid, 18.69-17.23% linoleic acid, 0.08-0.08% linolenic acid, 0.38-0.42% myristic acid, 91.21-91.32% UFA, 8.71-8.63% SFA and 10.4-10.5 UFA/SFA ratio, respectively. The contents of fat and fatty acids in bitter and sweet genotypes were statistically insignificant means (Table 1).

Table 2 depicts the comparative values of kernel moisture, fat content and fatty acid compositions (g per 100 g of dry weight) in double and single kernels of the same genotypes (Balıkesir, Western Turkey). The double kernels of seven almond genotypes contained 44.9-58.6% fat, 5.26-6.69% palmitic acid, 0.33-0.45% palmitoleic acid, 1.61-2.40% stearic acid, 65.33-74.73% oleic acid, 17.36-25.17% linoleic acid, 90.50-92.1% UFA, 7.61-9.48% SFA and 9.5-12.1 UFA/SFA ratio. Oil profiles of single kernels of the same genotypes were 49.5-61.6% fat, 5.63-7.22% palmitic acid, 0.36-0.55% palmitoleic acid, 1.21-4.01% stearic acid, 68.42-75.12% oleic acid, 14.82-21.10% linoleic acid, 87.85-91.97% UFA, 7.99-11.59% SFA and 7.6-11.5 UFA/SFA ratio. The double and single kernels of the same averagely had 1.71-1.17% kernel moisture, 54.4-55.7% fat content, 6.12-6.43% palmitic acid, 0.40-0.44% palmitoleic acid, 1.99-1.96% stearic acid, 69.84-72.39% oleic acid, 21.25-17.89% linoleic acid, 0.11-0.08% linolenic acid, 0.44-0.64% myristic acid, 91.18-90.32% UFA, 8.77-9.19% SFA and 10.4-9.9 UFA/SFA ratio, respectively. With respect to fat contents and fatty acid composition of the double and single kernels of the same genotypes, insignificant differences were found statistically (Table 2).

This paper compared kernel fatty acid profiles of almond genotypes based on kernel taste and kernel formation. The comparisons were performed on native almond genotypes from Tunceli district (East Anatolia Region, Eastern Turkey) and Balıkesir district (Aegean Region, Western Turkey). Some promising almond genotypes from western and eastern Turkey had kernel weight over 1.0 g. It was reported that large kernel was a desired varietal characteristic for almond breeding efforts (Kester et al., 1991; Grasselly, 1994).

The fat content ranging from 48.1% to 63.5% for the single kernelled sweet genotypes was more than 50% in the most of genotypes (Table 1-2). Different fat content values for many almond varieties and geno-

Table 1. Values of kernel weight, kernel moisture, fat content and fatty acid compositions (g 100g⁻¹ dry weight) in bitter and sweet kernelled almond genotypes from eastern Tur

Almond genotypes	Kernel taste	Kernel weight (g)	Kernel moisture (%)	Fat content (%)	Palmitic acid C16:0	Palmitoleic acid C16:1	Stearic acid C18:0	Oleic acid C18:1	Linoleic acid C18:2	Linolenic acid C18:3	Myristic acid C14:0	UFA (%)	SFA (%)	UFA/SFA
T-010	B	1.50	1.0	57.0	6.19	0.62	1.18	74.90	17.03	-	-	91.93	7.99	11.5
T-011	B	1.15	1.6	68.3	6.71	0.66	1.87	72.41	18.34	-	-	90.75	9.24	9.8
T-021	B	0.89	1.4	50.5	7.53	0.64	1.27	71.18	18.96	0.08	0.27	90.22	9.71	9.2
T-030	B	1.11	1.4	46.4	5.78	0.45	1.59	74.44	17.37	0.09	0.27	91.90	8.09	11.3
T-032	B	1.17	1.4	51.3	6.08	0.54	1.89	70.54	20.94	-	-	91.48	8.51	10.7
T-043	B	1.01	2.2	52.8	5.21	0.45	1.64	71.75	20.37	0.10	0.46	92.22	7.76	11.8
T-097	B	1.15	1.2	52.8	6.19	0.63	2.09	71.54	18.98	0.08	0.47	90.60	9.38	9.6
T-118	B	1.43	1.4	43.0	6.50	0.57	1.52	73.03	17.59	-	0.43	90.62	9.02	10.0
T-014	S	0.97	1.8	45.9	5.75	0.54	1.13	78.88	13.69	-	-	92.57	7.42	12.4
T-031	S	1.03	1.4	56.1	5.78	0.48	1.61	75.20	16.43	-	0.42	91.63	8.29	11.0
T-037	S	1.28	1.0	54.7	6.14	0.58	1.29	73.41	18.21	-	0.35	91.62	8.36	10.9
T-059	S	1.04	1.0	55.0	6.69	0.85	1.36	74.14	16.45	-	0.44	90.59	9.34	9.6
T-062	S	0.91	1.6	50.0	7.10	0.73	1.34	72.12	18.61	-	-	90.73	9.17	9.8
T-066	S	1.00	0.6	56.7	6.50	0.57	1.51	73.60	17.19	0.08	0.51	90.87	9.09	9.9
T-125	S	1.30	0.6	58.7	6.95	0.61	1.35	68.63	22.00	-	0.44	90.63	9.35	9.6
T-129	S	1.35	1.4	57.0	6.02	0.71	1.14	73.64	17.88	-	0.58	91.52	8.45	10.8
T-136	S	1.44	2.0	51.0	6.04	0.64	1.66	77.37	13.66	0.09	0.40	91.12	8.74	10.4
T-137	S	1.38	1.4	54.9	5.38	0.50	1.95	73.65	18.18	0.07	0.25	91.90	8.08	11.3
Mean of BG		1.18	1.45	52.8	6.27	0.57	1.63	72.47	18.69	0.08	0.38	91.21	8.71	10.4
Mean of SG		1.17	1.28	54.0	6.23	0.62	1.43	74.06	17.23	0.08	0.42	91.32	8.63	10.5
Significance	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

B: Bitter, S: Sweet, BG: Bitter kernelled genotypes, SG: Sweet kernelled genotypes, UFA: Unsaturated fatty acids, SFA: Saturated fatty acids, ns: non-significant.

Table 2. In the native almond genotypes from western Turkey, values of kernel moisture, fat content and fatty acid composition (g 100g⁻¹ dry weight) in double and single kernels belonging to the same genotypes.

Almond genotypes	Kernel formation	Kernel moisture (%)	Fat content (%)	Palmitic acid C16:0	Palmitoleic acid C16:1	Stearic acid C18:0	Oleic acid C18:1	Linoleic acid C18:2	Linolenic acid C18:3	Myristic acid C14:0	UFA (%)	SFA (%)	UFA/SFA
B-06	DK	1.2	44.9	6.26	0.44	1.76	71.82	19.70	-	-	91.52	8.46	10.8
B-08	DK	2.8	58.3	6.35	0.45	2.12	65.33	25.17	0.11	0.44	90.61	9.36	9.6
B-09	DK	0.8	55.8	6.48	0.44	2.01	68.40	22.56	0.09	-	91.05	8.93	10.1
B-21	DK	1.2	55.2	5.67	0.33	1.61	74.73	17.36	0.10	-	92.19	7.61	12.1
B-22	DK	1.0	58.6	5.26	0.36	2.06	74.16	17.47	0.10	0.56	91.73	8.24	11.3
B-29	DK	2.4	56.6	6.69	0.37	1.98	65.64	24.76	0.10	0.44	90.50	9.48	9.5
B-35	DK	2.6	52.0	6.16	0.39	2.40	68.80	21.72	0.17	0.33	90.69	9.28	9.7
B-06	SK	1.2	49.5	6.69	0.54	1.21	68.99	18.86	-	0.51	87.85	8.95	9.8
B-08	SK	1.2	53.8	7.22	0.36	4.01	73.57	14.82	-	-	88.39	11.59	7.6
B-09	SK	1.4	57.5	6.12	0.44	2.05	74.70	16.67	-	-	91.37	8.61	10.6
B-21	SK	1.0	61.6	6.06	0.55	1.38	75.12	16.75	0.10	-	91.97	7.99	11.5
B-22	SK	1.4	58.5	5.63	0.37	1.71	74.73	17.01	-	0.52	91.74	8.23	11.1
B-29	SK	1.0	57.9	7.13	0.39	1.86	68.42	21.10	0.09	0.91	89.61	10.29	8.7
B-35	SK	1.0	51.3	6.15	0.40	1.47	71.24	20.02	0.07	0.64	91.33	8.66	10.5
Mean of DK		1.71	54.4	6.12	0.40	1.99	69.84	21.25	0.11	0.44	91.18	8.77	10.4
Mean of SK		1.17	55.7	6.43	0.44	1.96	72.39	17.89	0.08	0.64	90.32	9.19	9.9
Significance		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

DK: Double kernel, SK: Single kernel, UFA: Unsaturated fatty acids, SFA: Saturated fatty acids, ns: non-significant.

types were recorded as 50–64% by Soler et al. (1989), 47–56% by Aslantas (1993), 52–56% by Barbera et al. (1994), 52–57% by Agar et al. (1997), 30–51% by Martins et al. (2000), 25–60 % by Aşkın et al. (2007), 48–67% by Kodad and Socias I Company (2008) and 48.1–63.5% by Çelik and Balta (2011). Although fat contents of genotypes generally agreed with those reported in the related references, the statistical differences in fat content were not found based on kernel taste and kernel formation in almond genotypes. Therefore, kernel fat was not affected by sweet and bitter kernels, and also single and double kernels.

Sathe et al. (2008) determined that fatty acid composition of almond kernel was significantly influenced by variety and county. In addition, Barbera et al. (1994) reported 5.88–6.19% palmitic acid, 0.88–0.93% palmitoleic acid, 1.85–2.09 % stearic acid, 72.17–71.83% oleic acid, and 19.19–18.91% linoleic acid for Ferragnes and Tuono almond kernels. Martins et al. (2000) reported that almond varieties had 58.96–69.68% oleic acid, 17.52–29.89 % linoleic acid, 5.94–7.31% palmitic acid and 2.15–3.13% stearic acid. Gradziel et al. (2000) recorded that the 13 almond varieties contained 5.0–6.4 % palmitic acid, 64.7–76.0% oleic acid and 16.3–26.9% linoleic acid contents. Aşkın et al. (2007) determined that almond genotypes contained 50.41–81.20% oleic acid, 6.21–37.13% linoleic acid, 5.46–15.78% palmitic acid, 0.36–2.52% palmitoleic acid, and 0.80–3.83% stearic acid. Sathe et al. (2008) determined 57.54–73.94% oleic acid, 19.32–35.18% linoleic acid, 5.07–6.78% palmitic acid, and 0.20–1.66% stearic acid contents for eight almond varieties from 12 different California counties. Kodad and Socias I Company (2008) recorded contents of oleic acid from 63% to 78%, linoleic acid from 12% to 27 %, palmitic acid from 5% to 7%, stearic acid from 1.2% to 2.5%, palmitoleic acid from %0.3 to %0.8 for eight varieties and 47 self-compatible almond genotypes.

In this study, a significant variation was observed in fat and fatty acids among genotypes, which was in agreement with some authors (Aşkın et al., 2007, Kodad and Socias I Company, 2008). In this work, some genotypes contained higher fat and major fatty acids compared to the commercial varieties. The presence of almond selections with higher oil and fatty acid contents in comparison with the commercial varieties not

only represents a very promising base to obtain new almond varieties with oil of higher quality, but also satisfies the industrial and consumer sectors (Kodad and Socias I Company, 2008). Almond genotypes with higher oil and major fatty acids than the commercial varieties could contribute to future nutritional breeding efforts as promising genetic resources with oil of higher quality. On the other hand, although the contents of fat and fatty acids were not affected by sweet, bitter, single and double kernelled genotypes statistically, further studies should be evaluated in detail using more genetic materials.

REFERENCES

- Abbey, M., Noake, M., Belling, G.B., Netsel, P.J., 1994. Partial replacement of saturated fatty acids with almonds or walnuts lowers total plasma cholesterol and low-density-lipoprotein cholesterol. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 59: 995-999.
- Ağar, I.T., Kafkas, S., Kaska, N. 1997. Effect of cold storage on the kernel fatty acid composition of almonds. *Acta Horticulturae*, 470: 349-358.
- AOAC, 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th edition. Washington, DC, Association of Official Analytical Chemists.
- Aslantas, R., 1993. Breeding by selection of native almonds grown in Kemaliye district. Department of Horticulture Science, Ataturk University, Msc. Thesis, Erzurum.
- Aşkın, M.A., Balta, M.F., Tekintas, F.E., Kazankaya, A., Balta, F., 2007. Fatty acid composition affected by kernel weight in almond [*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb.] genetic resources. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20: 7-12.
- Barbera, G., Mantia, T.L., Palma, L.D., Monastera, F., Schirra, M., 1994. Response of Ferragnes and Tuono almond cultivars to different environmental conditions in southern Italy. *Acta Horticulturae*, 373: 125-128.
- Beyhan, Ö, Aktaş, M., Yılmaz, N., Şimsek, N., Gerçekçioğlu, R., 2011. Determination of fatty acid compositions of some important almond (*Prunus amygdalus* L.) varieties selected from Tokat province and Egean region of Turkey. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(19): 4907-4911.
- Chen, C-Y, Lapsley, K., Blumberg, J., 2006. A nutrition and health perspective on almonds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 2245-2250.
- Cherif, A., Sebei, K., Boukchina, S., Kallel, H., Belkacemi, K., Arul, J., 2004. Fatty acids and triacylglycerols composition of three kernel almond cultivars during maturation. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 81: 901-905.
- Çelik, F., Balta, M.F., 2011. Kernel fatty acid composition of Turkish almond (*Prunus dulcis*) genotypes: A regional comparison. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(1): 171-174.

- Davis, PA, Iwahashi, C.K., 2001. Whole almonds and almond fractions reduce aberrant crypt foci in a rat model of colon carcinogenesis. *Cancer Letters*, 165(1): 27-33.
- Dicenta, F., Ortega, E., Martine-Gomez, P., 2007. Use of recessive homozygous genotypes to assess genetic control of kernel bitterness in almond. *Euphytica*, 153: 222-225.
- Ercisli, S., 2004. A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 51: 419-435.
- Gradziel, T., Mahoney, N., Abdallah, A., 2000. Aflatoxin production among almond genotypes is not related to either kernel oil composition or *Aspergillus flavus* growth rate. *Hortscience*, 35: 937-939.
- Grassely, C., 1994. Almond breeding in different countries. *Nucis*, 2: 2-3.
- Jaceldo-Siegl, K., Sabate, J., Rajaram, S., Fraser, G.E., 2004. Long-term almond supplementation without advice on food replacement induces favourable nutrient modifications to the habitual diets of free-living individuals. *British Journal of Nutrition*, 92: 533-540.
- Jambazian, P.R., Haddad, E., Rajaram, S., Tanzman, J., Sabate, J., 2005. Almonds in the diet simultaneously improve plasma alpha-tocopherol concentrations and reduce plasma lipids. *Journal of American Dietetic Association*, 105: 449-454.
- Jenkins, D.J.A., Kendall, C.W.C., Marchie, A., Parker, T.L., Connelly, P.W., Qian, W., Haight, J.S., Faulkner, D., Vidgen, E., Lapsley, K.G., Spiller, G.A., 2002. Dose response of almonds on coronary heart disease risk factors -- blood lipids, oxidized LDL, Lp(a), homocysteine and pulmonary nitric oxide: a randomized controlled cross-over trial. *Circulation*, 106: 1327-1332.
- Kester, D.E., Gradziel, M., Grassely, C.H., 1991. Almonds (*Prunus*). *Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops-II*, ISHS, Wageningen, p. 698-758.
- Kodad, O., Socias I Company, R., 2008. Variability of oil content and of major fatty acid composition in almond (*Prunus amygdalus* Batsch) and its relationship with kernel quality. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 56: 4096-4101.
- Martins, A.N., Gomes, C., Ferreira, L., 2000. Almond production and characteristics in Algarve, Portugal. *Nucis*, 9: 6-9.
- McManus, K., Antinoro, L., Sacks, F. 2001. A randomized controlled trial of a moderate fat, low energy diet compared with a low fat, low energy diet for weight loss in overweight adults. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 25: 1503-1511.
- Sathe, S.K., Seram, N.P., Kshirsaga, H.H., Heber, D., Lapsley, K.A. (2008). Fatty Acid Composition of California Grown Almonds. *Journal of Food Science* 73: C603-C614.
- Socias I Company, R., Alonso, J.M., Kodad, O., 2007. Physical aspects of almond fruit quality. *Nucis*, 14: 6-8.
- Socias I Company, R., Kodad, O., Alonso, J.M., Gradziel, T.M., 2008. Almond quality: a breeding perspective. *Horticultural Reviews*, 34: 197-238.
- Soler, L., Canellas, J., Saura-Calixto, F., 1989. Changes in carbohydrate and protein content and composition of developing almond seeds. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 37: 1400-1404.
- Spiller, G.A., Jenkins, D.J.A., Cragen, L.N., Gates, J.E., Bosello, O., Berra, K., Rudd, C., Stevenson, M., Superko, R., 1992. Effect of a diet high in monounsaturated fat from almonds on plasma cholesterol and lipoproteins. *Journal of the American College of Nutrition*, 11: 126-130.
- Spiller, G.A., Jenkins, D.A.J., Bosello, O., Gates, J.E., Cragen, L.N., Bruce, 1998. Nuts and plasma lipids: an almond-based diet lowers LDL-C while preserving HDL-C. *Journal of the American College of Nutrition*, 17(3): 285-90. key.

Morphological and Anatomical Study on *Crocus chrysanthus* (Herbert) Herbert (Iridaceae)

Canan ÖZDEMİR¹ Yurdanur AKYOL¹ Kadriye YETİŞEN¹ Bahattin BOZDAĞ¹ Okan KOCABAŞ¹

ABSTRACT: The study is based on anatomical and morphological investigations of *Crocus chrysanthus* (Herbert) Herbert (Iridaceae). Morphological and anatomical features of various organs of the plant such as root, stem, and leaf are given in detail and demonstrated by illustrations. It has been observed that corm are tunics coriaceous or membranous, splitting into rings at the base, style is dividing into 3 slender yellow to orange branches, anthers are long and pale yellow characteristics for *Crocus chrysanthus*.

Keywords: Anatomy, *Crocus chrysanthus*, morphology



Crocus chrysanthus (Herbert) Herbert (Iridaceae) Üzerinde Morfolojik ve Anatomik Bir Çalışma

ÖZET: Çalışma *Crocus chrysanthus* (Herbert) Herbert (Iridaceae).’in morfolojik ve anatomik özellikleri üzerine dayanmaktadır. Çalışmada bitkinin kök, gövde ve yaprak kısımlarının morfolojik ve anatomik özellikleri şekiller ile detaylı bir şekilde verilmiştir. Bitkinin korm örtüsünün derimsi veya zarımsı, ve tabanda halkalı biçimde olduğu gözlenmiştir. Sitalusun 3 dallı oluşu ve anterlerinin uzun, soluk sarı renge sahip oluşu *Crocus chrysanthus* için karakteristik özelliklerdir.

Anahtar kelimeler: Anatomi, *Crocus chrysanthus*, morfoloji

¹ Celal Bayar University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Manisa, Turkey
Sorumlu yazar/Corresponding author: Canan ÖZDEMİR, cozdemir13@gmail.com

INTRODUCTION

Crocus chrysanthus is a member of the Iridaceae family. *Crocus* genera have been represented by 36 species in Turkey (Güner et al., 1980). The family typically characterized by isobilateral equitant leaves and epigynous and flowers with three stamens (Rudall, 1984). Iridaceae family is grown in parks and gardens as ornamental plants due to its beautiful flower (Baytop, 1984).

Some *Crocus* species valued as a dye, perfume and medicament as long as 1600 B.C (Brighton et al., 1980). The purpose of present work is to examine the morphological and anatomical structures of root, stem and leaf of *Crocus chrysanthus* that is the subject of this study hasn't been found except ecological, caryological and general morphological properties of *Crocus chrysanthus* (Brighton et al., 1973; Mathew, 1982; Davis, 1984; Jacobson et al., 1997; Kutbay et al., 2001; Çelik et al., 2004).

MATERIAL AND METHODS

Plant samples were collected from natural population. Taxonomical description of the plants was according to Davis (Davis, 1984). Plant specimens were taken from: B1 Manisa: Maldan district in Yunt Mountain region, 450 m, Open hillsides in short turf, 08.02.2008, 01.03.2011.

Morphological illustrations were prepared to show the flowering stages of the plants. Measurements of all organs were done on fresh plants. For anatomical studies plants specimens were fixed in 70 % alcohol. The paraffin method was used for preparing a cross-section of root, stem and leaves (Algan, 1981). Anatomical measurements were realized with an ocular-micrometer.

RESULTS

Morphological Properties

Corm: Corm tunic is membranous or coriaceous splitting into rings at base. This rings are entire are toothed. Its color is brown or pale brown (Figure 1d).

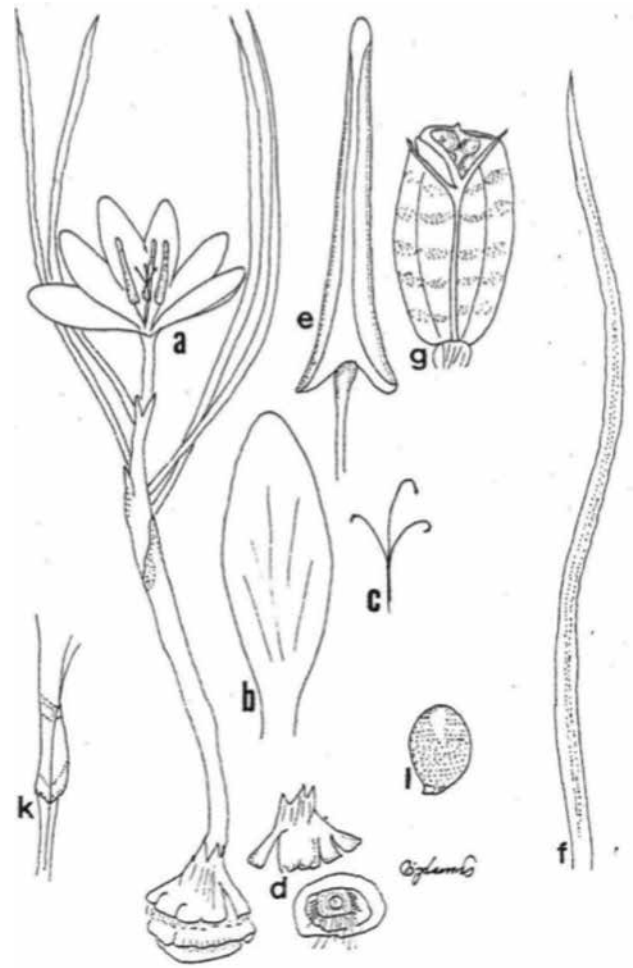


Figure 1. General appearance and details of *Crocus chrysanthus* Flower, b. Perianth segment, c. Style, d. Corm tunic, e. Stamen, f. Leaf, g. Fruit, i. Seed, k. Ovary.

Leaf: Leaves of *Crocus chrysanthus* are generally 5-6 in number. Its size is 8-18 cm x 0.3-3 mm, synanthous, green with a distinct white median stripe and glabrous (Figure 1f).

Flower: Flowers are generally 1 in number. Perianth segments are colored as yellow to orange. Its size is 1.5 - 2.5 cm x 0.5- 1.3 cm. Throat of perianth is yellow in color. Stamens are 1.2 - 1.8 cm long, yellow in color. Anthers are clearly longer than style. Style is divided into 3 branches (Figure 1, 2-c). Flowering period is February- March species distributed at sea level – 2200 m height, open hillsides in short turf, sparse, coniferous woods, scrub.

Anatomical Properties

Root: Epidermis two layered on the outer surface of root. The shapes of these cell are usually tetragonal

and thin walled. Cortex is 5-10 layered and its cells are usually ovoidal, parenchymatic with intercellular spaces. Diameter of these cell is 7.5 - 37.5 μ . Endodermis cells are 7.5 - 12.5 x 2.5 - 5 μ with wall thickenings of the endodermal clear in cross-section. Pericycle is located under epidermis and its cells are thin walled. 1 or 2 metaxylem is present on the median part of vascular cylinder (Figure 2, Table I).

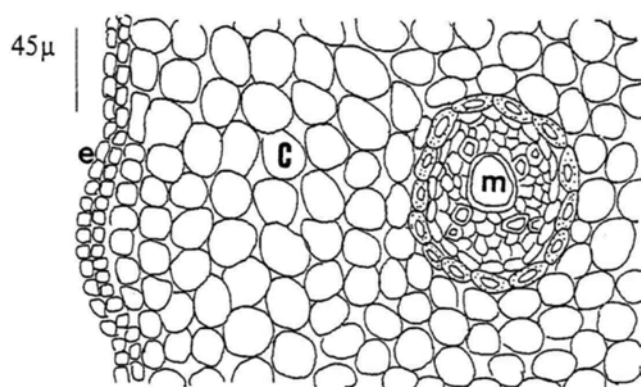


Figure 2. Cross-section of root of *C. Chrysanthus* e. epidermis, c. cortex, m. metaxylem

Stem: Epidermis is single layered and its cells are formed as nearly the same height and width. Cortex cells are 10 – 50 μ diameter and its cells ovoidal, parenchymatic, thin walled. These cells have intercellular spaces. Vascular bundles are present in periphery and central part of stem. There are 5 big vascular bundles

at the middle of stem. The small vascular bundles are located in periphery part of stem (Figure 3a, b, Table I).

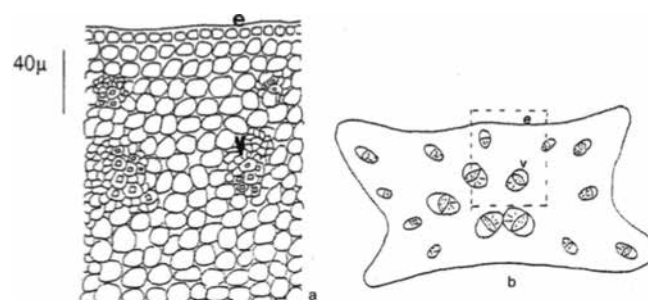


Figure 3. a. Cross-section of stem of *C. Chrysanthus* b. enlargement of the shown area a. e. epidermis, c. cortex, v. vascular bundle

Leaf: In cross-section of *Crocus chrysanthus* it observed that the leaves have a central rectangular keel and two lateral arm, with their margins recurved towards the keel. The characteristic pale stripe running axially along the centre of the leaf is caused by the parenchymatous cells in the keel which lack chloroplasts and break down to form an air space (Figure 4 a). Stoma cells are in sunken position between epidermis cells with papillae. Adaxial surface and abaxial outer edge of keel except groove part of these surfaces without stomata. Epidermal cells 4 sided and with straight walls except edge of groove part of abaxial surface. Epidermal cells on groove part of abaxial surface of leaf keel have walls with papillae. Vascular bundles are located in one

Table 1. Anatomical measurements of *Crocus chrysanthus*

	Broad (μ m)		Length (μ m)	
	Min- Max.	Mean \pm SD	Min- Max.	Mean \pm SD
Root				
Epidermis cell	7.5-15	10.5 \pm 3.67	7.5-17.5	9.5 \pm 4
Endodermis cell	7.5-12.5	10 \pm 2.5	2.5-5	3.25 \pm 1.14
Diameter of trachea	20-30	27 \pm 4.28		
Diameter of cortex cell	7.5-37.5	28.5 \pm 10.67		
Stem				
Epidermis cell	5-25	11 \pm 9.16	7-20	9.3 \pm 4.26
Diameter of cortex cell	10-50	28.5 \pm 17.69		
Cuticle	5-10	8 \pm 1.5		
Leaf				
Cuticle	2.5-5	3 \pm 1.06	2-10	3.4 \pm 2.53
Upper epidermis cell	5-20	12.5 \pm 6.02	5-20	7.5 \pm 4.47
Lower epidermis cell	15-30	17.25 \pm 4.39	30-40	32.5 \pm 3.31
Palisade parenchyma cell	10-15	11.6 \pm 2.10		

SD: Standart Deviation

row in arms of keel and extending round abaxial margin of keel, but not across adaxial side. Major bundles occurring at angles of keel and towards arm margins (Figure 4b, Table I).

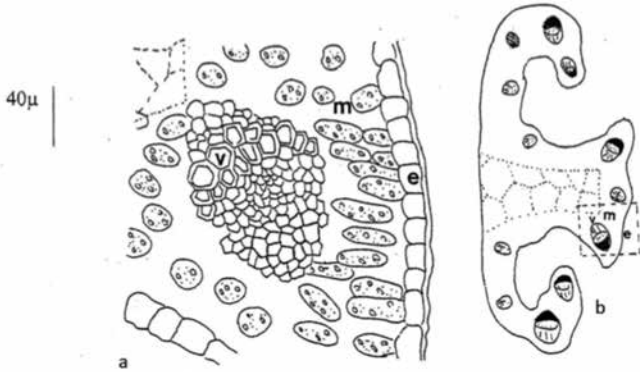


Figure 4. a. Cross-section of leaf of *C. Chrysanthus* b. enlargement of the shown area a e. abaxial epidermis, m. mesophyll, v. vascular bundle

Corm: Corm is surrounded scale leaves. Epidermis is two layered and this cells are formed as nearly the same height and width. Cortex cells are parenchymatous. Vascular bundles inner part are bigger than the vascular bundles at the outer part of corm. Xylem is clearly seen in vascular bundles (Figure 5).

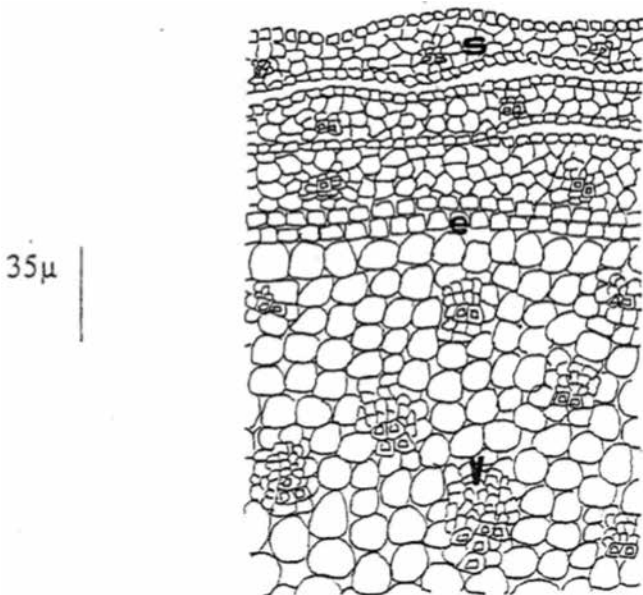


Figure 5. Cross-section of corm of *C. Chrysanthus* s. scale leaves, e. epidermis, v. vascular bundle

DISCUSSION

In this study, we aimed to give detailed knowledge about morphology and anatomy of the species that has

economical value. *Crocus chrysanthus* have some taxonomical characters such as yellow to orange – yellow perianth segments, long anthers. These properties are taxonomical characters that are used to determine the species. As regards results presented here, the morphological properties of *Crocus chrysanthus* showed some similarities and differences compared to other findings in Flora of Turkey (Davis, 1984). In this study, broad of leaf was determined respectively as 0.3 – 3 mm and size of perianth segments is 1.5 – 2.5 x 0.5 – 1.3 cm. While this measures were given as 0.5 - 2.5 and 1.5 - 3.5 x 0.5 – 1.1 cm in Flora of Turkey.

In anatomical studies it has been determined that the thickening are clear on the walls of endodermal cells of root of *Crocus chrysanthus*. The same results has been observed in root of *Crocus aerioides* Herb., *Crocus fleischeri* Gay and *Crocus danfordiae* Maw (Özyurt, 1978; Özdemir et al., 2004). It has been emphasized that this type of endodermal cells are common in the roots of monocotyledons (Fahn, 1982).

The walls of root endodermal cells of *Crocus chrysanthus* have completely thickening. This feature it has also been observed that, in the cross-section of root *Lilium ciliatum* P.H Davis (Özdemir, 2003). The numbers of protoxylem groups are 4-5 in the root. So this protoxylem groups is said to be polyarc (Fahn, 1982). Kutbay et al. (2001), has shown the same feature on *Romulea columnae* Seb.& Mauri subsp. *columnae*. According to results in the present study vascular bundles are located in periphery and central parts of stem. The these bundles are in position ring. The same feature has been observed on the stem of *Crocus aerioides*, *Crocus fleischeri*, *Crocus danfordiae* (Özdemir & Akyol, 2004; Özyurt, 1978). But it was observed that vascular bundles are located in position single rings at e-central stem of *Crocus pulchellus* Herbert (Özdemir and Akyol, 2004). The morphological and anatomical features of *Crocus chrysanthus* have been examined in this study. Morphological properties such as corm-tunic color of perianth segments, long of anther, style-branch characters and anatomical properties such as the location of stem and leaf vascular bundles are distinguishing features for *Crocus* species. Similar results have been observed in another study (Özdemir et al., 2010).

Finally anatomical structure for *Crocus chrysanthus* is much similar to the other Iridaceae members.

REFERENCES

- Algan, G., 1981. Bitkisel dokular için mikroteknik. Fırat Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Yayınları Botanik, No:1, İstanbul.
- Baytop, T., 1984. Türkiye’de bitkiler ile tedavi (Geçmişte ve Bugün). İstanbul Üniversitesi Yayınları, No:40. İstanbul.
- Brighton, C.A., Mathew, B., Marchant, C.J., 1973. Chromosome counts in the genus *Crocus* (Iridaceae). Kew Bulletin 28: 451-464.
- Brighton, C.A., Scarlett, C.J., Mathew B., 1980. Cytological studies and origins of some *Crocus* Cultivars. Linnean Society Symposium Series, 8: 139-160.
- Çelik, A., Çiçek, M., Semiz, G., Karıncalı, M., 2004. Taxonomical and ecological investigations on some geophytes growing around Denizli province (Turkey). Turkish Journal Botany, 28: 205-211.
- Davis, P.H., 1984. Flora of Turkey and the aegean islands. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Fahn, A., 1982. Plant Anatomy. Third Edition. Pergamon Press., Oxford.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C., 2000. Flora Of Turkey and aegean islands. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Jacobson, N., Von Scheepen, J., Orgaard, M., 1997. The *Crocus chrysanthus biflorus* cultivars. The Plantsman New Series, 4(1): 6-38.
- Kutbay, H.G., Özdemir, C., Keskin, M., 2001. An anatomical study on *Romulea columnae*, Seb. & Mauri subsp. *columnae* (Iridaceae). Journal of Economic And Taxonomic Botany Additional Series, 19: 79-86.
- Mathew, B., 1982. The *Crocus* review of the crocus (Iridaceae) London. B.T. Botsford Ltd.
- Özdemir, C., Akyol, Y., 2004. The morphological and anatomical studies on *Crocus pulchellus* herbert (Iridaceae) in Turkey. Indian Journal of Botany, 29 (1): 237-245.
- Özdemir C., 2003. The morphological, anatomical and cytological properties of endemic *Lilium ciliatum* P.H. davis (Liliaceae) in Turkey. Pakistan Journal Botany, 35(1): 99-110.
- Özdemir, C., Akyol, Y., Alçitepe E., 2004. Morphological and anatomical studies on endemic two *Crocus* species of Turkey area. Pakistan Journal Botany 36(1): 103-113.
- Özdemir Alperen, Y., Özdemir A., Özdemir, C., 2010. Statistical comparative leaf anatomy of some *Crocus* L. taxa (Iridaceae). Asian Journal Of Mathematics & Statistics, 3(1): 16-24.
- Özyurt, S., 1978. Palandöken dağları çevresinin Liliaceae ve Iridaceae familyasına ait bazı geofitleri üzerinde morfolojik ve ekolojik incelemeler. Atatürk Üniversitesi, Basımevi, Erzurum
- Rudall, P., 1994. Anatomy and systematics of Iridaceae. Botanical Journal of The Linnean Society, 114: 1-21.

Hava Modifikasyon İşlemlerinde Yapay Yağış Tekniği

Turgut ÖZTÜRK¹ Büşra KOÇ¹

ÖZET: Hava modifikasyon işlemiyle yapay yağış oluşturma ve bu sistemin etkinliği meteorolojistler arasında çok tartışılan bir konudur. Doğru şartlar altında, tekniğine uygun yapılan bulut tohumlama işleminin yağışı % 5-20 arasında artırabileceği ileri sürülmektedir. Yağış zenginleştirme potansiyeli su kaynakları yönetimiyle çok yakından ilişkilidir. Bu potansiyel teknolojinin kullanımı entegre programlara ve bu programların ekonomik olarak sürdürülebilmesine bağlıdır. Bu çalışmada bulut tohumlama işleminin dünya ve Türkiye'deki tarihsel gelişim süreci üzerinde durularak yağış oluşumu ve bulut tohumlama sistemleri ile bulutlarda yağış zenginleştirme işlemleri hakkında bazı özet bilgiler verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yapay yağış, bulut tohumlama, hava modifikasyonu

Artificial Rainfall Technique in Weather Modification Operations



ABSTRACT: Formation artificial rainfall by means of weather modification operations and the efficiency of the system among meteorologists are much debated issue. It is reported that rainfall is increases 5-20 % by the cloud seeding operations made according to the technique under the right circumstances. Rainfall enhancement potential is very closely related with water resources management. Using to this potential technology depends on integrated programs and the economic sustainability of these programs. The study is focused on the historical development of cloud seeding systems in Turkey and in the World. Accordingly the brief knowledges concerning the formation of rainfall and cloud seeding systems with rainfall enhancement operations into clouds are given.

Keywords: Artificial rainfall, cloud seeding, weather modification

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Turgut ÖZTÜRK, turgutoz@omu.edu.tr

GİRİŞ

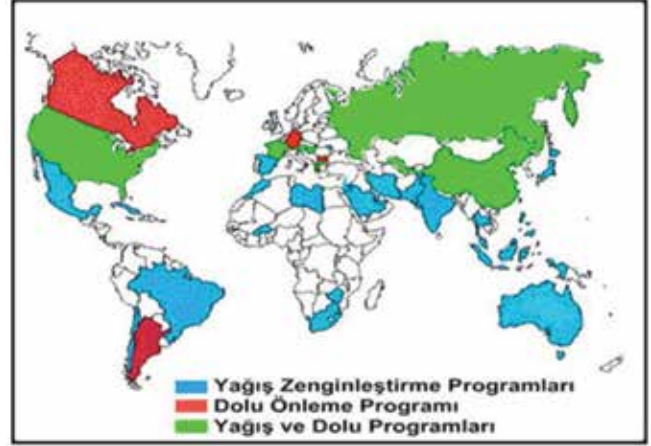
Dünyanın birçok bölgesinde akarsulardan, yeraltı sularından ve geleneksel kaynaklardan suyun tedarik edilmesi; çoğalan nüfus, artan tarımsal kullanım, artan evsel ve endüstriyel kullanım nedeniyle suya olan talebin artmasıyla bahsedilen kaynaklar yetersiz kalmakta veya stres altında bulunmaktadır. Belirli bulut sistemlerinde bulutun mikro-yapısını etkileme ve değiştirebilmenin mümkün olduğu laboratuvar, modelleme ve gözlemsel çalışmalarda gösterilmiş ve doğrulanmıştır. Yağışın artırılması amacıyla bulut tohumlama, azalan su kaynaklarının durdurulmasına yardımcı bir araç olarak kullanılmaktadır (Young, 1996).

Yüzyıllar boyunca insanoğlu, su kaynaklarını artırmak, şiddetli hava olaylarının etkisini azaltmak için hava ve iklimi değiştirmenin yollarını araştırmıştır. Hava modifikasyonuna ilişkin modern teknoloji 194' lı yılların sonunda gümüş iyodürün bulut damlacıklarının buz kristallerine dönüştürülmesinde kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır. Günümüzde birtakım ülkeler artan enerji talebini karşılamak, dünya üzerindeki kurak ve yarı kurak bölgelerde azalan su kaynaklarını tekrar zenginleştirmek, var olan kaynakların seviyesini artırmak için yüzden fazla hava modifikasyon projesi yürütmektedir (Youshida et al., 1999).

Bulut tohumlama yöntemi 1960' lı yıllardan itibaren ABD'de geliştirilmiş ve günümüze kadar uygulanmaya devam edilmiştir. Yağmur bombası yöntemi ülkemizde ilk olarak 1990 yılında İstanbul'da İSKİ tarafından uygulanmıştır. Farklı zaman dilimlerinde İstanbul Ankara ve İzmir'de de kısa süreli olarak aynı yöntemden faydalanılmıştır (Anonim, 2012).

Dünyada 24 ülke bulut tohumlama yöntemini daha fazla yağış sağlamak için kullanmaktadır (Şekil 1). Bulut yapısının karmaşıklığı ve değişkenliği, yapay olarak değiştirilmesi girişimlerinin anlaşılmasını oldukça güçleştirmektedir. İstatistik ve bulut fiziği konusundaki bilgiler ile bu bilgilerin hava modifikasyonuna uyarlanma konusundaki deneyimler arttıkça, bulut tohumlama deneylerinde yeni kriterler ortaya çıkmaktadır. Orta ölçekli haberleşme ağı istasyonları, otomatik yağışölçer ağı, rüzgar profili belirleyicisi, mikro dalga radyometreler, uydular, radar, hava hareket ölçüm sistemiyle donanmış uçaklar gibi yeni donanımların ortaya çıkması ve gelişmesi, bu konuda yeni boyutların da ortaya çık-

masına yardımcı olmaktadır. Buna paralel olarak aynı değerlerde önemli bir konuda bilgisayar sistemlerindeki gelişmelerdir. Yeni veri setleri artan karmaşıklığa sahip sayısal bulut modelleri ile birlikte kullanılmakta, değişik hava modifikasyon deneylerinin test edilmesine yardımcı olmaktadır (Orville, 1996).



