

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

Veri Tabanı / Indexed by

EBSCO and DOAJ

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

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

Yardımcı Editörler / Associate Editors

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

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

Yayın Komisyonu / Publication Committee

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

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

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

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

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

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,
Abant İzzet Baysal 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, İğdır, Türkiye
- Prof. Dr. İsmail Sait DOĞAN, Gıda Mühendisliği,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye
- Prof. Dr. Mustafa R. ÇANGA, Toprak,
Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye
- Prof. Dr. Murat TÜRKEŞ, Coğrafya,
Çanakkale Onsekiz 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
- Prof. Dr. Ahmet ULUDAĞ, Bitki Koruma,
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, 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. Ferhat MURADOĞLU, Bahçe Bitkileri,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK, Bitki Koruma,
İğdır Üniversitesi, İğdir, Türkiye
- Yrd. Doç. Dr. Kadir KARAKUŞ, Zootekni,
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 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. 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 Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye
- Prof. Dr. Murat TÜRKEŞ, Coğrafya,
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye

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

Prof. Dr. Hamdi BİLGEN, 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, Zootečni, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye

Prof. Dr. Kadir KIZILKAYA, Zootečni, 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, Zootečni, 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

Doç. Dr. Ösmetullah ARVAS, Tarla Bitkileri, Iğdır Üniversitesi, Iğdır, Türkiye

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

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

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

Yrd. Doç. Dr. İlkay BARITÇI, Zootečni, 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, Yüzüncü Yıl 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. 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. 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, Zootečni, 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. Raşan İVGİN TUNCA, Tarımsal Biyoteknoloji, Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Kemal YAZGAN, Zootečni, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye

Yrd. Doç. Dr. Ferda KARAKUŞ, Zootečni, 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, Zootečni, 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, Shere-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 İLKELEERİ

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

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

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

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Biyoloji / Biology

Ayvalık Tuzlasında Yayılış Gösteren *Suaeda prostrata* subsp. *prostrata* Pall. Alttürünün Ağır Metal Birikimi
Heavy Metal Accumulation of Suaeda prostrata subsp. prostrata Pall. Which Spread In Ayvalık Saltern
Murat KILIÇ, Güngör AY, Fatma KOÇBAŞ, Fatma MÜNGAN, İbrahim KULA, Muhammet KARABAŞ

9

Bitki Koruma Bölümü / Plant Protection

Trachystemon orientalis (L.) G. Don (Kaldırık)'in Herbisidal ve Antifungal Potansiyeli
Herbicidal and Antifungal Potential of Trachystemon orientalis (L.) G. Don (Kaldırık)
Melih YILAR, Abdurrahman ONARAN, Yusuf YANAR, Sabriye BELGÜZAR, İzzet KADIOĞLU

19

Rusya Federasyonu'ndan Türkiye'ye İthal Edilmek Üzere Trabzon Limanı'na Gelen Buğdaylardaki Yabancı Ot
Tohumlarının Belirlenmesi

*Determination of Weed Seeds Contaminating Wheat Grains Imported from Russian Federation to Port of
Trabzon – Turkey*

Ünal ASAV, İzzet KADIOĞLU

29

İnşaat Mühendisliği / Civil Engineering

Dağlık Havzalarda Kar Birikmesine ve Erimesine Etki Eden Parametrelerin HSPF Model Programıyla
İncelenmesi ve Erzurum Kırkgöze Havzası Örneği
*The Investigation of Parameters Affecting the Snow Accumulation and Melt on Mountainous Basins by Using
HSPF Model Program and a Case Study of Erzurum Kırkgöze Basin*

Reşat ACAR, Selim ŞENGÜL, Serkan ŞENOCAK

37

Çevre Mühendisliği / Environment Engineering

Erzurum Şeker Fabrikası Atıksularının Elektrokoagülasyon Prosesi ile Arıtılmasında Akım yoğunluğu ve Karıştırma
Hızının Etkisi

*The Effect of Stirring Speed and Current Density on Removal Efficiency of Erzurum Sugar Factory Wastewater
by Electrocoagulation Method*

Sebile ÖZCAN, M.Tolga YILMAZ, Serkan BAYAR

57

Demiryollarından Kaynaklanan Çevresel Gürültü ve Erzurum İli Örneği

Environmental Noise Caused By Railways And Erzurum Province As Case Study

Fatma EKMEKYAPAR TORUN, Züleyha BİNGÜL

67

Makina Mühendisliği / Mechanical Engineering

75

The Effect of Terebinth oil Methyl Ester on Engine Performance and Exhaust Emissions in a Diesel Engine
Menengiç yağı Metil Esterinin Bir Dizel Motorunda, Motor Performansı ve Egzoz Emisyonlarına Etkisinin Araştırılması

Cumali İLKILIÇ, Erdal ÇILGIN

Tarla Bitkileri / Field Crops

87

İleri Kademe Ekmeklik Buğday Hatlarının Farklı Çevrelerde Tane Verimi ve Bazı Kalite Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesi

Assessment of Advanced Bread Wheat Lines for Yield and Some Quality Traits at Different Environment

Hasan KILIÇ, Enver KENDAL, Hüsnü AKTAŞ, Sertaç TEKDAL

97

Rize Yöresine Ait Tıbbi ve Aromatik Bitkilere Genel Bir Bakış

A General View to Medicinal and Aromatical Plants Belonging to Rize Province

Volkan GÜL

Ayvalık Tuzlasında Yayılış Gösteren *Suaeda prostrata* subsp. *prostrata* Pall. Alttürünün Ağır Metal Birikimi

Murat KILIÇ¹, Güngör AY¹, Fatma KOÇBAŞ¹, Fatma MÜNGAN¹, İbrahim KULA², Muhammet KARABAŞ²

ÖZET: Bu çalışmada İzmir-Çanakkale karayolunun bitişiğinde yer alan Ayvalık Tuzlasında yayılış gösteren *Suaeda prostrata* subsp. *prostrata* Pall. bitkisinin Pb, Zn, Cd ve Ni düzeyleri Analizler Perkin Elmer Analyst 700 Model Alevli Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (FAAS) cihazı ile belirlenmiştir. Bitkinin kök, gövde, yaprak ve meyve kısımları ile onun yetişme toprağı çalışmanın materyalini oluşturmuş. Örneklemeler, Tuzlayı çevreleyen toprak set üzerinde belirlenen 8 istasyonda yapılmıştır. Her istasyondan 12 ay boyunca düzenli olarak numuneler alınmıştır. Yapılan tüm analizler sonucunda bitkide; Pb <0.001-1.026 ppm, Zn 0.016-1.389 ppm, Cd <0.001-0.166 ppm ve Ni 0.006-0.809 ppm; toprakta ise Pb 0.523-1.599 ppm, Zn 0.143-1.248 ppm, Cd 0.006-0.298 ppm ve Ni 0.112-1.098 ppm arasında olduğu belirlenmiştir. Analizlerde sonuçların sınır değerlerin altında olmasının en önemli nedeni, hakim rüzgâr yönünün kuzeybatı (tuzladan karayoluna doğru) olması, tuzlanın güneyi boyunca uzanan karayolu üzerinde herhangi bir kavşak ve sinyalizasyonun bulunmaması ve yakınında kirletici özelliği olabilecek endüstri ve sanayi tesislerinin olmamasıdır.

Anahtar kelimeler: Ayvalık Tuzlası, *Suaeda prostrata* subsp. *prostrata*, Kurşun, Çinko, Kadmiyum, Nikel, Kirlilik

Heavy Metal Accumulation Of *Suaeda prostrata* subsp. *prostrata* Pall. Which Spread In Ayvalık Saltern

ABSTRACT: In this study, were determined level of Pb, Zn, Cd and Ni in *Suaeda prostrata* subsp. *prostrata* Pall. which is spread in Ayvalık Saltern is partaking İzmir-Canakkale highway. Analysis were done by using Perkin Elmer Analyst 700 Flame Atomic Absorption Spectrophotometer (FAAS) device. The root, stem, leaves and cultivation soil of plant was formed material of this study. Sampling, were done 8 station which is determined on the soil dam is surrounding saltern. Through 12 months, samples regulary receipt from every station. As a result of all analysis, we saw the level Pb <0.001-1.026 ppm, Zn 0.016-1.389 ppm, Cd <0.001-0.166 ppm and Ni 0.006-0.809 ppm in the soil Pb 0.523-1.599 ppm, Zn 0.143-1.248 ppm, Cd 0.006-0.298 ppm and Ni 0.112-1.098 ppm... The fact that the results In the analysis are below the limit values is because of the fact that the dominant diraction of the wind is North-west (through Tuzla motorway), there aren't any crossroads or signalization on the motorway on the southern part of Tuzla and there aren't any industrial plants having polluting effects.

Keywords: Ayvalık Saltern, *Suaeda prostrata* subsp. *prostrata*, Lead, Zinc, Cadmium, Nickel, Pollution

¹ Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri, Biyoloji, Manisa, Türkiye

² Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri, Biyoloji, Muğla, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Murat KILIÇ muratkilic04@gmail.com

GİRİŞ

Ağır metaller, çok çeşitli kaynaklarda ortaya çıkabilmeleri, yaygın kirlenme nedeni oluşturmaları, çevre koşullarına dayanıklı olmaları, daima biyolojik sistemlere yönelik etki göstermeleri ve kolaylıkla besin zincirine girerek canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri nedeniyle diğer kimyasal kirleticilerden farklı olarak ayrı bir önem taşır (Merlini, 1980; Engel et al. 1981).

Ağır metallerin çevreye yayılmasına neden olan etmenlerin başında endüstriyel faaliyetler, maden yatakları ve işletmeleri ile motorlu taşıtların egzozları gelmektedir (Stresty and Madhava Rao, 1999).

Motorlu taşıtlar bu kirlenmenin %50'sini meydana getirmektedirler (Seaward and Richardson, 1989). Bu kirlenmenin %60'ını benzine katılan Pb ve Ni oluşturmaktadır (Roderer, 1984). Cd araç lastiklerinin aşınmasından, yanan motor yağından ve en çok dizel yakıtlardan (Lagerwerf, 1976), Zn ise araç lastiklerinin aşınmasından havaya verilmektedir (Seaward and Richardson, 1989).

Bitkilerin ağır metal kirliliğinden etkilenmeleri, kirlenme miktarına, kirlenme kaynağının uzaklığına, maruz kalma süresine ve meteorolojik şartlara bağlı olarak değişir (Öztürk ve Türkan, 1993).

Ağır metaller arasında yer alan Mn, Fe, Cu, Zn ve Ni gibi elementler bitkiler için gerekli eser elementlerdir (Nedelkoska and Doran, 2000).

Bitkiler bu ağır metalleri kökleriyle alıp diğer organlarında depo edebildikleri gibi stomaları ile de bünyelerine katarlar (Motto et al., 1970).

Bitki gelişimi için gerekli olsun veya olmasın ağır metallerin doku ve organlardaki aşırı birikimi bitkilerin vejetatif ve generatif organlarının gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Gür et al. 2004). Bu olumsuzluklar; bitkilerde transpirasyon, stoma hareketleri, su alımı, fotosentez, enzim aktivitesi, çimlenme, protein sentezi, membran stabilitesi, hormonal denge gibi birçok fizyolojik olayın bozulmasına neden olmaktadır (Kennedy and Gonsalves, 1987).

Halofitik bir bitki olan ve gümüşi veya narin deniz semizotu olarak da bilinen *Suaeda prostrata* subsp. *prostrata* Pall., tek yıllık tüysüz, sukkulent yapraklı, dik gövdeli, tuzladaki formlarının boyu 20 cm'ye kadar

uzanan ve uzun kök yapısına sahip bir bitkidir. Ayvalık Tuzlasını çevreleyen toprak set üzerinde bol miktarda yetişmektedir. Ülkemizde Ayvalık Tuzlasının kirliliği üzerine (Kılıç et al., 2011) ve bu bitkinin ağır metal içeriğiyle ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Ayvalık Tuzlası, İzmir-Çanakkale karayolunun bitişiğinde yer alan, yılda ortalama 20000 ton tuz üretilen bir deniz tuzlasıdır. Üretilen tuz başta gıda sanayi olmak üzere deri, barsak sektörü ve kar mücadelesi gibi çalışmalarda kullanılmaktadır.

Ayvalık Tuzlasında bulunan 17 adet evaporasyon ve 5 adet kristalizasyon havuzunu birbirine bağlayan toprak setlerde aşırı tuz yoğunluğu nedeniyle hemen hemen hiçbir bitki yetişmemektedir. Tuzlayı çevreleyen toprak sette ise *S. prostrata* subsp. *prostrata* Pall., *Halimione portulacoides* (L.) Aellen ve *Salicornia europaea* L. gibi halofitik bitkiler bulunmaktadır.

Bu çalışmada Ayvalık Tuzlasında doğal yayılış gösteren *S. prostrata* subsp. *prostrata* Pall. bitkisinin Pb, Zn, Cd ve Ni düzeyleri ile tuzlanın ağır metal düzeyi ve örneklem istasyonlarının yola olan mesafelerine bağlı ağır metal değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

1980'li yıllarda 930.000 m² alana kurulan Ayvalık Tuzlası, İzmir-Çanakkale karayolu üzerinde, Balıkesir'in Ayvalık İlçesine 11 km mesafededir. İzmir-Çanakkale karayolu tuzla ile deniz arasından geçmektedir. Tuzlanın etrafı yaklaşık 1 m yüksekliğinde bir toprak set ve onu sınırlayan 2-3 m genişliğinde su dolu drenaj hendeki ile çevrilidir.

Toprak set üzerinde geniş yayılış gösteren *S. prostrata* subsp. *prostrata* Pall. ve yetiştirme toprağı çalışmamızın materyalini oluşturmaktadır.

Örnekleme, Haziran 2009- Mayıs 2010 tarihleri arasında tuzlayı çevreleyen toprak set üzerinde belirlenen 8 istasyonda (Şekil 1) her ay düzenli olarak yapılmıştır. Ağır metal analizleri bitkinin kök, gövde, yaprak ve meyve gibi organlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bitki örnekleri metal alet kullanmadan el yardımı ile toplanarak laboratuara getirilmiştir. Örnekler gölgeli ve direk hava ile temassız odada kurutma kâğıtları üzerinde kuruyuncaya kadar bekletilmiştir. Tam kurutma olması için belli miktarda petrolere alınıp etüvde 105 °C'de 16 saat daha kurutulmuştur. Kurutulan örneklerin her biri,

TARTIŞMA VE SONUÇ

Ayvalık Tuzlası konum olarak Ayvalık ilçesine 11 km, Altınova beldesine 9 km, sınırları içerisinde bulunduğu Küçükköy beldesine ise 8 km mesafede olup etrafında herhangi bir sanayi tesisi bulunmamaktadır. Tuzlanın doğusunda, tuzlaya ait pansiyon ve özel bir otel, kuzeyinde küçük çapta 2 besi çiftliği, batısında zeytinlik ve güneyinde

İzmir-Çanakkale karayolu ile onun bitişiğindeki Ege Denizi bulunmaktadır.

Tuzlanın güneyine bitişik olarak geçen İzmir-Çanakkale karayolu, tuzlaya yaklaşık 3-4 km uzaklıktan batıya ve daha sonra kuzeye doğru uzanmaktadır.

Bitkide ve onun yetiştirme toprağında yapılan analizlerin sonucu Pb, Zn, Cd ve Ni konsantrasyonlarının oldukça düşük seviyelerde çıkmış olduğu görülecektir (Çizelge 1,2,3,4).

Konu ile ilgili Agoramoorthy et al. (2008) halofitik bitkiler olan *Suaeda maritima* ve *S. monoica* bitkilerinde sırasıyla 11,08-10,57 ppm Pb bulunduğunu belirtmişlerdir.

Allen (1989) kirlenmemiş ortamda bulunan bitkilerde 0,05-3,0 ppm Pb konsantrasyonu bulunduğunu belirtmiştir. Başkaya ve Teksoy, (1997), Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) Pb için kabul ettiği sınır değerini kuru bitki materyalinde 10 ppm olduğunu belirtmişlerdir.

Özbek et al. (1995) topraklardaki toplam Zn konsantrasyonunun 10-300 ppm, bitkilerdeki Zn konsantrasyonunun normalde 5-100 ppm arasında bulunduğunu ancak görülen toksisitelerin genellikle 400 ppm'den sonra başladığını belirtmişlerdir. Agoramoorthy et al., (2008), halofitik bitkiler olan *Suaeda maritima* ve *S. monoica* bitkilerinde sırasıyla 71,1-19,0 ppm Zn bulunduğunu belirtmişlerdir.

Özbek et al., (1995) Cd toprakta 3 ppm, bitki kuru maddesinde ise 1 ppm'den fazla olduğunda toksik olacağını rapor etmişlerdir.

Yıldız (2001) ise Cd topraklarda 1 ppm altında bulunuyorsa bu miktarın normal seviyede olduğunu belirtmiştir.

Ekincioglu ve Demirezen (2008) Tuzla Gölü'nde (Palas-Kayseri) *S. europaea* L. bitkisi kullanılarak ağır metal kirliliğinin tespiti çalışması yapmışlar, deney sonuçlarına göre *S. europaea* L. yaprak örneklerindeki Cd konsantrasyonunun 0.022–0.117 ppm olduğunu belirtmişlerdir.

Ekincioglu ve Demirezen (2008) Tuzla Gölü'nde (Palas-Kayseri) *S. europaea* L. bitkisi kullanılarak ağır metal kirliliğinin tespiti çalışmasında, deney sonuçlarına göre *S. europaea* L. yaprak örneklerindeki Ni konsantrasyonunun 0.291–2.901 ppm arasında olduğunu rapor etmişlerdir.

Vergnano and Hunter (1952) Ni konsantrasyonlarının bitkide 5 ppm'e, toprakta ise 100 ppm'e kadar çıkmasının normal kabul edileceğini söylemişlerdir.

Bitki ve onun yetiştirme toprağındaki ağır metal düzeyleri ayrı ayrı ele alınıp yorumlanması aşağıdaki gibidir.

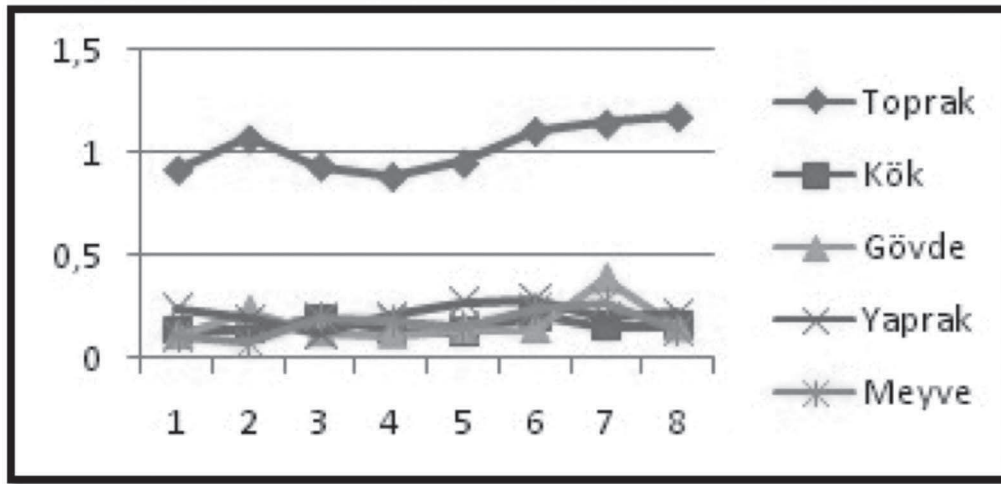
Kurşunun bitki kısımlarında birikmesi sırasıyla; Yaprak>meyve>gövde>kök şeklindedir.

Çizelge 1 ve Şekil 2'de verilen her bir istasyona ait 12 aylık ortalama değerlere bakıldığında, yaprakta en yüksek Pb konsantrasyonunun 0.284±0.20 ppm (6. istasyon), en düşüğünün ise 0.118±0.09 ppm (3. istasyon) olduğu görülecektir.

Türkan (1986), Yassoglou et al. (1987), Gündüz (1994), Haktanır et al. (1995), Çavuşoğlu et al. (2006), çalışmalarında yoldan uzaklaştıkça Pb konsantrasyonunun düşeceğini belirtmektedirler.

Çizelge 1. Kurşun (Pb)'un *S. prostrata* subsp. *prostrata* ve yetiştirme toprağında her bir istasyona ait 12 aylık ortalama değerleri ppm (kuru ağırlık)

İstasyon Pb No (ppm)	Toprak	Kök	Gövde	Yaprak	Meyve
Ort /SD 1 Min-Max	0.917±0.14 0.725-1.119	0.136±0.10 0.020-0.396	0.115±0.11 0.013-0.048	0.238±0.22 0.046-0.732	0.110±0.04 0.060-0.168
Ort /SD 2 Min-Max	1.069±0.15 0.818-1.278	0.142±0.12 0.020-0.412	0.233±0.29 0.042-1.026	0.189±0.12 0.056-0.361	0.077±0.08 0.013-0.198
Ort /SD 3 Min-Max	0.934±0.23 0.523-1.400	0.199±0.17 n.d-0.535	0.127±0.10 0.020-0.361	0.118±0.09 0.036-0.279	0.201±0.12 0.038-0.353
Ort /SD 4 Min-Max	0.883±0.23 0.602-1.276	0.138±0.12 0.020-0.475	0.122±0.11 0.018-0.415	0.202±0.15 0.056-0.496	0.182±0.10 0.041-0.302
Ort /SD 5 Min-Max	0.949±0.31 0.552-1.599	0.127±0.11 n.d-0.456	0.146±0.09 0.042-0.358	0.274±0.15 0.112-0.522	0.150±0.07 0.095-0.255
Ort /SD 6 Min-Max	1.106±0.15 0.959-1.385	0.209±0.17 0.021-0.497	0.146±0.16 0.023-0.509	0.284±0.20 0.042-0.602	0.242±0.09 0.138-0.332
Ort /SD 7 Min-Max	1.142±0.19 0.903-1.440	0.157±0.09 0.025-0.356	0.139±0.10 0.040-0.345	0.194±0.12 0.028-0.316	0.272±0.10 0.177-0.422
Ort /SD 8 Min-Max	1.176±0.11 0.980-1.352	0.157±0.14 0.030-0.545	0.154±0.14 0.050-0.468	0.217±0.15 0.047-0.512	0.141±0.09 0.051-0.272

**Şekil 2.** Kurşun (Pb)'un *S. prostrata* subsp. *prostrata* ve yetiştirme toprağında her bir istasyona ait 12 aylık ortalama değerlerinin grafiği ppm (kuru ağırlık)

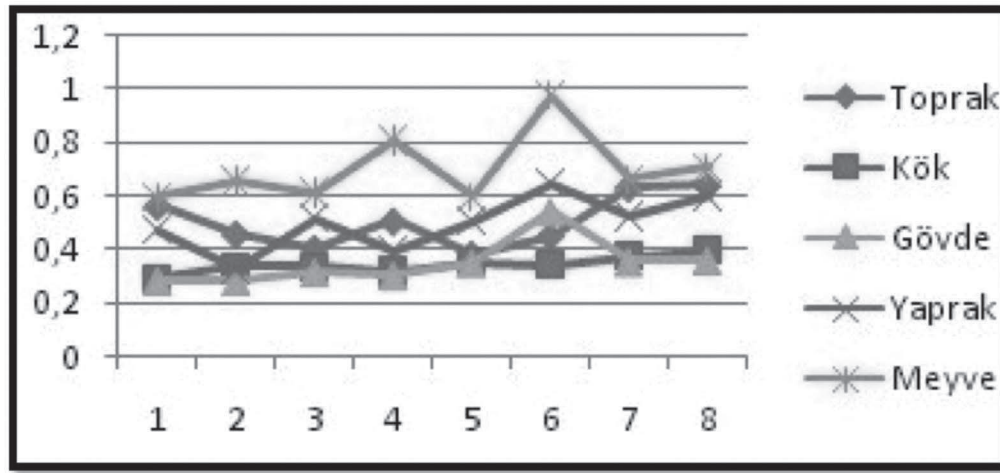
Çinkonun bitki kısımlarında birikmesi sırasıyla; Meyve>yaprak>gövde>kök şeklindedir.

Çizelge 2 ve Şekil 3'de verilen her bir istasyona ait 12 aylık ortalama değerlere bakıldığında, yaprakta

en yüksek Zn konsantrasyonunun 0.650 ± 0.36 ppm (6. istasyon), en düşüğün ise 0.328 ± 0.16 ppm (2. istasyon) olduğu görülecektir. Nitekim Ward et al. (1977), Kakulu (2003) çalışmalarında yoldan uzaklaştıkça Zn konsantrasyonunun düşeceğini belirtmektedirler.

Çizelge 2. Çinko (Zn)'nun *S. prostrata* subsp. *prostrata* ve yetiştirme toprağında her bir istasyona ait 12 aylık ortalama değerleri ppm (kuru ağırlık)

İstasyon Zn No (ppm)	Toprak	Kök	Gövde	Yaprak	Meyve
Ort /SD 1 Min-Max	0.564±0.27 0.143-1.182	0.291±0.17 0.016-0.604	0.283±0.12 0.093-0.512	0.447±0.32 0.112-0.989	0.600±0.07 0.490-0.660
Ort /SD 2 Min-Max	0.459±0.21 0.249-0.959	0.333±0.20 0.152-0.930	0.281±0.15 0.101-0.628	0.328±0.16 0.112-0.615	0.657±0.38 0.422-1.237
Ort /SD 3 Min-Max	0.406±0.13 0.241-0.651	0.333±0.14 0.155-0.690	0.316±0.09 0.214-0.515	0.519±0.20 0.296-0.875	0.613±0.07 0.543-0.703
Ort /SD 4 Min-Max	0.507±0.15 0.278-0.668	0.315±0.12 0.191-0.539	0.303±0.12 0.080-0.495	0.396±0.16 0.256-0.755	0.810±0.22 0.508-1.055
Ort /SD 5 Min-Max	0.383±0.12 0.229-0.614	0.354±0.20 0.159-0.939	0.351±0.09 0.193-0.584	0.511±0.19 0.256-0.880	0.600±0.10 0.500-0.732
Ort /SD 6 Min-Max	0.452±0.11 0.225-0.584	0.342±0.15 0.141-0.594	0.545±0.23 0.212-0.975	0.650±0.36 0.256-1.272	0.979±0.42 0.489-1.389
Ort /SD 7 Min-Max	0.633±0.27 0.391-1.236	0.378±0.15 0.258-0.656	0.355±0.12 0.209-0.616	0.525±0.15 0.356-0.793	0.662±0.23 0.372-0.923
Ort /SD 8 Min-Max	0.640±0.25 0.327-1.248	0.397±0.19 0.186-0.675	0.361±0.15 0.168-0.689	0.604±0.20 0.286-0.846	0.709±0.17 0.502-0.901



Şekil 3. Çinko (Zn)'nun *S. prostrata* subsp. *prostrata* ve yetiştirme toprağında her bir istasyona ait 12 aylık ortalama değerlerinin grafiği ppm (kuru ağırlık)

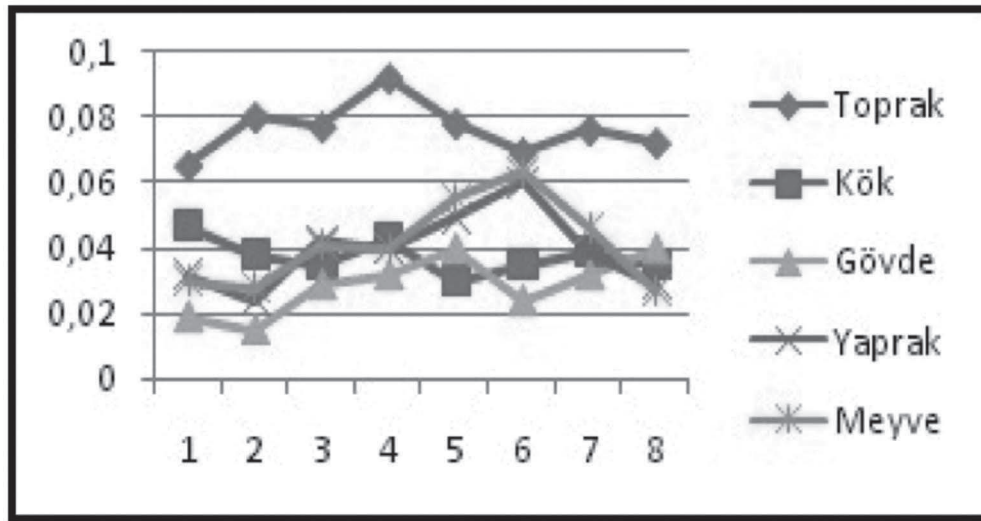
Cd bitki kısımlarında birikmesi ise sırasıyla, Meyve>yaprak>kök>gövde şeklindedir.

Çizelge 3 ve Şekil 4'de verilen her bir istasyona ait 12 aylık ortalama değerlere bakıldığında, yaprakta en yüksek Cd konsantrasyonunun 0.060±0.022 ppm

(6. istasyon), en düşüğün ise 0.024±0.019 ppm (2. istasyon) olduğu görülecektir. Nitekim Türkan, (1986), Yassoglou et al. (1987); Haktanır et al. (1995) çalışmalarında yoldan uzaklaştıkça Cd konsantrasyonunun düşeceğini belirtmektedirler.

Çizelge 3. Kadmiyum (Cd)'un *S. prostrata* subsp. *prostrata* ve yetiştirme toprağında her bir istasyona ait 12 aylık ortalama değerleri ppm (kuru ağırlık)

İstasyon Cd No (ppm)	Toprak	Kök	Gövde	Yaprak	Meyve
Ort /SD 1 Min-Max	0.065±0.036 0.018-0.138	0.047±0.026 0.009-0.084	0.019±0.008 0.007-0.036	0.032±0.015 0.008-0.053	0.030±0.011 0.017-0.042
Ort /SD 2 Min-Max	0.080±0.043 0.013-0.151	0.038±0.043 0.004-0.166	0.015±0.014 0.002-0.056	0.024±0.019 0.006-0.054	0.028±0.006 0.022-0.036
Ort /SD 3 Min-Max	0.077±0.045 0.017-0.148	0.035±0.020 0.010-0.072	0.029±0.018 0.009-0.056	0.042±0.021 0.022-0.059	0.041±0.022 0.016-0.063
Ort /SD 4 Min-Max	0.092±0.076 0.006-0.298	0.043±0.023 0.004-0.072	0.032±0.021 0.004-0.068	0.040±0.023 0.010-0.086	0.040±0.008 0.033-0.052
Ort /SD 5 Min-Max	0.078±0.037 0.018-0.129	0.030±0.016 0.005-0.062	0.040±0.020 0.015-0.071	0.049±0.028 0.018-0.104	0.055±0.011 0.042-0.066
Ort /SD 6 Min-Max	0.069±0.041 0.012-0.132	0.035±0.024 0.010-0.088	0.024±0.020 n.d-0.067	0.060±0.022 0.032-0.096	0.063±0.013 0.051-0.075
Ort /SD 7 Min-Max	0.076±0.030 0.029-0.115	0.039±0.026 0.004-0.097	0.032±0.012 0.007-0.046	0.039±0.026 0.009-0.079	0.046±0.015 0.025-0.059
Ort /SD 8 Min-Max	0.072±0.042 0.016-0.143	0.035±0.025 n.d-0.090	0.040±0.031 0.012-0.056	0.029±0.020 0.009-0.075	0.027±0.014 0.010-0.040

**Şekil 4.** Kadmiyum (Cd)'un *S. prostrata* subsp. *prostrata* ve yetiştirme toprağında her bir istasyona ait 12 aylık ortalama değerlerinin grafiği ppm (kuru ağırlık)

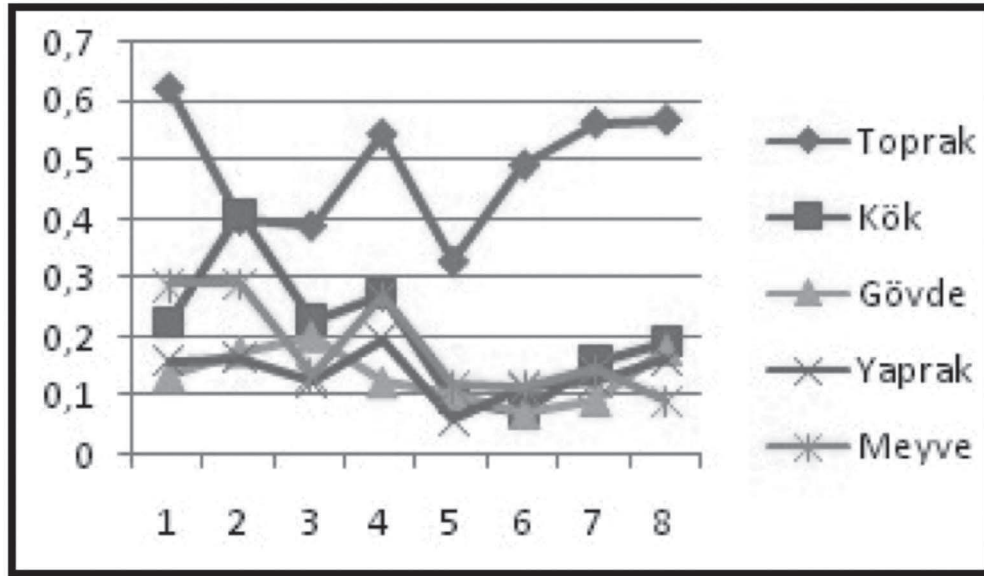
Ni bitki kısımlarında birikmesi ise sırasıyla, Meyve>kök>gövde>yaprak şeklindedir.

Çizelge 4 ve Şekil 5'de verilen her bir İstasyona ait 12 aylık ortalama değerlere bakıldığında, yaprakta

en yüksek Ni konsantrasyonunun 0.195 ± 0.10 ppm (4. istasyon), en düşüğün ise 0.057 ± 0.03 ppm (5. istasyon) olduğu görülecektir. Yola uzaklığın Ni konsantrasyonu üzerinde net bir etkisi belirlenmemiştir.

Çizelge 4. Nikel (Ni)'in *S. prostrata* subsp. *prostrata* ve yetiştirme toprağında her bir istasyona ait 12 aylık ortalama değerleri ppm (kuru ağırlık)

İstasyon No (ppm)	Toprak	Kök	Gövde	Yaprak	Meyve
Ort /SD 1 Min-Max	0.620±0.29 0.132-1.057	0.224±0.08 0.101-0.385	0.133±0.06 0.030-0.264	0.157±0.08 0.056-0.296	0.287±0.11 0.188-0.427
Ort /SD 2 Min-Max	0.399±0.13 0.043-1.098	0.408±0.19 0.022-0.809	0.174±0.08 0.084-0.353	0.164±0.04 0.096-0.226	0.289±0.15 0.136-0.466
Ort /SD 3 Min-Max	0.389±0.27 0.129-0.788	0.229±0.10 0.044-0.387	0.200±0.09 0.036-0.328	0.123±0.05 0.056-0.205	0.137±0.09 0.056-0.273
Ort /SD 4 Min-Max	0.543±0.27 0.145-1.094	0.271±0.22 0.036-0.605	0.123±0.09 0.052-0.332	0.195±0.10 0.064-0.312	0.268±0.12 0.152-0.440
Ort /SD 5 Min-Max	0.329±0.22 0.112-0.764	0.095±0.06 0.026-0.233	0.103±0.09 0.022-0.286	0.057±0.03 0.016-0.112	0.116±0.05 0.056-0.181
Ort /SD 6 Min-Max	0.491±0.23 0.167-0.816	0.072±0.06 0.010-0.187	0.071±0.05 0.006-0.185	0.111±0.04 0.062-0.196	0.115±0.04 0.056-0.136
Ort /SD 7 Min-Max	0.562±0.05 0.425-0.639	0.155±0.06 0.037-0.256	0.093±0.03 0.036-0.170	0.122±0.03 0.068-0.185	0.144±0.03 0.096-0.188

**Şekil 5.** Nikel (Ni)'in *S. prostrata* subsp. *prostrata* ve yetiştirme toprağında her bir istasyona ait 12 aylık ortalama değerlerinin grafiği ppm (kuru ağırlık).

S. prostrata subsp. *prostrata* için; ağır metal analizleri ilk defa tarafımızdan yapılmıştır. Bitkideki tüm analiz sonuçlarının sınır değerlerin altında olmasının en önemli sebebi, Ayvalık Tuzlasında hâkim rüzgâr yönünün kuzeybatı (tuzladan karayoluna doğru) olması nedeniyledir.

Bunun yanında tuzlanın güneyi boyunca uzanan karayolu üzerinde herhangi bir kavşak ve sinyalizasyonun

bulunmaması da araçlardan kaynaklanan kirliliğin artmasını engellemektedir. Ayrıca, kirlenici özelliği olabilecek zeytinyağı fabrikalarının genelde Ayvalık İlçesine yakın bulunmaları ile başka etkili endüstri ve sanayi tesislerinin tuzla civarında bulunmaması da analiz sonuçlarının düşük seviyede çıkmasında önemli etkenlerdendir. Ayrıca yağış ve rüzgârın gerek toprak gerekse kök, gövde ve yaprak ağır metal düzeyleri arasında net bir ilişkinin bulunmadığı da belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Ayvalık İlçesine ait Haziran 2009 – Mayıs 2010 yılı aylık toplam yağış (mm), aylık ortalama rüzgâr hızı (m/sec), aylık ortalama sıcaklık (°C), aylık ortalama nispi nem (%) verileri

Ay/Par	Haz.09	Tem.09	Ağu.09	Eyl.09	Eki.09	Kas.09	Ara.09	Oca.09	Şub.09	Mar.09	Nis.09	May.09
Yağış	21.6	0	0	15.6	11.0	91.8	162.9	96.5	270.1	21.7	30.9	26.0
Rüzgar	2.1	2.7	3.4	2.4	2.1	1.4	2.0	2.4	1.9	1.9	2.3	1.6
Sıcaklık	24.5	27.4	26.2	22.0	19.4	13.5	11.9	8.9	10.9	11.7	15.6	20.3
Nem	54.3	51.3	48.2	60.0	64.7	76.0	75.3	71.7	75.6	67.0	61.0	61.0

Par:Parametre

Sonuç olarak; tüm ağır metal düzeylerin sınır değerlerin altında bulunması, Ayvalık Tuzlasının oldukça temiz bir alana kurulu olduğu ve tuzlanın bu kirlenmemiş konumunun muhafaza edilmesinin çok önemli olduğu görülmektedir. Bu nedenle tuzla çevresinde sekonder yapılaşmaya ve sanayileşmeye izin verilmemesi ve bölgede yapılacak tesislere ÇED raporu hazırlanmasının da oldukça önemli olduğu görülmektedir.

Bu çalışma, aynı zamanda bölgede *S. prostrata* subsp. *prostrata* bitkisi üzerine yapılmış daha geniş bir ağır metal çalışması olması açısından da literatüre önemli bir katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Allen, S.E., 1989. Chemical Analysis of Ecological Materials. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Agoramoorthy, G., Chen, F.A., Hsu, J.M., 2008. Threat of heavy metal pollution in halophytic and mangrove plants of Tamil Nadu, India, Science Direct Environmental Pollution 155, 320-326.
- Başkaya, H.S., Teksoy, A., 1997. Topraklarda ağır metaller ve ağır metal kirliliği. I.Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu Bildiri Kitabı, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, s.763–771.
- Çavuşoğlu, K., Çakır, Ş., Kırındı, T., 2006. Kırıkkale ilinin çeşitli bölgelerinde yol kenarlarında toplanan *Pinus nigra* (J.F. ARNOLD) subsp. *nigra* var. *car. amanica* (LOUDON) Rehder türündeki kurşun (Pb) kirliliğinin araştırılması. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi sayı:11, 12-26.
- Engel, D. W., Sunda, W., Fowler, B. A., 1981. Factors affecting trace metal uptake and toxicity to estuarine organisms. I. Environmental Parameters. In Wernberg, F.J. (ed.) Biological Monitoring of Marine Pollutants. Academic Press. New York-Toronto-London-Sydney. Pp 127-144.
- Ekincioglu, Ü., Demirezen Yılmaz, D., 2008. Tuzla Gölünde (*Palas-Kayseri*) *Salicornia europaea* L. bitkisi kullanılarak ağır metal kirliliğinin tespiti 19.Ulusal Biyoloji Kongresi, 23-27 Haziran, 401-402, Trabzon.
- Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö., Çobanoğlu, D., 2004. ağır metal iyonlarının (Cu+2, Pb+2, Hg+2, Cd+2) *Clivia* sp. bitkisi polenlerinin çimlenmesi ve tüp büyümesi üzerine etkileri. F.Ü. Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi, 16(2), 177-182.
- Gündüz, T., 1994. Çevre Sorunları, A.Ü Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Ankara. 145-148.
- Haktanır, K., Arcaç, S., Erpul, G., Tan, A., 1995. Accumulation of The vehicle-generated heavy metals on the roadside soils. Turkish Journal of Engineering & Environmental Sciences, Volume 19 (6): 423-431.
- Kakulu, S.E., 2003. Trace metal concentration in roadside surface soil and tree bark: a measurement of local atmospheric pollution in Abuja, Nigeria. Environ Monit Assessment, Volume 89 (3): 233-242.
- Kennedy, C.D., Gonsalves, F.A.N., 1987. The action of divalent zinc, cadmium, mercury, copper and lead on the trans-root potential and efflux of excised roots, J.Exp. Bot., 38, 800-817.
- Kılıç, M., Ay, G., Koçbaş, F., Mungan, F., Karabaş, M., Dikicioğlu, R., Kardaş, T., 2011. Ayvalık Tuzlasında *Halimione portulacoides* (L.) Aellen Bitkisi Kullanılarak Nikel Düzeyinin Belirlenmesi. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi 2(2): 16-23.
- Lagerwerf, J.W., 1976. In agriculture and quality of our environment (N.C. Brady, Ed.) 85, 343-364, Amere. Assoc. Avdan. Sci. Washington.
- Merlini, M., 1980. Some considerations on heavy metals in the marine hydrosphere and biosphere. Thallasia Jugoslavica 16(2-4), pp 367-376.
- Motto, H.L., Danies, R.P., Motto, C.K., 1970. Lead in soils and plants; its relationship so traffic volume and proximity so highways. Environ. Sci. And Technol, 4, 231-237.
- Nedelkoska, T.V., Doran, P.M., 2000. Characteristics of heavy metal uptake by plant species with potential for phytoremediation and phytomining. Mineral Eng., 13: 549–61.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 1995. Toprak Bilimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Genel Yayın No: 73 Ders Kitapları Yayın No:16, ADANA.
- Öztürk, M., Türkan, İ., 1993. Heavy metal accumulation by plants alongside the motor roads. A case Study from Turkey (Ed; B.Markert). Plants as biomonitors, VCH Publisher, Weinheim, pp: 640-650.

- Roderer, G., 1984. On the toxic effects of tetraethyl lead and its derivatives on the chrysophyte *Potriochromonas molhamensis*. *Environ. Exp. Bot.*, 24,17.
- Seaward, M.R.D., Richardson, D.H.S., 1989. Atmospheric sources of metal pollution and effects on vegetation, pp. 75-92. In: SHAW A.J. (ed.) *Heavy metal tolerance in plants*:
- Stresty, T.V.S., Madhava Rao, K.V., 1999. Ultrastructural alterations in response to zinc and nickel stress in the root cell of pigeonpea, *Environ Exp Bot.*, 41, 3-13.
- Türkan, İ., 1986. İzmir il merkezi ve çevre yolları kenarında yetişen bitkilerde Kurşun (Pb), Çinko (Zn) ve Kadmiyum (Cd) kirlenmesinin araştırılması. *Doğa Türk Biyoloji Dergisi*, Cilt 10 (1): 116-120.
- UNEP, 1984. Sampling of selected marine organisms and sample preparation for trace metal analysis. *Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 7 Rev. 2.* (15 pages).
- Vergnano, O., Hunter, J.G., 1952. Nickel and cobalt toxicities in oat plants. *Annals of Botany* 17, 317-328
- Yassoglou, N., Kosmas, C., Asimakopoulos, J., Kallianou, C., 1987. Heavy metal contamination of roadside in the greater athens area. *Environmental Pollution*, Volume 47 (4): 293-304.
- Yıldız, N. 2001. Toprak kirlenici bazı ağır metallerin (Zn, Cu, Cd, Pb, Co ve Ni) belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 32(2): 207-213 Erzurum.
- Ward, N.I., Brooks, R.R., Roberts, E., Boswell, C.R., 1977. Heavy-metal pollution from automotive emissions and its effect on roadside soils and pasture species in New Zealand. *Environ. Science Technol.*, 11 (9): 917-920.

Trachystemon orientalis (L.) G. Don (Kaldırık)'ın Herbisidal ve Antifungal Potansiyeli

Melih YILAR¹, Abdurrahman ONARAN², Yusuf YANAR³, Sabriye BELGÜZAR³, İzzet KADIOĞLU³

ÖZET: Kaldırık bitkisinin (*Trachystemon orientalis* (L.) G. DON) yaprak, çiçek ve kök ekstraktlarının antifungal etkileri ve yaprak ekstraktının herbisidal etkisinin belirlenmesi amacıyla Düzce ili Saz Köyü'nden 2010 yılında bitki materyali toplanmıştır. Toplanan bitki yapraklarından elde edilen su ekstraktları %0, %1, %5, %10 ve %20 konsantrasyonlarda laboratuvar koşullarında *Lepidium sativum* L. ve *Abutilon theophrasti* Medik. tohumlarına 9 cm çaplı steril petri kaplarında uygulanmıştır. Kaldırık yaprak su ekstraktları *A. theophrasti*, *L. sativum* tohum çimlenmesini sırasıyla %44.6, %70.6, kök uzunluğunu %63.5, %60.9; sürgün uzunluğunu %68.2, %37.4 oranında azaltmışlardır. Konukçuya özelleşme testlerinde kaldırık bitkisi yaprak su ekstraktının 10 kültür bitkisinde (*Agropyron cristatum* (L.) Gaertn, *Brassica oleracea* L., *Bromus inermis* Leyss., *Cucurbita moschata* Duch., *Lactuca sativa* L., *Lepidium sativum* L., *Lolium perenne* L., *Lotus corniculatus* L., *Medicago sativa* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Solanum melongena* L.) fitotoksik etkisi gözlemlenmemiştir. Kaldırık bitkisinin (yaprak, çiçek ve kök) ekstraktları %0, %1, %3, %5, %7, %10 ve %20 konsantrasyonlarda *Fusarium solani* Sorauer, *Fusarium acuminatum* Ell. & Ev. ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc) Synd. & Hans.'nin miselyum gelişimine etkinlikleri *in vitro* koşullarda saptandı. Denemelerde bitki yaprak ve çiçek su ekstraktları *F.solani* ve *F. acuminatum*, *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* miselyum gelişimini %20lik dozda %100 inhibe etmiştir. Kök ekstraktı ise *F.solani* ve *F. acuminatum*, *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* miselyum gelişimini kontrole oranla sırasıyla %32.20-%100, %28.26-%42.27, %0-%12.41 engellemiştir.