Şekil 1. Dünya hava modifikasyon çalışmaları haritası (Bruitjes, 1999)

Kimyasal çalışmalarla beraber yürütülen iz çalışmalarıyla, buluta doğru ve buluttan dışarıya olan hava akımlarının yolları belirlenmekte ve tohumlamada bu yollar kullanılmaktadır. Bu yeni yöntemler yağış ve bulut klimatolojisinin daha iyi anlaşılmasını da sağlamaktadır.

BULUT TOHURLAMA İŞLEMİNİN DÜNYA VE TÜRKİYE'DEKİ TARİHSEL GELİŞİM SÜRECİ

Hava modifikasyon deneyleri için ilk uygulamalar 1881 yılında ABD Hükümeti tarafından patlamalar yoluyla yağmur oluşturmak için fonlar oluşturulmasıyla başlamıştır. Bu bağlamda hava modifikasyon işlemleri için üç çeşit yöntem denenmiştir. Bu yöntemler karbonmonoksit gazı ile doldurulmuş hava balonları, uçurtmalar tarafından gökyüzüne çıkarılan ve potasyum klorid içeren çok miktarda patlayıcı ile yere yakın yerlerde patlatılan dinamit ile doldurulmuş bombaların patlatılmasıdır. Amerikan deneyleri, patlayıcılardaki parçaların yoğunlaşma çekirdekleri olarak hareket edeceği ve sonik dalgaların küçük bulut damlacıkları yapacağı ve böylece yağmur damlaları oluşturacağı varsayımına dayanmaktaydı. Bu uygulamalar başarılı sonuçlar ge-

tirse de meteorologlar bu çabaları işe yaramaz olarak kabul etmişlerdir. 1882'den sonra ise bu deneyler hiç tekrarlanmamıştır. Ancak 1909 yılında Yeni Zelanda'da benzer girişimlerde bulunulmuştur (Chernikov, 2012).

ABD'de Prof. J.P Espy 1837 yılında ısı enerjisi salınarak (örneğin odun yakarak) konvektif bulutların gelişiminin uyarılabileceğini ileri sürmüştür. Buna karşın Prof. A. Macfarlane, bulut sıcaklığını yükseltmek yerine bulut sıcaklığının düşürülmesi gerektiği fikrini önermiştir. Sıcaklığı, ortamın sabit olmayan durumuna göre dikey doğrultuda yükseltmek dikey hava hareketlerine neden olmakta ve bunun sonucunda da yağış ve elde edilen miktar üst katmanlardaki sıcaklık düşüşünün derecesine bağlı olmaktadır. Macfarlane, sıvı karbonik asit buharlaştırma yoluyla hava sıcaklığının yüksek seviyelerde azaltılmasını önermiştir. Ancak, yukarıdaki yaklaşımların ikisi de, sabit atmosferde, ilave tarımsal verimden elde edilecek gelirden daha fazla masraf yapılmasını gerektiren uygulamalar olarak kabul edilmiştir (Chernikov, 2012).

Atmosferin elektriksel durumunun değişiminin, yağışı etkileyebileceği varsayımının doğrulanması üzerinde de çok fazla durulmuştur. 1893 yılında Fransa'da A. Baudouin 1200 m boyunda iletken bir iple bir uçurma havalandırma ve bu durumlarda sis üretildiğini ve yağmur damlalarının çökeldiğini ileri sürmüştür. Ancak, diğer ülkelerde yapılan birçok deney bu yöntemi destekleyen sonuçlar vermemiştir (Chernikov, 2012).

Yirminci yüzyılın başında bilim adamları tarafından gerçekleştirilen temel araştırmalarda, su damlacıklarının çarpışmasının hızlandırılması ve yeni bir tohumlama tekniğinin geliştirilmesi amacıyla kum parçacıkları kullanılmıştır. Yağış geliştirme için S.L. Bestamov tarafından yürütülen bir hava modifikasyon programı Moskova Yapay Yağmur Enstitüsü tarafından bilimsel ve mali açıdan desteklenmiştir. 1931 yılında, bu enstitünün bir bölümü daha sonra Leningrad Deneysel Meteoroloji Enstitüsüne dönüştürülmüştür. Başında Prof. V.K. Obolensky yer aldığı bu enstitünün temel amacı hava modifikasyon çalışmalarıyla kuraklığı engelleme önlemleri geliştirmektir. Aynı enstitüde 1939 yılında, kum parçacıkları kullanılarak bulut tohumlama deneyleri gerçekleştirilmiştir. Ne yazık ki, İkinci Dünya Savaşı, bu çalışmaların gerçekleştirilmesine sekte vurmuştur (Chernikov, 2012).

Uçak kullanarak ilk olarak bulut tohumlama teşebbüsüne 1922 yılında başvurulmuştur. Güney Afrika'daki Karoo üzerindeki bulutlara kum atmak için çift kanatlı bir uçak kullanılmıştır. Kuru buz ile bulutları tohumlamanın ilk alan denemeleri, II. Dünya Savaşı'ndan önce gerçekleştirilmiştir. 1931 yılında Hollandalı fizikçi A. Feraart, uçaktan buluta tohumlama yapmak için çekirdeklerici ajan olarak kuru buz (katı karbon dioksit) kullanmıştır (Cotton, 1982).

A.B.D'de General Electric firması laboratuvarlarında 1946 ve 1947 yıllarında Schaefer ve Vonnegut tarafından yapılan deneyler, belirli malzemelerin aşırı soğutulmuş (süper soğuk damlacıklar) sıvı su damlacıklarının buz kristallerine dönüştürülmesinde oldukça etkili olduğunu göstermiştir. Vincent Schaefer ve Irving Langmuir kuru buzun (katı karbon dioksit), aşırı soğutulmuş sıvı su damlacıklarından oluşan bir buluttan düştüğünde, damlacıkları bu kristallerine dönüştürdüğünü göstermiştir. Bulutun içine atılan küçük buz parçacıkları havayı yeni sıvı damlacıkların oluşabileceği sıcaklığa kadar soğutmuş ve damlacıklar -40 °C sıcaklığın altında donmuştur. Sonra yeni oluşan bu buz kristalleri birleşme yoluyla yağış olarak düşecek büyüklüğe ulaşmıştır. Vonnegut tarafından gerçekleştirilen deneyler en etkili buz çekirdekletiricilerin gümüş ve kurşun iyodür (AgI ve PbI) olduğunu göstermiştir. Schaefer ve Vonnegut'un keşifleri, hava modifikasyonunda modern dönemi başlatmıştır (Biswas and Dennis, 1971).

2008 yılında Çinli meteorolojistler 8 Ağustos'taki Pekin 2008 olimpiyatlarının açılış seremonisi için açık bir gökyüzü oluşturmayı garanti etmişlerdir. Temelde Çinli meteorolojistler yağmur oluşturma işleminin tersini uygulamışlardır. Çinli meteorolojistler yağmur damlalarının boyutlarını düşürmek için benzer bir teknik kullanmışlardır. Yağmur damlacıklarının düşmesini engellemek için bulutlar uzaklaşana kadar stadyum üzerinde basit bir şemsiye oluşturulmuştur. Pekin belediyesi meteoroloji bürosu altında örgütlü olan Pekin iklim mühendisleri odası olimpik hava modifikasyon projesinde oldukça önemli rol almıştır. İklim mühendisleri ofisi Pekin banliyölerine komşu illeri de kapsayacak savunma ağı dalgası geliştirmiştir. Bulutların hareketini ertelemek veya bulutları geçiştirmek için 26 adet kontrol istasyonu konuşlandırılmıştır (Uduma, 2012).

Projede 32000 sivil ve asker görev almıştır. Meteoroloji ofisi için çalışan görevliler tarafından; hafif uçaklar, roketler ve fişeklerle Pekin'in rüzgar alan 50 km karşısındaki bulutların içerisine gümüş iyodür kristalleri veya kuru buz peletleri püskürtülmüştür. Sonuçlar kontrol istasyonları tarafından 10 dakika içinde merkeze bildirilmiştir. Bir gümüş iyodür fişegine 88 yuan (12.75 U.S.doları), bir rokete 2.000 yuan (290 \$) ve bir hafif uçağa daha fazla harcama yapılmıştır. Uzmanlara göre her bir istasyonda 4 roket ve 100'ün üzerinde fişek kullanılmıştır (Uduma, 2012).

Çoğu meteorolojisiler bulut tohumlama teknolojisinin sadece küçük ve orta büyüklükteki bulutlarda etkin olduğunu ve böylece yüzlerce km² alanı kaplayabilen dev fırtına bulutu sistemlerinin etkilenmesinin mümkün olduğunu belirtmektedirler. Pekin deneyi göstermiştir ki yağmurun hızını artırmak, yağmuru ertelemek ya da yağmurun düşeceği yeri değiştirmek için kullanılan yöntem oldukça basittir. Bu bağlamda bazı meteorolojisiler hava modifikasyonunun etkinliği için yetersiz olan büyük ölçekli iklim koşullarındaki bulut oluşturma çalışmalarını tartışmaya açmıştır. Gökyüzüne gümüş iyodür serpmenin negatif etkileri üzerine olan diğer itirazlarda çevre de yaratacağı etki üzerinedir (Orville, 1996).

Çin son 5 yıldır kuraklık deneyimi geçirmiş dünyanın en büyük tahıl üreticisidir. Son yıllarda sekiz ana üretim vilayetinde kışlık buğday ekili 9.1 milyon hektar alan kuraklıktan etkilenmiştir. Buna bağlı olarak 3.5 milyon insan ve 1.66 milyon çiftlik hayvanı içme suyu yetersizliği çekmiştir. Uygulanan yapay yağmur projesi kapsamında 100.000 km² alandan daha fazla bir alanda orta ölçekli yapay yağış oluşturmaya başarıya ulaşmıştır (Uduma, 2012).

Popeye projesi ya da popeye operasyonu A.B.D. ordusunun Vietnam ordusunun bölgedeki kamyon aktivitesini (hareketliliğini) azaltmak ve yavaşlatmak için Vietnam savaşı boyunca yağmurları artırmak (Laos üzerindeki muson sezonunu uzatmak) amacıyla yapmış olduğu bir operasyondur. Proje 20.03.1967' de başlamış ve 05.07.1972' de sona ermiştir. Gümüş iyodür bulut tohumlama operasyonu hedef alanlarda muson sezonunu ortalama olarak 40-45 gün uzatmıştır. Operasyon çamur nedeniyle kamyon trafiğini yavaşlattığı için kısmen başarılı olmuştur (Young, 1996).

Yağış zenginleştirme çalışmaları Türkiye' de ilk olarak 1990 yılında İstanbul' da İSKİ tarafından uygulanmıştır. Farklı zaman dilimlerinde İstanbul Ankara ve İzmir' de de kısa süreli olarak aynı yöntemden faydalanılmıştır (Anonim, 2012).

YAĞIŞ OLUŞUMU VE BULUT TOHURLAMA

Bulutta yağmur damlalarının oluşması Bergeron-Findeisen teorisi denilen bir teori ile de açıklanmaktadır. Bu teoriye göre, buz kristalleri olmadan yağış olmaz. Ancak daha sonra yapılan araştırmalar bazı bulutlarda buz kristalleri olmadan da yağış meydana geldiğini ortaya koymuştur. Bu tip yağışlar daha çok okyanus üzerinde oluşan kümülüs tipi bulutlarda meydana gelmektedir. Bergeron-Findeisen buz kristallerinin yağışın oluşmasına nasıl tesir ettiklerini şöyle açıklamaktadırlar. İçinde buz bulunan, bir de su bulunan ayrı iki ortam düşünelim. Her iki ortamda da sıcaklık aynı olsun. Buzun buhar basıncı, suyun buhar basıncından daha azdır. Aynı ortamda su ve buz bulunması durumunda buza göre havanın nemi % 100 doymuş halde iken, suya göre doymamıştır. Bunun bir neticesi olarak su için yoğunlaşma henüz başlamamasına rağmen buz kristalleri üzerinde yoğunlaşma devam eder. Buz kristalleri büyümeye devam ettikçe bulut damlacıkları da buharlaşmaya başlar. Böylece büyüyen kristaller aşağıya düşmeye başlar. Düşerken diğerleriyle birleşerek daha iri bir hal alırlar. Eğer düşme esnasında bulutun altındaki hava bu buz eritecek kadar ılıksa, onlar yere yağmur olarak, eğer o kadar ılık değilse dolu veya kar olarak düşer (Bergeron, 1949).

Bulut tohumlama düşüncesi yukarıdaki teoriye dayanmakta olup esas şudur; eğer küçük katı bir partikül süper soğuk bir sıvı içine sokulursa, sıcaklık derecesi yeterli olmak şartıyla sıvının tamamı katı duruma geçer. Buna göre, buluttaki su molekülleri buz kristali formunda bir çekirdek üzerinde hızla birleşirler. Zaten buz kristalinden ayrı, atmosferdeki tozların da yoğunlaşma çekirdeği olarak vazife yaptığı bilinmektedir. Suni tohumlamada gümüş iyodür amonyum nitrat, kadmiyum iyodür, diğer higroskopik materyaller çekirdek vazifesi görmek üzere yağmur bulutuna püskürtülmektedir. Bu maddelerin aynı şartlar altında oluşturacağı kristal sayısı birbirinden farklıdır. En tesirli olanı ise gümüş iyodürdür. Ancak bu maddelerin tesir derecesi sıcaklıkla

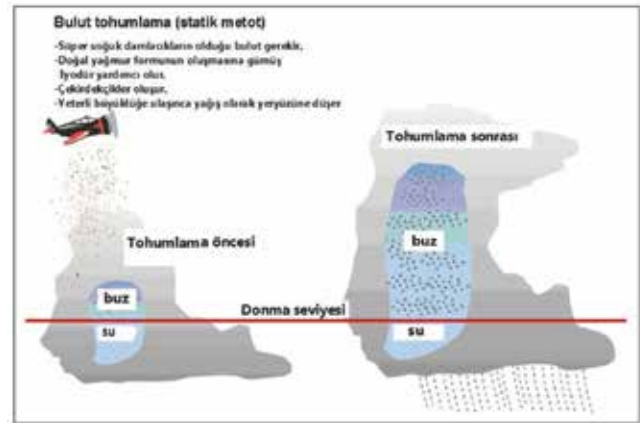
değişir. Örneğin, bir gram gümüş iyodürün oluşturduğu kristal sayısı $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 10 iken $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ de bu sayı 1010' a çıkar. Netice olarak suni tohumlama olabilmesi için öncelikle nem oranı yüksek bir bulutun mevcut olması ve bulut üstü sıcaklığın belli bir değere düşmesi gerekir. Aslında yağış mekanizması çok komplike olduğundan tohumlama konusunda belirsizlikler vardır. Tohumlama zamanlaması rüzgâr profili, havanın yukarı yükselme hızı ve diğer hava şartları, süper soğumuş su damlacıkları, çekirdek konsantrasyonu, damlacıkların birleşip büyüme durumu ve yönü gibi pek çok faktöre bağlıdır. Genel olarak yağış tahmini yapılır ve diğer şartlar da uygunsa tohumlama yapılır. Tohumlamadan 15 dakika veya birkaç saat sonra yağış olabilir. Orta şiddetle sağanak üreten yaz kümülüs bulutları ve alçak kış bulutları uygun tohumlama imkanı sunar (Pruppacher and Klett, 1979).

Bir hava modifikasyon işlemi olan bulut tohumlama işi, bulut içerisinde mikrofiziksel işlemleri oluşturan buz çekirdekçisi veya bulut yoğunlaştırıcı maddelerin hava içerisine dispers edilmesiyle bulutlardan düşen yağışın tipini veya miktarın değiştirme teşebbüsüdür. Genel amaç yağışı (yağmur, kar) artırmaktır. Fakat dolu ve sisin engellenmesi de hava alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Seto et al., 2010).

Bulut tohumlaması için yaygın olarak kullanılan kimyasallar tuzdan ziyade gümüş iyodür ve kuru buzdur. Likit propan gazı da kullanılmaktadır. Likit propan gazı gümüş iyodüre göre daha yüksek sıcaklıklarda bile buz kristalleri üretebilmektedir. Tuz gibi higroskopik materyaller umut verici araştırmalardan sonra popüler olmaya başlamıştır (Rosenfeld et al., 2010).

Bulut tohumlamasında 0°C den daha düşük sıcaklıklarda süper soğuk damlacıklar olarak tanımlanan sıvı damlacıklarına gereksinim vardır. Örneğin gümüş iyodür gibi maddeler buzun yapısıyla benzer kristal yapıya sahip olduğundan uyarıcı donmuş çekirdekçik etkisi yaratır. Havaya verilen genişlemiş propan veya kuru buz, su buharını spontone (kendiliğinden) olarak çekirdek buz kristalleri haline gelmesinde yardımcı olmaktadır. Bu kendiliğinden oluşan çekirdekçikler herhangi bir damlacık veya parçacık istemez, çünkü onlar tohum maddesi olarak ekstrem derece yüksek süper soğuk damlacıkları oluştururlar (Klauzura and Todd, 1978).

Bununla birlikte mevcut damlacıkların yağmur olarak düşebilecek yeterli miktarda büyüklüğe ulaşabilmeleri için buz kristallerine ihtiyaçları vardır. Orta enlemlerdeki bulutlarda çoğunlukla tohumlama stratejisi, su üzerindeki daha düşük denge buhar basıncı temelinde dayanır. Süper soğuk bulutlar içindeki buz kristallerinin oluşumu sıvı damlacıkların büyütülmesindeki partiküllere izin verir. Yeterli büyüklük oluşmuşsa partiküller ağırlaşır, yağış oluşturmeyen bulutlardan yağış olarak düşer. Bu işlem statik tohumlama olarak bilinir (Şekil 2).



Şekil 2. Bulut tohumlama (statik metot) (Klauzura and Todd,1978)

Sıcak mevsim tohumlaması veya tropik kümülonimbus bulutları (konvektif bulutlar) donma nedeniyle serbest kalmış gizli ısıdan yararlanır. Dinamik tohumlama varsayımı ilave ısı dengesi, yukarıya doğru güçlü hareketler, daha düşük seviyelerde konvergenze (yüksek basınç alanı üzerinde alçak basınç alanı-merkeze doğru hareket) stratejisine dayanır. Sonuç olarak mevcut seçilmiş bulutlarda hızlı büyümeye neden olur. Diğer bazı bilimsel kaynaklar tarafından tohumlama işlemi uçaklar tarafından serpiştirilen veya yere konuşlandırılmış cihazlardan (roketler, uçak savarlar, jeneratörler, varillerde yakılan ateşlerden) serpiştirilen tohumlama kimyasalları olarak isimlendirilir. Uçaklardan serbest bırakılan gümüş iyodür fişekleri uçak uçarken bulutun içerisine ateşlenir. Yere konuşlandırılmış cihazlar serbest bırakıldığı zaman ince parçacıklar serbest kalması sonrası aşağı-yukarı hareketlenir (Holroyd et al., 1978).

Geneva Üniversitesindeki araştırmacılar tarafından 2010 yılında Berlin üzerindeki havaya direkt olarak infrared lazer dalgaları elektronik bir mekanizmayla uygulanmıştır. Deneyler pozitif sonuçlanmıştır. Dalga-

lar atmosferik sülfürdioksit ve nitrojendioksitleri partiküller oluşturmaları için teşvik etmiş ve bu parçacıklar daha sonra tohum olarak eyleme geçmiştir.

BULUTLARDA YAĞIŞ ZENGİNLEŞTİRME

Yağmur yağdırmak için yapılan herhangi bir bulut tohumlama işleminde birinci problem tohumlamaya uygun bulutun bulunmasıdır (tohumlama bulutları oluşturmaz). Bulut tohumlama işlemindeki ikinci problem ise, yoğunlaşma çekirdeği olarak hizmet edecek olan higroskopik maddelerin, bulut içindeki en uygun yere zamanında ve doğru miktarda ulaştırılmasıdır. Ayrıca, iyi bir sonuç almak için bulut soğuk olmalıdır. Bulut tohumlamasında bulut partiküllerinin büyümesine neden olan buz kristali yöntemi kullanıldığı için, en azından bulutun bir parçası süper soğumuş olmalıdır (Pruppacher and Klett, 1979).

Bir bulut sistemindeki yağış tahmin edilebiliyorsa, o bulut sistemine yapılacak yapay bulut tohumlamasının etkilerini kestirmek oldukça kolay olmaktadır. Yapay yağış oluşturabilmek için genelde aşağıda belirtilen bulut sistemlerinde bulut tohumlama işlemi yapılmaktadır.

Orografik form bulutlar: Bir dağı tırmanmaya çalışan havanın yükselmesi ve soğumasıyla yağış oluşması model olarak alınır, bu model bulut tohumlama işlemi için en ekonomik yollardan birisidir. Hava modifikasyonunda bu tür bulutlar fazlaca dikkat çeken bulutlardır. Elde olan tekniklerle aşırı soğumuş orografik bulutlardan belli koşullarda daha fazla yağış elde etmek mümkündür. Bu tekniklerin uygulandığı yerlerde, yerde yapılan yağış ölçümünün istatistiksel değerlendirmeleri uzun dönemde mevsimsel olarak yağışın arttığını doğrulamaktadır (Elliott, 1986).

Stratus form bulutlar: Soğuk stratus bulutların tohumlanması olayı hava modifikasyon sürecinin modern dönemine rastlar. Stratus bulutlar belli koşullar altında yağışa neden olabilir ve tohumlamayla yağış sonrasında kaybolur ve yerini açık havaya bırakırlar. Siklon ve cephelerle beraber gelişen ve görülen derin stratus form bulut sistemleri belli miktar yağış yapar. Bir dizi alan deneyleri sayısal uyarlamalar bu bulutların belli yerlerinde aşırı soğumuş suyun bulunduğunu ve yağış miktarının artırılabilirliğini göstermiştir (Super, 1990).

Kümüls form bulutlar: Dünyanın birçok bölgesinde, kümüls form bulutlar temel yağış kaynağıdır. Bu bulutlar kuvvetli dikey yükselme ve yüksek yoğunlaşma oranlarıyla karakterize edilir. Bu bulutlar en yüksek yoğunlaşma kapasitesine sahip su kütlesi ve en yüksek yağış miktarı ihtiva ederler. Günümüzde devam eden tohumlama deneyleri tek hücreli ve çok hücreli konvektif bulutlarda değişik sonuçlar vermektedir. Bu değişik sonuçlar tam olarak anlaşılabilir değildir. Buzla tohumlama tekniklerinde yağışı zenginleştirmede kullanılan tohumlar, buz oluşumu sürecini hızlandırarak yağışa dönüşmesini sağlar. Uygulanan tekniğin sonunda ne kadar başarılı olup olmadığı, yerde yapılan doğrudan yağış miktarı ölçümleri ile radarlarla yapılan yağış tahminleriyle belirlenir. Her iki yöntemin de kendine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Bulut taban sıcaklığı 10 °C ve daha sıcak olan konvektif bulutlarda yapılan buzla tohumlama deneyleri karmaşık sonuçlar vermektedir. Bu tür bulutlarda amaç gizli ısıyı artırarak, dikey yukarı faaliyetleri hızlandırmak ve yere düşecek yağış miktarında artış sağlamaktır. Deneyler tek hücreli konvektif bulutlarda olumlu sonuçlara ulaşıldığını fakat sonuçların çok hücreli konvektif bulutlarda da başarılı olacağını göstermektedir (Cotton, 1982).

Geçmiş yıllarda, yağış miktarını artırmak amacıyla soğuk ve sıcak konvektif bulutların kimyasallarla tohumlanması işlemi günümüzde hem deneylerde hem de alan çalışmalarında yeniden yapılmaya başlanmıştır. Sıcak yağmur sürecinin zenginleştirilmesinin iki yöntemi belirlenmiştir: Birincisi; bulut tabanında bulunan damlacıkların yoğunlaşmasına ivme kazandırmak ve yağışı çabuklaştırmak için tohumlamada çapları 0.5 ile 1.0 mikrometre arasında değişen yapay küçük parçacıkların kullanılması, ikincisi; damlacıkların birleşmesi ve yağışın gelişimini hızlandırmak için tohumlamada çapları 30 mikrometreyi bulan daha büyük higroskopik parçacıkların kullanılması. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler ve radar bilgilerine göre ikinci teknikte yağış belirgin olarak artmaktadır. Bilinen fakat nedeni açıklanamayan olgulardan birisi de yağış artışının tohumlamadan hemen sonra değil de bir ile dört saat sonrasında gerçekleşmesidir.

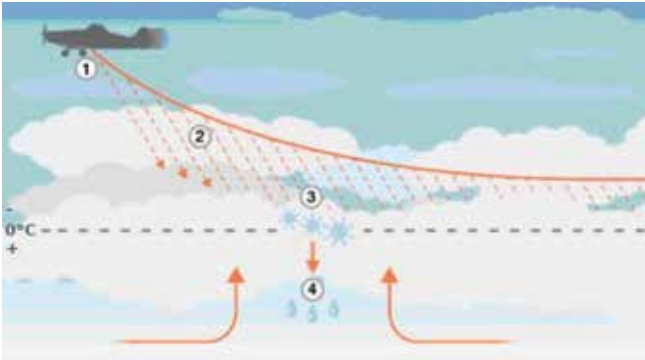
Son zamanlarda yapılan tohumlama deneyleri, karasal konvektif bulutların dikey yukarı hareketli kesimlerinde yapılan tohumlama olaylarında radar tahmini yağış miktarlarında artış olduğunu göstermiştir. Deney-

ler dünyanın farklı bölgelerinde gerçekleştirilmiş, farklı coğrafi özelliklere rağmen istatistiksel sonuçların birbirinin aynı olduğu gözlenmiştir. Buna ek olarak; fiziksel ölçümlere göre, bulutun yaşam evresinin ilk başlarında bulut tabanında yapılan tohumlamayla daha büyük yağmur damlaları elde etmek ve yağışı zenginleştirmek mümkündür (Rosenfeld et al., 2010).

UÇAKLA BULUT TOHURLAMA İŞLEMİ

Bulut tohumlama işlemlerinde en zor iş, çekirdek olarak görev görece küçük parçacıklarla bulutu doğru bir şekilde tohumlamaktır. Günümüzde bulut tohumlama ile ilgili çözülmesi gereken birçok teknik problemler vardır. Bu problemlerin en büyüğü gümüş iyodür (AgI) gibi yapay yoğunlaşma çekirdeklerinin, bulut içindeki en uygun yere ulaştırılmasıdır. Yapay yoğunlaşma çekirdekleri bulut içine havadan ve yerden olmak üzere iki farklı yolla ulaştırılır. Havadan tohumlamada uçaklar yapay yoğunlaşma çekirdeklerini bulutun;

- Tepesinden içine,
- İçine girerek,
- Tabanından yukarı akımlar ile bulutun içine bırakılabilirler (Şekil 3)



Şekil 3. Kümülonimbus bulutuna fişekler yardımıyla gümüş iyodür uygulaması

Havadan tohumlamada uçaklar ile söz konusu çekirdekler, bulutun tepesinden, bulutun içine girilerek veya tabanından bulutun içine bırakılabilir. Uçakların yoğun hava trafiği yaşanan havalimanlarında kuleden izin alarak zamanında kalkıp uçuşunu gerçekleştirmesi önemli bir problemdir. Yerden tohumlamada, Rusların yaygın olarak kullandığı havan topları ve roketler ile beraber renkli dumanlar çıkartan ateşe bezer bir işlevi olan yer jeneratörleri kullanılır. Bütün bunlardan roketler, en pahalı fakat en isabetli olan tohumlama yöntemidir (Bruintjes, 1999).

Sıcaklığı $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ üzerinde olan sıcak bulutlar ise yağmur üretmek için tohumlandığında, küçük su damlaları ve kimyasal tuz parçacıkları bulut tabanına enjekte edilir. Bu partiküller düşey hareketle bulut içine taşındığında, çarpma ve yapışma işlemi ile de büyüyen büyük bulut damlacıkları meydana gelebilir. Fakat bu metodun kullanılmasıyla elde edilen sonuçlar güvenilir bulunmamıştır.

Kanatlara takılı brülörlerin saldığı gümüş iyodür dumanı, yükselen havayı, belirli fırtına bulutlarının sıfır derece sıcaklık altındaki iç bölüme doğru yöneltir (Şekil 4 ve 5). O yükseklikte gümüş iyodür parçacıkları, bulut suyunun etrafında donabileceği birer çekirdek işlevini görür. Yeterli ağırlığa ulaşan buz taneleri düşmeye başlar ve iniş sırasında eriyerek yağmura dönüşür. Kuramsal olarak bakıldığında, bu strateji sadece yağış miktarını artırmakla kalmaz, nemin bulutlar içinde yukarıya sürüklenerek dolu haline gelmesini de önler (Bruintjes, 1999).



Şekil 4. Uçaklarda kanatlardan gümüş iyodür dumanı salan brülörler

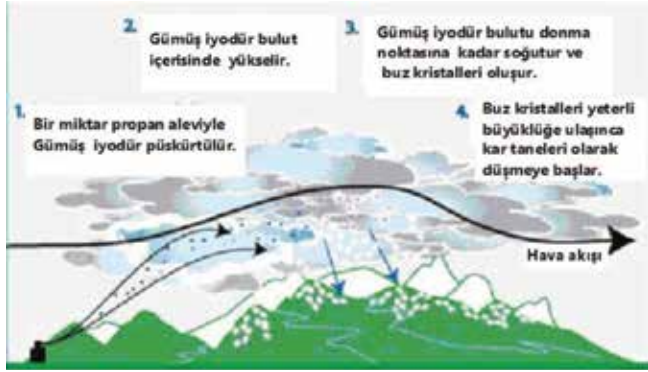


Şekil 5. Uçak kanatlarına yerleştirilmiş gümüş iyodür fişekleri

YER YÜZEYİNDEN YAPILAN BULUT TOHURLAMA SİSTEMLERİ

Yüzeyden orografik bulut tohumlama sistemi:

Tanklarda bulunan gümüş iyodür partikülleri jeneratör yardımıyla yerden orografik bulut içerisine enjekte edilir (Şekil 6 ve 7). Yerden bulutun tohumlanması işlemi hedef bölgesinin belirlenmesi ve orografik olarak yükselen bulut içindeki dikey doğrultuda yukarı-şağı hareketlerden dolayı bulutu tohumlamak oldukça zordur (Elliott, 1986 ; Manton et al., 2011).



Şekil 6. Yüzeyden orografik bulut tohumlama (Elliott,1986)



Şekil 7. Yüzeyden orografik bulut tohumlamada sistem unsurları



Şekil 8. Yer gümüş iyodür roket sistemleri

Yer roket sistemleri: Bu sistemde bulut içerisine gümüş iyodür partikülleri yerden fırlatılan roketler ile enjekte edilir (Şekil 8).

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Hava modifikasyon işlemiyle yapay yağış oluşturma ve bu sistemin etkinliği meteorolojisiler arasında çok tartışılan bir konudur. Her şeyden önce bulut tohumlama işleminin sonuçlarını değerlendirmek zordur. Ne zaman tohumlanmış buluttan yağış görülürse, eğer bulut tohumlanmasaydı ne kadar yağacaktı sorusu akıllara gelir. Bu alana yönelik olarak yapılan bazı uygulamalar mevcut yapay yağış tekniğinin yağışın çok düşük olduğu alanlarda ve orta yağışlı alanlarda kurak mevsimde önemli bir etkiye sahip olmadığı gözlemlenmiştir. Yapay yağış tekniğiyle en iyi sonuçlara yağışın çok iyi olduğu yer ve mevsimlerde ulaşabilmektedir. Bunun yanında bir alanda yapay tohumlama ile yağış artırılırken diğer bir alanda ise yağışta azalma olabilmektedir. Bulut tohumlamasını değerlendirirken bulutun; tipi, sıcaklığı, nem içeriği ve damlacık büyüklüğünün dağılımı gibi diğer faktörler de düşünülmelidir. Doğru şartlar altında, tekniğine uygun yapılan bulut tohumlama işleminin yağışı % 5-20 arasında arttırabileceği ileri sürülmektedir.

Hava modifikasyon işlemleri bazı ülkeler (Başta Çin, A.B.D ve Rusya olmak üzere) tarafından ekonomik bir işlem olarak algılanmaktadır. Bulut tohumlama işlemi; ekonomi, ekoloji, sosyal ve yasal yönlerde hesaba katılmalıdır. Hava modifikasyonunun bitişik ülke sınırlarına yakın yerlerde yapılması durumunda, en fazla dikkat edilmesi gereken hususlardan birisi de yasal düzenlemelerdir. Günümüzde yasal düzenlemeler ve bilimsel bilgiler bu tür hava modifikasyonu olaylarında daha tam olarak yeterli değildir. Uzun dönem veya uzun süreli gerçekleştirilecek hava modifikasyon işlemlerinde ekosistemin etkilenmesi bilinmelidir. Bu çalışmalar sonucunda ekosistemde yaşanabilecek değişimlere karşı önlemler alınmalıdır.

Potansiyel yağış zenginleştirme potansiyeli su kaynakları yönetimiyle çok yakından ilişkilidir. Bu potansiyel teknolojinin kullanımı entegre programlara ve bu programların ekonomik olarak sürdürülebilmesine bağlıdır. Hava modifikasyon araştırmaları son 40 yıldır dramatik gelişmelere sahip olmuştur. A.B.D’ de 1970

yılında 19.000.000 \$ bir destek yapılmışken, 1990'lı yıllarda bu değer 5.000.000 \$ olmuştur. Bu konuda en büyük destekte Devlet Atmosfer Modifikasyonu Programından sağlanmıştır. Bu program alana yönelik heyecan dolu bazı yeni üretimlere neden olmuşsa da, program 1995 yılında iptal edilmiştir. A.B.D' de bu alandaki araştırmalara yapılan destek miktarı yıllık olarak 500.000 \$ civarındadır. Son birkaç yıldır konuya yönelik operasyonel programlarda artış olmuştur. Yağış zenginleştirme araştırmalarının çoğu da A.B.D. dışında yürütülmüştür.

Hava modifikasyon işlemlerinde yapay yağış teknolojisinin bilimsel temelini geliştirmek için sürekli ve daha yoğun bilimsel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2012. Suni yağış. <http://www.mgm.gov.tr/genel> (Erişim tarihi: 04.03.2013).
- Bergeron, T., 1949. The problem of artificial control of rainfall on the globe. I. General Effects Of Ice-Nuclei In Clouds. *Tellus*, 1: 32-43.
- Biswas, K.R., Dennis, A.S., 1971. Formation of rain shower by salt seeding. *Journal of Applied Meteorology*, 10: 780-784.
- Bruinjes, R.T., 1999. A review of cloud seeding experiments to enhance precipitation and some new prospects. *Bulletin of American Meteorology Society*, 80: 805-820.
- Chernikov, A.A., 2012. Artificial rainfall. Central Aerological Observatory, Roshydromet, Russia.
- Cotton, W.R., 1982. Modification of precipitation from warm clouds a review. *Bulletin of American Meteorology Society*, 63: 146-160.
- Elliott, R.D., 1986. Review of wintertime orographic cloud seeding. *American Meteorology Society*, 87-103.
- Holroyd, E.W., Super, A., Silverman, B., 1978. The practicability of dry ice for on-top seeding of convective clouds. *Journal of Applied Meteorology*, 17: 49-63.
- Klazura, G.E., Todd, C.J., 1978. A model of hygroscopic seeding in cumulus clouds. *Journal of Applied Meteorology*, 17: 1758-1768.
- Manton, M.J., Warren, L., Kenyon, S.L., Peace, A.D., Bilish, S.P., Kemsley, K., 2011. A confirmatory snowfall enhancement project in the snowy mountains of Australia. Part I: Project design and response variables. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 50: 1432-1447.
- Orville, H.D., 1996. A review of cloud modeling in weather modification. *Bulletin of American Meteorology Society*, 77: 1535-1555.
- Pruppacher, H.R., Klett, J.D., 1979. Microphysics of clouds and precipitation. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 105(446): 759-1095.
- Rosenfeld, D., Duncan A., William L.W., Ronen L., 2010. A quest for effective hygroscopic cloud seeding. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 49: 1548-1562.
- Seto, J., Tomine, K., Wakimizu, K., Nishiyama, K., 2011. Artificial cloud seeding using liquid carbon dioxide: comparisons of experimental data and numerical analyses. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 50(7): 1417-1431.
- Super, A.B., 1990. Winter Orographic cloud seeding status in the intermountain west. *The Journal of Weather Modification* 22: 106-116.
- Uduma, K., 2012. Using artificial rain to fight african droughts. <http://www.vanguardngr.com/2012> (Erişim tarihi: 04.03.2013).
- Young, K.C., 1996. Weather modification: A theoretician's viewpoint. *Bulletin of American Meteorology Society*, 77: 2701-2710.
- Yoshida Y., Murakami, M., Kurumizawa, Y., Kato, T., Hashimoto, A., Yamazaki, T., Haneda, N. 2009. Evaluation of snow augmentation by cloud seeding for drought mitigation. *Journal of Japan Society of Hydrology and Water Resources*, 22(3): 209-222.

Çöktürme Havuzlarında Giriş Yapılarının Çöktürme Verimine Olan Etkisinin İncelenmesi

Beyhan KOCADAĞISTAN¹ Erdem KOCADAĞISTAN¹ Şahset İRDEMEZ¹ Nazmi TOPÇU¹

ÖZET: Gelişen sanayileşme artan nüfus ve beraberinde getirdiği çevre sorunları ile çevre kirliliği artmakta çözüm yolları sürekli yenilenmektedir. Gelişen birçok bilimsel çalışmalar ile özellikle su ve atık su arıtım yöntemlerinde ilerlemeler kaydedilmektedir. Bu çalışmada su ve atık su arıtma tesislerinin en önemli proseslerinden çöktürme havuzlarında verimin artırılması için giriş yapılarının katkısı araştırılmıştır. Dikdörtgen planlı yatay akışlı bir çöktürme havuzunda giriş ve çıkış yapılarının, çökeltme verimine etkisi incelenmiştir. Çalışma sırasında yapılan denemelerde kullanılan her havuz tipinde akım rejimi ve dispersiyon karakteristiğinin belirlenmesi için de çeşitli derişiklerde CaCO₃ çözültisi kullanılmıştır. Özellikle giriş yapılarının çökeltme verimi üzerinde büyük etkilerinin olduğu görülmüş olup, 2. tip havuz tipinde % 90 üzerinde bir verime ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çöktürme havuzu, çöktürme verimi, dispersiyon.



Investigation of The Settling Efficiency at Inlet Weir of Sedimentation Tanks

ABSTRACT: Emerging environmental problems brought about by industrialization, increasing population and growing environmental pollution solutions are constantly renewed. Emerging many scientific studies have been overcome, especially water and waste water treatment methods. The effect of inlet and outlet weir type of rectangular sedimentation tanks to the settling efficiency has investigated. During experiments, potassium permanganate has used for determine flow regime and dispersion characteristics (500ppm) and Calcium carbonate for settling determinations at various concentrations. It has been observed that especially the inlet weir type have an important role on the settling efficiency. The settling efficiency for the second type about 90% at the end of experiments.

Keywords: Sedimentation tank, settling efficiency, dispersion.

¹ Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Beyhan KOCADAĞISTAN, beyhank@atauni.edu.tr

GİRİŞ

Su ve atık su arıtma tesislerinde arıtma verimlerinin artırılması için son yıllarda oldukça çok çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Arıtma tesislerinin ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin yüksek oluşu bu sistemlerin iyileştirilmesi ve verimlerinin artırılması ihtiyaçlarını ortaya çıkarmaktadır. Kullanılmakta olan konvansiyonel teknikleri geliştirerek ve yeni teknikler uygulanarak arıtma verimleri artırılmaktadır (Krebs,1995).

İçme suyu ve atık su arıtma tesislerinin oldukça önemli birimlerinden olan çöktürme bir katı sıvı ayırma tekniği olup, atık suların arıtılmasında ön çöktürme havuzunda kendiliğinden çökebilen maddelerin uzaklaştırılmasında, son çöktürme havuzlarında ise biyolojik yumakların giderilmesinde kullanılırken, suların arıtılmasında kimyasal işlemlerle oluşturulmuş yumakların çöktürülmesi amacıyla kullanılır. Çöktürme havuzları aynı zamanda çöktürülmüş katıların yumaklaştırılması için de kullanılır (Eroğlu,1995).

Kullanılan çöktürme havuzları fiziksel özelliklerine göre dikdörtgen, dairesel veya kare planlı, akım özelliklerine göre yatay ve düşey akımlı olarak sınıflandırılır:

- Yatay ve paralel akımlı havuzlar
- Yatay ve radyal akımlı havuzlar
- Düşey ve radyal akımlı havuzlar

Bu havuzlarda çöktürme bölgeleri dört ana bölgeye ayrılmaktadır. Bunlar:

- Havuz girilen askıda katı tanecikleri havuzun tüm en kesiti boyunca üniform olarak dağıtan giriş bölgesi.
- Havuz girilen taneciklerin sakin çökme şartları altında çökeldiği çökme bölgesi.
- Askıda katı maddelerin çökerek duru suyun havuzun en kesit boyunca toplayan ve havuz dışına alan çıkış bölgesi.
- Tabana çökelen çamurun toplandığı ve bertaraf edilmek üzere uzaklaştırıldığı çamur çökme bölgesi olarak sınıflandırılmaktadır. Bu temel bölgeler yanında, tabana biriken çamuru düzenli olarak giriş bölgesinin yanındaki çamur toplama çukuruna gönderen sıyrıcı ve yüzeyde toplanan köpüğün çıkış bölgesine kaçışını

önleyen dalgıç perde gibi elemanlar mevcuttur (Toprak, 1996). Ayrıca projelendirmede ve hesaplamalarda havuz yüzey yükü (S_o), hidrolik bekletme süresi (t), havuz derinliği (h), yatay hız (V_y), ve savak yükü (S_p) rol oynamaktadır. Hesaplamalarda akım rejimi belirlemek için Reynolds ve Froude sayılarına göre çalışılır. Reynolds sayısının (Re) 2000' den ve Froude (Fr) sayısının da 10^{-5} 'ten büyük olması istenir.

$$Re = v.R/\nu \quad (1)$$

R hidrolik yarıçap, V yatay hız, ν kinematik viskoziteyi ifade etmektedir.

$$R = b.H / (b+2H) \quad (2)$$

b havuz genişliği, H havuz derinliğidir.

$10^\circ C$ su sıcaklığı için vizkozite 1.31×10^{-6} m² sn⁻¹ dir.

Deney düzeneği dikdörtgen planlı olduğundan yatay hız,

$$V_y = Q / b.H \quad (3)$$

$$F = Q^2/g.[b+2H/b^3.H^3] \quad (4)$$

Burada Q debiyi, g yerçekimi ivmesini temsil edip havuz kapasitesi büyüdükçe ve genişlik ile derinlik küçüldükçe Froude sayısı büyümektedir.

Çöktürme havuzlarında çöktürme veriminin artırılması için giriş ve çıkış yapıları geliştirilmektedir. Uygulamada özellikle giriş yapılarında keskin kenarlı, Stuttgart, Clifford ve konik delikli yapılar ve su giriş hızını azaltmak için perdeler kullanılarak, suyun havuza üniform ve türbülanssız bir şekilde girmesi sağlanmaktadır. Literatürde bu yapılar üzerinde değişikliklere gidildiği gibi yeni tipte yapılar üzerinde de çalışılmıştır. Çöktürme havuzlarının dizaynının, yapılan çalışmaların bir kısmında da nümerik simülasyonlara gidilmiş, olayın temeli araştırılmış ve giriş yapılarının çökme hız dağılımı üzerinde büyük rol oynadığı görülmüştür (Lynn, 1992).

Yapılan bir çalışmada havuz girişine yerleştirilen perdelerle su giriş hızı yavaşlatılarak verim artırılmaya çalışılarak farklı partikül çapına sahip su numuneleri ile denemeler yapılmış performanslar Large –Eddy simülasyon ile incelenmiştir (Sammaraee, 2009).

Bir çalışmada havuz başına yerleştirilen düşey perdelerle çöktürme performansı incelenerek, perdenin

partikül çöktürme verimini % 90.4 ten % 98.6 ya çıkardığı görülmüştür (Goula et al., 2008).

Dufresne et al. (2009) yaptıkları çalışmalarda partikül yoğunluğunun bulunduğu havuzun çökeltme merkezinde kullanılan perdeler ile partiküllerin havuz dışına kaçmadığı böylece partikül ve süspansiyonun havuz içinde kaldığı gözlemlenmiştir. Perde sayısı arttıkça çökeltme veriminin de paralel artış gösterdiği gözlemlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Deney düzeneği

Çalışmada laboratuvar ölçekli fiberglas malzemeden üretilmiş 100 cm boy, 40 cm en ve 25 cm yüksekliğe sahip çöktürme havuzunda denemeler yapılmıştır. Düzenekte bir konsantrasyon ayarlamasının yapıldığı besleme tankı, besleme dozaj pompası, çıkışta deşarj tankı, giriş debi ölçer bulunmaktadır. Havuz giriş ve çıkışında savak ve numune, tahliye muslukları bulunmaktadır. Mesafe ayarlı perdeler ile denemeler yapılmıştır.

Kullanılan maddeler

Farklı havuz boyutları ve farklı su giriş debilerinde yapılan denemelerle akım rejimini ortaya çıkarmak için

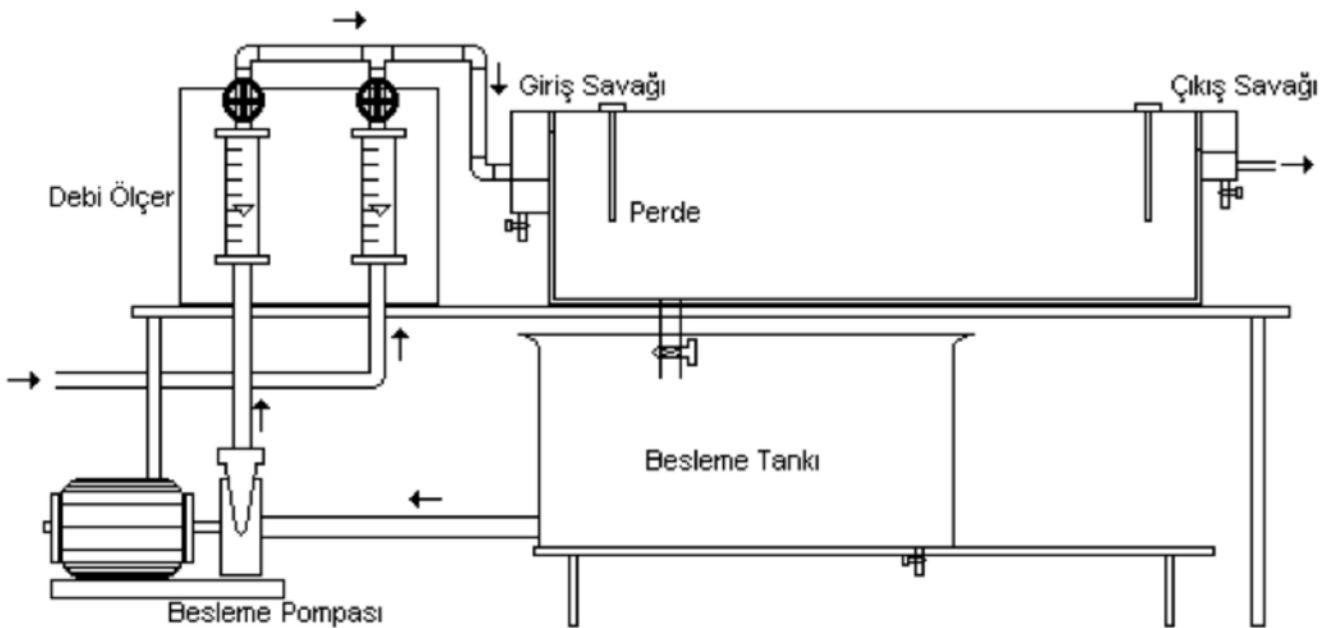
dispersiyon katsayısının hesaplanması için 500 ppm lik potasyum permanganat ($KMnO_4$) çözeltisi kullanılmıştır ve havuz boyutları giriş ve çıkış yapıları ve perde değişimleri ile çökeltme veriminin değişiminin incelenmesinde farklı konsantrasyonlarda kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) kullanılmıştır.

Analiz cihazları

Dispersiyon katsayısı ve akım rejiminin tayin edilmesi için yapılan denemelerde iz maddesi olarak kullanılan $KMnO_4$ UV-160 a model Shimidzu marka spektrofotometre ile ve çökeltme karakteristiğinin belirlenmesi için kullanılan $CaCO_3$ ise Bausc&Lomb marka spektronic mini 20 model spektrofotometre ile ölçümler yapılmıştır.

Yöntem

Çöktürme havuzunda hidrolik davranışın özelliklerini belirleyen dispersiyon sayısının saptanmasına yönelik yöntemde, reaktör girişinde bir izleyici madde havuza ani enjeksiyon yapılarak ve çıkış suyunda bu maddenin zaman içerisindeki derişimi izlenerek hesaplama yapılmaktadır. Kullanılan deney düzeneği Şekil 1' de verilmiştir.



Şekil 1. Deney Düzeneği

Bu çalışmada izleyici maddesi olarak potasyum permanganat kullanılmıştır. Farklı giriş debileri (1 L dak⁻¹, 6 L dak⁻¹) ve hidrolik kalış sürelerinde iz maddenin davranışı ve çıkış konsantrasyonuna göre hesaplamalar yapılmıştır.

Benzer bir çalışmada yatak reaktörlere uygulanan modelde dispersiyon sayıları bu hesaplama modeli ile hesaplanmıştır (Tokgöz, 2000). Konsantrasyon eğrilerinden dispersiyon sayısının saptanması için çeşitli analitik yöntemler geliştirilmiştir. Kapalı bir sistem için dispersiyon sayısı, Levenspiel tarafından 1972’de verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanabilmektedir (Muslu, 1985).

$$t \cdot \sigma = \frac{\sum C t \cdot \Delta t}{\sum C \Delta t} = \frac{\sum C t}{\sum C} \quad (5)$$

$$C_0 = M / V \text{ Enjekte edilen madde miktarı / reaktör hacmi} \quad (6)$$

$$dM = C \cdot (Q dt) \quad (7)$$

$$M = \int_0^{\infty} C Q dt = Q \int_0^{\infty} C dt = Q \sum C \Delta t \quad (8)$$

$$t' = V/Q \text{ alıkonna süresi} = \text{hacim/debi} \quad (9)$$

$$C_0 = \frac{M}{V} = \frac{Q \sum C \Delta t}{V} = \frac{Q \sum C \Delta t}{V} \quad (10)$$

Formülde t zaman, C₀ izleyici konsantrasyonu, t' alıkonna süresi, σ. t² = boyutlu varyans, d dispersiyon katsayısı ve σ² boyutsuz varyans ifadelerini tanımlar.

Boyutsuz varyans ise;

$$\frac{\sigma}{C_0} = \frac{Q \sum C \Delta t}{V} = \frac{\sigma t'}{\sum C \Delta t} \text{ olur.} \quad (11)$$

σ. t² = boyutlu varyans

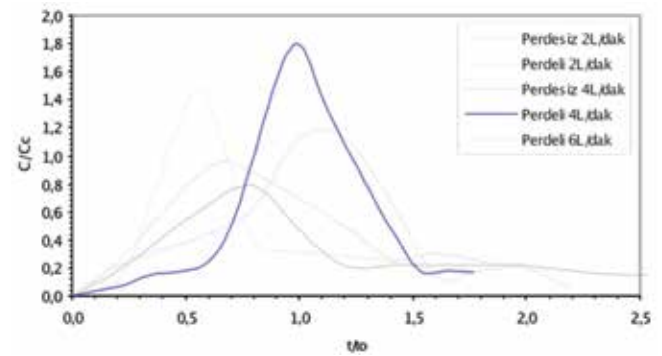
σ. t² = σ. t² / t² = boyutsuz varyansı temsil eder. Kapalı reaktör için boyutsuz varyans;

$$\sigma \cdot t^2 = 2 \cdot D / W \quad (12)$$

Şeklinde hesaplanmaktadır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın başlangıcında havuz girişine 500 ppm içeren KMnO₄ ile madde çıkış savağına ulaştığı anda buradan belirli aralıklarla numuneler alınarak analiz sonuçlarına göre dispersiyon katsayılarını belirlemek için t/t₀ ve C/C₀ değerleri hesaplanmış Çizelge 1 de çalışmalar sonucunda 2, 4, 6 L dak⁻¹ giriş debileri ile bulunan Reynolds, Froude ve dispersiyon değerleri verilmiştir. Bulunan sonuçlara göre dispersiyon eğrileri Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Birinci tip havuza ait dispersiyon eğrileri

Dispersiyon katsayısının çökeltme veriminin iyi olması için küçük olması istenir. Küçük debilerde dispersiyon sayısı küçükken, debi büyüdükçe eğri altında kalan alan büyüyerek havuz karakteristiği değişmektedir. Giriş savağı önüne konulan perdelerle havuz rejimi iyileştirilmesi çalışılmıştır. Havuz akım rejimi ortaya konduktan sonra, çeşitli debi ve süspans konsantrasyonları ile çökeltme verimi incelenmiştir. Bu denemeler de CaCO₃ kullanılarak boş duru su havuzuna verilen belli derişiklerde madde ile belli zaman aralıklarında alınan numunelerle bulanıklık ölçülmüş ve çöktürme verimleri hesaplanmıştır. Bu denemelerden görülmüştür ki debi artışı ile çöktürme verimi düşmekte ve giriş-çıkış savakları önüne konulan perdelerle suyun havuza giriş hızı düşürülerek süspans maddenin tabana daha iyi çöktüğü gözlenmiştir (Şekil 3, 4 ve 5).

Çizelge 1. Perdeli, perdesiz yapılan 1. Tip havuz için Re, Fr ve dispersiyon katsayıları

Debi L dak ⁻¹	Perdesiz			Perdeli		
	Re	Fr (10 ⁻⁷)	d	Re	Fr (10 ⁻⁷)	d
2	31	1.76	0.11	31	1.76	0.075
4	63	7.07	0.27	63	7.07	0.125
6	95	15	0.36	95	15	0.15

Çalışmada mevcut havuz geometrisi akım rejiminin iyileştirilmesi ve çöktürme veriminin artırılması için değiştirilmiştir. Çöktürme havuzlarında stabilitesi bakımından Froude sayısının büyük olması için havuz dar, sık ve uzun olmalıdır. 2. tip havuz çalışmalarında mevcut 1/2.5 olan genişlik/boy değeri ideal koşullar olan 1/4 - 1/5 oranına çekmek için genişlik bir bariyerle 25cm değerine düşürülmüştür. Bu havuz boyutlarında çalışma aralıkları 1 L dak⁻¹ ve 6 L dak⁻¹ arasında 2, 4, 6 L dak⁻¹ değerlerinde havuz karakteristiğini belirlemek için denemeler yapılmıştır. Havuz girişine ve çıkışına perdeler konularak yatay su hızı düşürülerek çökeltme hızı artırılmaya çalışılmıştır. Çizelge 2’ de KMnO₄ ile yapılan çalışmalar sonucunda bulunan Reynolds ve Froude ve dispersiyon değerleri ve grafiksel değerleri Şekil 6’ da verilmiştir.

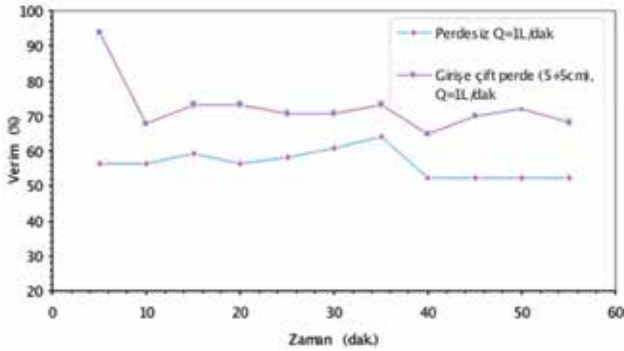
Eğriler incelendiğinde dispersiyon eğrilerinin debi artışı ile değiştiği ve 2 L dak⁻¹ ile yapılan çalışmalarda dispersiyon eğrisinin pik noktasının arttığı eğri altında kalan alanın küçüldüğü ve dispersiyon değerinin düştüğü görülmektedir. Bu havuz boyutları ile yapılan 1 L dak⁻¹ debi girişli denemelerde elde edilen çökeltme verim grafiğinde (Şekil 7) de girişe konulan perdelerle yatay hızın azalarak 60 dakikalık denemelerde verimin arttığı gözlenmiştir.

Çökeltme verimleri 2 L dak⁻¹ ve 4.5 L dak⁻¹ giriş su debileri için hesaplanmış ve perdeli ve perdesiz havuz tiplerinde ve Şekil 8 ve 9’ da verilmiştir.

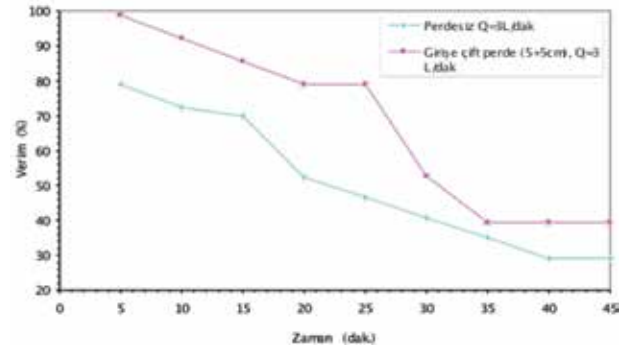
Grafikler incelendiğinde perdeli çalışmalarda çökeltme veriminin genel olarak arttığı gözlenmiştir.

Çizelge 2. Perdeli, perdesiz yapılan 2. Tip havuz için Re, Fr ve dispersiyon katsayıları

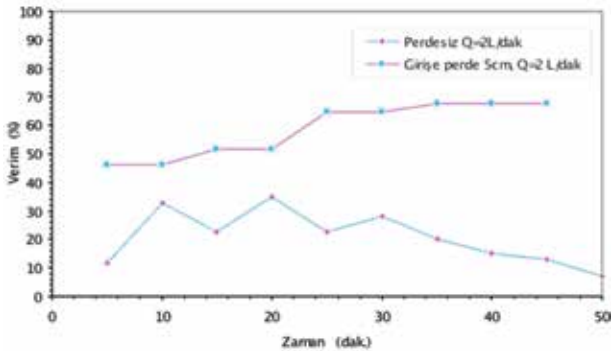
Debi L dak ⁻¹	Perdesiz			Perdeli		
	Re	Fr (10 ⁻⁶)	d	Re	Fr (10 ⁻⁶)	d
2	35	0.64	0.22	35	0.64	0.08
4	77	2.38	0.26	77	2.38	0.15
6	116	5.36	0.32	116	5.36	0.22



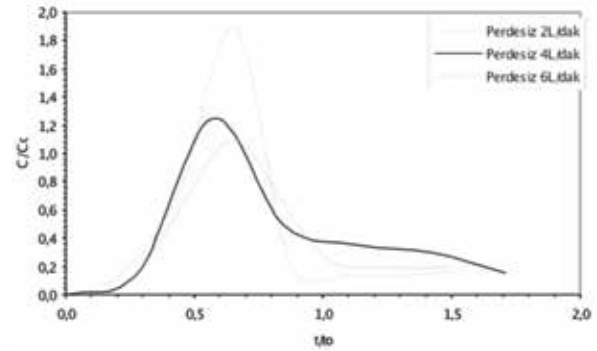
Şekil 3. Birinci tip havuza ait 1 L dak⁻¹ giriş debili çöktürme verim-zaman grafiği



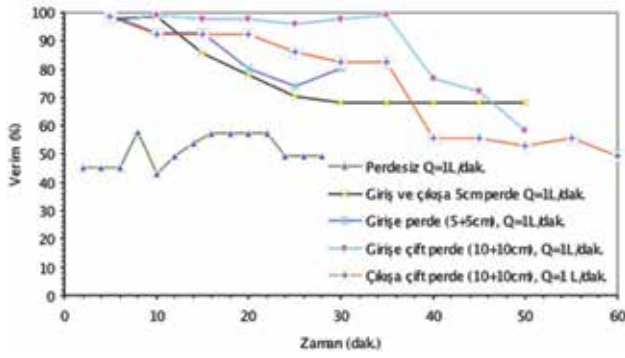
Şekil 5. Birinci tip havuza ait 3 L dak⁻¹ giriş debili çöktürme verim-zaman grafiği



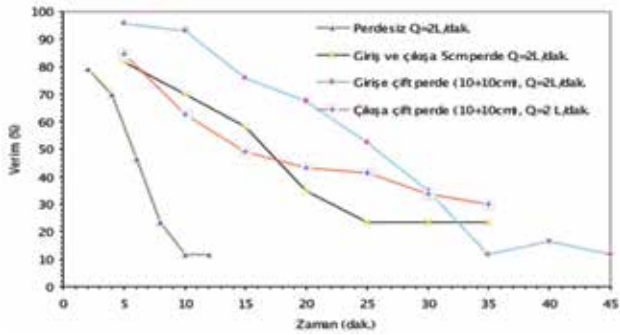
Şekil 4. Birinci tip havuza ait 2 L dak⁻¹ giriş debili çöktürme verim-zaman grafiği



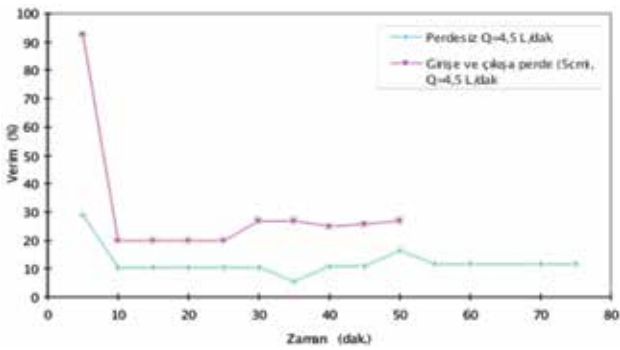
Şekil 6. İkinci tip havuza ait dispersiyon eğrileri



Şekil 7. İkinci tip havuza ait 1 L dak⁻¹ giriş debili çöktürme verim-zaman grafiği



Şekil 8. İkinci tip havuza ait 2 L dak⁻¹ giriş debili çöktürme verim-zaman grafiği



Şekil 9. İkinci tip havuza ait 4.5 L dak⁻¹ giriş debili çöktürme verim-zaman grafiği

Hidrolik bekletme süresi aşıldığında çöktürme veriminde ani düşüşler gözlenmiştir. İncelendiğinde verim artışına nazaran çökeltme veriminin düştüğü fakat perdelerle yapılan çalışmalarda verimin düşüşünde azalmalar gözlenmiştir. 4.5 L dak⁻¹ giriş debili çalışmada hidrolik bekletme süresinin 14 dakikaya düştüğü görülmüştür. Bu değer aşıldığında verimde azalmalar izlenmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çöktürme havuzlarında performans incelemesi için dispersiyon ve Froude sayıları hesaplanmış, havuzda çökeltme performansı incelenen CaCO₃ ile çöktürme havuzunda giriş ve çıkış savak önüne yerleştirilen çeşitli sayıda perde bariyerler ile yatay hızda yavaşlama sağlanarak, ayrıca perde bariyer altında oluşan türbülans ile tanecik çökeltmesine yardımcı olunarak çöktürme veriminde artışlar sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Dufresne, M.V, Vazquez, J., Terfous, A., Ghenaïm, A., Poulet, J.B., 2009. Experimental investigation and CFD modelling of flow, sedimentation and solids separation in a combined sewer detention tank. *Computing Fluids*, 38: 1042-1049.
- Eroğlu, V., 1995. Su tasfiyesi. İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- Goula, A.M., Kostoglou, M., Karapantsios, T.D., Zouboulis, A.I.A., 2008. CFD methodology for the design of sedimentation tanks in potable water treatment case study: the influence of a feed flow control baffle. *Chemical Engineering Journal*, 140: 110-121.
- Krebs, P., Vischer, D., Gujer, W., 1995. Inlet structure design for final clarifiers. *Journal of Environmental Engineering* 121(8): 558-564.
- Tchobanoglous, G., 1991. Wastewater engineering treatment disposal and reuse. McGraw-Hill, New York.
- Muslu, Y., 1995. Atıksuların arıtılması. İTÜ Matbaası, Ayazağa, İstanbul.
- Tokgöz, S., 2000. Yukarı akışlı anaerobik filtre model reaktöründe temiz yatak hidrolik özelliklerinin belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(3): 7-12.
- Toprak, H., Özer, A., Uslu, O., 1989. Su ve atıksu arıtımında çöktürme yüzdürme ve mekanik filtrasyon. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Matbaası*, İzmir.
- Lynn, D.A., Stamou, A. I., Rodi, W., 1992. Density currents and shear-induced flocculation in sedimentation tanks. *Journal of Hydro-Engineering ASCE*, 118(6): 849-864.
- Sammaraee, M.A., Chan, A., Mahabaleswar, U.S., 2009. Large-eddy simulations of particle sedimentation in a longitudinal sedimentation basin of a water treatment plant: Part I: Particle settling performance. *Chemical Engineering Journal*, 152(2-3): 307-314.

Determination of Parameters Affecting Copper Removal from Solutions by Clinoptilolite: Adsorption Isotherm and Thermodynamic

Mustafa KORKMAZ¹ Cengiz ÖZMETİN¹ Baybars Ali FİL¹ Yeliz YAŞAR¹

ABSTRACT: The clinoptilolite mineral which is a zeolite type is one of the natural cation exchangers. In this study, the removal of copper ions from solutions using Bigadiç clinoptilolite by ion exchange method was investigated. Experiments were carried out in batch mode as a function of the solution pH, temperature, ionic strength and conditioning with NaOH and KOH. The ion exchange reaction reached to the equilibrium within 24 hours. Copper sorption capacity of the clinoptilolite increased with high solution pH, high temperature, and low ionic strength. Conditioning of the raw clinoptilolite with NaOH and KOH provided 10.4 and 10.06 fold capacity increase respectively. The increase of capacity with temperature increase showed that the sorption process was endothermic in nature. Also, the ion exchange reaction between clinoptilolite and copper ions was found as more spontaneous at high temperatures. Maximum sorption capacity of the clinoptilolite sample was calculated as 48.45 mg g⁻¹ after conditioning with NaOH. Sorption equilibrium data were analyzed by the Langmuir and Freundlich models. It was seen that the fitness of isotherm data to the Langmuir isotherm was very good than Freundlich model. The obtained results showed that the Bigadiç clinoptilolite would be used effectively in removal of copper ions from industrial wastewaters especially after conditioning with NaOH.

Keywords: Clinoptilolite, copper, ion exchange, isotherm, thermodynamic

Klinoptilolit Minerali ile Çözeltilerden Bakır Giderimini Etkileyen Parametrelerin Belirlenmesi: Adsorpsiyon İzotermi ve Termodinamiği

ÖZET: Bir zeolit türü olan klinoptilolit minerali doğal katyon değiştiricilerden bir tanesidir. Bu çalışmada iyon değişimi metodu ile Bigadiç klinoptiloliti kullanarak çözeltilerden bakır iyonlarının giderimi araştırılmıştır. Deneyler kesikli modda çözelti pH, sıcaklık, iyon şiddeti, NaOH ve KOH ile şartlandırmanın bir fonksiyonu olarak gerçekleştirilmiştir. İyon değişimi reaksiyonu dengeye 24 saatte gelmiştir. Klinoptilolit adsorpsiyon kapasitesi yüksek pH, yüksek sıcaklık ve düşük iyonik şiddet ile artmıştır. Ham klinoptilolit NaOH ve KOH ile şartlandırılması sırasıyla 10.4 ve 10.06 kat kapasite artışı sağlamıştır. Kapasitenin sıcaklık artışı ile artması prosesin endotermik doğada olduğunu göstermiştir. Ayrıca, bakırın klinoptilolit ile iyon değişimi reaksiyonunun yüksek sıcaklıklarda kendiliğinden daha kolay gerçekleşeceği bulunmuştur. Klinoptilolit maksimum kapasitesi NaOH ile şartlandırma sonrasında 48.45 mg g⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Sorpsiyon denge verileri Langmuir ve Freundlich modelleri ile analiz edilmiştir. İzoterm verilerinin Langmuir izotermine uyumunun Freundlich izoterminden çok daha iyi olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar, Bigadiç klinoptilolitinin özellikle NaOH ile şartlandırma sonrasında atık sulardan bakır gideriminde etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Klinoptilolit, bakır, iyon değişimi; izoterm, termodinamik

INTRODUCTION

Copper is one of the widely used metals in the industries. Copper mining, petroleum, dye, pigment brass and copper ammonium rayon production industries are the main anthropogenic sources of the copper in the environment (Ekmekyapar et al., 2006). Those industrial activities also cause to contamination of soils (Akgül et al., 2006). Copper in the soil forms insoluble organic copper complexes with humic and fulvic acids (Barancikova and Makovnikova, 2003) and this makes difficult the washing of copper from the polluted soils by rains. On the other hand, the copper limits the use of the waters for drinking and industrial purposes (Petrus and Warchol, 2005). Besides, copper is unbiodegradable and accumulate in the food chain (Kocaoba et al., 2007). Copper species in the industrial and mining wastewaters are Cu^{2+} , CuCO_3 , CuOH_2 and organic copper complexes of which concentrations can reach up to 120-500 mg L⁻¹ (Ekmekyapar et al., 2006; Hui et al., 2005). Copper intake above 1.3 mg L⁻¹ by humans may cause to the digestive system problems, kidney and liver damage and DNA mutation (Cojocar and Trznadel, 2007). Therefore an effective method should be developed for removal of copper from wastewaters.

In the last two decades, several methods such as ion exchange (Demirbas et al., 2005), adsorption (Hsieh et al., 2006), electrocoagulation (Escobar et al., 2006), membrane filtration after complexation (Cojocar and Trznadel, 2007) and electrodialysis (Hansen et al., 2005) have been reported for removal of copper ions. These mentioned methods have some advantages and limitations in practical applications. For instance, concentrated metal sludge remains over after those methods except ion exchange and electrodialysis (Hui et al., 2005). To remove heavy metals, the ion exchange method can be cheap and environmentally protective in the case of zeolite usage. Natural cation exchangers like zeolites are also preferable as to synthetic cation exchange resins as most of the targeted heavy metals are economically invaluable (Hui et al., 2005). The most commonly found zeolites in nature are clinoptilolite, mordenite, ferrierite, chabazite, erionite, philipsite and analcime (Akgül et al., 2006). The clinoptilolite belongs to the heulandite group of minerals. Similar to clay minerals, clinoptilolite bears a negative surface charge which results from the replacement of silica

(Si^{4+}) with aluminum (Al^{3+}) (Wingenfelder et al., 2005). Also, the broken bonds at the siloxane groups (Si-O-Si) bring a negative charge to the clinoptilolite (Ersoy and Celik, 2002). These negative charges are balanced by the alkaline and alkaline earth cations such as Na^+ , K^+ , Ca^{2+} and Mg^{2+} . Therefore clinoptilolite has been used as cation exchanger for removal of heavy metal cations (Akgül et al., 2006). As the clinoptilolite exchangeable cations (i.e. Na^+ , K^+ , Ca^{2+} and Mg^{2+}) have relatively no effect on water quality, the clinoptilolite mineral can be used safely for removal of heavy metals from industrial effluents (Erdem et al., 2004).

Several experimental studies on copper removal from solutions by zeolites have been reported (Inglezakis et al., 2002; Erdem et al., 2004; Cabrera et al., 2005; Hui et al., 2005; Petrus and Warchol, 2005; Wingenfelder et al., 2005; Sprynskyy et al., 2006; Kocaoba et al., 2007). In the reported studies, generally the cation selectivity sequence of the zeolites has been reported, however; the effects of experimental factors such as temperature, pH, ionic strength and conditioning (with KOH and NaOH) have been reported limitedly (Inglezakis et al., 2002; Erdem et al., 2004; Cabrera et al., 2005; Hui et al., 2005; Petrus and Warchol, 2005; Wingenfelder et al., 2005; Sprynskyy et al., 2006; Kocaoba et al., 2007). Also, the zeolite samples from different regions show different heavy metal sorption characteristics and cation selectivity (Erdem et al., 2004; Hui et al., 2005). Hence, the capacity of the zeolite samples from different regions should be determined as separately. Therefore, copper sorption performance of the Bigadiç clinoptilolite was investigated in this study as a function of solution temperature, pH level, conditioning, concentration and ionic strength.

MATERIAL AND METHODS

The clinoptilolite mineral was belonging to a deposit in Bigadiç district of Balıkesir city in Turkey. Chemical composition of the clinoptilolite was determined as follows: SiO_2 (64.99%), Fe_2O_3 (1.15%), CaO (4.03%), K_2O (2.83%), Al_2O_3 (11.66%), MgO (1.14%), Na_2O (0.15%), MnO (0.008%), TiO_2 (0.093%), P_2O_5 (0.033%), BaO (0.24%), Cr_2O_3 (0.02%), H_2O (13.00%). The total amount of the exchangeable cations was used in the calculation of the total exchange capacity of the

clinoptilolite. Total exchange capacity of the clinoptilolite was calculated as 2.458 meq g⁻¹. The clinoptilolite samples were ground and sieved to 90–180 µm particle size fraction using sieves before being used.

Experiments were carried out in batch mode using a temperature controlled incubator shaker (ZHICHENCG, China). Copper solutions were prepared from CuCl₂·2H₂O having 98% purity. A time span of 24 hours was enough for equilibrium. A series of the batch experiments were conducted at equilibrium conditions to obtain isotherm data. For this purpose, 50 mL samples of the copper solutions having a concentration range of 4,9–49 mg/L were treated with 0.1 g clinoptilolite samples at changing temperature conditions. The pH levels of the solutions were adjusted with appropriate droplets of diluted NaOH or HCl solutions. Ionic strength of the solutions was adjusted by diluting appropriate volumes of 1 M NaCl solution. To determine the conditioning effect, the clinoptilolite samples (3 g) were conditioned with 1.5 M 100 mL KOH and NaOH solutions separately. Experiments were carried out at 180 rpm agitation speed. After reaction, the solutions were centrifuged at 10,000 rpm during 5 min. After the centrifugation, an appropriate volume of centrifuged solution was pipetted for dilution. The diluted solutions were analyzed at 324.7 nm by an Atomic Absorption Spectrometer (AAS) (UNICAM, England). The samples were automatically measured three times in one aspiration by the AAS. The Relative Standard Deviation (RSD) during the analyses was in the range of 0 - 2%. The band pass space for copper analysis was 0.5 nm. The flame type of the AAS was air-acetylene. Distilled water was used as blank solution in the analysis of copper concentrations. Copper concentrations for calibration curve were in the range of 0 - 10 mg L⁻¹. Copper starts to precipitate at pH range of 7.8 - 14 as function of concentration. The sorption capacity of the clinoptilolite mineral was calculated by the following equation.

$$q_e = (C_o - C_e) \times V/M \quad (1)$$

Where, q_e is the sorption capacity of the clinoptilolite at equilibrium (mg g⁻¹). C_o and C_e are initial and liquid phase concentrations at initial and equilibrium (mg L⁻¹). V is the solution volume (L). M is the mass of the clinoptilolite added to the solutions (g).

Isotherm Models

The widely used isotherm models in the literature are the Freundlich and Langmuir isotherm models.

The Langmuir isotherm describes the monolayer adsorption. According to the theory of the Langmuir isotherm, the adsorbent surface has homogen binding energy distribution. The linear form of the Langmuir isotherm has been reported as follow (Langmuir, 1918).

$$C_e/q_e = 1/(q_m k_L) + C_e/q_m \quad (2)$$

Where, C_e is the equilibrium concentration in liquid phase (mg L⁻¹). q_e is the maximum amount of the copper sorbed at equilibrium (mg g⁻¹). q_m is maximum theoretical sorbed amount at equilibrium (mg g⁻¹). k_L is the sorption equilibrium constant (L mg⁻¹).

The Freundlich isotherm describes the multilayer adsorption. According to the theory of the Freundlich isotherm, the adsorbent surface has heterogen binding energy distribution throughout the surface. The linear form of the Freundlich isotherm has been reported as follow (Freundlich, 1906).

$$\ln q_e = \ln k_f + \ln C_e/n \quad (3)$$

Where, C_e is the equilibrium concentration in liquid phase (mg L⁻¹). q_e is the maximum amount of copper sorbed at equilibrium (mg g⁻¹). k_f is the Freundlich adsorption capacity. $1/n$ is the sorption constant having a value range between 0 and 1.

Thermodynamic Equations

The thermodynamic properties of a given adsorption process is generally calculated to take information about the spontaneity and nature of the adsorption process. The relation between the gibbs free energy change of the adsorption and equilibrium constant is generally given as follow (Bayramoğlu et al., 2009).

$$\Delta G^\circ = - RT \ln K \quad (4)$$

The gibbs free energy change is also a function of the entropy and enthalpy change of adsorption process at constant temperature as in the following equation.

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ \quad (5)$$

If two equations given above are combined, we get Equation (6),

$$\ln K = -\Delta G^\circ / RT = \Delta S^\circ / R - \Delta H^\circ / RT \quad (6)$$

Where, ΔG° is the gibbs free energy change (kJ mol^{-1}). ΔH° is the enthalpy change (kJ mol^{-1}). ΔS° is the entropy change ($\text{kJ mol}^{-1} \text{K}^{-1}$). $K = (q_e/C_e)$ is the equilibrium constant (L g^{-1}). T is absolute temperature (K) and R is the universal gas constant ($8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$). Thus ΔH° and ΔS° can be determined from the slope and intercept of the linear Eq. (6) respectively.

RESULTS AND DISCUSSION

Effect of Solution pH: The solution pH is one of the most important factors affecting the adsorption capacity of the adsorbents because the surface zeta potential of the adsorbent surfaces and ionization degree of the cations is proportional with the solution pH level (Hui et al., 2005). The experiments for pH effect were carried out at pH range of 3–6.20 and other parameters were kept constant, viz. temperature 30°C , agitating speed 180 rpm, solid-to-solution ratio $0.1 \text{ g } 50\text{mL}^{-1}$, concentration 29.4 mg L^{-1} and no salt. Experimental results for the pH effect were given in Figure 1. When the solution pH level was increased from 3 to 6.20, the capacity of the clinoptilolite increased from 2.969 to 11.351 mg g^{-1} . At high pH values, the negatively charged sites on the clinoptilolite surface increased the negative surface zeta potential and this caused further adsorption of copper ions to the clinoptilolite surface (Doğan and Alkan, 2003). On the other hand, competitive sorption occurred between H^+ and Cu^{2+} ions at low pH levels for negative surface groups and exchangeable cations of clinoptilolite. Therefore the capacity of the clinoptilolite decreased (Özmetin et al., 2009).

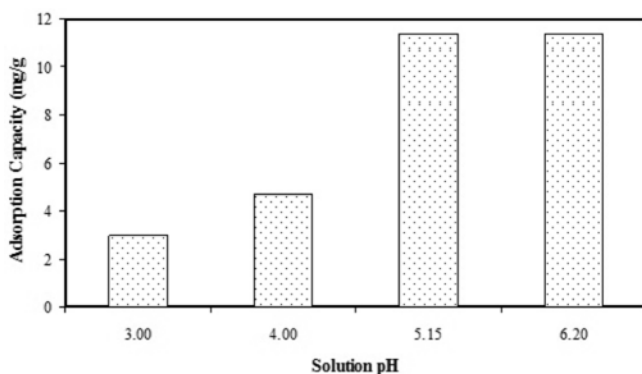


Figure 1. The effect of solution pH on sorption capacity (Temperature: 30°C , Concentration: 29.4 mg L^{-1} , Salt: 0 M NaCl, Solid-to-solution ratio: $0.1 \text{ g } 50\text{mL}^{-1}$, Agitation speed: 180 rpm)

Effect of Solution Temperature: Generally, adsorption reactions have either endothermic or exothermic nature. Experiments for temperature effect were carried out at temperature range of $30\text{--}60^\circ\text{C}$ and other parameters were kept constant, viz. pH 4, agitating speed 180 rpm, solid-to-solution ratio $0.1 \text{ g } 50\text{mL}^{-1}$, concentration 29.4 mg L^{-1} and no salt. Experimental results for temperature effect were given in Figure 2. When the temperature was increased from 30 to 50°C , the capacity of the clinoptilolite increased from 4.66 to 8.089 mg g^{-1} . Increasing temperature caused to sufficient energy gathering by the copper ions for interaction with active sites in the clinoptilolite structure (Özdemir et al., 2006). A similar trend for temperature effect on copper clinoptilolite binary system was also reported (Woinarski et al., 2003). On the other hand, the increased temperature might have caused to swelling in the clinoptilolite structure for easy transmigration of copper ions into the clinoptilolite pores. In addition to this, the capacity of clinoptilolite decreased when temperature was increased from 50 to 60°C . We considered that this result might have been due to increasing osmotic pressure of structural water in clinoptilolite pores with high solution temperature because the used clinoptilolite sample had 13% water content and this structural water prevented copper transmigration into pores at high temperature. Also, thermodynamic parameters such as gibbs free energy change (ΔG°), enthalpy change (ΔH°) and entropy change (ΔS°) were calculated using Eq. (6) for temperature range of $30\text{--}50^\circ\text{C}$. While the enthalpy value of the process was $15.553 \text{ j mol}^{-1}$, the entropy value was $53.313 \text{ j molK}^{-1}$. The gibbs free energy change of the process was in the range of -608.7

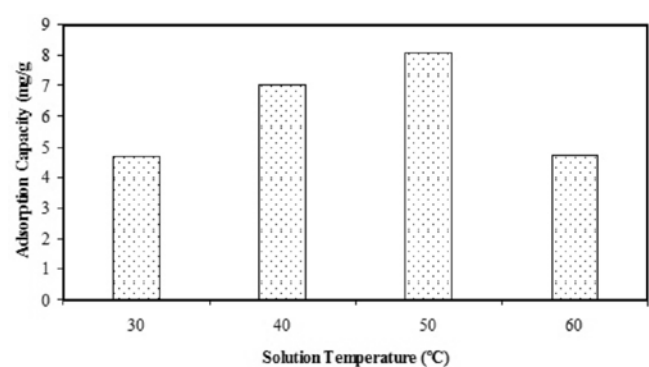


Figure 2. The effect of temperature on sorption capacity (pH:4, Concentration: 29.4 mg L^{-1} , Salt: 0 M NaCl, Solid-to-solution ratio: $0.1 \text{ g } 50\text{mL}^{-1}$, Agitation speed: 180 rpm)

and $-1674.9 \text{ J mol}^{-1}$. Positive enthalpy value (ΔH°) indicated that copper sorption on the clinoptilolite was endothermic in nature. The negative gibbs free energy change (ΔG°) indicated that the process was spontaneous at high temperatures (50°C). Positive value of entropy was due to increase in adsorption-desorption rate at clinoptilolite-solution interface (Bayramoğlu et al., 2009). Optimum temperature was found as 50°C .