Anahtar kelimeler: Antifungal aktivite, extract, herbisidal etki, *trachystemon orientalis*,

Herbicidal and Antifungal Potential of *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don (Kaldırık)

ABSTRACT: Plant materials collected from Saz village of Düzce province during 2010 growing period to determine the herbicidal effect of leaf extracts and antifungal effects of Kaldırık plant (*Trachystemon orientalis* (L.) G. DON) leaves, flowers and roots extracts. Water extracts from collected plant leaves were applied to the seeds of *Lepidium sativum* L. and *Abutilon theophrasti* Medik in 0% and 1%, 5%, 10%, 20% concentrations in 9 cm diameter sterile disposable petri dish, under laboratory conditions. The water extracts of kaldırık leaves were reduced seed germination of *Abutilon theophrasti* Medik. and *Lepidium sativum* L. 44.6% and 70.6%, respectively. Root growths and shoot growths of *A. theophrasti* and *L. sativum* were 63.5% and 60.9%; 68.2% and 37.4%, respectively. In host specificity tests applied doses of water extracts did not shown phytotoxic effects on ten different cultural crops (*Agropyron cristatum* (L.) Gaertn, *Brassica oleracea* L., *Bromus inermis* Leyss., *Cucurbita moschata* Duch., *Lactuca sativa* L., *Lepidium sativum* L., *Lolium perenne* L., *Lotus corniculatus* L., *Medicago sativa* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Solanum melongena* L.). Kaldırık plant extract (leaves, flowers and roots) were determined *in vitro* effect on the mycelium development of *Fusarium solani* Sorauer, *Fusarium acuminatum* Ell. & Everh. and *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc) Synd. & Hans in 0%, 1%, 3%, 5%, 7%, 10% and 20% concentrations. In the experiments, the plant leave and flower water extracts was inhibited 100% at a 20% dose mycelium development of *F. solani* and *F. acuminatum*, *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Root extracts inhibited mycelium development of *F. solani* and *F. acuminatum*, *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* 32.20%-100%, 28.26%-42.27%, 0%-12.41%, respectively, according to control.

Keywords: Antifungal activity, extract, herbicidal effect, *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don

¹ Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Artova Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım, Tokat, Türkiye

² Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma, Kırşehir, Türkiye

³ Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma, Tokat, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Melih YILAR, melih.yilar@gop.edu.tr

GİRİŞ

Türkiye’de *Trachystemon* G. Don cinsi Boraginaceae familyasına ait tek bir türü *Trachystemon orientalis* (L.) G.Don ile temsil edilmektedir (Akçin et al., 2004). Bu bitki türü Dünyada Doğu Bulgaristan ve Batı Kafkasya’da Türkiye’de ise Karadeniz Bölgesi’nde dağılım göstermektedir.

Bu tür 30-40 cm boyunda, rizomlu kök yapısına sahip, geniş yapraklı ve tüylü, mavi-kırmızimsı çiçekli çok yıllık otsu bir bitkidir (Edmondson, 1978; Baytop, 1994). Bitkinin çiçek, tomurcuklu gövdeleri ve yaprakları sebze olarak Türkiye’de Karadeniz Bölgesinin çeşitli illerinde yoğun şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca kök ve petiolleri turşu olarak tüketilmektedir (Baytop, 1994; Yıldırım, 1994).

T. orientalis ülkemizde halk arasında Kaldirik, Kalduruk, Hodan, Ispıt, Balık otu gibi değişik isimlerle adlandırılmaktadır. Türkiye florasının kayıtlarına göre, yaygın olarak *T. orientalis* 50-1000 m yüksekliklerde, nemli, gölgeli, ormanlık ve dere kenarlarında yoğun olarak yetişmektedir (Edmondson, 1978).

Düşük ışık şiddetinde yetiştikleri için fazla tohum oluşturamazlar. Bu nedenle *T. orientalis*’in üreme organları rizomlu kök yapılarıdır (Akçin et al., 2004). İnsanlarda idrar artırıcı, kan temizleyici, ateş düşürücü etkilere sahiptir. *T. orientalis* tanen, uçucu yağ, nitrat tuzları, müsilaj, saponin ve rezin taşımaktadır (Karagöz ve ark., 2004).

Son yıllarda bitki hastalıklarının, zararlıların ve yabancı otların kontrolünde yoğun şekilde kullanılan kimyasallar birçok problemleri de beraberinde getirmiştir (Duke et al., 2000; Cakir et al., 2005; Kordali et al., 2009). Bu nedenle, bitki hastalıklarının, zararlıların ve yabancı otların kontrolü için alternatif yeni yöntemler geliştirilmiştir.

Bu amaçla sentetik pestisitlere göre insan sağlığına ve çevreye daha az zararlı olan bitki metabolitlerinin ve bitki esaslı ilaçların iyi bir alternatif olduğu düşünülerek bu yönde yoğun çalışmalar yürütülmüş ve halende yürütülmektedir (Varma and Dubey, 1999; Duke et al., 2000; Önen et al., 2002; Cakir et al., 2005; Kordali et al., 2007; Kordali et al., 2009). Dolayısıyla insan ve çevreye duyarlı olan, insan tüketiminde kalıntı sorunu olmayan gıdalar için alternatif yaklaşımlar ön plana çıkmaktadır.

Birçok yabancı bitkinin farklı kısımlarına ait ekstratlarının antifungal, antibakteriyel, insekdisidal ve herbisidal özellikleri laboratuvar şartlarda belirlenmiştir (Cole, 1994; Quiroga et al., 2001; Tegegne et al., 2008).

Bu araştırmalarda kullanılan bütün ekstratlar, hastalık ve zararlıların gelişimini azaltmış veya engellemiştir.

Kaldirik bitkisinin allelopatik ve antiviral, antiosidant aktivite gösterdiği yürütülen çalışmalarda bildirilmiştir (Karagöz ve ark., 2004; Özkurt ve ark. 2007; Özen, 2010).

Bu çalışmada, *in vitro* koşullarda *T. orientalis*’in yaprak, çiçek, kök su ekstratlarının *Fusarium acuminatum* Ell.& *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Sacc) Synd. & Hans ve *F. solani* bitki patojeni fungusların miselyum gelişimi üzerine etkileri ve *Lepidium sativum* L. ve *Abutilon theophrasti* Medik. bitkileri üzerine herbisidal etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bitkisel Materyal

Denemelerde kullanılan kaldirik bitkisi (*Trachystemon orientalis*) 2010 yılının nisan ayında Düzce İlinin Saz Köyünden toplanmıştır. Toplanan bitkinin yaprak, çiçek ve kök kısımları steril saf suyla yıkanmış ve oda sıcaklığında gölgede kurutulmuştur. Daha sonra her bitki kısmı ayrı ayrı öğütücüden geçirilerek küçük parçalara ayrılması sağlanmıştır. Öğütülmüş bitki parçacıkları çalışmada bitkisel materyal olarak kullanılmıştır.

Fungus kültürleri

Çalışmada, [*Fusarium acuminatum* Ell.&Everh., *Fusarium oxysporum* (Schlechtendahl:Fries) f. sp. *radicis-lycopersici* (Jarvis & Shoemaker), *Fusarium solani* Sorauer] bitki patojenleri kullanılmıştır. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji laboratuvarlarında bulunan stok kültürlerden elde edilmiştir.

Konukçuya özelleşme testinde kullanılan bitkiler

Çalışmada kullanılan test bitkileri ile konukçuya özelleşme testinde kullanılan bitkiler Çizelge 1 ve Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 1. Herbisidal etki çalışmalarında kullanılan test bitkileri

Familiya	Latince adı	Türkçe adı
Brassicaceae	<i>Abutilon theoprasti</i> Medik	İmam Pamuğu
Malvaceae	<i>Lepidium sativum</i> L	Tere

Çizelge 2. Fitotoksite (Konukçuya özelleşme) çalışmalarında kullanılan kültür bitkileri

Familiya	Latince adı	Türkçe adı
Poaceae	<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn.	Otlak ayrığı
Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> L.	Lahana
Poaceae	<i>Bromus inermis</i> Leyss.	Kılıksız brom
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita moschata</i> Duch	Kabak
Asteraceae	<i>Lactuca sativa</i> L.	Marul
Brassicaceae	<i>Lepidium sativum</i> L.	Tere
Poaceae	<i>Lolium perenne</i> L.	İngiliz çimi
Fabaceae	<i>Lotus corniculatus</i> L.	Gazal boynuzu
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L.	Yonca
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fasulye
Solanaceae	<i>Solanum melongena</i> L.	Patlıcan

Ekstraktların Hazırlanması

Antifungal çalışmalarda kullanılacak ekstraktlar

Öğütülen bitki materyallerinin her birinden (yaprak, çiçek ve kök) 400 gr tartılıp erlenmayere konularak üzerine 1000 ml steril saf su (Ph:6.5) ilave edilmiştir. Bu çözelti oda sıcaklığında çalkalayıcıda 24 saat ekstraksiyona bırakılmıştır. Daha sonra filtre kağıdından süzümüştür. Elde edilen ekstraktlar, 5000 devirde 15 dk santrifüj edildikten sonra, 0.45µm membran kağıdı kullanılarak milipore düzeneği yardımıyla filtreden geçirilmiştir. Bu sayede ortamdan bulaşma ihtimali olan bazı bakteri ve fungusların uzaklaştırılması sağlanmıştır.

Herbisidal etki çalışmalarında kullanılan ekstraktlar

Çalışmada kullanılan %1, %5, %10, %20 oranında ekstraktlar elde etmek için önceden hazırlanan bitki tozlarından 1000 ml saf su içerisine 10, 50, 100, 200 gram ağırlıkta cam kap içine konulmuş ve orbital çalkalayıcıda 120 rpm de 24 saat çalkalandıktan sonra filtre kağıdından süzülerek katı artıklar uzaklaştırılmıştır. Daha sonra santrifüjde 5000 rpm hızında 15 dakika süre

döndürülerek katı artıklardan tamamen ayrıştırılmıştır. Ekstraktlar denemede kullanılıncaya kadar +4 °C de buzdolabında muhafaza edilmiştir (Özdemir, 2007).

Bitki ekstraktlarının in vitro koşullarda antifungal aktivitesi:

Elde edilen % 40 özgün ekstrakt konsantrasyonundan %1, %3, %5, %7, %10 ve %20 doz olacak şekilde 45-50 °C'ye kadar soğutulan PDA ortamlarına ilave edilmiştir (Onaran and Yılar, 2012). Farklı dozları içeren bu PDA ortamları 60 mm petri kaplarına 10 ml olacak şekilde dökülmüştür. 7-10 günlük eski kültürlerden alınan miselyum disklerin (5 mm çaplık) ekstrakt ilaveli PDA ortamına ekimi yapılmıştır. Fungus kültürleri inokulasyondan sonra gelişme kabininde 25±2°C'de 7 gün inkubasyona bırakılmıştır. İlk 24 saatlik inkubasyon süresi sonunda patojenlerin miselyum gelişimindeki değişiklikler ölçülmeye başlanmış ve 7 gün boyunca devam edilmiştir. Kontrol olarak, funguslar sadece PDA içeren petri kaplarına ekimi yapılmıştır. *T. orientalis*'in yaprak, çiçek ve kök ekstraktlarının farklı dozlarının, bitki patojeni fungusların miselyum gelişimi üzerine etkileri ölçümler yapılarak gözlemlenmiştir. Bu çalışma 4 tekerrürlü olarak 2 defa tekrarlanmıştır.

Gelişen miselyum çapları digital Caliper aleti ile ölçülmüş ve miselyum gelişmesi engelleme yüzdesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$I:100x(dc-dt)/dc$$

I:Yüzde miselyum gelişimi engelleme oranı

dc: Kontroldeki miselyum gelişimi

dt: Uygulamadaki miselyum gelişimi (Pandey et al., 1982)

Herbisidal etki çalışması

9 cm çaplı petri kaplarında 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Petri kaplarına 2 kat halinde kurutma kağıdı yerleştirilmiş, üzerine test bitkilerine ait tohumlar (25'er adet) homojen olarak dağıtılmıştır. Hazırlanmış farklı konsantrasyonlarda ekstraktlar (0 (Kontrol), %1, %5, %10, %20) ve kontrol amaçlı saf su kullanılarak petri kaplarına 6 ml ilave edilerek nemlendirilmiştir. Petri kapları ortalama 24 °C de 12 saat aydınlık-12 saat karanlık koşullarda 3 hafta süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda test bitkilerine ait tohumların çimlenme oranı ile kökçük ve sürgün boyları belirlenmiştir (Önen, 2003). Deneme 2 kez tekrarlanmıştır.

Fitotoksite çalışmaları

Herbisidal etki çalışmaları için hazırlanmış yaprak ekstraktının %10'luk dozu fitotoksite çalışmalarında kullanılmıştır. Bu ekstraktan 95 ml alınıp üzerine 5 ml aseton ilave edilerek uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Kontrol amaçlı olarak %5 lik aseton-saf su

çözeltilisi kullanılmıştır. 4 tekerrürlü olarak saksılarda yetiştirilmiş kültür bitkilerine hazırlanan (%5 aseton-ekstrakt ve %5 aseton-saf su) çözeltiler püskürtme yöntemi uygulanmıştır. 2 hafta süresince bitkilerdeki değişimler kaydedilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bulgular

Antifungal çalışma

Çalışma sonucunda, *Trachystemon orientalis* bitki ekstraktlarının farklı konsantrasyonlarının fitopatogen fungusların miselyum gelişimini kontrole oranla engellediği saptanmıştır (Çizelge 4, 5, 6).

T. orientalis bitkisinin yaprak, çiçek ve kök ekstraktları *Fusarium solani* hastalığının miselyum gelişmesini olumsuz yönde etkilemiştir.

Uygulanan dozdaki artışa paralel olarak olumsuz etkide de bir artış saptanmıştır. *Fusarium solani* miselyum gelişimini kontrole kıyasla *T. orientalis* yaprak ekstraktı %41.70-%100, çiçek ekstraktı %41.15-%100, kök ekstraktı ise %32.20-%100 oranında engellemiştir (Çizelge 3).

Çiçek aksamından elde edilen ekstraktın inhibitör (engelleyici) etkisi kök ve yaprak ekstraktlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Çiçek ve yaprak su ekstraktlarının %7, %10 ve %20 lik dozları ile kök su ekstraktının %20 lik dozu miselyum gelişimini tamamen engellemiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. *F. solani* miselyum gelişimi üzerine *T. orientalis* bitkisinin yaprak, çiçek ve kök su ekstraktlarının etkisi

Doz	Uygulanılan Bitki Aksamı					
	YAPRAK		ÇİÇEK		KÖK	
	Ortalama Misel Uzunluğu (mm)	% Engelleme	Ortalama Misel Uzunluğu (mm)	% Engelleme	Ortalama Misel Uzunluğu (mm)	% Engelleme
Kontrol	53.70 a*		53.70 a		53.70 a	
%1	30.77 b	42.70	31.60 b	41.15	36.40 b	32.20
%3	21.80 c	59.40	23.50 c	56.23	27.40 c	48.97
%5	15.70 d	70.76	6.80 d	87.33	14.20 d	73.55
%7	0.00 e	100.00	0.00 e	100.00	10.50 d	80.44
%10	0.00 e	100.00	0.00 e	100.00	9.30 d	82.68
%20	0.00 e	100.00	0.00 e	100.00	0.00 e	100.00

* Aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar DUNCAN' a göre p<0.05 önem seviyesinde farklıdır

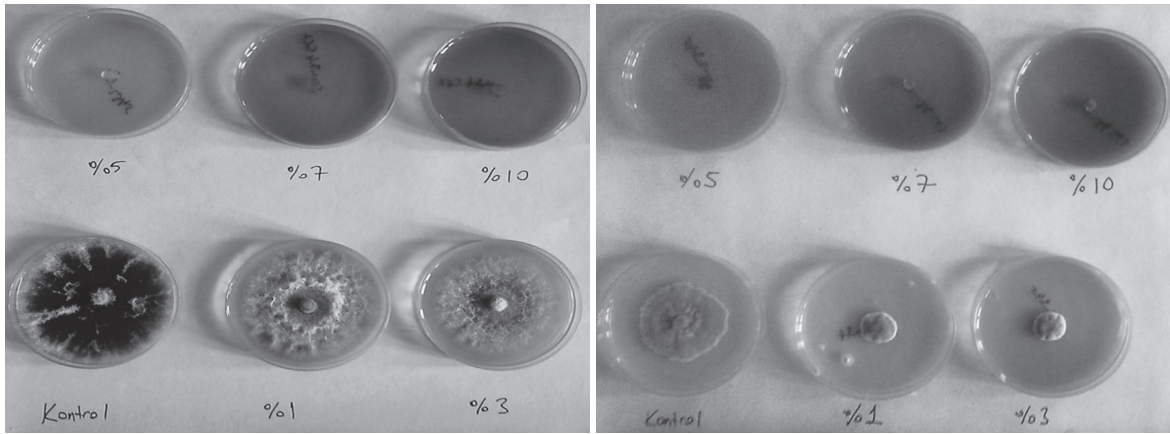
F. acuminatum miselyum gelişimi üzerine uygulanan ekstraktlar etkili bulunmuştur. Yaprak ve çiçek ekstraktları kök ekstraktına göre daha etkili bulunmuştur. Artan ekstrakt dozuna bağlı olarak

miselyum gelişimine olan etkide de artış meydana gelmiştir. Yaprak ve çiçek su ekstraktlarının %5, %7, %10 ve %20'lik dozları miselyum gelişimini kontrole göre tamamen engellemiştir (Çizelge 4, Şekil 1b).

Çizelge 4. *F. acuminatum* miselyum gelişimi üzerine *T. orientalis* bitkisinin yaprak, çiçek ve kök su ekstraktlarının etkisi

Doz	Uygulanılan Bitki Aksamı					
	YAPRAK		ÇİÇEK		KÖK	
	Ortalama Misel Uzunluğu (mm)	% Engelleme	Ortalama Misel Uzunluğu (mm)	% Engelleme	Ortalama Misel Uzunluğu (mm)	% Engelleme
Kontrol	23.53 a*		23.53 a		23.53 a	
%1	9.80 b	58.35	12.47 b	47.00	16.88 b	28.26
%3	10.55 b	55.16	10.82 b	54.01	14.39 c	38.84
%5	0.00 c	100.00	0.00 c	100.00	13.97 c	40.62
%7	0.00 c	100.00	0.00 c	100.00	13.77 c	41.47
%10	0.00 c	100.00	0.00 c	100.00	13.70 c	41.77
%20	0.00 c	100.00	0.00 c	100.00	13.68 c	42.27

* Aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar DUNCAN' a göre p<0.05 önem seviyesinde farklıdır



(a)

(b)

Şekil 1. *T. orientalis* bitkisinin çiçek su ekstraktlarının *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (a), *Fusarium acuminatum* (b) miselyum gelişimi üzerine etkisi

T. orientalis bitkisinin yaprak, çiçek ve kök ekstraktları *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* hastalığının miselyum gelişmesini olumsuz yönde etkilemiştir. Artan doza bağlı olarak olumsuz etkide de artış gözlemlenmiştir. Yaprak su ekstraktının % 1'lik dozu %6.98; %3'lük %24.94, %5'lik %40.10, %7'lik %54.31, %10'luk %72.86 ve %20'lik dozu miselyum gelişimini tamamen engellemiştir. Çiçek su ekstraktının

%1'lik dozu kontrole oranla miselyum gelişimini %17.21 bir engelleyici etki gösterirken diğer tüm dozlar tamamen engellemiştir. Kök su ekstraktı ise çiçek ve yaprak su ekstraktlarına kıyasla daha az olumsuz etki sergilemiş, %1, %3 ve % 5 lik dozlarda herhangi bir etki gözlenmemiştir. %7 ve diğer yüksek dozlarda ise kontrole göre miselyum gelişmesini azaltmıştır (Çizelge 5, Şekil 1a).

Çizelge 5. *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin miselyum gelişimi üzerine *T. orientalis* bitkisinin yaprak, çiçek ve kök su ekstraktlarının etkisi

Doz	Uygulanılan Bitki Aksamı					
	YAPRAK		ÇİÇEK		KÖK	
	Ortalama Misel Uzunluğu (mm)	% Engelleme	Ortalama Misel Uzunluğu (mm)	% Engelleme	Ortalama Misel Uzunluğu (mm)	% Engelleme
Kontrol	60.00 a*		60 a		60.00 a	
%1	54.37 a	6.98	49.67 b	17.21	60.00 a	0.00
%3	43.87 ab	24.94	0.00 c	100.00	60.00 a	0.00
%5	35.01 b	40.10	0.00 c	100.00	60.00 a	0.00
%7	26.70 bc	54.31	0.00 c	100.00	58.75 a	2.08
%10	15.86 c	72.86	0.00 c	100.00	57.35 a	4.41
%20	0.00 d	100.00	0.00 c	100.00	52.55 b	12.41

* Aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar DUNCAN' a göre $p < 0.05$ önem seviyesinde farklıdır

Herbisidal etki çalışmaları

Gerek tere (*L. sativum*) gerek imam pamuğu kaldırık yaprak su ekstraktından olumsuz yönde etkilenmiştir. Fakat bu etki tere ve imam pamuğunda

farklı düzeylerde meydana gelmiştir. Uygulanan ekstraktan imam pamuğu bitkisi tereye göre daha fazla etkilenmiştir. Artan doza bağlı olarak olumsuz etkide artmıştır (Çizelge 6, Şekil 2).



Şekil 2. *T. orientalis* bitkisinin yaprak su ekstraktının *Abutilon theophrasti* Medik. Tohum çimlenmesine etkisi (Denemenin 21. günü) (a), *T. orientalis* bitkisinin yaprak su ekstraktının fitotoksik etkisi (b)

Çizelge 6. *T. orientalis* bitkisinin yaprak su ekstraktının tere ve imam pamuğu bitkisinin çimlenme, sürgün ve kök uzunluğuna etkisi

Uygulama Dozu	Tere			İmam pamuğu		
	Çimlenme (%)	Sürgün Uzunluğu (mm)	Kök Uzunluğu (mm)	Çimlenme (%)	Sürgün Uzunluğu (mm)	Kök Uzunluğu (mm)
Kontrol	100.00A*	28.76AB	87.03A	79.33A	24.80A	23.03A
%1	100.00A	30.33A	81.40A	68.33AB	28.26A	21.54A
%5	100.00A	26.90B	53.43B	63.33AB	21.34A	18.00A
%10	90.66A	21.40C	36.16BC	46.66B	18.69AB	15.84AB
%20	57.33B	18.00D	27.66C	23.33C	9.69B	8.40B

* Aynı sütunda farklı harflere sahip ortalamalar DUNCAN' a göre p<0.05 önem seviyesinde farklıdır

Konukçuya özelleşme test sonuçları

Yürütülen konukçuya özelleşme testi çalışması sonucunda kaldırık yaprak su ekstraktı uygulanan

test bitkilerinde kontrolle karşılaştırıldığında herhangi bir farklı gelişmeye neden olmamıştır (Çizelge 7, Şekil 2b).

Çizelge 7. *T. orientalis* bitkisinin yaprak su ekstraktının farklı test bitkilerine karşı özelleşme testi

Familya	Latince adı	Türkçe adı	Fitotoksik etki
Asteraceae	<i>Lactuca sativa</i> L.	Marul	-
Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> L.	Lahana	-
Brassicaceae	<i>Lepidium sativum</i> L.	Tere	-
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita moschata</i> Duch	Kabak	-
Fabaceae	<i>Lotus corniculatus</i> L.	Gazal boynuzu	-
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L.	Yonca	-
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fasulye	-
Poaceae	<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn.	Otlak ayrığı	-
Poaceae	<i>Bromus inermis</i> Leyss.	Kılçıksız brom	-
Poaceae	<i>Lolium perenne</i> L.	İngiliz çimi	-
Solanaceae	<i>Solanum melongena</i> L.	Patlıcan	-

*(-) işaretli bitki yaprak su ekstraktının olumsuz bir etki oluşturmadığını ifade etmektedir

Tartışma

Tarım alanlarında kullanılan pestisitlerin miktarındaki artışlar ve bunların çevreye, insanlara olan olumsuz etkileri ve besin zincirindeki birikimleri ele alındığında bu etkileri ortadan kaldıracak alternatifler üzerine arayışlar başlamıştır. Bu amaçla son zamanlarda yürütülen araştırmalar bazı bitkilerin uçucu yağlarının

ve/veya farklı kısımlarına ait ekstraktlarının bitki patojeni funguslara, zararlılara ve yabancı otlara karşı biyolojik aktivitelerini belirlemeleri üzerine yoğunlaşmıştır (Turkusoy ve Onogur, 1998; Okigbo and Ogbonnaya, 2006; Dulger and Hacıoglu, 2008; Sıtara et.al., 2008; Akata et al., 2009; Kordali et al., 2009; Akin et al., 2010; Hosein et al., 2010).

Yürütülen bu çalışmada da; *Trachystemon orientalis* bitkisinin kök, çiçek ve yapraklarından hazırlanan su ekstraktlarının *Fusarium acuminatum*, *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *F. solani* patojenlerinin miselyum gelişimine etkisi incelenmiş ve ekstrakt elde edilen bitki kısmına, doza ve patojene göre etkide de farklılıklar saptanmıştır. Bitkinin yaprak su ekstraktının tere ve imam pamuğu bitkisine karşı herbisidal etkisinin araştırıldığı uygulanan ekstrakt dozuna ve test bitkisine göre etkide farklılıklar ortaya çıkmıştır. Konukçuya özelleşme testinde bitki ekstraktının herhangi bir fitotoksik etkisine rastlanılmamıştır.

T. orientalis bitkisinin farklı kısımlarından elde edilen ekstraktlardan en çok etkiyi çiçek su ekstraktı göstermiştir. Bunu sırasıyla yaprak ve kök su ekstraktları takip etmiştir. Bu etkideki farklılık bitki kısımlarındaki bileşiklerin kompozisyonları ve miktarlarındaki farklılıklardan ileri gelmektedir. Benzer durum pek çok araştırma ile de ortaya konmuştur (Kitou and Yoshida, 1993; Önen ve Özer, 1999; Önen et al., 2002; Okigbo and Ogbonnaya, 2006; Kanan and Al-Najar, 2008). Bunun yanında uygulanan aynı ekstraktan bitki patojenlerinin miselyum gelişimi farklı oranlarda etkilenmiştir. Bu da gösteriyor ki bitki ekstraktlarından hastalık etmenleri farklı oranda olumsuz etkilenmiştir. Yürütülen benzer çalışmalarda elde edilen sonuçlarda bizim bulgularımızı destekler niteliktedir (Turkusoy ve Onogur, 1998; Kordali et al., 2009). Bu farklılık sentetik fungusitlerde de olduğu gibi bitki ekstraktlarındaki kimyasal maddelerin seçicilik özelliği ile etki mekanizmalarından ve hastalık etmenlerinin yapısal farklılıklarından kaynaklanmaktadır.

Daha önce kaldırık bitkisi üzerine yürütülen çalışmalarda bitkinin antioksidant, antimikrobiyal ve allelopatik özelliği belirlenmiştir (Uzun et al., 2004; Özkurt ve ark., 2007; Özen, 2010). Bu çalışmalardaki bulgularda bu bitkinin biyolojik aktiviteye sahip olacağını göstermektedir. Bu çalışma sonucunda da kaldırık bitkisinin yaprak su ekstraktının tere ve imam pamuğu bitkisi üzerine herbisidal etkiye sahip olduğu saptanmıştır.

Bu çalışma ve yürütülen benzer çalışmalar gösteriyor ki bitkilerin farklı kısımlarından elde edilen ekstraktların bitki hastalıklarının kontrolünde ve yabancı otların mücadelesinde yoğun şekilde kullanılan sentetik kimyasalların yerini alabilecek alternatif mücadele olacağını göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Akçin, Ö.E., Kandemir, N., Akçin, Y., 2004. A morphological and anatomical study on a medicinal and edible plant *Trachystemon orientalis* (L.) G.Don (Boraginaceae) in the Black Sea Region. Turkish Journal of Botany. 28: 435-442.
- Akata, I., Güler, P., Kunduz, I., 2009. Antifungal effects of *Bjerkandera adusta* (willd.) p. karst. against the plant pathogens. Kafkas Üniv Fen Bil Enst Derg. 2(1): 5-8.
- Akin, M., Demirci, B., Bağcı, Y., Baser, C., 2010. Antibacterial activity and composition of the essential oils of two endemic *Salvia* sp. from Turkey. African Journal of Biotechnology 9 (15): 2322-2327.
- Baytop, T., 1994. Türkçe bitki adları sözlüğü, Atatürk kültür dil ve tarih yüksek kurumu, Türk dil kurumu yayımları: 578. ANKARA
- Cole, M.D., 1994. Key antifungal, antibacterial and anti-insect assays- a critical review. Biochemistry Systemic Ecology. 22: 837-856.
- Cakir, A., Kordali, S., Kilic, H., Kaya, E., 2005. Antifungal properties of essential oils and crude extracts of *Hypericum linarioides*. Biochem. Syst. Ecol. 33: 245-256.
- Duke, S.O., Dayan, FE., Romagni, J.G., Rimando, A.M., 2000. Natural products as sources of herbicides: current status and future trends. Weed Res. 40: 99-111.
- Dulger, B., Hacıoğlu, N., 2008. Antifungal Activity of Endemic *Salvia tigrina* in Turkey. Tropical Journal of Pharmaceutical Research. 7(3): 1051-1054.
- Hosein, E., Azar, S., Parivash, K., Alireza, B., Mansour, B., Leila, S., 2010. Antifungal Effect of *Zataria multiflora*: An In vitro Evaluation. Global Veterinaria 4(2): 140-143.
- Kanan, G.J., Al-Najar, R.A., 2008. In vitro antifungal activities of various plant crude extracts and fractions against citrus post-harvest Disease Agent *Penicillium digitatum*. Jordan Journal of Biological Sciences 1 (3): 89-99.
- Karagöz, A., Cevahir, G., Özcan, T., Sadıkoğlu, N., Yentür, S., Kuru, A., 2004. Bazı yüksek bitkilerden hazırlanan sulu ekstraktların antiviral aktivite potansiyellerinin değerlendirilmesi. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler. 29-31 Mayıs 2002. Eskişehir. Web'de yayın tarihi: Haziran 2004.
- Kordali, S., Cakir, A., Sutay, S., 2007. Inhibitory effects of monoterpenes on seed germination and seedling growth. Z. Naturforsch. C 62c.: 207-214.
- Kordali, S., Cakir, A., Akcin, T.A., Mete, E., Akcin, A., Aydin, T., Kilic, H., 2009. Antifungal and herbicidal properties of essential oils and n-hexane extracts of *Achillea gypsicola* Hub-Mor. and *Achillea biebersteinii* Afan. (Asteraceae). Industrial crops and products 29: 562-570.
- Kitou, M., Yoshida, S., 1993. Changes to the chemical composition of plant growth media to the composting of some plant residues and the subsequent effects on plant growth. Japanese-Journal-of-Soil-Science-and-Plant-Nutrition. 64: 1-8
- Okigbo, R.N., Ogbonnaya, U.O., 2006. Antifungal effects of two tropical plant leaf extracts (*Ocimum gratissimum* and *Aframomum melegueta*) on postharvest yam (*Dioscorea* spp.) rot. African Journal of Biotechnology 5(9): 727-731.
- Onaran, A., Yılar, M., 2012. Antifungal activity of *Trachystemon orientalis* L. aqueous extracts against plant pathogens. Journal of Food, Agriculture&Environment 10(3&4): 287-291.

- Önen, H., Özer, Z., 1999. Bazı kültür bitkilerinin çimlenme ve fide gelişimine kuru pelin (*Artemisia vulgaris* L.) yaprak ve rizomlarının etkileri üzerine bir araştırma, Türkiye Herboloji Dergisi 2 (2): 22-30
- Önen, H., 2003. Bazı bitkisel uçucu yağların biyoherbisidal etkileri, Türkiye Herboloji Dergisi. 6 (1): 39-47.
- Önen, H., Özer, Z., Telci, İ., 2002. Bioherbicidal effects of some plant essential oils on different weed species, Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Journal of Plant Diseases and Protection. Sonderheft XVIII: 597-605.
- Özdemir, Ş., 2007. *Brassicaceae* familyasından bazı bitkilere ait Ekstraktların yabancı otlarla mücadelede biyo-herbisit olarak kullanılabilme olanaklarının araştırılması. Mustafa kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Antakya
- Özkurt, M., Yılar, M., Önen, H., 2007. *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don. (Kaldırık)'nin Allelopatik Potansiyelinin Belirlenmesi. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi 27-29 Ağustos, Isparta.
- Özen, T., 2010. Antioksidant activity of wild edible plants in the Black Sea Region of Turkey. Grasas Y.Aceites. 61(1): 86-94.
- Pandey, D.K., Tripathi N.N., Tripathi, R.D., Dixit, S.N., 1982. Fungitoxic and phytotoxic properties of essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poir. J. Plant Dis. Prot., 89: 344-349.
- Quiroga, E.N., Sampietro, A.R., Vattuone, M.A., 2001. Screening antifungal activities of selected medicinal plants. J Ethnopharmacol. 74: 89-96.
- Sitara, U., Niaz, I., Naseem, J., Sultana, N., 2008. Antifungal Effect of Essential Oils on In Vitro Growth of Pathogenic Fungi. Pak. J. Bot., 40(1): 409-414
- Yıldırım, Ş., 1994. Karadeniz Bölgesinin Bir Tıbbi ve Besin Bitkisi *Trachystemon orientalis*. OT Sistemik Botanik dergisi,1(2):7-12.
- Edmondson J.R., 1978. *Trachystemon* D.Don. In: Davis PH (ed.). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. 6: 386-387. Edinburgh : Edinburgh University Press.
- Varma J., Dubey, N.K., 1999. Prospectives of botanical and microbial products as pesticides of tomorrow. Curr Sci (India) 76: 172-179.
- Tegegne, G., Pretorius, J., Swart, J., 2008. Antifungal properties of *Agapanthus africanus* L. extracts against plant pathogens. Crop Protec., 27: 1052-1060.
- Turkusoy, H., Onogur, E., 1998. Bazı bitki ekstraktlarının in vitro antifungal etkileri üzerine araştırmalar. Tr. J. of Agriculture and Forestry .22 : 267-271
- Uzun, E., Sariyar, G., Adsersen, A., Karakoc, B., Otük, G., Oktayoğlu, E., Pirildar, S., 2004. Traditional medicine in Sakarya province (Turkey) and antimicrobial activities of selected species. J. Ethnopharmacol. 95(2-3): 287-296.

Rusya Federasyonu'ndan Türkiye'ye İthal Edilmek Üzere Trabzon Limanı'na Gelen Buğdaylardaki Yabancı Ot Tohumlarının Belirlenmesi

Ünal ASAV¹, İzzet KADIOĞLU²

ÖZET: Bu çalışma 2009–2010 yıllarında Rusya Federasyonu'ndan Türkiye'ye ithal edilmek üzere Trabzon Limanı'na gelen buğdaylardaki yabancı ot tohumları ve karışma oranlarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla farklı tarihlerde gelen 12 adet gemiden buğday örnekleri alınmıştır. Rusya Federasyonu'ndan gelen gemilerin 3 tanesinde Kazakistan, 9 tanesinde Rusya Federasyonu menşeli olmak üzere toplam 34676 ton buğday olduğu tespit edilmiştir. Elli kg'lık örnekler tam şansa bağlı örnekleme metodu kullanılarak, buğday numune alma sondası yardımıyla alınmıştır. Alınan örneklerde mevcut yabancı ot tohumları önce elek, sonra elle ayıklama yöntemi ile ayrılmıştır. Sonuç olarak Trabzon Limanı'ndan ithal edilen buğdaylardan alınan örnekler içerisinde bir kg'lık buğdaya sayısal olarak 539.18 adet ve ağırlık olarak ortalama 4.23 gr yabancı ot tohumunun karıştığı tespit edilmiştir. Teşhis çalışmaları sonucunda 19 farklı familyaya ait 68 yabancı ot türüne ait tohum saptanmıştır. Elli kg'lık buğday içerisinde sayısal olarak en fazla *Thlaspi arvense* L., *Hordeum vulgare* L., *Convolvulus arvensis* L., *Avena fatua* L., *Galium aparine* L., *Polygonum convolvulus* L. ve *Panicum miliaceum* L. yabancı ot tohumlarının karıştığı görülmüştür. Bu verilere göre Türkiye'ye Trabzon limanından giriş yapan toplam 34676 ton buğdayın içerisinde 147 ton yabancı ot tohumu olduğu saptanmıştır. Bu sebeple ülkemize yeni yabancı ot türleri girebileceği gibi gıda olarak tüketilecek olan buğdayın içerisinde olası zehirli yabancı ot tohumlarının insan sağlığı açısından da olumsuzluklara neden olabileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yabancı ot, buğday, ithalat

Determination of Weed Seeds Contaminating Wheat Grains Imported from Russian Federation to Port of Trabzon – Turkey

ABSTRACT: This study was conducted to determine contamination rates of wheat grains, imported from Russia with weed seeds. For this purpose, wheat samples were taken from 12 ships at different time between 2009 – 2010. Three out of 12 ships load of wheat grains originated from Kazakhstan and rest of them originated from Russia. Total of 34676 tons of wheat grains were brought to the port of Trabzon by the twelve ships. Fifty kg samples of wheats were taken by using random sampling method with wheat sampling probe. Weed seeds were separated from the samples by using sieve and combout methods consecutively. Average amount of weed seeds, mixed into wheat grains, was 4.23 gr and 539.18 seeds per kg wheat imported to port of Trabzon. Based on the results of this study, sixty-eight weed species from 19 different families were identified. Among them *Hordeum vulgare* L., *Convolvulus arvensis* L., *Avena fatua* L., *Galium aparine* L., *Polygonum convolvulus* L., *Panicum miliaceum* L. and *Lappula saxatilis* Piper. had the highest contamination rates. According to these data, about 147 tons weed seeds were brought to port of Trabzon-Turkey within 34676 tons of wheat grains imported from Russia. In conclusion, this may cause introduction of new weed species in to Turkey and also contamination of poisonous weeds into wheat grains which is used as a food, may cause health problems.

Keywords: Weed, wheat, import

¹ Ziraî Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Hizmetler, Herboloji, Ankara, Türkiye

² Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma, Tokat, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Ünal ASAV, unalasad@hotmail.com

GİRİŞ

Serim iklim tahıllarından buğday; tüm dünyada insan beslenmesinde yaygın bir şekilde kullanılan ve ülkemizde de gıda, ekonomi ve ticaret yönünden önemli yeri olan bir bitkidir.

Bir numaralı besin kaynağı olan ekmeğin hammaddesi un, unun kaynağı ise buğdaydır. Türkiye’de tahıllar içerisinde en fazla ekim alanı buğdaya ayrılmıştır.

Temel besin maddesi konumunda olan buğday, ülkemizin hemen her bölgesinde üretilmekte olup, tarla ürünleri içerisinde ekiliş alanı ve üretim miktarı bakımından ilk sırayı almaktadır.

1987-2005 yılları arasında buğday ekim alanlarında önemli bir değişiklik olmamış, ekim alanları 9-9.5 milyon hektar civarında seyretmiştir. 2006 yılında ise buğday ekim alanları düşüş göstererek 8.5 milyon hektara gerilerken, 2007 yılında da gerilemeye devam etmiş ve 8.1 milyon hektar olmuştur.

2008 yılında 17.8 milyon ton seviyesinde gerçekleşen buğday üretimi uygun hava koşulları sayesinde 2009 yılında 20.6 milyon ton seviyesinde gerçekleşmiştir (Anonim, 2010).

1980’li yıllara gelinceye kadar tüm hububat ürünlerinde net ihracatçı olan ülkemiz daha sonraki yıllarda üretim artışının nüfus ve tüketimde görülen artışa paralel bir seyir izlememesi neticesinde net ithalatçı konumuna gelmiştir. 2007 yılında 2.15 milyon ton olan buğday ithalatı, 2008 yılında 3.71 milyon ton ve 2009 yılında ise 3.40 milyon tona ulaşmıştır (Anonim, 2010).

Son yıllarda Trabzon limanından ülkemize olan buğday ithalatında bir artış gözlenmiştir. Genellikle buğdaylar Rusya Federasyonu başta olmak üzere Ukrayna ve Amerika Birleşik Devletleri’nden ithal edilmektedir. Rusya Federasyonu aynı zamanda Kazakistan ve Moldova’dan ithal ettiği buğdayı da ülkemize ihraç etmektedir. Trabzon limanından 2008 yılında 79745.53 ton, 2009 yılında 40626.64 ton ve 2010 yılında ise 67249.23 ton buğday ithalatı gerçekleşmiştir (Anonim, 2011a).

Uluslararası ticaret, yabancı otların yayılmasında en önemli etkenlerden biridir (Shimono and Konuma, 2008). Uluslararası ticaretin gelişmesiyle yabancı

otların kıtadan kıtaya ve bölgeden bölgeye yayılmaları hızlı bir şekilde artmaktadır. Yapılan araştırmalarda içerisinde en fazla yabancı ot türü bulduran ürünün ithal edilen buğday olduğu ortaya konmuştur (Fay, 1990; Shimizu, 1998).

Artan buğday ithalatı ile birlikte buğdaya karışan yabancı ot tohumları da ülkemize giriş yapmaktadır. Bir bölgeye uyum sağlayan yabancı ot, birkaç yıl içerisinde ekonomik zarar eşiği değerine ulaşabilir.

Bu şekilde ülkemizde daha önce bulunmayan bir yabancı ot ileriki dönemlerde karşımıza bir sorun olarak çıkabilmektedir. Bu açıdan tarımsal ürünlerin ithalatında yabancı ot tohumlarının tespit ve teşhis çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada Rusya Federasyonu’ndan Türkiye’ye ithal edilmek üzere Trabzon limanına gelen buğday ürünündeki yabancı ot tohumları ve karışma oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışmanın materyalini Rusya Federasyonu’ndan Trabzon limanına gelen gemilerden alınan buğday örnekleri içerisindeki yabancı ot tohumları ve buğday numune alma sondası oluşturmuştur.

Yöntem

Çalışmada toplam 12 gemide örnekleme yapılmış ve örnekler tam şansa bağlı örnekleme metodu kullanılarak, buğday numune alma sondası yardımıyla alınmıştır. Buğday numune alma sondası 2m boyunda ve 9 bölmeden meydana gelmektedir. Rusya Federasyonu’ndan gelen buğday gemileri 3 veya 4 ambardan oluşmaktadır.

Üç ambarlı gemilerde her gemi ambarı için 20 sonda, dört ambarlı gemilerde ise her gemi ambarı için 15 sonda vurulmuştur. Bu şekilde her gemi için toplam 60 sonda vurulmuş ve her bir gemiden 50 kg’lık örnekler alınmış, toplamda 600 kg’lık buğday numunesi incelenmiştir.

Çizelge 1’de örnek alınan gemilerin ambar sayıları, ürün menşei ve ithal edilen buğday miktarları verilmiştir.

Çizelge 1. Örnek alınan gemiler, ambar sayıları ve ithal edilen buğday miktarı

Gemiler	Ambar Sayısı	Ürün Menşei	İthal Edilen Buğday (ton)
1.Gemi	3	Rusya Federasyonu	2940.54
2. Gemi	4	Rusya Federasyonu	3015.63
3. Gemi	4	Rusya Federasyonu	3200.50
4. Gemi	3	Rusya Federasyonu	3001.24
5. Gemi	3	Rusya Federasyonu	3011.40
6. Gemi	3	Rusya Federasyonu	2963.00
7. Gemi	4	Rusya Federasyonu	2939.64
8. Gemi	3	Rusya Federasyonu	1500.64
9. Gemi	4	Kazakistan	3030.46
10. Gemi	4	Kazakistan	3110.00
11. Gemi	4	Rusya Federasyonu	3036.34
12. Gemi	3	Kazakistan	2926.46
Toplam			34675.85

Laboratuvara getirilen buğday örnekleri önce 2mm çapında delikler bulunan elek ile elenmiş ve küçük boyutlu yabancı ot tohumları elek altına alınmıştır.

Daha büyük boyutlu elek üstünde kalan yabancı ot tohumları elle ayıklanmıştır. Buğday örneklerinden ayıklanan yabancı ot tohumları birbirlerine benzerlik durumlarına göre gruplandırılmıştır. Daha sonra tohumların şekil, ebat, renk ve yüzey yapısı temel alınarak mikroskop altında incelenip eldeki mevcut kaynaklar ile karşılaştırılarak teşhis edilmiştir.

Yabancı ot tohumlarının teşhisinde Davis (1965–88), Davis (1993), Özer ve ark. (1999), Cappers et al. (2006) Cappers et al. (2009), Anonim (2011b) ve Anonim (2011c)'den ve Anonim (2011c)'den yararlanılmıştır. Teşhisinde problem yaşanan türler ise çimlendirilerek teşhis edilmiştir.

Teşhisi yapılan yabancı ot tohumlarının tür bazında tartımları yapılarak ağırlık, sayımları yapılarak ise sayısal olarak adedi bulunmuş ve

bu rakamlar üzerinden ayrı ayrı yüzde oranları hesaplanmıştır. Yabancı otların Türkçe isimleri Uluğ ve ark. (1993)'dan alınmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Elde edilen sonuçlara göre Rusya Federasyonu'ndan ithal edilmek üzere gelen buğdaylarda en yüksek yabancı ot tohumu karışma oranı sayısal olarak %27.29 ile 4. gemide saptanmıştır.

Bunu %19.45 ile 12. gemi, %14.06 ile 6. gemi ve %12.03 ile 9. gemi takip etmiştir. Buna karşılık yabancı ot tohumlarının buğday ürününe en yüksek karışma oranı ağırlık olarak %32.29 ile 12. gemide saptanmıştır. Bunu sırasıyla %22.98 ile 9. gemi, %12.79 ile 6. gemi ve %9.03 ile 8. gemi izlemiştir.

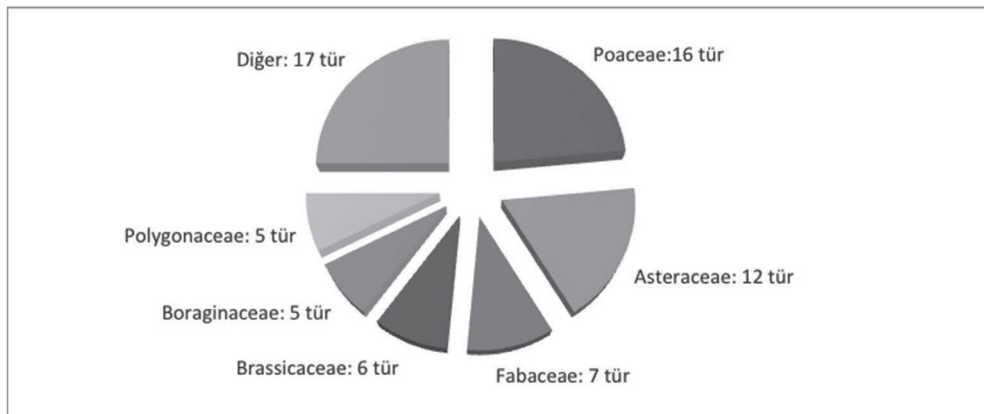
Çizelge 2'de Rusya Federasyonu'ndan gelen buğdaylardaki yabancı ot tohumlarının buğday ürününe sayısal ve ağırlıklı karışma oranları verilmiştir.

Çizelge 2. Buğday ürününde yabancı ot tohumlarının sayısal ve ağırlıklı karışma oranları (Toplam 600 kg'lık örnek içerisinde)

Gemiler	Sayısal olarak (Adet)	Sayısal oranı (%)	Ağırlık olarak (gr)	Ağırlık oranı (%)
1.Gemi	11.181	3.46	15.90	0.63
2. Gemi	5.624	1.74	44.54	1.75
3. Gemi	9.419	2.91	120.95	4.76
4. Gemi	88.276	27.29	214.58	8.45
5. Gemi	12.830	3.97	60.20	2.37
6. Gemi	45.481	14.06	324.81	12.80
7. Gemi	24.339	7.52	94.41	3.72
8. Gemi	17.640	5.45	229.21	9.03
9. Gemi	38.933	12.03	583.42	22.98
10. Gemi	1.910	0.59	5.82	0.23
11. Gemi	4.941	1.53	25.25	0.99
12. Gemi	62.934	19.45	819.65	32.29
Toplam	323.508	100	2538.74	100

Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara göre Rusya Federasyonu'ndan Trabzon limanına ithal edilmek üzere getirilen buğday ürününde sayısal olarak ortalama 539.18 adet kg⁻¹, ağırlık olarak ortalama %0.42 oranında yabancı ot tohumunun karıştığı tespit edilmiştir. Japonya'da yapılan bir çalışmada, Kanada'dan ithal edilen buğday içerisinde yabancı otların ağırlık olarak %0.23 oranında bulaşık olduğu ve 1 kg buğday içerisinde 170 adet yabancı ot tohumu karıştığı tespit edilmiştir (Shimono and Konuma, 2008). Tokat ilinde

yapılan bir çalışmada buğdaya yabancı ot tohumlarının sayısal olarak %2.41, ağırlık olarak ise %1.258 oranında (Sırma ve ark., 1997), Kahramanmaraş bölgesinde ise il genelinde 1 kg buğday ürününe sayısal olarak 601 adet, ağırlık olarak ise 10.51 gr yabancı ot tohumunun karıştığı belirtilmiştir (Tursun ve ark., 2006). Ülkemizde yapılan bazı çalışma sonuçları ile elde edilen sonuçlar örtüşmektedir. Şekil 1'de buğday örnekleri içerisinde bulunan yabancı ot tohumlarının familya bazında tür sayıları verilmiştir.

**Şekil 1.** Buğday örnekleri içerisinde bulunan yabancı ot tohumlarının familya bazında tür sayıları

Yabancı ot tohumları familya bazında incelendiğinde en fazla tür sayısının Poaceae familyasına (16 tür) ait olduğu tespit edilmiş, bunu sırasıyla Asteraceae (12 tür) ve Fabaceae (7 tür) takip etmiştir. Japonya'da yapılan bir çalışmada, Kanada'dan ithal edilen buğdayda 13 farklı familyaya ait 42 tür

yabancı ot türü teşhis edilmiş ve tür sayısının en fazla Poaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Polygonaceae ve Chenopodiaceae familyalarına ait olduğu bildirilmiştir (Shimono and Konuma, 2008). Çizelge 3'de buğday örnekleri içerisinde bulunan yabancı ot tohumlarının familya bazında sayısal adedi ve ağırlığı (gr) verilmiştir.

Çizelge 3. Elli kg'lık buğday örnekleri içerisinde bulunan yabancı ot tohumlarının familya bazında sayısal adedi ve ağırlığı

Familya	Sayısal adedi	Ağırlık(gr)
Asteraceae	194.67	1.6632
Boraginaceae	644.92	1.3414
Brassicaceae	6273.58	6.2062
Fabaceae	66.92	1.9261
Poaceae	12196.83	165.6164
Polygonaceae	1597.75	7.0405
Diğer	5984.33	27.7679
Toplam	26959.00	211.5617

Çizelge 3 incelendiğinde 50 kg'lık buğday örneği içerisinde sayısal adet olarak en fazla Poaceae familyasına ait türlerin bulunduğu, bunu sırasıyla Brassicaceae, Polygonaceae, Boraginaceae, Asteraceae ve Fabaceae familyalarının takip ettiği, ağırlık olarak ise en fazla Poaceae familyasına ait türlerin olduğu, bunu da sırasıyla Polygonaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Asteraceae ve Boraginaceae familyalarının takip ettiği belirlenmiştir.

Erzincan ili Otlukbeli ilçesi buğday ekim alanlarında yapılan sürvey çalışmasında 20 familyaya ait 51 adet yabancı ot türü belirlenmiştir. Poaceae,

Asteraceae ve Caryophyllaceae familyaları altışar adet yabancı ot türü ile en fazla türü bulunan familyalar olarak tespit edilmiştir (Sırma ve Kadioğlu, 2010).

Orta Anadolu buğday ekim alanlarında 1888-1989 yılları arasında yapılan sürvey çalışmasında 76 yabancı ot türüne rastlanmış ve türlerin %3'ü Poaceae familyasına ait olduğu belirtilmiştir (Taştan ve Erciş, 1991).

Çizelge 4'te 50 kg'lık buğday örnekleri içerisinde bulunan yabancı ot tohumlarının sayısal adedi ve ağırlığı verilmiştir.

Çizelge 4. 50 kg'lık buğday örnekleri içerisinde bulunan yabancı ot tohumlarının sayısal adedi ve ağırlığı

Familya	Latince adı	Türkçe adı	Sayısal (Adet)	Ağırlık (gr)
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Kırmızı köklü tilki kuyruğu	195.08	0.0913
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> sp.	-	11.67	0.0135
Apiaceae	<i>Carum carvi</i> L.	Kır kimyonu	5.83	0.0064
Apiaceae	<i>Conium maculatum</i> L.	Baldıran	0.58	0.0006
Asteraceae	<i>Acroptilon repens</i> (L.) DC.	Kekre	8.33	0.0326
Asteraceae	<i>Arctium lappa</i> L.	-	9.58	0.0882
Asteraceae	<i>Carduus nutans</i> L.	Eğik başlı kangal	2.75	0.0073
Asteraceae	<i>Centaurea cyanus</i> L.	Gökbaş	1.00	0.0030
Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i> L.	Kara hindiba	0.17	0.0004
Asteraceae	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Köygöçüren	75.50	0.0668
Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i> L.	Ayçiçeği	24.25	0.6912
Asteraceae	<i>Helianthus debilis</i> Nutt.	Ayçiçeği	36.25	0.3845
Asteraceae	<i>Helianthus giganteus</i> L.	Ayçiçeği	34.25	0.3787
Asteraceae	<i>Lactuca</i> sp.	-	1.58	0.0029
Asteraceae	<i>Rhaphonticum</i> sp.	-	0.42	0.0022
Asteraceae	<i>Silybum</i> sp.	-	0.58	0.0055
Boraginaceae	<i>Anchusa officinalis</i> L.	Adı sığır dili	5.33	0.0184
Boraginaceae	<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I.M. Johnst.	Taş kesen otu	274.00	0.8267
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i> L.	Adi engerek otu	1.17	0.0055
Boraginaceae	<i>Lappula saxatilis</i> Piper.	-	362.25	0.4756
Boraginaceae	<i>Symphytum asperum</i> Lepechin	Kafes otu	2.17	0.0153
Brassicaceae	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prant	Uzun süpürge otu	89.17	0.0207
Brassicaceae	<i>Lepidium</i> sp.	-	0.33	0.0004
Brassicaceae	<i>Sinapis alba</i> L.	Yabani hardal	129.67	0.7860
Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Yabani hardal	95.83	0.2426
Brassicaceae	<i>Sisymbrium</i> sp.	-	13.42	0.0031
Brassicaceae	<i>Thlaspi arvense</i> L.	Tarla akça çiçeği	5945.17	5.1534
Caryophyllaceae	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	Adi nakıl	0.83	0.0010
Chenopodiaceae	<i>Atriplex</i> sp.	-	5.25	0.0184
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> L.	Sirken	1840.42	1.0448
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarla sarmaşığı	2368.58	22.1197
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia esula</i> L.	-	16.83	0.0370
Fabaceae	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	Soya	4.58	0.6623
Fabaceae	<i>Lathyrus</i> sp.	-	0.83	0.0163
Fabaceae	<i>Medicago lupulina</i> L.	Kara yonca	21.17	0.0258
Fabaceae	<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.	Hakiki korunga	0.33	0.0056
Fabaceae	<i>Pisum sativum</i> L.	Tarla bezelyesi	3.17	0.6271
Fabaceae	<i>Vicia sativa</i> L.	Adi fiğ	21.50	0.3223
Fabaceae	<i>Vicia</i> spp.	-	15.33	0.2667
Junaceae	<i>Luzula</i> sp.	-	0.92	0.0011
Linaceae	<i>Linum usitatissimum</i> L.	Hakiki keten	5.17	0.0310
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> L.	Ebe gümece	0.67	0.0020
Papaveraceae	<i>Glaucium flavum</i> Crantz	Sarı boynuzlu gelincik	54.42	0.0468
Plumbaginaceae	<i>Limonium sinuatum</i> (L.) Mill.	Girintili yapraklı limonyum	1.67	0.0138
Poaceae	<i>Agropyron</i> sp.	-	1.58	0.0120
Poaceae	<i>Alopecurus</i> sp.	-	0.50	0.0013
Poaceae	<i>Avena fatua</i> L.	Yabani yulaf	4905.50	93.8604
Poaceae	<i>Avena sativa</i> L.	Kısır yabani yulaf	352.42	6.4516
Poaceae	<i>Bromus</i> sp.	-	43.58	0.1419
Poaceae	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv	Darıcan	46.00	0.1214
Poaceae	<i>Festuca</i> sp.	-	0.17	0.0005
Poaceae	<i>Hordeum vulgare</i> L.	Arpa	2490.67	48.2983
Poaceae	<i>Panicum miliaceum</i> L.	Arnavut darısı	2759.08	13.5197
Poaceae	<i>Poa</i> sp.	-	2.67	0.0121
Poaceae	<i>Setaria</i> sp.	-	83.83	0.2411
Poaceae	<i>Setaria verticillata</i> (L.) P. Beauv.	Yapışkan ot	773.67	1.0343
Poaceae	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv	Yeşil kirpi darı	719.33	1.1408
Poaceae	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	Renkli süpürge darısı	14.92	0.3256
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i> Pers.	Kanyaş	1.08	0.0104
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	Mısır	1.83	0.4452
Polygonaceae	<i>Persicaria maculosa</i> Gray.	Kırmızı baldır	0.17	0.0004
Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Çoban değneği	0.17	0.0003
Polygonaceae	<i>Polygonum convolvulus</i> L.	Sarmaşık çoban değneği	1592.42	7.0325
Polygonaceae	<i>Polygonum</i> sp.	-	1.00	0.0020
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	Kıvırcık labada	4.00	0.0053
Ranunculaceae	<i>Consolida regalis</i> Gray	Tarla hezeranı	99.58	0.1138
Resadaceae	<i>Reseda lutea</i> L.	Muhabbet çiçeği	3.33	0.0024
Rubiaceae	<i>Galium aparine</i> L.	Dil kanatan	1095.75	3.6743
	Diğer		277.75	0.5502
Toplam			26959.00	211.5617

Çizelge 4 incelendiğinde Rusya Federasyonu'ndan Trabzon limanına ithal edilmek üzere getirilen buğdaylarda 19 familyaya ait toplam 68 farklı yabancı ot türüne rastlanmıştır. İthal edilen 50 kg'lık buğday içerisinde sayısal olarak en fazla *Thlaspi arvense* (5945.17 adet) tohumlarının bulunduğu tespit edilmiştir. Bunu *Avena fatua* (4905.50 adet), *Panicum miliaceum* (2759.08 adet), *Hordeum vulgare* (2490.67 adet), *Convolvulus arvensis* (2368.58 adet), *Chenopodium album* (1840.42 adet) ve *Polygonum convolvulus* (1592.42 adet) takip etmiştir. Ağırlık olarak ise en fazla *A. fatua* (93.86 gr) tohumunun olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla *H. vulgare* (48.30 gr), *C. arvensis* (22.12 gr), *P. miliaceum* (13.52 gr), *P. convolvulus* (7.03 gr), *Avena sativa* (6.45 gr) ve *T. arvense* (5.15 gr) takip etmiştir.

Batı Avustralya'da yapılan bir çalışmada buğday ürününe karışan yabancı ot tohumlarını belirlemek için 74 çiftlikten 10 kg'lık buğday örnekleri alınmış ve bu örnekler içerisinde en yaygın olarak *Lolium rigidum* Gaudin, *Avena fatua* L., *Raphanus raphanistrum* L. ve *Hordeum vulgare* L. tohumları bulunmuştur (Pippa et al., 2010). Alaska'da sap ve saman ithalatında ülkeye giren istilacı yabancı ot tohumlarının belirlenmesi için yapılan bir çalışmada, en yoğun bulaşmanın *Bromus tectorum* L., *Hordeum murinum* L. ve *Elymus repens* (L.) Gould. tohumlarında olduğu tespit edilmiştir (Conn et al., 2010). Samsun'da buğday tohumluğunda bulunan yabancı ot tohumlarının yoğunlukları ve bitkiye dönüşüm oranlarının saptanması için yapılan çalışmada ise yabancı ot tohumlarının buğdaya karışma oranlarına bakıldığında en fazla *Galium aparine*, *Phalaris paradoxa* L., *Vicia hirsuta* (L.) S.F. Graf., *Convolvulus arvensis* L., *Vicia sativa* L., *Bifora radians* Bieb., *Avena fatua* L. ve *Ranunculus repens* L. yabancı ot tohumlarının karıştığı saptanmıştır (Mennan ve Işık, 2003).

Yabancı otların mücadelesinde en önemli yöntemlerden birisi kültürel önlemlerdir. Bunlar içerisinde ise yaygınlık açısından bulaşmanın önlenmesi tartışılmazdır (Özer ve ark., 2001). Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara göre Türkiye'ye Trabzon Limanından giriş yapan toplam 34676 ton buğdayın içerisinde 147 ton yabancı ot tohumu olduğu hesaplanmıştır. Bu verilere göre 2009 yılında yapılan 3.40 milyon ton buğday ithalatında ülkemize 14379.78 ton yabancı ot tohumunun girdiğini söyleyebiliriz. Bu nedenle özellikle ülkemizde bulunmayan yabancı ot

tohumlarının karantinaya tabi olması gerekmektedir. Bu yolla ülkemizde bugün olmayan ancak gelecekte çok büyük problemler teşkil edecek yabancı ot tür ve tohumlarının girişi engellenmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2010. Hububat Sektör Raporu. Orta Anadolu İhracatçılar Birliği Genel Sekreterliği. pp. 26.
- Anonim, 2011a. Trabzon Zirai Karantina Müdürlüğü 2011 Yılı Brifing Raporu. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü.
- Anonim, 2011b. Seed ID Workshop. <http://www.oardc.ohio-state.edu/seedid>. Erişim: 12.04.2011
- Anonim, 2011c. <http://plants.usda.gov/java/>. Erişim: 15.04.2011
- Cappers, R.T.J., Bekker, R.M., Jans, J.E.A., 2006. Digital Seed Atlas of The Netherlands. Barkhuis Publishing, Groningen, Nederland. ISBN-10: 9077922113.
- Cappers, R.T.J., Neef, R., Bekker, R.M., 2009. Digital Atlas of Economic Plants. Vol 1: V, 1-527.
- Conn, J.S., Stockdale, C.A., Werdin-Pfisterer, N.R., Morgan, J.C., 2010. Characterizing pathways of invasive plant spread to Alaska: II. Propagules from Imported Hay and Straw. *Invasive Plant Science and Management*: September-November, 3(3): 276-285.
- Davis, P.H., 1988. Flora of Turkey And Aegean Islands Vol:1-9, Edinburg Universty Press, Edinburg.
- Davis L.W., 1993. Weed Seeds of the Great Plains: A Handbook for Identification. University Press of Kansas, Lawrence, KS, USA.
- Fay, P.K., 1990. A Brief Overview of The Biology and Distribution of Weeds of Wheat. In: Systems of Weed Control in Wheat in North America, 35-50. Weed Science Society of America, Champaign, IL, USA.
- Mennan, H., ve Işık, D., 2003. Buğday Tohumluğunda bulunan yabancı ot tohumlarının yoğunlukları ve bitkiye dönüşüm oranlarının saptanması. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 6(1): 8-15.
- Özer, Z., Önen, H., Tursun, N., Uygur, F.N., 1999. Türkiye'nin Bazı Önemli Yabancı Otları (Tanımları ve Kimyasal Savaşmaları). Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No: 38, Kitap seri No: 16, ISBN: 975-7328-24-3.
- Özer, Z. Kadioğlu, İ., Önen, H., Tursun, N., 2001. Herboloji (Yabancı Ot Bilimi), s.104 Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:20 Kitaplar Serisi No: 10.
- Pippa, J. M., Borger, C. B., MacLeod, W.J., Payne, P.L., 2010. Occurrence of summer fallow weeds within the grain belt region of southwestern Australia. *Weed Technology*: October-December, Vol. 24(4): 562-568.

- Shimizu, N., 1998. Recent Situation of invasion and diffusion of alien weeds and its Control. *Japanese Journal of Ecology* 48: 79-85.
- Shimono, Y., Konuma, A., 2008. Effects of human-mediated processes on weed species composition in internationally traded grain commodities. *Weed Research* 48: 10-18.
- Sırma, M., Kadioğlu, İ., Güncan, A. 1997. Tokat yöresinde tohumluk buğday'da selektörden önce ve sonra ürüne karışan yabancı ot tohumlarının ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Türkiye II. Herboloji Kongresi 1-4 Eylül. Ayvalık-İzmir*, 279.
- Sırma, M. ve Kadioğlu, İ., 2010. Erzincan İli-Otlukbeli İlçesi buğday ekim alanlarında saptanan önemli yabancı ot türleri, rastlanma sıklıkları ve yoğunlukları. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1): 27-34.
- Taştan, B., Erciş, A., 1991. Orta Anadolu Bölgesi buğday ekim alanlarında gözlenen yabancı otların yayılış ve yoğunlukları üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni Cilt: 31, No: 1 – 4.*
- Tursun, N., Kantarcı, Z., Seyithanoğlu, M., 2006. Kahramanmaraş'ta buğday ürününe karışan yabancı ot tohumlarının belirlenmesi. *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(2), 110-115.
- Uluğ, E., Kadioğlu, İ., Üremiş, İ., 1993. Türkiye'nin Yabancı Otları ve Bazı Özellikleri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 78, Adana.

Dağlık Havzalarda Kar Birikmesine ve Erimesine Etki Eden Parametrelerin HSPF Model Programıyla İncelenmesi ve Erzurum Kırkgöze Havzası Örneği

Reşat ACAR¹, Selim ŞENGÜL¹, Serkan ŞENOCAK¹

ÖZET: Özellikle dağlık bölgelerde kar erimelerinden meydana gelen akışlar hidrolojik döngünün ve su temininin en önemli elemanlarından biridir. Taşkınların kontrolü, su kuvveti tesisleri, çığ tehlikeleri veya tarım, sanayi ve günlük yaşam için su temini gibi konularda değerlendirme yapabilmek için, özellikle yönetim ve karar verme modellerinin eklendiği entegre havza simülasyon modelleri oldukça önem taşımaktadır. Bu çalışmada, kavramsal yapıdaki karmaşık bir model olan ve temelde sadece Amerika Birleşik Devletleri sınırları içindeki havzaların modellenmesine olanak sağlayan Hydrological Simulation Program Fortran (HSPF) model programının Türkiye’de kar erimesinin etkili olduğu dağlık havzalara uygulanabilirliği incelenmiştir. Kar erimesinin etkili olduğu bir havzanın modellenmesinde, HSPF modeli Türkiye’de ilk defa kullanılmıştır. Çalışma alanı olarak seçilen Kırkgöze Havzası’nda 2454 m rakımında, güney bakısında kurulan otomatik meteoroloji ve kar gözlem istasyonundan elde edilen veriler kullanılarak, enerji dengesi metodolojisi ile karın birikme ve erime süreçlerine etki eden parametreler belirlenmiştir. Bu parametreler kullanılarak kurulan modelde, meteoroloji istasyonunda ölçülen ve simüle edilen kar su eşdeğerleri ve kar yükseklikleri değerlendirildiği zaman çok iyi bir benzetimin sağlanmış olduğu gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: HSPF modeli, entegre havza modeli, kar modellemesi, enerji dengesi, kırkgöze havzası

The Investigation of Parameters Affecting the Snow Accumulation and Melt on Mountainous Basins by Using HSPF Model Program and a Case Study of Erzurum Kırkgöze Basin

ABSTRACT: Snowmelt flows, particularly resulting from mountainous regions, is one of the most important element in the hydrological cycle and water supply. Management and decision making models added integrated watershed simulation models have great significance to make evaluations such as flood control, hydroelectric power generation, avalanche hazards and water supply for agriculture, industry or daily life issues. In this study, the applicability of snowmelt modeling for the mountainous basins in Turkey where snowmelt is effective by using the Hydrological Simulation Program Fortran (HSPF) model program that is a conceptual structure, complex model and supported only for the watersheds in the United States of America was investigated. HSPF model was used for the first time in Turkey for the modeling of a watershed dominated by snowmelt. Energy balance methodology is used for determining the effective parameters of accumulation and melting processes. The data were obtained from the automatic meteorology and snow observation station, established at 2454 m altitude having a southern aspect in Kırkgöze Basin. A very good correlation was observed both between the measured and simulated snow water equivalents and snow heights at the meteorological station by using these parameters in the model.

Keywords: HSPF model, integrated basin management model, snow modeling, energy balance, kırkgöze basin

¹ Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Erzurum, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Selim ŞENGÜL, ssengul@atauni.edu.tr

GİRİŞ

Yağışın kış aylarında kar olarak görüldüğü yüksek yerlerde kar erimesi, su kaynaklarının beslenmesi, geliştirilmesi ve işletilmesi için çok önemli rol oynar. Dağların yüksek kotlarından kaynaklanan sular üzerine kurulu birçok barajın yıllık su hacimlerinin büyük bir kısmının kış aylarında meydana gelen yağışlardan ve ilkbaharda ise kar erimesinden ve kar örtüsü üzerine düşen yağmurdan kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu nedenle kar potansiyelinin oldukça yüksek olduğu Doğu Anadolu Bölgesi'nde yapılacak olan kar hidrolojisi çalışmaları su kaynaklarının planlanması, ekonomik olarak işletilmesi ve bölgedeki tarımsal faaliyetlere katkıda bulunmak açısından büyük önem taşımaktadır.

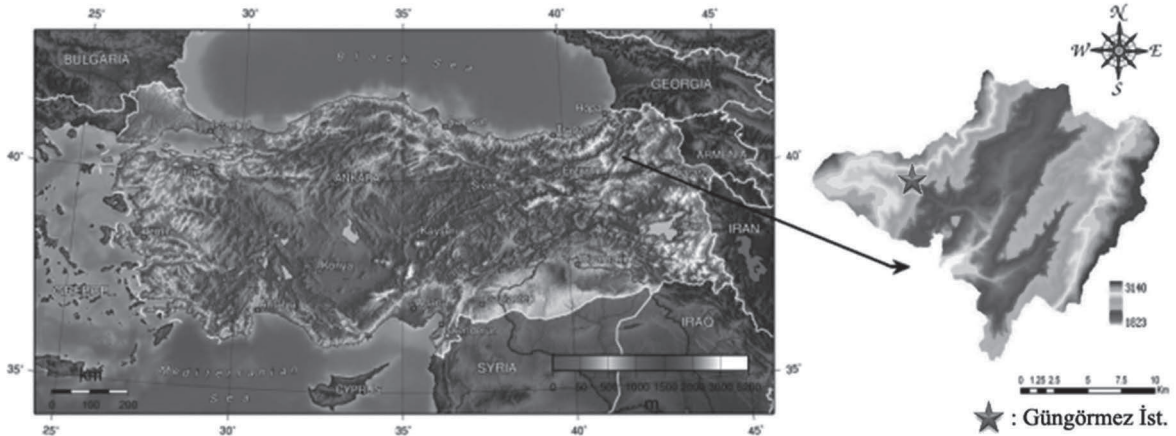
Çevresel sürekliliği oluşturan hava, su ve toprak ortamlarında var olan mevcut belirsizlikler, bu ortamların birbirleriyle olan karmaşık etkileşimleri, insanoğlunun bu ortamlara yaptığı ve sonuçlarının tahmin edilemediği dış etkiler, çevresel yönetim mekanizmalarını belirsizlik altında karar vermeye zorlamaktadır.

Kar erimesi akışlarının tahmini ve benzetimini yapmak için pek çok modelleme yöntemi bulunmaktadır. Modelleme teknolojisi, gerek bilim insanlarına gerekse yönetim birimlerine, süreçlerde yaşanan belirsizliklerin açıklanmasında ve yönetim kararlarının teknik bir temele oturtulmasında yardımcı olmaktadır. Genelde hidrolojik süreçleri modellemenin iki temel nedeni vardır. Bunlardan birincisi modellenen sürecin nasıl işlediğinin ortaya konması ve süreç mekanizmalarının açıklanması, diğeri ise hidrolojik sistemin alternatif yönetim kararlarına nasıl cevap vereceğinin önceden tahmin edilmesidir. Bu noktada

Hydrological Simulation Program Fortran (HSPF) gibi karmaşık modeller, veri analizi ve kuramsal çatıyı bir araya getiren, ileri düzeyde model kalibrasyonuna yönelik araçların kullanımını gerektirmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Kurumu (USEPA) tarafından geliştirilmiş olan BASINS (Better Assessment Science Integrating Point and Non-point Sources) yazılımı çok işlevli bir havza analizi ve modelleme aracıdır. BASINS, modeller ile verileri birlikte kullanarak, su kalitesi ve havza çalışmalarına destek sağlayabilmektedir. HSPF, BASINS sisteminin çekirdeğini oluşturan modellerden birisidir. BASINS veri toplama, veri hazırlama, havza karakterizasyonu, model uygulamaları, model çıktılarının yorumlanması ve Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımı ile sonuçların görselleştirilmesi, haritalandırılması ve tabloların oluşturulması süreçlerini bütünleştirmektedir.

Bu çalışmada HSPF uygulamasının gerçekleştirilebilmesi için BASINS ile çalışma alanı olarak seçilen Kırkgöze-Çipak havzasının (Şekil 1) önceden sınırları belirlenmiş, karakterizasyonu yapılmış ve HSPF uygulaması için modelin çatısı kurulmuştur. BASINS yazılımının veri hazırlığı, havza sınırlarının belirlenmesi, havzanın karakterizasyonu ve model yapılandırılması amaçlı ön işlemler ile havzanın fiziksel özelliklerinin görselleştirilmesi için güçlü bir araç olduğu ve uygun bir çalışma sistematiği seçilerek, Amerika Birleşik Devletleri dışındaki havza verileri ile olabilecek uyumsuzlukların önemli ölçüde ortadan kaldırılabileceği anlaşılmıştır (Şengül, 2011). Havza ve alt havza sınırlarının belirlenmesi aşamasında yapılan işlemler, yüzeysel akış-akarsu ağının belirlenmesi, havza dış sınırlarının belirlenmesi ve elde edilen havza bütününtün alt havzalara bölünmesidir (Tong and Chen, 2002).



Şekil 1. Kırkgöze Çipak Havzası ve Güngörmez istasyonu

Modeller kavramsal olarak, parametreleri ölçülebilen ve parametreleri kalibre edilebilen olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Parametreleri ölçülebilen modeller, havzadaki süreçler ve bunların fiziksel anlamları ile kurulup, bilinen havza özelliklerinden hareket edilerek tahmin edilebilen parametreleri kullanmaktadır. Ancak, model uygulamasının kapsamı ve ölçeği arttıkça, model karmaşıklığı da artabilmekte ve buna bağlı olarak ihtiyaç duyulan parametre sayısı da artmaktadır. Belirsizlik parametrelerinin çoğalması, fiziksel bazlı modellerin havza ölçeğinde uygulanmasını kısıtlamaktadır. Bunun sonucunda havza ölçeğinde parametreleri ölçülebilen modellerin uygulanması zorlaşmaktadır (Al-Abed and Whiteley, 2002). Parametreleri kalibre edilen modeller ise, fiziksel süreçleri tüm ayrıntıları ile ele alan özgün denklemler yerine, süreçleri genel hatları ile temsil eden denklemleri kullanmaktadır. Bu denklemlerin bünyesindeki ampirik katsayılar deneme yanılma yöntemi ile belirlenmektedir. Çok sayıda model parametresinin olduğu, bu parametrelerin sayısal büyüklüklerinin fiziksel süreçlere olan etkilerinin doğrudan anlaşılmadığı ve parametrelerin birbirlerinin büyüklüklerini etkiledikleri durumlarda, model kalibrasyonunun başarılı bir şekilde tamamlanması zorlaşmaktadır (Hayashi et al., 2004).

HSPF kavramsal bir model olup karmaşık yapıdadır. Model parametrelerinin değerlendirilmesinin yanı sıra modelde itici dış güçlerle ilgili verilere ve havzanın fiziksel özelliklerini karakterize eden topografya, zemin özellikleri, arazi kullanımı gibi diğer alansal verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Değişik amaçlı çevre verisi analizlerini bir araya getirebilen bütünlük sistemler, bunun gibi karmaşık yapıdaki modellerin kalibrasyonunda kullanılan temel araçlardır.

Türkiye’de Doğu Anadolu Bölgesi’ndeki kar erimesinin etkili olduğu dağlık havzalarda, debi benzetimlerini etkili bir şekilde ortaya koyabilmek adına kar erimesine etki eden parametrelerin karakterizasyonu önem arz etmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Kar birikmesi ve erimesine etki eden parametrelerin karakterizasyonu için kurulan ve BASINS sisteminin çekirdeğini oluşturan HSPF modeli, 15’er dakikalık hava sıcaklığı, çığ noktası sıcaklığı, yağış ve bulutluluk, rüzgâr hızı, potansiyel evapotranspirasyon ve güneş

ışması (solar radyasyon) zaman serileri ile enerji dengesi metodolojisi kullanılarak kurulmuş (Bicknell et al., 2001) ve sonuçlar kar yastığından elde edilen veriler ile karşılaştırılmıştır. Meteorolojik zaman serileri HSPF enerji dengesinin kurulabilmesi için bütün verilerin eksiksiz olarak bulunduğu 2009 su yılı için, havza sınırları içerisinde 2454 m rakımında güney bakısında kurulmuş olan Güngörmez otomatik meteoroloji ve kar gözlem istasyonundan elde edilen meteorolojik veriler ve gözle gözlemlenerek kaydedilen bulutluluk durumu kullanılarak derlenmiştir (Şengül, 2011).

HSPF model programı 5 dakikaya kadar inebilen aralıklarla modelleme gerçekleştirebilmektedir. Literatürde, havza çalışmalarında genellikle saatlik zaman aralıklarında veriler kullanılarak modelleme yapılmaktadır. Ancak Kırkgöze-Çipak havzasının dağlık bir alan olması ve kar erimesinin gün içerisindeki salınımlardan önemli ölçüde etkilendiği göz önüne alındığında meteoroloji istasyonlarından alınan 15’er dakikalık çözünürlükteki verinin havzayı daha iyi bir şekilde temsil edebileceği bu çalışma için uygun görülmüştür. Havzada işletilen otomatik meteoroloji ve kar gözlem istasyonları TÜBİTAK 106Y293 nolu proje desteğiyle kurulmuştur (Şekil 2). Kar potansiyeli yüksek olan dağlık bir havza içerisindeki istasyonlardan alınan iklim verilerinin yeterli, kaliteli ve gerçek zamanlı toplanabildiği gösterilmiştir (Acar ve ark., 2009a; Acar et al., 2009b).



Şekil 2. Otomatik meteoroloji ve kar gözlem istasyonu

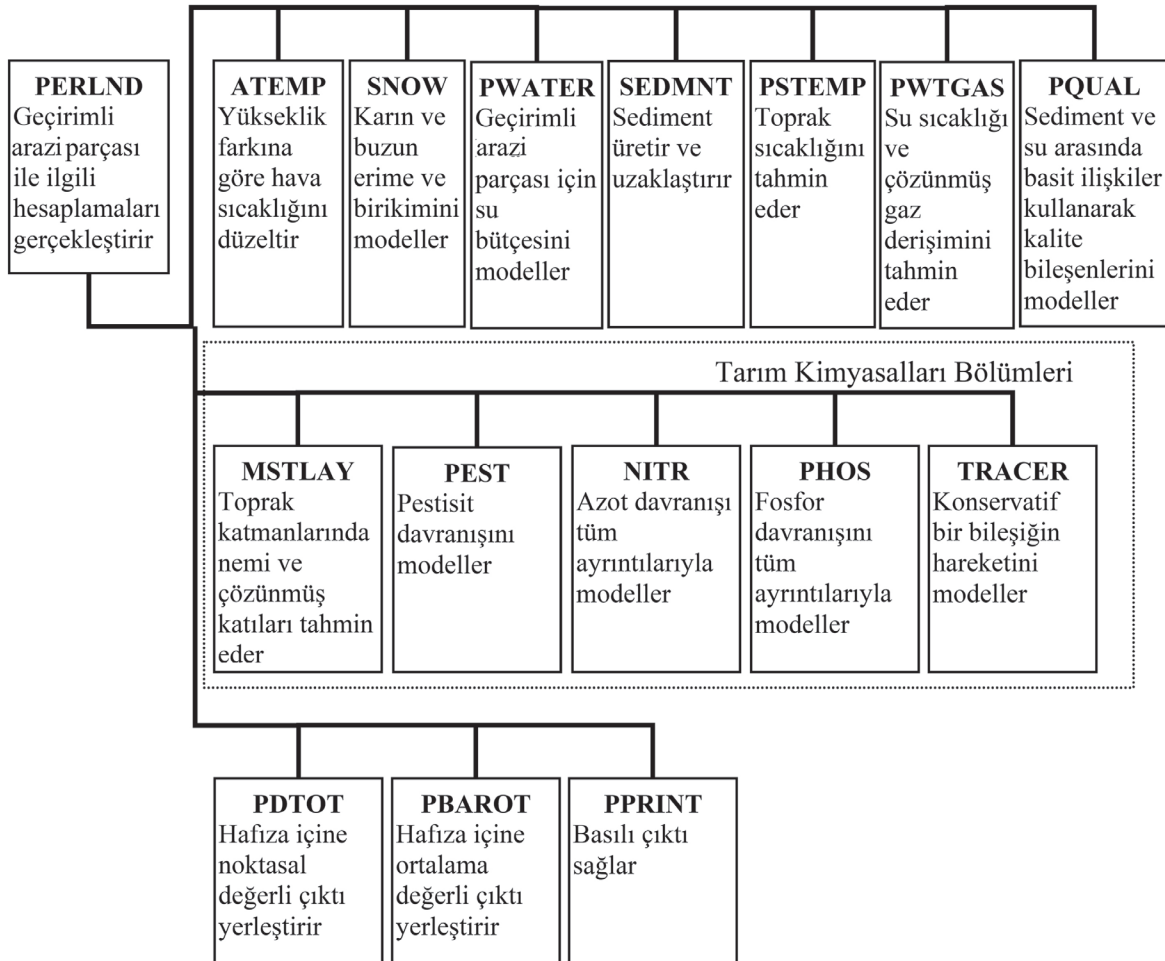
HSPF Model Parametreleri

Poligonal bir arazi parçası, simüle edilmiş havzanın alt bölümlerinden biridir. Sınırlar kullanıcının ihtiyaçlarına göre kurulur. Genellikle her bir parça (segment) benzer hidrolojik karakteristikli bir alan olarak tanımlanır. Modelleme amaçları için su, sediment ve su kalitesi öğeleri havzadan yanlamasına doğru aşağı eğimli bir parça (segment) veya bir rezervuara bırakılır. Su bütçesine etki edecek kadar yeterince sızmaya izin veren kapasiteye sahip bir arazi parçası geçirimli olarak düşünülür. PERLND modülünde HSPF modeli için geçirimli bir arazi parçasında meydana gelen su kalitesi ve niceliği işlemlerini simüle edilmektedir.

PERLND'deki temel modül bölümleri, kar birikmesi ve erimesini (SNOW bölümü), su bütçesini (PWATER bölümü), arazi yüzey erozyonu ile oluşan sedimenti (SEDMNT bölümü) ve çeşitli yöntemlerle su kalitesi öğelerini (PQUAL bölümü ve Tarım

Kimyasalları bölümü) simüle eder. ATEMP bölümü ile kar erimesi ve zemin sıcaklığı hesaplamalarında kullanmak için hava sıcaklığını doğrulayan yardımcı fonksiyonlar yürütülür. Yapı şemasındaki bölümler soldan sağa doğru yerine getirilir (Şekil 3). Bu çalışmada sırasıyla ATEMP ve SNOW bölümleri çalıştırılmış ve metodolojisi sunulmuştur.

HSPF programında sonradan yapılan iyileştirmelerle model girdi ve çıktıları İngiliz birim sistemi ve metrik sistemin her ikisini de desteklemektedir. Ancak Fortran kodlarının orijinali İngiliz birim sisteminde yazıldığından, Amerika Birleşik Devletleri haricindeki kullanımlarda edinilen tecrübe ile, daha anlaşılır ve problemsiz bir model kurabilmek için, giriş parametrelerinin İngiliz birim sisteminde girilmesi, çıktıların ise metrik sistemde alınması tavsiye edilebilir. Bu nedenle bu metodolojide model giriş parametreleri orijinal koda bağlı kalarak sunulmuş, metrik sistem karşılıkları da verilmiştir.



Şekil 3. PERLND'de temel modüller ve işleyiş sırası

Hava Sıcaklığı Yükseklik Farkı – ATEMP

ATEMP'in amacı, havzadaki herhangi bir arazi parçası üzerindeki ortalama hava sıcaklığını gösteren girdi hava sıcaklığını modifiye ederek değiştirmektir.

Hava sıcaklığı doğrulaması, arazi parçasının yüksekliği sıcaklık istasyonunun (ölçme aletinin) yüksekliğinden önemli derecede farklı ise gereklidir. Eğer yükseklik için doğrulamaya gerek yoksa bu modül kullanılmayabilir.

$$AIRTMP = GATMP - LAPS * ELDAT \quad (1)$$

AIRTMP = Doğrulanmış hava sıcaklığı (derece F)

GATMP = İstasyonda hava sıcaklığı (derece F)

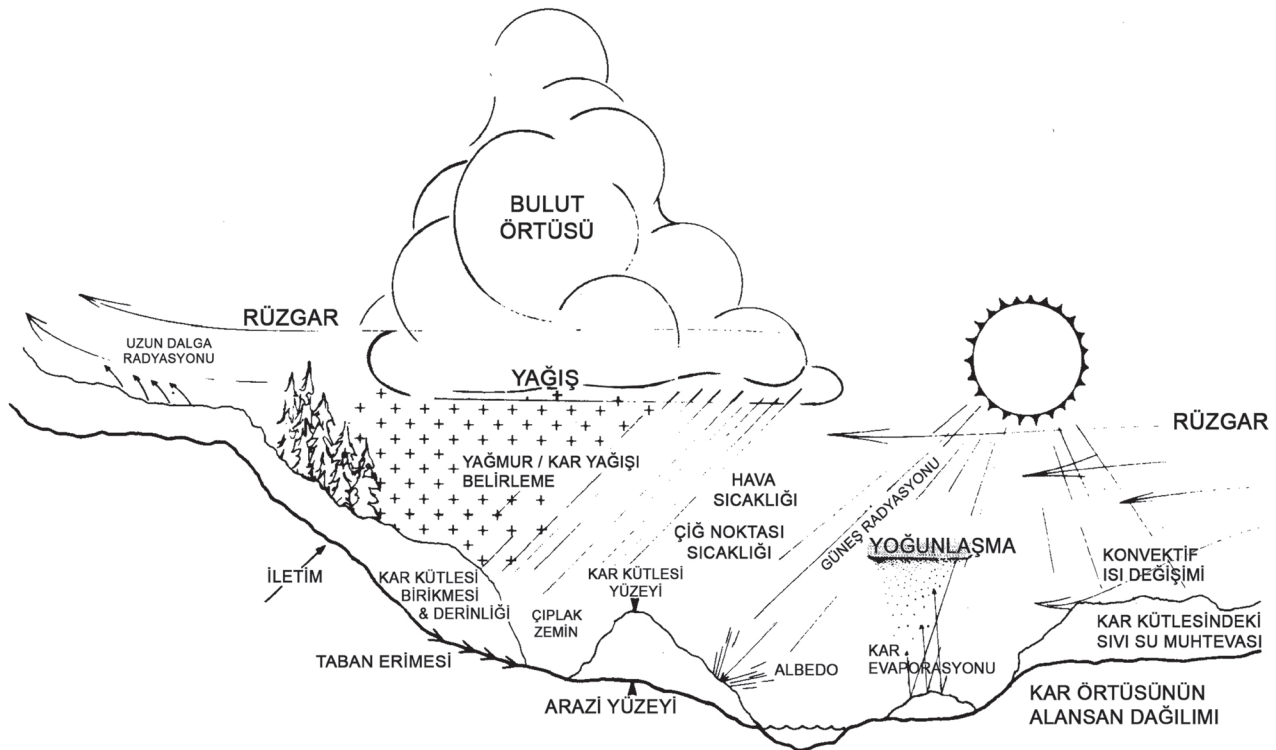
LAPS = Düşme oranı (derece F foot⁻¹)

ELDAT = Arazi parçası ve istasyon arasındaki yükseklik farkı (ft)

Kar ve Buzun Birikmesi ve Erimesi – SNOW

SNOW karın düşme, birikme ve erimesinden elde edilen akışla ilgili bir modüldür. Bu modül özellikle kar yağışının etkili olduğu havzalarda, kar erimesinden elde edilen akışın çıkış debisi üzerinde etkili olduğu düşünüldüğünde hidrolojik paketin önemli bir bölümüdür.

Bir arazi parçası üzerinde kar birikmesi ve erimesi ile alakalı işlemleri modellemek için iki seçenek mevcuttur. İlk yöntem, İstihkâm Sınıfı (Corps of Engineers) (Anonymous, 1956), Anderson and Crawford (1964) ve Anderson (1968) tarafından yapılan çalışmalara dayanan bir enerji dengesi yaklaşımıdır. Fiziksel ilişkiler iyi bilinmediğinde ampirik ilişkiler kullanılır. Kar algoritmaları, yağışın yağmur veya kar olup olmadığını belirlemek amacıyla, kar kütlesi için bir enerji dengesi simüle etmek ve kar kütlesine ısı akışının etkisini belirlemek için meteorolojik verileri kullanır. Şekil 4'de kar birikme ve erime işlemlerindeki süreçler gösterilmektedir.



Şekil 4. Kar birikme ve erime işlem süreci

İsteğe bağlı, ikinci bir kar erime yöntemi ise çok daha yüzeysel olarak sıcaklık indeksini veya derece-gün yaklaşımını (Rango and Martinec, 1995) kullanır.

Altı meteorolojik zaman serisi, seçilen seçeneğe bağlı olarak, simüle edilen her arazi parçası için SNOW tarafından gerekli olabilir (Çizelge 1).

Çizelge 1. SNOW modülünde kullanılan meteorolojik zaman serileri

Meteorolojik Nicelik	Enerji Dengesi	Sıcaklık İndeksi
Yağış	Gerekli	Gerekli
Hava Sıcaklığı	Gerekli	Gerekli
Güneş Radyasyonu	Gerekli	Kullanılmıyor
Çiğ Noktası	Gerekli	Opsiyonel
Rüzgâr Hızı	Gerekli	Kullanılmıyor
Bulut Örtüsü	Opsiyonel	Kullanılmıyor

Bu zaman serilerinin hepsinden bir değer, her simülasyon aralığının başlangıcında SNOW'a girdi olarak kullanılır. Buna rağmen, meteorolojik zaman serilerinin bazıları, kar külesinden evaporasyonun potansiyel oranının hesaplanmasındaki gibi, sadece ara hesaplama oranları için kullanılır.

Hava sıcaklığı, yağışın yağmur veya kar şeklinde olup olmadığını belirlemek için kullanılır. TSNOW kritik sıcaklığı çığ noktasına bakılarak doymun olmayan şartlarda 1°F'a (1.8°C) kadar yukarı doğru ayarlanabilir. Bu ayarlama sıcaklık indeks yöntemi kullanılırken opsiyoneldir ve sadece geçirimli arazi parçasına (Pervious Land Segment, PLS) çığ noktası zaman serileri girdi olarak sağlandığında kullanılır.

Kar bir defa zemin üzerinde birikmeye başlarsa, kar birikmesi ve erimesi hesapları gerçekleşir. Kar külesinin erimesini etkileyen ısının beş kaynağı simüle edilebilir (sıcaklık indeks yaklaşımı kullanıldığında).