Effect of Ionic Strength: Generally surface waters and industrial wastewaters contain several types of cations such as Ca^{2+} , Na^+ , Fe^{2+} . Experiments for ionic strength effect were carried out at salt (NaCl) concentration range of 0-0.01 M and the other parameters were kept as constant, viz. temperature 30°C , agitation speed 180 rpm, solid-to-solution ratio 0.1 g 50mL^{-1} , concentration 29.4 mg L^{-1} and pH 4. Experimental results for ionic strength effect were given in Figure 3. As can be seen in Figure 3, when the ionic strength was increased from 0 to 0.01 M NaCl concentration, the capacity of the clinoptilolite decreased from 4.66 to 3.633 mg g^{-1} . The reason of this sorption capacity decrease was due to competitive adsorption of sodium ions with copper ions for the fixation sites in the structure of the clinoptilolite (Wingenfelder et al., 2005). A similar ionic strength effect for heavy metal clinoptilolite binary system was also reported (Wingenfelder et al., 2005). However, the capacity of clinoptilolite for 0.01 M NaCl was found as same with that for 0.001 M NaCl . This might have occurred due to standard deviation of copper analysis which causes on an average 0.5 mg g^{-1} capacity change.

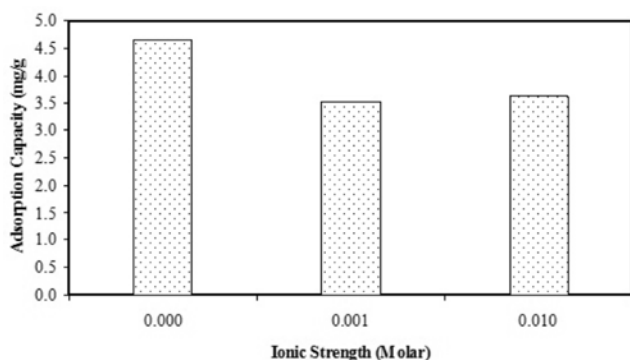


Figure 3. The effect of salt concentration on sorption capacity (Temperature: 30°C , Concentration: 29.4 mg L^{-1} , pH:4, Solid-to-solution ratio: 0.1 g 50mL^{-1} , Agitation speed: 180 rpm)

Effect of Conditioning with NaOH and KOH:

The experiments in which the conditioned clinoptilolite samples with NaOH and KOH were used were carried out at a copper concentration of 98 mg L^{-1} and the other parameters were kept as constant, viz. temperature 30°C , agitation speed 180 rpm, solid-to-solution ratio 0.1 g 50mL^{-1} and pH 4. The results for conditioning effect were given in Figure 4. As can be seen in Figure 4, the capacity of the clinoptilolite increased with conditioning. In the experiments, the 3 g clinoptilolite samples were conditioned with 8.4g KOH and 6.0g NaOH solutions which had 100 mL volumes, 15 meq K^+ and Na^+ amount. When taken into consideration the OH^- concentrations in the NaOH and KOH solutions, the KOH-clinoptilolite sample was exposed to more OH^- than NaOH-clinoptilolite. However, the copper sorption capacity of the NaOH-clinoptilolite was found as high than KOH-clinoptilolite. The higher copper sorption affinity of NaOH-clinoptilolite was attributed to the easy exchange tendency of sodium ions than potassium ions (Hui et al., 2005). Also, this is a sign to that the ion exchange was the main mechanism in the process.

Determination of Sorption Isotherm: The results of isotherm experiments were given in Figure 5. Equilibrium experiments were carried out as a function of temperature and other parameters were kept constant, viz. concentration range $4.9\text{-}49 \text{ mg L}^{-1}$, agitation speed 180rpm and solid-to-solution ratio 0.1g 50mL^{-1} . The obtained data were applied to the Langmuir and Freundlich isotherm models. The fitness of the data to the

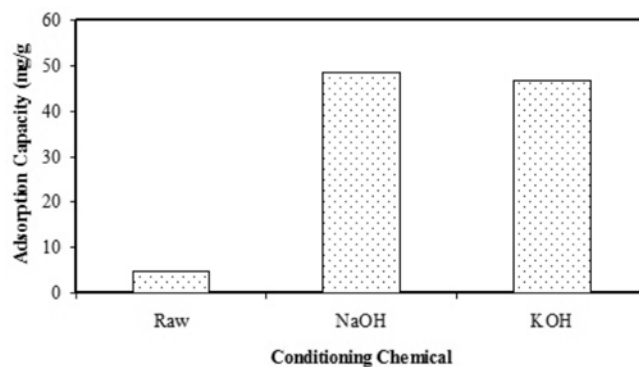


Figure 4. The effect of NaOH and KOH conditioning on the capacity of the clinoptilolite (Temperature: 30°C , pH:4, Concentration: 98 mg L^{-1} , Solid-to-solution ratio: 0.1 g 50mL^{-1} , Agitation: 180 rpm, Raw clinoptilolite treated with $29.4 \text{ mg Cu}^{2+}/\text{L}$ copper concentration which was enough for saturation)

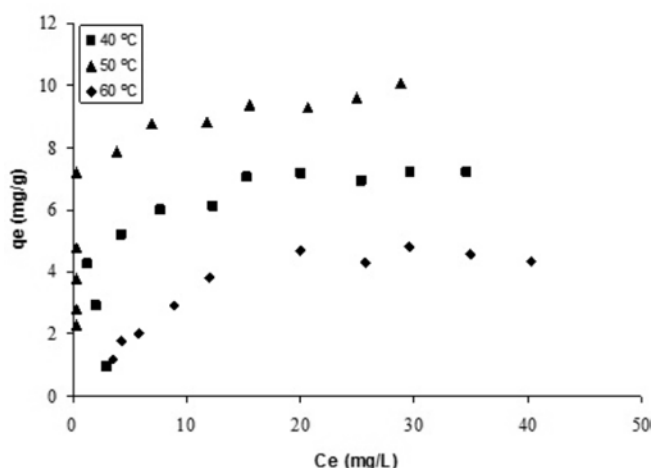


Figure 5. Isotherm plots as a function of temperature

Langmuir and Freundlich isotherms were given in Table 1. As can be seen in Table 1, as the coefficient of determination values (r^2) for Langmuir isotherm is higher than Freundlich isotherm, it was determined that the equilibrium data fitted to the Langmuir isotherm. The Langmuir isotherm indicated homogeneous distribution of energetic sites throughout the clinoptilolite surface. Also, the fitness of the data to the Langmuir isotherm is an indicator of mono layer coverage of copper on the clinoptilolite surface and chemisorption (Langmuir, 1918). The clinoptilolite mineral had 2.458 meq g^{-1} total exchange capacity which was equal to 78.09 mg Cu^{2+}/g capacity. Maximum exchange capacity of the raw clinoptilolite from the equilibrium experiments was calculated as 10.086 mg g^{-1} and this was equal to 12.9% capacity usage. 29.4 mg L^{-1} concentration was enough for entirely saturation.

CONCLUSION

The main results of this study can be summarized as follows.

- Copper sorption capacity of the clinoptilolite sample increased with increasing pH but decreased with increasing ionic strength. Temperature had increasing effect on capacity from 30 to 50 °C; however, it decreased when temperature was increased from 50 to 60 °C.

- NaOH-clinoptilolite had high sorption capacity than raw and KOH-clinoptilolite due to easy exchange tendency of structural sodium in the clinoptilolite.

Table 1. The coefficient of determination values for the Langmuir and Freundlich isotherms

Isotherm	Temperature (°C)		
	40	50	60
Langmuir (R^2)	0.922	0.997	0.951
Freundlich (R^2)	0.449	0.912	0.858

When compared with the raw clinoptilolite, the capacity increase for NaOH-clinoptilolite and KOH-clinoptilolite was 10.4 and 10.06 fold respectively.

- The copper sorption process was endothermic in nature and spontaneous at low concentration and high temperatures.

- Maximum copper sorption capacity of the clinoptilolite sample was calculated as 48.45 mg Cu^{2+}/g after conditioning with NaOH. The maximum capacity of raw clinoptilolite was 10.08 and this was equal to 12.9% capacity usage.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors are grateful for financial support of Balıkesir University Scientific Research Project Department (Project No: 2008/40)

REFERENCES

- Akgul, M., Karabakan, A., Acar, O., Yurum, Y., 2006. Removal of silver (I) from aqueous solutions with Clinoptilolite. *Microporous and Mesoporous Materials*, 94: 99-104.
- Barancikova, G., Makovnikova, J., 2003. The influence of humic acid quality on the sorption and mobility of heavy metals. *Plant Soil Environment*, 49: 565-571.
- Bayramoglu, G., Altintas, B., Arica, M.Y., 2009. Adsorption kinetics and thermodynamic parameters of cationic dyes from aqueous solutions by using a new strong cation-exchange resin. *Chemical Engineering Journal*, 152: 339-346.
- Cabrera, C., Gabaldon, C., Marzal, P., 2005. Sorption characteristics of heavy metal ions by a natural zeolite. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 80: 477-481.

- Cojocaru, C., Trznadel, G.Z., 2007. Response surface modeling and optimization of copper removal from aqua solutions using polymer assisted ultrafiltration. *Journal Membrane Science*, 298: 56-70.
- Özdemir, Y., Dogan, M., Alkan, M., 2006. Adsorption of cationic dyes from aqueous solutions by sepiolite. *Microporous and Mesoporous Materials*, 96: 419-427.
- Demirbas, A., Pehlivan, E., Gode, F., Altun, T., Arslan G., 2005. Adsorption of Cu(II), Zn(II), Ni(II), Pb(II), and Cd(II) from aqueous solution on Amberlite IR-120 synthetic resin. *Journal of Colloid and Interface Science*, 282: 20-25.
- Dogan, M., Alkan, M., 2003. Adsorption kinetics of methyl violet onto perlite. *Chemosphere*, 50: 517-528.
- Ekmekyapar, F., Aslan, A., Bayhan, Y.K., Cakici, A., 2006. Biosorption of copper(II) by nonliving lichen biomass of *Cladonia rangiformis* hoffm. *Journal of Hazardous Materials*, 137: 293-298.
- Erdem, E., Karapinar, N., Donat, R., The removal of heavy metal cations by natural zeolites. *Journal of Colloid and Interface Science*, 280: 309-314.
- Ersoy, B., Celik, M.S., 2002. Electrokinetic properties of Clinoptilolite with mono- and multivalent electrolytes. *Microporous and Mesoporous Materials*, 55: 305-312.
- Escobar, C., Soto-Salazar, C., Toral, M.I. J., 2006. Optimization of the electrocoagulation process for the removal of copper, lead and cadmium in natural waters and simulated wastewater. *Environmental Management*, 81: 384-391.
- Freundlich, H. M. F., 1906. Over the adsorption in solution. *The Journal of Physical Chemistry*, 57: 385-470.
- Hansen, H.K., Rojo, A., Ottosen, L.M., 2005. Electrodialytic remediation of copper mine tailings. *Journal of Hazardous Materials*, 117: 179-183.
- Hsieh, C.H., Loa, S.L., Kuan, W.H., Chena, C.L., 2006. Adsorption of copper ions onto microwave stabilized heavy metal sludge. *Journal of Hazardous Materials*, 136: 338-344.
- Hui, K.S., Chao, C.Y.H., Kot, S.C., 2005. Removal of mixed heavy metal ions in wastewater by zeolite 4A and residual products from recycled coal fly ash. *Journal of Hazardous Materials*, 127: 89-101.
- Inglezakis, V.J., Loizidou, M.D., Grigoropoulou, H.P., 2002. Equilibrium and kinetic ion exchange studies of Pb²⁺, Cr³⁺, Fe³⁺ and Cu²⁺ on natural Clinoptilolite. *Water Research*, 36: 2784-2792.
- Kocaoba, S., Orhan, Y., Akyüz, T., 2007. Kinetics and equilibrium studies of heavy metal ions removal by use of natural zeolite. *Desalination*, 214: 1-10.
- Langmuir, I., 1916. The adsorption of gases on plane surface of glass, mica and platinum. *Journal of The American Chemical Society*, 40: 1361-1368.
- Özdemir, Y., Dogan, M., Alkan, M., 2006. Adsorption of cationic dyes from aqueous solutions by Sepiolite. *Microporous and Mesoporous Materials*, 96: 419-427.
- Özmetin, C., Aydın, Ö., Kocakerim, M.M., Korkmaz, M., Özmetin, E., 2009. An empirical kinetic model for calcium removal from calcium impurity-containing saturated boric acid solution by ion exchange technology using Amberlite IR-120 resin. *Chemical Engineering Journal*, 148: 420-424.
- Petrus, R. Warchol, J.K. 2005. Heavy metal removal by clinoptilolite. An equilibrium study in multi-component systems. *Water Research*, 39: 819-830.
- Sprynskyy, M., Buszewski, B., Terzyk, A.P., Namiesnik, J., 2006. Study of the selection mechanism of heavy metal (Pb²⁺, Cu²⁺, Ni²⁺, and Cd²⁺) adsorption on clinoptilolite. *Journal of Colloid and Interface Science*, 304: 21-28.
- Wingenfelder, U., Hansen, C., Furrer, G., Schulin, R., 2005. Removal of Heavy Metals from Mine Waters by Natural Zeolites. *Environmental Science and Technology*, 39: 4606-4613.
- Woinarski, A.Z., Snape, I., Stevens, G.W., Stark, S.C., 2003. The effects of cold temperature on copper ion exchange by natural zeolite for use in a permeable reactive barrier in Antarctica. *Cold Regions Science and Technology*, 37: 159-168.

Sonokatalitik Oksidasyon ile Direct Blue 71 Azo Boyasının Renk Giderimi

Neşe ERTUGAY¹ Filiz Nuran ACAR²

ÖZET:Bu çalışmada azo grubuna ait Direct Blue 71 (DB71) boyar maddesinin ileri arıtım proses (İOP) yöntemlerinden olan ultrases (US) ile 20 kHz frekansta aktif karbon ve t-butanol ilave edilerek renk giderimi araştırılmıştır. Yalnız ultrases ile yapılan çalışmalarda yeterli verim elde edilememiştir. İlave edilen aktif karbon ile 100 mg L⁻¹ DB71 boyar maddesi için % 78.1, t-butanol ilavesi ile 50 mg L⁻¹ DB71 için ise % 48.4 renk giderim verimleri elde edilmiştir. DB71 boyar maddesi için yapılan hibrit çalışmada ise H₂O₂ ilave edilerek karşılaştırmalı deneyler yapılmıştır. Bunun sonucunda ise 100 mg L⁻¹ DB71 boyar maddesi için en yüksek renk giderimi US/AC/H₂O₂ kombinasyonunda % 81.9 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak ultrases ile DB71 boyar maddesinin renk gideriminde aktif karbonun t-butanol'a göre daha etkili bir katalizör olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Ultrases, renk giderimi, direct blue 71



Decolorization of Direct Blue 71 Azo Dye with Sonocatalytic Oxidation

ABSTRACT: In the study, degradation of Direct Blue 71 (DB71) belonging to azo dyestuff category by ultrasound (US) which is one of the advanced oxidation processes (AOP) accompanied by activated carbon and t-butanol was investigated at 20 kHz frequency. Sufficient decolorization could not be obtained with ultrasound alone. The color removal yields obtained by activated carbon for 100 mg L⁻¹ DB71 dyestuffs and by t-butanol for 50 mg L⁻¹ DB71 were 78.1% and 48.4%, respectively. In the hybrid study, the comparative experiments were carried out by addition H₂O₂ for DB71 dyestuff, and the highest color removal was 81.9% by US/AC/H₂O₂ combination for DB71 dyestuff concentration of 100 mg L⁻¹. Consequently, it was found that activated carbon was more effective catalyst than t-butanol in decolorization of DB71 dyestuff with ultrasound.

Keywords: Ultrasound, decolorization, direct blue 71

¹ Atatürk Üniversitesi, Çevre Sorunları Araştırma Merkezi, Erzurum, Türkiye

² Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Neşe ERTUGAY, nertugay@atauni.edu.tr

GİRİŞ

Günümüzde yılda 700.000 ile 1.000.000 ton arasında tahmini olarak üretilen 100.000' den fazla ticari boya vardır ve endüstride kullanılan boyaların % 50 sinden fazlası azo boyasıdır (Xu et al., 2004; Gupta and Suhas 2009). İki nitrojen (-N=N-) atomundan ibaret olan bir azo gruba sahip olan azo boyları, tekstil endüstrisinde kullanılan boyaların en geniş sınıfıdır (Al-Hamadi et al., 2009). Tekstil endüstrisinde yaygın olarak kullanılan azo boyları toksik ve biyolojik olarak parçalanamadıklarından dolayı çevre için zararlıdır (Gül and Özcan-Yıldırım, 2009). Aşırı miktarda renk ve toksisite özelliği gösteren bu atıksular uygun metotlarla arıtılmadığı takdirde deşarjı, ciddi çevresel problemlere neden olmaktadır (Gönder ve Barlas, 2005; Hanay ve Hasar, 2007; Ferreira-Leitao et al., 2007; Behnajady et al., 2009). Özellikle toksik olmalarından dolayı ağız ve solunum yoluyla deri ve cilt problemlerine neden olmakla birlikte, kanserojenik etkiye sahip oldukları için sadece insan sağlığına değil aynı zamanda ekolojik sisteme ve özellikle suda yaşayan canlılara karşı büyük risksler oluşturmaktadır (Xu et al., 2004; Gupta and Suhas, 2009).

Boyar maddelerin sentetik kökenli olması ve karmaşık aromatik yapılar içermesi, boyların kararlı yapıda olmasını sağlamakta ve bundan dolayı biyolojik ve fizikokimyasal arıtma prosesleri ile arıtılması zorlaşmaktadır. Eğer yeteri kadar arıtılamazlarsa, bu tür kimyasal maddeleri içeren atıksular sadece kentsel kanalizasyon sistemlerinin ya da ikincil arıtma ünitelerinin performansının azalmasına neden olmakla kalmaz, alıcı ortamdaki sucul yaşamın olumsuz yönde etkilenmesine ve estetik açıdan problemlerin oluşmasına da neden olurlar. Bunun gibi bir çok zararlı etkilerinden dolayı boyların giderilmesi için renkli atık suların bir işleme tabi tutulması önemlidir. Atıksulardan boyların giderilmesi için bir çok metot çalışılmıştır (Birgül ve ark., 2007).

Boyar maddelerin gideriminde kullanılan ozonlama, kimyasal indirgeme-oksidasyon, koagülasyon-flokülasyon, adsorpsiyon gibi yöntemler etkin olmalarına karşın yüksek maliyet, zararlı yan ürünlerin oluşumu ve fazla enerji gereksinimi gibi dezavantajlara sahiptir. İleri Oksidasyon Prosesleri (İOP), toksik ve kalıcı özellikteki organik maddeleri hiçbir ayırım yapmadan zararsız son ürünlere dönüştürebilmektedir. Se-

cici olmayan ve hızlı bir şekilde su ortamındaki organik kirliliği okside eden $\cdot\text{OH}$ gibi reaktif türlerin (Eşitlik 1) oluşumuna dayanan İOP; US; US/ H_2O_2 ; US/ TiO_2 , $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$ (Fenton prosesi), UV/ $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$ (Foto-Fenton prosesi) gibi değişik modifikasyonlarda uygulanabilmektedir (Gül ve Özcan-Yıldırım, 2009). Son zamanlarda ultrasonik yöntemlerle boyların giderim çalışmaları önem kazanmaya başlamış olup tek başına kullanılabildiği gibi, çeşitli kimyasal maddeler ile birlikte de uygulanabilmektedir (Tunç, 2008; Güyer and Ince, 2011).



Yüksek enerjili ses dalgaları bir sıvı içinden geçtikleri zaman baloncuk veya kavitasyon oluştururlar. Ultrases işlemi, sıvı içinde hava kabarcıklarının oluşumu ile sonuçlanan mekanik etkidir. Kısaca kavitasyon, ses dalgalarının oluşturduğu kabarcıkların, çok büyük miktarlarda enerji açığa çıkararak oluşması, büyümesi ve çökmesidir. Bu esnada ise oluşan reaktif türleri ($\cdot\text{OH}$, $\cdot\text{H}$, $\cdot\text{HO}_2$, H_2O_2) radikal zincir reaksiyonlarını başlatmaktadır. 18 kHz' in üzerindeki frekanslardaki ultrases kısa dalga boylu basınç dalgalarına yol açmaktadır. Bu işlem kirlilik faktörlerinin etkisizleştirilmesinde temel etken olan akustik kavitasyon (yüksek enerjili kabarcık oluşumu ve çökmesi) sonucu oluşan fiziksel etkiler ve pirolitik şartlardan meydana gelmektedir (Suslick, 1990; Thompson and Doraiswamy, 1999).

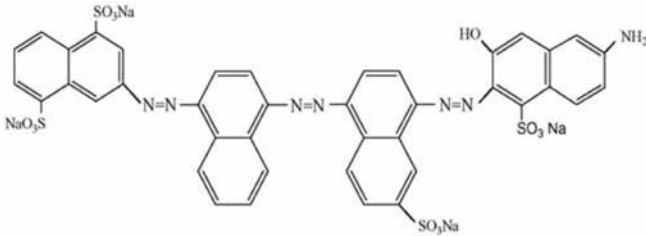
Ultrases ile, sudaki organik bileşiklerin mineralizasyonu tek başına yeterli olmadığı için parçalanma hızını artırabilecek madde ilavesi, $\cdot\text{OH}$ radikal oluşumunu artırır. Bu çalışmada da ultrasesin etkisini artırmak amacıyla 20 kHz'lik ultrases cihazı kullanılarak aktif karbon ve t-butanol ilavesi ile DB71 boya maddesinin renk giderimi sağlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

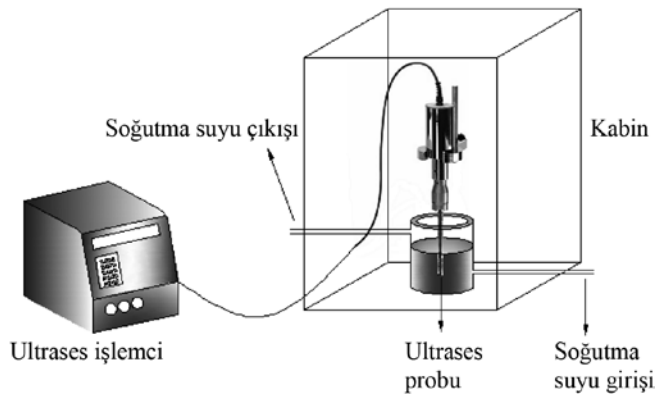
Direct Blue 71 ($\text{C}_{40}\text{H}_{23}\text{N}_7\text{Na}_4\text{O}_{13}\text{S}_4$) kumaş, selüloz, polyester, ipek, deri ve kağıt boyama gibi çeşitli uygulama alanları olan azo grubu bir boyar maddedir. DB71 boyar maddesinin kimyasal yapısı Şekil 1' de özellikleri ise Çizelge 1' de gösterilmiştir. Boyar maddenin stok çözeltisi destile su kullanılarak 1000 mg L^{-1} konsantrasyonunda hazırlanmıştır. Çalışmalarda istenilen pH aralığı

% 10' luk H_2SO_4 (Merck) ve 0.1 M NaOH (Merck) çözeltileri hazırlanarak sağlanmıştır. Aktif karbon Merck kalitesindedir. Yine Merck kalitesinde olan t-butanol (tersiyer butil alkol ($C_4H_{10}O$)) molekül ağırlığı 74.12 g mol^{-1} , yoğunluğu 0.77 kg L^{-1} olup oda sıcaklığında katı haldedir.

Ultrases oksidasyonu çalışmaları için 20 kHz, 750 W (Cole Parmer Ultrasonic Processor) prob tipli ultrases cihazı kullanılmıştır. % 90 amplitude, güç seviyesi (Watt) Powmet-230 Power Meter kullanılarak 95 Watt olarak ölçülmüştür. İstenilen konsantrasyonda hazırlanan boyar madde çözeltisi, uygun pH ayarı yapıldıktan sonra soğuk su ceketli reaktöre konulmuştur. Ultrases cihazının probu su içerisine 3 cm daldırılmıştır. Etkinliği araştırılacak katalizör veya katalizörler ilave edilerek cihaz çalıştırılmıştır. Belirlenen deney süresi sırasında belli aralıklarla numune alınarak 0.45mm membran filtreden geçirilerek (UV-160A Shimadzu) spektrofotometrik olarak renk analizleri yapılmıştır. Deney sırasında sıcaklığın sabit tutulması sağlanmıştır. Ayrıca sistem, gürültüyü kısmi olarak önleyici kabin içinde kurulmuştur.



Şekil 1. DB71 boyar maddesinin moleküler yapısı (Saienand Soleymani, 2007)



Şekil 2. US oksidasyonu deney düzeneği

DB71 boyar maddesinin Ultrases ile arıtımı için yapılan oksidasyon çalışmalarındaki deney düzeneği Şekil 2' de verilmiştir.

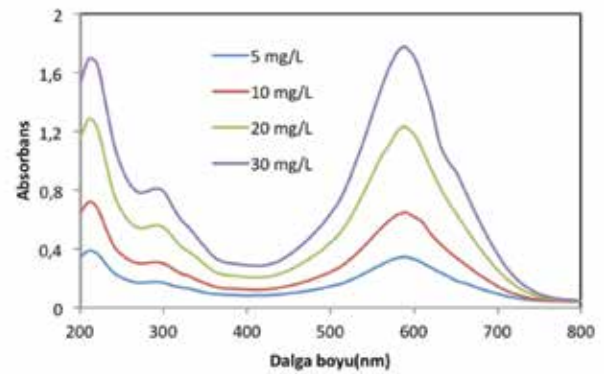
DB71 azo boyar maddesinin 200-800 nm dalga boylarında absorpsiyon taramaları yapılarak maksimum absorpsiyon değerleri tespit edilmiştir. $\lambda=200-400$ nm arasındaki absorpsiyon ölçümleri ile belirlenen maksimum dalga boyu aromatikliği, $\lambda=400-800$ nm arasındaki absorpsiyon ölçümlerinde belirlenen maksimum dalga boyu ise görünür bölgeyi temsil etmektedir. Renk ölçümleri, yapılan spektrum analizi sonucunda görünür bölgede belirlenen 587 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda yapılan spektrum analizi grafiği Şekil 3' de verilmiştir. Bu boyar madde için UV bölgesinde belirlenen maksimum pikler ise 210 ve 290 nm olarak bulunmuştur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

DB71' in ultrasonik parçalanmasına aktif karbonun etkisi: Partikül ilavesinin etkisini araştırmak için

Çizelge 1. Direct Blue 71' in genel özellikleri

Sağlayıcı firma	Aldrich
Sınıfı	Three azo boyar madde
Color İndeks Adı	Direct Blue 71
Kimyasal formülü	$C_{40}H_{23}N_7Na_4O_{13}S_4$
Molekül ağırlığı	1029.9 g mol^{-1}
λ_{max}	587 nm, 290 nm, 210 nm



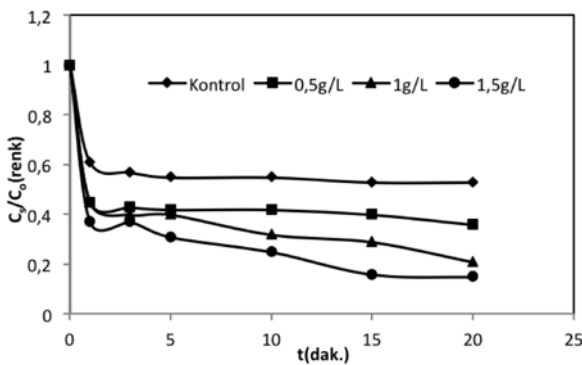
Şekil 3. DB71 boyar maddesi için spektrum analizi

öncelikle Şekil 4’ den de görüldüğü gibi ultrasesin tek başına etkisi araştırılmıştır. Ultrasesin etkisini artırmak için aktif karbon ilave edilmiştir (Edecan, 2006). Aktif karbonun optimum değerini belirlemek için 0,5, 1 ve 1,5 g L⁻¹ dozajlarındaki denemelerin sonucu Şekil 4’ de görüldüğü gibi artan aktif karbon miktarı ile renk giderimi yükselmiştir. 0,5, 1 ve 1,5 g L⁻¹’lık aktif karbon dozajlarındaki renk giderim verimleri sırasıyla % 63,3, % 78,1 ve % 85 olarak hesaplanmıştır. Bunun nedeni ilave edilen aktif karbon ile hem ‘OH radikallerinin hem de kaviteasyon baloncuklarının artmasıdır (Dai et al., 2006).

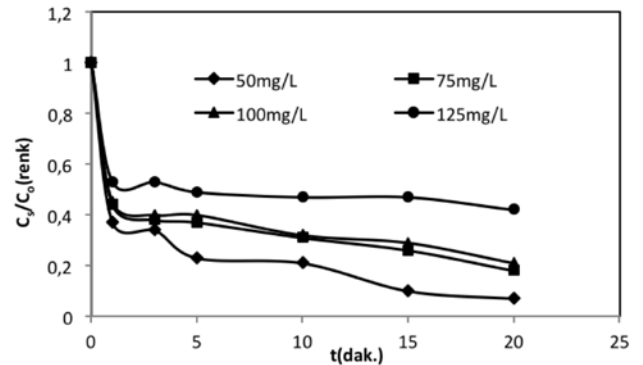
Ultrases üzerine etkili parametrelerden biri olan pH’nın optimum değerini belirlemek için aktif karbonun optimum değeri ile yapılan ultrases çalışmasında pH 5,5 (doğal pH), 2,5 ve 2,0 değerleri denenmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 5’ de gösterilmiştir. Yapılan çalışmada giderim verimleri sırasıyla % 27,4, % 61 ve % 78,1 olarak hesaplanmış ve optimum pH değeri 2,0 olarak seçilmiştir. Sonuçlar göstermektedir ki DB71

boyar maddesinin renk giderimine ultrasesin etkisi asidik şartlarda daha yüksektir. Bu hızlanma muhtemelen asidik ortamdane negatif yüklü -SO₃- gruplarının protonlaşması ve ultrases sonucu hidrofobik karakterde elde edilen molekülün tepkimeyi artırması ile ilişkililabilir (Vajnhandl and Le Marechal, 2007).

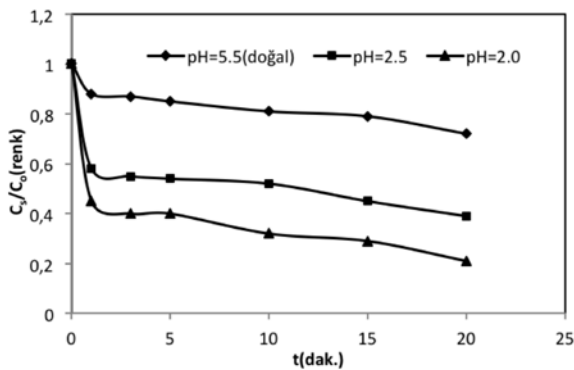
Ultrases üzerine aktif karbon etkisini boya konsantrasyonu üzerinden değerlendirdiğimizde artan boya madde konsantrasyonu ile verim düşmüş fakat giderilen renk miktarı artmıştır. Bu durum, ileri oksidasyon proseslerin özelliklerinden biridir. Boya konsantrasyonunun artması ile azo boya molekülleri ile ‘OH radikalleri arasındaki reaksiyon azalmaktadır. Buna ilaveten ‘OH radikalleri ile özellikle etkileşim halinde olan bütün moleküllerin spesifik olmayan oksidasyonu, ‘OH radikallerinin tükenmesine ve yan reaksiyonların oluşmasına yol açabilir (Zhang et al., 2009). 50, 75, 100 ve 125 mg L⁻¹ boya madde konsantrasyonlarında renk giderim verimleri sırasıyla % 92,5, % 82, % 78,1 ve % 57,5 olarak hesaplanmıştır (Şekil 6).



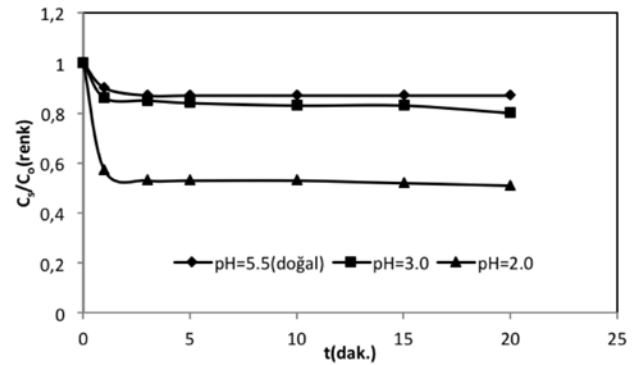
Şekil 4. DB71’ in ultrasonik parçalanmasına aktif karbonun etkisi (C₀=100 mg L⁻¹, pH=2,0, 95 W, T=20 °C, t=20 dak.)



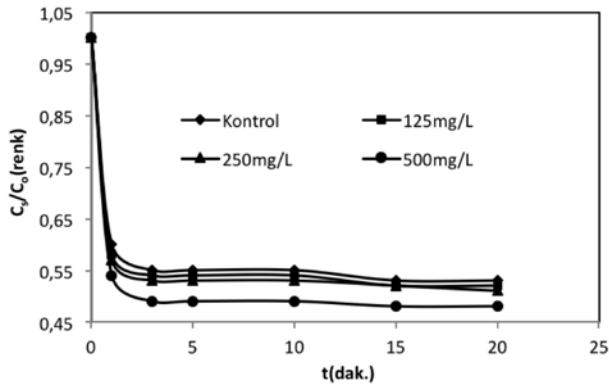
Şekil 6. DB71’ in ultrasonik parçalanmasına boya madde konsantrasyonunun etkisi (aktif karbon=1g L⁻¹, pH=2,0, 95 W, T=20 °C, t=20 dak.)



Şekil 5. DB71’ in ultrasonik parçalanmasına pH’nın etkisi (C₀=100 mg L⁻¹, aktif karbon=1 g L⁻¹, 95 W, T=20 °C, t=20 dak.)



Şekil 7. DB71’ in ultrasonik parçalanmasına pH’nın etkisi (C₀=50 mg L⁻¹, t-butanol= 250 mg L⁻¹, 95 W, T=20 °C, t=20 dak.)



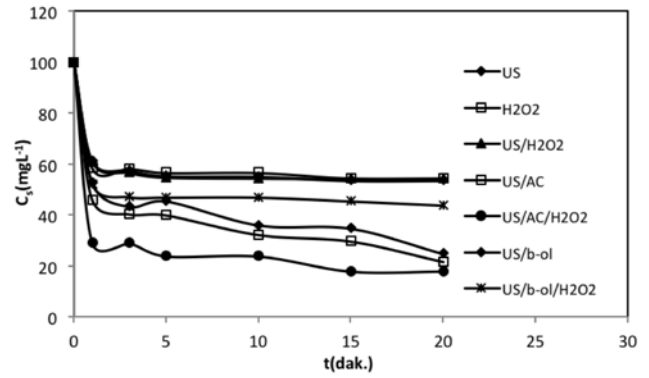
Şekil 8. DB71' in ultrasonik parçalanmasına t-butanol' un etkisi ($C_0=50 \text{ mg L}^{-1}$, $\text{pH}=2.0$, 95 W , $T=20 \text{ }^\circ\text{C}$, $t=20 \text{ dak.}$)

DB71'in Ultrasonik Parçalanmasına Tersiyer Butil Alkolün (t-butanol) Etkisi: Şekil 7' de DB71' in butil alkol ile ultrasonik parçalanmasına pH' nın etkisi 5.5 (doğal pH), 3.0, ve 2.0 pH değerlerinde araştırılmıştır. Yapılan denemelerde yine en iyi giderim en düşük pH' da gözlenmiştir. DB71 boyar maddesi katyonik durum içinde olduğu bileşimlerde çok düşük pH değerlerinde hidrofilik karakterdedir ve parçalanma oranı en düşük pH değerlerinde en yüksektir (Merouani et al., 2010). Renk giderim verimleri sırası ile % 12.8, % 20 ve % 48.4 olarak bulunmuştur.

DB71' in ultrasonik gideriminde 125, 250 ve 500 mg L^{-1} farklı butanol konsantrasyonlarında denemeler yapılmıştır. Sonuçlar Şekil 8' de verilmiştir. Yapılan denemeler sonucunda t-butanol konsantrasyonunun artmasıyla verim artmıştır. Elde edilen verimler sırası ile % 46, % 48.4 ve % 51.7 olarak bulunmuştur. Bu artış, boya molekülleri ile reaksiyona giren oksitleyici maddeler sayesinde oluşan kavitasyon baloncuklarındaki pirolitik bölünmeden kaynaklanmaktadır (Merouani et al., 2010).

Çalışmanın bu son kısmında, DB71 boyar maddesinin sonokatalitik parçalanabilirliğini incelemek için 20 kHz ultrasesve H_2O_2 varlığında ve yokluğunda aktif karbon (AC) ve t-butanol (b-ol) ilave edilerek kalan boyar madde miktarları karşılaştırılarak incelenmiştir. Şekil 9' dan görüldüğü gibi tek başına US, H_2O_2 , US/ H_2O_2 uygulamaları ile yeterli giderim elde edilememiştir.

İlave edilen AC daha etkili bir renk giderimi göstermiştir. US/AC kombinasyonunda renk giderim verimi % 78.1 iken US/AC/ H_2O_2 kombinasyonunda % 81.9' a yükselmiştir. US/t-butanol çalışmasında ise ve-



Şekil 9. DB71' in heterojen US oksidasyonu sonucu kalan boyar madde konsantrasyonu ($C_0=100 \text{ mg L}^{-1}$, $\text{AC}=1 \text{ g L}^{-1}$, t-butanol= 250 mg L^{-1} , $\text{H}_2\text{O}_2=75 \text{ mg L}^{-1}$, $\text{pH}=2.0$, $T=20 \text{ }^\circ\text{C}$, $t=20 \text{ dak.}$, 95 W)

rim % 75 iken H_2O_2 ilavesi ile verim % 56.1'e düşmüştür. H_2O_2 , t-butanol ile yapılan çalışmada oksidasyon kapasitesini düşürmüştür. Fazla miktardaki H_2O_2 daha az reaktif radikallerin üretimine (HO_2^\cdot gibi) veya güçlü $^\cdot\text{OH}$ radikallerinin tüketimine neden olmaktadır. Diğer taraftan düşük H_2O_2 konsantrasyonunun da ise yetersiz $^\cdot\text{OH}$ radikalleri oluşmaktadır. Bu yüzden optimum H_2O_2 konsantrasyonunu belirlemek çok önemlidir (Elmorsi et al., 2010).

SONUÇ

DB71 boyar maddesinin 20 kHz % 90 dalga genliğinde US ile artırılabilirliğini incelemek ve etkinliğini artırmak üzere 100 mg L^{-1} boyar madde konsantrasyonunda ve 1 g L^{-1} aktif karbon dozunda yapılan pH (2.0, 2.5 ve 5.5) denemesi sonucunda en yüksek verim $\text{pH}=2.0$ 'de % 78.1 olarak bulunmuştur. DB71 boyar maddesinin 20 kHz, 95W gücünde aktif karbon dozu ($0.5, 1$ ve 2 g L^{-1}) ve boyar madde konsantrasyon (50, 75, 100 ve 125 mg L^{-1}) denemesi sonucunda ise 1 g L^{-1} aktif karbon, $\text{pH}=2.0$ 'de çalışılan konsantrasyonlarda verimler sırasıyla % 92.5, 82, 78.1 ve 57.5 olarak bulunmuştur.

Son olarak DB71 boyar maddesinin 20 kHz ve 95 W US ile artırılabilirliğini incelemek ve etkinliğini artırmak üzere 50 mg L^{-1} boyar madde konsantrasyonunda, pH (2.0, 3.0 ve 5.5) ve t-butanol miktarının (125, 250 ve 500 mg L^{-1}) etkileri araştırılmıştır ve en yüksek verim $\text{pH}=2.0$ ve 250 mg L^{-1} t-butanol ile % 48.4 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak DB71 boyar maddesinin US ile artırmada t-butanolün etkisi aktif karbona göre daha azdır.