1) Net radyasyon ısı (RADHT), uzun dalga ve kısa dalga

2) Havadan hissedilir ısının konveksiyonu (CONVHT)

3) Kar külesi üzerinde nemli havanın yoğunlaşmasıyla gizli ısı transferi (CONDHT)

4) Yağmurdan ısı, yağmur yağışından hissedilir ısı (RNSHT) ve kar külesi üzerinde yağmurun donmasından gizli ısı

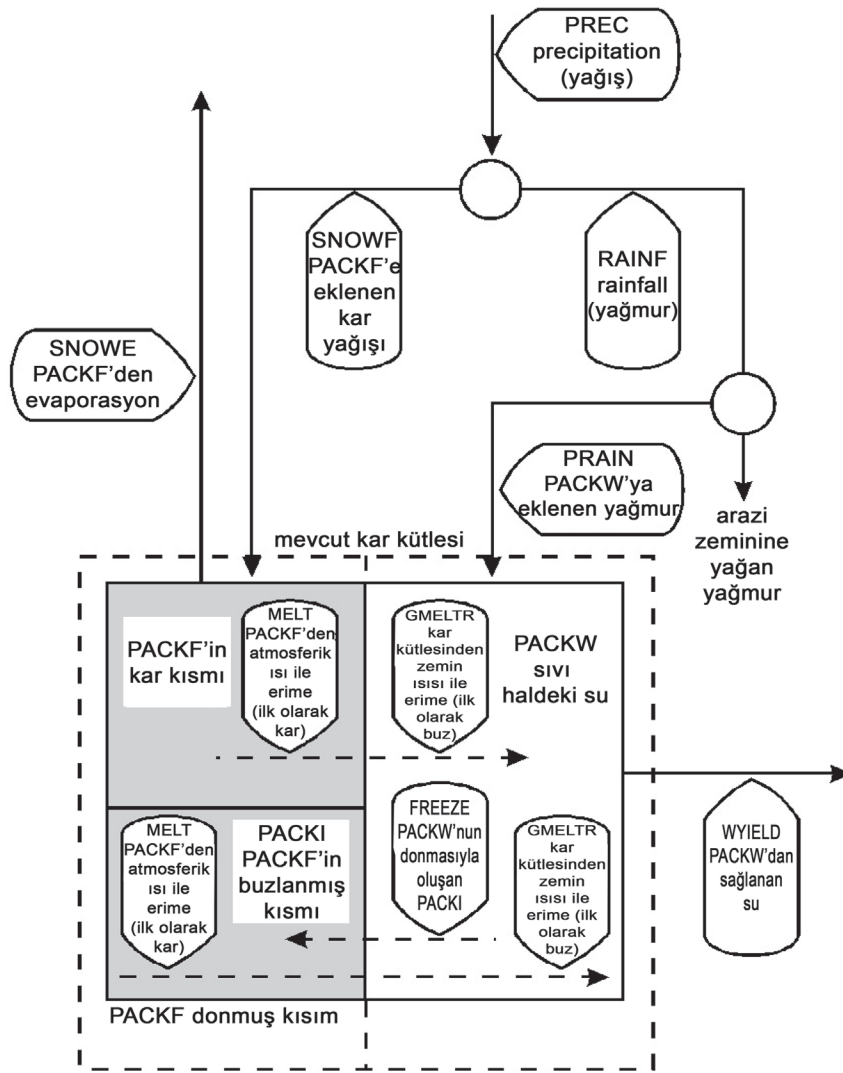
5) Zemin üzerinden kar külesine ısı iletimi (GMELTR)

Evaporasyondan gizli ısı gibi diğer ısı değişimi işlemleri daha az önemli olduğu düşünülür ve simüle edilmez. Eğer enerji dengesi seçeneği açıksa, RADHT, CONVHT ve CONDHT için enerji hesaplamaları HEXCHR alt programı tarafından çalıştırılır. Bu üç ısı kaynağının toplamı MOSTHT ile ifade edilir. Yağmur donmasından gizli ısı WARMUP alt programında

dikkate alınır. RNSHT, SNOW ana alt programında hesaplanır. GMELTR, GMELT alt programında hesaplanır ve kar külesinden ayrıca çıkarılır.

İşlemlerde benzerliğin sağlanabilmesi için bütün hesaplamalarda enerji değerleri, eritecekleri su eşdeğeri cinsinden hesaplanır. 32 derece F (0°C)'da 1 inç (2.54 cm) su eşdeğeriindeki karın erimesi için yüzeyde cm² başına 202.4 kalori gerekir. RNSHT'yi de içeren ve kar külesine giren bütün ısı kaynaklarının pozitif veya sıfır olduğu kabul edilirken RADHT negatif değer alabilir (ısının küleyi terk etmesi). Atmosferden gelen net ısı (MOSTHT ve RNSHT'nin toplamı) kar külesini ısıtmak için kullanılır. Kar külesi, yağmur donması ile serbest bırakılan gizli ısı tarafından ilaveten ısıtılmış olabilir. Kar külesini ısıtmak için gerekli olan 32 derece F (0°C) üzerinde herhangi bir fazla ısı, küleyi eritmek için kullanılır. Aynı şekilde negatif bir ısı deposu üreten net ısı kaybı, kar külesini soğutmak için kullanılır. Ayrıca, zeminden gelen ısı kar külesini atmosferik ısı kaynaklarından bağımsız olarak alt taraftan eritmektedir. Bunun haricinde erime oranı kar külesinin sıcaklığına bağlıdır.

Şekil 5'de SNOW bölümünde modellenen nem işlemleriyle ilgili şematik bir gösterim verilmiştir. Yağış, kar külesi veya zemin üzerine yağmur veya kar şeklinde düşebilir. Simüle edildiğinde, evaporasyon sadece külenin donmuş kısmından olur (PACKF). Külenin donmuş kısmı kar ve buzdan oluşur. PACKF'in buz kısmının kar külesinin alt kısımlarında olduğu düşünülür, bu yüzden zeminden ısı iletildiğinde ilk eriyecek kısımdır. Benzer şekilde, PACKF'in kar kısmı atmosferik ısı arttığında eriyecek ilk kısımdır. PACKF'in eriyen kısmı ve/veya kar külesine düşen yağmur ile kar külesinin taşıma kapasitesini aşabilecek, toplam kar külesinin sıvı su kısmı üretilir. Üzerinde kar külesi olmayan çıplak arazideki su akışı ve yağmur ayrıca PWATER veya IWATER (tamamıyla geçirimsiz arazi parçalarının simüle edildiği modül) bölümüne girdi olarak konulur.



Şekil 5. SNOW bölümünde modellenen nem şeması

Yağmurdan (RNSHT) kar kütlesine giren ısı transferi, SNOW ana alt programında hesaplanır. Aşağıdaki fiziksel tabanlı eşitlik kullanılır:

$$RNSHT = (AIRTMP - 32.0) * RAINF / 144.0 \quad (2)$$

AIRTMP = Havanın sıcaklığı (derece F)

RAINF = Yağmur yüksekliği (inç)

144.0 = Erimenin eşdeğer yüksekliğine dönüştürmek için faktör

32.0 = Donma noktası (derece F)

Kar kütlesinin diğer karakteristikleri de SNOW ana alt programında belirlenir. Mevcut kar kütlesi tarafından

arazinin ne kadarının karla kaplı olduğu, kar kütlesinin derinliğinin COVIND parametresinin bir fonksiyonu olan bir örtü indeksine (COVINX) bölünmesiyle ve EFFPRC alt programında açıklanan kütlenin tarihsel verileriyle tahmin edilir. Kar kütlesinin sıcaklığı:

$$PAKTMP = 32.0 - NEGHTS / (0.00695 * PACKF) \quad (3)$$

PAKTMP = Kar kütlesinin ortalama sıcaklığı (derece F)

NEGHTS = Negatif ısı deposu (inç olarak su eşdeğeri)

PACKF = Kar kütlesinin donmuş içeriği (inç olarak su eşdeğeri)

0.00695 = Fiziksel tabanlı dönüştürme faktörü

Meteorolojik Şartlar – METEOR

METEOR alt programı, ampirik denklemleri kullanarak, karla ilgili spesifik işlemler üzerinde belirli meteorolojik şartların etkilerini tahmin eder. Yağışın kar mı yoksa yağmur mu şeklinde olduğunu belirler. Yağışın şekli, akışın ve kar erimesinin güvenilir bir şekilde simüle edilmesi için kritiktir. Kar yağdığı zaman, yoğunluk yeni kar kütlelerinin yüksekliğini (derinliğini) belirlemek için hesaplanır. Açık olan gökyüzü parçası da radyasyon algoritmalarında kullanılmak üzere (eğer gerekliyse) tahmin edilir ve eğer hava sıcaklığından daha sıcaksa istasyonun çığ noktası sıcaklığı doğrulanır.

Eğer çığ noktası girdi ise, doğrulanır ve kar yağışı için kritik sıcaklık ayarlaması için kullanılır. Bir istasyonun çığ noktasının hava sıcaklığından yüksek olması fiziksel olarak mümkün değildir ve kar kütlelerinin evaporasyonunun hesaplanmasında hatalı sonuçlar verir. Bu yüzden, bu durum oluştuğunda çığ noktası hava sıcaklığına eşit alınır. Aksi takdirde istasyon çığ noktası kullanılır. Aşağıdaki ifade kar yağışının oluştuğu etkili hava sıcaklığı düşüşünün saatlik olarak hesaplanmasında kullanılır:

$$SNOTMP = TSNOW + (AIRTMP - DEWTMP) * (0.12 + 0.008 * AIRTMP) \quad (4)$$

SNOTMP = Yağışın kar şeklinde gerçekleştiği hava sıcaklığı eşiti (derece F)

TSNOW = Parametre (derece F)

AIRTMP = Hava sıcaklığı (derece F)

DEWTMP = Çığ noktası sıcaklığı (derece F)

Eşitlik 4 ile hesaplanan SNOTMP'nin TSNOW'dan maksimum bir derece F sapmasına izin verilir. Eğer çığ noktası girdi değil ise o zaman SNOTMP daima TSNOW'a eşit olur. AIRTMP, SNOTMP'ye eşit veya büyük olduğunda yağışın yağmur şeklinde olduğu farz edilir. Kar yağışı meydana geldiğinde, yoğunluğu hava sıcaklığının bir fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi tahmin edilir:

$$RDNSN = RDCSN + (AIRTMP/100.0)**2 \quad (5)$$

RDNSN = Yeni kar yağışının yoğunluğu (0°F = -17.8°C veya daha fazla sıcaklıklarda), sıvı su ile ilgili

RDCSN = Hava sıcaklığının sıfır derece F ve altında olduğu zaman yağan yeni karın yoğunluğunun,

suyun yoğunluğuna oranını belirten parametre

RDNSN, kar eklenmesinden dolayı kar kütlelerinin yeni derinliğini hesaplamak için EFFPRC'nin alt programında kullanılır. Bu ve diğer bütün kar yoğunluğu terimleri birim kar kütlelerinin derinliği başına (inç) birim su eşdeğeridir (inç).

Enerji dengesi seçeneği seçildiğinde açık olan gökyüzü parçası oranına (SKYCLR) bulutlardan kar kütlelerine doğru etki eden uzun dalga geri radyasyonunun hesaplanması için ihtiyaç duyulur (HEXCHR alt programında hesaplanır). Eğer bulut örtüsü bir zaman serisi olarak girdi ise, SKYCLR doğrudan bu zaman serisinden hesaplanır. Aksi halde, SKYCLR son yağış olayının olduğu zamandan itibaren tahmin edilir. Yağışın meydana gelmesi sırasında bir aralıkta, SKYCLR 0.15 minimum değerine ayarlanır. Olaylar arasında, her simülasyon zaman aralığında aşağıdaki şekilde artar:

$$SKYCLR = SKYCLR + (0.0004 * DELT) \quad (6)$$

DELT = Simülasyon zaman aralığı (dakika) gösterir

SKYCLR, resetlemeye neden olan ya birliğe (unity) veya yağışa ulaşıncaya kadar artar

Kütle Üzerine Yağış – EFFPRC

Bu alt programın amacı düşen karı kütleyle eklemek, kar kütleleri üzerine düşen yağmurun miktarını belirlemek ve yeni kar miktarını dikkate almak için kar kütlelerinin “dullness” değerini ayarlamaktır.

Kar veya yağmur şeklinde düşen yağışın miktarı METEOR alt programında belirlenir. EFFPRC alt programı kar yağışı veya yağmurun arazi parçası üzerine olan etkisini açıklar. Bu alt program kar kütlelerinin derinliğindeki artışı, kütle üzerine yağan kar miktarının kar yoğunluğuna bölünmesiyle analiz ederek başlar.

Arazi parçasının kar kütleleriyle örtülü bölümü (SNOCOV), alansal kapsama indeksinin (COVINX) yeniden hesaplanmasıyla belirlenir. Kar kütlelerinin donmuş miktarı (PACKF), kar örtüsü tarafından alanın tamamen kaplanmasını sağlamak için gereken PACKF yüksekliğini açıklayan parametre eşitliğini (COVIND) aştığı zaman, COVINX değeri COVIND'e eşit olarak ayarlanır. Aksi halde, COVINX, PACKF'in en büyük önceki değerine eşitlenir. Eğer PACKF < COVINX ise SNOCOV = PACKF / COVINX olur. Kar kütleleri üzerine

yağan yağmurun miktarı, yağmur olarak düşen yağış parçasının SNOCOV ile çarpılması sonucunda elde edilir. Kar kütlesi üzerine düşen yağmur, ya kütlenin donmuş kısmına eklenip donar veya kütleyi ısıtmak için kullanılan ısıyı üreterek (WARMUP alt programında) aynı zamanda kütlenin sıvı su muhtevasını artırır (LIQUID alt programında). Kar kütlesinin üzerine düşmeyen yağmurun ise çıplak arazi üzerine düştüğü farz edilir.

Enerji dengesi seçeneği altında, kar kütlesi yüzeyinin albedosu, RADHT radyasyon ısı akışını hesaplamak için kullanılır. Kar yağışı olduğunda, kar kütlesinin “dullness” indeksi (DULL) bu zaman aralığı için kar yağışının bin katı kadar azaltılır. Buna rağmen eğer kar yağışının bin katı DULL’un önceki değerinden büyükse, DULL değeri mükemmel yansıtıcılığı olan karın yeni bir katmanı için hesaplama yapmak için sifra ayarlanır. Aksi halde, kar yağışı olmadığında DULL maksimum 800’e kadar saat başına bir indeks birimi artar. Bu yüzden DULL fiziksel birimi olmayan, bir indeks olarak kullanılan ampirik bir terimdir. DULL, HEXCHR alt programında kısa dalga enerji hesaplamalarında sırasında kullanılan kar kütlesinin albedosunu belirlemek için kullanılır.

Kütle Sıkışması (Compact) – COMPAC

Yeni karın eklenmesi, EFFPRC alt programındaki gibi kar kütlesinin derinliğini artırmasının yanı sıra yoğunluğunu da azaltacaktır. Kütle, maksimum bir yoğunluğa ulaşıncaya kadar zamanla sıkışma eğiliminde olacaktır. COMPAC alt programının amacı, sıkışma oranını belirlemek ve sıkışmadan dolayı derinlikteki gerçek değişimi hesaplamaktır.

Kar için bağıl yoğunluk %55’ten düşük olduğunda sıkışmanın gerçekleştiği farz edilir. Sıkışmanın oranı aşağıdaki ampirik ifadeye göre hesaplanır:

$$COMPCT = 1.0 - (0.00002 * DELT60 * PDEPTH * (0.55 - RDENPF)) \quad (7)$$

COMPCT = Aralık başına kar kütlesi sıkışmasının birim oranı

DELT60 = Bir aralıktaki saatlerin sayısı

PDEPTH = Toplam kar kütlesinin inç olarak kar kütlesi derinliği

RDENPF = Sıvı suya göre kütlenin yoğunluğu

PDEPTH için yeni değer COMPCT ile PDEPTH çarpımıdır. PDEPTH, LIQUID alt programında belirlendiği gibi sıvı su tutma kapasitesini etkileyen kar kütlesinin bağıl yoğunluğunu hesaplamak için kullanılır.

Kütleden Buharlaşma – SNOWEV

SNOWEV alt programı, enerji dengesi yöntemi kullanılmaya başlandığında kar kütlesinden buharlaşmayı (süblimleşme) tahmin eder.

Kar kütlesinden buharlaşma, sadece havanın buhar basıncı kar yüzeyindeki buhar basıncından daha az olduğunda gerçekleşir ki, bu durum ancak hava buhar basıncının 6.108 mbar’dan daha az olduğu zaman meydana gelmektedir.

Nitekim bu değer kar kütlesi üstündeki ince yüzey filmi halindeki havanın ulaşabildiği maksimum buhar basıncıdır. Bu şart karşılandığı zaman evaporasyon aşağıdaki ampirik ilişki ile hesaplanır:

$$SNOWEP = SNOEVP * 0.0002 * WINMOV * (SATVAP - VAP) * SNOCOV \quad (8)$$

SNOWEP = Kar kütlesinin donmuş kısmından buharlaşmanın potansiyel oranı (su eşdeğeri aralık⁻¹, inç olarak)

SNOEVP = Arazi şartlarına göre hesaplamayı ayarlamak için kullanılan parametre

WINMOV = Rüzgâr akımı, hareketi (mil zaman_ aralık⁻¹)

SATVAP = Mevcut hava sıcaklığında havanın doygun buhar basıncı (mbar)

VAP = Mevcut hava sıcaklığında havanın buhar basıncı (mbar)

SNOCOV = Kar kütlesi tarafından kaplanan arazi parçasının bölümü (fraction)

Eğer yeterli kar kütlesi varsa potansiyel evaporasyon (SNOWEP) gerçekleşecektir. Aksi takdirde sadece kalan kütle buharlaşacaktır.

Diğer durum için, buharlaşma sadece kar kütlesinin donmuş miktarından meydana gelecektir. Buharlaşmanın kütlenin içindeki ısı dengesine etkisinin önemsiz olduğu düşünülür.

Isı Değişim Oranları Tahmini – HEXCHR

Bu alt programın amacı, enerji dengesi yöntemi kullanıldığında yoğunlaşma, iletim ve radyasyondan dolayı atmosferden ısı değişimini tahmin etmektir.

Yoğunlaşma ile elde edilmiş ısının belirlenmesi yöntemi: Nemli hava kütleleri kar kütlesi üzerinde gezindiğinde, yoğunlaşma gizli ısısının transferi önemli olabilir. Hava, kar kütlesi üzerinde yoğunlaşacak kadar nemli olduğunda yoğunlaşma meydana gelir. Yani havanın buhar basıncı 6.108 mbar'dan büyük olduğu zaman yoğunlaşma gözlenir. Bu fiziksel işlem kar buharlaşmasının tersidir. Bu durumda ısı, başka bir ampirik ilişki ile hesaplanarak üretilir:

$$CONDHT=8.59*(VAP-6.108)*CCFACT*0.00026*WINMOV \quad (9)$$

CONDHT = Kar kütlesine yoğunlaşma ısı akışı (su eşdeğeri zaman aralığı⁻¹, inç olarak)

VAP = Mevcut hava sıcaklığında havanın buhar basıncı (mbar)

CCFACT = Saha (alan, arazi) şartlarına göre erime değerlerini doğrulamak için kullanılan parametre

WINMOV = Rüzgâr akımı, hareketi (mil zaman aralığı⁻¹)

CONDHT sadece pozitif veya sıfır olabilir (yani kütle giren)

İletim ile elde edilmiş ısının belirlenmesi yöntemi: Atmosferdeki türbülans değişimi ile elde edilen ısı sadece, hava sıcaklıkları donma noktasından büyük olduğu zaman meydana gelebilir. Isının bu iletimi ampirik ifade ile hesaplanır:

$$CONVHT=(AIRTMP-32.0)*(1.0-0.3*MELEV/10000.0)*CCFACT*0.00026*WINMOV \quad (10)$$

CONVHT = Kar kütlesine iletim ısı akışı (su eşdeğeri zaman aralığı⁻¹, inç olarak)

AIRTMP = Hava sıcaklığı (°F)

MELEV = Deniz seviyesinden arazi parçasının ortalama yüksekliği (ft)

Bu simülasyonda CONVHT sadece pozitif veya sıfır olabilir; yani giren enerjidir.

Radyasyon ile elde edilmiş ısının belirlenmesi yöntemi: Radyasyon ile elde edilmiş ısı:

$$RADHT=(SHORT+LONG)/203.2 \quad (11)$$

RADHT = Kar kütlesine radyasyon ısı akışı (su eşdeğeri zaman aralığı⁻¹, inç olarak)

SHORT = Net güneş veya kısa dalga radyasyon (langley zaman aralığı⁻¹) (1 Langley = 1 gram kalori cm⁻²)

LONG = Net karasal veya uzun dalga radyasyon (langley zaman aralığı⁻¹)

203.2 sabiti 32 derece F'da kardan erimede, 1 inç yüksekliğinde su üretmek için gerekli olan langley miktarıdır. RADHT pozitif veya negatif olabilir; yani, giren veya çıkan enerji olabilir.

SHORT ve LONG aşağıdaki gibi hesaplanır. Bir zaman serisine gerek duyulan güneş radyasyonu, albedo ve gölge etkisiyle değiştirilir. Kar kütlesinin albedosu veya yansıtıcılığı, kütlelerin dullness değeri (DULL) ve sezonun bir fonksiyonudur. 6 yaz ayı için albedo değerleri (ALBEDO) aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$ALBEDO=0.80-0.10*(DULL/24.0)**0.5 \quad (12)$$

Kış aylarında ise albedo değerleri şu eşitlikle hesaplanır:

$$ALBEDO=0.85-0.07*(DULL/24.0)**0.5 \quad (13)$$

ALBEDO, yaz ayları için 0.45, kış ayları için ise 0.60 minimum değerine izin verir. Arazi parçasının dünya üzerindeki yarım küresel konumu yaz ve kış periyotlarının belirlenmesi için yukarıdaki eşitlikler kullanıldığında dikkate alınır. Kuzey yarım küre için veri girişi pozitif olan enlem parametresi kullanılarak yapılır.

Kütlenin albedosu bir defa bulunduğu güneş radyasyonu (SHORT) aşağıdaki eşitliğe göre modifiye edilerek değiştirilir:

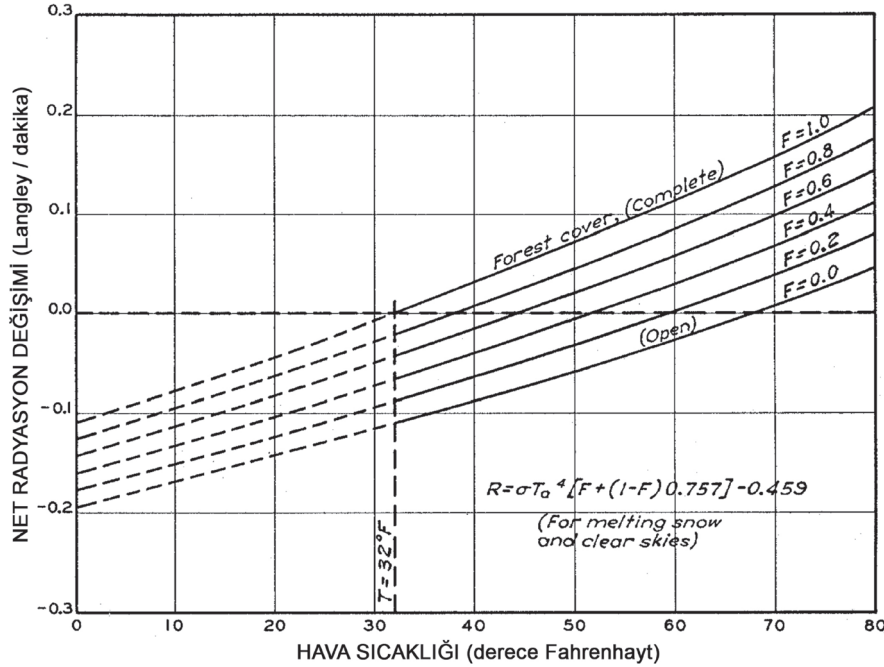
$$SHORT=SOLRAD*(1.0-ALBEDO)*(1.0-SHADE) \quad (14)$$

SOLRAD = Güneş radyasyonu (langley aralık⁻¹)

SHADE = Gölgelemiş arazi parçası oranını belirten parametre

Daha yaygın bir şekilde ölçülen kısa dalga radyasyonunun aksine, uzun dalga radyasyonu (LONG) kar kütesinin ve çevresinin yayma özelliklerinin teorik değerlendirmesinden tahmin edilir.

Aşağıdaki eşitlikler, Stefan'ın Siyah Cisim Yasası'na dayanan eğrilerin (Şekil 6) lineer yaklaşımlarıdır ve sadece hava sıcaklığına bağlı sabitlerle değişir.



Şekil 6. SHADE etkisinin sıcaklığa bağlı olarak net uzun dalga radyasyon değişimine etkisi (Anonymous, 1956)

LONG, donma noktasının üzerindeki hava sıcaklıkları için:

$$LONG = SHADE * 0.26 * RELTMP + (1.0 - SHADE) * (0.2 * RELTMP - 6.6) \quad (15)$$

donma noktası ve altında hava sıcaklıkları için:

$$LONG = SHADE * 0.20 * RELTMP + (1.0 - SHADE) * (0.17 * RELTMP - 6.6) \quad (16)$$

$$RELTMP = \text{Hava sıcaklığı} - 32(^{\circ}\text{F})$$

6.6 = Açık alanlarda kar kütesinden ortalama geri radyasyon kaybı (langley aralık⁻¹)

eşitlikleri ile hesaplanır. Bu eşitliklerdeki sabitler orijinal olarak saatlik zaman aralıklarına dayandığından, hesaplanmış değerlerin her ikisi de modelleme aralığı başına saatlerin sayısı (DEL60) ile çarpılır ve böylece simülasyon zaman aralığına denk gelir. Ek olarak, modelde uzun dalga radyasyonunun negatif olduğu zaman dilimlerinde, bulutlardan yansıyan geri radyasyonu açıklamak için, LONG değeri açık gökyüzü oranıyla (SKYCLR) çarpılır.

Kütleden Isı Kaybı – COOLER

Bu kodun amacı, kar kütesinin çevresindeki havadan daha sıcak olduğu ve bu yüzden ısı kaybettiği zaman diliminde kar kütesini soğutmaktır. Bu durumda çıkan enerji kar kütesinin negatif ısı kapasitesine aktarılır ve daha sonra kütleye ısı girdiğinde WARMUP alt modülünde olduğu gibi erime gerçekleşmeden önce gelen ısı ile bu kayıp tedarik edilir.

Atmosfere ısı kaybının olduğu ve kar kütesinin sıcaklığının hava sıcaklığından fazla olduğu her aralıkta negatif ısı depolaması artacaktır; yani kütle soğuyacaktır. Buna rağmen maksimum bir ısı depolaması vardır. Her zaman olabilecek maksimum negatif ısı depolaması, kar kütesinin en altındaki tabakanın 32°F (0°C) olduğu varsayımıyla, bu sıcaklığın üzerinde olduğu düşünülen hava sıcaklığından itibaren kütlede lineer bir sıcaklık dağılımı gerçekleştiği farz edilerek bulunur. Bu maksimum negatif ısı depolaması saatlik olarak aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$MNEGHS = 0.00695 * (PACKF / 2.0) * (-RELTMP) \quad (17)$$

MNEGHS=Maksimum negatif ısı depolaması (inç olarak su eşdeğeri)

PACKF=Kar kütlelerinin donmuş muhtevasının su eşdeğeri (inç)

RELTMP=Donmanın üstünde hava sıcaklığı (°F)

Negatif ısı depolamasının birikimi aşağıdaki ampirik eşitlikten saatlik olarak hesaplanır:

$$NEGHT=0.0007*(PAKTMP-AIRTMP)*DELT60 \quad (18)$$

NEGHT = Kar kütlelerinin soğumasının potansiyel oranı (inç olarak aralık başına su eşdeğeri)

PAKTMP = Kar kütlelerinin ortalama sıcaklığı (°F)

AIRTMP = Hava sıcaklığı (°F)

DELT60 = Modelleme aralığı başına saatlerin sayısı

NEGHT, MNEGHS tarafından sınırlandırıldığı zamanlar haricinde negatif ısı depolamasına (NEGHTS) her model zaman aralığında eklenir. NEGHTS, SNOW esas alt programında kar kütlelerinin sıcaklığını hesaplamak için ve WARMUP alt programında kütlelerin 32°F'a ulaşmak için ısıtılması gereken büyüklüğü belirlemek için kullanılır.

Kar Kütlelerini Isıtmak – WARMUP

Bu alt program mümkün olduğu zaman kar kütlelerini 32°F'a kadar ısıtır. Kütlede negatif ısı depolaması (COOLER alt programındaki NEGHTS) ve önceki alt programlarda hesaplandığı gibi net giren enerji var olduğu zaman, NEGHTS, daha sıcak bir kar kütleleri ve muhtemel erime ile sonuçlanarak, azalacaktır.

Bu alt programda hesaplamalar sadece muhasebe edilir. NEGHTS değeri, net gelen ısının çıkartılmasıyla sıfır minimumuna kadar azaltılır. Şayet, negatif ısı depolaması kalırsa, kütleyle gelen herhangi bir yağmurun donmasıyla açığa çıkan gizli ısı kütleyle eklenir. NEGHTS ve diğer bütün ısı değişkenleri erimenin su eşdeğeri (inç veya mm) cinsinden birimleri olduğundan kütle üzerine düşen yağmur yüksekliği (inç veya mm) ve donma NEGHTS'den hiçbir değişim yapılmadan çıkarılır.

Kalan Isı Kullanılarak Kütlelerin Eritilmesi - MELTER

MELTER, gelen ısının ne kadar kaldıysa bununla kütlelerin gerçek erimesini simüle eder. WARMUP alt programında kar kütlelerini ısıtmak için kullanılmayan

herhangi bir ısı, kar kütlelerini eritmek için şimdi kullanılabilir.

Bu alt program sadece muhasebe yapan bir algoritmadır. Net gelen ısı miktarı erimenin su eşdeğeri cinsinden önceden hesaplanmıştır. Bu yüzden, herhangi kalan gelen ısı, kar kütlelerinin boyutuna bağlı olarak ya kısmi olarak ya da tamamen kar kütlelerini eritmek için doğrudan kullanılır.

Kütlede Sıvı Su – LIQUID

LIQUID alt programı öncelikle kar kütlelerinin sıvı depolama kapasitesini belirler. Sonra da depolama kapasitesini doldurmak için ne kadar sıvı suyun mümkün olabileceğini belirler. Kapasite üstündeki sıvı, su eğer donmazsa kar kütlelerinden ayrılır (ICING alt programı).

Kar kütlelerinin sıvı su tutma kapasitesi, sıfırda veya kütlelerin yoğunluğuna bağlı olarak arada bir yerde olabileceği gibi, MWATER parametresiyle belirlenen maksimum değerinde olabilir. Kar kütlelerinin yoğunluğu ne kadar az ise tutma kapasitesi o kadar büyüktür. Aşağıdaki ilişkiler kapasiteyi tanımlar:

MNEGHS= RDENPF>0.91 için,

$$PACKWC=0.0 \quad (19)$$

0.6<RDENPF<0.91 için,

$$PACKWC=MWATER*(3.0-3.33*RDENPF) \quad (20)$$

RDENPF<0.61 için,

$$PACKWC=MWATER \quad (21)$$

PACKWC = Kar kütlelerinin sıvı su tutma kapasitesi (inç inç⁻¹)

MWATER = Kar kütlelerinin maksimum sıvı su muhtevasını belirleyen parametre (inç inç⁻¹)

RDENPF = Kar kütlelerinin sıvı su yoğunluğuna oranı

MWATER, buz katmanı kütlelerinin, kar kristallerinin boyut, şekil ve boşluğu ile kanallaşmanın derecesinin ve kar kütlelerinin petekleşmesinin bir fonksiyonudur.

PACKWC bir kere hesaplandığında hâlihazırda kar kütlelerindeki mevcut olan sıvı su miktarı (PWSUPY) ile karşılaştırılır. PWSUPY aralığın başındaki hâlihazırda depolama ile herhangi bir erime ve donmamış kütlelerin üzerine düşen yağmur toplanarak hesaplanır. Eğer PWSUPY değeri PACKWC'den daha fazlaysa, su kar kütlelerinden arazi yüzeyine akar.

Kütlede Buzun Meydana Gelmesi – ICING

ICING alt programının amacı donmadığı takdirde kar külesinden ayrılacak suyun olası donmasını simüle etmektir. Sırasıyla bu donma kar külesinin altında buz veya donmuş zemin üretir. Bu alt programda buzun, kar külesinin altında olduğu veya külenin kar kısmının altında zemin içinde donmuş halde bulunarak toplam kütleyle zemine nüfuz ettirerek uzattığı düşünülebilir. Bu alt program sadece belirli alanlarda kabul edilebilir olduğundan opsiyoneldir.

Kar külesinin su muhtevasının donması çevrenin kapasitesine bağlıdır. Her gün yaklaşık saat 6:00'da bu kapasite yeniden değerlendirilir. Yeni bir değer, havanın 32°F sıcaklığının altındaki Fahrenheit derecelerinin 0.01 ile çarpılması yoluyla erimenin inç cinsinden değeri ile tahmin edilir. Bu tahmin, eğer önceki 24 saatlik periyottan herhangi bir değer kalmışsa, mevcut donma kapasitesiyle karşılaştırılır. Eğer daha büyükse, yeni tahmin edilen kapasite eskisiyle yer değiştirir yoksa eski değer potansiyel olarak kalır. Kar külesini terk edebilecek herhangi bir su akışı kapasite karşılıncaya kadar donarak kar külesinin buz kısmına eklenir. Geriye kalan su akışı ise kar külesinden bırakılır.

Zeminden Gelen Isı Kullanılarak Külenin Erimesi – GMELT

GMELT alt programının amacı, kar külesinin altında bulunan yüzeyden iletilen ısının neden olduğu erimeyi simüle etmektir. Bu zemin ısı kütleyle sadece alttan eritir. Bu yüzden bu işlemdeki erime, kar külesinin sıcaklığı yolu ile dolaylı etkisi hariç daha önce hesaplanmış ısı etkilerinden bağımsız düşünülür. Diğer erime işlemlerinden farklı olarak, zemin ısı ilk olarak kar külesinin buz kısmını eritir çünkü buzun kar külesinin alt derinliklerinde olduğu düşünülür.

Zemin erimesinin potansiyel oranı kar külesi sıcaklığının (PAKTMP) ve yığılımlı (lumped) bir parametrenin (MGMELT) fonksiyonu olup, saatlik olarak hesaplanır. MGMELT 32°F'lık bir PAKTMP'de zeminden iletilen ısının neden olduğu su eşdeğeri birimindeki maksimum erime oranıdır. MGMELT zeminin ısı iletkenliğine ve normal zemin donma derinliğine bağlıdır.

MGMELT parametresinden azaltılan potansiyel zemin erimesi miktarı PAKTMP'nin 32°F altındaki her bir Fahrenheit derecesinin %3'ü mertebesinde olup minimal değeri toplamda 5 Fahrenheit veya daha düşük

sıcaklıklarda MGMELT'i %19'una kadar azaltabilir. Kar külesi olduğu sürece zemin erimesi bu potansiyel oranda meydana gelir.

Kar Külesi Kaybolduğu Zaman Durum Değişkenlerini Sıfırlamak – NOPACK

Bu kod, kar külesi tamamen kaybolduğu zaman durum değişkenlerini (örneğin SNOCOV) sıfırlar (resetler).

Karın alansal örtüsü (COVINX) için gerekli olan kar külesinin donmuş muhtevası arazinin tamamen karla kaplı olduğu varsayılan maksimum değerin (COVIND) onda birine ayarlanır. Diğer bütün değişkenlere sıfır ya da -1.0E30 tanımsız değeri atanır.

HSPF Modelinde İstasyonlardaki Kar, Buzlanma ve Erime Süreçleri ile İlgili Analizler

Geçirimli arazi parçaları için HSPF benzetimleri yapılırken kar ile ilgili işlemlerin araziye en iyi şekilde karakterize etmesi için bir takım giriş parametrelerine ihtiyaç duyulur. Bu parametreler meteoroloji istasyonları ve kar yastıklarından alınan veriler ile kalibre edilerek belirli bir sistematik doğrultusunda araziye dağıtılır.

SNOW modülünde arazi ve kar yapısını karakterize edebilmek için ICE-FLAGS, SNOW-FLAGS, SNOW-PARM1 ve SNOW-PARM2 tablolarının her bir eş karakterli arazi alanı için işlenmesi ve kalibre edilmesi gerekmektedir.

ICE-FLAGS Tablosu

Bu tablo ile her bir arazi parçasında biriken kar külesi içinde buz formasyonunun oluşup oluşmadığı ve buna bağlı olarak ICING modülünün çalıştırılıp çalıştırılmayacağı komutu girilir. "1" girdisi ile kar külesinin taban kısmında buzlanma olduğu, "0" girdisi ile arazide buzlanmanın olmadığı ve dolayısıyla zeminde de infiltrasyon özelliğine etki edecek herhangi bir donmanın olmadığı belirtilir.

Çalışma alanının yüksek rakımlı dağlık bir alan olması nedeniyle bütün alanlarda buzlanma (ICING) modülü etkinleştirilmiştir. Ayrıca, arazi gözlemleri esnasında kar tüpü ile alınan karotların alt kısımlarında buzlanma olduğu da belirlenmiştir.

SNOW-FLAGS Tablosu

Bu tablo ile modellenmenin derece-gün yöntemi ile mi yoksa enerji dengesi metodu ile mi yapılacağını belirten anahtarlar vardır. Bu çalışmada kar ile

ilgili modellemeler enerji dengesi metodu seçilerek yürütülmüştür.

SNOW-PARM1 Tablosu

LAT–Latitude: LAT parametresi girişi çalışma havzasının enlemini ifade eder. Kuzey yarım küre için pozitif, güney yarım küre için negatif değerler alır. Modelde mevsim aralıklarının tayini için kullanılır ve yüzey albedosunun alabileceği maksimum ve minimum değerlere etki eder. Kırkgöze-Çipak havzası 40. enleminde bulunduğu için bütün arazi parçalarına 40 değeri girilmiştir.

MELEV–Mean Elevation: Atmosferden kar kütesine konvektif ısı akışını hesaplamak için kullanılan bir parametredir. Her bir arazi parçasının deniz seviyesinden yüksekliğinin feet biriminden ifadesidir. İstasyonun taban kotu tabloya işlenmiştir.

SHADE: Her bir arazi parçasının ağaçlar veya yamaçlardan ötürü gölgelenme oranıdır. SHADE kar kütesine ulaşan güneş radyasyonunu kontrol eder. Ayrıca modelde Stefan'ın Siyah Cisim Yasası'na dayanarak uzun dalga radyasyon hesaplamalarında kullanılır.

SHADE, başlangıçta 0 değeri ile modellemeye başlanmış olup daha sonra kar yastığından elde edilen kar yüksekleri ve kar su eşdeğeri verileri, simülasyon sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Gerçekleştirilen kalibrasyonlar sonucunda, Güngörmez istasyonu için 0.6 değeri bulunmuştur. SHADE parametresi SNOW modülünde net kısa dalga radyasyonu hesaplanırken bir albedo düzeltme katsayısı olarak işlev görmektedir (Eşitlik 14).

SHADE parametresi 1'e yaklaştıkça, kar yüzeyinin gelen kısa dalga radyasyonunu yansıtması artacak ve kütleyle tesir eden net kısa dalga radyasyon miktarını azaltacaktır.

SNOWCF–Snow Coefficient: Rüzgâr kalkını olmayan yağışölçerlerde yağışın kar şeklinde olması durumunda, rüzgâr hızına ve yağışölçerin yapısına bağlı olarak yağışın bir kısmının ölçüm haznesine girmeyeceği belirtilmiştir. Bu durumda, kar olarak yağın yağış SNOWCF ile belirtilen bir düzeltme katsayısı ile çarpılır.

Bu çalışmada, istasyonlarda bulunan yağışölçerlerin yüksek yağış ve aşırı soğuk nedeniyle kış aylarında etkin bir şekilde kullanılamamasından ötürü, yağış

miktarları kar yastığından alınan kar su eşdeğerleri ile simüle edilmiştir. Dolayısıyla bu katsayı bütün arazi parçalarında 1 olarak alınmıştır.

COVIND–Cover Index: Arazi parçasının tümü karla kaplandığında, arazi parçasındaki maksimum kar yüksekliğinin, su eşdeğeri olarak yüksekliğidir (inç). COVIND arazi topolojisinin ve iklim koşullarının bir fonksiyonudur. ARM modeli kullanma kılavuzunda (Donigian and Davis, 1978) eşdeğer bir parametre olan MPACK değişkeni için 1-6 inç arasında değerler önerilmiştir. Düzlük alanların daha fazla olduğu ve kar yağışının etkin olduğu arazilerde genellikle alt sınıra yakın değerler kullanılmaktadır. Dağlık havzalarda ise, arazinin tamamen karla kaplanması için çok daha fazla kar yağışı gerektiğinden COVIND değeri üst sınıra yakın olur. COVIND su eşdeğeri cinsinden girildiği için 1 inçlik bir değer esasen yaklaşık 10 inçlik kar yüksekliğine karşılık gelmektedir.

COVIND parametresi arazi üzerine dağıtılırken arazi gözlemlerinden faydalanılmış ve yükseklik zonlarına göre dağılım yapılmıştır. Buna göre COVIND parametresi, eğimin fazla olduğu Güngörmez topoğrafyası için 4 inç (10.16 cm) alınmıştır.

SNOW-PARM2 Tablosu

RDCSN: Hava sıcaklığı 0 derece Fahrenheit (-17.78°C) veya daha düşük sıcaklıklarda iken yeni yağın kar yoğunluğunun suyun yoğunluğuna oranıdır. Tahmini bir değerle simülasyona başlandıktan sonra kalibre edilmesi gereklidir. Kalibrasyon yapılırken arazi verilerinden elde edilen kar yüksekliği ve kar yoğunluğu değerleri analiz edilir. RDCSN parametresi model çalışırken hava sıcaklığına bağlı olarak otomatik olarak yeniden hesaplanır. Kar yoğunluğu/sıcaklık bağıntısı Bicknell et al. (1997) tarafından açıklanmıştır.

İstasyonlarda kar yastığından elde edilen veriler ışığında kar yüksekliği ve kar yoğunluğu değerleri göz önüne alınarak kalibrasyon yapılmıştır. Güngörmez istasyonu için 0.16 değeri bulunmuştur.

TSNOW: Doygun şartlarda yağışın hangi ıslak termometre sıcaklığının altında kar olarak yağdığını belirten bir parametredir. Derece Fahrenheit olarak girilir. Tahmini bir değerle simülasyona başlandıktan sonra kalibre edilmesi gereklidir. Literatürde 31-33 derece F arasında değerler kullanılmıştır (Donigian and Davis, 1978). Hava sıcaklığı TSNOW eşliğini aştığı

zaman yağmur yağışı, aksi takdirde kar yağışı olarak simüle edilir. HSPF simülasyonlarında TSNOW eşiği olarak 30~40 derece Fahrenheit (-1.11 ~ +4.44°C) arasında değer girilebilir. Başlangıç değeri olarak 32°F (0°C) ile simülasyona başlanması önerilmektedir. Crawford (1999)'a göre TSNOW kar birikmesine etki eden en önemli parametrelerden birisidir. Her halükârda TSNOW parametresi 32 derece Fahrenheit civarında yağın yağışların simülasyonunda önem arz eder. Şayet kış aylarında tipik kar yağışı 30 derece F (-1.11°C)'ın altında oluşuyorsa TSNOW'un etkisi küçük veya önemsenmeyecek kadardır.

Özellikle erime döneminin sonlarında etkisi açıkça gözlenen TSNOW parametresi, istasyonlardaki kar yükseklikleri ve kar su eşdeğerlerinin değişimi incelenerek analiz edilmiştir. Kalibrasyonlar sonucunda yağmurdan ötürü meydana gelen kar yüksekliğindeki ani değişimler gözlenmiş verilere uygun olarak simüle edilmiştir. Güney bakısına sahip Güngörmez istasyonunda ise 31.6°F (-0.22°C) değerleri elde edilmiştir.

SNOEVP: Kar kütlelerinden süblimleşme ile evaporasyonun ölçüsünü ayarlayan birimsiz bir parametredir. Literatürde 0.1 civarındaki değerlerin kabul edilebilir olduğu gösterilmiştir (Donigan and Davis, 1978). Kar kütlelerinden evaporasyon havanın buhar basıncının kar yüzey basıncından daha az olduğu zaman gerçekleşir (Bicknell et al., 1997). Evaporasyon, rüzgâr hızının ve karla kaplı arazi yüzdesinin bir fonksiyonu olarak, kar kütlelerinin sadece donmuş olan kısmından gerçekleşir. Kar evaporasyonu çoğu havzada büyük ölçülerde olmaz ancak rüzgârlı ve düşük nemli şartlar altında etkilidir (Crawford, 1999).

Kırkgöze-Çipak havzası için kar yüksekliği ve kar su eşdeğeri simülasyonlar sonucunda kalibre edilerek, tüm arazi için 0.05 değeri kullanılmıştır.

CCFACT: Kar Arazi şartlarına göre atmosferden kar kütlelerine konveksiyon (iletim) ve kondansasyon (yoğunlaşma) yoluyla ısı transferinin oranını belirleyen birimsiz bir parametredir. Tahmin edilerek kalibrasyonu gerçekleştirilir. CCFACT iklim şartlarının bir fonksiyonudur. Rüzgâr hızı ve hava sıcaklığı değişkenleri ile ısı transferini modeller. Literatürdeki tipik değeri 1.0 civarında olup, genelde 0.5 ile 2.0 arasında değerler gözlenmiştir. HSPF simülasyonlarında

0.5–8 arasında değer alabilmektedir. Kar erimesinde çok etkili bir parametre olan erime oranının bir ifadesi olan CCFACT parametresi erime zamanının tayininde etkilidir. İstasyonlardaki kar erimesi ve kar yüksekliğindeki değişim gözlenerek kalibre edilmiştir. Güngörmez istasyonu için 1.7 değeri bulunmuştur. CCFACT değeri arttıkça erime dönemi zamanda ötelenmektedir. Bu parametrenin yüksek rakımlarda artan değerler alması konveksiyon ve kondansasyon yoluyla kar kütlelerinde meydana gelen ısı değişiminin, üst kotlarda düşük kotlara göre daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

MWATER: Kar kütlelerindeki maksimum sıvı su tutma kapasitesidir (inç inç⁻¹). MWATER, kar kütlelerinde biriken suyun sızmasını engelleyen buz katmanları ile kar kristallerinin boyut, şekil ve boşluğunun; ayrıca, kütledeki kanallaşma derecesi ve petek örgüsünün bir fonksiyonudur. Literatürde deneysel sonuçlar ile elde edilen bu değer 0.01'den 0.05'e kadar değişim gösterirken genelde 0.03 ortalama değeri alınır (Donigan and Davis, 1978). HSPF modelinde minimum 0.005 ile maksimum 0.2 aralığında fiziksel olarak anlamlı bir aralıkta kullanılabilir.

Kar yastıklarından elde edilen kar su eşdeğeri birikme ve çekilme eğrilerinin karakteristik simülasyonu; ancak, MWATER parametresinin ekstrem bir değeri olan 0,2 değerini aldığı gerçeğe değerler ile örtüşmektedir. Bu durum dağlık alanlarda gün içindeki ısı değişiminin fazla olması neticesinde, kar kütlelerinin katman katman tabakalaşması sonucunda kütle içindeki serbest suyu bırakmaması ile açıklanabilir. Ayrıca erime döneminde yapılan arazi çalışmalarında, erimeye başlayan kar kütlelerinin neredeyse yarım metreye yakın kısmının su kıvamında olduğu gözlenmiş, kar hediği takılmasına rağmen bazı yerlerde yürümenin neredeyse imkânsız hale geldiği tecrübe edilmiştir. MWATER parametresi 0.2 olarak kalibre edilmiştir.

MGMELT: Zemin ısısından ötürü meydana gelen maksimum günlük kar erimesini ifade eden bir parametredir (inç gün⁻¹). MGMELT oranı kar kütlelerinin sıcaklığı 32 derece F (0°C) olduğu zaman simülasyona dâhil olur.

Zeminden kar örtüsünün tabanına ısı iletimi genellikle erime için oldukça küçük bir enerji kaynağıdır. Bu ısı akışı karın üzerinde bulunduğu

zeminden kar örtüsüne doğru hareket eder. Zeminde kar örtüsü yokken yaz dönemi boyunca zemin tarafından depolanarak kar örtüsünün erimesine katkıda bulunan enerji, kış ve baharın ilk dönemlerinde kar tabanının altında erimeye neden olur (Anonymous, 1998; Singh and Singh, 2001).

Kar örtüsünün erime döneminde zeminden kaynaklı erimenin 0.05 cm gün⁻¹ alınması önerilir (Anonymous 1956).

MGMELT parametresi 0.02 inç gün⁻¹ (0.0508 cm gün⁻¹) olarak kalibre edilmiştir.

ATEMP ve SNOW Parametreleri ve Değer Aralıkları

HSPF simülasyonlarında kullanılan ATEMP ve SNOW modüllerinin kullanıcı tanımlı giriş parametreleri ve sınır değerleri Çizelge 2’de gösterilmiştir. Modelleme yapılırken kalibrasyon değerleri verilen aralıklarda girilmiştir.

Çizelge 2. ATEMP ve SNOW modüllerinin kullanıcı tanımlı giriş parametreleri ve sınır değerleri

ADI	BİRİM	DEĞER ARALIKLARI				FONKSİYON
		GENEL		OLASI		
		ALT	ÜST	ALT	ÜST	
ATEMP - DAT						
ELDAT	feet	-1000	1000	-	-	Topoğrafya, istasyon konumu
AIRTMP	°F	30.0	70.0	0	90.0	İklim
SNOW-PARM 1						
LAT	derece	30	50	-90	90	Konum
MELEV	feet	50	3000	0	7000	Topoğrafya
SHADE	-	0.1	0.5	0	0.8	Orman oranı, topoğrafya
SNOWCF	-	1.1	1.5	1.0	2.0	Yağışölçer tipi ve konumu
COVIND	inç	1.0	3.0	0.1	10	Topoğrafya, iklim
SNOW-PARM 2						
RDCSN	-	0.1	0.2	0.05	0.3	İklim, hava sıcaklığı
TSNOW	°F	31	33	30	40	İklim, hava sıcaklığı
SNOEVP	-	0.10	0.15	0	0.5	İklim, hava sıcaklığı
CCFACT	-	1.0	2.0	0.5	8.0	İklim
MWATER	inç inç ⁻¹	0.01	0.05	0.005	0.2	İklim
MGMELT	inç gün ⁻¹	0.01	0.03	0	0.1	İklim, jeoloji

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kar Erimesi ile İlgili Analiz Sonuçları

Meteoroloji istasyonunun içinde bulunduğu araziye ait açıklamalar ile bu topoğrafya için SNOW

alt programında kullanılmak üzere kalibre edilen girdi değerleri, HSPF programında kullanılan İngiliz birim sisteminde, ayrıca metrik sistem karşılıkları da verilerek Çizelge 3. de sunulmuştur.

Çizelge 3. Meteoroloji istasyonunun içinde bulunduğu arazi poligonuna ait parametreler

Güngörmez Meteoroloji İstasyonu Arazi Parametreleri	
LAT (Enlem)	40
MELEV (ft ; m)	8256.79 ; 2516.67
SHADE	0.60
SNOWCF	1
COVIND (inç ; mm)	4 ; 101.6
Ortalama Eğim (derece)	24.10
RDCSN	0.16
TSNOW (°F ; °C)	31.6 ; -0.22
SNOEVP	0.05
CCFACT	1.7
MWATER (inç inç ⁻¹)	0.2
MGMELT (inç gün ⁻¹ ; cm gün ⁻¹)	0.02 ; 0.0508

Çizelge 4. Şekil 7. de kullanılan kısaltmalar

KISALTMA	AÇIKLAMA	TÜRÜ
PRAIN	Kar kütlesi üzerine yağın yağmur yüks. (mm gün ⁻¹)	Simülasyon
RAINF	Yağmur şeklindeki yağış yüksekliği (mm gün ⁻¹)	Simülasyon
PREC	Toplam yağış yüksekliği (mm gün ⁻¹)	Gözlenmiş
SNWD	Kar kütlesinin yüksekliği (mm)	Gözlenmiş
PDEPTH	Kar kütlesinin yüksekliği (mm)	Simülasyon
SWE	Kar su eşdeğeri (mm)	Gözlenmiş
PACK	Kar su eşdeğeri (mm)	Simülasyon
PACKW	Kar kütlesindeki serbest su içeriği (mm)	Simülasyon
PACKF	Donmuş kütle içeriği (mm)	Simülasyon
PACKI	Buzlanmış kütle içeriği (mm)	Simülasyon

Şekil 7’de Güngörmez istasyonunu karakterize eden arazi parçasına ait gözlenmiş ve simüle edilmiş sonuçlar verilmiştir. Sonuçlarda kullanılan kısaltmalar ve açıklamaları Çizelge 4. de sunulmuştur.

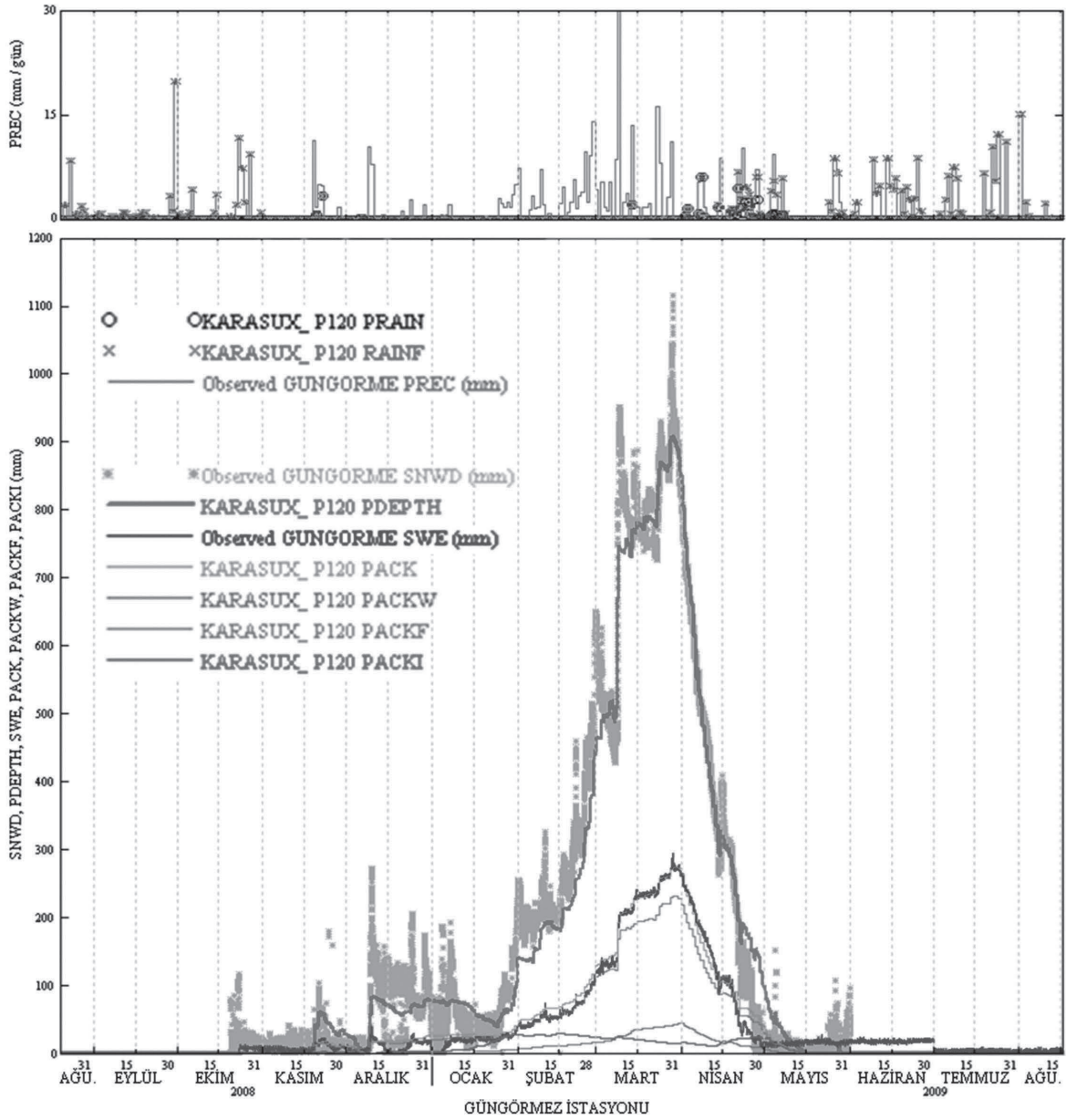
Meteoroloji istasyonlarından alınan ham veriler incelendiği zaman Güngörmez istasyonuna ait gözlenmiş kar su eşdeğeri değerlerinin kar dönemi başında ve sonunda dönem dönem negatife düştüğü veya erime dönemi sonunda pozitifte kaldığı gözlenmiştir. Ölçüm aletinden kaynaklanan bu hatanın giderilmesi için, artışın başladığı veya bittiği noktanın

0’a kalibre edilmesi amacıyla kar dönemi boyunca veri serisi dikey ekseninde sapma miktarınca yukarı veya aşağı kaydırılmıştır. Kar yüksekliği ve kar su eşdeğeri benzetimlerinde kar yastıklarının zemin kotundan bir miktar yukarıda (yaklaşık 30 cm) kurulmasından dolayı, özellikle erime periyodunda düşük değerlerde ölçülen ve simüle edilen veriler arasında düşük ölçek için tam bir uyumun olması beklenilemez. Meteoroloji istasyonunda ölçülen ve simüle edilen kar su eşdeğerleri ve kar yükseklikleri değerlendirildiği zaman çok iyi bir korelasyonun sağlandığı görülmektedir (Şekil 7).

Türkiye’de BASINS ve HSPF algoritmaları kullanılarak gerçekleştirilen çok az sayıda çalışma vardır. Bu çalışma ile kar erimesinin etkili olduğu bir havzanın modellenmesinde, BASINS ve HSPF programları Türkiye’de ilk defa kullanılmıştır. BASINS yazılımı, temelde sadece Amerika Birleşik Devletleri dâhilindeki havzaların modellenmesine olanak sağlayan bir programdır. BASINS çalışmalarında programa girilen birçok ham veri ve işlenmiş coğrafi bilgi sistemleri altlıkları, program içindeki yerleşik “data download tool” aracı ile modele entegre edilmektedir. Bu araç ile sadece Amerika Birleşik Devletleri sınırları

dâhilindeki havzalar için uygun formatta hazır veri sağlanabilmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri harici ülkelerde gerçekleştirilecek çalışmalarda, uygun bir çalışma sistematığı seçilerek, BASINS programının harici havza verileri ile olan uyumsuzluk halinin, önemli ölçüde ortadan kaldırılabileceği anlaşılmıştır. BASINS’in ve hidrolojik model yapılandırılmasında kullandığı HSPF’nin kar erimesine etki eden parametrelerin tayin edilmesi gibi havzanın karakterizasyonu ön işlemlerin gerçekleştirilmesinde ve görselleştirilmesinde güçlü bir araç olduğu belirlenmiştir.



Şekil 7. Gungörmez istasyonu için kar simülasyonu sonuçları

KAYNAKLAR

- Acar, R., Şenocak, S., Şengül, S., Coşkun, T. Balık Şanlı, F., 2009a. Erzurum Kırkgöze Havzasında Kar Erimesine Etki Eden Meteorolojik Ölçümlerin Üç İstasyonda Karşılaştırılması. III. Ulusal Kar Kongresi, Erzurum Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Erzurum, 89-97.
- Acar, R., Şenocak, S. Şengül, S., 2009b. Snow Hydrology Studies in the Mountainous Eastern Part of Turkey. The IEEM International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Hong Kong, China, 1578-1582.
- Al-Abed, N.A. Whiteley, H.R., 2002. Calibration of the Hydrological Simulation Program Fortran (HSPF) Model Using Automatic Calibration and Geographical Information Systems, *Hydrological Processes*, 16: 3169-3188.
- Anderson, E.A., 1968. Development and Testing of Snow Pack Energy Balance Equations, *Water Resources Research*, 4(1): 19-37.
- Anderson, E.A. Crawford N.H., 1964. The Synthesis of Continuous Snowmelt Runoff Hydrographs on a Digital Computer, Department of Civil Engineering, Stanford University, Stanford, California, Technical Report No. 36, 103 p.
- Anonymous, 1956. U.S. Army Corps of Engineers. Snow Hydrology, Summary Report of the Snow Investigations, North Pacific Division. Portland, Oregon, 437p.
- Anonymous, 1998. Runoff from Snowmelt. USA Army Corps of Engineers, Press no: 1110-2-1406, 142 p, Washington.
- Bicknell, B.R., Imhoff, J.C., Kittle, J.L., Donigian, A.S. Johanson, R.C., 1997. Hydrological Simulation Program -- FORTRAN, User's Manual for Version 11. EPA/600/R-97/080. U.S. EPA, National Exposure Research Laboratory, Athens, GA.
- Bicknell, B. R., J.C.Imhoff, Jr., T. H. Jobes, A.S. Donigian, J., 2001. Hydrological simulation program-Fortran: HSPF version 12 user's manual (Vol. 12).
- Crawford, N.H., 1999. Hydrologic Journal - Snowmelt Calibration. Hydrocomp, Inc. www.hydrocomp.com.
- Donigian, A.S. Davis, H. H., 1978. User's Manual for Agricultural Runoff Management (ARM) Model, U.S. Environmental Protection Agency, EPA- 600/3-78-080
- Hayashi, S., Murakami, S., Watanabe, M. and Bao-Hua, X., 2004. HSPF Simulation Of Runoff and Sediment Loads in the Upper Changjiang River Basin, China, *Journal of Environmental Engineering*, 130 (7): 801-815.
- Rango, A. Martinec J., 1995. Revisiting the degree-day method for snowmelt computations, *Water Resources Bulletin*, 31: 657-669.
- Singh, P. Singh, V. P., 2001. Snow and Glacier Hydrology, Kluwer Academic Publishers, 742 p, Netherlands.
- Şengül, S., 2011. Dağlık Bölgelerde Hidrolojik Çevrime Etki Eden Parametrelerin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve HSPF Model Programıyla İncelenmesi ve Erzurum Kırkgöze Havzası Örneği. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Tong, S.T.Y. Chen, W., 2002. Modeling the Relationship Between Land Use and Surface Water Quality, *Journal of Environmental Management*, 66: 377-393.

Erzurum Şeker Fabrikası Atıksularının Elektrokoagülasyon Prosesi ile Arıtılmasında Akım yoğunluğu ve Karıştırma Hızının Etkisi

Sebile ÖZCAN¹, Murat Tolga YILMAZ², Serkan BAYAR²

ÖZET: Bu çalışmada, Erzurum Şeker Fabrikası atıksularının Al plaka elektrot kullanılarak Elektrokoagülasyon yöntemi ile arıtılabilirliği incelenmiştir. KOİ giderme verimi üzerine karıştırma hızı ve akım yoğunluğunun etkisi incelenmiştir. Çalışmada kullanılan atıksu Erzurum Şeker Fabrikasından temin edilmiştir. Çalışmalar atıksuyun kendi doğal pH'sında (pH 5.20) gerçekleştirilmiş olup sıcaklık 25 °C'de sabit tutulmuştur. Elektrotlar arası mesafe 0.5 cm olarak belirlenmiştir. Çalışmada 2.143 "mA cm⁻²" akım yoğunluğunda, 150 "dev.dak⁻¹" karıştırma hızında, atıksu başlangıç pH'sı 5.20'de 180 dakika deney süresi sonunda KOİ giderimi %90.5 olarak gerçekleşmiştir.

Anahtar kelimeler: Al plaka elektrot, akım yoğunluğu, elektrokoagülasyon, şeker fabrikası atıksuyu



The Effect of Stirring Speed and Current Density on Removal Efficiency of Erzurum Sugar Factory Wastewater by Electrocoagulation Method

ABSTRACT: In this study, the treatability performance of Erzurum Sugar Plant industry wastewaters was investigated by Electrocoagulation (EC) methods using Al plate electrodes. The effect of the stirring speed and the current density on the removal of chemical oxygen demand (COD) were investigated. The wastewater used in this work was obtained from Erzurum Sugar Plant. Experiments were conducted at initial wastewater pH 5.20 (natural pH) and the temperature was kept constant at 25°C. The distance between plates was determined at approximately 5 mm. Showed Al plate electrode electrocoagulation experiment that the best removal efficiency under the following conditions: electrolysis time 180 min, stirring speed 150 rpm, pH 5.20 and current density 2.143 "mA cm⁻²". These experimental conditions under COD removal efficiency have been obtained %90.5.

Keywords: Al plate electrode, current density, electrocoagulation, sugar plant wastewater.

¹ Fethiye Ali Sıtkı Mefharet Koçman Meslek Yüksekokulu Muğla/Türkiye

² Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü 25240 Erzurum / Türkiye
Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Sebile ÖZCAN, sebileozcan@mu.edu.tr

GİRİŞ

Ülkelerde endüstrileşme sürecinin temel bileşenlerinden biri olma özelliğine sahip şeker fabrikaları, tarımsal kalkınma ve gelir bölüşümü, toplumun temel beslenme gereksiniminin karşılanması gibi vazgeçilmez işlevleri üstlenerek, ülkemizin kalkınma stratejisi içinde de oldukça köklü bir geleneğe sahiptirler. Bu sebeple bu endüstriye yönelik planlama ve uygulamalar çağdaş bilimsel gerçekliğin bir ürünü olmak zorundadır (Koyuncu, 2006).

Elektrokimyasal yöntemlerle organik madde giderimi, günümüzde birçok araştırmacı tarafından çalışılmakta olan bir konudur. Özellikle biyolojik parçalanmaya direnç gösteren organik maddelerin sulara karışması geleneksel su/atıksu arıtım yöntemlerinin yetersiz kalmasına neden olmuş ve çalışmaları ileri arıtım tekniklerine yönelmeye zorlamıştır.

Elektrokoagülasyon prosesi son on yılda gelişmiş ülkelerde endüstriyel atık suların arıtımı için gittikçe artarak kullanılmaya başlanmış olan bir yöntemdir. Basit ve etkili bir yöntem olmasının yanı sıra ayrıca kimyasal madde ilavesi söz konusu olmadığından ikincil kirlilik problemi ile karşılaşmaz, basit ekipman, daha az iş gücü ve daha küçük alanlarda uygulanabilir. Ülkemizde ise bu prosesin uygulanabilmesi için en önemli sorun elektriğin pahalı olması sebebiyle ortaya çıkan maliyetlerdir.

Elektrokoagülasyon prosesi özellikle son yıllarda değişik türde atıksuların arıtılması için uygulanmış ve yüksek giderme verimleri elde edilmiştir. Örneğin; fındık işleme sanayi atıksuları (Bayar et al., 2014), tavuk sanayi atıksuları (Bayar et al., 2011), kağıt sanayi atıksuları (Katal et al., 2011), kadmiyum giderimi (Bayar et al., 2013), tekstil boyar maddesi giderimi (Merzouk et al., 2011), bor giderimi (İsa et al., 2014).

Bu amaç ile bu çalışmada, Erzurum şeker fabrikası atıksularının elektrokoagülasyon prosesi ile arıtılabilirliği incelenmiştir. Bu amaçla monopolar paralel bağlı alüminyum elektrotlarının kullanıldığı bir reaktörde KOİ giderme verimi üzerine karıştırma hızının ve akım yoğunluğunun etkisi incelenmiştir.

Elektrokoagülasyon prosenin kısa tanımı

Elektrokoagülasyon prosesinde elektrotlarda hidroliz reaksiyonları sonucu oluşan metal hidroksit flokları sayesinde kısmi oksidasyon, koagülasyon, adsorpsiyon, çökeltme ve flotasyon işlemleri eşzamanlı

olarak gerçekleşerek renk, türbidite ve KOİ giderimi sağlanmaktadır. Elektrokoagülasyon; çözünebilir ve pıhtılaştırıcı özelliğe sahip metal bir elektrodun kullanıldığı elektrokimyasal atıksu arıtım sürecidir. Elektrokoagülasyon kullanılan elektrot malzemesinin elektriksel olarak çözünmesiyle koagülantların oluşturulması prensibine dayanır. Elektrot malzemesi olarak temini kolay ve ucuz olan demir ve alüminyum en çok tercih edilen malzemelerdir. Elektrokoagülasyon ile kimyasal koagülasyon arasındaki fark alüminyum veya demirin ortama ilave edilme şeklidir (Donini et al., 1994). Elektrokoagülasyonda, pıhtılaşma ve çökeltme mekanizmaları sisteme kimyasal madde ilavesi ile değil, elektrokimyasal reaktördeki elektrotlar aracılığı ile gerçekleştirilmektedir (Koparal ve ark., 1999). Elektrokoagülasyon; kolloidlerin, süspansiyonların ve emülsiyonların elektriksel yüklerden etkilenmesi prensibine dayanır. Elektrot malzemesi olarak alüminyum kullanıldığında elektrot reaksiyonları (Yıldız 2003):

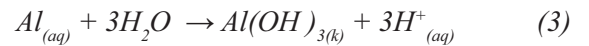
Anotta:



Katotta:



Çözültide:



Bununla birlikte sulu ortamın pH değerine bağlı olarak reaksiyon sonucunda $Al(OH)_2$, $Al_2(OH)^{+2}$ ve $Al(OH)_4$ gibi diğer bazı alüminyum birleşik türleri görülebilir. Al^{+3} iyonlarının hidrolizi ile $Al(H_2O)_6^{+3}$, $Al(H_2O)_5OH^{+2}$, $Al(H_2O)_4OH^{+2}$ oluşur. Hidroliz ürünleri geniş bir pH aralığında $Al(OH)^{+2}$, $Al_2(OH)^{+4}$, $Al(OH)^{-4}$, $Al_6(OH)^{+3}_{15}$, $Al(OH)^{-4}$, $Al_{18}(OH)^{+4}_{20}$, $Al_{13}O_4(OH)^{+7}_{24}$, $Al_{13}(OH)^{+5}_{34}$ gibi birçok monomerik ve polimerik türleri oluşturabilirler (Şimşeker, 2009).

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırmada Erzurum ilinde bulunan 73 günlük kampanya süresinde yaklaşık olarak 3 000 ton şeker pancarının işlendiği şeker fabrikasından sağlanan

atıksu kullanılmıştır. Deneyler esnasında kullanılan atıksuyun karakteristik özellikleri Çizelge 1’de verildiği gibidir. Atıksuyun başlangıç pH’sının ayarlanmasında derişik nitrik asit ve sodyum hidroksit kullanılmış olup analizlerde kullanılan tüm kimyasal maddeler analitik saflıktadır.

Erzurum Şeker Fabrikası günlük atıksu debi miktarı 6.000 “m³ gün⁻¹” dür. Şeker fabrikası atıksularının elektrokoagülasyon prosesi ile arıtılmasında arıtma verimi ve enerji tüketimi aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

$$(\%) = \left(\frac{C_0 - C_e}{C_0} \right) \times 100 \quad (1)$$

Burada, C₀ başlangıçta atıksudaki kirletici konsantrasyonunu “mg L⁻¹”, C_e t anında atıksuda kalan kirletici konsantrasyonunu “mg L⁻¹” göstermektedir.

$$W(kWsaatm^{-3}) = \frac{VxIxt}{v} \quad (2)$$

Burada, “W” enerji tüketim değerini, “I” uygulanan akım şiddetini, “V” sistemde oluşan potansiyel farkı, “t” zamanı ve “v” reaktördeki toplam çözelti hacmini göstermektedir.

Çizelge 1. Kullanılan atıksuyun özellikleri

Parametreler	Değerler
İletkenlik (µs cm ⁻¹)	1460
BOİ ₅ (mg L ⁻¹)	800
Bulanıklık (NTU)	9.40
pH	5.20
KOİ (mg L ⁻¹)	2580

Yöntem

Elektrotlar reaktöre yerleştirildikten sonra, atıksudan 1000 ml reaktöre konulmuştur. Güç kaynağı üzerinde istenen akım ayarlaması yapıldıktan sonra çalıştırılmıştır ve her adımda voltaj kaydedilmiştir. Elektrot potansiyel etkisi ile ısınan elektrolitin sıcaklığı 25 °C’ de sabit tutulmuştur. Elektrokoagülasyon işlemi esnasında oluşan hidrojen gazı yardımıyla bazı demir veya alüminyum flokların reaktörün üst kısmında toplanmış olduğu ve bir köpük tabakası oluşturduğu

gözlenmiştir. Böylece reaktörün üst kısımlarında köpük tabakası oluşurken orta kısımda arıtılmış su en dipte ise çamur tabakası bulunmaktadır. Deney süresince zamana bağlı olarak alınan numuneler deney bitiminden hemen sonra çökmeye bırakılmış, çamur çöktükten sonra üst kısımdan alınan numuneler santrifüjlenerek analizlerde kullanılmıştır. Her deneyden sonra elektrotların yüzeyinde birikmiş olan kalıntılar, HNO₃ karıştırılmasıyla elde edilen yıkama çözeltisine daldırılarak 5 dakika bekletilmiştir. Son olarak saf su ile yıkanan elektrotlar etüde (Ecocell) 105 °C’de kurutulup tekrar bir sonraki deneye başlanılmıştır.

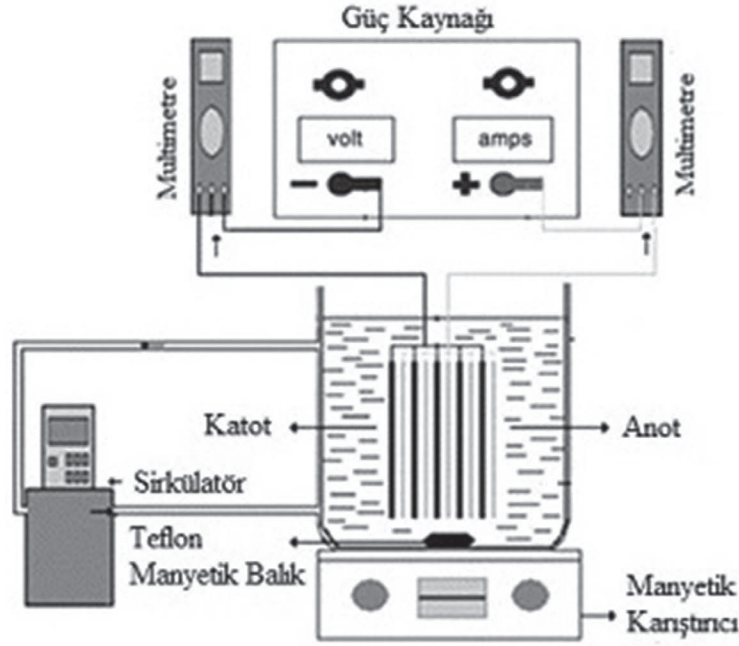
Ayrıca deney sırasında tükenen anot ve katot miktarını hesaplamak için, elektrotlar deneyden önce ve sonra hassas terazide tartılmıştır. Elektrokoagülasyon deneyleri Şekil 1’de gösterilen deney düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Akım ve voltaj kontrolü dijital bir güç kaynağı (Topward Dual-Tracking DC Power Supply model, 0-30V, 0-6A) ile sağlanmıştır. Kimyasal oksijen ihtiyacı analizleri standart metotlarda (AWWA 1985) belirtilen kapalı sistem (reflux) yöntemine göre yapılmıştır. KOİ ölçümleri için öncelikle potasyum hidrojen fitalat standart çözeltisi kullanılarak bir standart eğri hazırlanmıştır.

Analizde kullanılan çözeltiler

- **Parçalama çözeltisi:** 10.216 gr K₂Cr₂O₇ ve 33 gr HgSO₄, 167 mL derişik H₂SO₄ içerisinde çözülmüş ve çözelti saf su ile bir litreye tamamlanmıştır.
- **Asit çözeltisi:** 11 gr Ag₂SO₄ derişik 1 litre H₂SO₄ içerisinde çözümlenerek hazırlanmıştır.
- **Potasyum Hidrojen Fitalat:** (KHC₈H₄O₄, M_A=204.23 gr mol⁻¹) KOİ testinde uygulanacak aralığa göre standart kalibrasyon eğrisinin hazırlanmasında kullanılmıştır.

Analizin yapılışı

Belli zaman aralıklarında alınan numuneler 0.45 µm membran filtreden süzöldükten sonra içerisinde 1.5 mL örnek alınarak bor silikat tüplere konulmuştur. Üzerine 1 mL parçalama çözeltisi, 2 mL asit çözeltisi ilave edildikten sonra 148 °C’de bir termoreaktörde (WTW CR 3200) 2 saat kaynatılmış ve oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 600 nm dalga boyunda spektrofotometre (Shimadzu UV 160A) yardımıyla absorbans değerleri okunarak standart KOİ eğrisinden KOİ konsantrasyonları tayin edilmiştir.



Şekil 1. Deney Düzenegi

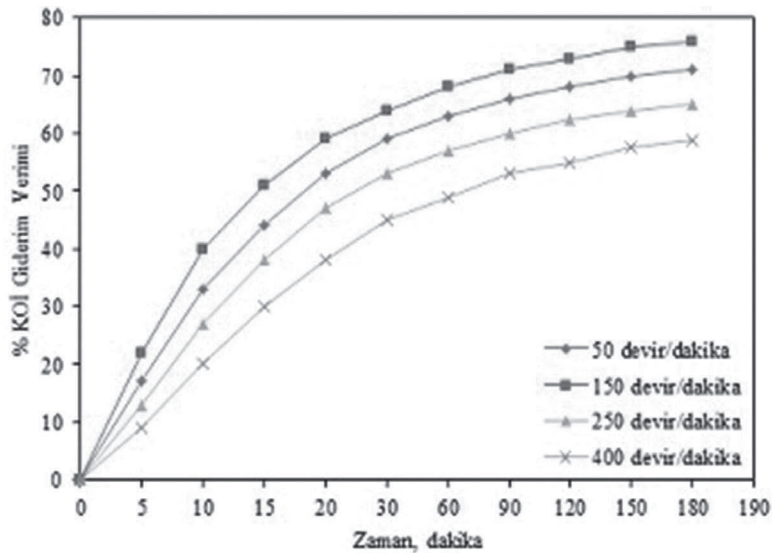
BULGULAR VE TARTIŞMA

Karıştırma hızının KOİ giderim verimi üzerine etkisi

Karıştırma hızının KOİ giderim verimleri üzerindeki etkisi 50, 150, 250 ve 400 “dev dak⁻¹” lık karıştırma hızlarında incelenmiş olup, elde edilen veriler Şekil 2’de grafiksel olarak gösterilmiştir. Denemeler atıksuyun kendi doğal pH değeri 5.20’de yapılmıştır. Denemeler

süresince akım yoğunluğu 1.429 “mA cm⁻²” ve sıcaklık 25 °C’dir.

Elektrotların çözünmesi ile oluşan yumaklaşırıcının eşit bir şekilde reaktöre dağılımını karıştırma hızı parametresi sağlamaktadır. Etkin dağılımın sağlanamaması, reaktör içeriğinin homojen olmamasına sebep olur. Ayrıca karıştırma; sistem içerisinde sıcaklık, pH gibi sistem değişkenlerinin homojenize olmasını da sağlar (Can, 2010).



Şekil 2. Alüminyum elektrot kullanılan denemelerde, 25 °C sıcaklıkta, akım yoğunluğu 1.429 mA cm⁻² ve pHi değeri 5.20’de karıştırma hızının KOİ giderim verimine etkisi

Şekil 2 incelendiğinde 50-400 “dev dak⁻¹” arasında değişen karıştırma hızlarında 180 dakika boyunca sistemde elde edilen KOİ giderim verimleri sırasıyla %71.33, %74, %65.19 ve %58.86 olarak bulunmuştur.

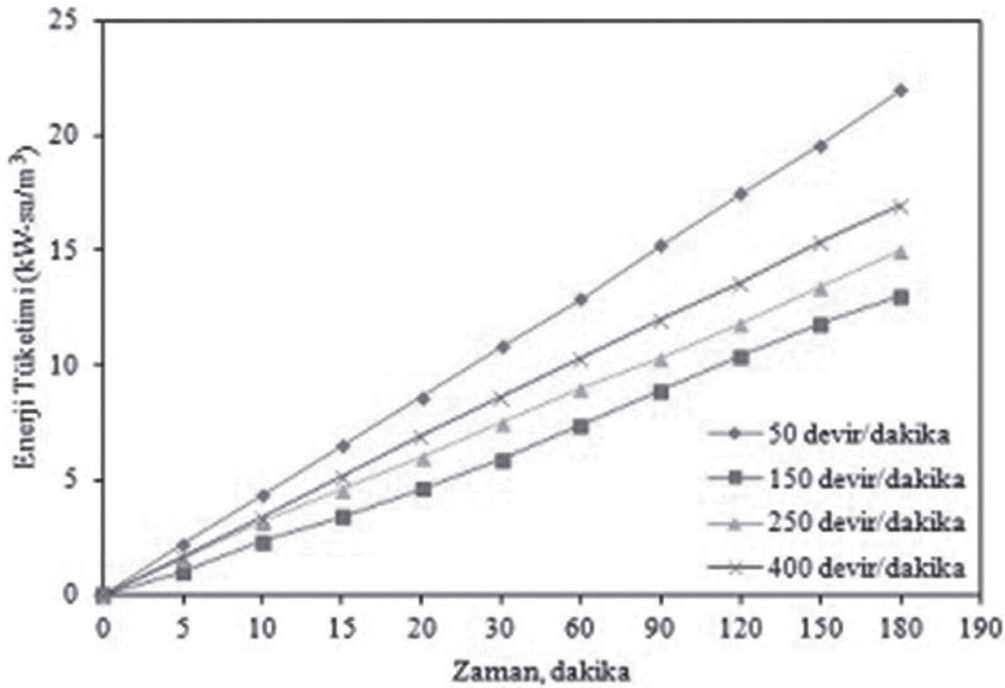
Şekil 2 incelendiğinde en iyi giderim verimi 150 “dev dak⁻¹”lık karıştırma hızı ile gerçekleştirilen denemelerde elde edilmiştir.

Bu hız değerinin altındaki değerde ve üstündeki değerlerde gerçekleştirilen denemelerde elde edilen giderim verimlerinde azalmalar görülmüştür.

50 “dev dak⁻¹” lık karıştırma hızında giderim veriminin azalmasının nedeninin, çözünen alüminyumun homojen dağılımının sağlanamaması ve kirletici ile reaksiyona girmeden reaktör tabanında birikiminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

150 “dev dak⁻¹” lık karıştırma hızından büyük değerlerde giderim veriminin azalmasının sebebinin ise, elektrokimyasal olarak çözünen alüminyumun homojen dağılımının sağlanmasına rağmen artan karıştırma hızından dolayı flok oluşma eğiliminin azalması ve oluşan flokların kesme kuvvetlerinin etkisinden dolayı tekrar parçalanması şeklinde olduğu düşünülmektedir (Yılmaz, 2009).

Karıştırma hızının KOİ giderim verimine etkisinin incelendiği denemelerden elde edilen veriler yardımıyla, (2) eşitliği kullanılarak enerji tüketimi değerleri hesaplanmıştır. Akım yoğunluğu 1.429 “mA cm⁻²”, pH 5.20 ve sıcaklık 25 °C’de farklı karıştırma hızları için sistemin enerji tüketiminin zamana göre değişimi Şekil 3’de grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 3. Alüminyum elektrot kullanılan denemelerde, 25 °C sıcaklıkta, akım yoğunluğu 1.429 mA cm² ve pH değeri 5.20’de karıştırma hızının zamanın enerji tüketimi üzerine etkisi

Elde edilen grafiksel sonuçlar düşük karıştırma hızlarında elektrokimyasal olarak çözünen alüminyumun homojen olarak karışmamasından ötürü elektrotlar arasında biriktiğini ve bu birikimin sonucu olarak da çözeltinin aynı iletkenlik değerine sahip olmasına rağmen hücre direncinin artmasına neden olduğunu göstermiştir. Hücre direncinin artması, sabit akım yoğunluğunda çalışılan sistemlerde potansiyel

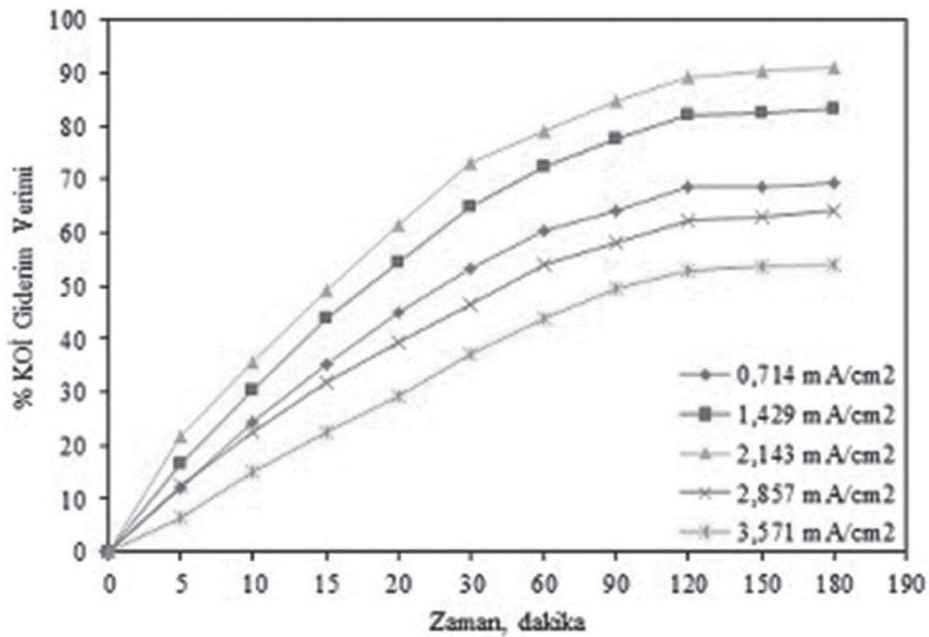
değerlerinin artmasına, bu da birim hacim başına daha çok enerji tüketimine yol açmaktadır. Yüksek karıştırma hızlarının enerji tüketimini artırmaların sebebinin ise, reaktör içerisinde meydana gelen yüksek hızın devreyi tamamlayan elektron akışı üzerinde olumsuz yönde oluşturduğu baskı neticesinde, elektron akışının yavaşlaması veya ilave bir direnç oluşturmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Yılmaz et al., 2008).

Akım yoğunluğunun sistem performansı üzerine etkisi

Birim elektrot alanına düşen akım, akım yoğunluğu olarak tanımlanmaktadır. Bu bölümde akım yoğunluğunun arıtma verimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Akım yoğunluğu elektrotlardan ayrılan alüminyum ve demir miktarını, gaz kabarcıklarının büyüklüğünü, oluşum hızını ve flokların gelişimini belirlemektedir (Mollah et al., 2004; Chen, 2004; Uğurlu et al., 2008). Şeker Fabrikası atıksularının

elektrokoagülasyon prosesi ile arıtılmasında akım yoğunluğunun kirleticilerin giderim verimi üzerindeki etkisi 0.714; 1.429; 2.143; 2.857 ve 3.571 “mA cm⁻²” akım yoğunluklarında ve atıksu başlangıç pH’sı 5.20 değerinde incelenmiştir.

Denemeler esasındaki çalışmamızı 150“dev dak⁻¹”da sabit tutulmuştur. Şekil 4’de pH 5.20 değerinde, 25 °C’de 0.714-3.571 “mA cm⁻²” akım yoğunluğu değerlerinde elde edilen KOİ giderim verimleri grafiksel olarak verilmiştir.



Şekil 4. Alüminyum elektrot kullanılan denemelerde, 25 °C sıcaklıkta, pH = 5.20 ve 150 dev dak⁻¹, karıştırma hızında başlangıç akım yoğunluğunun KOİ giderim verimine etkisi

Şekil 4 incelendiğinde uygulanan akım yoğunluğu arttıkça ilk dakikalarda giderme veriminin hızlı bir şekilde arttığı, arıtma süresinin ve enerji tüketiminin kademeli olarak artmasına rağmen giderme verimlerinde bu parametrelerdeki artışa oranla daha düşük bir verimin görüldüğü arıtma periyodu gözlenmektedir. Bu genel bir eğilimdir (Yıldız, 2003). Sisteme uygulanan akım yoğunluğunun artması ile alüminyumun çözünme hızı artmakta ve sabit kirletici miktarı ile daha fazla Al(OH)_{3(katı)} reaksiyona girerek ortamdan daha fazla kirletici uzaklaştırılmaktadır. Akım yoğunluğunun artmasıyla kabarcıkların yoğunluğu ve oluşum hızları

artmakta ve boyutları küçülmektedir. Bu durum H₂ flotasyonuna neden olmakta bu da kirleticilerin daha hızlı giderilmesini sağlamaktadır (Merzouk et al., 2009; Abdelwahab et al., 2009). Literatürde bazı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da akım yoğunluğu arttıkça KOİ giderim veriminin arttığı rapor edilmiştir (Chen, 2004). Ancak denemelerin yapıldığı akım yoğunluğunun miktarı arttıkça, özellikle 2.857-3.571 “mA cm⁻²” akım yoğunluklarında, giderim veriminde azalma görülmüştür. Bunun nedeni, yüksek akım yoğunluğunun uygulandığı denemelerde reaktörde oluşan çamur miktarının çok fazla olması

sebebiyle alüminyumun oluşan aşırı çamur miktarından dolayı yeterince çözünemediğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Ciardelli and Ranieri, 2000). Bu sebepten dolayı, yüksek akım yoğunlukları ile yapılan denemelerde reaksiyonun ilk dakikalarında hızlı bir giderim verimi elde edilmesine rağmen müteakip dakikalarda giderim verimi düşük seviyelerde kalmaktadır.

Şayet yüksek akım yoğunluklarında sistemde oluşan çamur, reaksiyon boyunca ortamdan uzaklaştırılırsa düşük akım yoğunluklarında elde edilen giderim

verimlerinin çok daha kısa zamanlarda elde edileceği düşünülmektedir.

Atıksu başlangıç pH değeri 5.20, karıştırma hızı 150 “dev dak⁻¹”, sıcaklık 25 °C olduğu ortam şartlarında akım yoğunluğu arttıkça atıksu pH’sının yükselme hızının da arttığı görülmektedir (Çizelge 2). Akım yoğunluğu arttıkça anottaki elektrot malzemesinin çözünmesi artacak ve buna paralel olarak katot bölgesinde suyun hidrolizi sonucu sürekli olarak ortama hidroksil iyonu verilmesinden dolayı reaktör içerisinde pH artışı olacaktır.

Çizelge 2. Alüminyum elektrot kullanılarak farklı akım yoğunluklarında yapılan denemelerde elde edilen zamana bağlı pH değişimi verileri

Zaman (dakika)	0.714 mA cm ⁻² mA.cm ⁻²	1.429 mA cm ⁻² mA.cm ⁻²	2.143 mA cm ⁻² mA.cm ⁻²	2.857 mA cm ⁻² mA.cm ⁻²	3.571 mA cm ⁻² mA.cm ⁻²
0	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
5	5.28	5.23	5.17	5.13	5.09
10	5.34	5.36	5.4	5.41	5.35
15	5.46	5.52	5.61	5.67	5.44
20	5.61	5.63	5.89	5.9	5.73
30	5.74	5.74	6.00	6.14	6.04
60	5.9	6.14	6.17	6.4	6.32
90	6.15	6.3	6.38	6.65	6.57
120	6.31	6.44	6.55	6.89	6.85
150	6.49	6.73	6.89	6.21	7.14
180	6.74	6.91	7.21	7.46	7.59

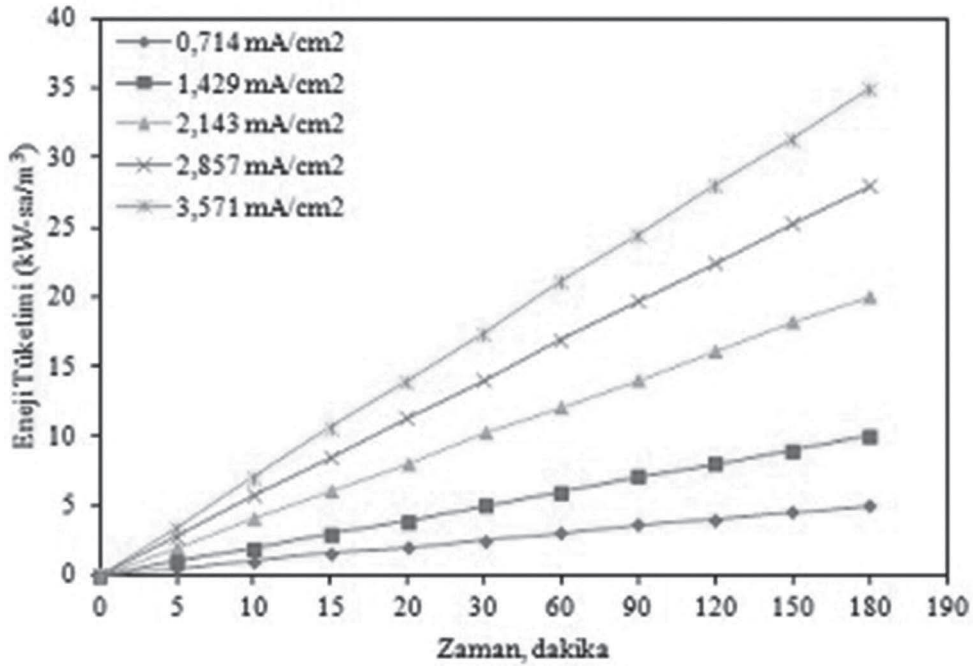
Şeker Fabrikası atıksularından kirleticilerin giderimine akım yoğunluğunun etkisinin incelendiği atıksuyun başlangıç pH’sı 5.20, karıştırma hızı 150 “dev dak⁻¹”, sıcaklık 25 °C olduğu ortam şartlarındaki denemelerden elde edilen veriler yardımıyla, (2) eşitliği kullanılarak enerji tüketimi değerleri hesaplanmıştır.