KAYNAKLAR

- AlHamedi, F.H., Rauf, M.A., Salman Ashraf, S., 2009. Degradation studies of Rhodamine B in the presence of UV/H₂O₂. *Desalination*, 239: 159-166.
- Behnajady, M.A., Modirshahla, N., Shokri, M., Vahid, B., 2009. Design equation with mathematical kinetic modeling for photooxidative degradation of C.I. Acid Orange 7 in an annular continuous-flow photoreactor. *Journal of Hazardous Materials*, 165: 168-173.
- Birgöl, A., Kutlu, S., Solmaz, A., 2007. Tekstil endüstrisi atıksuları üzerinde ileri oksidasyon ve kimyasal arıtma prosesleri kullanılarak KOİ ve renk gideriminin araştırılması. *Ekoloji*, 15(62): 72-80.
- Dai, Y., Li, F., Ge, F., Zhu, F., Wu, L., Yang, X., 2006. Mechanism of the enhanced degradation of pentachlorophenol by ultrasound in the presence of elemental iron. *Journal of Hazardous Materials*, B137: 1424-1429.
- Edecan, M.E., 2006. Kombine ultrases/aktif karbon kullanarak tekstil boyar maddesinin renk gideriminin modellenmesi ve optimizasyonu. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Erzurum.
- Elmorsi, T.M., Riyad, Y.M., Mohamed, Z.H., Abd El Bary, H.M.H., 2010. Decolorization of Mordant red 73 azo dye in water using H₂O₂/UV and photo-Fenton treatment. *Journal of Hazardous Materials*, 174: 352-358.
- Ferreira-Leitao, V.S., Andrade de Carvalho, M.E., Bon, E.P.S., 2007. Lignin peroxidase efficiency for Methylene Blue decolouration: Comparison to reported methods. *Dyes and Pigments*, 74: 230-236.
- Gönder, Z.B., Barlas, H., 2005. Fenton prosesi ile renkli atıksulardan renk ve KOİ giderimi. II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi MBGAK İstanbul, 17-19.
- Gül, Ş., Özcan-Yıldırım, Ö., 2009. Degradation of Reactive Red 194 and Reactive Yellow 145 azo dyes by O₃ and H₂O₂/UV-C processes. *Chemical Engineering Journal*, 155: 684-690.
- Gupta, V.K., Suhas, 2009. Application of low-cost adsorbents for dye removal -A review. *Journal of Environmental Management*, 90: 2313-2342.
- Guyer, G.T., Ince, N.H., 2011. Degradation of diclofenac in water by homogeneous and heterogeneous sonolysis. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18: 114-119.
- Hanay, Ö., Hasar, H., 2007. Fenton oksidasyon prosesi ile tekstil endüstrisi atıksuyunda renk giderimi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimler Dergisi*, 19(4): 505-509.
- Merouani, S., Hamdaoui, O., Saoudi, F., Chiha, M., 2010. Sonochemical degradation of Rhodamine B in aqueous phase: Effects of additives. *Chemical Engineering Journal*, 158: 550-557.
- Saien, J., Soleymani, A.R., 2007. Degradation and mineralization of Direct Blue 71 in a circulating upflow reactor by UV/TiO₂ process and employing a new method in kinetic study. *Journal of Hazardous Materials*, 144: 506-512.
- Suslick, K.S., 1990. Sonochemistry. *Science*, 247: 1439-1445.
- Thompson, L.H., Doraiswamy, L.K., 1999. Sonochemistry: Science and Engineering. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 38: 1215-1249.
- Tunç, Ö., 2008. C.I. Reactive Orange 107 tekstil boyar maddesinin ultrasonik ve mikrobiyal gideriminin tekli ve ardışık sistemlerde incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Vajnhandl, S., Le Marecha, A.M., 2007. Case study of the sonochemical decolouration of textile azo dye Reactive Black 5. *Journal of Hazardous Materials*, 141: 329-335.
- Xu, X.R., Li, H.B., Wang, W.H., Gu, J.D., 2004. Degradation of dyes in aqueous solutions by the Fenton process. *Chemosphere*, 57: 595-600.
- Zhang, H., Zhang, J., Zhang, C., Liu, F., Zhang, D., 2009. Degradation of C.I. Acid Orange 7 by the advanced Fenton process in combination with ultrasonic irradiation. *Ultrasonics Sonochemistry*, 16: 325-330.

Erzurum Merkez İlçede Et ve İthal Et Tüketme Durumunu İnceleyen Bir Araştırma

Semiha KIZILOĞLU¹ Rüveyda KIZILOĞLU²

ÖZET: Bu çalışmada, Erzurum ili kent merkezinde 287 hane ile görüşülerek, et tüketiminin ve ithal ete bakış açılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında, hanehalklarının Erzurum il merkezini en iyi şekilde temsil etmesi için, merkez ilçede bulunan mahalleler sosyo-ekonomik özelliklerine göre düşük, orta ve yüksek gelirli olmak üzere üç gruba ayrıldı. Hanelerin gelir düzeyi ile görüşülen kişinin eğitim durumu, hanelerin et satın alım sıklığı ve satın alırken dikkat edilen (hijyen ve marka) faktörler arasında herhangi bir ilişki olup olmadığını ortaya koyabilmek amacıyla khi kare (X^2) analizi yapıldı. Araştırma sonuçlarına göre; Hanelerin % 76.66' sının yerli et tercih ettiğinin belirlenmiş olması nedeniyle, Erzurum il merkezinde ithal et tercih edilme oranının çok düşük olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Erzurum, ithal et, et, Et tüketimi, Khi-kare (X^2)

A Study Investigation The Status Related to The Meat and Imported Meat Consumption in The Center District of Erzurum

ABSTRACT: In this study, the determination of their perspectives on the meat consumption and the imported meat by consultation with 287 households in the city center of Erzurum province were aimed. In the research, neighborhoods in the central districts were divided into three groups that have the low, medium and high income according to their socio-economic characteristics to represent for the best way the city center of Erzurum of the households. The chi-square (X^2) analysis was conducted to determine whether there is or isn't any relationship among the factors which are frequency of the meat purchase and paid attention to buy the meat of the households the income level of households and the education level of the interviewed person. It was determined that 76.66% of the households preferred the local meat. It can be said that the preferring rate of the imported meat in the center of the province of Erzurum was very low.

Keywords: Erzurum, imported meat, meat, consumer meat, Chi-square(X^2)

¹ Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum, Türkiye

² Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tokat, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Rüveyda KIZILOĞLU, ruveyda.kiziloglu@gop.edu.tr

GİRİŞ

Türkiye’de artan nüfusun meydana getirdiği talep ve yükselen sosyo-ekonomik refah düzeyi et üretiminin artırılmasını zorunlu kılmaktadır (Aydın ve ark., 2010).

Nüfusun ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin yeterli ve hızlı bir şekilde karşılanması gelecek kuşakların sağlıklı olarak yetişmesinde hayvancılık önemli bir yer tutmaktadır (Karakuş, 2011). Sağlıklı ve dengeli bir beslenmede, günlük protein gereksiniminin %40-50’si hayvansal kökenli gıdalardan karşılanmaktadır (Göğüş, 1986; Yaylak ve ark., 2010). Özellikle hayvansal protein gereksinimi için kırmızı et, beyaz etle birlikte önemli bir yer oluşturmaktadır (Akbulut, 2008). Genellikle ülkelerin gelişmişliği ve hayat standardının belirlenmesinde kişi başına düşen et ve hayvansal protein tüketimi önemli bir ölçüt olarak görülmektedir (Göğüş, 1986; Yücel, 2001). Türkiye’de kişi başına düşen günlük hayvansal protein miktarı çok düşük olup (26 g), Avrupa Birliği (27) ve Amerika Birleşik Devletleri’nde bu değer sırasıyla; 62 ve 74 gram düzeyindedir (FAO, 2011). Türkiye’de et tüketiminin düşük olmasının temel nedenlerinden birisi, tüm dünyada olduğu gibi, diğer gıdalara göre pahalı olmasıdır (Tömek, 1989). Günümüzde hayvansal ürün tüketim düzeyi, ülkelerin gelişmişlik göstergesi olarak ele alınmaktadır. Bunun nedeni; et, süt, yumurta gibi hayvansal proteinli gıdaların insan beslenmesindeki önemidir. Gelişmekte olan ülkelerde sosyal ve ekonomik gelişmelerine paralel olarak hayvansal ürün tüketim yapısı değişmekle birlikte tüketim miktarları giderek artmaktadır (Kan ve Direk, 2004). İnsanların dengeli ve yeterli beslenmesi için et üretimini artırmaya yönelik çabaların yanında, tüketicilerin et tüketim davranışlarının belirlenmesi büyük bir öneme sahiptir. Et tüketim davranışlarının bölgesel ve özellikle yöresel olarak saptanması, tüketicilerin et çeşidi, etin işlenmesi ve sunumu gibi konularda tercihlerinin belirlenmesi açısından önemlidir. Et tüketimi yeterli protein alınması bakımından insan sağlığı için gerekli bir besin maddesidir. Ancak son yıllarda sağlık nedeniyle kırmızı et tüketimi tartışılmaktadır. Tüketim yapısının oluşmasında sosyokültürel yapı, alışkanlıklar ve ekonomik durumlar etkili olmaktadır. Geleneksel yapı ve alışkanlıklar da tüketimi etkilemektedir. Bunların yanı sıra ete olan talebi, etin fiyatının artması, artan fiyata karşı ithal et satımının başlanması da etkilemektedir.

Türkiye’de tüketicilerin ithal hayvansal ürünler ilgili davranışlarını araştıran çalışmalar incelendiğinde; Karabaş (2012), Ankara ilindeki tüketicilerin ithal hayvansal gıdaların tüketimi konusunda tüketicilerin tutum ve davranışları üzerinde etkili olan; sosyal, ekonomik, demografik ve inanç faktörleri logit regresyon analizi ile belirlemeye çalışmıştır. Aydın ve ark. (2011), çalışmalarında Türkiye’de kırmızı et fiyatlarında 1985-2010 yılları arasında meydana gelen değişimler; önemli ekonomik olaylar ile kasaplık hayvan ve kırmızı et ithalatı kararları çerçevesinde incelenmeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucunda, son dönemlerde uygulanan politikaların yetersizliği neticesinde, canlı hayvan ve kırmızı fiyatlarındaki istikrarsızlık mali risk üretici ve artan mali risk üreticilerin hedef ve beklentilerini olumsuz yönde etkilemiş olduğuna varılmıştır. Karakuş (2011), Türkiye’de kasaplık canlı hayvan ve kırmızı etin dışarıdan ithaline izin verilmesi sonucu oluşan ve ileride olması muhtemel sonuçlarını ortaya koymaya çalışmıştır. İthalat ile Türkiye hayvan yetiştiricilerinin olumsuz ve telafi edilemeyecek şekilde etkilenmelerine karşın önlemler alınmaması karşılığında, et ithali ile etlerde meydana gelen geçici düşük fiyatlar yetiştiricinin elindeki hayvanları kasaba göndererek hayvancılık faaliyetine son vermeleri anlamına geldiği buda tecrübeli üreticilerin yetiştireceği genç neslin yeni faaliyet kollarına kayacağı sonucunu doğuracağı çalışmada ortaya konulmuştur. Aydın ve ark. (2010), çalışmalarında; Kars, Erzurum ve Ankara illerinden toplam 82 entansif sığır besi işletmesi sahibiyle görüşerek, kırmızı ette yaşanan kriz ile ithalat kararı alınmasını doğuran sürecin nedenlerinin, canlı hayvan ile kırmızı et ithalatı hakkındaki besiciler görüşlerinin, ithalat kararının besiciler üzerindeki etkilerinin, sektörde olası yansımaların ve ileriye dönük çözüm önerilerinin tespit edilmesi amaçlamışlardır. Sonuç olarak; ulusal çıkarların korunması açısından orta ve uzun dönemde canlı hayvan ile kırmızı et ithalat kararından vazgeçilmesi, gümrük vergilerinin artırılması ve ülke genelinde besicilik faaliyetinde üretim maliyetini azaltıcı, verim ve kaliteyi teşvik edici nitelikte ve etkin hayvancılık politikalarının süratle hayata geçirilmesi büyük önem taşıdığı belirlenmiştir.

Tüketim yapılarının modellenmesinde çok sayıda yöntem kullanılmaktadır (Bellemare and Barrett, 2006). Türkiye’de çalışmalar incelendiğinde Şanlıurfa ilinde yapılan araştırmada et ve et ürünleri tüketimini

etkileyen faktörler, standart devamlı talep modellerine göre belirlenmiştir (Karlı ve Bilgiç, 2007). Et tüketim yapısını klasik anlamda inceleyen çok sayıda çalışma mevcuttur (Richardson, 1994; Yıldırım ve ark., 1998; Kaabia et al., 2001; Sanchez et al., 2001; Corsi and Novelli, 2002; Gracia and Zeballos 2003; Aygün ve ark., 2004; Atay ve ark., 2004; Aygün ve ark., 2004; Kara ve ark., 2004; Gündüz ve ark., 2006; Sarıözkan ve ark., 2007; Karakuş ve ark., 2008; Karakaş, 2010).

Et tüketimi ekonometrik olarak da modellenmiştir (Özçiçek, 2003; Alfnes, 2004; Miran ve Akgüngör, 2005; Jabarin, 2005; Tosun, 2006; Mutlu, 2007; Rydell et al., 2008; Sepúlveda et al., 2008; Yen et al., 2008; Cankurt ve ark., 2010).

Bu araştırmanın amacı, Erzurum merkez ilçede yaşayan hanehalklarının et tüketimini ve ithal ete bakış açılarını belirlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu Araştırmanın materyalini, Erzurum ilçe merkezindeki kentsel alanda ki hanelerden anket yoluyla elde edilen veriler oluşturmuştur.

Örnekleme Yöntemi

Ana kitlenin en iyi düzeyde temsil edilecek örnek sayısının belirlenmesinde oransal yaklaşımdan yararlanılmıştır (Miran, 2003).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_p^2 + p(1-p)}$$

n= örnek büyüklüğü, N= populasyon büyüklüğü (TUİK, 2011), p= tahmin oranı (0.5 maksimum örnek büyüklüğü için), σ_p^2 = oran varyansı (maksimum örnek hacmine ulaşmak için % 95 güven aralığında tablo değeri 1.96 ve % 5 hata payı ile). Ana kitleyi oluşturan hanehalklarının özellikleri başlangıçta bilinmediği için, örnek hacmini maksimum kılacak şekilde p=0.5 olarak alınmış ve örnek hacmi 287 hanehalkı olarak bulunmuştur. Görüşülecek hanehalkı sayısının belirlenmesinde, yerleşim birimlerinin toplam popülasyon içindeki payları esas alınmış (Engindeniz ve Çukur, 2003; Armağan

ve Akbay, 2007; Pazarlıoğlu ve ark., 2007) ve örneğe alınan hanehalkları tesadüfi olarak belirlenmiştir.

Analiz Yöntemi

Tek veya birden fazla faktörü bir arada incelemek üzere veriler sınıflandırılarak gerekli istatistikî yöntemlerle test edilmiştir. Hanelerin gelir düzeyi ile görüşülen kişinin eğitim durumu, hanelerin et satın alım sıklığı ve satın alırken dikkat edilen (hijyen ve marka) faktörler arasında herhangi bir ilişki olup olmadığını ortaya koyabilmek amacıyla khi kare (X^2) analizi yapılmıştır. X^2 'nin formülü aşağıdaki gibidir (Gujarati, 1995; Mirer, 1995):

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Formülde; X^2 =Khi kare değeri, O_i =Gözlenen frekans değeri, E_i =Beklenen frekans değeridir.

BULGULAR

Gelirin, et tüketim tercihi üzerine olan etkisini araştırmak için görüşülen hanehalklarının gelir grupları düşük (1.000 TL ay⁻¹ ve daha az gelire sahip olan haneler), orta (1001-2000 TL ay⁻¹) ve yüksek (2001 ve daha fazla gelire sahip haneler) olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Araştırma kapsamında yer alan hanehalklarının, % 27.18'i düşük gelirli, % 40.42'si orta gelirli ve geriye kalan % 32.40' ı da yüksek gelirli oluşturmuştur. Alış-verişler hane reisi tarafından yapıldığından incelenen hanelerde gelir gruplarına göre hane reisinin eğitim durumu çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre, anket yapılan hane reisinin ortalama olarak % 0.35' i okur-yazar, % 21.95' i ilköğretim mezunu, %16.38'i ortaokul mezunu, % 29.27'si lise mezunu ve % 26.48'i üniversite mezunu ve % 5.57 sinde yüksek lisans veya doktorasının yapmış olduğu belirlenmiştir. İncelenen hane reisinin eğitim durumu ile gelir düzeyi arasında bir bağımlılık vardır (P<0.01).

Çizelge 2' de kentsel yerleşim yerinde ikamet eden hanelerin gelir grupları itibariyle ortalama hanehalkı kullanılabilir gelirleri, toplam tüketim harcamaları, toplam hayvansal ürünler harcamaları ile ortalama hanehalkı genişlikleri verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, anket sonuçlarına göre ortalama hane halkı genişliği 4.23 olarak bulunmuştur.

Çizelge 1. Hane reisinin eğitim durumu

Gelir Gurupları	Okur-Yazar	İlkokul	Ortaokul	Lise	Üniversite	Lisansüstü
Düşük	-	32	16	23	7	-
Orta	1	26	24	42	21	2
Yüksek	-	5	7	18	48	14
Toplam	1	63	47	84	76	16
%	0.35	21.95	16.38	29.27	26.48	5.57
X ² = 93.731		Sd = 10		P = 0.000		

Çizelge 2. Kentsel yerleşim yerlerinde incelenen hanelerin özellikleri

Gelir Grupları	Aylık Ortalama Gelir (TL) D	Aylık Ortalama Harcama (TL) A	Aylık Ortalama Gıda Harcaması (TL) B	Aylık Ort. Hay. Ürünler Harcaması (TL) C	Oran (B/A)	Oran (C/B)	Ortalama Hanehalkı Genişliği (Kişi)	Oran (D/A)
Düşük	745.94	725	293.01	95.51	40.42	32.60	4.03	97.19
Orta	1680.00	1530.00	546.01	193.49	35.69	35.35	4.05	91.07
Yüksek	3560.00	2750.00	997.15	272.90	36.25	27.38	4.03	77.25
Genel	2033.00	1707.00	624.65	192.60	36.59	30.83	4.23	28.55

Kentsel yerleşim yerinde yaşayan en yüksek gelir grubunda bulunan hanelerin ortalama geliri, en düşük gelir grubunda bulunan hanelerin ortalama gelirinin yaklaşık olarak 4.78 katıdır. Aylık ortalama toplam harcamaların hane geliri içindeki oranı % 28.55' dir. Ortalama hanehalkı harcamaları içinde gıda harcamalarının aylık ortalama harcamanın % 36.59' nu oluştururken, gıda harcamaların % 30.83' ü hayvansal ürünlere ayrıldığı tespit edilmiştir. Hanehalklarında aylık hayvansal ürünler tüketim harcamaları değeri mutlak olarak gelir düzeyi ile orantılı olarak artmakta olduğu gözlenirken oransal olarak bir azalma olduğu gözlenmiştir. Örneğin; toplam gıda harcamaları içindeki oranı, en düşük gelir grubunda % 32.60 iken, en yüksek gelir grubunda bu oran % 27.38 olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 2' de görüleceği üzere, hanehalklarında aylık ortalama gıda harcamalarının toplam harcamalardaki payı gelir yükseldikçe azalmaktadır. Örneğin, en düşük gelir grubundaki haneler gelirlerinin % 40.42' sini, en yüksek gelir grubundaki haneler ise % 36.25' ni gıda harcamalarına ayırmaktadır.

Erzurum ili merkez ilçede kentsel alanda hanehalklarının gelir gurupları itibariyle hayvansal ürünler tüketim miktarları Çizelge 3' de verilmiştir. Kentsel alanda hanelerin aylık ortalama kırmızı et tüketim miktarı 3.30 kg ile 5.64 kg arasında olup, ortalama 4.98 kg olarak bulunmuştur. Anket sonuçları gelir yükselmesine para-

lel olarak kırmızı et tüketim miktarının da arttığı, ortalama hanehalkı genişliği dikkate alınarak kişi başına kırmızı et tüketimi hesaplandığında kentsel alanda kişi başına düşen kırmızı et tüketimi 1.18 kg ay⁻¹ olduğu bulunmuştur. Kırmızı ette olduğu gibi, beyaz etinde de gelir düzeyi yükseldikçe ortalama tüketim miktarı da giderek artış eğilimi göstermektedir. Kişi başına beyaz et tüketimi kentsel alanda aylık 2.74 kg' dır. İncelenen hanelerde aylık ortalama tereyağı tüketim miktarı 5.31 kg hane⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Genel olarak, gelir yükseldikçe tereyağı tüketiminin de arttığı görülmektedir. Kişi başına tereyağı tüketimi ise kentsel alanda aylık ortalama 1.26 kg olarak saptanmıştır. Yine çizelge 3 incelendiğinde, kentsel kesimde aylık ortalama taze süt tüketimi 12.84 litre/hane olduğu görülmektedir. Gelir düzeyi yükseldikçe hanehalkının ortalama taze süt tüketimi yükselmektedir. Kişi başına süt tüketimi kentsel kesimde 3.04 litredir. Kişi başına yoğurt tüketimi ise 2.10 kg' dır. Çizelge 3 incelenmeye devam edilirse, Erzurum ilçe merkezinde hanehalkı başına peynir tüketimi 0.98 kg ay⁻¹ olarak saptanmıştır. Kentsel alanda ortalama olarak ayda 28.06 adet/hane yumurta tüketilmektedir. Anket yapılan hanelerde kişi başına ortalama aylık yumurta tüketimi kentsel kesimde 6.65 adettir.

Anket yapılan hanelerde et alım sıklığı, gelir düzeylerine göre haftada birden fazla, haftada bir, on beş günde bir ve ayda bir şeklinde belirlenmiştir. Et alım

Çizelge 3. Hanelerin gelir grupları itibariyle hayvansal ürünler tüketim miktarları

Ürün Grup / Gelir Grupları	Kırmızı Et (kg ay ⁻¹)	Beyaz Et (kg ay ⁻¹)	Diğer Et Ürünleri (kg ay ⁻¹)	Tereyağı (kg ay ⁻¹)	Taze Süt (lt ay ⁻¹)	Yoğurt (kg ay ⁻¹)	Peynir (kg ay ⁻¹)	Diğer Süt Ürünleri (kg ay ⁻¹)	Yumurta (adet ay ⁻¹)
Düşük	3.30	12.88	-	2.04	3.76	3.48	2.44	0.60	22.04
Orta	5.64	11.53	-	9.20	17.04	11.92	5.64	4.40	25.88
Yüksek	5.58	10.24	3.76	4.68	17.72	11.16	4.40	1.24	36.26
Ortalama	4.98	11.55	1.25	5.31	12.84	8.85	4.16	2.08	28.06

Çizelge 4. Et satın alım sıklığı

Gelir Grupları	Haftada 2-3 kez		Haftada bir		On beş günde bir		Ayda bir		
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%	
Düşük	4	5.13	8	10.26	53	67.94	13	16.67	
Orta	7	6.03	50	43.11	26	22.41	33	28.45	
Yüksek	26	27.96	46	49.46	15	16.13	6	6.45	
Ortalama	37	12.89	104	36.24	94	32.75	52	18.12	
X ² = 99.820		Sd = 6		P = 0.000					

Çizelge 5. Et satın alımında dikkat edilen özellikler*

Gelir Grupları	Tazelik	Fiyat	Hijyen	Kalite	Marka	Ucuzluk
				Frekans		
Düşük	68	47	46	46	48	26
Orta	95	73	41	53	47	30
Yüksek	83	46	63	52	54	12
Ortalama	82	55.33	50	50.33	49.67	22.67
				%		
Düşük	87.18	60.26	58.97	58.97	61.54	33.33
Orta	81.89	62.93	35.34	45.69	40.52	25.86
Yüksek	89.25	49.46	67.74	55.91	58.06	12.90
Genel	85.71	57.84	52.26	52.61	51.92	23.69
			X ² = 23.648		X ² = 10.339	
			sd = 2		sd = 2	
			P = 0.000		P = 0.006	

*Birden çok seçeneğe cevap verildiği için toplam 100' ü aşmaktadır.

sıklığı haftada birden fazla olanların oranı gelir grupları itibariyle % 5.13, % 6.03 ve % 27.96'dır. Haftada bir kez et alanların oranı % 10.26, % 43.11 ve % 49.46, on beş günde bir et alanların oranı % 67.94, % 22.41 ve % 16.13 ve ayda bir kez et alanların oranı ise % 16.67, % 28.45 ve % 6.45 olarak bulunmuştur. Ortalama olarak hanelerin % 18.12'si ayda bir, % 32.75'i on beş günde bir, % 36.24' ü haftada bir ve % 12.89' u ise haftada birden fazla kez et aldıkları belirlenmiştir. Bu da hanelerin büyük oranda on beş günde bir kez et satın aldıklarını ortaya koymaktadır (Çizelge 4). Hanelerin gelir düzeyi ile et satın alım sıklığı arasında anlamlı

ilişki saptanmıştır (P<0.01). Çizelge 4 incelendiğinde hanelerin gelir seviyesi arttıkça et alım sıklığının arttığı gözlenmektedir.

Çizelge 5' de gelir gruplarına göre eti satın alırken dikkat ettikleri özellikler verilmiştir. Erzurum ili merkez ilçede hanelerin göz önüne aldıkları en önemli özellikleri etin tazeliği (% 85.71), fiyatı (% 57.84) ve kalitesi (% 52.61)'dir. Tüm gelir grupları etin taze olmasına önem vermektedir. Gelir seviyesi arttıkça et satın alımında ucuzluğun önemi giderek azalmaktadır (Çizelge 5).

Çizelge 6. Et tüketiminde fiyatın etkisi

Gelir Grupları	Kesinlikle Önemli		Önemli		Önemsiz		Kesinlikle Önemsiz	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Düşük	60	76.92	13	16.67	4	5.13	1	1.28
Orta	48	41.38	59	50.86	7	6.03	2	1.72
Yüksek	35	37.63	29	31.18	28	30.12	1	1.08
Genel	143	49.83	101	35.19	39	13.59	4	1.39

Çizelge 7. Kırmızı Et Alım Tercihi

Gelir Grupları	Yerli		İthal		Fark Etmez	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Düşük	44	56.41	18	23.08	16	20.51
Orta	95	81.90	5	4.31	16	13.79
Yüksek	81	87.10	-	-	12	12.90
Genel	220	76.66	23	8.01	44	15.33

Çizelge 8. Hanelerin et tüketim miktarı (kg ay⁻¹) ve satın aldıkları fiyat (TL)

Gelir Grupları	2009 Yılı		2010 (ilk altı ay)		2010 (son altı ay)	
	Miktar (kg ay ⁻¹)	Fiyat (TL)	Miktar (kg ay ⁻¹)	Fiyat (TL)	Miktar (kg ay ⁻¹)	Fiyat (TL)
Düşük	3.96	11.33	3.32	14.79	3.28	13.91
Orta	6.64	16.14	5.68	22.27	5.60	22.42
Yüksek	6.04	15.30	5.60	20.91	5.56	20.52
Genel	5.68	14.56	5.00	19.79	4.96	19.49

Hanelerin eti satın alırken dikkat ettikleri özelliklerden hijyen ve marka ile gelir düzeyi arasında anlamlı bir ilişki vardır ($P < 0.05$).

Hanelerin et tüketiminde fiyatın bir etkisi olup olmadığını tespit etmek için kesinlikle önemli, önemli, önemsiz ve kesinlikle önemsiz olarak derecelendirme yapıldığında gelir seviyesi arttıkça kesin önemlilik azalış gösterdiği dikkat çekmektedir. Kentsel alanda hanelerin ortalama olarak % 49.83'ü kesinlikle önemli derken % 1.39 kesinlikle önemsiz bulmuşlardır (Çizelge 6).

Hanelerin et alım tercihinde gelir seviyesi arttıkça yerli etti tercih etmekle beraber ortalama da % 76.66'nın yerli etti tercih ederken gelir seviyesi arttıkça ithal et tercihinin azaldığı tespit edilmiştir. Hanelerin gelir seviyesi ile ters ilişkili olmakla beraber ortalama % 15.33'nün ithal veya yerli ettin önemli olarak bulmaktadır (Çizelge 7).

Çizelge 8' de görüşülen kişilerin 2009 ve 2010 et tüketim miktarları ve satın aldıkları fiyatları gösterilmiştir. Etin fiyatının yükselmesinden dolayı devletin fiyatları düşürmek için izlediği politikalarından biri de

2010 yılının ilk yarısından sonra et ithalatlara gerçekleştirmek olmuştur. 2009 yılında gelir gruplarında tüketim miktarı değişiklik göstermekle beraber en fazla yüksek grubu 6.04 kg ile en fazla tüketen iken 2010' in ikinci yarısından sonra orta gelir grubu (5.60 kg ay⁻¹) en fazla tüketen grup olarak gözlenmiştir. 2010' in ilk yarısında fiyatlar geçen yıla göre % 35.92 artış gösterirken, 2010' in son döneminde % 33.86 oranında artış olduğu hesaplanmıştır. Yani devlet fiyat düşürme politikasında Erzurum ili merkezde tüketiciler 2010 yılının ilk yarısına göre son yarısına da % 1.52 oranında daha düşük fiyata satın almıştır. Tüketim miktarına bakılırsa; 2010' un ilk yarısında fiyatlar geçen yıla göre % 11.97, son yarısında ise % 12.68 oranında azalış gösterirken aynı şekilde tüketiciler 2010' in yılının ilk yarısına göre son yarısına da % 0.8 oranında daha düşük tükettikleri saptanmıştır. Fiyatların düşmesi tüketilen et miktarında bir artışa değil de aksine bir azalışa sebebiyet vermiştir.

SONUÇ

Erzurum ili kent merkezinde 287 hane ile görüşülerek et tüketimini ve ithal ete bakış açılarını belir-

lenmesi amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında, büyük çoğunluğunun (% 40.42) orta gelirli hanelerin oluşturduğu araştırmanın sonucunda X^2 analizine göre; gelir ile hane reisinin eğitim durumu, et satın alım sıklığı, hijyen ve markası arasında anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Hanelerin ortalama gelirleri 2033.00 TL olup 1707.00 TL aylık ortalama harcama yaptıkları tespit edilmiştir. Görüşülen hanelerin aylık harcamalarının yüzde % 11.28 et harcaması olduğu tespit edilmiştir.

Hanelerin % 76.66'sının yerli et tercih et ettiği göz önüne alınırsa, Erzurum ili il merkezinde ithal et tercih edilme oranı çok düşük olduğu söylenebilir. İthal eti fiyatı daha düşük olduğundan düşük gelir grubu daha fazla (% 23.08) tercih etmektedir.

İthal etin 2010 yılının son altı ayında Türkiye'ye girdiğini göz önüne alırsak, araştırma sonucunda ithal et tüketim olmayınca artan yerli et fiyatına karşın tüketimde dikkate değer bir düşüş yaşanmadığı tespit edilmiştir. Bu da güven, kalite ve markanın önemli çıkmasının nedenini açıklamaktadır.

Araştırmanın sonucu olarak; artan yerli et fiyatına çözümlü olarak et ithal etmek önemli bir çözüm olmadığı çünkü hanelerin yerli etin fiyatından çok etin hijyen, markası ve güvenilir olmasını daha fazla önemli bulup, fiyatı daha düşük olan ithal etten satın almak yerine tükettiği et miktarlarını azaltma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Alfnes, F., 2004. Stated preferences for imported and hormone-treated beef: application of a mixed logit model. *European Review of Agriculture Economics*, 31(1):19-37
- Atay, O., Gokdal, O., Aygun, T., Ulker, H., 2004. Aydın ili Cine ilçesinde kırmızı et tüketim alışkanlıkları. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 1-4 Eylül 2004, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Isparta, 348-354.
- Armağan, G., Akbay, C., 2007. An econometric analysis of urban households' animal products consumption in Turkey. *Applied Economics*, 1-8.
- Aydın, E., Can, M.F., Yılmaz, A.Y., Cevger, Y., Sakarya, E., 2010. Türkiye'de canlı hayvan ve kırmızı et ithalatı kararlarının sığır besicileri üzerine etkileri. *Veteriner Hekim Dergisi*, 81(2): 51-57.
- Aydın, E., Yılmaz, A.Y., Can, M.F., Cevger, Y., Sakarya, E., İşbilir, S., 2011. Türkiye'de son 25 yılda kırmızı et fiyatlarındaki

değişimler ve ithalat kararlarının etkilerinin analizi. *Veteriner Hekim Dergisi*, 82(1): 3-13.

- Aydın, A., 2004. Health and omega-3 fatty acids (in Turkish). İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Sağlıkta ve Hastalıkta Beslenme Sempozyum Dizisi No: 41 Kasım 2004. 181-189.
- Aygün, T., Karakuş, F., Yılmaz, A., Gökdal, O., Ülker, H., 2004. Van ili merkez ilçede kırmızı et tüketim alışkanlığı. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 1-4 Eylül 2004, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Isparta, 361-364.
- Bellemare, M.F., Barrett, C.B., 2006. An ordered tobit model of market participation: evidence from Kenya and Ethiopia. *American Journal of Agricultural Economics*, 88(2): 324-337.
- Corsi, A., Novelli, S., 2002. Consumers "Willingness to Pay a Price for Organic Beef Meat" Xth EAAE Congress, Zaragoza-Spain.
- FAO, 2010. Food consumption. <http://www.fao.org/economic/ess/food-securitystatistics/en/> (Erişim tarihi: 01.10.2011).
- Göğüş, A.K., 1986. Et teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 991, Ders Kitabı: 291.
- Gracia, A., Zeballos, G., 2003. Consumers and retailers attitudes towards beef traceability and country of origin labelled beef. 83rd EAAE Seminar, Crete-Greece.
- Gujarati, N.D., 1995. Basic econometrics. McGraw-Hill. Third Edition. USA.
- Gündüz, O., Esengün, K., Göktoğa, Z., G., 2006. Ailelerin et tüketimleri üzerine bir araştırma: Tokat ili örneği. VII. Tarım Ekonomisi Kongresi Cilt II. 13-15 Eylül 2006, Antalya, 1152-1160.
- Jabarin, A.S., 2005. Estimation of meat demand system in Jordan: an almost ideal demand system. *International Journal of Consumer Studies*, 29: 232-238.
- Kaabia, M.B., Angulo, A.M., Gil, J.M., 2001. Health information and the demand for meat in Spain. 71st EAAE Seminar, Zaragoza-Spain.
- Kan, A., Direk, M., 2004. Course of red meat prices in the Konya province. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(34): 35-40.
- Kara, M.K., Eyduran, E., Özdemir, T., Zer, C., 2004. Van'da et ve arı ürünleri tüketim alışkanlıkları üzerine bir araştırma. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi Bildiri Kitabı, 01-03 Eylül 2004, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 661-664.
- Karabaş, S., 2012. Tüketicilerin ithal hayvansal ürünler karşısındaki tutum ve davranışlarının logistik regresyon analizi ile tahmini. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 15 (24): 59-64.
- Karakaş, G., 2010. Tokat ili kentsel alanda et ve et ürünleri tüketiminde tüketici kararlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış)*, Tokat.
- Karakuş, K., Aygün, T., Alarşlan, E., 2008. Gaziantep ili merkez ilçede kırmızı et tüketim alışkanlıkları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(2): 113-120.

- Karakuş, K., 2011. Türkiye'nin canlı hayvan ve kırmızı et ithaline genel bir bakış. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(1): 75-79.
- Karlı, B., Bilgiç, A., 2007. Factors affecting meat and meat products consumption quantities in Sanlıurfa province. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1): 127-136.
- Miran, B., 2003. Temel istatistik. Ege Üniversitesi Basımevi. ISBN 975-9308800 Bornova İzmir.
- Miran, B., Akgüngör, S., 2005. The effect of mad cow (BSE) scare on beef demand and sales loss: The Case of İzmir. *TÜBİTAK Turkish Journal of Veteriner Animal Science*, 29: 225-231.
- Mirer, T.W., 1995. Economic statistic and econometrics. 3rd Edition, Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Mutlu, S., 2007. Gıda güvenirliliği açısından tüketici davranışları (Adana kentsel kesimde kırmızı et tüketim örneği). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmamış), Adana.
- Özçiçek Dölekoğlu, C., 2003. Tüketicilerin işlenmiş gıda ürünlerinde kalite tercihleri, sağlık riskine karşı tutumları ve besin bileşimi konusunda bilgi düzeyleri (Adana Örneği), TEAE, Yayın No: 105, Ankara.
- TUIK, 2011. Fisheries statistics. <http://www.tuik.gov.tr/balikkilik-dagitimapp/balikkilik.zul> (Erişim tarihi: 12.05.2012)
- Sarıözkan, S., Cevger Y., Demir, P., Aral, Y., 2007. Erciyes üniversitesi veteriner fakültesi öğrencilerinin hayvansal ürün tüketim yapısı ve alışkanlıkları. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 16(3): 171-179.
- Sanchez, M., Sanjuan, A.I., Akl, G., 2001. The influence of experience in consumption and personal attitudes on the purchase of lamb and beef. 71st EAAE Seminar, Zaragoza-Spain.
- Sepulveda, W., Maza, M.T., Mantecon, A.R., 2008. Factors that affect and motivate the purchase of quality-labelled beef in Spain. *Meat Science*, 80(4): 1282-1289.
- Pazarlıoğlu, M.V., Miran, B., Ucdogruk, S., Abay, C., 2007. Using econometric modelling to predict demand for fluid and farm milk: A case study from Turkey. *Food Quality and Preference*, 18: 416-424.
- Richardson, N.J., 1994. UK consumer perceptions of meat. *Proceedings of the Nutrition Society*, 53: 281-287.
- Rydell, S., A., Harnack, L.J., Oakes, J.M., Story, M., Jeffery, R.W., French, S.A., 2008. Why eat at fastfood restaurants: reported reasons among frequent consumers. *Journal American Dietetic Association*, 108(12): 2066-2070.
- Tosun, Ö.O., 2006. Antalya ilinde tüketicilerin kırmızı et satın alım yerleri tercihlerinin analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Isparta.
- Tömek, S., 1989. Et teknolojisine giriş. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çoğaltma Yayın No:65.
- Yıldırım, İ., Acar, İ., Uluat, Ş., 1998. Van ili merkez ilçede kırmızı et tüketim yapısı. *Doğu Anadolu Tarım Kongresi*, 14-18 Eylül, Erzurum, 1636-1644.
- Yen, S.T., Lin, B.H., Davis, C.G., 2008. Consumer knowledge and meat consumption at home and away from home. *Food Policy*, 33: 631-639.
- Yücel, A., 2001. Et ve su ürünleri teknolojisi. IV. Baskı. Uludağ Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Ders Notları, No: 47.
- Yaylak, E., Taşkın, T., Koyubenbe, N., Konca, Y., 2010. İzmir ili Ödemiş ilçesinde kırmızı et tüketim davranışlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Hayvansal Üretim*, 51(1): 21-30.

Türkiye’de Tarım Kesiminin Vergilendirilmesi

Seyit HAYRAN¹

ÖZET: Tarımın doğal şartlara daha fazla bağımlı oluşu ve tarımın stratejik konumu gibi nedenlerden dolayı tarımın vergilendirilmesi, üzerinde hassas bir şekilde çalışılması gereken bir konudur. Ayrıca tarımdan alınan vergiler, kamu ihtiyaçlarının karşılanması yanında önemli birer de tarım politikası aracıdır. Bu derlemede tarım kesiminden alınan vergiler, mer’i mevzuat ve bilimsel açılardan incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Tarım, vergi, Türkiye



Taxation of Agriculture Sector in Turkey

ABSTRACT: Taxation of agriculture for several reasons including being more dependent on natural conditions of agriculture and its strategic location, a subject to be studied precisely. In addition to meeting public needs, taxes on agriculture are important agricultural policy tools. In this review, taxes on the agricultural sector were examined the current regulations and scientific viewpoints.

Keywords: Agriculture, tax, Turkey

¹ Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Ankara, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding author: Seyit HAYRAN, hayrans@ankara.edu.tr

GİRİŞ

Devletler, toplum halinde yaşayan insanların, bu toplumsal yaşantılarında kaynaklanan ortak ihtiyaçların karşılanmasını finanse etmek amacıyla; borçlanma, uluslar arası yardımlar, mal ve hizmetlerin satılması, harçlar, resimler, şerefiyeler, vergi cezaları, para-fiskal gelirler, emisyon, vergiler gibi fon kaynaklarına başvururlar.

Vergi toplama yetkisine sahip Devlet, sahip olduğu egemenlik haklarından kaynaklanan yasal ve fiili gücü kullanır. Keza Türkiye Cumhuriyeti Devleti' de Anayasanın 73. maddesi ile bu güç ve yetkisini somutlaştırmış, "Herkes, kamu giderlerini karşılamak üzere, malî gücüne göre, vergi ödemekle yükümlüdür" hükmüyle her Türk vatandaşının, mali gücüne göre vergi mükellefi olma zorunluluğu bulunduğunu belirtmiştir.

Tarım sektörü, Türkiye'nin gayrisafi yurt içi hasılasındaki payı nedeniyle çok önemli bir vergi potansiyeli oluşturmaktadır. Ancak tarımın doğal şartlara diğer sektörlere göre daha fazla bağımlı oluşu, tarımsal gelirin hesaplanmasında yaşanan teknik zorluklar, tarımda yıldan yıla gelir dalgalanmalarının fazla oluşu, tarımın stratejik konumu gibi nedenlerden dolayı tarımın vergilendirilmesi, üzerinde hassas bir şekilde çalışılması gereken bir konudur. Ayrıca tarımdan alınan vergiler, kamu ihtiyaçlarının karşılanmasının yanında önemli birer de tarım politikası aracıdır. Tarımsal üretimin istenilen şekilde yönlendirilmesi ve işletmeler arası gelir dağılımının istenilen düzeye çekilmesi konularında, vergiler önemli bir politika aracı olarak görülmektedir.

TARIM KESİMİNİN VERGİLENDİRİLMESİ

Tarımsal gelirin vergilendirilmesi: Gelir vergisi gerçek kişilerin bir takvim yılında kazandıkları gelir ve iratları üzerinden, Türkiye'de 193 sayılı Gelir Vergisi Kanununa (GVK) göre tahsil edilen bir vergidir. GVK'nin 2. maddesinde zirai kazançlar vergilendirilecek olan gelirin unsurları arasında sayılmış, 52. maddesinde de zirai kazanç "zirai faaliyetten doğan kazanç" olarak tanımlanmıştır. GVK'ye göre Türkiye'de, tarımda gelir vergisi uygulamasında stopaj usulü temel vergileme usulü olarak belirlenirken, Kanunda belirtilen yüküklüklerin üzerindeki işletmelerin gerçek usule göre vergilenmesi yolu benimsenmiştir. Yani gelir vergisi,

tarımda gerçek usule göre ve stopaj şeklinde uygulanmaktadır. GVK'nin 54. maddesinde belirlenen işletme büyüklüğü ölçülerini aşan (Bitkisel ürünlerde dekara, hayvansal ürünlerde hayvan sayısına ve alet makine sayısına göre belirlenen ölçütlerin üzerinde olan) çiftçiler ile bir biçerdövere veya bu mahiyetteki bir motorlu araç veya on yaşına kadar ikiden fazla traktöre sahip olan çiftçilerin kazançları gerçek usule göre vergilendirilirler. Ayrıca GVK, bu ölçülerin altında kalan işletmelerin de defter tutarak gerçek usule tabi olma durumlarını ve gerçek usulde vergilendirilen işletmelerin gelirlerinin zirai işletme hesabına göre mi yoksa bilanço esasına göre mi belirleneceğini, çiftçilerin kendi isteklerine bırakmıştır. Gerçek usulde vergilendirilerek defter tutan işletmeler kazançlarının ve iratlarının %15 ila %35 arasında değişen bir oranını gelir vergisi olarak ödemektedirler. Gelir vergisinin tarımda bir diğer uygulama şekli de stopaj (Kaynakta kesim) uygulamasıdır. Bu uygulamada tarımsal ürünlerin alış fiyatı üzerinden belirlenen stopaj oranları kadar bir tutar gelir vergisi olarak kesilmekte, arda kalan kısım çiftçiye ödenmektedir. Stopaj oranları %2 - %4 arasında değişmektedir. Ürünün ticaret borsasında tescil edilip satılması halinde, borsa harici satışlara göre daha düşük stopaj oranı uygulanmaktadır (Anonim, 2011; Anonim, 1961). Kaynakta kesinti yapılması açısından, çiftçinin kazancının gerçek usulde tespit edilip edilmemesinin önemi bulunmamaktadır. Ancak gerçek usulde vergilendirilmeyen çiftçiler açısından yapılan kesinti nihai vergileme olurken, kazancı gerçek usulde tespit eden çiftçiler, kesinti suretiyle ödenen vergileri beyanname üzerinden hesaplanan gelir vergisinden mahsup etmek imkanına sahiptirler (Baş, 1999).

Tarım işletmelerinin büyük çoğunluğu stopaj yoluyla gelir vergisi ödemektedirler. Gerçek usulün yaygın olarak uygulanmamasının en önemli sebepleri arasında, tarım işletmelerinin sayıca fazlalığı, çiftçinin kayıt tutma konusunda yeterli bilgi birikimine sahip olmaması, kaynakta kesim (Stopaj) usulünün uygulama kolaylığı, vergi tahsil masraflarının, elaman ihtiyacının ve vergi formalitelerinin olmaması gösterilebilir (Akdoğan, 2001). Tarımda vergi uygulamaları, kamu giderlerinin karşılanmasına yaptığı katkı kadar önemli birer de tarım politikası aracı durumdadırlar. Bu sebeple uygulanan vergi politikasının, tarım politikaları ile eşgüdüm içerisinde yürütülmesi ülke ekonomisi açısından önem arz etmektedir. Tarım sektöründe en önemli sorun, yeterince kayıt tutulmamasıdır. Tarım işletmelerinin yapısal

problemlerinin çözülememesinde de temel rol oynayan kayıt tutulmaması probleminin çözümü açısından stopaj uygulaması yerine, gerçek usulde vergilendirmenin yaygınlaştırılması önem arz etmektedir. Ayrıca gerçek usulde de zirai kazançların belirlenmesi konusunda, zirai işletme hesabı yerine, her türlü ekonomik analize imkan sağlayan ve denetimi de daha kolay olan bilanço esasının benimsenmesi gerekmektedir.

Tarım kesimindeki nüfusun tükettiği mal ve hizmetlerin vergilendirilmesi: Tüketim vergilerin yaygın bir tabanın sağlanabilmesi için geniş halk grupları tarafından tüketilen malların vergilendirilmesi şeklinde oluşur. Bu tip mallar için yapılan harcamalar düşük gelirli kişilerin bütçelerinde önemli bir yer tutar ve kişinin geliri arttıkça önemini kaybeder.

Katma değer vergisi (KDV) üretim-tüketim zincirinin her aşamasında, mal ve hizmetin el değişiminde alınan, vergi indirimine imkan tanıyan bir satış vergisidir. Günümüzde harcamalar üzerinden alınan en geniş vergi konumundadır. KDV, Türkiye’de 3065 sayılı Katma Değer Vergisi Kanununa dayanılarak tahsil edilmektedir. Buna göre; KDV’nin mükellefi, mal veya hizmeti satın alan kişi, vergi sorumlusu (Vergi tahsilatını yaparak, bunu vergi dairesine yatırmakla yükümlü olan kişi) mal veya hizmeti satan kişidir. Yani KDV’yi esas ödeyen kesim son tüketici olmaktadır. İşletmeler sattıkları mal veya hizmet karşılığı tahsil ettikleri KDV’den (Hesaplanan KDV), mal veya hizmet satın alımlarında ödedikleri KDV’yi (İndirilecek KDV) mahsup ettikten sonra kalan miktarı vergi dairelerine yatırmak zorundadırlar (Anonim, 1984). KDV oranları Bakanlar Kurulu Kararı ile belirlenmektedir. Son alınan Bakanlar Kurulu Kararına göre KDV oranları %1 ila %18 arasında değişmektedir (Anonim 2011).

Tarım işletmelerinin KDV konusunda bazı sorunları bulunmaktadır. Tarım dışı sektörlerde, nihai tüketici tarafından karşılandığı için bir maliyet masrafı haline dönüşmeyen KDV, tarımda üreticiler tarafından karşılanmak zorunda kalmakta ve maliyet masrafına dönüşmektedir. Ağırlıklı olarak stopaj usulüyle vergilendirilen tarım işletmelerinin, diğer sektörlerde faaliyet gösteren işletmeler gibi, hesaplanan ve indirilecek KDV şeklinde mahsup işlemi yapma imkanları bulunmamaktadır. Bu sebeple tarım kesimine yönelik vergi politikaları gözden geçirilerek, tarım kesimi aleyhine işleyen bu durumun düzeltilmesi gerekmektedir.

Tarım arazisinin vergilendirilmesi: Türkiye sınırları içerisinde bulunan arsa ve araziler Emlak Vergisi Kanununa (EVK) göre arazi vergisinin konusunu oluşturmaktadırlar. Bina vergisinde olduğu gibi arazi vergisinde de, belediye ve mücavir alan sınırları dışında olan araziler, arazi vergisinin konusu dışındadır. Belediye ve mücavir alan sınırları içerisinde bulunan arazi, arazi vergisinin konusu içerisinde bulunmaktadır. Ancak Yasa Koyucu tarımsal üretimin stratejik önemi ve tarım arazisinin amaç dışı kullanımının engellenebilmesi amacıyla EVK’nin 15. maddesinde tarım arazisine yönelik bazı geçici muafıklar getirmiştir. Bu maddeye göre, toprak ve topoğrafik özellikleri ve erozyon gibi sınırlayıcı faktörler sebebiyle kültür bitkilerinin yetiştirmelerini engelleyen araziden; bataklık, turbiyer, çorak, makilik, çalılık, taşlık ve sair haller dolayısıyla üzerinde tarım yapılamayan sahalardan, ıslah tedbirleriyle yeniden tarıma elverişli hale getirilmesinde 10 yıl; Teknik, ekonomik ve ekolojik bakımlardan gerekli şartları haiz olan arazide yeniden fidanla dikim veya aşılama veya yeniden yetiştirme suretiyle ağaçlık, meyvelik, bağ ve bahçe meydana getirilmesinde asgari 2 yıl, azami 15 yıl süreyle arazi vergisinden muaf tutulmaktadır (Anonim, 1970).

Tarımdan alınan en önemli vergi kalemlerini oluşturan gelir vergisi, emlak vergisi ve KDV’nin yanı sıra, bu sektörden alınan motorlu taşıtlar vergisi, özel tüketim vergisi gibi vergi kalemleri de bulunmakla beraber, bu derlemede inceleme konusu yapılmamıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarım yüksek bir vergi potansiyeline sahiptir. Ayrıca tarımda vergilendirme, tarım politikaları aracı olarak da kullanılabilir. Tarımsal kazancın vergilendirilmesinde en yaygın kullanılan yöntem olan stopaj usulünün kayıt tutma zorunluluğu getirmemesi, tarım işletmelerinde kayıt tutumunu ortadan kaldırmıştır. Keza yasal bir zorunluluk getirilmeyen çiftçi kayıt tutmamaktadır. Tarımsal kazancın vergilendirilmesinde bütün işletmelerin gerçek usulü göre vergilendirilmeleri, bu alanda kayıt tutmayı yaygınlaştırılacak, her türlü ekonomik analize imkan sağlayabilen bu kayıtlar sayesinde tarım politikaları daha sağlıklı belirlenebilecek, uygulanan politikaların tarım kesimine etkileri daha sağlıklı analiz edilebilecektir. Tarımda gerçek usulde vergilendirmenin yarattığı bir diğer önemli sakınca da, çiftçilerin satın aldıkları tarımsal girdiler için öde-

dikleri KDV'yi geri alamamaları ve maliyetlerinin yükselmesidir. Ayrıca, tarımsal gelirin vergilendirilmesinde gerçek usul uygulamalarının yaygınlaştırılması ile çiftçilerin satın aldıkları girdilerin de kayıt altına alınması sağlanabilecektir. Çiftçilerin kayıt tutumu konusundaki yetersizlikleri ve bilgi eksiklikleri göz önüne alınarak, kayıt tutumunun yapılacak bir yasal düzenleme ile ziraat mühendislerinin görev alanına dahil edilmesi hem doğru ve güvenilir verilerin elde edilmesine hem de ziraat mühendislerine yönelik istihdam imkanlarının artmasına sebep olacaktır. Bunun yanı sıra, bilindiği üzere Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı birçok köyde ziraat mühendisleri istihdam etmektedir. Bu ziraat mühendislerinin görev alanlarını belirleyen yasal düzenlemelerde yapılacak değişikliklerle kayıt tutumu konusunda halihazırda görev yapan mühendislerden de yararlanılması imkan dahilinde görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akdoğan, A., 2001. Türk vergi sistemi ve uygulamaları. Gazi Kitabevi.
- Anonim, 1961. Gelir vergisi kanunu. Kanun no: 193, Resmi Gazete No: 10700, Ankara.
- Anonim, 1970. Emlak vergisi kanunu. Kanun No: 1319, Resmi Gazete No: 13576, Ankara.
- Anonim, 1984. Katma değer vergisi kanunu. Kanun No: 3065, Resmi Gazete No: 18563, Ankara.
- Anonim, 2011. Mal ve hizmetlere uygulanacak katma değer vergisi oranlarının tespitine ilişkin kararda değişikli yapılması hakkında bakanlar kurulu kararı. Karar No: 2011/2604, Resmi Gazete No: 28125, Ankara.
- Anonim, 2011. Gelir vergisi genel tebliği. Seri No: 280, Resmi Gazete No:28154, Ankara
- Baş, S.A., 1999. 4369 sayılı kanun sonrasında zirai kazançların vergilendirilmesi. Maliye Postası.

Ortalama Rüzgar Hızı ve Güç Yoğunluğunun Tahmin Edilmesinde Kullanılan Farklı Yöntemler

Mehmet Nuri ALMALI¹ Sabir RÜSTEMLİ² Kenan GÜRÇAM³

ÖZET: Yapılan çalışmada, Weibull Dağılımı (WD) parametrelerinin tahmini için en yüksek olabilirlik (EYO), en küçük kareler (EKK), moment yöntemi (MY) kullanılmıştır. Yöntemleri karşılaştırmak için Log olabilirlik istatistiği kullanılmıştır. EYO yöntemi ile hesaplanan LogL değeri en küçük bulunmuştur. Ortalama rüzgar hızı ve güç yoğunluğunun hesaplanması için EYO yönteminin dağılım parametrelerinin tahmin edilmesinde kullanılmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Weibull Dağılımı (WD), En Yüksek Olabilirlik (EYO), En Küçük Kareler (EKK), Moment Yöntemi (MY)

Different Methods for The Estimations of Average Wind Speed and Power Density

ABSTRACT: In this study, maximum likelihood (ML), least square (LS) and moment methods were used for estimating parameters Weibull distribution. To compare these methods, Log-likelihood statistic were used. Log-likelihood value which is calculated ML method was found as least value before obtaining resample. It was concluded that ML method could be used as a estimation method in estimating Weibull parameters and calculating intensity of wind power with average wind speed.

Keywords: Weibull Distribution (WD), Maximum Likelihood (ML), Least Square (LS), Moment Methods (MM)

¹ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi., Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye

² Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bitlis, Türkiye

³ İğdır Üniversitesi, İğdır Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, İğdır, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Kenan GÜRÇAM, kenan.gurcam@igdir.edu.tr

GİRİŞ

Dünya nüfusunun sürekli artıyor olması elektrik enerjisine olan ihtiyacı her geçen gün artırmaktadır. Dünya enerji ihtiyacı her yıl % 4–5 artarken fosil yakıt rezervleri azalmaktadır. İhtiyaç duyulan enerjiyi çevreye zarar vermeden kesintisiz ve ekonomik olarak elde etmek mümkündür. Bu nedenlerden dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarına ve özellikle rüzgâr enerjisi dönüşüm sistemlerine yönelme olmuştur (Çalışkan, 2001; Günay ve Sağlam, 1998; Özdamar, 2000).

Ortalama rüzgâr hızını bulmak amacıyla yapılan birçok çalışma sonucunda rüzgâr hız verilerinin Weibull Dağılımı (WD) gösterdiği ortaya konmuştur (Bivona et al., 2003; Deaves and Lines, 1997; Dorvlo, 2002; Garcia et al., 1998; Hossain and Zimmer, 2003; Karşı and Geçit, 2003; Özerdem ve Turkeli, 2003; Sulaiman et al., 2002; Ülger and Hepbasli, 2002; Weisser, 2003).

Bu sebepten dolayı rüzgâr güç yoğunluğu ile rüzgâr enerji potansiyelinin belirlenmesinde WD yararlanılmıştır (Karşı ve Geçit, 2003; Weisser, 2003). Rüzgâr enerjisinin hesap edilebilmesi için rüzgâr güç yoğunluğu hesaplanması gerekmektedir. Güç yoğunluğu;

$$P(V) = \frac{1}{2} \rho A V^3 \quad (1)$$

eşitliği ile bulunabilir. Güç yoğunluğu; bir rüzgâr kanadının süpürdüğü alan (A) boyunca, V rüzgâr hızının küpüyle orantılıdır. Burada (ρ), akışkan yoğunluğudur.

Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonuna dayandırılan bir rüzgâr güç yoğunluğu,

$$P = A \int_0^{\infty} P(V) f(V) dV = \frac{1}{2} \rho A \alpha^3 \Gamma\left(1 + \frac{3}{\beta}\right) \quad (2)$$

eşitliği ile hesaplanabilir. Bu eşitlikte α Weibull dağılımı ölçek (scala), β ise şekil (shape) parametresidir. Γ , Gamma fonksiyonudur.

Güç yoğunluğu bilinen bir bölgenin, istenilen bir süre için (aylık veya yıllık) rüzgâr enerji yoğunluğu ise,

$$E = \frac{1}{2} \rho A \alpha^3 \Gamma\left(1 + \frac{3}{\beta}\right) T \quad (3)$$

eşitliği yardımı ile kolayca bulunabilir. Bu eşitlikte T süreyi göstermektedir. Örneğin bir yıllık süre için; T= 8760 saattir (JungChang et al., 2003; Özdamar, 2001).

Bu durum bize rüzgâr enerjisi tahminlerinde rüzgâr hızının doğru hesaplanması gerektiği konusunun önemini göstermektedir.

Weibull dağılımı gösterdiği bilinen rüzgâr hızı verilerinden ortalama rüzgâr hızını hesaplanabilmesi için, öncelikle Weibull dağılımı parametrelerinin hesaplanması gerekmektedir.

Çalışmada sırasıyla Weibull dağılımı genel özellikleri, dağılım parametrelerinin tahmini için kullanılan en yüksek olabilirlik (EYO), en küçük kareler (EKK), moment (MY) yöntemi açıklanmıştır. Daha sonra elde edilen bulgular sunulmuş ve kullanılan yöntemler karşılaştırılarak sonuç ve önerilerde bulunulmuştur. Tüm hesaplamalar için MATLAB program kullanılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan rüzgâr hızı verileri 2003-DPT-MİM1 numaralı proje kapsamında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Yerleşke alanına yerleştirilmiş (43.28 enlem ve 38.56 boylam) mikroişlemci kontrollü ölçüm cihazları ile kaydedilmiştir. Nisan–2004 Mart–2005 tarihleri arasında 30m yüksekliği için bir saat arayla kaydedilmiş bir yıllık veriler kullanılmıştır.

Weibull Dağılımının Genel Özellikleri

X rasgele bir değişken olmak üzere, üç parametrelilik (ζ , α , β) bir Weibull dağılımı (WD) eklemeli olasılık fonksiyonu (Heo et al., 2001)

$$F(x) = P(X \leq x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x-\zeta}{\alpha}\right)^\beta\right], \quad x \geq \zeta \quad (4)$$

WD olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$f(x) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{x-\zeta}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{x-\zeta}{\alpha}\right)^\beta\right], \quad x \geq \zeta \quad (5)$$

şeklindedir. Yukarıdaki eşitliklerde ζ yer (location), α ölçek (scala) ve β ise şekil (shape) parametresi olarak adlandırılır. ζ yer (location) parametresinin sıfır olması durumunda dağılım iki parametrelilik bir dağılımı dönüşür. Bu çalışmada yer parametresi sıfır alınmıştır.

WD ortalaması ve varyansı sırasıyla;

$$\mu = \zeta + \alpha \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (6)$$

$$\sigma^2 = \alpha^2 \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \right] \quad (7)$$

dir. Yukarıdaki eşitliklerde verilen $\Gamma(\bullet)$ gamma fonksiyonunu göstermektedir.

Weibull Dağılımı Parametrelerinin En Yüksek Olabilirlik Yöntemi İle Tahmin Edilmesi

WD'nin olabilirlik fonksiyonu;

$$LL = \prod_{i=1}^n \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^\beta\right] \quad (8)$$

şeklinde yazılabilir (Zenbil, 1991).

EYO tahminleri olabilirlik eşitliğini sağlayan ya da olabilirlik (veya log-olabilirlik) eşitliklerini maksimum yapan $\hat{\theta}_{EYO} = (\hat{\alpha}_{EYO}, \hat{\beta}_{EYO})'$ değerleri olarak tanımlanabilir.

Matematiksel işlemleri kolaylaştırmak için LL olabilirlik fonksiyonunun logaritması alınarak log-olabilirlik fonksiyonu elde edilir. α ve β parametrelerinin EYO tahminlerini elde etmek için log-olabilirlik fonksiyonunun α ve β parametresine göre birinci dereceden kısmi türevi alınıp sıfıra eşitlenir. Bu durumda α ve β aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\alpha = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i)^\beta \right)^{1/\beta}$$

$$\beta = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (x_i)^\beta \ln(x_i)}{\sum_{i=1}^n (x_i)^\beta} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i) \right]^{-1} \quad (9)$$

Elde edilen eşitlik Newton-Raphson yöntemi kullanılarak β 'ya göre çözülebilir. $\hat{\beta}_{k+1}$ ve $\hat{\alpha}$ aşağıdaki eşitliklerden hesaplanır;

$$\beta_{k+1} = \beta_k + \frac{\frac{1}{\beta_k} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln x_i - \frac{\sum_{i=1}^n x_i^{\beta_k} \ln x_i}{\sum_{i=1}^n x_i^{\beta_k}}}{\frac{1}{\beta_k^2} + \frac{\sum_{i=1}^n x_i^{\beta_k} \sum_{i=1}^n [x_i^{\beta_k} \ln^2 x_i] - \left[\sum_{i=1}^n x_i^{\beta_k} \ln x_i \right]^2}{\left(\sum_{i=1}^n x_i^{\beta_k} \right)^2}} \quad (10)$$

$$\alpha = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i)^\beta \right)^{1/\beta} \quad (11)$$

Weibull Dağılımı Parametrelerinin En Küçük Kareler Yöntemi İle Tahmin Edilmesi

$(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ veri çiftleri gözlenmiş olsun. EKK yönteminin temel ilkesi, bu verileri temsil eden doğru ile gözlem verileri arasındaki dikey farkları minimum yapmaya dayanır. Verileri en iyi temsil eden doğru $y = \hat{a} + \hat{b}x$ doğrusudur. Bu doğru;

$$\sum_{i=1}^n (\hat{a} + \hat{b}x_i - y_i)^2 = \min(a, b) \sum_{i=1}^n (a + bx_i - y_i)^2 \quad (12)$$

şeklinde tanımlanır. Bu eşitlikte \hat{a} ve \hat{b} sırasıyla a ve b katsayılarının EKK tahminleri, n veri sayısıdır.

Yukarıda açıklanan yöntemle iki parametrelili Weibull dağılımı için parametre tahminlerinin EKK çözümünün gerçekleştirilebilmesi için, 4 numaralı eşitliğin (ζ yer (location) parametresi 0 olmak üzere) her iki yanının iki defa logaritması alınırsa,

$$\ln[-\ln(1-F(x))] = -\beta \ln(\alpha) + \beta \ln(x) \quad (13)$$

şekline dönüşür. Burada;

$$y = \ln[-\ln(1-F(x))], \quad x = \ln(x)$$

$$a = -\beta \ln(\alpha), \quad b = \beta$$

olur (Jacovides et al., S.2002). Parametrelerini EKK tahminleri $\hat{\alpha}_{EKK} = e^{-(\hat{a}/\hat{b})}$ ve $\hat{\beta}_{EKK} = \hat{b}$ dönüşümleri ile elde edilir. Eşitliklerin çözümünde kullanılan y_i, x_i ve $F(x_i)$ değerleri sıralanmış değerlerdir: $1 \leq i \leq j \leq n$ için

$y_i \leq y_j, x_i \leq x_j$ ve $F(x_i) \leq F(x_j)$ dir. $F(x_i)$ 'leri hesaplamak için;

$$F_i \approx \frac{i - 0.3}{n + 0.4}$$

y_i 'lerin ortanca değerlerini kullanılabilir (Ross, 1999).

Moment Yöntemi

Weibull dağılımı için k . dereceden moment;

$$E(X^k) = \sum_{j=1}^k \binom{k}{j} \delta^{k-j} \alpha^j \Gamma_j \quad (14)$$

şeklinde yazılabilir. Weibull dağılımına sahip T rastgele değişkeninin birinci kitle moment (beklenen değeri), düzeltilmiş ikinci kitle moment (varyansı) aşağıdaki gibidir.

$$m_1 = \mu = \alpha \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (15)$$

$$m_2 = \alpha^2 \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \right] \quad (16)$$

Birinci kitle momentini birinci örneklem momentine, ikinci düzeltilmiş kitle momentini örneklem varyansına eşitlersek aşağıdaki denklemi elde ederiz.

$$\frac{\Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)}{\Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)} - \frac{S^2}{\bar{T}^2} - 1 = 0 \quad (17)$$

Burada $\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i$ ve $S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2$ sırasıyla örneklem ortalaması ve örneklem varyansdır. Denklem (Ülger, K., Hepbasli, A.2002)' de β 'nin çözümü için Newton-Raphson metodu kullanılırsa

$$\beta_{k+1} = \beta_k + \frac{1}{2} \frac{\beta_k^2 \left[\left(\frac{S^2}{\bar{T}^2} + 1 \right) \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\beta_k}\right) - \Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta_k}\right) \right]}{\left[\Psi\left(1 + \frac{2}{\beta_k}\right) - \Psi\left(1 + \frac{1}{\beta_k}\right) \right] \Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta_k}\right)} \quad (18)$$

$$\hat{\alpha} = \frac{\bar{T}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\hat{\beta}}\right)} \quad (19)$$

elde edilir. Burada Γ (gamma) ve Ψ (digamma) fonksiyonlarıdır.

Çizelge 1. Bir yıllık süreyle ölçülmüş rüzgar hızı verilerinin için bazı tanıtıcı istatistikler

Yıl	Aylar	Rüzgar Hızı (m s ⁻¹)		Örnek Büyüklüğü (n)
		Mim.	Maks.	
2004	Nisan	0.40	17.60	4320
	Mayıs	0.40	16.70	4464
	Haziran	0.40	14.70	4320
	Temmuz	0.40	13.90	4464
	Ağustos	0.40	10.80	4464
	Eylül	0.40	14.80	4320
	Ekim	0.40	15.50	4464
	Kasım	0.40	17.60	4320
	Aralık	0.40	9.30	4464
2005	Ocak	0.40	14.70	4464
	Şubat	0.40	11.20	4032
	Mart	0.40	15.00	4530
TOPLAM				52626

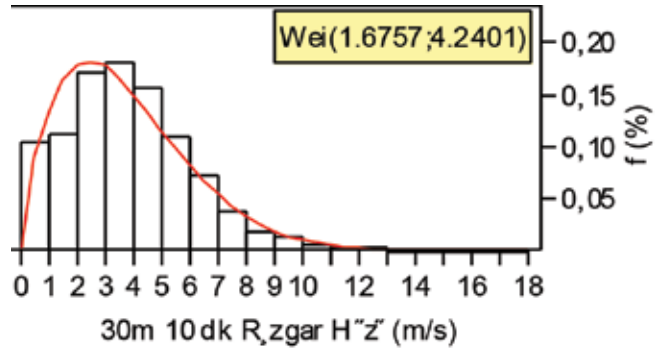
BULGULAR

Bu çalışmada Nisan–2004 ile Mart–2005 tarihleri kapsayan bir yıllık süreyle ölçülmüş olan 30m yükseklikte 10dk ortalamalara ait rüzgar hızı verileri kullanılmıştır. Bir yıllık ölçümle elde edilen rüzgar hızı verileri aylara göre düzenlenmiştir.

Nisan–2004 ile Mart–2005 tarihlerini kapsayan bir yıllık süreyle ölçülmüş olan rüzgar hızı verileri için bazı tanıtıcı istatistikler Çizelge 1’ de verilmiştir.

Yapılan değerlendirmede en düşük rüzgar hızı bütün aylarda birbirine eşit ve 0.4 m s⁻¹ olarak ölçülmüştür. En yüksek rüzgar hızı değerleri ise değişiklik göstermiştir Nisan ve Kasım aylarında 17.6 m s⁻¹ olduğu görülmektedir.

Rüzgar hızı verilerine ilişkin rüzgar hızı ve esme sıklıklarına ilişkin grafik Şekil 1’ de verilmiştir.



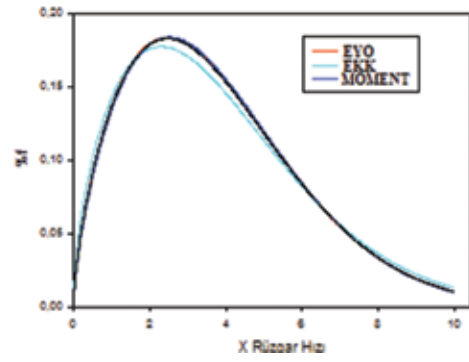
Şekil 1. Rüzgar hızı verilerine ilişkin rüzgar hızı ve esme sıklıkları

Şekil 1’ de rüzgar hızı verilerinin frekans dağılımı görülmektedir. Veriler 13 ayrı guruba bölünmüştür. En fazla veri 3-4 m s⁻¹ aralığında ve yaklaşık verilerin % 18 denk düşmektedir. 6 m s⁻¹ hızın üzerindeki rüzgâr enerjisi üretmeye yönelik verilerin toplam veriler içinde % 8’i oluşturmaktadır. 0-3 m s⁻¹ arasındaki rüzgâr hızı verilerini toplam verilerin büyük bir kısmını (yaklaşık % 40) oluşturduğu görülmektedir. Bu durum rüzgâr hızının genelde düşük hızlarda olduğunu göstermektedir. EYO yöntemi ile hesaplanan parametre değerlerine göre çizilen Weibull olasılık fonksiyonunun verileri temsil ettiği görülmektedir.

Rüzgar hızı verileri kullanılarak 3 ayrı yöntemle elde edilen Weibull dağılım parametreleri ile bu parametrelere bağlı olarak hesaplanan ortalama rüzgar hızı (m s⁻¹), güç yoğunluğu (P) ve yöntemleri karşılaştırma da kullanılan LogL değerler Çizelge 2’ de verilmiştir.

Çizelge 2’ de en yüksek ortalama ve güç değeri EKK yöntemi ile sırasıyla 3.8478 m s⁻¹ ile 87.2 (W m⁻²) bulunmuştur. Ayrıca aynı yöntemle parametre tahminleri $\hat{\alpha}=4.2896$ m s⁻¹, $\hat{\beta}=1.5922$ bulunmuştur. Fakat LogL değeri diğer yöntemlere göre en yüksek 113,650 olarak hesaplanmıştır. LogL değerinin en küçük değeri EYO yöntemi ile 113.500 olarak elde edilmiştir. EYO ile parametre tahminleri $\hat{\alpha}=4.2401$ m s⁻¹, $\hat{\beta}=1.6757$ olarak bulunmuştur. EYO ile ortalama rüzgar hızının 3.7873 m s⁻¹ ve güç yoğunluğunun da 77.72 (W m⁻²) olarak hesaplanmıştır.

Üç ayrı yöntemle elde edilen Weibull parametre değerlerinin göstermiş olduğu Weibull dağılımı grafiklerinin birbirinden nasıl ayrıldığını göstermek amacıyla kullanılan üç ayrı yöntemle elde edilen Weibull dağılımı grafiği Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2. Üç ayrı yöntemle elde edilen parametre değerlerine ilişkin Weibull dağılımı grafiği

Şekil 2’ de görüldüğü gibi 10dk.’lık verilerden EKK yöntemi ile elde edilen parametre tahminlerine ilişkin Weibull dağılım grafiğinin diğer yöntemler göre farklılık gösterdiği görülmektedir.

SONUÇ

Yapılan çalışmada Weibull dağılımı genel özellikleri verilmiştir. Dağılım parametrelerinin tahmini için kullanılan en yüksek olabilirlik, en küçük kareler ve moment yöntemi açılmıştır. EYO eşitliğini maksimum yapan değeri bulmak için Newton-Raphson (NR) yöntemine ilişkin açıklamalar yapılmıştır. Farklı yöntemlerle tahmin edilen parametre değerlerinde ortalama rüzgâr hızı, güç yoğunluğu ve olabilirlik değerinin logaritması (LogL) hesaplanmıştır.

Üç ayrı yöntemle elde edilen Weibull dağılım parametreleri ile bu parametrelere bağlı olarak hesaplanan değerlere bakıldığında en küçük LogL değeri EYO yöntemi ile elde edilmiştir. Bu durum Weibull dağılımı parametre tahmin edilmesinde kullanılan en etkin yön-

Çizelge 2. Yıllık gözlenen verilerin değişik yöntemlerle elde edilen değerler

Parametre Tahmin edilme Yöntemi	Parametre Tahminleri		Ortalama Rüzgar Hızı (m s ⁻¹)	P (W m ⁻²)	LogL
	$\hat{\alpha}$ (m s ⁻¹)	$\hat{\beta}$			
EYO	4.2401	1.6757	3.7873	77.72	113.500
EKK	4.2896	1.5922	3.8478	87.20	113.650
Moment	4.2524	1.6969	3.7946	76.94	113.510

temin EYO olduğunu göstermiştir. EYO ile parametre tahminleri $\hat{\alpha}=4.2401 \text{ m s}^{-1}$, $\hat{\beta}=1.6757$ olarak bulunmuştur. EYO ile ortalama rüzgar hızının 3.7873 m s^{-1} ve güç yoğunluğunun da $77.72 \text{ (W m}^{-2}\text{)}$ olarak hesaplanmıştır. Oysa EKK yöntemi ile ortalama rüzgar hızı ve güç yoğunluğu en yüksek olarak hesaplanmıştır. Rüzgar enerji tahmin edilmesinde EKK ile elde edilen verilerin kullanılması hatalı hesaplamalara neden olacağı açıkça görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Bivona, S., Burlon, R., Leone, C., 2003. Hourly wind speed analysis in Sicily. *Renewable Energy*, 28(9): 1371-1385.
- Çalışkan, M., 2001. Rüzgar enerji potansiyelinin belirlenmesi. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Kayseri.
- Deaves, D.V., Lines, I.G., 1997. On the fitting of low mean wind speed data to the Weibull Distribution. *Journal of Wind Energy And Industrial Aerodynamics*, 66: 169-178
- Dorvlo, A.S.S., 2002. Estimating wind speed distribution. *Energy Conversion and Management*, 43: 2311-2318
- Garcia, A., Torres, J.L., Prieto, E., Defrancisco, A., 1998. Fitting wind speed distributions: A case study. *Solar Energy*, 62 (2): 139-144
- Günay, İ., Sağlam, Ş., 2001. Türkiye rüzgar enerjisi kullanım durumu ve bir türbin tasarım örneği. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Kayseri, 165-169.
- Heo, J.H., Salas, J.D., Kim, K.D., 2001. Estimate of confidence-intervals of quantiles for the Weibull distribution. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 15: 284-309.
- Hossain, A. M., Zimmer, W.J., 2003. Comparison of estimation methods for weibull parameters: complet and censored samples. *Journal of statistical computation and simulation*, 73(2): 145-153.
- Jacovides, C.P, Theophilou, C., Tymvios, F.S., Pashiardes, S., 2002. Wind statistics for coastal stations in Cyprus. *Theoretical and Applied Chlimatology*, 72: 259-263.
- Jung Chang, T., Ting Wu, Y., Yi Hsu, H., Ren Chu, C., Min Liao, C., 2003. Assessment of wind characteristics and wind turbine characteristics in Taiwan. *Renewable Energy*, 28: 851-871.
- Karslı, V.M., Geçit, C., 2003. An investigation on wind power potential of Nurdağı-Gaziantep, Turkey. *Renewable Energy*, 28(5): 823-830.
- Özdamar, A., 2000. Dünya ve Türkiyede rüzgar enerjisinden yararlanılması üzerine bir araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 6(2-3): 133-145.
- Özdamar, A., 2001. Farklı anma güçlü rüzgar türbinlerinin çeşitli kriterlere göre karşılaştırılması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 7(1): 17-27.
- Özerdem, B., Turkeli, M., 2003. An Investigation of wind characteristics on the campus of Izmir Institute of Technology, Turkey. *Renewable Energy*, 28(7): 1013-1027
- Ross, R., 1999. Comparing linear regression and maximum likelihood methodsto estimate Weibull Distribution on limited data sets: Systematic and random errors. *IEEE Conference on Electrical Insulationand Dielectric Phenomena*.
- Sulaiman, M.Y., Akaak, A.M., Wahab, M.A., Zakaria, A., Sulaiman, Z. A., Suradi, J., 2002. Wind Characteristics of Oman. *Energy*, 27: 35-46.
- Ülger, K., Hepbasli, A., 2002. Determination of Weibull parametersfor wind energy analysis of Izmir, Turkey. *International Journal of Energy Research*, 26: 495-506.
- Weisser, D., 2003. A wind energy analysis of Granada: An estimation using the Weibull density function. *Renewable Energy*, 28(11): 1803-1812.
- Zenbil, A., 1991. EstimationTechniquesfor a class of non-regular distributions: The Weibull case. *Middle East Technical University, Ph. D. Thesis*.

Genelleştirilmiş Lineer Regresyon ile Erzurum Kuzey Çevre Yolu Kaza Tahmin Modeli

Muhammed Yasin ÇODUR¹ Ahmet TORTUM² Merve ÇODUR³

ÖZET: Dünya nüfusunun artışına paralel olarak araç sahipliğinin de artması ile birlikte günlük hayattaki araç trafiği de artmıştır. Bu hareketliliğin beraberinde getirdiği en büyük olumsuzluklardan biri olan trafik kazaları, insan hayatına mal olan ve önemli ölçüde ekonomik kayıplara sebep olan bir olaydır. Bu çalışmada 2005-2010 yılları arasında Erzurum Kuzey Çevre Yoluna ait veriler kullanılmıştır. Bu çalışmada karayolu güvenliğinin sağlanmasında kazalara neden olan faktörlerin incelenmesi ve bu faktörlerin birbiriyle ilişkilerini içine alan Genelleştirilmiş Lineer Regresyon tekniği ile kaza tahmin modelinin oluşturulması hedeflenmiştir. Sonuç olarak kurulan model ve modele etki eden parametrelerin önem düzeyleri çalışma kapsamında sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Genelleştirilmiş lineer model, trafik kaza tahmin modeli, Erzurum



Erzurum North Ring Road Accident Prediction Model with Generalized Linear Regression

ABSTRACT: In parallel to the rise of the world's population, car ownership and consequently daily vehicular traffic has increased. One of the largest negativities is traffic accidents which brought these activities. The traffic accidents have caused deaths and considerable economic losses. In this study the data of Erzurum North Ring Road was used between 2005 to 2010. In this study, it is aimed to investigate factors which cause accidents, for providing road safety and to create accident prediction model with the technic of Generalized Linear Model which includes relations between these factors. As a result the model and the significance level of parameters affecting the model were presented in this study.

Keywords: Generalized linear regression model, traffic accident prediction model, Erzurum

¹ Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

² Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

³ Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye
Sorumlu Yazar/ Corresponding Author: Merve ÇODUR, mervecodur@gmail.com

GİRİŞ

Teknolojinin ilerlemesi, insan ihtiyaç ve istekleri ile paralel olarak üretimi artırmış ve çeşitlendirmiştir. Bu ihtiyaç ve isteklerin başında, hızlı ve güvenli ulaşım gelmektedir. Ülkemizde ulaşım faaliyetinin ana ögesi trafik olup trafik güvenliğine etki eden unsurlardan birisi de karayollarıdır. Motorlu araçların insan hizmetine sunulması, sürücü ve araç sayısının artması; trafik güvenliği ihtiyacını da ortaya çıkarmıştır (Tortum et al., 2012).

Karayolu güvenliği ile ilgili planlama sürecinin belirlenmesinde, ileriye yönelik trafik kaza tahminlerinin modellenmesi gerekmektedir. Kullanılan modellerin geçerliliği; trafik kaza raporlarının güvenilirliğine, kazayı etkileyen parametrelerin doğru olarak belirlenmesine ve kullanılan istatistiksel analiz yönteminin başarısına bağlıdır. Literatürde farklı yaklaşımlar ve analizler kullanılmış, bunun sonucunda birçok kaza tahmin modeli geliştirilmiştir.

Trafik kaza analizleri konusunda yapılan çalışmalar genellikle 1960 yılının ortasına doğru tamamlanmıştır. Bu yıllardan sonra, araştırmacılar daha çok kaza tahmin modellemesi ile ilgilenmişlerdir. Bilinen en eski modellerden biri olan ve Smeed Kanunu olarak bilinen modelde 1938 yılına ait 20 farklı ülkeden alınan veriler yardımıyla ölüm, araç sayısı ve nüfus arasındaki ilişki incelenmiştir (Smeed, 1949). Ancak, Andreassen, Smeed modelinin verilerin bir yıla ait olduğunu, bir zaman serisi içermediğini ve modele ait sabit ve üstel değerlerinin her ülke için farklı olabileceğinden dolayı bütün ülkelere uygulanabilmesinin mümkün olamayacağını ifade ederek farklı bir model önermiştir (Andreassen, 1985). Partyka iş ve nüfus verilerini kullanarak bir kaza tahmin modeli önermiştir. Modelinde çalışan kişi sayısı, çalışacak durumda olan fakat işsiz olan kişi sayısı ve çalışmayacak olan kişi sayılarını model parametreleri olarak kullanmıştır (Partyka, 1984). Dinesh and Bawa, ölümlü kazaları Hindistan'ın Delhi kenti örneğinde incelemişlerdir. 1984 yılında Delhi'nin diğer sanayileşmiş kentlerden farklı olduğunu kazaların %80'nin yayaların, iki tekerlekli araçların ve otobüslerin neden olduğunu ve diğer motorlu taşıtların ölümlerde daha az bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir (Dinesh and Bawa, 1984). Mekky ise gelişmekte olan ülkelerde taşıtlardaki hızlı artışın ölüm oranlarına olan etkisini incelemiş ve sanayileşmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelerde araç

başına ölüm oranları ile motorlu taşıt sayıları arasında ters bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur (Mekky, 1985). Zegeer trafik, yol geometrisi ve arazi yapısının kazaların meydana gelmesi üzerinde etkin parametreler olduğunu vurgulamış ve bu parametrelere ait verileri kullanarak bir kaza tahmin modeli geliştirmiştir (Zegeer, 1987). Vali, Hindistan ve metropol kentleri için Smeed ve Andreassen bağıntılarından faydalanarak kaza tahmin modelleri önermiştir ve bu modeller yardımıyla 2007 ve 2010 yılı için kaza, yaralı ve ölü sayılarını tahmin etmeye çalışmıştır (Vali, 2005). Akgüngör ve Yıldız ise kısmi faktöriyel metodunu kullanarak Zegeer in modelindeki parametrelerin duyarlılıklarını incelemişler ve yıllık ortalama günlük trafiğin modeldeki en etkin parametre olduğunu ortaya koymuşlardır (Akgüngör ve Yıldız, 2007). Akgüngör ve Doğan (2008) 1985-2005 yılları arasındaki nüfus, araç, kaza, yaralı ve ölü sayılarına ait verileri kullanarak Türkiye için Smeed Benzeşim Modelini geliştirmişlerdir. Kibar (2008), Trabzon bölünmüş sahil yolundan yaklaşık 113.5 km'lik karayolu kesimini kullanmıştır. Bu kesimden 5 yıllık trafik kaza verileri alınarak önce Poisson Regresyon Modelinin geliştirildiği Genelleştirilmiş Lineer Model yaklaşımı kullanılmış, ancak verinin aşırı yayılım yapmasından dolayı Negatif Binom Regresyon Modeli uygulanmış ve kaza tahmin modeli oluşturulmuştur. Akgüngör ve Doğan (2010) 1986-2005 yılları arasındaki verilerden yararlanarak İzmir ili için regresyon analizi, yapay sinir ağları ve genetik algoritma yöntemleri kullanılarak trafik kaza tahmin modellerini geliştirmişlerdir.