Bulunan değerler Şekil 5’de grafiksel olarak gösterilmiştir.

180. dakikada 0.714 “mA cm⁻²” akım yoğunluğunda KOİ giderim verimi %69.21 ve enerji tüketimi 4.5 “kW-saat m⁻³” iken 2.143 “mA cm⁻²” akım yoğunluğunda KOİ giderim verimi %91.14 ve enerji tüketimi 19.1 “kW-saat m⁻³” dür.

Akım yoğunluğu arttıkça sisteme uygulanan potansiyel fark artmakta, potansiyel farkın artması da enerji tüketimini artırmaktadır. Ancak akım yoğunluğu ile potansiyel fark doğrusal olarak artarken enerji tüketimi üssel olarak artmaktadır. Ayrıca Faraday Yasası’na göre akım yoğunluğunun artması elektrot tüketimini de arttırmaktadır.

Sonuç olarak akım yoğunluğu arttıkça hem enerji hem de elektrot maliyeti yani toplam maliyet artmış olmakla birlikte giderim veriminde bir noktadan sonra azalma kaydedilmiştir. Bu durum literatürde yapılan çalışmalar tarafından da desteklenmektedir (Kumar et al., 2004; İrdemez, 2004; Gao et al., 2005; Yılmaz et al., 2009).



Şekil 5. Alüminyum elektrot kullanılan denemelerde, 25 °C sıcaklıkta, pH= 5.20 ve 150 dev dak⁻¹ karıştırma hızında başlangıç akım yoğunluğunun enerji tüketimi üzerine etkisi

SONUÇ

Bu çalışmada, Şeker Fabrikası atıksularının elektrokoagülasyon yöntemi ile arıtılabilirliği incelenmiş ve karıştırma hızı ve akım yoğunluğu sistem parametrelerinin KOİ giderim verimi üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Elektrot malzemesi olarak genellikle kolay bulunabilen, ucuz ve etkili malzeme olan alüminyum elektrotlar tercih edilmiştir. Çalışmalarda kullanılan atıksu Erzurum Şeker Fabrikası'nın atıksu dengeleme havuzundan alınmıştır.

Şeker Fabrikası atıksuyunun elektrokoagülasyonla arıtımında ilk denemelerde karıştırma hızı değiştirilmiş diğer parametreler sabit tutulmuştur. Denemelerde karıştırma hızı aralıkları 50, 150, 250 ve 400 “dev dak⁻¹” seçilmiştir. En yüksek KOİ giderim verimi 150 “dev dak⁻¹” da gözlemlenmiştir. Karıştırma hızının 150 “dev dak⁻¹” olduğu denemede KOİ verimi %74 bulunmuştur.

Akım yoğunluğunun KOİ giderim verimleri üzerine etkisi incelenirken 0.714-3.571 “mA cm⁻²” aralığında denemeler gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar atıksuyun kendi doğal pH'sında (pH 5,20) gerçekleştirilmiş olup karıştırma hızı 150 “dev dak⁻¹” da sabit tutulmuştur. Bu şartlar sabit kalıp akım yoğunluğu artırıldığında, KOİ giderim veriminin arttığı gözlemlenmiştir. Akım yoğunluğundaki artışla elektrotlar arası potansiyel

farkının artmasından ötürü elektrot sarfiyatı ve enerji tüketimi artmıştır. Gerek sistemin bekletme süresi gerekse ortama verilen alüminyumun etkin kullanımı ve enerji tüketimi açısından 2.143 “mA cm⁻²” akım yoğunluğunda çalışılmasının uygun olduğu görülmüştür. Karıştırma hızının 150 “dev dak⁻¹”, başlangıç pH'sının 5.20, akım yoğunluğunun 2.143 “mA cm⁻²” olduğu denemede KOİ giderim verimi %91.14 bulunmuştur.

Elde edilen bu sonuçlar alüminyum elektrotlar ile yapılan elektrokoagülasyon arıtma yönteminin Şeker Fabrikası atıksularından KOİ giderimi için oldukça umut verici olduğunu göstermektedir. Mevcut laboratuvar ölçekli çalışmaların geliştirilmesiyle, pilot ölçekte elektrokoagülasyon sistemleri oluşturulabilir.

KAYNAKLAR

- Abdelwahab, O., Amin N.K., El-Ashtouky, E-S.Z. 2009. Electrochemical removal of phenol from oil refinery wastewater. *Journal of Hazardous Materials*. 163(2): 711-716.
- Bayar, S. Yıldız, Y. S.; Yılmaz, A.E., Irdemez, S. 2011 The effect of stirring speed and current density on removal efficiency of poultry slaughterhouse wastewater by electrocoagulation method. *Desalination*, 280: 103-107.
- Bayar, S., Yılmaz, A.E., Boncukcuoğlu, R., Fil, B.A., Kocakerim, M.M. 2013. Effects of operational parameters on cadmium removal from aqueous solutions by electrochemical coagulation. *Desalination and Water Treatment*. 51(13-15): 2635-2643.

- Bayar, S., Boncukcuoğlu, R., Yılmaz, A.E., Fil, B.A. 2014. Pre-Treatment of Pistachio Processing Industry Wastewaters (PPIW) by electrocoagulation using al plate electrode. *Separation Science and Technology* 49(7): 1008-1018.
- Can, B.Z., 2010. Sulu Çözeltilerden Arsenik ve Bor'un Birlikte Ve Seçimli Olarak Elektrokoagülasyon Yöntemi İle Giderimi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum
- Chen, G. 2004. Electrochemical technologies in wastewater treatment, 38(1): 11-41.
- Ciardelli, G., Ranieri, N., 2000. The treatment and reuse of wastewater in the textile industry by means of ozonation and electroflocculation. *Water Research*, 35(2): 567-572.
- Donini, J.C., Kan, J., Szykarczuk, J., Hassan, T.A., Kar, K.L. 1994. The operating cost of electrocoagulation. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 72(6): 1007-1012.
- Gao, P., Chen, X., Shen, F., Chen, G., 2005. Removal of chromium (VI) from wastewater by combined electrocoagulation–electroflotation without a filter, *Separation and Purification Technology*, 43(2): 117–123.
- İrdemez, A.T., 2004. Elektrokoagülasyon Yöntemi ile Atıksulardan Fosfat Giderimi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Isa, M.H., Ezechia, E.H., Ahmed, Z., Magram, S.F., Kutty, S.R.M. 2014. Boron removal by electrocoagulation and recovery. *Water Research*. 51: 113–123.
- Katal, R., Pahlavanzadeh, H., 2011. Influence of different combinations of aluminum and iron electrode on electrocoagulation efficiency: application to the treatment of paper mill wastewater, *Desalination* 265: 199–205.
- Koparal, A.S., Gökçen, Ş., Öğütveren, Ü. 1999. Petrol formasyon suyunun elektrokimya ve geleneksel yöntemler ile arıtılabilirliğinin incelenmesi. in: *Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu III*, . İstanbul, pp. 370-390.
- Koyuncu, A.G., 2006. Şeker Endüstrisi Atıksularının Elektrokimyasal Yöntemlerle Arıtımı. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kumar, P.R., Chaudhari, S., Khilar, K.C., Mahajan, S.P., 2004. Removal of arsenic from water by electrocoagulation, *Chemosphere*, 55 (9): 1245-1252.
- Merzouk, B., Gourich, B., Sekki, A., Madani, K., Chibane, M., 2009. Removal turbidity and separation of heavy metals using electrocoagulation–electroflotation technique: A case study. *Journal of Hazardous Materials*, 164(1): 215-222.
- Merzouk, B., Yakoubi, M., Zongo, I., Leclerc, J.-P., Paternotte, G., Pontvianne, S., Lopicque, F. 2011. Effect of modification of textile wastewater composition on electrocoagulation efficiency. *Desalination*, 275(1-3): 181-186.
- Mollah, M.Y.A., Morkovsky, P., Gomes, J.A.G., 2004. Fundamentals, present and future perspectives of electrocoagulation. *Journal Hazardous Materials*, 114(1-3): 199-210.
- Şimşeker, M., 2009. Tekstil Endüstrisi İndigo Atıksularının Elektrokoagülasyon ve Diğer Fiziksel-Kimyasal Yöntemler ile Arıtımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Uğurlu M., Gürses A., Doğan Ç., Yalçın M., 2008. Theremoval of lignin and phenol from paper mill effluents by electrocoagulation. *Journal of Environmental Management*, 87(3): 420-428.
- Yıldız, Y.Ş., 2003. Humik Maddeler İçeren Atık Suların Elektrokoagülasyon Metodu ile Arıtımı. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Yılmaz, A.E., Boncukcuoğlu, R., Kocakerim, M.M., Yılmaz, M.T., Paluluoğlu, C., 2008. Boron removal from geothermal waters by electrocoagulation, *Journal of Hazardous Materials*, 153(12): 146-151.
- Yılmaz, A.E., Boncukcuoğlu, R., Kocakerim, M.M., Kocadağistan, E., 2009. An empirical model for kinetics of boron removal from boron containing wastewaters by the electrocoagulation method in batchreactor. *Desalination*, 230(1–3): 288-297.

Demiryollarından Kaynaklanan Çevresel Gürültü ve Erzurum İli Örneği

Fatma EKMEKYAPAR TORUN¹, Züleyha BİNGÜL²

ÖZET: Gürültü kirliliği, çözümüne hızlı ulaşılmaması gereken problemlerden biri olarak son yıllarda insan hayatına girmiştir. İnsanların sağlıklarını fizyolojik, fiziksel ve psikolojik açıdan etkileyen gürültü kirliliği aynı zamanda iş ve eğitim hayatlarındaki performanslarını azaltan bir çevre kirliliği türüdür. Son zamanlarda yapılan araştırmalar büyük şehirlerde gürültü kirliliğinden etkilenen kişi sayısının giderek arttığını ve bunun sonucu toplum sağlığı üzerinde büyük riskler oluşturduğunu ortaya koymuştur. Ulaşımdan kaynaklanan gürültüler içinde yer alan demiryolu gürültüsü üzerine arazide yapılan bu çalışma Erzurum şehir merkezinde yürütülmüştür. Terminal Caddesi, Protokol Yolu, Hemzemin Geçidi ölçüm yeri olarak belirlenmiştir. Demiryolu hattı şehir merkezinin ortasından geçmektedir. Trenler şehir içerisinde Doğu-Batı doğrultusunda yoğunlukla gündüzleri geçmektedir. Demiryolunun yakınında okullar, yerleşim yerleri, iş yerleri, alışveriş merkezleri, restoranlar ve endüstriyel alanlar bulunmaktadır. Bu çalışmada demiryollarından kaynaklanan gürültü ile demiryolu çevresindeki diğer gürültüler ele alınarak; gürültü seviyesinin tespiti ve insanlar üzerine etkisinin azaltılması amaçlanmıştır. Gerekli ölçümler SVANTEK marka SVAN958 model ses ölçüm cihazı ile yapılmış ve elde edilen verilerden çeşitli formüller ile gürültü seviye parametreleri hesaplanmıştır. 16 Nisan ve 15 Mayıs 2014 tarihleri arasında bir ay süre ile toplam 131 ölçüm yapılmıştır. Ölçüm sonuçlarının yaklaşık üçte birinin “geçen trenler” için yönetmelikle belirlenen sınır değer olan 75 dB(A)’yı geçtiği görülmüştür. Çalışmanın sonucunda, yüksek gürültü seviyelerine karşı alınabilecek etkin önlemler üzerinde durularak demiryolu gürültüsünün mevzuatlar çerçevesinde kabul edilebilir sınırlara getirilmesi için çeşitli çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Çevresel gürültü, gürültü kirliliği, gürültü mevzuatı, demiryolu gürültüsü

Environmental Noise Caused by Railways and Erzurum Province as Case Study

ABSTRACT: Noise pollution has become a part of daily life as one of the problems that require an immediate solution. Affecting public health in physiological, physical and psychological aspects, noise pollution is also a type of environmental pollution which decreases people’s performance both at work and at school. Recent research has shown that the number of people affected by noise pollution in big cities has increased, as a result of which huge risks have occurred on public health. This field study concerning railway noise originated from transportation was carried out in the city center of Erzurum. Terminal Street, Protokol Road, Level Crossing is identified as the measurement place. The railway line is located in the middle of the city. The trains pass towards the east and the west especially during daytime. Many facility centers are located around the railway line including schools, residential areas, workplaces, shopping centers, restaurants and industrial areas. The aim of this study is to determine the noise level and reduce its effects on human beings by evaluating the environmental noise caused by railways and the other noise sources around the railway. The required measurements were carried out by SVAN958 sound level meter and noise level parameters were calculated by various formulas using the data. 131 measurements in total were held within a month between the date of April 16 and May 15 2014. About one third of the measurement results were observed to be over 75 dB(A), which is the limit value for “passing trains” set by the regulations. At the end of the study, various solution offers were presented to function as countermeasures against the high noise levels and to bring railway noise down to the acceptable limitations set by the regulations.

Keywords: Environmental noise, noise pollution, noise regulations, railway noise

¹ Atatürk Üniv., Müh. Fak., Çevre Müh. Böl., Erzurum, Türkiye

² Çevre ve Şehircilik İl Müd., Erzurum, ÇED ve Çevre İzinleri Şube Müd., Erzurum, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Züleyha BİNGÜL zuleyha.bingul@csb.gov.tr

GİRİŞ

Gürültü belirgin bir özelliği olmayan ve istenmeyen ses kaynakları olarak tanımlanmaktadır (Arlı ve Öztürk, 2010). Sesin şiddetine ve frekansına bağlı olarak gürültü rahatsız edici olmaktadır. Kentsel hayatın kaçınılmaz sorunlarından biri olan gürültü, ilerleyen teknolojiye paralel olarak, kalabalıklaşan şehirlerde kent kullanıcılarının hayatı üzerinde zararlı olacak dozlara yükselmiştir. Gürültü insanların işitme sağlığını ve algılamasını olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengelerini bozabilen, iş performansını azaltan, çevrenin hoşluğunu ve sakinliğini yok ederek niteliğini değiştiren bir tür kirliliktir (Sirel, 1988; Karpuzcu, 1994; Kumbur, 1995; Sağlık Bakanlığı, 2002). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde teknolojinin gelişmesine bağlı olarak artan gürültü sorunu, günümüzün önemli çevre sorunlarından birisi haline gelmiştir.

Sesin Gürültü Olarak Algılanması

Ses düzeyini ölçmek için kullanılan birim, akustik basıncın logaritmik fonksiyonu olup desibel (dB), akustik basıncın duyulabilir sınırı ise dB(A) olarak tanımlanmaktadır. dB(A), insan işitme sisteminin düşük şiddetteki seslere karşı en çok hassas olduğu orta ve yüksek frekanslara daha fazla ağırlık veren, A ağırlıklı ses seviyesi olarak tabir edilen ve gürültünün etkilenim değerlendirilmesi ve kontrolünde yaygın olarak kullanılan bir ses seviyesi ölçütünü verir (Anonim, 2010). Desibel çizelgesinde 0 dB(A) ile 140 dB(A) değerleri sağlıklı insan kulağının işitebileceği en düşük ve en yüksek ses seviyesini tanımlamaktadır. Gürültü zamana göre değiştiği için ölçüm ve tahminler, verilen süre içinde ortalama değerler ve diğer göstergeler ile tanımlanmaktadır (Arlı ve Öztürk, 2010). Çevresel gürültü ölçümlerinde, gürültünün alıcılar üzerindeki etkisinin değerlendirilmesinde genellikle aşağıdaki parametreler kullanılmaktadır.

Eşdeğer gürültü seviyesi (L_{Aeq}): Ses seviyesinin zamanla gelişi güzel değiştiği yani kararsız gürültülerin değerlendirilmesinde; ses seviyesinin zamanla değişiminin incelenmesi yerine, sesin eşdeğer sürekli ses seviyesi kullanılır. Eşdeğer sürekli ses seviyesi, verilmiş bir süre zarfında süreklilik gösteren ses enerjisinin veya ses basınçlarının ortalama değerini veren dB(A) biriminde bir gürültü ölçüğüdür. Eş değer ses seviyesi;

$$L_{eq} = 10 \log(1/n) \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \quad (1)$$

olarak ifade edilir.

Ses etkilenim seviyesi (L_{AE}): Eşdeğer sürekli ses seviyesinin yeterli bilgiyi sağlayamadığı, çok kısa süren ve birden yükseldikten sonra alçalan sesin değerlendirilmesidir. Bu tür seslerin seviyelerini belirlemede en uygun yöntem, en yüksek ses seviyesi değerini ya da ses etkilenim seviyesini (Sound Exposure Level) (SEL) kullanmaktır. SEL, zaman aralığı 1 saniye alınan L_{eq} olarak da tanımlanır.

En yüksek ses seviyesi (L_{AFmax}): Ölçüm süresi içerisinde (dB(A) olarak ölçülen) A ağırlıklı ses düzeyinin en büyük değerini gösterir.

En düşük ses seviyesi (L_{AFmin}): Ölçüm süresi içerisinde (dB(A) olarak ölçülen) A ağırlıklı ses düzeyinin en düşük değerini gösterir.

Tepe gürültü seviyesi (L_{Cpeak}): Verilen bir zaman aralığında C frekans ağırlığı kullanılarak ölçülen anlık ses düzeyinin en yüksek değeridir. Bu parametrede A ağırlığının yerine C'nin kullanılmasının sebebi insan kulağını yüksek seviyelerdeki gürültü karşısında daha iyi simüle edebilmesidir (Anonim, 2011b).

Gürültü Kaynakları

Açık alanda mevcut olan gürültü kaynakları: Gerek yapı içindeki hacimleri ve gerekse yapı dışındaki açık alanları kullanan kişileri etkileyen gürültülerdir. Bunlar ulaşım gürültüleri (karayolu, denizyolu, demiryolu, uçak ve havaalanı gürültüleri), endüstri gürültüleri, şantiye gürültüleri, insan etkinliklerine ilişkin gürültüler, eğlence ve ticari amaçlı gürültüler şeklinde gruplandırılabilir.

Yapı içi gürültü kaynakları: Yapıların içinde yer alan kaynaklardan doğan seslerdir. Bunlar da konuşma sesleri, ev araçlarının gürültüleri, yükseltilmiş müzik sesleri, garaj gürültüleri, çeşitli makine-donanım gürültüleri ve yapı içinde yer alan her türlü işyerinden gelen özel gürültüler şeklinde sıralanabilir (Anonim, 2011a).

Demiryolu Gürültüsü ve Kontrolü

Demiryolu her ülke için stratejik önemi olan ucuz bir ulaşım seçeneğidir. Günümüzde ABD, Avrupa Birliği ve Japonya gibi gelişmiş ülkeler demiryolu ulaşımı ile ilgili özel enstitüler kurarak bu ulaşım ağının nasıl daha etkin, çevre dostu ve daha ucuz olabileceği üzerinde çalışmaktadırlar. Demiryolu araçları da diğerleri gibi çeşitli çevresel sorunlara neden olmaktadır. (Şahinkaya, 2005). Bu sorunlardan biri olan gürültü, araçların ve yardımcı ekipmanlarının çalışmasından dolayı oluşan gürültü ile araç tekerlerinin ray ile

temasından dolayı ortaya çıkan gürültü gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Raylı ulaşım sistemlerinde oluşan çevresel gürültü düzeyine etki eden faktörler ise; yola olan uzaklık, servis aralığı, yol seviyesi, yolun eğim derecesi, aracın boyu ve cinsi, yol kenarındaki yapılaşma ve bitki örtüsü şeklinde sıralanabilir (Toprak ve Aktürk, 2006). Yaşadığımız çevredeki gürültü limitleri, gerçekleştirilen

faaliyet tiplerine ve faaliyetlerin yapıldıkları alanlara göre tanımlanmış olması gerekmektedir. Raylı sistemler için bu tanımlama, 4 Haziran 2010 tarih ve 27601 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde yapılmıştır. Hafif raylı sistemler için limit değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Hafif raylı sistemler için çevresel gürültü sınır değerleri

Yer altı İstasyonları		L_{eq} (dB(A))	Yer üstü İstasyonları		L_{eq} (dB(A))
Gişeler, merdivenler, koridorlar		55	Platformlar (Platform kenarından 1,8 m)	Duran ve kalkan trenler için	70
Platformlar (Platform kenarından 1,8 m)	Duran ve kalkan trenler için	80		Geçen trenler için	75
	Geçen trenler için	85		Çalışır durumda bekleyen trenler için	65
	Çalışır durumda bekleyen trenler için	65			
İstasyon içinde havalandırma sistemi		55			
Caddelerde havalandırma kanalları (9.0 m'de)		55			
İstasyon içinde kapalı hacimlerde bulunan acil havalandırma fanları (22. m'de)		80			

Limitler, istasyonların yer altı ve yer üstü olmaları durumlarına göre iki ana gruba ayrılmıştır. Ayrıca yer altında bulunan istasyonların içerisinde bulunan havalandırma sistemlerine ilişkin gürültü limit değerleri de verilmiştir. Limit değerleri yeraltı istasyonları için 55 dB(A) ve 85 dB(A), yerüstü istasyonları için ise 65 dB(A) ile 75 dB(A) arasında değişiklik göstermektedir.

Avrupa'da, Amerika'da ve ülkemizde yapılan çeşitli çalışmalarda demiryolu gürültüsü; oluşumuna sebep olan faktörler, belirlenmesi için gereken parametreler ve insan sağlığına etkileri açısından incelenmiş, elde edilen sonuçlar standart ve yönetmeliklere göre değerlendirilerek alınması gereken önlemler üzerinde durulmuştur (Çubuk ve ark., 2002; Anonim, 2002; Pampal ve ark., 2002; Toprak ve Aktürk, 2002; Anonim 2003; Bilgiç ve Aksulu, 2013). Raylı ulaşım sistemlerinde çevresel gürültü seviyelerinin ölçülmesi ile yapılan modelleme çalışmaları da bulunmaktadır (Ignaccolo, 2000; Toprak, 2003; Toprak ve Aktürk, 2006).

Bu çalışmada, Erzurum ili için demiryollarından kaynaklanan gürültünün boyutlarını incelemek üzere yerinde ölçümler yapılmıştır. Maksimum, minimum ve eşdeğer gürültü seviye parametreleri hesaplanarak demiryolu çevresindeki gürültü seviyesi tespit edilmiştir. Mevcut yönetmelik göz önüne alınarak sonuçlar

değerlendirilmiş ve yüksek gürültü seviyelerine karşı alınabilecek önlemler hakkında bilgi verilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Gürültü Ölçüm Yeri

Bu çalışmada Erzurum şehir merkezinde Terminal Caddesi Protokol Yolu Hemzemin Geçidi ölçüm yeri olarak seçilmiştir. Ölçüm noktası koordinatları 39°54'36.98" kuzey enlemi ve 41°15'15.06" doğu boylamı olarak belirlenmiştir. Erzurum il sınırları içerisindeki toplam demiryolu uzunluğu 211 km olup bu hat açık alanlardan, sanayi bölgelerinden ve yerleşim yerlerinden geçmektedir. Erzurum'daki demiryolu hatları doğu-batı ekselidir. Kuzey-güney ekseninde demiryolu hattı bulunmamaktadır. Erzurum ili mevcut demiryolu ağı Doğu Ekspresi güzergâhı üzerinde bulunmaktadır. Normal şartlarda Haydarpaşa-Kars-Haydarpaşa hattında işleyen Doğu Ekspresi, Ankara-İstanbul hızlı tren hattı çalışmaları nedeniyle 1 Şubat 2012 tarihinden itibaren iki yıl süresince Ankara-Kars-Ankara arasında seferlerine devam edecektir. Erzurum ili sınırları içerisinde yer alan demiryolu hattı yolcu taşımacılığı ile birlikte yük taşımacılığı amacıyla da kullanılmaktadır.

Gürültü Ölçüm Cihazı

Bu çalışmada, gürültü ölçümleri TSE 9315 Standartları ve Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen esaslar çerçevesinde SVAN958 (Seri No:14683) gürültü ölçüm cihazıyla 16 Nisan-15 Mayıs 2014 tarihleri arasında yapılmıştır. Ölçüm birimi dB(A)'dır. Cihaz dijital olup gürültü ölçümlerinden önce kalibrasyonu yapılmıştır. Mikrofon, rüzgârlık, kablo ve kaydedicisi IEC (Uluslararası Elektroteknik Komitesi) 61672-1:2002'de anlatılan Tip 1 standartlarına uygundur. Cihazın frekans analizi yapma ve çok düşük seviyedeki ses basınç seviyelerini ölçebilme özellikleri sayesinde değerlendirilen gürültü hakkında daha kesin bilgiler ve sonuçlar elde edilmektedir. Gürültü ölçüm cihazının

genel özellikleri; eş zamanlı ses ve titreşim ölçebilme, yavaş, hızlı ve darbe ölçümleri alabilme, 17 dB(A) ile 140 dB(A) arasında ölçüm alabilme, 1/1 ve 1/3 oktav bant analizi yapabilme, SPL (ses basınç seviyesi), L_{eq} , SEL, L_{Max} , L_{Min} , L_{Peak} ölçebilme, A, B, C ve zaman ağırlıklı ölçüm yapabilme ve hassasiyet ± 1 dB şeklinde verilmektedir.

Gürültü Ölçüm Yöntemi

Demiryolu trafik gürültüsünün ölçümü

Gürültü ölçümlerinde cihaz yerden 120-150 cm yükseklikte ve yer ile $30-45^\circ$ açı yapacak şekilde tutulmuştur. Ölçüm yerinin demiryolu ile uzaklığı 3 m karayolu ile uzaklığı 1 m olarak alınmıştır. Ölçüm yeri ve demiryolu hattı harita görünümü Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Demiryolu hattı harita görünümü

Ölçümler yapılırken ölçüm noktasının ses dalgalarının geri yansımaya neden olan engellerin yakın çevresinde olmamasına dikkat edilmiştir. Ölçüm noktasında yolcu ve yük treninden yayılan anlık gürültü değerleri ölçülmüştür. Her ölçümde, ölçümün yapıldığı tarih, saat, geçen trenin türü ve trenin geçiş süresi kaydedilmiştir.

Arka plan gürültü ölçümü

Demiryolu trafik gürültüsü ölçümlerinin yapıldığı noktada arka plan gürültüsünü belirleyebilmek için yolcu ve yük treninin geçmediği durumlarda da ölçümler yapılmıştır. Arka plan gürültü ölçümlerinin yapılması ile ölçümün yapıldığı çevrede var olan çevresel gürültülerin demiryolu trafik gürültüsüne katkısı belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında yapılan demiryolu gürültüsü ölçümleri ile arka plan gürültü ölçümlerinin sonuçları sırasıyla Çizelge 2 ve Çizelge 3'de verilmiştir.

Demiryolu gürültüsü için yük ve yolcu trenlerine ait 16 Nisan-15 Mayıs 2014 tarihleri arasında toplam 131 ölçüm yapılmış olup 50 tanesinin yönetmelikte "geçen trenler" için verilen eşdeğer gürültü seviyesi (L_{eq}) sınır değeri 75 dB(A)'i aştığı görülmüştür.

L_{eq} parametresi için en yüksek değerler yük treni ve yolcu treni için sırasıyla 88,1 dB(A) ve 86,3 dB(A) olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 2. Demiryolu gürültüsü ölçüm sonuçları

Tarih	Başlangıç	Bitiş	Tren Türü	L _{AFmax}	L _{AFmin}	L _{Cpeak}	L _{eq}	L _{AE}	Geçiş Süresi
16.04.2014	10:41:07	10:42:02	Yük	93.1	64.4	85.0	62.6	80.0	00:00:55
16.04.2014	12:41:23	12:41:57	Yolcu	73.6	56.9	103.8	77.6	94.1	00:00:34
16.04.2014	14:33:03	14:33:41	Yolcu	78.3	58.7	101.0	79.7	99.3	00:00:38
16.04.2014	18:35:30	18:35:57	Yük	70.4	60.1	87.9	66.4	81.4	00:00:27
17.04.2014	11:33:30	11:34:25	Yük	70.8	52.9	89.8	62.2	79.7	00:00:55
17.04.2014	12:41:12	12:41:48	Yolcu	81.7	56.7	109.2	76.4	94.2	00:00:36
17.04.2014	14:35:47	14:36:19	Yolcu	87.6	56.6	101.9	71.4	86.4	00:00:32
17.04.2014	18:52:08	18:52:29	Yük	85.7	52.6	97.4	74.3	87.9	00:00:21
17.04.2014	20:50:06	20:50:48	Yük	93.2	58.6	91.2	70.0	89.3	00:01:02
18.04.2014	11:24:30	11:25:09	Yük	75.3	62.1	93.7	71.2	86.6	00:00:39
18.04.2014	12:43:21	12:43:48	Yolcu	93.0	57.5	111.1	84.7	98.7	00:00:27
18.04.2014	13:42:13	13:42:49	Yük	80.2	59.3	100.7	73.6	97.1	00:00:36
18.04.2014	14:35:59	14:37:16	Yolcu	77.7	60.0	94.2	68.7	87.7	00:01:17
18.04.2014	18:22:35	18:23:03	Yük	78.5	64.4	109.7	79.6	87.5	00:00:28
18.04.2014	19:29:49	19:30:26	Yük	69.6	56.8	90.1	63.2	89.2	00:00:37
19.04.2014	09:31:25	09:32:16	Yük	78.8	57.3	98.4	71.2	87.6	00:00:51
19.04.2014	12:40:13	12:40:50	Yolcu	72.8	61.2	103.9	70.4	84.5	00:00:37
19.04.2014	14:27:11	14:27:42	Yolcu	77.7	53.3	103.8	67.1	81.9	00:00:31
19.04.2014	18:12:35	18:13:22	Yük	82.5	63.7	100.7	79.6	86.5	00:00:47
19.04.2014	20:21:51	20:22:23	Yük	93.0	62.7	105.4	79.3	92.1	00:00:42
20.04.2014	12:19:22	12:20:00	Yolcu	87.6	59.5	110.6	77.9	93.9	00:00:38
20.04.2014	14:35:02	14:35:19	Yolcu	74.1	60.0	102.8	70.6	83.1	00:00:17
20.04.2014	16:21:51	16:22:15	Yük	93.0	64.3	105.4	77.0	91.1	00:00:24
21.04.2014	12:41:18	12:42:00	Yolcu	87.1	57.8	110.1	76.0	92.4	00:00:42
21.04.2014	14:35:18	14:35:52	Yolcu	94.1	58.9	108.3	79.4	94.8	00:00:34
21.04.2014	15:15:47	15:16:17	Yük	90.0	58.5	108.1	76.2	91.1	00:00:30
21.04.2014	19:41:14	19:42:55	Yük	95.5	63.1	112.5	83.7	103.	00:01:41
22.04.2014	12:38:27	12:38:43	Yolcu	75.3	53.7	101.4	76.3	84.8	00:00:16
22.04.2014	13:18:08	13:18:36	Yük	87.7	67.0	105.7	79.3	94.2	00:00:28
22.04.2014	14:28:57	14:29:30	Yolcu	88.7	63.3	114.4	77.3	97.0	00:00:33
22.04.2014	19:26:49	19:27:08	Yük	70.6	60.8	90.4	65.5	78.3	00:00:19
23.04.2014	10:21:22	10:21:58	Yük	87.2	56.4	103.7	74.2	94.2	00:00:36
23.04.2014	12:33:09	12:33:57	Yolcu	78.5	53.8	108.8	74.4	89.1	00:00:48
23.04.2014	14:43:00	14:43:27	Yolcu	86.0	56.1	112.9	75.4	89.9	00:00:27
23.04.2014	16:33:02	16:33:28	Yük	79.6	63.3	102.0	72.5	78.0	00:00:26
23.04.2014	18:14:04	18:14:38	Yük	94.2	63.3	107.4	76.2	87.5	00:00:34
24.04.2014	06:39:21	06:39:54	Yük	69.8	43.7	83.5	58.3	71.5	00:00:33
24.04.2014	12:51:16	12:51:43	Yolcu	100.	62.1	110.4	86.2	100.	00:00:27
24.04.2014	14:39:15	14:39:32	Yolcu	77.8	63.6	108.9	72.4	85.4	00:00:17
24.04.2014	19:17:44	19:17:55	Yük	76.3	0.0	95.7	73.1	83.0	00:00:11
25.08.2014	06:47:19	06:47:34	Yük	67.8	45.9	85.8	59.8	73.5	00:00:15
25.08.2014	12:30:49	12:31:17	Yolcu	68.5	51.8	98.8	64.4	79.1	00:00:28
25.08.2014	14:35:05	14:35:52	Yolcu	83.1	57.2	102.9	73.1	83.6	00:00:47
25.08.2014	18:34:04	18:34:38	Yük	91.2	61.3	111.4	83.2	98.5	00:00:34
26.04.2014	08:40:01	08:40:17	Yük	77.9	61.6	93.4	72.9	84.4	00:00:16
26.04.2014	12:33:21	12:43:48	Yolcu	93.6	56.9	101.9	83.1	97.8	00:00:27
26.04.2014	14:55:27	14:55:49	Yolcu	90.9	52.1	103.6	73.2	87.3	00:00:22
26.04.2014	21:10:06	21:10:43	Yük	96.5	66.7	109.6	88.1	102.0	00:00:27
27.04.2014	11:30:52	11:31:18	Yük	84.6	48.4	95.6	73.2	87.4	00:00:26
27.04.2014	12:35:27	12:35:49	Yolcu	90.9	52.1	103.6	73.2	87.3	00:00:22
27.04.2014	14:54:52	14:55:34	Yolcu	89.3	55.2	103.7	78.4	94.7	00:00:42
27.04.2014	18:34:04	18:34:38	Yük	94.5	60.7	104.4	78.2	87.5	00:00:34
28.04.2014	08:21:25	08:22:16	Yük	80.8	0.0	98.9	73.7	90.6	00:00:51
28.04.2014	11:50:41	11:51:27	Yük	75.7	61.1	107.2	68.5	85.0	00:00:46
28.04.2014	12:58:37	12:58:43	Yolcu	95.3	53.7	110.4	86.3	94.8	00:00:06
28.04.2014	15:01:25	15:01:50	Yolcu	82.9	55.3	105.5	71.3	85.0	00:00:25
28.04.2014	20:54:06	20:55:08	Yük	90.2	60.6	109.2	80.0	98.0	00:01:02
29.04.2014	10:20:32	10:21:48	Yük	89.2	55.6	101.3	74.2	89.4	00:01:06
29.04.2014	12:35:27	12:35:52	Yolcu	86.1	54.6	107.9	78.7	93.1	00:00:25
29.04.2014	13:22:13	13:22:39	Yük	80.2	0.0	99.7	73.0	87.1	00:00:26
29.04.2014	14:35:28	14:35:52	Yolcu	88.1	56.3	107.9	80.2	91.6	00:00:24
30.04.2014	09:52:50	09:53:42	Yük	88.7	60.1	107.1	78.7	95.9	00:00:52
30.04.2014	10:00:42	10:01:48	Yük	90.2	54.6	104.3	74.0	92.4	00:01:06
30.04.2014	12:28:21	12:28:58	Yolcu	94.1	50.1	102.8	81.3	96.8	00:00:37
30.04.2014	14:34:57	14:35:22	Yolcu	87.0	55.6	111.6	74.1	88.4	00:00:25

Çizelge 2'nin devamı...

Tarih	Başlangıç	Bitiş	Tren Türü	L _{AFmax}	L _{AFmin}	L _{Cpeak}	L _{eq}	L _{AE}	Geçiş Süresi
30.04.2014	18:12:35	18:12:43	Yük	80.5	66.4	99.7	76.9	86.5	00:00:08
30.04.2014	21:10:36	21:11:03	Yük	95.6	67.4	112.6	87.7	102.	00:00:27
01.05.2014	09:31:41	09:31:50	Yük	71.0	65.5	88.8	69.0	77.8	00:00:09
01.05.2014	12:47:11	12:47:39	Yolcu	87.6	50.9	92.7	76.1	87.8	00:00:28
01.05.2014	14:35:25	14:35:52	Yolcu	93.1	55.0	117.9	79.2	93.6	00:00:27
01.05.2014	16:23:20	16:23:28	Yük	71.1	62.3	92.0	67.5	77.0	00:00:08
01.05.2014	18:34:04	18:34:38	Yük	91.2	61.3	111.4	83.2	98.5	00:00:34
02.05.2014	10:25:46	10:26:16	Yük	92.4	0.0	108.9	79.6	94.4	00:00:30
02.05.2014	11:46:30	11:46:49	Yük	74.5	62.1	92.5	69.2	81.6	00:00:19
02.05.2014	12:48:37	12:48:43	Yolcu	90.3	56.7	101.7	83.3	74.8	00:00:06
02.05.2014	14:37:11	14:37:24	Yolcu	75.1	60.9	93.1	71.5	82.0	00:00:13
03.05.2014	11:46:48	11:48:02	Yük	96.5	58.8	111.4	76.0	95.2	00:01:14
03.05.2014	12:37:03	12:37:47	Yolcu	83.6	57.9	97.8	76.6	95.1	00:00:44
03.05.2014	14:55:27	14:55:49	Yolcu	90.9	52.1	103.6	73.2	87.3	00:00:22
03.05.2014	19:47:31	19:47:55	Yük	76.3	50.7	95.0	71.1	84.7	00:00:24
04.05.2014	10:29:01	10:29:38	Yük	91.2	54.4	98.7	81.2	87.2	00:00:37
04.05.2014	12:43:23	12:43:57	Yolcu	85.5	50.8	108.1	84.4	81.1	00:00:34
04.05.2014	14:37:38	14:37:52	Yolcu	80.4	62.2	103.7	71.3	83.1	00:00:14
04.05.2014	20:00:42	10:01:48	Yük	90.2	54.6	104.3	74.0	92.4	00:01:06
05.05.2014	06:44:18	06:44:24	Yük	68.1	50.9	85.0	64.2	76.9	00:00:06
05.05.2014	12:37:53	12:38:27	Yolcu	83.6	55.8	97.9	77.6	97.6	00:00:34
05.05.2014	14:33:03	14:33:41	Yolcu	88.3	52.7	96.3	79.7	96.3	00:00:38
05.05.2014	19:45:36	19:45:59	Yük	71.4	59.7	87.9	76.9	91.4	00:00:23
06.05.2014	10:13:20	10:15:25	Yük	93.8	56.9	86.8	70.2	89.7	00:01:05
06.05.2014	12:47:12	12:47:48	Yolcu	83.7	57.9	109.5	73.4	91.2	00:00:36
06.05.2014	14:35:17	14:35:49	Yolcu	91.6	54.8	101.9	67.4	91.4	00:00:32
06.05.2014	18:42:18	18:42:59	Yük	87.1	52.1	97.4	74.9	87.9	00:00:41
06.05.2014	20:50:23	20:51:00	Yük	91.2	52.6	106.2	70.8	89.1	00:00:47
07.05.2014	08:41:37	08:42:22	Yük	91.7	64.4	95.3	66.8	85.1	00:00:55
07.05.2014	12:51:23	12:51:57	Yolcu	83.6	51.9	96.8	70.6	90.7	00:00:34
07.05.2014	14:27:36	14:28:16	Yolcu	88.3	56.7	101.9	69.7	96.3	00:00:40
07.05.2014	18:33:36	18:34:23	Yük	78.4	60.1	92.9	56.4	86.4	00:00:47
08.05.2014	10:34:07	10:34:52	Yük	93.1	62.4	85.3	60.6	79.7	00:00:45
08.05.2014	12:28:17	12:28:58	Yolcu	73.9	54.7	109.6	70.9	84.1	00:00:41
08.05.2014	14:43:21	14:43:59	Yolcu	80.9	57.7	91.7	71.8	89.3	00:00:38
08.05.2014	18:35:04	18:35:57	Yük	69.4	46.9	89.9	66.9	74.4	00:00:53
09.05.2014	12:41:22	12:42:00	Yolcu	84.6	59.5	96.7	71.9	84.9	00:00:38
09.05.2014	14:35:02	14:35:39	Yolcu	77.1	64.1	92.4	72.6	79.7	00:00:37
09.05.2014	16:43:01	16:43:37	Yük	96.4	63.1	101.2	66.3	82.7	00:00:36
09.05.2014	20:37:23	20:37:57	Yük	69.6	47.3	87.0	63.7	75.1	00:00:34
10.05.2014	09:43:45	09:44:16	Yük	67.8	54.3	99.7	67.4	81.6	00:00:31
10.05.2014	12:38:18	12:38:50	Yolcu	74.1	51.7	103.1	72.7	83.5	00:00:37
10.05.2014	14:46:27	14:46:57	Yolcu	77.9	51.3	100.7	69.7	78.9	00:00:30
10.05.2014	18:23:35	18:24:32	Yük	88.9	60.7	99.7	71.6	76.5	00:00:47
10.05.2014	20:41:51	20:42:33	Yük	96.4	62.1	101.4	70.3	82.1	00:00:42
11.05.2014	10:37:09	10:37:53	Yük	97.2	63.4	95.7	67.6	83.2	00:00:44
11.05.2014	12:41:56	12:42:35	Yolcu	79.7	45.9	89.8	71.6	94.1	00:00:39
11.05.2014	14:33:14	14:33:41	Yolcu	76.9	51.7	91.0	73.9	91.3	00:00:27
11.05.2014	19:35:32	19:35:57	Yük	79.4	60.1	89.9	71.4	84.4	00:00:27
12.05.2014	11:09:35	11:09:51	Yük	69.6	53.0	87.0	63.7	75.1	00:00:16
12.05.2014	12:45:27	12:45:52	Yolcu	77.9	54.6	97.9	73.4	91.7	00:00:25
12.05.2014	14:45:33	14:45:59	Yolcu	88.9	52.1	101.6	73.7	83.3	00:00:22
12.05.2014	19:22:13	19:22:49	Yük	85.7	56.3	91.7	73.8	89.1	00:00:36
13.05.2014	12:33:41	12:34:19	Yolcu	91.9	54.5	101.7	77.9	94.7	00:00:38
13.05.2014	13:48:23	13:48:59	Yük	89.2	62.3	98.7	73.9	91.1	00:00:46
13.05.2014	14:47:59	14:48:34	Yolcu	79.7	56.3	97.2	74.7	87.7	00:00:35
13.05.2014	18:22:35	18:23:46	Yük	87.5	64.4	98.7	78.6	89.3	00:01:11
13.05.2014	19:49:49	19:49:33	Yük	70.6	55.8	89.7	64.2	86.2	00:00:48
14.05.2014	10:40:12	10:41:28	Yük	93.2	56.6	101.7	76.2	84.4	00:01:16
14.05.2014	12:35:17	12:35:52	Yolcu	84.7	53.6	98.9	75.7	83.7	00:00:35
14.05.2014	14:22:13	14:22:39	Yolcu	83.2	49.8	99.7	73.9	84.1	00:00:26
14.05.2014	20:32:33	20:32:59	Yük	75.7	56.3	100.7	75.8	83.1	00:00:36
15.05.2014	11:16:48	11:17:54	Yük	92.5	54.8	107.9	72.5	91.7	00:01:06
15.05.2014	12:47:03	12:47:54	Yolcu	86.6	60.9	100.8	76.6	94.1	00:00:51
15.05.2014	14:35:17	14:35:49	Yolcu	91.9	61.1	93.6	71.5	86.3	00:00:32
15.05.2014	20:47:41	20:48:14	Yük	74.7	50.7	97.3	70.9	81.7	00:00:33

Ölçüm sonuçları incelendiğinde çoğunlukla yük trenlerinin yaydığı gürültünün yolcu trenlerinin yaydığı gürültüden daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bu durum; yük trenlerinin, yolcu trenlerine kıyasla daha yavaş hızda seyretmeleri sonucunda yaydıkları gürültünün yolcu trenlerine göre daha düşük olmasıyla

açıklanabilir. Arka plan gürültüsünün demiryolu trafik gürültüsüne katkısını belirlemek için 16 Nisan-22 Nisan 2014 tarihleri arasında arka plan ölçümleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 3’de verilmiştir. Günün farklı saatlerinde yapılan ölçümlerde L_{eq} değerleri 58,4 ve 66,3 dB(A) arasında değişmektedir.

Çizelge 3. Arka plan gürültüsü ölçüm sonuçları

Tarih	Başlangıç	Bitiş	L_{AFmax}	L_{AFmin}	L_{Cpeak}	L_{eq}	L_{AE}	Geçiş Süresi
16.04.2014	06:28:42	06:29:12	60.4	54.4	82.0	58.4	71.8	00:00:30
17.04.2014	10:42:48	10:43:18	68.1	54.6	86.7	62.5	80.3	00:00:30
18.04.2014	12:38:23	12:38:53	69.2	62.1	100.0	66.3	78.0	00:00:30
19.04.2014	14:36:25	14:36:55	65.6	59.2	96.3	62.1	75.2	00:00:30
20.04.2014	16:37:04	16:37:34	69.7	61.1	102.9	65.9	79.3	00:00:30
21.04.2014	19:43:18	19:43:38	68.1	61.3	97.0	63.9	85.7	00:00:30
22.04.2014	21:19:33	21:20:03	66.6	57.0	94.5	62.8	76.1	00:00:30

Ölçüm yapılan noktada arka plan gürültüsünü yoğunluklu şekilde demiryolu hattının geçtiği karayolu trafik gürültüsü oluşturmaktadır. Demiryolu gürültüsü ile arka plan gürültüsü arasındaki gürültü seviye farkının yaklaşık olarak 10-15 dB(A) olduğu görülmüştür. Demiryolu gürültüsü kesikli gürültü tipine girip, zamana bağlı gürültü diyagramında sivri uçlar oluşturur. Bu tip gürültünün devamlılığı düşüktür, uykuda duyulan rahatsızlık azdır, haberleşme ve konuşma zorluğu fazladır. Tren seyirleri arasında daha uzun bir aralık ve sessizlik vardır. Bu nedenle uzun seyir aralıkları demiryolunda bir miktar dinlenme olanağı sağlar. Ulaşımdan kaynaklanan gürültü içerisinde demiryolu gürültüsü daha az rahatsız edici görünmesine rağmen yönetmelikte belirtilen sınırların içinde kalınmasını sağlamak gerekmektedir.