Bu çalışma kapsamında 2005-2010 yılları arasındaki Erzurum Kuzey Çevre Yolu verileri kullanılmıştır. Trafik kazalarının sayısını azaltabilmek için trafik kazalarına etki ettiği düşünülen parametreler belirlenmiş ve Genelleştirilmiş Lineer Regresyon ile modelleme çalışması yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

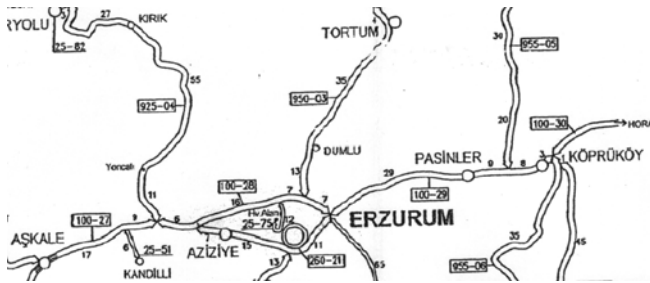
Materyal

Doğu Anadolu'nun en büyük kenti olan Erzurum'un MÖ 4900 yıllarında kurulduğu tahmin edilmektedir. Kent, Orta Çağ'dan itibaren, İran-Hint ve Orta Asya ticaretinin Akdeniz ülkelerine giden önemli bir konaklama ve ticaret merkezi olmuştur. Tiflis-Kars üzerinden gelen Kafkas yolu ve Tebriz-Doğubeyazıt' tan geçen

Kuzey İran yolu: Sivas üzerinden Diyarbakır-Irak-Suriye-Basra körfezine ve Akdeniz kıyılarına giden yollar ile yine Sivas üzerinden Ankara, İstanbul ve Ankara-İzmir' e giden yollar burada birleşmektedir. Erzurum'dan geçen transit yollar, Kuzey Anadolu dağlarını Kop ve Zigana geçitlerini aşarak Trabzon'a ve Karadeniz'e ulaşmaktadır. Şehir İspir üzerinden Rize' ye, Bingöl üzerinden de Diyarbakır iline bağlanmaktadır. Erzurum ili karayolu, demiryolu ve havayolu taşımacılığı yönünden bulunduğu Doğu Anadolu Bölgesinde önemli bir konuma sahiptir. Ayrıca İpek yolu güzergâhı üzerinde bulunan Erzurum ilinde de Türkiye'nin genelinde olduğu gibi karayolu taşımacılığının üstünlüğü mevcuttur.

Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2010 yılı sonu istatistik verilerine göre motorlu kara taşıtı sayısı Erzurum'da bir önceki yıla göre % 11 artarak, 80149'a yükselmiştir. 2010 yılsonu itibariyle Erzurum'da 39419 otomobil, 16 303 kamyonet, 5622 kamyon, 2982 minibüs, 1047 otobüs, 2230 motosiklet, 294 özel amaçlı taşıt ve 12252 traktörün trafikte kaydı bulunmaktadır (Anonim, 2010). Ülkemizi etkileyen trafik kaza sorunu Erzurum ilinde de kendini göstermekte ve çözüm yollarını beklemektedir.

Bu çalışmada, Karayolları 12. Bölge Müdürlüğü'ne bağlı, Erzurum Bölge Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü görev alanındaki 100-28 numaralı Kuzey Çevre Yolunun kaza tahmin modellemesi yapılmıştır. Bu yol Aşkale'den Erzurum istikametine gelinirken çevre yoluna girildiğinde 0+00 km ile başlayan ve havaalanının önünden devam eden çevre yolu sonu ya da Nenehatun Kavşağı olarak bilinen yaklaşık 30+00 km ile biten kesimdir (Şekil 1).



Şekil 1. Kuzey çevre yolu

Trafik kaza tahmin model çalışmaları genellikle istatistiğe dayalı çalışmalardır ve diğer trafik çalışmalarından oldukça farklıdır. Çünkü trafik kazaları, ne

zaman ve nerede meydana geleceği önceden tahmin edilemeyen, meydana gelişleri ise objektif olarak izlenemeyen olaylardır. Bu nedenle trafik kaza analizleriyle uğraşan kişilerin, kazaların yerlerini, şiddetlerini, sıklıklarını, tiplerini ve diğer özelliklerini tam ve doğru olarak gösterecek bilgi ve kayıtlara ihtiyaçları vardır. Bu bilgileri sağlayacak temel kaynaklar ise, kaza sonrasında hazırlanan trafik kaza tespit tutanaklarıdır. Bu nedenle, yapılacak olan kaza analizlerinin sonuçlarının doğruluğu bu raporların eksiksiz ve tam olarak doldurulmasına ayrıca raporun içeriğinin analiz çalışmaları için gerekli olan bilgiler açısından yeterli olmasına bağlıdır. Bu çalışmada belirtilen yola ait 2005-2010 yılları arasında meydana gelen trafik kaza raporları Erzurum Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü'nden alınmıştır. Ayrıca yola ait bazı geometrik verilerde Karayolları 12. Bölge Müdürlüğünden temin edilerek detaylı bir ön çalışma yapılmıştır (Çodur, 2012).

Yöntem

Genelleştirilmiş Lineer Modeller: Lineer ve lineer olmayan regresyon modellerinde normal dağılım önemli bir rol oynamaktadır. Hem lineer hem de lineer olmayan modellerde sonuç çıkarımı için y yanıt değişkeninin normal dağılıma sahip olduğu varsayılmaktadır. Bazı durumlarda bu varsayım gerçekçi olmamaktadır. Yanıt değişkeninin sayı (count) gibi kesikli değişken olması durumu, yani kusurların sayısı, trafik kazaları belirli hastalığa yakalanan insanların sayısı veya deprem ve kasırgaları içeren doğal olayların meydana gelme sayısı gibi "nadir olaylar" örnek olarak verilebilir.

Genelleştirilmiş Lineer Modeller, yanıtın Üssel aileden olması halinde regresyon modellerini uydurmaya izin vermektedir. Üssel ailenin genel formu,

$$f(y; \theta, \phi) = \exp \left\{ \frac{y\theta - b(\theta)}{a(\phi)} + c(y, \phi) \right\} \quad (1)$$

şeklinde dir. Burada $a(\cdot)$, $b(\cdot)$ ve $c(\cdot)$, belirli fonksiyonlardır. θ Parametresi doğal konum parametresidir, ϕ ise yayılım (dispersion) veya ölçek (scale) parametresidir. Genel olarak, Genelleştirilmiş Lineer Modeller üç bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler; (1) Yanıtın dağılımı, (2) Lineer kestiricilerin bulunduğu sistematik kısım ve (3) Link fonksiyonudur. Yapının daha açık biçimi aşağıdaki gibi verilebilir.

- 1) y_1, y_2, \dots, y_n sırasıyla $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ ortalamalı bağımsız yanıt gözlemler
- 2) y_i gözlemleri Üssel aile üyesi olan bir dağılıma sahiptir.
- 3) Modelin sistematik kısmı x_1, x_2, \dots, x_k açıklayıcı değişkenlerini içermektedir.
- 4) Model $\eta = x'\beta = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i$ lineer kestirici civarında inşaa edilir.
- 5) Model bir link fonksiyonu aracılığı ile bulunur.

$$\eta_i = g(\mu_i), i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Link terimi, ortalama ve lineer kestirici arasında bağlayıcı fonksiyon gerçeğinden türetilmiştir. Beklenen yanıt $E(y_i) = g^{-1}(\eta_i) = g^{-1}(x'\beta)$ dir. Çoklu lineer regresyonda model,

$$\mu_i = \eta_i = x_i'\beta, i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

özel bir durumu göstermektedir. Yani $g(\mu_i) = \mu_i$ dir. Bu durumda birim link fonksiyonu kullanılmaktadır.

- 6) Link fonksiyonu diferansiyellenebilen monoton bir fonksiyondur.
- 7) $\sigma_i^2 (i = 1, 2, \dots, n)$ varyansı, μ_i ortalamasının bir fonksiyonudur.

Genelleştirilmiş Lineer Modellerde link fonksiyonu yanıtın doğal dağılım avantajını üstlenmektedir. Özellikle link fonksiyonunun yanlış seçimi doğal dağılımı etkileyeceğinden sonuçları olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalışmada Genelleştirilmiş Lineer Model Stata paket programı kullanılarak kurulmuştur.

Genelleştirilmiş Lineer Modeller için Sonuç Çıkarımı: İstatistiksel sonuç çıkarımının iki esas aracı, güven aralıkları ve hipotez testleridir. Genelleştirilmiş Lineer Modeller için güven aralıkları ve testler ayrıntılı olarak McCullagh and Nelder (1989), Myers et al. (2001) ve Lewis et al. (2001a, 2001b)'de ele alınmaktadır.

Herhangi bir model uydurma işleminde olduğu gibi, artıkların analizi Genelleştirilmiş Lineer Modellerde de önemlidir. Artıklar, varsayımların gerçekleşmesinde modelin tüm yeterliliği ile ilgili kılavuz bilgiler sağladığı gibi seçilen link fonksiyonunun uygunluğu ile de bilgi vermektedir. Genel olarak, sapma artıkları, normal lineer regresyondaki standart artıklara benzer olarak davranmaktadır. Bu nedenle, standart normal lineer regresyondaki modellerin yeterlilikleri için kullanılan normal olasılık grafiği ve kestirilen değerlere karşı artıkların grafiği Genelleştirilmiş Lineer Model-

ler için de kullanılmaktadır. Fakat standart artıkların Genelleştirilmiş Lineer Modeller için uygun olmaması nedeniyle, standart artıklar yerine sapma artıkları kullanılmaktadır.

Bu çalışmada poisson ve ardından negatif binomial regresyon modelleri denenmiş fakat Genelleştirilmiş Lineer Regresyon Modeli kadar trafik kaza değişkenlerinin kaza sayısını tahmin etmesinde başarılı olamamıştır. Trafik kazalarının modellenmesinde Genelleştirilmiş Lineer Regresyon Modeli kurulmuştur.

BULGULAR

Veri Setinin Oluşturulması: Trafik kazalarına etki ettiği düşünülen, trafik kaza tahmin raporlarını ve yolun geometrik verilerini içeren detaylı bir tablo oluşturulmuştur. Bu tablodan hareketle çeşitli denemeler yapılmış ve nihai olarak yol kesiminin kilometresi, yıllık ortalama günlük trafik (YOGT), düşey kurp sayısı, yatay kurp sayısı, yaz mevsiminde meydana gelen kazaların yüzdesi, kazalara karışan ağır araçların yüzdesi bağımsız değişken ve kaza sayısı da bağımlı değişken olarak belirlenmiştir. D-100-28 yolu 7.3, 8.7, 7, 8.023' lük dört bölüme ayrılmıştır. Kaza sayıları gruplandırıldıktan sonra veriler toplam 24 tanedir. Bu verilerin ortalamaları 14.208, standart sapmaları 3.84, varyansları 14.78' dir. Model parametreleri %95 güven aralığında anlamlı bulunmuş ortalama Pearson Ki-kare (Pearson Ki-kare değerinin serbestlik derecesine bölümü) değerinin 1.03 olduğu görülmüştür. Hadayeghi (2002) modelin negatif binom regresyonuna uyması için ortalama Pearson Ki-kare değerinin 0.8 ile 1.2 arasında olması gerektiğini belirtmiştir. Bu nedenle genelleştirilmiş modelin link fonksiyonlarından biri negatif binom regresyonu seçilmiştir.

Çizelge 1 parametrelerin katsayılarını, standart hatalarının $|z|$ ve P değerlerinin yer aldığı genelleştirilmiş lineer regresyon model sonucunu göstermektedir. Bu modelde P değerleri % 95 güven aralığında olup 0,05 değerinden küçüktür. Kurulan modelde trafik kazalarının artmasında en etkili parametre ağır araçların karıştığı kazaların yüzdesi bulunmuştur. Modelin genel denklemi aşağıda verilmektedir.

Çizelge 1. Genelleştirilmiş lineer model sonuçları

	n= 24	sd=n-p=24-6=18	Pearson $\chi^2 =18,55$	
Parametre	Katsayı	Standart Hata	Z oranı	P > z
Sabit	1.853453	0.1501055	12.46	0.000
Düş. Kur. Say.	0.0558456	0.0208461	6.23	0.000
Yol Kes. Km.	0.0234265	0.0084413	3.57	0.000
YOGT	0.0002561	0.0000387	4.47	0.000
Ağır Araç	-0.3023125	0.191108	-2.93	0.002
Yaz Mev.	-0.2456548	0.1687042	-2.41	0.025
Yat. Kur. Say.	-0.0582456	0.0014957	-6.03	0.000

*n: Gözlem sayısı, p: Parametre sayısı, sd: Serbestlik derecesi

$$E(KS) = \exp(b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n) \quad (4)$$

Burada:

E(KS) : Bağımlı değişken

X_i : Bağımsız değişkenler

$b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$: Katsayılar

$$E(KS) = \exp(1,853453 + 0,0234265 * YKKM + 0,0002561 * YOGT + 0,0558456 * DKS - 0,0582456 * YKS - 0,245648 * YM - 0,3023125 * AA) \quad (5)$$

Elde edilen modelde:

E(KS) : Tahmin edilen kaza sayısı

YKKM: Yol kesim kilometresi

YOGT : Yıllık ortalama günlük trafik

DKS : Düşey kurp sayısı

YKS : Yatay kurp sayısı

YM : Yaz mevsiminde meydana gelen kazaların yüzdesi

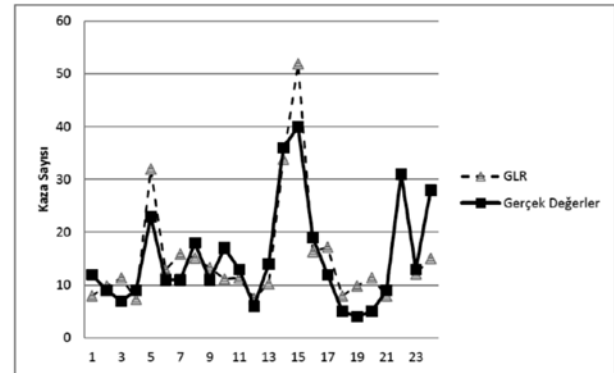
AA : Ağır araçların karıştığı kazaların yüzdesi tanımlamaları yapılmaktadır.

SONUÇLAR

Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de yol güvenliğinin ölçütü olan trafik kazalarına çözüm aranmaktadır. Gelişmiş ülkelerin karayolu güvenliği problemlerinin çözümünde gösterdikleri başarının en önemli nedeni; karayolu planlaması ve trafik mühendisliğine verdikleri önemdir. Mevcut yollar için kazaların meydana geldiği yol kesimlerinde gerekli iyileştirmelerin yapılması kuşkusuz en önemli adımdır. Bunun haricinde kazaya etki eden diğer faktörlerin belirlenmesi olası diğer kazaların azaltılmasında etkili bir yol sunacaktır.

Bu çalışmada, karayolu güvenliğinin değerlendirilmesinde, ülkemiz ulaştırma tercihinin ortaya çıkardığı

trafik kazaları sorunundan yola çıkarak, kazaların azaltılmasında yolun geometrik özellikleri ve trafik karakteristiklerinin kaza oluşumlarındaki etkileri göz önünde bulundurularak Genelleştirilmiş Lineer Regresyon yöntemi ile kaza tahmin modeli oluşturulmuştur.



Şekil 2. Gerçekleşen ve GLR değerlerinin karşılaştırılması

Şekil 2 Gerçekleşen ve GLR modeli ile bulunan değerleri göstermektedir. Y ekseninde kaza sayıları X ekseninde ise kaza sıra numaraları bulunmaktadır. Modelin istatistiksel uyumu sağlanmış olup model sonucunda, mevcut bölünmüş yollarda kazaya karışan ağır araçların yüzdesi, yaz mevsiminde olan kazaların yüzdesi ve yatay kurp sayısı arttığında kaza sayılarının azaldığı; buna karşın düşey kurp sayısının, yol kesim kilometresinin ve YOGT'nin artması ile kaza sayılarının arttığı bulunmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya verdikleri destekten dolayı Erzurum Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü ve Karayolları 12. Bölge Müdürlüğü personellerine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akgüngör, A.P., Doğan, E., 2008. Smeed ve Andreassen kaza modellerinin Türkiye uygulaması: Farklı senaryo analizleri. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(24): 821-827.
- Akgüngör, A.P., Doğan, E., 2010. Farklı yöntemler kullanılarak geliştirilen trafik kaza tahmin modelleri ve analizi. International Journal of Engineering Research and Development, 2(1): 16-22.
- Akgüngör, A.P., Yıldız, O., 2007. Sensitivity analysis of an accident prediction model by the fractional factorial method. Accident Analysis & Prevention, 39(1), 63-68.
- Andreassen, D.C., 1985. Linking deaths with vehicles and population. Traffic Engineering & Control, 26(11): 547-549.
- Anonim, 2010. Motorlu kara taşıtları istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Çodur, M.Y., 2012. Trafik kaza tahmin modelleri: erzurum ili çevre karayolları için uygulamalar. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmamış), Erzurum.
- Dinesh, M., Bawa, B.S., 1985. An analysis of road traffic fatalities in Delhi, India. Accident Analysis & Prevention, 17(1): 33-45.
- Kıbar Türe, F., 2008. Trafik kazaları ve Trabzon bölünmüş sahil yolu örneğinde kaza tahmin modelinin oluşturulması. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Trabzon.
- Lewis, S.L., Montgomery, D.C., Myers, R.H., 2001a. Examples of designed experiments with nonnormal responses. Journal of Quality Technology, 33: 265-278.
- Lewis, S.L., Montgomery, D.C., Myers, R.H., 2001b. Confidence interval coverage for designed experiments analyzed with GLMs. Journal of Quality Technology, 33: 279-292.
- McCullagh, P., Nelder, J.A., 1989. Generalized linear models. 2nd ed. Chapman & Hall.
- Mekky, A., 1985. Effect of rapid increase in motorization levels on road fatality rates in some rich developing countries. Accident Analysis and Prevention, 17(2): 101-109.
- Myers, R.H., Montgomery, D.C., Vining, G.G., 2001. Generalized linear models with applications in engineering and the sciences. John Willey & Sons, New York.
- Partyka, C., 1984. Simple models of fatality trends using employment and population data. Accident Analysis & Prevention, 16(3): 211-222
- Smeed, R.J., 1949. Some statistics aspects of road safety Research. Journal of the Royal Statistical Society, Series A, Part I, 112: 1-34.
- Tortum A., Çodur M.Y., Kılınc B., 2012. Modelling traffic accidents in turkey using regression analysis. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(3): 69-78.
- Valli, P.P., 2005. Road accident models for large metropolitan cities of India. IATSS Research, 29(1): 57-65.
- Zegeer, C. V., Deacon, J.A., 1987. Effect of lane width, shoulder width and shoulder type on highway safety. In State of the Art Report 6, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 1-21.

Murat Nehri' nden Yakalanan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)' da Bazı Metal Düzeylerinin Belirlenmesi

Muammer KIRICI¹ Mehmet Reşit TAYSI¹ Aydın Şükrü BENGÜ² Ünal İSPİR¹

ÖZET: Bu çalışmada Murat Nehri (Bingöl, Genç)' nden yakalanan 50 adet *Capoeta capoeta umbla*' nın kas dokusunda mangan (Mn), bakır (Cu), krom (Cr), kadmiyum (Cd), nikel (Ni), çinko (Zn) ve kobalt (Co)' ın birikim düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Metallerin birikim düzeyleri Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre (AAS) cihazı kullanılarak ppm cinsinden tespit edildi. Cr ve Cd, AAS tayin sınırları dışında olup hiçbir dokuda tespit edilmedi. Mn, Cu, Ni, Zn ve Co'ın bütün dokularda bulunduğu belirlendi. Çalışma Kasım 2010 – Haziran 2011 tarihleri arasında yapıldı. Balık örneklerinin alınmasında Genç ilçesi Soğukpınar köyü istasyon olarak belirlenmiştir. Balıkların kas dokusunda tespit edilen metal değerleri, balık dokularında kabul edilebilir metal değerlerinin altında bulunmuş olup insan sağlığı için tehlike oluşturmamaktadır.

Anahtar kelimeler: *Capoeta capoeta umbla*, Murat Nehri, Metal Düzeyleri

Determination of Some Metal Levels in *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843) Caught from Murat River

ABSTRACT: In this study, it was aimed to determine the levels of manganese (Mn), copper (Cu), chrome (Cr), cadmium (Cd), nickel (Ni), zinc (Zn) and cobalt (Co) in muscle of *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843) caught in Murat River (Bingöl, Genç). Accumulation levels of metals were detected by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) as expressed ppm. Cr and Cd were not found in detectable levels in any muscles according to results obtained by AAS. Mn, Cu, Ni, Zn and Co were found in all muscles that examined. The study was performed between November 2010 - June 2011. The Soğukpınar Village, in Genç, is determined as the station in taking fish samples. The metal levels detected in muscle tissues of the fishes are under the acceptable metal levels in fish tissues and it doesn't pose danger for human health.

Keywords: *Capoeta capoeta umbla*, Murat River, Metal Levels

¹ Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü, Bingöl, Türkiye

² Bingöl Üniversitesi, Merkezi Laboratuvarı, Bingöl, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Muammer KIRICI, mkirici@bingol.edu.tr

GİRİŞ

Su kaynaklarının kirlenmesi, daha çok sanayi ve yerleşim atıklarının arıtılmadan ya da yetersiz arıtma ile akarsu, göl ve denize bırakılmaları sonucu olmaktadır. Endüstriyel kuruluşların çoğunun ürettiği metal içeren atıklarla, sucul ortamlarda ciddi kirlenmeler olmaktadır. Sucul ekosistemlerde biyolojik çevrimin bir halkası olan balıklar önemli bir protein kaynağıdır. Balıklar ciddi boyutlarda metal kirliliğine maruz kalmaktadır. Özellikle ağır metaller, sucul ekosistemlerde yüksek konsantrasyonda organizmalar için potansiyel olarak toksik etki yaparlar (Bryan, 1976).

Metaller boşaltım ortamlarındaki canlı yaşamı üzerinde konsantrasyonları ile orantılı olarak toksik etki yaparlar. Eser miktarlarda bile sakıncalı olabilen bu maddeler arasında en önemli grubu ağır metaller diye adlandırılan antimon (Sb), gümüş (Ag), arsenik (As), berilyum (Be), kadmiyum (Cd), krom (Cr), bakır (Cu), kurşun (Pb), mangan (Mn), civa (Hg), nikel (Ni), çinko (Zn) gibi elementler oluşturur (Anonim, 1991). Spesifik iz metaller (demir (Fe), mangan (Mn), bakır (Cu), kobalt (Co), Çinko (Zn), molibden (Mo), seryum (Se)) metalloenzimlerde tek bir katalitik fonksiyonu yürüten spesifik bir protein ile birleşirler ve birçok enzim sisteminde kofaktör olarak görev yaparlar (Ginneken et al., 1999).

Cd, Hg, Pb ve Cr gibi ağır metaller, besin zinciriyle girdikleri canlı bünyelerinden doğal fizyolojik mekanizmalarla atılmadıkları için birikime uğrar ve bünyede belirli konsantrasyonların aşılması halinde toksik etki yaparlar. Bu birikim sonucunda sularda yaşayan

balıklar ve diğer canlılar ölebilir. Hatta bu tür su ürünleriyle beslenen insanların yaşamı da tehlikeye girebilir (Anonim, 1991).

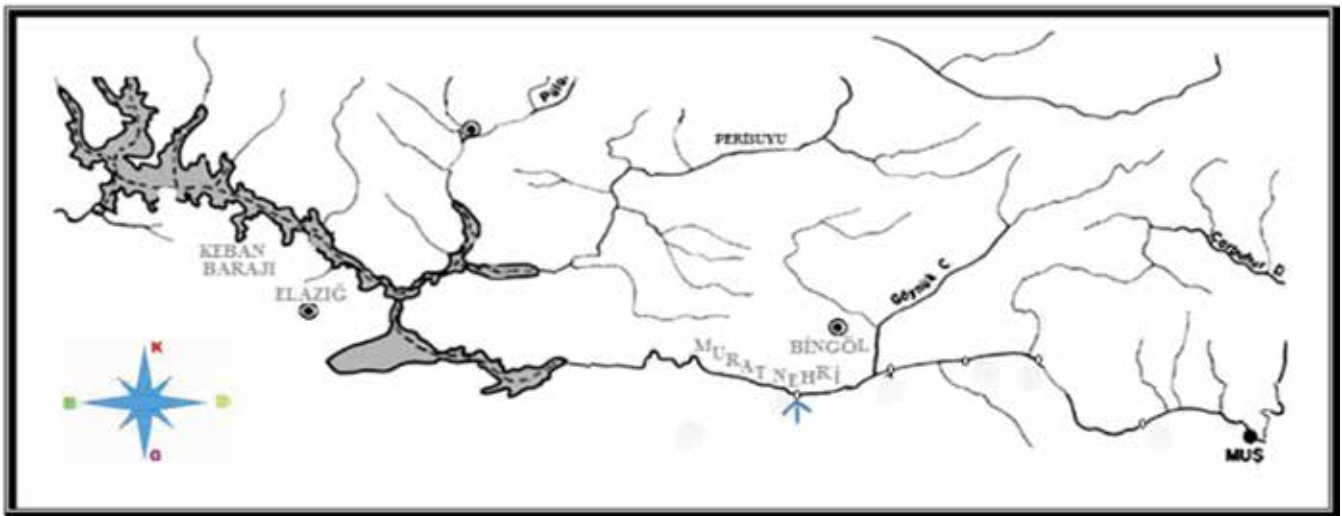
Bingöl ili ve çevre iller için hayati öneme sahip olan Murat nehrinin çevresinde önemli yerleşim yerleri bulunmaktadır. Bu yerleşim yerlerinin nüfusu giderek artmakta ve buna paralel olarak çevreye özellikle de Murat nehrine akan kanalizasyon miktarını arttırmaktadır. Bunun sonucu olarak sucul ortam metal yönünden zenginleşmekte ve canlı yaşamı tehdit etmektedir.

Bu çalışmada Murat Nehri'nden yakalanan ve bölge halkı tarafından yoğun bir şekilde besin olarak tüketilen sazangiller ailesine ait *Capoeta capoeta umbla*'nın kas dokusunda bazı metallerin birikim düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Murat nehri, Doğu Anadolu' da, Van Gölü'nün kuzeyinde Aladağ' dan ve Muratbaşı Dağı'ndan çıkan kolların birleşmesiyle oluşan ve Batıya doğru hareketle Bingöl İli Genç İlçesinin Servi bucağına bağlı Doğanlı köyünün kuzeyinden geçerek Keban Barajı'na akan 722 km uzunluğunda bir nehirdir. Bingöl ili içindeki toplam uzunluğu 96 km olup Bingöl İlinin en önemli su kaynağından biridir.

Bu çalışma Kasım 2010-Haziran 2011 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Her ay düzenli olarak tek bir istasyondan (Şekil 1) balık örnekleri alınmıştır.



Şekil 1. Murat Nehri (İstasyon ok ile gösterilmiştir)

Yakalanan balık örnekleri Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Araştırma Laboratuvarına getirilerek balık örneklerinin ağırlık ve toplam uzunlukları tespit edilmiştir. Yaş tayini pullardan yapılmıştır. Balıkların ağırlık ve toplam uzunlukları tespit edildikten sonra her balık örneğinin sırt yüzgeci ile kuyruk yüzgeci arasındaki bölgeden 3-5 g arası kas doku alınmıştır. Örnekler ısıya dayanıklı küçük cam şişeler içerisinde etüvde 105 °C' de 24 saat bekletilerek kurutulmuş ve daha sonra örnekler 3 mL HNO₃ ilave edilerek 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra örnekler, ısı tablası üzerinde çok düşük ısıda renkli buharları kayboluncaya kadar yavaş yavaş ısıtılarak örneklerin tamamen mineralize olması sağlanmıştır. Örneklerin renkli buharları tamamen kaybolduktan sonra 1 mL H₂SO₄ ilave edilmiştir. Çözünen örnekler 50 ml.lik balon jöjelere aktarılmış ve distile su ile 50 mL' ye tamamlanmıştır. Balon jöjelerdeki örnekler, içerisine 1-2 damla HNO₃ ilave edilmiş cam tüplere bırakılarak analize hazır duruma getirilmiştir. Ayrıca yukarıdaki işlemler aynı şekilde uygulanarak kör numunesi de hazırlanmıştır.

Hazırlanan örneklerde ağır metal analizleri, AAS (Perkin Elmer As 800) kullanılarak ölçülmüştür. Ölçü-

lecek her element için önceden konsantrasyonu bilinen standartlar ile bir kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Daha sonra, örneklerden okunan absorbans değerleri standart eğri yardımı ile konsantrasyona çevrilmiş ve element konsantrasyonları ppm olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen verilerin istatistik analizleri SPSS 11.00 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır.

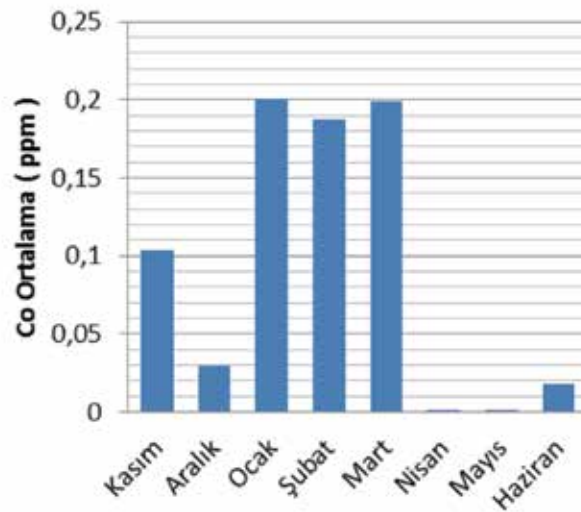
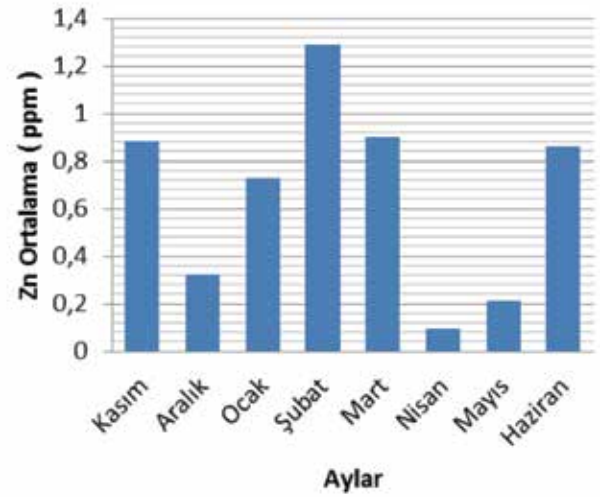
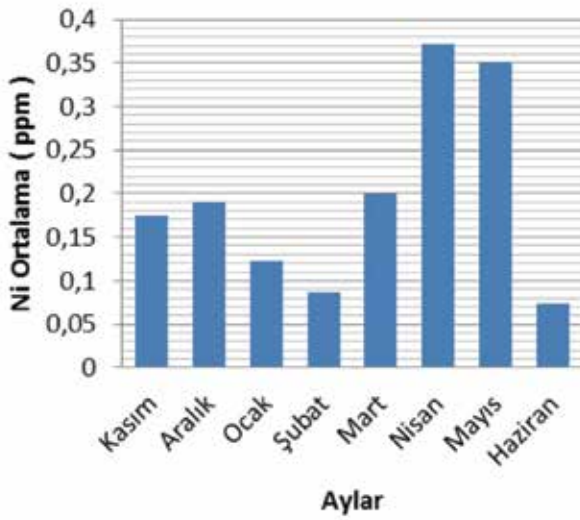
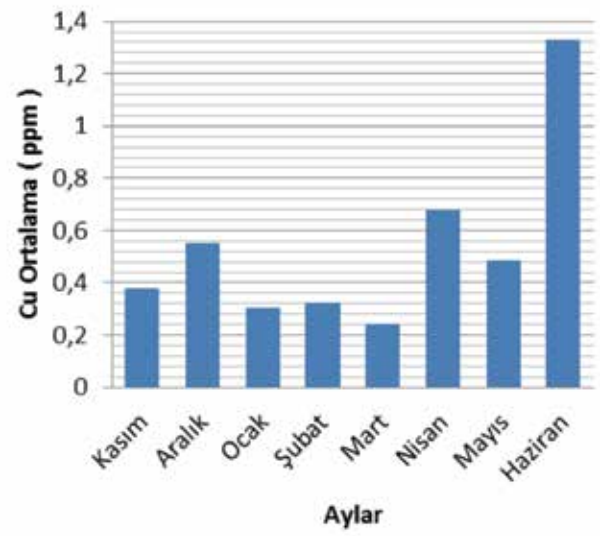
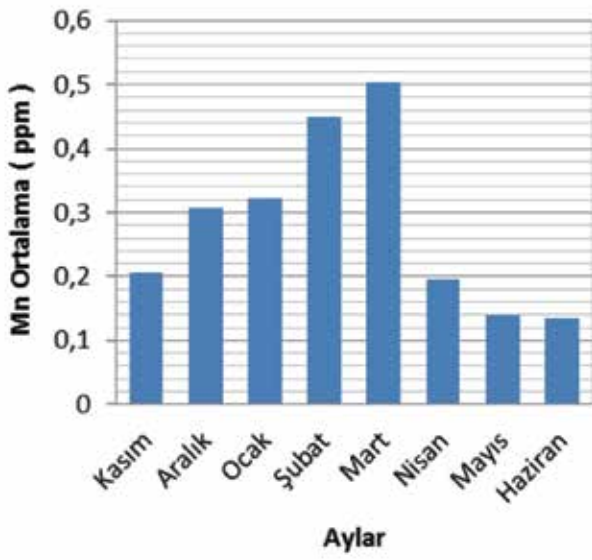
BULGULAR

Çalışma süresince toplam 50 adet *Capoeta capoeta umbla* incelenmiştir. İncelenen balıkların ağırlıklarının ortalaması 107±30.15 g, uzunluklarının ortalaması 181±43.52 mm ve ortalama 3±0.75 yaşında oldukları belirlenmiştir.

Çalışma boyunca AAS cihazı kullanılarak incelenen balıkların kas dokularında; Mn, Cu, Cr, Cd, Ni, Zn ve Co'nun birikim düzeyleri belirlenmeye çalışıldı. Cd ve Cr konsantrasyon düzeyleri AAS'nin ölçüm değerlerinin altında bulunduğu için belirlenmemiştir. Ortalama değerler göz önüne alındığında Mn, Cu, Ni, Zn ve Co bütün kas dokularında tespit edilmiştir (Çizelge 1 ve Şekil 2).

Çizelge 1. Murat Nehri (Bingöl)'nde yakalanan *C. c. umbla*'nın kas dokularında tespit edilen ağır metal düzeyleri

	Mn	Cu	Ni	Zn	Co
Kasım 2010	Min: 0.029	Min:0.262	Min:0.066	Min:0.619	Min:0.104
	Ort: 0.206	Ort:0.379	Ort:0.175	Ort:0.883	Ort:0.104
	Mak:0.808	Mak:0.442	Mak:0.243	Mak:1.161	Mak:0.105
Aralık 2010	Min: 0.139	Min:0.100	Min:0.107	Min:0.228	Min:0.023
	Ort: 0.308	Ort:0.552	Ort:0.191	Ort:0.322	Ort:0.029
	Mak:0.411	Mak:0.731	Mak:0.274	Mak:0.503	Mak:0.033
Ocak 2011	Min: 0.262	Min:0.172	Min:0.097	Min:0.445	Min:0.371
	Ort:0.322	Ort:0.302	Ort:0.123	Ort:0.726	Ort:0.201
	Mak:0.541	Mak:0.651	Mak:0.211	Mak:0.927	Mak:0.107
Şubat 2011	Min:0.320	Min:0.207	Min:0.006	Min:0.747	Min:0.180
	Ort:0.449	Ort:0.326	Ort:0.087	Ort:1.287	Ort:0.187
	Mak:0.652	Mak:0.544	Mak:0.145	Mak:1.960	Mak:0.195
Mart 2011	Min:0.189	Min:0.188	Min:0.146	Min:0.680	Min:0.037
	Ort:0.504	Ort:0.244	Ort:0.200	Ort:0.903	Ort:0.199
	Mak:0.784	Mak:0.311	Mak:0.270	Mak:1.215	Mak:0.335
Nisan 2011	Min:0.172	Min:0.614	Min:0.300	Min:0.062	Min:0.001
	Ort:0.195	Ort:0.678	Ort:0.372	Ort:0.097	Ort:0.001
	Mak:0.211	Mak:0.757	Mak:0.410	Mak:0.151	Mak:0.001
Mayıs 2011	Min:0.095	Min:0.369	Min:0.288	Min:0.099	Min:0.000
	Ort:0.140	Ort:0.486	Ort:0.351	Ort:0.212	Ort:0.001
	Mak:0.186	Mak:0.563	Mak:0.404	Mak:0.313	Mak:0.002
Haziran 2011	Min:0.094	Min:1.191	Min:0.014	Min:0.503	Min:0.016
	Ort:0.136	Ort:1.332	Ort:0.074	Ort:0.861	Ort:0.018
	Mak:0.160	Mak:1.429	Mak:0.117	Mak:1.203	Mak:0.019



Şekil 2. Murat Nehri (Bingöl)' nde yakalanan C. c. umbla' nın kas dokularında tespit edilen metal düzeylerinin aylara göre değişimleri.

Çizelge 1 ve Şekil 2 incelendiğinde Mn en fazla Mart ayında en az Haziran ayında tespit edilmiştir. Cu en fazla Haziran ayında en az Mart ayında tespit edilmiştir. Ni en fazla Nisan ayında en az Haziran ayında tespit edilmiştir. Zn en fazla Şubat ayında en az Nisan ayında tespit edilmiştir. Co en fazla Ocak ayında en az Nisan ve Mayıs ayında tespit edilmiştir. Tüm aylar ve ağır metaller içinde en fazla değer Haziran ayında Cu da tespit edilmiştir. Ardından Şubat ayında Zn ve ardından Mart ayında Zn'de yüksek oranlarda olduğu tespit edilmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Murat nehri, Bingöl ili içindeki uzunluğu 96 km (Toplam uzunluğu 722 km) olup Bingöl ilinin en önemli su kaynağından biridir. Murat nehrinin çevresinde tarım yapılan alanlar ve yerleşim yerleri yoğun bir şekilde artmaktadır. Tarım arazilerinde kullanılan insektisit, herbisit ve yapay gübreler ile yerleşim yerlerinden akan kanalizasyon atıkları nehre karışmakta ve nehri kirletmektedir.

Bu maddelerin bileşiminde iz element olarak adlandırılan Zn, Cu, Cd, Ni, Pb, Fe, Mn, Cr, Co ve Hg gibi son derece tehlikeli atıklarda yer almaktadır. Bu iz elementler besin zinciriyle girdikleri, canlı bünyelerinden doğal fizyolojik mekanizmalarla atılamadıkları için birikime uğrar (Canpolat ve Çalta, 2001). Su ortamında yaşayan canlı organizmalar besin zinciri içerisinde bünyelerinde biriken metalleri birbirine taşıyabilirler. Ortamda hiçbir şekilde yok olmayan metaller, bir takım yollarla besin zincirinin zirvesinde olan insanlara ulaşabilmekte ve insan sağlığını tehdit etmektedirler (Şeker ve ark., 1998). Metallerin balıklardaki konsantrasyonu, balık türünün beslenme alışkanlığına, yaşadığı ortamdaki ağır metal konsantrasyonuna, bu ortamda yaşama süresine, ağır metal türüne ve balığın organlarına göre farklılıklar gösterdiği belirtilmektedir. Metal karışımlarının balıklar üzerindeki toksik etkilerinin artışında; sıcaklık, pH, sertlik ve oksijen gibi faktörler etkili olmaktadır (Kargın ve Erdem, 1989).

Yaptığımız çalışmada sadece insanlar tarafından tüketilen ve doğrudan insanları etkileyen kas dokusu kullanıldı. Çalışmada *C. c. umbla*'nın kas dokusu aylara göre analize tabi tutularak aylar arasında kas dokuda, birikim farklılığı tespit edilmeye çalışıldı. Aylar

arasında büyük oranda birikimde farklılıklar bulundu. Çalışma sonucunda Cr ve Cd konsantrasyonu ölçüm duyarlılığının altında olduğundan hiçbir doku ve organ da tespit edilemedi. Çalışmamızda Mn, Mart ayında; Cu, Haziran ayında; Ni, Nisan ayında; Zn, Şubat ayında ve Co, Ocak ayında en yüksek değerlerde biriktiği tespit edildi.

Çalışma sonucunda kas dokuda en fazla birikim gösteren metal Zn olup bunu Cu, Mn, Ni ve Co izlemektedir. Canpolat ve Çalta (2001) tarafından *Acontobrama marmid* türü üzerinde yapılan çalışmada, kas dokuda Co, Cr, Cd ve Pb tespit edilememiştir. Kasta en fazla birikim gösteren ağır metalin Zn olduğu bunu sırasıyla Fe, Cu ve Mn'nin izlediğini tespit etmişlerdir. Uysal ve ark. (1986) tarafından *Cyprinus carpio* türü üzerinde yapılan çalışmada kas dokusunda yüksek oranda Fe bulunmuş ve bunu Zn izlemiştir. Köse (2007), Enne barajında, yaşayan 5 balık türünde yapmış olduğu çalışmada kas dokularında metal birikim konsantrasyonlarını: *Carassius carassius*'larda, Ca>Mg>Zn>Fe>Cu>Mn>Cr>Cd; *Chondrostoma nasus*'larda Ca>Mg>Fe>Zn>Ni>Cr>Cu>Cd; *Leuciscus cephalus*'larda Ca>Mg>Zn>Fe>Ni>Cu>Mn>Cd; *Alburnus alburnus*'larda Ca>Mg>Fe>Zn>Cd ve *Cyprinus carpio*'larda Ca>Mg>Zn>Fe>Cd şeklinde tespit etmiştir. Yapılan bu çalışmalarda bizim yaptığımız çalışmalarda ele alınan parametreler karşılaştırıldığında, paralel sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Bazı çalışmalarda Cr ve Cd'un tespit edildiği görülmekte fakat bu çalışmada bu metaller tespit edilmemiştir. Bunun nedeni bu çalışmanın yapıldığı bölgede bu metalleri çevreye yayacak bir sanayi kuruluşunun olmaması olabilir.

Bu çalışmada insanlar tarafından yenen kasta ki birikim düzeyi, Tarım Bakanlığının 1991 yılı ve 20884 sayılı Resmi Gazete'de (Anonim, 1991) yayınladığı balık ve yumuşakçalar için belirtilen kabul edilebilir metal değerlerinin altında bulunmuştur. Söz konusu metaller bakımından kirliliğin Murat Nehrinde yaşayan canlıların hayatını ve bunları besin maddesi olarak tüketen insanların hayatını olumsuz yönde etkileyecek düzeyde olmadığı anlaşılmıştır. Bingöl halkı tarafından Murat Nehrinden yakalanarak ve sevilerek tüketilen *C. c. umbla*'nın, halk sağlığı açısından bir tehlike oluşturmadığı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 1991. Türkiye'nin çevre sorunları. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını.
- Bryan, G., 1976. Heavy metal contamination in the sea. in: R.Johnston Mar. Poll. Academic Press mc. London, 185-302.
- Canpolat, Ö., Çalta, M., 2001. Keban Baraj Gölü (Elazığ)'nden yakalanan *Acanthobrama marmid* (Heckel, 1843)'de bazı ağır metal düzeylerinin belirlenmesi. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 13(2): 263-268.
- Kargın, E., Erdem, C., 1989. Farklı bakır konsantrasyonlarının *Tilapia nilotica* (L.) 1758'de birikimi ve mortalite üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 3(2): 53-66.
- Köse, E., 2007. Enne Barajı'nda yaşayan balıklarda ağır metal birikiminin araştırılması. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Kütahya.
- Anonim, 1991. Resmi Gazete, Tebliğler. Sayı: 20884, Sayfa: 5, 28 Mayıs 1991.
- Şeker, E., Özmen, H., Aksoy, Ş., 1998. Investigation of heavy metal accumulation in *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843) caught in Elazığ Hazar Lake, (in turkish). Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10(2): 13-20.
- Uysal, H., Tunçer, S., Yaramaz, Ö., 1986. Gölcük ve Gölarmara göllerinde yaşayan *C. carpio*, *S. glanis*, *A. anguilla*'da bazı ağır metal düzeylerinin araştırılması. VIII. Ulusal Biyoloji Kongresi Tebliğleri, İzmir, 2: 444-453.
- Ginneken, L., Chowdhury, M.J., Blust R., 1999. Bioavailability of cadmium and zinc to the common carp, *Cyprinus carpio*, in complexing environments: A test for the validity of the free ion activity model. Environmental Toxicology and Chemistry, 18: 2295-2304.

Atdışi Hibrit Mısır Adaylarının Ana Ürün Koşullarında Performanslarının Belirlenmesi

Erkan ÖZATA¹ Hasan Hüseyin GEÇİT² Ahmet ÖZ³ Saime ÜNVER İKİNCİKARAKAYA²

ÖZET: Bu araştırma, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde geliştirilen, kombinasyon uyumları belirlenmiş, üstün verimli atdışi mısır hatlarından elde edilen, 2007 yılı kombinasyonu tek melez mısırların performanslarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Elde edilen 9 tek melez ile 2 standart (Bora ve Ada 523) çeşit araştırmanın materyalini oluşturmuştur. Deneme 2009 ve 2010 yıllarında Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün deneme arazisinde tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada incelenen özellikler; tepe püskülü gösterme süresi, bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, tane nemi, tane/koçan oranı ve tane verimidir. Elde edilen sonuçlarla yapılan varyans analizi sonucu incelenen özellikler bakımından genotipler arasında farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). İki yıllık sonuçlara göre; tane verimi 909.4 kg da⁻¹ ile 1.224 kg da⁻¹ arasında değişmiş olup, TTM. 2007-134, TTM. 2007-145 ve TTM. 2007-106 melezleri, standart çeşitlerden yüksek tane verimine sahip olmuşlardır.

Anahtar kelimeler: Atdışi mısır, genotip, tane verimi, tane nemi



Determination of performance of some candidate dent corn under main crop conditions

ABSTRACT: The objective of this research was to determine performance of new corn hybrids (2007 hybrids) improved by Black Sea Research Institute Breeding Program. Two check hybrids and nine promising new hybrids were tested. The experiments were conducted according to Complete Block Design with 3 replicates in Samsun, Black sea Agricultural Research Institute field area, in 2009 and 2010 years. In the research, tasselling time, plant height, ear height, grain moisture at harvest, grain/ear rate were determined. Significant variations were found ($p < 0.001$) for all the traits of genotypes. Based on the means, the grain yields of genotypes ranged from 909.4 to 1.224 kg da⁻¹. The hybrids TTM.2007-134 TTM.2007-145, and TTM.2007-106, had high grain yield from standard cultivars.

Keywords: Dent corn, cultivars, grain yield, kernel moisture

¹ Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Sıcak İklim Tahılları, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye

² Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara, Türkiye

³ Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Fakültesi, Sıcak İklim Tahılları, Biyoloji Bölümü, Çankırı, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author Erkan ÖZATA, erkan_ozata@yahoo.com

GİRİŞ

Dünyada en çok ekilen bitkilerden biri olan mısır bitkisi, son yıllara kadar üretim bakımından buğday ve çeltikten sonra üçüncü sırada yer alırken, günümüzde en çok üretilen tahıl konumundadır. Dünyada 2011 yılı verilerine göre 883.460.240 ton tane ve 9.111.763 ton silajlık mısır, 722.760.295 ton çeltik ve 704.080.283 ton buğday üretilmiştir (FAO, 2012). Mısır, ülkemizde buğday ve arpadan sonra en çok üretilen tahıldır. Türkiye’de 2011 yılında 589.000 ha alanda 4.200.000 ton tane mısır üretimi gerçekleşmiştir (TUIK, 2012). Mısır bitkisi esas olarak insan gıdası, hayvan yemi ve sanayide birçok ürünün ham maddesi olarak tüketilmektedir. Dünya genelinde üretilen mısırın % 60’ ı hayvan yemi, % 20’ si insan gıdası (doğrudan tüketim), % 10’ u işlenmiş gıda ve % 10’ u diğer tüketimler ile tohumluk olarak kullanıldığı tahmin edilmektedir (Özcan, 2009). ABD’de mısırın önemli bir kısmı (% 40) etanol üretiminde kullanılmaktadır.

Tane mısırın endüstride kullanımını son yıllarda diğer tahıllara göre artmış, gün geçtikçe de artmaktadır. Bunun sebebi; birim alandan arpa ve buğdaydan iki kat daha fazla verim alınması, yetiştirme tekniği, hasat, nakliye ve depolama gibi işlemlerinin kolay olmasıdır. Son yıllarda biyo-yakıt olarak kullanılması da mısır bitkisine olan ihtiyacın artmasına neden olmuştur.

Ülkemizde mısırın geleneksel üretim alanları Karadeniz ve Güney Marmara bölgesi olarak bilinir. Ülkemizin hemen her yerinde yetiştirilen mısır, yakın zamana kadar yaygın bir şekilde sadece Karadeniz Bölgesinde yetiştirilmekte iken 1980’li yıllardan itibaren özellikle Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yürütülen II. ürün projesi ile güney bölgelerimizde yaygınlık kazanmıştır. Akdeniz, Karadeniz ve Marmara Bölgelerinde yetiştirilen mısır Türkiye üretiminin yaklaşık % 85’lik kısmını oluşturmaktadır. Güneydoğu Anadolu Projesinin hayata geçmesinden sonra ise, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde II. Ürün yetiştiriciliğinde önemli artışlar olmuştur.

1960’ lı yıllarda Karadeniz Bölgesinin ekim alanı ve üretimdeki payı % 50-55 civarında iken bu oran son yıllarda % 25 civarındadır. 2011 yılında bölgede yaklaşık 128.000 ha alanda mısır ekimi gerçekleşmiş, bu alandan 238.913 ton tanelik, 1.369.357 ton silajlık, 45.193 ton hasıl mısır üretimi gerçekleşmiş (TUIK, 2012) olup, bu rakamlar 2010 yılı verilerine göre bir miktar azalma olduğunu göstermektedir. Karadeniz

Bölgesinde ticari anlamda mısır üretiminin çok büyük bir kısmı Bafra ve Çarşamba ovalarında yapılmaktadır. Samsun, Karadeniz Bölgesinde en fazla mısır üretimi yapılan ilimizdir. Samsun’ da 2011 yılı verilerine göre yaklaşık 242.849 da alanda 113.782 ton tane mısır üretimi 155.165 da alanda ise 533.663 ton silajlık mısır üretimi yapılmış olup, toplamda 647.940 ton ürün elde edilmiştir (TUIK, 2012).

Ülkemizin hemen her bölgesinde mısır yetiştiriciliği yapılmasına rağmen, ekolojilere uygun çeşitler seçilemediğinden gerçek verim potansiyeline ulaşılamamaktadır. İslah araştırmaları sonucunda değişik ekolojilerde yüksek verim verebilen yeni genotipler geliştirilmektedir. Bu genotiplerin düşük verimli eski çeşitlerle yer değiştirmesi ile birim alandan elde edilecek ürünün artması sonucunda ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır. Bölgemizde ve Ülkemizin belirli bölgelerinde yapılmış bazı çalışma sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

Tanrıverdi ve Kabakçı (1999), Harran ovası ikinci ürün koşullarında 3 mısır çeşidinin (RX 788, C7993 ve Akpınar) verim performanslarını belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada; çeşitlerin tepe püskülü çıkarma süresini 45.8-52.4 gün, bitki boylarını 179.6-202.1 cm, ilk koçan yüksekliğini 86.8-96.5 cm, tane verimlerinin ise 452.5 - 1093.4 kg da⁻¹ arasında değiştiği sonuçlarını bulmuşlardır.

Öz ve Kapar (2003), Samsun koşullarına uygun tanelik hibrit mısır genotipleri geliştirmek amacı ile yürüttükleri çalışmada; genotiplerin tane verimlerini 916-1.349 kg da⁻¹, bitki boylarının 251-282 cm, tepe püskülü gösterme sürelerinin 61.9-66.4 gün, hasatta tane neminin % 23.2-30.9, tane/koçan oranının ise % 80.0-85.1 arasında değiştiklerini tespit etmişlerdir.

Ayrancı ve Sade (2004), Konya ekolojik şartlarında tanelik olarak yetiştirilebilecek atdışi melez mısır çeşitlerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada; 14 atdışi melez mısır çeşidi kullanmışlardır. Araştırma sonucunda çeşitlerin, tane verimlerini 644-1091 kg da⁻¹, bitki boyunu 162.1-214.9 cm, ilk koçan yüksekliğini 72.2-116.3 cm, tane/koçan oranını % 74.8-85.1, çiçeklenme süresini ise 62.3-73.3 gün arasında bulmuşlardır.

Kapar ve Öz (2006), Orta Karadeniz koşullarında 27 mısır çeşidinin performanslarını belirlemek amacıyla 2001 yılında Samsun ve Amasya, 2002 yılında Samsun ve Bafra’da yürüttükleri çalışmada; iki yıllık çalışmanın ortalamasına göre tane verimi değerlerinin

845-1190 kg da⁻¹ arasında değiştirdiğini ve en fazla tane veriminin Ada 95-16 çeşidinden elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Vartanlı ve Emeklier (2007), Ankara koşullarında 12 hibrit mısır çeşidinin tane verimi ve kalite özelliklerini belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada; çeşitlerin bitki boyunu 288.5-320.0 cm, çiçeklenme gün sayısını 59-67 gün, hasatta tane nemini, % 21.1- 8.6, birim alan tane verimini 1.577-1.903 kg da⁻¹ arasında değiştirdiğini bulmuşlardır.

Öz ve ark. (2008), Samsun ve Konya şartlarına uygun mısır çeşitlerinin geliştirilmesi amacıyla iki yıl süre ile (2006 ve 2007) yürüttükleri çalışmada; birinci yıl 7 genotip, ikinci yıl ise 15 genotip kullanmışlardır. Çalışma sonucunda; Samsun koşullarında genotiplerin tane verimini birinci yıl 949-1.258 kg da⁻¹, ikinci yıl 575-1.088 kg da⁻¹, tepe püskülü gösterme süresini 62-75 gün, bitki boyunu 240-292 cm, ilk koçan yüksekliğini 68-111 cm, hasatta tane nemini % 16.3-27.3, tane/koçan oranını ise % 78-88 arasında değiştirdiğini belirtmişlerdir.

Öktem ve Öktem (2009), Harran Ovası koşullarında iki yıl süre ile 26 adet atdıŖı hibrit mısır çeşidini kullanarak, yüksek verimli ve hasatta tane nemi düşük mısır genotiplerinin belirlenmek amacıyla yürüttükleri çalışmada; çeşitlerin tane verimini 811-1636 kg da⁻¹, hasatta tane nemini % 13.4-27.2, bitki boyunu 193.9-332.9 cm, ilk koçan yüksekliğini 84.6-152.4 cm arasında belirlemişlerdir.

Bu araştırma Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü hibrit mısır ıslahı programında ıslah edilen atdıŖı mısır genotiplerinin ana ürün koşullarında performanslarını belirlemek amacı ile yürütülmüştür.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, Samsun koşullarında Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde 2009 ve 2010 yıllarında 9 aday ve 2 standart çeşit birlikte yürütülmüştür. Denemeye alınan 9 yeni melez daha önceki yıllarda geliştirilmiş ve kombinasyon uyumları belirlenmiş kendilenmiş hatlardan 2007 yılında elde edilmiştir. Deneme sahası toprakları killi-tınlı karaktere sahiptir, reaksiyon bakımından hafif alkali bir karakter göstermektedir. Toplam tuz ve alınabilir fosfor miktarı az olup, bitki besin elementlerinden, potasyum ve kireç bakımından zengin, organik madde bakımından az düzeydedir (Çizelge 1).

Samsun/Çarşamba ovası iklim ve toprak özellikleri bakımından mısır yetiştiriciliğine son derece uygundur. Denemenin yürütüldüğü her iki yılda da yetiştirme sezonu ortalama sıcaklığı uzun yıllar ortalamasına yakın bir değer ölçülmesine rağmen, sıcaklıkların aylara dağılımı incelendiğinde ikinci yıl Haziran- Ağustos ayları ortalama sıcaklığı uzun yıllar ortalamasından 2 °C daha yüksek ölçülmüştür. Mısırın vejetatif ve genaratif gelişim dönemlerine denk gelen bu sıcaklıklar verimde düşüŖlere neden olmaktadır (Shaw, 1988). Deneme yıllarında yetiştirme döneminde düşen toplam yağış ve yağışın aylara dağılımı her iki yılda da uzun yıllar ortalamasından büyük farklılıklar göstermiştir. Birinci yılda en yüksek yağış Temmuz ayından (124.9 mm) en düşük yağış ise Haziran (14.0 mm) ayından ölçülmüş, ikinci yılda ise en yüksek yağış Haziran ayından (109.5 mm) en düşük yağış ise Ağustos ayından (8.0 mm) ölçülmüştür. Nispi nem bakımından araştırmanın birinci yılı, uzun yıllar ortalamasına yakın, ikinci yıl ise daha yüksek tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Deneme yerinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri

	2009	2010	
Bünye	66	66	Killi-Tınlı
pH	7.56	7.86	Hafif Alkali
P₂O₅ (kg da⁻¹)	2.32	2.52	Çok az
K₂O (kg da⁻¹)	90	94	Fazla
Organik Madde (%)	1.68	1.76	Az
Kireç CaCO₃ (%)	6.7	6.76	Orta kireçli
% Total tuz	0.053	0.054	Tuzsuz

(Samsun, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Toprak Bölümü Laboratuvarı)

Çizelge 2. Deneme yerinin uzun yıllar ve deneme yıllarında mısırın yetiştirme periyoduna ait iklim verileri

Aylar	Sıcaklık Ortalama (°C)			Nispi Nem (%)			Yağış Toplamı (mm)		
	Uzun Yıllar	2009	2010	Uzun Yıllar	2009	2010	Uzun Yıllar	2009	2010
Nisan	11.1	9.8	11.6	79.5	80.4	82.8	58.3	20.5	70.0
Mayıs	15.3	15.7	17.1	80.6	76.3	76.6	50.6	57.8	16.0
Haziran	20.0	21.3	22.0	76.3	74.2	80.7	47.9	14.0	109.5
Temmuz	23.1	23.9	24.9	73.4	75.1	80.5	31.3	124.9	19.4
Ağustos	23.2	21.8	26.1	73.7	74.4	80.5	37.5	29.2	8.0
Eylül	19.8	19.5	21.3	74.7	79.8	80.4	54.3	95.9	23.6
Ekim	15.9	17.4	14.8	75.8	84.2	82.0	88.2	89.1	211.3
Ortalama	18.5	18.4	19.6	76.3	77.7	80.5	-	-	-
TOPLAM	-	-	-	-	-	-	368.1	431.4	457.8

(Samsun Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Verileri, 2010)

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemede parseller 6 metre uzunluğunda 2.8 metre genişliğinde 4 sıradan oluşmuştur. Parselizasyon işleminden sonra, parsellere markör çekilerek sıra arası 70 cm ve sıra üzeri mesafeleri ise 20 cm olması sağlanmış, her ocağa iki tohum atılarak 5-6 cm derinliğe el ile ekilmiştir. Ekimle birlikte saf olarak 9 kg da⁻¹ N (% 26 Amonyum Nitrat formunda) ve 8 kg da⁻¹ P₂O₅ (TSP formunda) düşecek şekilde banda uygulanmıştır. Vegetasyon süresi boyunca tekleme/seyreletme, el çapası, traktör çapası gibi kültürel uygulamalar yapılmıştır. Bitkiler 40-50 cm (V4-V6 yaprak dönemi) boylandığında saf olarak 9 N kg da⁻¹ gelecek şekilde (% 33) üre gübresi kullanılarak üst gübreleme yapılmıştır. Deneme de ekimler her iki yılda da Mayıs ayının ilk iki haftası içerisinde, hasatlar ise Ekim ayının ortasında yapılmıştır.

Araştırma boyunca alınan fenolojik ve morfolojik gözlemler Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı (Anonim, 2010) esas alınarak yapılmıştır. Hasat sırasında parselin her iki başından 50 cm ve her iki kenarında bulunan birer sıra kenar tesiri olarak atılarak, 5 m boyundaki ortadaki iki sıradan değer alınmıştır. Hasat edilen koçanlarda tane nem içeriği Dickey- John Moisture Tester Multigrain model cihazla belirlenmiştir. Hasattan hemen sonra her parselden beş koçan alınarak tane/koçan oranı ve hasatta tane nemi değerleri belirlenmiş olup, % 15 tane nemine göre dekara verim hesaplanmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler MSTAT-C paket programı kullanılarak Düzgüneş ve ark. (1987)' na göre varyans analizine tabi tutulmuş, karşılaştırmalar Duncan testine göre yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tane Verimi: Çalışmanın ilk yılında genotiplerin dekara verimleri 1.058 kg da⁻¹ (TTM. 2007-125) ile 1.441 kg da⁻¹ (TTM. 2007-134) arasında, ikinci yılda ise 738.1 kg da⁻¹ (TTM. 2007-129) ile 1.010 kg da⁻¹ (TTM. 2007-145) arasında değişmiştir (Çizelge 3). Genotiplerin iki yıllık ortalama tane verimi 909.4 kg da⁻¹ ile 1.224 kg da⁻¹ arasında değişmiş olup, en yüksek tane verimi TTM. 2007-145 melezinden belirlenmiş, bunu azalan sırayla TTM. 2007-134, TTM. 2007-106 melezleri ile Bora çeşidi takip etmiştir (Çizelge 3).

Öz ve ark. (2008), Samsun koşullarında dekara verim değerlerinin 2006 yılında 949-1258 kg da⁻¹ arasında, 2007 yılında ise 575-1088 kg da⁻¹ arasında değiştiğini, Kapar ve Öz (2006), Samsun şartlarında dekara verim değerlerinin 845-1.190 kg da⁻¹ arasında değiştiğini, Öz ve ark. (2005), 5 lokasyonda ümitvar melezlerle yürüttükleri çalışmada melezlerin tane verimlerinin 916-1.349 kg da⁻¹ arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Deneme elde edilen sonuçlar ile araştırmacıların bulguları benzerlik göstermektedir.

Mısır bitkisinde tane verimi ekimden hasada kadar ekoloji ve yetiştirme tekniklerinin ortak etkileri sonucunda ortaya çıkan karmaşık bir karakterdir (Hallauer and Miranda, 1987). Denemede tane verimi yönünden yıl çeşit x interaksyonu istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ($p < 0.05$). Denemenin ikinci yılında görülen aşırı sıcaklık ve düşük yağış sebebiyle tüm çeşitlerin tane veriminde azalma görülmüş, bunun sonucunda da interaksyonun önemli çıkmasına neden olmuştur.

Çizelge 3. Genotiplerin tane verimi ve tepe püskülü gösterme süresine ait ortalama değerler ve farklılık gruplandırmaları (2009-2010)

Genotipler	Tane Verimi (kg da ⁻¹)			Tepe Püskülü Gösterme Süresi (gün)			
	2009 (*)	2010	Ortalama (*)	2009 (**)	2010	Ortalama (**)	
TTM.2007-134	1.441.1 a	957.1 ab	1199.1 a	71.7 ab	62.7 ac	68.0 a	
TTM.2007-106	1.355.1 ab	893 ac	1.124 ab	66.7 cd	60.7 bd	63.5 e	
TTM.2007-145	1303.5 ab	1010.1 a	1.146 a	73.3 a	62.6 ac	68.0 a	
TTM.2007-127	1283.7 ab	785.4 bc	044.5 ac	71.3 b	62.0 ac	66.7 ac	
Bora (st)	1.239.5 ab	881.2 ac	1.060.3 ac	65.3 de	62 ac	63.6 e	
TTM.2007-129	1.164.4 ab	738.1 c	951.2 cd	71.0 b	60.3 ad	65.6 cd	
TTM.2007-140	1.092.8 b	868.6 ac	980.7 bd	66.7 cd	62.7 ac	64.6 de	
Ada 523 (st)	1.079.2 b	749.3 c	909.4 d	71.3 b	63.3 a	67.3 ab	
TTM.2007-137	1.078.5 b	904.4 ac	980.9 bd	68.3 c	58.0 d	63.2 e	
TTM.2007-124	1.069.5 b	767.9 c	923.2 d	64.3 e	58.6 d	61.5 f	
TTM.2007-125	1057.4 b	975.7 a	1027.5 ad	71.0 b	60.3 cd	65.8 bd	
Ortalamalar	1314.0 A	873.9 B	1093.9	69.2 A	61.3 B	65.3	
CV (%)	14.5	15.7	15.1	1.64	2.6	2.3	
LSD	267	187.8	227.2	1.9	2.7	2.3	
Ö.D. (Çeşit)		*			**		
Ö.D. (Yıl)		**			**		
Yıl X Çeşit		*			**		

*, **, aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında $p>0.05$ ve $p>0.01$ düzeyinde fark yoktur.

Tepe Püskülü Gösterme Süresi: İki yılın ortalamasına göre genotiplerin tepe püskülü gösterme süresi 61.5 gün ile (TTM.2007-124) 68.0 gün (TTM.2007-145) arasında değişmiştir (Çizelge 3). TTM.2007-124 genotipi erken çiçeklenmesiyle öne çıkmış olup, diğer genotipler ise birbirine yakın sürede çiçeklenmişlerdir. Çalışmanın ilk yılı genotiplerin ortalama tepe püskülü gösterme süresi 69.2 gün, ikinci yıl ise 61.3 gün olarak ölçülmüştür. Benzer bulgular Sezer ve Gülümser (1999), Öz ve ark. (2005) ve Öz ve ark. (2008) tarafından belirtilmektedir. Vartanlı ve Emeklier (2007) Ankara koşullarında tozlaşmanın 56-67 gün arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Denemede elde edilen bulgular ile diğer araştırmacılar bulguları arasındaki farklılıkların kullanılan genotip ve iklim faktörlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Denemede yıl x çeşit interaksyonu istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ($p<0.01$). Bunun en önemli sebebi denemenin ikinci yılında ekim ile genaratif devre arasında (Mayıs-Temmuz) ortalama sıcaklıkların, denemenin birinci yılına oranla yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Daughtry ve ark., 1984; Shaw, 1988). Mısırdaki çiçeklenme süresi genotip ve çevre şartlarına bağlıdır. Belirli bir çeşit ve belirli bir coğrafi bölge için, çiçeklenme süresi geniş ölçüde hava sıcaklığına bağlıdır (Daughtry ve ark., 1984). Çiçeklenme döneminde nem, azot ve ışıklanma gibi faktörler olumsuz ise çiçeklenme ve olgunlaşma gecikmektedir (Shaw, 1988).

Bitki Boyu: 2009-2010 yıllarında iki yıl süre ile yürütülen çalışmada; mısır genotiplerinin ortalama bitki boyları 255.8 cm (TTM.2007-124) ile 335.8 cm (TTM.2007-145) arasında değişmiştir (Çizelge 4). TTM.2007-134 melezi tane veriminde olduğu gibi bitki boyu bakımından da en yüksek değere sahip olmuştur. Benzer bulgular Öz ve ark. (2005), Vartanlı ve Emeklier (2007), Öz ve ark. (2008) ile Öktem ve Öktem (2009) tarafından bildirilmektedir. Ayrancı ve Sade (2004), 14 atdıŖi melez hibrit mısırdaki Konya ekolojik şartlarında verim potansiyelini ölçtükleri çalışmalarında bitki boyunun 162.1 –214.9 cm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bu araştırmadan elde edilen bulgular Ayrancı ve Sade (2004)'nin bulgularından yüksek diğer araştırmacıların bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Bitki boyu düşük olan melezlerin tane verimi değerlerinin de düşük olduğu gözlemlenmiştir. Mısırdaki bitki boyunun verimi doğrudan etkilediğini ve bu etkinin %35 oranında olduğunu araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Kara ve ark., 1999).

Yapılan araştırmalarda bitki boyu yönünden çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu farklılık geniş ölçüde genetik faktörlerin etkisi altındadır (Hallauer and Miranda, 1987; Kurt ve Köycü, 1997). Turgut ve ark. (2000),'nin 16 atdıŖi mısır deneysel hibrit ve çeşitleriyle 3 değişik bölgede yaptıkları araştırmada melezlerin çoğunun farklı bölgelerde farklı sonuçlar verdiği, çevreden etkilendikleri bildirmişlerdir. Bitki boyu bakımından yıl x interaksyonu istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Denemenin ikinci yılında

Çizelge 4. Genotiplerin bitki boyu ve ilk koçan yüksekliği değerleri

Genotipler	Bitki Boyu (cm)			İlk Koçan Yüksekliği (cm)		
	2009 (**)	2010 (**)	Ortalama (**)	2009 (*)	2010 (*)	Ortalama (*)
TTM.2007-134	335.0 a	286.7 b	310.8 b	118.3 ab	113.0 cd	118.2 b
TTM. 2007-106	287.2 ce	281.7 bd	284.2 df	107,0 ab	121.7 bc	114.2 b
TTM. 2007-145	338.1 a	333.3 a	335.8 a	135,0 a	155.0 a	145.0 a
TTM. 2007-127	320.0 ab	278.3 bd	299.2 bd	93.3 b	130.0 bc	111.7 b
Bora (st)	275.0 e	281.7 bc	280.8 eg	98.3 b	123.3 b-d	110.8 b
TTM.2007-129	271.7 ef	263.3 cd	267.5 gh	110.0 ab	115.0 cd	112.5 b
TTM.2007-140	303.0 cd	285.0 b	290.8 ce	121.7 ab	120.0 bd	120.8 b
Ada 523 (st)	304.3 bc	290.0 b	297.1 bc	113.3 ab	135.0 b	124.2 b
TTM. 2007-137	277.7 de	270.0 cd	273.8 fg	111.7 ab	113.3 cd	112.5 b
TTM. 2007-124	251.7 f	260.0 b	255.8 h	110.0 ab	108.3 d	109.2 b
TTM. 2007-125	302 bc	288.3 b	295.0 ce	121.7 ab	128.3 bc	125.0 b
Ortalamalar	290.5	285.6	290.2	112.9	124.3	118.6
CV (%)	4.2	4.3	4.3	8.1	8.2	8.2
LSD	21.2	20.8	21	17.4	17.3	17.4
Ö.D. (Çeşit)		**			**	
Ö.D. (Yıl)		Ö.D.			Ö.D.	
Yıl X Çeşit		**			*	

*, **; aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında $p>0.05$ ve $p>0.01$ düzeyinde fark yoktur.

yüksek sıcaklıklara maruz kalan bitkiler strese girmiş, bunun sonucunda da daha kısa boylu bitkiler elde edilmiştir.

İlk Koçan Yüksekliği: Çalışmada kaydedilen iki yıllık ortalama değerler 109.2 cm (TTM.2007-124) ile 145 cm (TTM.2007-145) arasında değişmiştir (Çizelge 5). Bitki boyu değerlerine paralel olarak, TTM.2007-145 ve TTM. 2007-125 her iki yılda da standartları geçme başarısı göstermiştir. Makineli hasada uygun olabilmesi için ilk koçan yüksekliğinin 100 cm'nin üstünde olması istenmekte olup, denemedeki tüm genotipler makineli hasada uygun olarak belirlenmiştir. Benzer bulgular Öz ve ark. (2005), Öz ve ark. (2006) ile Öz ve ark. (2008) tarafından belirtilmektedir. Uzun boylu genotiplerin ilk koçan yüksekliği değerleri yüksek bulunurken, kısa boylu genotiplerin ilk koçan yüksekliği değerleri daha düşük olarak belirlenmiştir. İlk koçan yüksekliği, bitki boyu gibi büyük oranda genetik faktörlerin etkisi altında (Hallauer and Miranda, 1987) olmasına karşın çevresel faktörlerden de etkilendiği söylenebilir.

Tane Nemi: Denemelerde kaydedilen iki yıllık ortalama tane nemi % 20.6 (Bora) ile % 29.7 (TTM. 2007-140) arasında değişmiştir (Çizelge 6). Tane nemi düşük olarak kaydedilen Bora çeşidi ve TTM. 2007-137

melezinin tepe püskülü gösterme sürelerinin de en düşük genotipler olduğu görülmektedir. Genotiplerin ilk yılı deneme ortalaması % 29.3, ikinci yıl ise 22.1 olarak kaydedilmiştir. Tepe püskülü gösterme süresinde olduğu gibi ikinci yıl yetiştirme döneminde görülen yüksek sıcaklıkların bitkilerin daha erken sürede hasat olgunluğuna ulaşmasına neden olduğu söylenebilir (Daughtry ve ark., 1984; Öz ve ark., 2008). Öz ve ark. (2005) Samsun koşullarında yürüttükleri çalışmada tane nemi % 21-29.2 arasında değiştiğini, yine aynı koşullarda Öz ve ark. (2008), hasatta tane neminin birinci yıl % 22.2-27.3 arasında, ikinci yıl % 16.3-24.8 arasında değiştiğini ikinci yıl sıcaklık ortalamasının birinci yıla oranla daha yüksek olduğunu bununda tane nemini düşürdüğünü belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlar araştırmacıların bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Genotiplerin tane nemi ekolojik ve genotipik faktörlerin etkisi altındadır. Uzun süreli depolamaya imkan sağlaması ve kurutma maliyetinin düşmesi açısından bakıldığında hasatta tane neminin düşük olması istenmektedir.

Tane/Koçan Oranı: Genotiplerin ortalama tane/koçan oranı % 81.5 (TTM. 2007-145) ile % 85.7 (Bora) arasında değişmiştir (Çizelge 5). Araştırmanın ilk yılı TTM. 2007-125, ikinci yılı ise TTM.2007-129 melezle-

Çizelge 5. Genotiplerin tane nemi ve tane/koçan oranı değerleri

Genotipler	Tane Nemi (%)			Tane/Koçan Oranı (%)		
	2009 (**)	2010	(**) Ortalama	2009 (**)	2010 (**)	Ortalama (**)
TTM. 2007-134	33.8 a	23.6 c	28.7 b	82.3 ce	83.5 de	82.9 df
TTM. 2007-106	24.3 e	21.8 g	23.1 g	81.1 e	84.8 bd	82.9 df
TTM. 2007-145	32.6 a	23 e	27.8 c	81.0 e	82.1 f	81.5 g
TTM. 2007-127	26.6 d	22.6 f	24.6 f	83.9 ac	79.9 g	81.9 fg
Bora (st)	22.4 f	18.9 J	20.6 h	83.2 bc	88.3 a	85.7 a
TTM. 2007-129	30.9 b	23.9 b	27.4 cd	85.9 a	85.8 b	84.4 bc
TTM. 2007-140	32.6 a	26.7 a	29.7 a	80.9 e	82.7 ef	81.8 g
Ada 523 (st)	30.3 bc	23.5 d	26.9 de	84.1 ab	83.9 de	83.9 cd
TTM .2007-137	28.7 c	20.3 h	24.5 f	81.2 de	85.1 be	83.2 de
TTM .2007-124	26.6 d	19.4 I	23 g	80.7 e	83.9 ce	82.3 eg
TTM .2007-125	30.0 bc	23.0 e	26.5 f	85.0 ab	85.8 b	85.4 ab
Ortalamalar	29.3 A	22.1 B	25.7	82.1 B	84.2 A	83.3
CV (%)	3.4	1.4	2.4	1.2	1.4	1.3
LSD	1.7	1.4	1.6	1.3	1.4	1.3
Ö.D. (Çeşit)		**			**	
Ö.D. (Yıl)		**			*	
Yıl X Çeşit		**			*	

*, **, aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında $p>0.05$ ve $p>0.01$ düzeyinde fark yoktur.

ri en yüksek tane/koçan oranı değerlerine sahip olmuşlardır.

Öz ve Kapar (2003), Samsun koşullarına uygun hibritlerin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmalarında tane/koçan oranının % 80.0-85.1, Öz ve ark. (2005), Samsun ve Sakarya da yürüttükleri çalışmada tane/koçan oranının % 80-87.3 arasında değiştğini, Öz ve ark. (2008), Samsun ve Konya Şartlarına yürüttükleri çalışmada da tane/koçan oranının birinci yıl % 78-85 arasında, ikinci yıl ise %80-88 arasında değiştğini bildirmişlerdir. Elde edilen bulgular araştırmacıların sonuçları ile uyum içerisindedir. Tane/koçan oranı ekonomik bir mısıf yetiştiriciliği için % 80 ve üzerinde olması istenmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, mısıf ıslahı programında elde edilen yeni atdığı mısıf genotiplerinin ana ürün şartlarında performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çerçevede yeni melezlerin öncelikle tane verimi ve verimi etkileyen unsurlardan bazıları incelenmiştir. Araştırmanın iki yıllık sonuçlarına göre denemede bulunan standart çeşit-

lerden ve deneme ortalamasından yüksek tane verimine sahip olan TTM. 2007-134, TTM. 2007-145 ve TTM. 2007-106 melezlerinin Ülkesel Mısıf Islahı Programı çerçevesinde değerlendirmek üzere bölge verim denemelerine alınmasına, TTM. 2007-124 düşük tane neme sahip olması nedeniyle ikinci ürün koşullarında denenmesine karar verilmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2010. Tarımsal değerleri ölçme denemeleri teknik talimatı (Mısıf-*Zea mays* L.). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Md., Ankara.
- Ayrancı, R., Sade, B., 2004. Konya ekolojik şartlarında yetiştirilebilecek atdığı melez mısıf (*Zea mays* L. *indentata* Sturt.) çeşitlerinin belirlenmesi. Bitkisel Araştırma Dergisi 2 (1): 6-14, Konya.
- Daughtry, C.S.T., Cochran J.C., Holinger S.E., 1984. Estimating silking and maturity dates of corn for large areas. Agronomy Journal. 76: 415-420.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme metotları (İstatik Metotları- II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1021, Ders kitabı No: 295, Ankara.

- Emeklier, H.Y., 1997. Erkenci hibrid mısır çeşitlerinin verim ve fenotipik özellikleri üzerine araştırmalar. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayın No:1493, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 817, Ankara.
- FAO, 2012. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>, (Erişim Tarihi: 20.01.2013)
- Hallauer, A.B., Miranda Fo, J.B., 1987. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Kara, M, Ş., Deveci, M., Dede, Ö., ve Şekeroğlu, N. 1999. Farklı bitki sıklığı ve azot dozlarının silaj mısırdaki yeşil ot verimi ve bazı özellikler üzerine etkisi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Adana, s. 172-177.
- Kurt, S. ve Köycü C., 1997. Samsun ekolojik şartlarında yetiştirilen yerli, melez ve kompozit mısır çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi. 22-25 Eylül 1997,OMÜ Basımevi, s. 123-127. Samsun.
- Özcan, S., 2009. Modern dünyanın vazgeçilmez bitkisi mısır: Genetiği değiştirilmiş (transgenik) mısırın tarımsal üretime katkısı. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 2(2): 01-34.
- Öktem A., Öktem A.G., 2009. Bazı atdışı hibrit mısır (*Zea mays L. indentata*) genotiplerinin Harran Ovası koşullarında performanslarının belirlenmesi. Harran Üniversitesi.Ziraat Fakültesi Dergisi, 2009, 13(2): 49-58
- Öz, A., Kapar H., 2003. Samsun koşullarında geliştirilen çeşit aday mısırların verim öğelerinin belirlenmesi ve stabilite analizi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 9(4): 454-459.
- Öz, A., Yanıkoğlu, S., Kapar, H., Balcı, A., Yılmaz, Y., Çalışkan, M., 2005. Samsun ve Sakarya koşullarında geliştirilen ümitvar mısırların verim, bazı verim unsurları ve verim stabilitesinin belirlenmesi. Türkiye 6. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya.
- Öz, A., Tezel, M., Kapar, H. ve Üstün, A., 2008. Samsun ve Konya şartlarına uygun mısır çeşitlerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran 2008, Konya, 137-146.
- Sezer, İ., Gülümser, A., 1999. Çarşamba ovasında ana ürün olarak yetiştirilebilecek mısır çeşitlerinin (*Zea mays L. indentata*) belirlenmesi üzerine araştırma. Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım 1999, Adana.
- Shaw, R.H., 1988. Climate requirement. corn and corn improvement, 3rd Ed. Agronomy No: 18. ASA. Madisan, Wisconsin.
- Tanrıverdi, M., Kabakçı, Y. 1999. Harran ovası koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek mısır çeşitlerinin (*Zea mays L.*) belirlenmesi üzerine bir araştırma. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(4): 69-78.
- Turgut, İ., Yanıkoğlu S., Küçük İ., Demir, H., 2000. Marmara ve Çukurova koşullarında yetiştirilen ümitli mısır (*Zea mays indentata* Sturt.) hibrit ve çeşitlerinin adaptasyon ve stabilite yeteneklerinin belirlenmesi. Anadolu, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 10(2): 76-87.
- TUIK, 2012. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>, (Erişim Tarihi: 20.01.2013).
- Vartanlı S., Emeklier H. Y. 2007. Ankara koşullarında hibrit mısır çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. VII. Tarla Bitkileri Kongresi, Erzurum. Cilt I, S: 37-42.