SONUÇ

Şehir içinde bulunan raylı sistemlerde çevresel gürültünün önlenmesine yönelik en ekonomik ve efektif çözüm gürültünün kaynağında önlenmesidir. Dizel motorlu ve ağır trenler yerine elektrikli ve hafif trenlerin kullanılması, lokomotiflere susturucu takılması, motor yapısında önlem alınması, tekerleklerin yağlanması ve ses sönmelendirici malzeme ile kaplanması, rayların lastik ya da plastik lifler ile kaplanması, tren yolu

şevlerinin iç yüzeylerinin ses yutuculuğunun artırılması gibi önlemler alınabilir. Güzergâhın değiştirilmesinin topoğrafik veya maliyet yönünden mümkün olmadığı veya kaynakta alınan önlemlere karşın gürültünün yönetmelikte belirtilen sınırlar içerisinde kalmadığı durumlarda ise, kaynakların çevresini toprak, beton gibi malzemelerden yapılmış setlerle veya geniş yeşil alanlarla çevirmek, kaynağın çevresinde gürültüye karşı hassasiyeti nispeten daha az olan yapıları ve kaynağın yakınındaki binaları uzaktakilere kıyasla daha az yükseklikte inşa etmek problemi çözmede etkili olacaktır.

Bu çalışmada demiryolu gürültüsü için yük ve yolcu trenlerine ait toplam 131 ölçümün 50 tanesinin yönetmelikte “geçen trenler” için verilen eşdeğer gürültü seviyesi (L_{eq}) sınır değeri 75 dB(A)’i aştığı görülmüştür. Elde edilen verilerin yaklaşık üçte ikisi yönetmelikte belirlenen sınır değeri sağlamıştır. Yönetmelikte belirtilen sınır içerisinde kalmayan daha seyrek aralıklı gözlenen gürültü ölçüm sonuçları için dış ortamdaki gürültü seviyelerinin cam, kapı, duvar, tavan, döşeme gibi teknik özellikler ile yapı içinde daha düşük düzeylere geleceği de göz önünde bulundurularak; gürültü kaynağının çevresine gürültü önleyici setler, perdeler, yeşil alanlar ve bitki örtüsü yapılandırılması ile çalışmanın yapıldığı bölgedeki yerleşim yerlerinde gürültü kontrolü sağlanmış olacaktır. Ayrıca çalışmanın

yapıldığı bölgede yoğun şekilde karayolu trafik gürültüsünün neden olduğu arka plan gürültüsünün demiryolundan kaynaklanan gürültüyü 10-15 dB(A) artırdığı dikkate alınırsa eşdeğer gürültü seviyesi sınır değerini aşan ölçüm sayısının daha da az olacağı düşünülmektedir.

Gürültüsüz bir ulaşım sonucuna kavuşulması ancak; yönetmelikte belirtilen görev, yetki ve sorumluk zinciri içinde ilgili kurum ve kuruluşların birbirleri ile bütünleşmiş çalışmalar yaparak alınacak önlemleri kısa zamanda yerine getirmek üzere ciddi, somut adımlar atması ile mümkün görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Arlı, V., Öztürk Z., 2010. Demiryolunda Gürültü ve Titreşim Sorunu. Marmara Yayıncılık, İstanbul
- Anonim, 2002. Southwest Metropolitan Railway Noise and Vibration Management Plan.
- Anonim, 2003. The "Valuation of Noise" Position Paper-Health and Socio-Economic Aspects (WG-HSEA). 21 November 2003
- Anonim, 2010. Resmi Gazete No: 27601. 04.06.2010
- Anonim, 2011a. Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Kılavuzu. Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2011b. A-2 Tipi Sertifika, Çevresel Gürültü Mühendislik Akustiği. TMMOB Fizik Mühendisleri Odası.
- Bilgiç, E., Aksulu M., 2013. Raylı Ulaşım Sistemlerinde Oluşan Akustik Gürültü ve Ray Parametreleri İlişkisi. VIII. Ulusal Ölçümbilim Kongresi, 26-28 Eylül, Gebze, KOCAELİ.
- Çubuk, K., Türkmen M., Erdem M., 2002. Ankara'da Yapılan Ulaşım Planlaması Çalışmalarının Raylı Sistemler Bazında Değerlendirilmesi. Uluslararası 1. Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi, 166-179, Ankara.
- Ignaccolo, M., 2000. Environmental Capacity: Noise Pollution at Catania Fontanarossa International Airport. Journal of Air Transport Management, 6, 191-199.
- Karpuzcu, M., 1994. Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü. Kubbealtı Dizgi, İstanbul.
- Kumbur, H., Doğan N., 1995. Mersin'de Gürültü Kirliliği Sorunları. Çevre Sempozyumu, Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 444-459, Erzurum.
- Pampal, S., Kayranlı B., Karakuş D., 2002. Raylı Ulaşım Sistemlerinden Kaynaklanan Çevresel Gürültünün İncelenmesi. Uluslararası 1. Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi, 180-189, Ankara.
- Sağlık Bakanlığı, 2002. Gürültü Kirliliği ve Tarihçesi. Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü, Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı, Ankara.
- Sirel, Ş., 1988. Gürültü. Yapı Fiziği Uzmanlık Uygulamaları San. ve Tic. A.Ş., İstanbul.
- Şahinkaya, S., 2005. Coğrafik Bilgi Sistemleri (Cbs) ile Demiryolu Gürültü Kirliliğinin Modellenmesi: Konya Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Univ., Fen Bilimleri Ens., Çevre Müh. Anabilim Dalı, Konya.
- Toprak, R., Aktürk N., 2002. Raylı ulaşım sistemlerinin neden olduğu gürültü ve çevresel etkileri. türkiye mühendislik haberleri, 417-2002/1, 33-38.
- Toprak, R., 2003. Raylı Ulaşım Sistemlerinde Oluşan Gürültünün Ölçülmesi ve Modellenmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Toprak R., Aktürk N., 2006. Ankara'da hızlı ve hafif raylı ulaşım sistemlerinin neden olduğu çevresel gürültünün modellenmesi. Gazi Univ., Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 21, No. 1, 167-176.

The Effect of Terebinth oil Methyl Ester on Engine Performance and Exhaust Emissions in a Diesel Engine

Cumali İLKILIÇ¹, Erdal ÇILGIN²

ABSTRACT: In this study, exhaust emissions and performans of biodiesel from terebinth oil in a compression ignition engine was experimentally investigated. In the investigation, firstly biodiesel from menengic oil has been obtained by transesterification method. The viscosity of raw menengic oil biodiesel, obtained after transesterification, was reduced considerably and heating value was improved. After producing biodiesel from menengic oil, it volumetrically mixed with diesel fuel as a named B10 fuel. In the second phase of this investigation, experiment has been conducted with neat diesel fuel and biodiesel blend (B10 fuel) in a four stroke compression injection (CI) diesel engine. Compared with conventional diesel fuel, diesel–biodiesel blends showed lower engine power, engine moment, carbon monoxide (CO), hydrocarbon (HC) and carbon dioxides (CO₂) but higher oxides of nitrogen (NO_x) emissions. Keywords: Alternative fuels; Menengic oil; Biodiesel; Diesel fuel; Emissionn CI engines.

Keywords: Alternative fuels, diesel fuel, emission, terebinth oil biodiesel

Menengiç yağı Metil Esterinin Bir Dizel Motorunda, Motor Performansı ve Egzoz Emisyonlarına Etkisinin Araştırılması

ÖZET: Bu çalışmada menengiç yağı biyodizeli egzoz emisyonu ve motor performansını sıkıştırma ateşlemeli bir motorda deneysel olarak incelenmiştir. Araştırmada, ilk olarak menengiç yağından transesterifikasyon yöntemi ile biyodizel elde edilmiştir. Transesterifikasyon işleminden sonra ham menengiç yağı biyodizeli viskozitesi önemli ölçüde azaltılmış ve ısı değeri yükseldiği görülmüştür. Elde edilen biyodizel hacimsel olarak %10 olarak saf dizel yakıtı ile karıştırıldı. (B10). Araştırmanın ikinci aşamasında Dizel yakıtı ve Dizel Biyodizel karışımı (B10) dört zamanlı sıkıştırma enjeksiyon motorunda denendi. Geleneksel dizel yakıt ile karşılaştırıldığında, diesel–biodiesel karışımlar yüksek Azot oksit (NO_x) emisyonları daha düşük motor gücü, motor torku karbon monoksit (CO), hidrokarbonlar (HC) ve karbon dioksit (CO₂) değerleri verdiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Alternatif yakıtlar, biyodizel, dizel yakıt, emisyon, menengiç yağı

¹ Fırat Üniversitesi, Makina Eğt, Otomotiv, Elazığ, Türkiye

² Meb, Makina Eğt, Otomotiv, Diyarbakır, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Cumali İLKILIÇ cilkilic@firat.edu.tr

INTRODUCTION

The high cost of petroleum and petroleum crises have brought much pressure on many countries to re-evaluate their national energy strategies. Ever since the petroleum crises of the 1970s, 1980s and 1992s, there has been an incentive to increase energy security by seeking substitutes for petroleum. There are several possible alternative sources of fuels namely vegetable oils, alcohols such as methanol and ethanol, gases such as CNG, liquefied petroleum gas LPG for substitute's engine fuels. In the past, many investigations have been carried out on the use of vegetable oils as diesel fuel. Vegetable oils are alternative fuels and many researches are carried out on development of these fuels. The acceptability of vegetable oils as diesel fuel has been evaluated for the first time in the 70th years because of the well known energy crises. Several studies conducted world-wide have shown that vegetable oil, without any modification on diesel engines, can give engine performances comparable with those of diesel fuels. In general, it has been reported by most researchers that if crude vegetable oils are used as diesel engine fuel (Huzayyin and He, 2005). The most important advantage of vegetable oils is that they are renewable energy sources compared to the limited resources of petroleum.

Extensive studies on alternative fuels have been carried out since the fossil based fuels are limited. One of these studies has ever been on vegetable oils to be used in diesel engines. However, using raw vegetable oils for diesel engines can cause numerous engine related problems. To solve these problems caused by the very high viscosity of neat vegetable oils, the following usual methods are used. These methods are pre-heating, micro emulsification with methanol or ethanol, blending in small blend ratios with normal diesel fuel, and converting them into biodiesel fuels. The increased viscosity and low volatility of vegetable oils lead to severe engine deposits, injector chocking and piston ring sticking. In the researches done so far, some negative sides of using vegetable oils in engines such as carbon deposits in combustion chamber, harmful effects on engine parts, clogged injectors, needle adhesion and the cause a first starting problem have been observed (Dorado **and** Pestes ,2005). In addition, decrease in combustion efficiency due to poor atomization, thickening of lubricant and piston and ring adhesion has also been reported by some researchers (Barnwal and Bhattacharyya 1994). The problems due to the viscosity and density of the vegetable oils having different

physical and chemical properties from of the diesel fuel should be eliminated to make them less viscous. However, these effects can be reduced or eliminated through transesterification of vegetable oil to form methyl ester. Although vegetable oils are all virtually sulphur-free, they create other problem in that they are generally too viscous, often acidic, they choke injector nozzles with carbon and leave high carbon residue on burning (Agarwal and Dorado, 2004). In studied works was noted some problems as a result of using plants oil and as a fuel blends. One of these problems, a thickening of crankcase oil, has occurred which is attributed to the contamination of petroleum – based crankcase oil with unburned raw plant oil. Second problem, a build up of carbon on and in fuel injector nozzles and piston rings was observed. However, a great deal of research has been done into blends with petroleum-derived fuel and into the use of vegetable oil esters. There is always an immixing gap when vegetable oils are mixed with diesel fuel due to the difference in densities. With this aim, it is necessary to obtain esters or emulsions of vegetable oils (Gunstone and Mittelbach. 2003). It had been made short and long term engine performance and emission tests using vegetable oil methyl or ethyl ester (biodiesel) fuel for high speed diesel engines. The use of biodiesel is rapidly expanding around the world, making it imperative to fully understand the impacts of biodiesel on the diesel engine combustion process and pollutant formation.

Biodiesel have been prepared from terebinth oil and compared their fuel properties to Turkish standards. Terebinth oil was transesterified using alkaline catalyst and it has been noted that all specification values could be met by the use of vegetable oil esters. Terebinth oil is attracting considerable attention as diesel fuel extenders of substitutes either in the form of the transesterified-chemically modified terebinth oil-with various monohydric alcohols. Some vegetable oil contains high concentrations of less common fatty acids (Klopfenstein, 1983). These are palmitic, stearic, oleic, linoic, arachidic, and behenic acids. Like the others, terebinth oil includes acids in its content as well. The chemical formulations and the percentage of these fatty acids are available in the literature. Chemical compositions of terebinth oil indicate that this is a suitable alternative diesel fuel. Physical properties of terebinth oil and some other vegetable oils are shown in following Table 1. As can be seen in the Table 1, Physical and chemical properties of terebinth oil has compared to some other vegetable oils have.

Table 1. Physical and chemical properties of terebinth oil in comparison with other some vegetable oils

Properties	Terebinth oil	Sunflower oil	Corn oil	Soybean oil
Calorific value (kJ/kg)	39100	39500	37850	39620
Density @ 26°C (Kg/lt)	0.921	0.918	0.919	0.914
Viscosity (mm ² /s) at 26°C	44.85	58	39	65
Flash point (°C)	228	220	277	230
Cetan number	46	37	36	38

Vegetable oil or animal fats can be converted to ester by removing the last carbon in chain and replacing methyl in the place or in another word the methyl ester (biodiesel) of that oil is obtained (İlkılıç,2011).

Terebinth oil was converted to biodiesel through transesterification. The transesterification procedure was conducted by heating the oil to 50°C. For one litre of Terebinth oil, an amount of 9 g of NaOH was added to 220 mL of methanol and mixed. The mixture was added

to the oil and mixed for 50 minutes. After 12 hours, the oil phase was separated to another flask and centrifuged to remove the glycerin produced. The biodiesel was then washed with 500 mL of water. After one hour, another washing with 500 mL of water was conducted. The mixture of biodiesel and water was centrifuged to remove all the remaining water from the biodiesel. The overall transesterification reaction is given in reversible equations as shown in Figure 1.

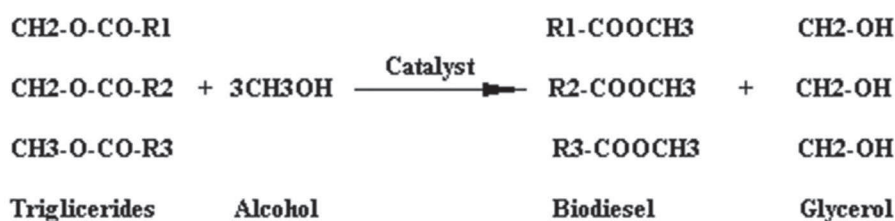


Figure 1. General equation for transesterification

There are some differences between the properties of the oil and its own ester. The essential difference is in viscosity and density. After transesterification the viscosity and density become closer to of the diesel fuel. Due to the high viscosity, large drops are formed

and consequently combustion becomes difficult as a result the amount of HC and soot increase (Christie, 1989). Different properties of crude terebinth oil (TO), Biodiesel blend (B10 fuel), pure diesel fuel (B100 fuel) and diesel fuel (DF) are shown in Table 2.

Table 2. Physical and chemical properties of terebinth oil (TO), terebinth biodiesel blend (B10 fuel), terebinth biodiesel (B100 fuel) and diesel fuel (DF)

Parameters	ASTM test no	TO	B10 fuel	B100 fuel	Diesel fuel
Viscosity (mm ² /s)	D445	44,85	3,70	4,12	3,66
Heat value (J/kg)	D2015	39100	432514	40100	43350
Density (15 C) (g/ml)	D1298	0,92	0,83	0,88	0,83
Flash point (°C)	D93	228	62	75	60
Cetane index	D613	46	56	55	57

Experimental setup and procedure of experimentation

A mixture was prepared in laboratory conditions, 10% biodiesel with 90% diesel fuel volumetrically (B10 fuel), and tested in a one cylinder, four-stroke, direct injection, air cooled Rainbow-186 Diesel engine with a compression ratio of 18:1.

The engine was a commercial diesel engine and it was coupled with a dynamometer. Technical specifications of the test engine are shown in Table 3. All experiments were conducting at standard temperature and pressure.

The engine speed was measured directly from the tachometer attached with the dynamometer. The engine out NO_x, HC, CO₂, O₂ and CO was measured with a digital gas analyzer device.

The CAPELEC CAP 3200 brand exhaust gas analyzer was used to measure emissions of the test fuels. The technical specifications of the device have been presented in the Table 4.

The tests were performed with maximum gas and at different engine speeds and engine powers. The aim of this study was to investigate the effect of terebinth based oil biodiesel blend with diesel fuel on the exhaust gas emissions of compression engine (CI).

The engine was operated on diesel fuel first and then on B10 fuel. Tests were held on a laboratory test bed which consisted of an electrical dynamometer, an exhaust gas analyzer, a data acquisition system and engine mounting elements, as shown in Fig. 1. Prepared biodiesel from terebinth oil in laboratory conditions was mixed volumetrically 10% with diesel fuel (B90 fuel) and tested in a following detailed engine.

Experiments were carried out in Engine Test Laboratory of Automotive Department of Technical Education Faculty at University of Batman, Turkey. The schematic diagram of the experimental setup is shown in Figure 2.

Tests were conducted on a single cylinder, four strokes, air cooled diesel engine.

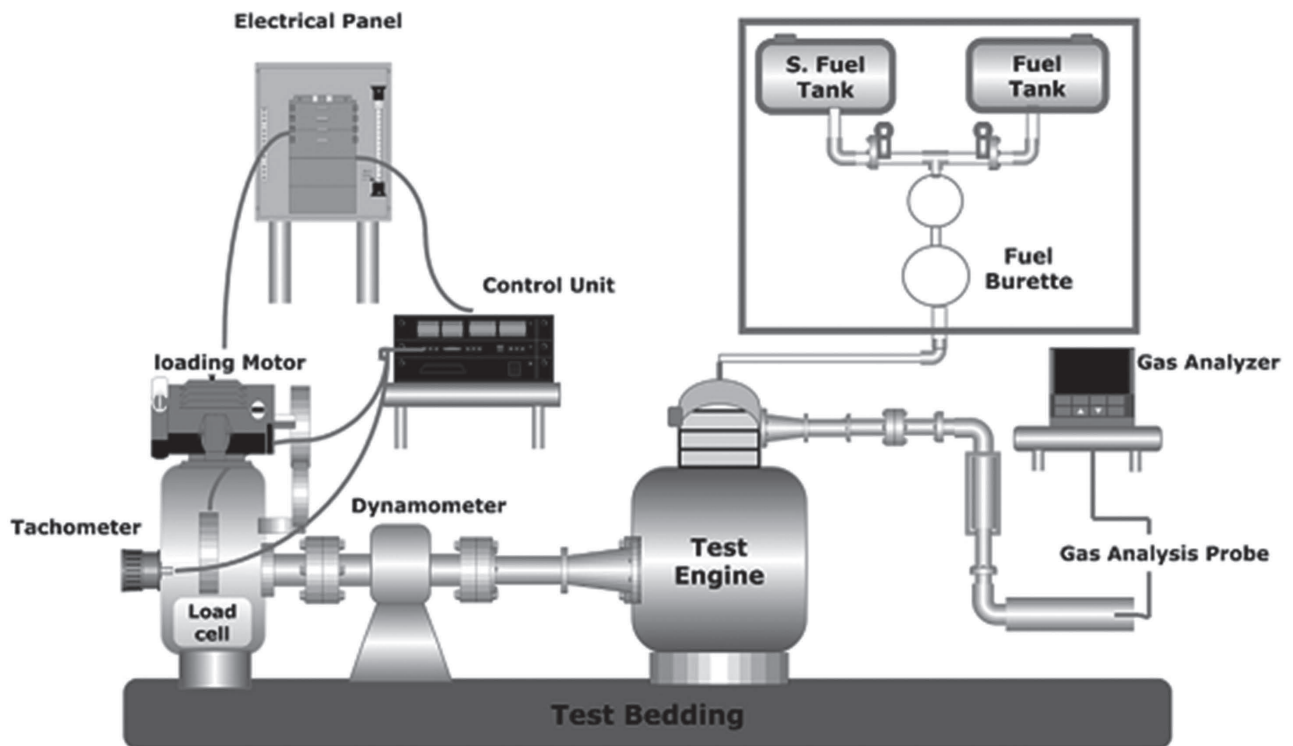


Figure 2. A schematic diagram of the engine setup

Table 3. Technical specifications of the test engine

Type and modal	Rainbow-186 Diesel
Injection system	Direct injection
Cylinder number	1
Stroke volume	406 cc
Compression ratio	18/1
Maximum power	10 HP (at 3600 rev/m)
Maximum engine speed	3600 rpm \pm 20
Cooling system	Air cooling
Injection pressure	19.6 \pm 0.49 MPa (200 \pm 5 kgf/cm ²)
Mean effective pressure	561.6 kPa
Medium piston speed	7.0 m/s (at 3000 rpm)

Table 4. Technical properties of the gas analyzing device

Parameter	Measuring range	Precision
HC	0–20.000 ppm	1 ppm
CO ₂	%0–21	%0.1
CO	%0–10.5	%0.001
O ₂	%0–21.7	%0.01
NOx	0–10,000 ppm	1 ppm

RESULTS AND DISCUSSION

Engine Torque

The level of torque observed with the Diesel fuel and B10 mixtures at full engine speed and different rpm levels are shown in Figure 8. At lower rpm values, the engine torque for both the Diesel fuel and B10 fuels were relatively lower, while increasing the rpm to values above 1500 lead to the maximum torque values for both fuels. Both types of fuel reached their minimum torque values at 2500 rpm, with a value of 23,56 Nm being measured for Diesel fuel, and a value of 22,55 Nm being measured for B10. The diesel fuel had higher engine torque values than the B10 fuel at 1500, 2000 and 2500 rpm levels.

This was possibly associated with the better combustion performance of the diesel fuel than the B10 fuel.

Effective Engine Power

The effective engine power levels observed with the Diesel fuel and the B10 mixture at full engine speed and different rpm levels are shown in Figure 9. Figure 9 indicates that the B10 fuel produced less effective

engine power than the Diesel fuel. The effective power output of the engine increased parallel with the increase in rpm. This parallel increase in effective engine power and rpm was due to the increase in number of revolutions/cycles per time unit. Both types of fuel reached their maximum effective engine power value at 2500 rpm, with a value of 6.2 kW being measured for DF, and a value of 6.1 kW being measured for B10.

Carbon monoxide (CO) emissions

Carbon monoxide (CO) is an intermediate combustion product and is formed mainly due to incomplete combustion of fuel in the combustion chamber or CO emission is exerted as a result of inadequate burning and partial oxidation of carbon atoms in fuel. If combustion is complete, CO is converted to CO₂. If the combustion is incomplete due to shortage of air or due to low gas temperature, CO will be formed.

This emission changes depending on the air/fuel ratio in cylinder. When this ratio is small, the amount of CO increases. Figure 3 shows the CO emissions of the diesel fuel and the B10 fuel.

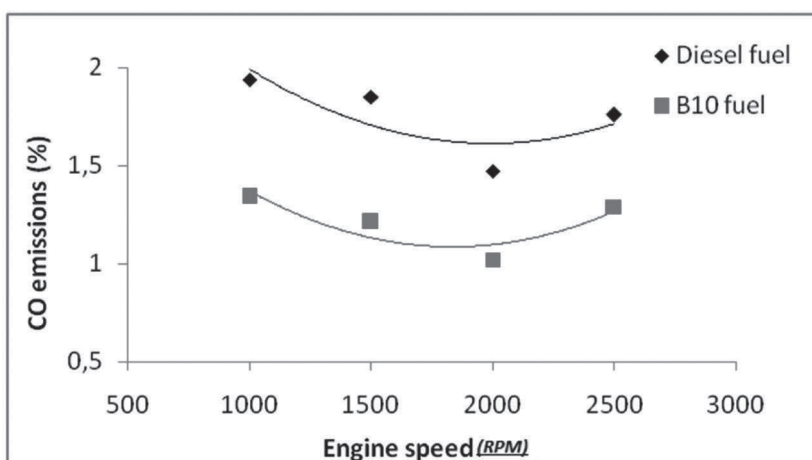


Figure 3. The variation of the carbonmonoxide (CO) emissions at the various engine speed.

When the air is insufficient, CO transforms to CO_2 after a certain amount of air. Usually high diesel CO emissions formed with fuel-rich mixtures, but as diesel combustion is occurred with lean mixture and has an abundant amount of air, CO from diesel combustion is low. When OH radicals which transform CO to CO_2 decreases below 1500°K , burning deteriorates and consequently, amount of CO increases due to the lower temperature. The comparative analysis of CO is shown in Figure 3. Comparing diesel fuel and B10 fuel, relatively lower CO emissions were obtained with B10 fuel. Since turbulence occurs in the combustion chamber at higher speeds high power, burning improves, and due to the increase of the temperature of the mixture, CO emission decreases. When the engine speed decreases and the loading increases the quality of burning gets worse and CO emission rises.

The partial oxidation of B10 fuel causes CO emission to be relatively lower than of the diesel fuel. In the experiments performed with B10 fuel, CO emissions were determined to have decreased by 26-47%. For B10 fuel CO emission was lower than that of diesel fuel, because B10 fuel contains some extra oxygen in their molecule that resulted in complete combustion of the fuel and supplied the necessary oxygen to convert CO to CO_2 . Compared to diesel fuel, B10 fuel reduced CO emissions about by 20%.

Carbon dioxide (CO_2) emissions

The variations of CO_2 emissions related to both two fuels are shown in Figure 4. Carbon dioxide (CO_2) emission is an emission product related to the entire combustion of the fuel in the engine combustion chamber. In case of diesel fuel it can be seen in Figure 4 that CO_2 emission is higher at all engine speeds.

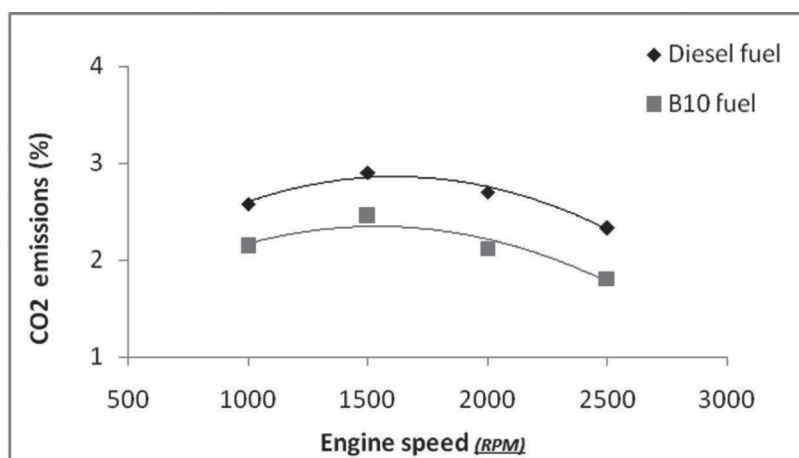


Figure 4. The variation of the carbon dioxide (CO_2) emissions at the various engine speed.

This means that the quality of combustion for diesel fuel is higher than B10 fuel.

This is an expected result of relatively better spraying qualities and more uniform mixture preparation of air and diesel fuel.

High post-combustion temperature and existence of enough oxygen for an exact burning increase the amount of CO₂. However, at all of the engine speeds, the diesel fuel showed a marginal increase in CO₂ emissions over B10 fuel.

It is seen from CO₂ amount–engine speed graphics that CO₂ amount is higher around 1500 m/s speed for both fuels.

It is also understood that the best burning occurred around this speed. The CO₂ emission is 3.2% for diesel fuel and 2.6% for B10 fuel at 1500 m/s.

The CO₂ emission is 2.78% for diesel fuel and 2.30% for B10 fuel at 2000 m/s engine speed. CO₂ emission is seen to be 2.63% for diesel fuel and 1.74 for B10 fuel at 2500 m/s engine speed.

Hydrocarbon emissions

The exhaust gasses contain many different hydrocarbons (HC) compounds. Hydrocarbons are organic compounds that consist of only C and H atoms. The HC emission which is one of the organic compounds is formed in the result of incomplete combustion. When hydrocarbons burn in sufficient oxygen, carbon dioxide and water are the sole products. The total unburned hydrocarbons were measured as “ppm” with the gas analyzer. Hydrocarbons are molecules that contain hydrogen and carbon and come in various lengths and structures, from straight chains to branching chains to rings. The main structural difference among hydrocarbon families is the presence of double or triple bonds between carbon atoms. The alkanes are saturated organic compounds, or those with only single bonds. Unsaturated organic compounds are those which have double or triple bonds.

HC emissions fairly increase in the case of richer fuel/air ratios above the stoichiometric ratio. Besides, in the excessively leaned fuel/air ratio conditions, due to incomplete combustion that resulted from the lack of oxygen, HC emissions rapidly increase again.

The variations of HC emission with engine speed for diesel fuel and B10 fuel is presented in the Figure

5, and the figure shows the comparison of the results of B10 fuel with the baseline diesel fuel.

B10 fuel operation produced the highest HC emissions compared to the results of diesel fuel. Normally, as the fuel viscosity is decreased, the penetration rate decreases and the spray cone angle increases. With B10 fuel, the penetration rates increased as the viscosity was reduced by increasing the temperature of the biodiesel. HC emissions were noted to increase with decreased fuel viscosity. In many cases, the HC emissions for B10 fuel have been reported higher than that of diesel fuel. It can be attributed to the oxygen content in the biodiesel molecule, which leads to a more complete and cleaner combustion. The higher cetane number of diesel fuel shortens the combustion delay and thus reduces HC emissions. However, at high and low engine speed, and combustion temperature, B10 fuel showed an increase HC emission over the diesel fuel.

Nitrogen oxide emissions

Nitrogen oxide (NO_x) is the generalized term for NO and NO₂ given with the formula of NO_x. The composition of NO_x emitted from a combustion system consists of nitrogen monoxide (NO) and nitrogen dioxide (NO₂), particularly the former. Naturally NO_x emission increases with the increase in engine torque. It is well known that nitrogen is an inert gas, but it remains inert up to a certain temperature (1100°C) and above this level it does not remain inert and participate in chemical reaction. NO_x emissions are usually resulting in higher combustion temperatures. Its formation is dependent on the duration of the flame temperature in the combustion chamber above 1800°K. At this temperature oxidation of nitrogen takes places in presence of oxygen inside the combustion chamber. In the formation of nitrogen oxides, the predominant factors are the air/fuel ratio and the environment temperature. An increase in the engine speed reduced the NO_x concentration considerably. In the case of adequate burning the temperature rises and consequently more free oxygen atoms combine nitrogen and this, in turn, increases the formation rate of nitrogen oxide. On the other hand, since the formation of nitrogen oxides do not attain chemical equilibrium reaction; then after the end of expansion stroke when the burned gases cool and the formation of NO_x freeze, the concentration of the formed NO_x in the exhaust gas remain unchanged. When the burning temperature

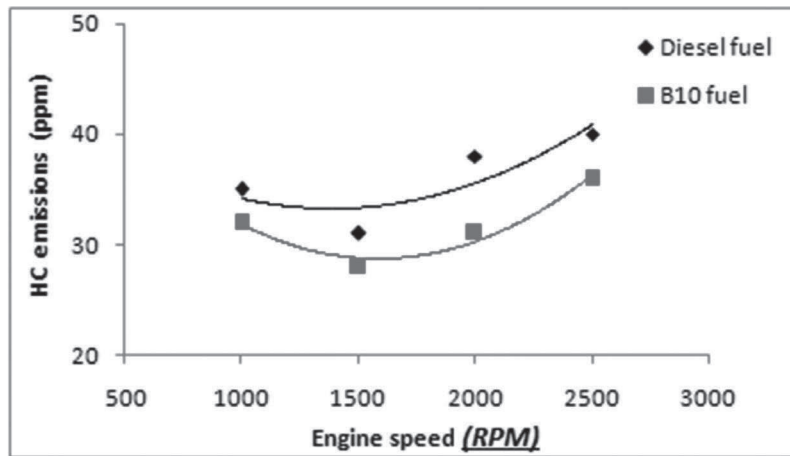


Figure 5. The variation of the hydrocarbon (HC) emissions at the various engine speed.

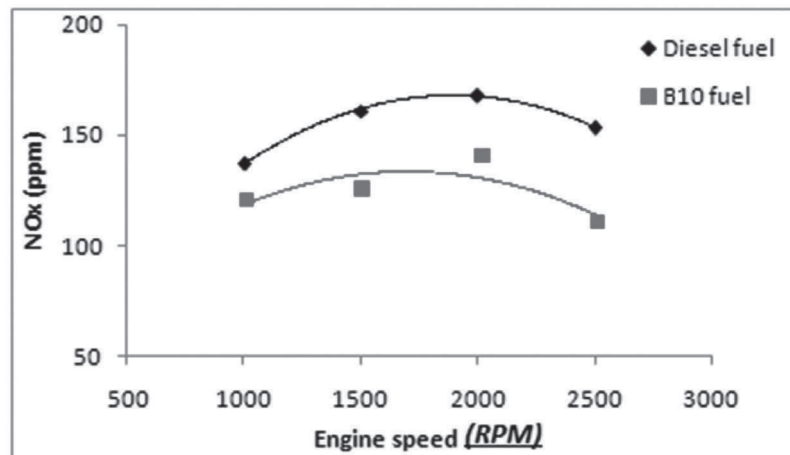


Figure 6. The variation of the nitrogen oxide (NO_x) at the various engine speed.

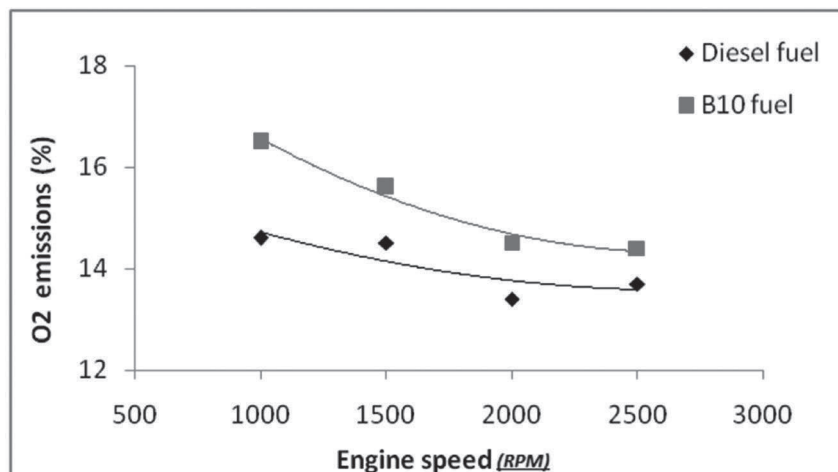


Figure 7. The variation of the oxygen (O₂)emissions at the various engine speed.

is above 1800°K, NO_x formation considerably accelerates. NO_x formation changes as dependent upon the air surplus coefficient.

When air surplus coefficient is higher, the cooling rate of engine decreases and the exhaust system remains hot. In poor mixtures, first O₂ is decomposed to 2O. It is then accepted that NO forms with free radicals. The effect of the gas temperature on NO_x production becomes more dominant, based on the extended Zeldovich thermal NO mechanism, for larger engine speeds. Since the activation energies of these reactions are high, both reactions in lower temperatures are very slow. As can be seen from Figure 6, initially the increase in NO_x emission was, for both fuels, with the increased in engine power and then decreased. Fig. 6 also shows that NO_x level was higher for biodiesel mixtures than conventional diesel fuel at the same engine speed.

This can be explained due to the presence of extra oxygen in the molecules of biodiesel mixtures. This additional oxygen was responsible for extra NO_x emission.

From both graphics of emissions, it is seen that the best burning was at the 2000 m/s engine speed. This also means that the maximum temperature is reached in this range and NO_x emissions are higher.

As seen in Figure 6, NO_x emissions are lower for all engine speeds in case of B10 fuel. It was 168 ppm with diesel fuel, whereas 120 ppm for B10 fuel at 2000 m/s engine speed.

Reduction of NO_x with biodiesel may be possible with the proper adjustment of injection timing and introducing to exhaust gas recirculation (EGR).

Oxygen Emissions

The amount of power that engine can produce is limited by how much fuel it can burn, and the amount of fuel it can burn is limited by the amount of oxygen in the engine cylinder. The amount of oxygen in the engine cylinder is limited by the amount of air in the cylinder. Increasing the oxygen flow to the diesel engines reduces particulate emissions and increases engine power output. Figure 7 shows the oxygen emission concentrations for varying engine speeds. The variations of oxygen (O₂) for running the diesel engine by B10 fuel was compared with that by diesel fuel in that figure. The O₂ emissions were reduced nearly linearly with increasing engine speeds. A greater fuel consumption rate was required for greater engine speeds. This leads to a larger fuel to-air ratio under a constant inlet-air consumption rate. Hence, lower excess oxygen was produced under a higher engine speeds.

The amount of oxygen decreased from 16.6% to about 15.2% when the engine speed was increased from 1000 m/s to 2000 m/s for diesel fuel. From engine speed was increased 1000 m/s to 2000 m/s, O₂ decreased from 14.2% to about 13.4% for B10 fuel. In the case of B10 fuel, it is seen that O₂ emission was higher at all engine powers. This means that the B10 fuel contains more oxygen than diesel fuel.

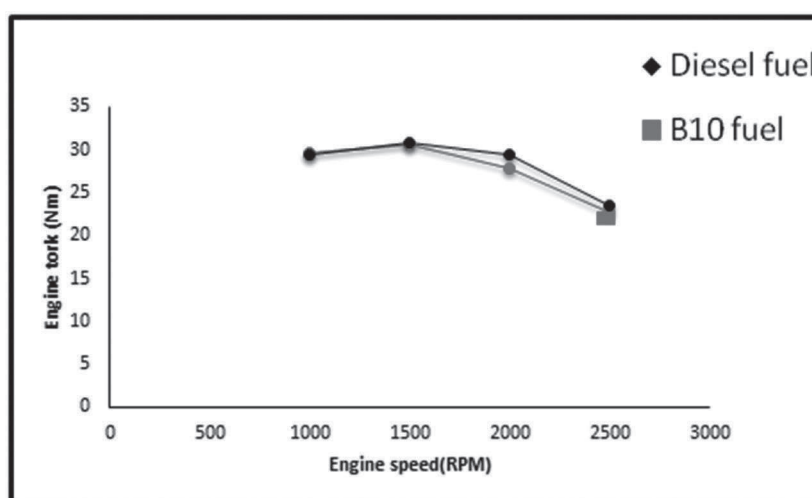


Figure 8. The variation of the torque (Nm) at the various engine speed.

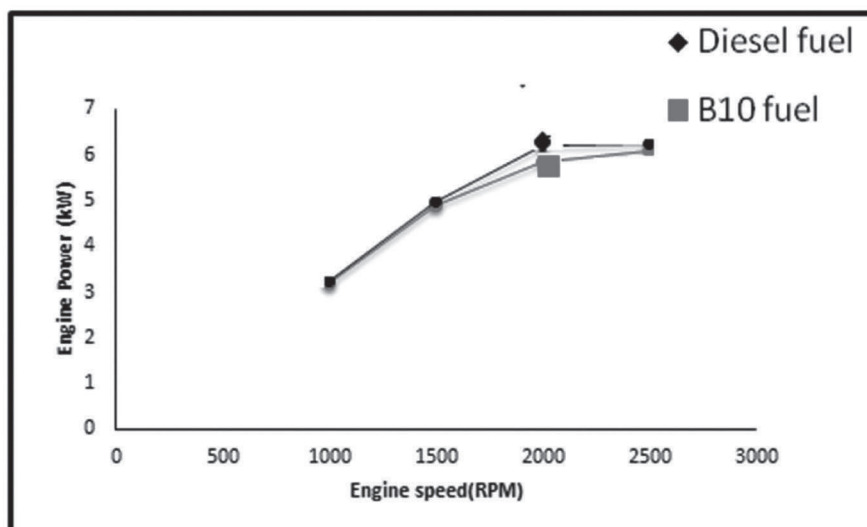


Figure 9. The variation of the torque (Nm) at the various engine speed.

CONCLUSIONS

In this study, an alternative biodiesel fuel was produced from terebinth seed oil by the transesterification method. By the production process, the viscosity and density of the oil decreased while the calorific value slightly increased. The production of B10 fuel from terebinth oil may simultaneously reduce dependence on imported fossil fuels. Some of important physical and chemical fuel properties of the oil, pure biodiesel and biodiesel blend fuel as well as diesel fuel were found. It was found that the fuel properties of the biodiesel and biodiesel blends were fairly similar to that of diesel fuel. For the study, the effect of terebinth oil biodiesel-diesel fuel blends (B10 fuel) and diesel fuel on engine exhaust emissions were investigated. Important fuel properties of B10 fuel such as cetane number, viscosity, density and heat capacity were compared well with ASTM D6751 and EN 14214 specifications. While the density and viscosity of B10 fuel decreased from 0.92 kg/l to 0.83 kg/l and from 44.85 mm²/s to 3.77 mm²/s respectively at 26°C, the heat capacity increased from 39100 kJ/kg up to 42014 kJ/kg. The produced B10 fuel has more similar properties to diesel fuel compared with raw terebinth oil.

The CO emissions decreased with biodiesel (B10 fuel) usage. Reduced CO emissions were maintained, probably, thanks to the oxygen inherently present in B10 fuel. In contrast to many researchers, the NO_x emission was decreased for B10 fuel in these experiments.

Compared to the diesel fuel, 10% biodiesel blend reduced CO, CO₂ by 24% and 12%, respectively. B10 fuel reduced CO emissions by 24%, while 32% decrease in the NO_x emission was experienced with the same blend. The reason for reducing three emissions (CO, CO₂ and HC) and increasing O₂ emission with biodiesel mixtures was mainly due to the presence of oxygen in their molecular structure.

Also low aromatics in the biodiesel mixtures may be an additional reason for reducing these emissions. The experimental results proved that the lower and medium percentages of B10 can partially be substituted to the diesel fuel without any modifications in diesel engine.

REFERENCES

- Agarwal, A.K., Das, L.M., 2001. Biodiesel development and characterization for use as a fuel in compression ignition engines, *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power* 23: 440-447.
- Barnwal, B.K., Sharma, M.P., 2005. Prospects of biodiesel production from vegetable oils in India, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 9: 363-378.
- Bhattacharyya, S., Reddy, C.S., 1994. Vegetable Oils as Fuels for Internal Combustion Engines: A Review, *Journal of Agricultural Engineering Research* 57: 157-166.
- Christie, W.W., 1989. *Gas Chromatography and Lipids*, the Oily Press, Ayr, Scotland.
- Dorado, M.P. Arnal, J.M. Gómez, J., Gil A., López, F.J., 2005. The effect of a waste vegetable oil blend with diesel fuel on engine performance, *Transaction of the American Society of Agricultural Engineers* 45 : 519-523.

- Dorado, M.P., Ballesteros, E., López, F.J., Mittelbach, M., 2004. Optimization of alkali-catalyzed transesterification of Brassica Carinata oil for biodiesel production, *Energy and Fuel* 18: 77-83.
- Gunstone, F., 2003. Cottonseed oil - significant oil in seven countries. *International News on Fats, Oils and Related Materials* 14:72-73.
- He, Y., Bao, Y.D., 2005. Study on cottonseed oil as a partial substitute for diesel oil in fuel for single-cylinder diesel engine, *Renewable Energy* 30: 805-813.
- Huzayyin, A.S., Bawady, A.H., Rady, M.A., Dawood, A, 2004. Experimental evaluation of Diesel engine performance and emission using blends of jojoba oil and Diesel fuel, *Energy Conversion and Management* 45: 2093-3112.
- Klopfenstein, W.E., Walker, H.S., 1983. Efficiencies of Various Esters of Fatty Acids as Diesel Fuels, *Journal of the American Oil Chemists' Society* 60 : 1596-1598.
- Mittelbach, M., Enzelsberger, H., 1999. Transesterification of heated rapeseed oil for extending diesel fuel, *Journal of the American Oil Chemists' Society* 76: 545-550.
- Pestes, M.N., Stanislaw, J., 1984. Piston ring deposits when using vegetable oil as a fuel, *Journal of Testing and Evaluation* 12: (2) 61-68.
- Ramadhass, A.S., Jayaraj, S., 2005. Muraleedharan, C. Characterization and effect of using rubber seed oil as fuel in the compression ignition engines, *Renewable Energy* 30: 795-803.
- İlkılıç, C., 2011. An Analysis of Exhaust Emissions on a Diesel Engine Operation by Biodiesel, *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects* 33: 298-306.

İleri Kademe Ekmeklik Buğday Hatlarının Farklı Çevrelerde Tane Verimi ve Bazı Kalite Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesi

Hasan KILIÇ¹, Enver KENDAL², Hüsnu AKTAŞ², Sertaç TEKDAL²

ÖZET: Bu araştırma Ülkesel Serin İklim Tahılları projesi çerçevesinde bölge verim denemelerinden seçilen ileri kademe ekmeklik buğday hatlarının Güneydoğu Anadolu Bölgesi ekolojik şartlarında tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada materyal olarak 17 ekmeklik buğday ileri hattı ile 8 adet tescilli ekmeklik buğday çeşidi (Basribey-95, Kaşifbey-95, Pamukova-97, Tahirova-2000, Adana-99, Sakin, Nurkent ve Canik-2003) kullanılmıştır. Denemeler 2004-2005 yılında Tesadüf Blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak Diyarbakır ve Ceylanpınar lokasyonlarında yağışa dayalı şartlarda yürütülmüştür. Çalışmada tane verimi ile birlikte başaklanma süresi (BS), bitki boyu (BB), bin tane ağırlığı (BİNTA), hektolitre ağırlığı (HL), SDS sedimentasyon testi, danede protein oranı (TP), sertlik derecesi (PSI), enerji değeri (W), hamur dengesi (P/G) ve kurve taban uzunluğu (L) incelenmiştir. Tane verimi Diyarbakır lokasyonunda 382.3-606.7 kg da⁻¹ arasında değişirken Ceylanpınar lokasyonunda 95.0-391.3 kg da⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Genotip ve karakterler arası (GK) ilişkileri göstermeye esas GK *biplot* analizinde üç farklı grup oluşmuştur. Tane verimi ve kalite özellikleri yönünden öne çıkan genotipler ülkesel buğday ıslah programlarında değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Biplot analizi, ekmeklik buğday, kalite özellikleri, tane verimi

Assessment of Advanced Bread Wheat Lines for Yield and Some Quality Traits at Different Environment

ABSTRACT : In this study, it was used 17 bread wheat lines which is selected from regional yield trials of bread wheat and 8 cultivars (Basribey-95, Kaşifbey-95, Pamukova-97, Tahirova-2000, Adana-99, Sakin, Nurkent ve Canik-2003) in order to determine grain yield and some quality traits under ecological condition of South Eastern Anatolia. The experiments was conducted in 2004-2005 growing seasons in Diyarbakır and Ceylanpınar location under rain fed conditions, with randomized complete block design with 4 replications. Grain yield and different commercial and technological traits were considered: days to heading, plant weight, weight of hectoliter, thousand kernel weight, protein content, SDS sedimentation test, hardness (PSI) alveograph (energy value) (W), dough balance (P/G) and curve length (L). Grain yield in Diyarbakır location was between 382.3-606.7 kg da⁻¹ while it was determined as 95.0-391.3 kg da⁻¹ in Ceylanpınar location. The results also showed that genotypes and traits (GT) could be classified into three groups based on GT *biplot* analyses that based on the visual correlation between traits. According to the results of the research, genotypes with appropriate combination in terms of examined traits were selected for national breeding program of bread wheat.

Keywords: Bread wheat, grain yield, GT *Biplot analysis* and quality traits

¹ Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri, Bingöl, Türkiye

² GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma Merkezi, Islah birimi, Serin İklim Tahılları, Diyarbakır, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Enver KENDAL enver21_1@hotmail.com

GİRİŞ

Dünyada tüketim amaçlı olarak kullanılan buğdayların yaklaşık %95'ini ekmeklik buğdaylar oluştururken, geri kalan %5'lik kısmını ise durum ve spelta buğdayları oluşturmaktadır. Ülkemiz ise toplam buğday ekim alanları içerisinde ekmeklik buğdayın payı yaklaşık olarak %83 civarındadır (TUİK, 2013).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi durum buğdayları için uygun ekolojiye sahip olmasına rağmen ekonomik tercihler sebebiyle ekmeklik buğdaylar çoğunlukla tercih edilmektedir. Bununla birlikte bölgede düzensiz yağış rejimi sebebiyle buğday ekiliş alanlarının maruz kaldığı kuraklık ve dane doldurma dönemindeki yüksek sıcaklıklar ile süne zararı, sarı pas ve kök çürüklüğü gibi hastalıklar üretimi sınırlayabilmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ekmeklik buğday ile alakalı çok sayıda araştırma yapılmakla birlikte (Kılıç ve ark., 2005; Kılıç, 2005; Özberk ve ark., 2006; Kılıç ve ark., 2008; Aktaş ve ark., 2010; Yıldırım ve ark., 2011; Aktaş ve ark., 2011; Kılıç, 2013) iklimin istikrarsız seyrettiği bu tip bölgelerde genotiplerin genetik potansiyelleri ve kalite özelliklerinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Genotip performansın ortaya çıkmasına esas iklim özelliklerinden yağış miktarı ve sıcaklık gibi çevresel faktörler, verim ve kalitenin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Tane verimi bakımından genetik potansiyelin ortaya çıkarılması ekmeklik buğday ıslah programlarının önemli hedeflerinden biridir (Akçura ve Kaya 2008). Ekmeklik buğday da dane kalitesi çok fazla gen tarafından kontrol edilmekte olup, her bir özelliğin çevreden etkilenme derecesi de farklı olmaktadır. Diğer taraftan tane verimi ile kalite özellikleri arasındaki etkileşim farklı oranlarda ortaya çıkabilmektedir.

Nitekim temel kalite kriterlerinden protein konsantrasyonu ile tane verimi arasındaki ters korelasyon -0.2 ile -0.8 arasında değişmektedir (Depauw ve ark., 1992). Diğer kalite özellikleri de tane verimi ile farklı oranlarda ilişkiye sahiptir. Ancak bu oranlar çevreden çevreye değişebilmektedir.

Çevreyi oluşturan temel unsurlardan ekoloji ve iklim özellikleri, genotiplerin kalitesini olumlu veya olumsuz şekilde etkileyebilmektedir. Bu sebeple buğday ıslah çalışmalarında kullanılan kalite özelliklerinin çevreden çok etkilenmeyen ve genetiksel performansı ortaya çıkarıcı özellikte olması yanında stabil olması

da arzu edilmektedir. Çeşit geliştirme çalışmalarında tane verimi ile kalite özellikleri arasında kabul edilebilir bir ilişkiye sahip genotiplerin seçimi önem arz etmektedir. Sağlıklı bir seçimin temeli genotip ve özellikler arası ilişkiyi birlikte verebilen yöntemlere bağlıdır. Son zamanlarda öne çıkan “genotipler ile özellikler arasındaki ilişkiyi bir bütün olarak verebilen” GK biplot analiz yöntemi genotipi seçmede oldukça kolaylık sağlamıştır (Yan and Kang, 2003; Akçura, 2011). Kılıç ve ark. (2012) ekmeklik buğdayda tane verimi ve kalite özellikleri arasında biplot analizine dayalı araştırmalarında tane verimi ile hektolitre ve bin dane ağırlığı arasında olumlu, protein oranı bakımından olumsuz, SDS sedimentasyonu yönünden orta bir ilişki tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Bu çalışma “Ülkesel Buğday Islah” çalışmaları neticesinde yazlık dilimde çalışan Ege, Doğu Akdeniz, Karadeniz, Sakarya ve GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüleri tarafından geliştirilen yazlık tabiatlı hatların Güneydoğu Anadolu Bölgesi şartlarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenip standartlarla mukayese edildikten sonra amaca göre çeşit geliştirme çalışmalarında kullanılmak üzere yürütülmüştür.

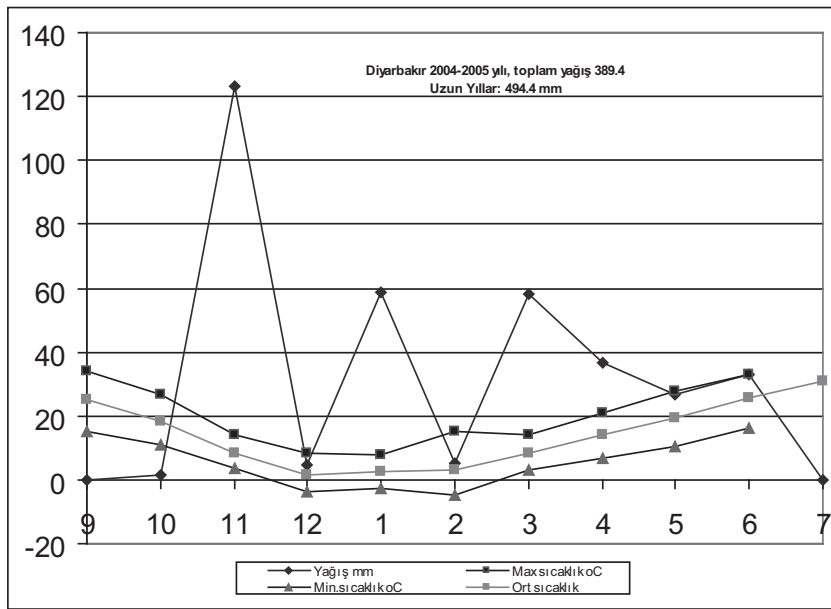
MATERYAL VE YÖNTEM

Deneme yerleri: Denemeler, 2004-2005 yıllarında Diyarbakır GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim merkezi deneme sahası ile Ceylanpınar TİGEM lokasyonunda yürütülmüştür.

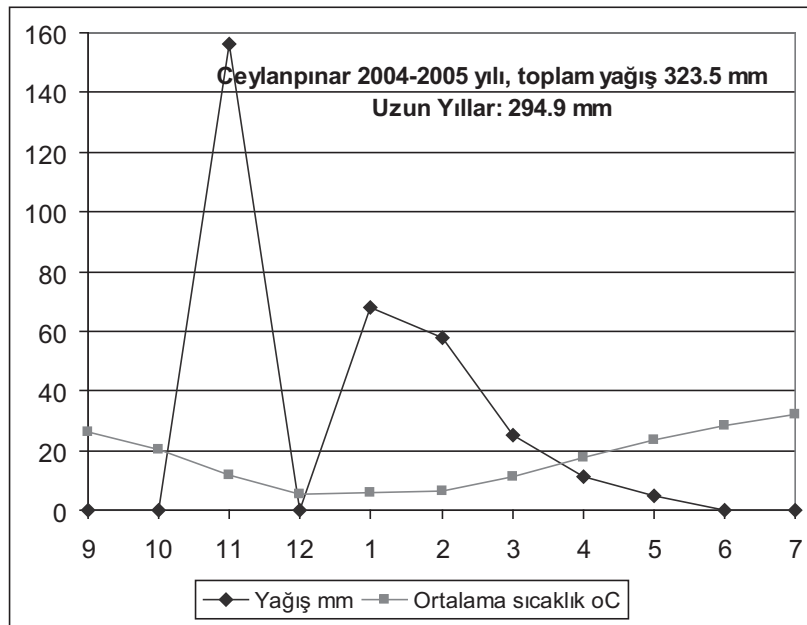
Deneme sahasının toprak ve iklim özellikleri: Deneme sahasına ait bazı toprak ve iklim özellikleri Çizelge 1, Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir. İklim özellikleri bakımından gerek Diyarbakır ve gerekse Ceylanpınar lokasyonlarında düşen toplam yağış miktarının uzun yıllar ortalamasına nispetle yaklaşık olarak %40 civarında daha düşük kaydedildiği Şekil 1 ve Şekil 2’den anlaşılmaktadır. Güneydoğu Anadolu bölgesinin en kurak iklimine sahip Ceylanpınar lokasyonu yağış miktarı bakımından Diyarbakır lokasyonuna göre daha istikrarsızdır. Nitekim 2004-2005 yılında düşen yağışın yaklaşık %50’si Aralık ayında düştüğü görülmektedir (Şekil 2). Toprak yapısı bakımından Diyarbakır lokasyonu gerek organik madde ve gerekse su ile doygunluk yönünden Ceylanpınar lokasyonuna göre daha iyi değerlere sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme lokasyonlarına ait bazı toprak özellikleri

Diyarbakır	Derinlik (cm)	Su ile Doyma Yüz. (%)	Toprakta Tuz (%)	Su ile doymuş toprakta pH	Kireç (CaCO ₃)	Bitkilere yararlı besin maddeleri kg/da		Organik madde (%)	Mikro elementler			
						Fosfor P ₂ O ₅	Potas K ₂ O		Cu	Mn	Fe	Zn
	0-20	74	0.115	7.61	8.3	0.84	118.8	1.30	1.84	32.1	5.03	0.34
C.pınar	0-20	57	-	7.40	-	5.8	-	1.16	-	-	-	-



Şekil 1. Diyarbakır lokasyonuna ait bazı iklim değerleri



Şekil 2. Ceylanpınar lokasyonuna ait bazı iklim değerleri

Materyal: Denemede 17 ileri ekmeklik buğday hattı ve 8 tescilli çeşit (Standart) kullanılmıştır (Çizelge 2). Yazlık dilimde çalışan kamu araştırma enstitüleri tarafından geliştirilen çeşit ve hatlar yazlık tabiatlı, hastalıklara mukavim veya tolerant ve yüksek verim potansiyeline sahip olmaları dikkate alınarak seçilmiştir.

Çizelge 2. Denemede kullanılan ekmeklik buğday hat ve çeşitlerine ait pedigri ve orijinleri.

No	Çeşit/Hat - Pedigri	Orijin
G1	BASRİBEY 95 (STD)	ETAE
G2	KAŞİFBEY 95 (STD)	ETAE
G3	PAMUKOVA 97 (STD)	MAİM
G4	TAHİROVA 2000 (STD)	STAE
G5	ADANA 99 (STD)	DATAEM
G6	SAKİN (STD)	KTAE
G7	NURKENT (STD)	GAPUTAEM
G8	TUI/PANDA SA929-1SA-0SA-0SA-13SA-0SA	DATAEM
G9	BAU/KAUZ CM100767-20Y-5B-4RES-030B-0Y	DATAEM
G10	ATILLA/3*BCN CMBW90Y4399-0T0PM-1Y-010M-010M-010Y-1M	GAPUTAEM
G11	OASIS/SKAUZ//4*BCN CMSS93Y04048M-1M-0Y	GAPUTAEM
G12	OPATA/RAYON//KAUZ CMBW90Y3180-0T0PM-3Y-010M-010M-010Y-1M.....	GAPUTAEM
G13	362K2.111/6/NKT/5/TOB/CNO67//TOB/8156/3/CAL//BB/CNO67/4/TRM	MAİM
G14	BANDIRMA 97/GÖNEN F1//TAHİROVA-2000 SM 1963 F 15P-2P-2P-0P	MAİM
G15	SPN/NAC//ATTILA CMSW92WM00217S -0SE-0YC-5YE-0YC-2YC-0YC (YT-IRR00-33)	MAİM
G16	SPN/NAC//ATTILA CMSW92WM00217S-0SE-0YC-5YE-0YC-1YC-0YC (YT-IRR00-32)	MAİM
G17	KAUZ/AA//KAUZ CMBW90M4839-0TOPY-14M-1Y-010M-010Y-6M-015Y-0Y	ETAE
G18	KAUZ*2/MNV//KAUZ CRG958-10Y-010M-0Y	ETAE
G19	REH/HARE//2*BCN CITY90.187-1PAP-4Y-0M	ETAE
G20	KAUZ*2/BOW//KAUZ CRG905-14Y-010M-0Y-0HTY	ETAE
G21	VEE/KOEL//2*SKAUZ CMBW91M02670M-0TOPY-11M-010Y-010M-010Y-4Y-0M	ETAE
G22	MV.MADRIGAL	KTAE
G23	MNCH/5/BLL/F72.23/4/ATIILA//2*FR/KAD/3/2*GB CIT932082-0SE-0YC-8YE-0YC	KTAE
G24	ERYT26221	KTAE
G25	CANİK-2003 (STD)	KTAE

MAİM: Mısır Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, DATAEM: Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü müdürlüğü, GAPUTAEM: GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi, KTAE: Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, ETAE: Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, SDT: Standart

Yöntem: Denemeler tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Ekim, parsel mibzeri ile Diyarbakır'da Kasım ayı ilk haftasında Ceylanpınar lokasyonunda ise Kasım ayının ikinci haftasında yapılmış olup, parsel ebatları, ekimde $1.2 \times 6 = 7.2 \text{ m}^2$, hasatta ise $1.2 \times 5 = 6 \text{ m}^2$ olarak değerlendirilmiştir. Farklı yağış rejimi ve ekolojik özellikleri sebebiyle lokasyonlarda ekim zamanı, ekim normu ve gübre dozları gibi farklı yetiştirme paketleri uygulanmıştır (Aktan ve ark., 1980, Keklikçi ve Nergiz 1983; Keklikçi, 1983). Nitekim Diyarbakır'da uzun yıllar yağış ortalaması 494.4 mm iken Ceylanpınar'da 294.9 mm olarak tespit edilmiştir. Birinci alt bölgeyi temsil eden Ceylanpınar lokasyonunda deneme yılında ortalama sıcaklık $17.2 \text{ }^\circ\text{C}$ iken bu değer Diyarbakır'da $12.7 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak belirlenmiştir. Bu itibarla, ekimde kullanılan tohumluk miktarı Diyarbakır lokasyonu için 400 tane/m^2 , Ceylanpınar lokasyonu için ise 450 tane/m^2 olacak şekilde çeşitlerin bin tane ağırlıklarına göre tespit edilmiştir. Parseller, Diyarbakır lokasyonu için, 12 kg saf azot (N) ve 6 kg saf fosfor (P_2O_5), Ceylanpınar lokasyonu için ise 9 kg saf azot (N) ve 4.5 kg saf fosfor (P_2O_5) ile gübrenlenmiştir. Fosforun tamamı ile azotun yarısı ekimle, kalan azotun yarısı da 3. nod (Zadoks 37) döneminde verilmiştir. Denemeler her iki lokasyonda da yağışa dayalı şartlarda yürütülmüştür. Hasat olgunluğuna gelen parseller Hege 140 parsel biçerdöveri ile hasat edilmiştir. Williams ve ark.(1988)'nin tatbik ettikleri usuller esas alınarak tane verimi ile birlikte hektolitre ağırlığı, bin dane ağırlığı, SDS miktarı ve tane de protein nispeti gibi kalite özellikleri belirlenmiştir. Alveograf analizi; AACCC 54-30A yöntemine göre yapılmıştır (Anonymous 1990; Şahin ve ark. 2009).

Alveolink programı ile parametrelerin otomatik hesaplandığı Alveogramın değerlendirilmesi (Elgün ve ark. 2001);

P (kurve yüksekliği mm): Hamurun mukavemetini gösterir.

L (kurve taban uzunluğu=uzayabilirlik mm): Hamurun şişme miktarı ve elastikiyeti gösterir.

P/G: Hamur dengesi: Gliadin ve Gluten dengesi ile ilgili olan ve ekmek hacmi ve yapısını doğrudan etkileyen değeri.

W (Hamurun deformasyon enerjisidir 10-4 Joule): Hamuru şişirmek için yapılan iş.

Araştırmada elde edilen tane verimine ait değerlerin varyans analizleri JMP-501" paket programı, genotiple

birlikte özellikler arası görsel ilişkiyi ifade eden genotip-karakter (GK) biplot analizi (Yan and Rajcan 2002) ise GenStat 14th paket programı kullanılarak yapılmıştır. Önemli bulunan faktör ortalamaları arasındaki fark Asgari Önemli Fark (A.Ö.F.)'a göre gruplandırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tane Verimi:

Tane verimi açısından yapılan varyans analizlerinde, her iki lokasyonda da istatistiki manada önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Lokasyon varyansları arasında *Bartlett* homojenite testine göre önemli farklılık tespit edilmesinden dolayı birleşik analize cihetine gidilmemiştir (Yurtsever, 1984).

Tane verimi Diyarbakır lokasyonunda $382.3-606.7 \text{ kg da}^{-1}$, Ceylanpınar lokasyonunda $95.0-391.3 \text{ kg da}^{-1}$ arasında değişmiştir. Diyarbakır lokasyonunda ortalama tane verimi 510.0 kg da^{-1} olurken, Ceylanpınar lokasyonunda 298.2 kg/da olarak gerçekleşmiştir. (Çizelge 3). Lokasyonlar arasındaki verim farkı iklim özellikleri ile yakından ilgilidir (Şekil 1 ve Şekil 2). Nitekim Kılıç (2003), buğdayda tane verimi ve kalite özellikleri üzerine çevresel faktörlerden özellikle yağış miktarının önemli etkilerde bulunduğunu bildirmiştir. Denemede standart olarak kullanılan çeşitlerin ortalama tane verimleri Diyarbakır'da 489.4 kg da^{-1} , Ceylanpınar'da 285.7 kg da^{-1} olmuştur. Diyarbakır lokasyonunda G21, G24, G17, G12, G20, G13 ve G10 nolu genotipler ilk sıralarda yer alırken, Ceylanpınar lokasyonunda ise G14, G8, G21, G10, G11, G17 ve G13 nolu genotipler ilk sıralarda yer almıştır. Genotiplerden G21, G17, G13, G12 ve G10 nolu hatlar her iki lokasyonda da ilk sıralarda yer almıştır. Falconer ve Mackay (1996) de çevresel farklılıkların bazı genotipler üzerinde daha fazla etkiye sahip olabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca tane verimi, genotip x çevre interaksyonunun bir sonucu olarak ortaya çıktığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Özberk ve ark, 2004; Kılıç 2003; Akçura ve Kaya 2008).

Benzer şartlarda farklı ekmeklik buğday çeşitleriyle önceden yapılan araştırmalarda Kılıç ve ark. (2005) Diyarbakır'da $346.0-559.0 \text{ kg da}^{-1}$, Ceylanpınar'da ise $112.3-465.0 \text{ kg da}^{-1}$ arasında; Aktaş ve ark. (2010) Diyarbakır'da yeterli yağışın alındığı şartlarda $582.9-797.6 \text{ kg da}^{-1}$ arasında tane verimi aldıklarını bildirmişlerdir.

Çizelge 3. Farklı 25 ekmeklik buğday genotipinde tane verimine (kg/da) ait ortalama değerler ve oluşan gruplar

	Diyarbakır		Ceylanpınar		Ortalama
Basribey 95 (Std)	515.6	B-G*	346.0	A-E*	430.8
Kaşifbey 95 (Std)	568.6	A-C	323.1	A-E	445.9
Pamukova 97 (Std)	512.1	B-H	280.0	E-G	396.0
Tahirova 2000 (Std)	438.5	H-J	302.3	C-F	370.4
Adana 99 (Std)	549.6	A-E	331.5	A-E	440.5
Sakin (Std)	424.6	I-J	216.9	G-I	320.7
Nurkent (Std)	552.5	A-D	391.3	A	471.9
G8	512.3	B-H	360.8	A-C	436.6
G9	485.0	D-I	298.8	C-F	391.9
G10	530.8	A-F	344.8	A-E	437.8
G11	529.8	B-F	326.3	A-E	428.0
G12	578.5	A-C	246.9	F-I	412.7
G13	545.6	A-F	331.0	A-E	438.3
G14	515.8	B-G	378.1	A-B	447.0
G15	504.4	C-H	273.1	E-H	388.8
G16	475.4	E-I	302.7	C-F	389.1
G17	557.9	A-D	337.1	A-E	447.5
G18	472.1	F-I	310.8	B-F	391.5
G19	448.8	G-J	285.4	D-G	367.1
G20	559.4	A-D	314.2	B-F	436.8
G21	606.7	A	358.1	A-D	482.4
G22	484.8	D-I	195.4	I	340.1
G23	382.3	J	95.0	J	238.6
G24	581.3	A-B	304.0	B-F	442.6
G25 Canik-2003	416.9	I-J	200.4	H-I	308.6
AÖF (0.05)	74.0		75.0	-	
V.K %	10.6		17.9	-	
Genel ortalama	510.0		298.2		404.1
Hatların ortalaması	518.0		297.6		406.9
Standartların ortalaması	489.4		285.7		398.1

*: aynı harf grubundaki ortalamalar arasındaki fark $P < 0.05$ düzeyinde önemlidir.

Genotip ve Özellikler arası GK *Biplot* analizi

Ekmeklik buğdayda temel alınan kalite parametreleri, tanede protein oranı, SDS sedimetasyonu, tane sertliği, bin tane ve hektolitre ağırlıkları gibi özellikler ön plana çıkmaktadır. Enerji değeri (W) Kurve yüksekliği (P), kurve taban uzunluğu (L) ve hamur dengesi (P/G) gibi kalite parametreleri ise daha

ayrıntılı çalışmalarda kullanılmaktadır (Şahin ve ark., 2009; Bulut, 2012; Al Saleh and Charles 2012).

Özellikler arası ilişkileri görsel olarak inceleme ve değerlendirmek amacıyla genotip verileri ile oluşturulan GK *biplot* grafiği Şekil 3'te verilmiştir. Şekil 3'te görüldüğü gibi %28.19'unu PC1'in (Ana Bileşen 1) ve %22.92'sini PC2'nin (Ana Bileşen 2) temsil ettiği

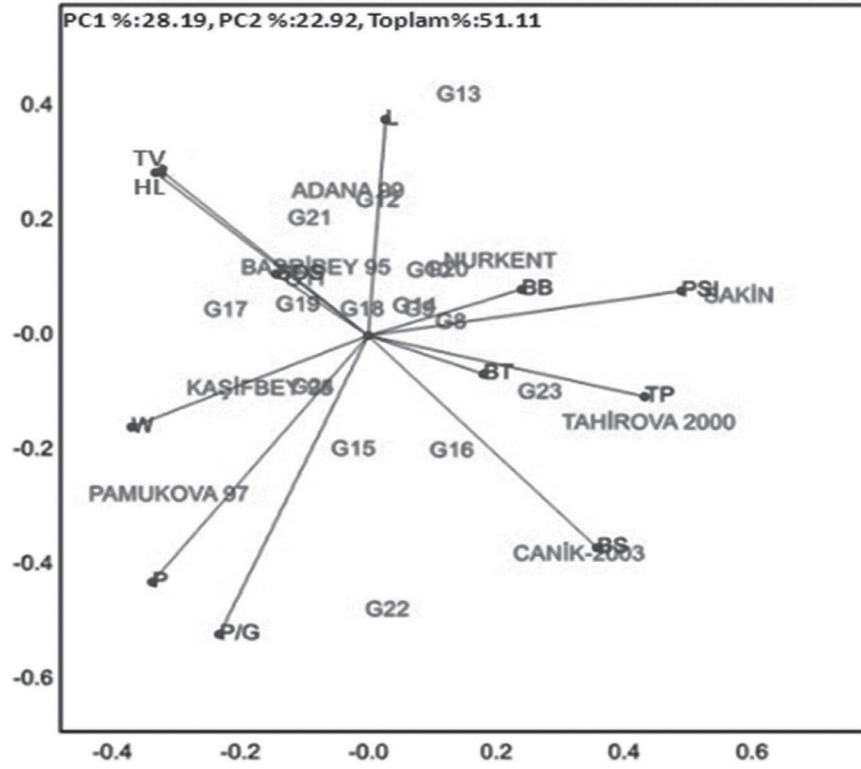
grafik, varyasyonun toplam %51.11'ini açıklamaktadır. Genotip ve karakterler arası ilişkileri bir bütün olarak göstermeye yarayan biblot analizi, yalnızca iki özellik arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon analizine göre üstünlükleri vardır (Yan and Reid 2008; Akçura 2011). Özellikler genotipler üzerinden tasnif edildiğinde 3 farklı grup oluşmuştur. TV, HL ve L değerinin yer aldığı 1. grupta Basribey-95, G19, G17, G21 ve G13 genotipleri ön plana çıkmıştır. BB, PSI, BT, TP ve BS'nin

yer aldığı 2. grupta Nurkent, Sakin, Tahirova-2000, G23 ve G16 genotipleri, W, P değeri ve P/G oranının yer aldığı 3. grupta G22 genotipi, Pamukova-97 çeşidi ve G15 genotipi ön plana çıkmıştır. Merkeze doğru yaklaşan genotiplerden Nurkent, G19, G18, G14, G5 ve Kaşifbey-95 birden fazla özellik açısından öne çıkarken genel ortalama değerleri bir özellik açısından öne çıkan genotiplere göre daha düşük olmuştur (Çizelge 4 ve Şekil 3).

Çizelge 4. Diyarbakır losayonuna ait farklı 25 ekmeklik buğday genotipinde bazı morfolojik ve kalite özelliklerine ait ortalama değerler

GNO	BS gün	BB cm	HL kg/hl	BİNTA g.	PSI %	TP %	SDS mm	W Joule	P/G	L mm	P
Basribey 95 (Std)	126	75	78.2	26.4	62.9	13.8	24	106	4.6	5.1	7.2
Kaşifbey 95 (Std)	127	85	76.9	27.5	62.6	12.7	31	202	6.6	5.6	11.1
Pamukova 97 (Std)	127	85	80.0	26.7	61.2	12.9	35	233	10.0	4.1	14.2
Tahirova 2000 (Std)	131	90	78.0	29.5	74.8	14.9	22	92	5.7	3.5	7.5
Adana 99 (Std)	126	95	79.9	31.1	65.9	12.4	30	121	3.7	7.0	6.9
Sakin (Std)	132	95	75.3	30.2	77.8	14.1	32	37	2.0	5.4	3.2
Nurkent (Std)	127	100	75.6	27.4	68.8	14.0	26	121	3.6	7.4	7.0
G8	128	90	78.2	30.2	75.0	14.2	32	149	4.9	6.5	8.8
G9	127	85	77.3	27.1	66.8	14.0	25	110	4.3	5.6	7.1
G10	125	90	78.0	27.9	70.9	14.1	25	97	4.6	4.6	6.9
G11	125	80	79.1	26.7	63.5	13.6	24	106	5.0	4.5	7.4
G12	126	90	79.4	33.4	67.2	13.0	26	90	3.5	5.5	5.8
G13	126	100	80.0	29.4	71.8	13.8	39	97	2.2	9.4	4.7
G14	128	100	79.1	32.1	61.1	13.6	27	77	4.7	3.7	6.4
G15	126	85	77.3	32.9	63.8	13.9	28	117	8.1	3.1	10.1
G16	128	95	76.4	29.4	65.4	14.2	26	92	7.4	2.8	8.7
G17	126	70	79.6	27.3	62.4	12.8	24	104	6.0	3.9	8.3
G18	126	75	79.2	26.7	67.9	13.4	24	83	5.1	3.7	7.0
G19	124	75	79.7	26.7	65.1	12.9	24	81	5.7	3.2	7.2
G20	126	80	78.7	26.0	73.5	14.3	24	56	4.9	2.8	5.7
G21	125	75	78.8	26.0	64.2	13.2	27	50	4.2	2.8	5.0
G22	132	85	76.9	29.7	67.5	13.6	25	105	11.7	2.0	11.7
G23	128	75	76.7	27.6	73.4	13.6	18	44	5.2	2.0	5.2
G24	127	90	76.4	30.3	61.3	12.9	28	94	7.1	3.0	8.7
G25 Canik 2003	133	85	75.4	30.4	68.2	14.3	21	112	7.3	3.3	9.3
Genel ortalama	127.3	86.0									
Hat ortalaması	126.6	84.7									
Std ortalaması	128.6	88.8									

BS: Başaklanma süresi, BB: Bitki boyu, HL: Hektolitre ağırlığı, BİNTA: bin tane ağırlığı, PSI: Sertlik derecesi, TP: Danede toplam protein oranı, SDS: Zeleny SDS sedimantasyon, W: enerji değeri, P/G: hamur dengesi, L: kurve taban uzunluğu mm



Şekil 3. Denemede kullanılan genotip ve özellik ilişkisini gösteren biplot grafiği

Ekmeklik buğdayda karakterler arası ilişkileri GK biplot analizi ile inceleyen araştırmacılar Akçura (2011) GK biplot analizine dayalı değerlendirmede tane verimi ile hasat indeksi, başakta tane ağırlığı ve sayısı ve biyolojik verim arasında olumlu, SDS sedimentasyon ve protein oranı ile de olumsuz bir ilişki olduğunu; Şahin ve ark. (2011) tane verimi ile hamur pik alanı, zeleny sedimentasyonu, glüten indeks oranı, sağ pik eğimi ve hektolitre ağırlığı arasında olumlu, protein oranı, kuru ve yaş glüten ve sertlik arasında ise olumsuz bir ilişki gösterdiğini; Kılıç ve ark. (2012) tane verimi ile hektolitre ve bin dane ağırlığı arasında olumlu, protein oranı bakımından olumsuz, SDS sedimentasyonu yönünden orta bir ilişki tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

SONUÇ

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Politikalar ve Araştırmalar Genel Müdürlüğüne bağlı “Ülkesel Yazlık Dilim Serin İklim Tahılları” programı çerçevesinde çalışan beş araştırma enstitüsünün geliştirmiş oldukları ekmeklik buğday hatlarının farklı çevrelerde performanslarını belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada GK biplot analiz yöntemi

esas alınarak yapılan değerlendirmede, tane verimi, HL, SDS ve L kalite özellikleri aynı grupta yer almış olup bu dört özellik yönünden G21, G17, G13 ve G12 genotipleri ön plana çıkmıştır. Bunun dışında tane verimi ve kalite özellikleri yönünden amaca göre seçilen hatlar ilgili araştırma enstitülerinin çeşit geliştirme çalışmalarında değerlendirilmiştir. Uygun hatların seçilmesinde yalnızca iki lokasyon verileriyle sonuca gitmek pek sağlıklı görülmemektedir. Nitekim enstitüler bu çalışmaya ilave olarak kendi bölgelerinde uzun yıllar farklı lokasyonlardan elde ettikleri verilerle genotip, yıl ve lokasyon interaksyonlarını da dikkate alarak çeşit adayı tespitine gitmektedirler.

KAYNAKLAR

- Akçura, M. Kaya Y., 2008. Nonparametric stability methods for interpreting genotype by environment interaction of bread wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.) Genetics and Molecular Biology, 31(4): 906-913.
- Akçura M., 2011. The relationships of some traits in Turkish winter bread wheat landraces. Turk J Agric For 35 (2011) 115-125
- Aktan S., Siirt S., Şenel H., Keklikçi Z. Nergiz N., 1980. Güneydoğu Anadolu’da Dicle-74 (*Triticum durum* L) Penjoma-62 ve Bezostaya-1 (*Triticum aestivum* L) Buğday çeşitlerinde yetiştirme Tekniği Araştırmaları I. Azot Miktarı. Tarımsal Araştırma Özetleri 1980-2003, (Edt. Hasan Kılıç), Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü. 201 sayfa.

- Aktaş, H., Kılıç H., Kendal E., Altıkat A., 2010). Diyarbakır koşullarında bazı ekmeklik (*Triticum aestivum* L.) buğday çeşit ve hatlarının verim ve verim unsurlarının değerlendirilmesi, Uluslararası Katılımlı Kamu-Üniversite-Sanayi İşbirliği Sempozyumu (24-26 Diyarbakır, Mayıs 2010), s. 357-363.
- Aktaş H., Kendal E., Kılıç H., Tekdal S., Karaman M. Altıkat A. 2011. Diyarbakır kuru koşullarında bazı ekmeklik (*T. aestivum* L.) buğday genotiplerinin verim ve kalite bakımından değerlendirilmesi. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı (27-30 Nisan, 2011 Eskişehir). 3:2273-2283.
- Al-Saleh A. Charles S., 2012. Brennan Bread Wheat Quality: Some Physical, Chemical and Rheological Characteristics of Syrian and English Bread Wheat Samples. *Foods* 2012, 1, 3-17;
- Anonymous, 1990. AACC Approved Methods 8th edn. American Association of Cereal Chemists, St. Paul MA. USA
- Bulut S., 2012. Ekmeklik buğdayda kalite. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28(5):441-446
- Depauw, R.M., Clark, J.M., Caig, T.N.Mc., Townley, T.F., 1992. Opportunities for the improvement of western canadian wheat protein concentration, grain yield and quality through plant breeding. *Wheat Protein Proceedings of The Wheat Protein Symposium Canada*. 75-92.
- Elgün A, Türker S, Bilgiçli N., 2001. Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü. Konya Ticaret Borsası Yayın No: 2 Konya.
- Falconer, D. S., T. F. C. Mackay, 1996. Introduction to quantitative genetics. Addison Wesley Longman Limited. Benzerlik katsayısı Edinburg Gate, Harlow Essex CM20 2JE, P.132, London.
- Keklikçi Z. Nergiz N., 1983. Güneydoğu Anadolu'da Yaz Toprak İşleme ve Derinliğinin Toprakta Su Biriktirilmesi ve Buğday Verimi Üzerine Etkisi. *Tarımsal Araştırma Özetleri 1980-2003*. (Edt. Hasan Kılıç), Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü. 201 sayfa.
- Keklikçi Z., 1983. Malabadi Ekmeklik Buğday ve Tokak Arpa Çeşitlerinin Bölge Koşullarında Uygun Tohum Miktarlarının Saptanması. *Tarımsal Araştırma Özetleri 1980-2003*. (Edt. Hasan Kılıç), Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü. 201 sayfa.
- Kılıç, H., 2003. Güneydoğu Anadolu Bölgesi koşullarında makarnalık buğday (*Triticum turgidum* ssp durum) çeşitlerinin bazı tarımsal ve kalite özellikleri ile stabilitesi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enst. Kod no:718.
- Kılıç, H., Erdemci, İ., Karahan, T., Aktaş, H., Karahan, H ve Kendal, E., 2005 Güneydoğu Anadolu Bölgesi şartlarında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim stabilitesi üzerine araştırmalar. GAP IV Tarım Kongresi (21-23 Eylül 2005 Şanlıurfa). s. 809-814
- Kılıç, H., 2005. Ekmeklik buğdayda bazı tarımsal özelliklerin genotip x çevre etkileşimi, kalıtım derecesi tahminleri ile stabilite analizleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. No 14 (1-2): 75-84.
- Kılıç H, Yazar, S., Erdemci İ., Dönmez, E., 2008. Elazığ Ve Malatya Şartlarına Uygun Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Belirlenmesi. *Ülkesel Tahıl Sempozyumu (2-5 Haziran 2008 Konya)*. s. 78-86.
- Kılıç H., Aktaş H., Kendal E., Tekdal S., 2012. İleri kademe ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi *Tr. Doğa ve Fen Derg. Tr. J. Nature Sci.* 1 (2): 132-139, 2012
- Kılıç H., 2013. Effect of seed rate on yield and yield components of irrigated spring wheat in no-till permanent beds systems. (1st Central Asia Congress On Modern Agricultural Techniques and Plant Nutrition 01-03 October 2013, Bishkek KYRGYZSTAN) *Soil Water Journal* (2013) Vol 2, Number 2:1501-1512.
- Şahin M., Aydoğan S. Göçmen A. Taner S., 2009. Orta Anadolu İçin geliştirilmiş bazı ekmeklik buğday genotiplerinin alveograf analizi yönünden değerlendirilmesi. *Bitkisel Araştırma Dergisi* 2: 1-9
- Şahin M., Göçmen A., Aydoğan S., Demir B., Önmez H. Ve Taner S., 2011. Ekmeklik Buğday Ununda Ekmek Hacmi ile Bazı Fizikokimyasal ve Reolojik Özellikler Arasındaki İlişkilerin Tespiti. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 22 (1): 13-19
- TMO, 2013. Toprak Mahsulleri Ofisi. Genel Müdürlüğü. <http://www.tmo.gov.tr/Main.aspx?ID=929>. Erişim Tarihi: 27.01.2014.
- TUİK, 2013. <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>, Erisim Tarihi: 24.09.2013.
- Özberk, İ., Özberk, F., Coşkun, Y., Demir, E., Doğru, C., 2004. Makarnalık buğday çeşit tescil denemelerinde genotip x çevre etkileşimlerinin rank (sıra) analizi metoduyla incelenmesi. *HR. Ü.Z.F. Dergisi*, 8 (1): 71-75.
- Özberk İ, Kılıç, H., Atlı, A., Özberk, F., and Karlı, B., 2006. A new approach in variety development and adoption in bread wheat (*T.aestivum* L); high production income ha-1. *Euphytica* (2006) 152 (2): 235-245.
- Yıldırım, M., Kılıç, H., Kendal, E. Karahan T., 2011. The availability of chlorophyll meter reading as a single tool in durum wheat breeding *Journal of Plant Nutrition* 34(2):151-164
- Yurtsever N., 1984. Deneysel İstatistik metotları. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Genel yayın No: 121, Teknik yayın No. 56. 616 sayfa.
- Williams P., El-Haremein F.J., Nakkoul H. Rihav, S., 1986. Crop quality evaluation methods and guidelines. ICARDA. Technical Manual 14 (Rev.1).
- Yan W. Kang M., 2003. GGE biplot analysis. A graphical tool breeders. *Geneticists and Agronomists*. CRC Press. Florida.
- Yan W, Rajcan I., 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Sci* 42: 11-20.
- Yan W, Reid JF., 2008. Breeding Line Selection Based on Multiple Traits. *Crop Sci* 48: 417-423.

Rize Yöresine Ait Tıbbi ve Aromatik Bitkilere Genel Bir Bakış

Volkan GÜL

ÖZET: Dünya’da artan ihtiyaçlar doğrultusunda insanların doğaya ve doğal ürünlere olan talebi her geçen gün artmaktadır. Ülkemizin her bölgesinde farklı iklim koşullarının hüküm sürmesi, beraberinde farklı tıbbi ve aromatik bitkileri içeren zengin floraları oluşturmaktadır. Doğu Karadeniz bölgesi sınırları içerisinde yer alan Rize yöresi de bunlardan bir tanesidir. Bu bitki zenginliğinin yöre halkına ve Türkiye ekonomisine katkı sağlayacağı dikkate alınarak bitkilerin yöresel isimleri, biyokimyasal içeriği ve kullanım alanları literatür taramasıyla belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Doğu Karadeniz Bölgesi, flora, tıbbi ve aromatik bitkiler, Rize

A General View to Medicinal and Aromatical Plants Belonging to Rize Province

ABSTRACT: Along with the increasing needs and demands throughout the world, human needs for nature and natural products are also ever increasing. Turkey has different and specific climate conditions in every region, therefore has highly rich flora of medicinal and aromatic plants. Eastern Blacksea Region, especially the Province of Rize, is among those regions with highly rich flora. Considering the potential benefits to be provided by these plants to local people and county economy, the present study was conducted to provide local names of these plants, their biochemical composition and areas of using through comprehensive literature review.

Keywords: Flora, medicinal and aromatic plants, Rize, The Eastern Black Sea Region

GİRİŞ

İlk çağlardan beri insanoğlu besin elementi elde etmek ve bir takım hastalıkları tedavi etmek için bitkilerden faydalanmıştır. 1957 yılında Kuzey Irak'ta Şanidar Mağarasında bulunan eski bir mezarda yapılan kazılarda altmış bin yıl öncesine ait olduğu tahmin edilen civanperçemi, kanarya otu, mor sümbül, peygamber çiçeği, gül hatimi, ebegümece ve efedra gibi bitki türlerinin bulunduğu tespit edilmiştir (Kendir ve Güvenç, 2010). Günümüzde doğadaki bitkilerden yararlanma isteğinin giderek artış göstermesi, tıbbi ve aromatik bitkilerin tarıma dayalı sanayide (boya, baharat, gıda gibi), alternatif veya tamamlayıcı tıp tedavisi ve ilaç sanayisinde hammadde olarak kullanımı her geçen gün artmaktadır (Yaldız ve ark., 2010). Bilim ve teknolojinin gelişimiyle birlikte ortaya çıkan metot ve teknikler bitkilerin etken maddelerinin kullanılabilirliğini artırmıştır. Bu da gelişmiş ülkelerin bitkilere olan talebini üst seviyelere çıkarmıştır (Demirtürk, 1990).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Dünya'da kullanılan bitki sayısının 20.000 civarında olduğunu, bunlardan 4000'e yakınının da drog olarak yaygın kullanıldığını belirtmiştir (Başer, 1998). Türkiye ise 12.476 bitki taksonu ve 4080 endemik bitki ile Dünya'da önemli bir yere sahiptir (Karagöz ve ark., 2010). Bitki çeşitliliğinin bakımından Doğu Karadeniz bölgesi Türkiye genelinde nadir olarak bulunan 440 bitkiyi barındırmasının yanında toplamda 2239 bitkisel türü bulundurmakta ve bu türlerin içerisinde 222 endemik bitki taksonunu içermektedir (Anşin, 1980). TÜBİTAK destekli yapılan bir araştırmada Rize ilinde 1430 bitki türüne rastlanılmış olup; bunlardan 15 adedinin Türkiye florası için, 4 bitki taksonunun ise bilim dünyası için yeni türler olduğu ayrıca 110 taksonun da Türkiye için endemik türler olduğu belirlenmiştir (Güner ve ark., 1987; Yaldız ve ark., 2010).

Rize yöresi, İngiltere ve Avrupa'nın bir çok ülkesinde bulunan tıbbi ve aromatik bitkiler bakımından oldukça zengin olmasına rağmen istenildiği gibi değerlendirilememektedir (Yaldız ve ark., 2010). Oysaki bu bölgede ilaç, kozmetik ve gıda sanayi,






ıçki, çay baharat, boya, süs bitkisi gibi birçok alanda kullanılan ve yurt dışında büyük talep gören bitki türleri bulunmaktadır.







Ülkemizde bulunan tıbbi ve aromatik bitkilerden yeterince faydalanılmadığından ekonomik anlamda gelir elde edilememektedir. Bu bitkilerden yararlanabilmek için bitki çeşitliliğini, bölgesel olarak nasıl adlandırıldıkları ve kullanım alanlarının belirlenmesi yönünde çeşitli araştırmalar yapılması önemli hususlardan bir tanesidir. Bölgesel olarak yapılacak bu çalışmalar özellikle büyük bir bitki tür çeşitliliğini bünyesinde barındıran Doğu Karadeniz bölgesine has türlerin belirlenmesinde ve ekonomik değeri olanların kültüre alınmasına olanak sağlayacaktır. Buradan elde edilen tıbbi ve aromatik bitkiler değerlendirilerek hammadde yada yarı sentez ürün olarak gerek yurt içi ihtiyacını karşılamada gerekse ihraç edilerek ülkemize döviz kazandırarak bölge çiftçisinin refah seviyesini artmasına olanak sağlayacaktır.

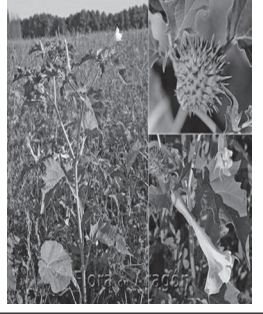

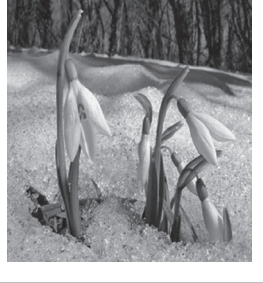



Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Tanımı




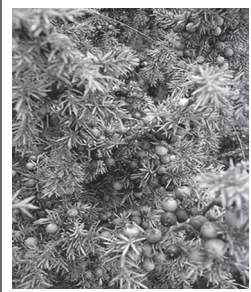


Tıbbi ve aromatik bitkilerin tanımını yaparken ikisini de ayrı ele almak hiç doğru bir tanım olmayacaktır. Tıbbi ve aromatik bitkiler gerek hastalıkların tedavisinde ilaç olarak gerekse beslenme, kozmetik, güzel koku ve tat vermeleri için kullanılmaktadır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011). Bu bitkiler tedavi amaçlı işlenmemiş veya işlenerek bir ya da birden fazla bitkilerin bileşiminden oluşarak insan sağlığına yararlı olabilecek madde ve ürünleri ifade eder. Bu tanıma göre tıbbi ve aromatik bitkilerin işlenmemiş, işlenmiş bitkisel ürünler ve şifalı ot (herbal) ürünleri olarak üç çeşidi bulunmaktadır (Van Overwalle, 2007). Tıbbi ve aromatik bitkiler etken maddeleri ve kullanım alanları bakımından çok geniş bir alanı kapsamaktadır. Bu nedenle familyalarına, içerdikleri etken maddelerine, tüketim ve kullanımına, kullanılan organlarına ve farmakolojik etkilerine göre gruplandırılabilirler (Ceylan, 1995). Günümüzde en yaygın kullanım etken maddelerine göre yapılan kullanım şeklidir.




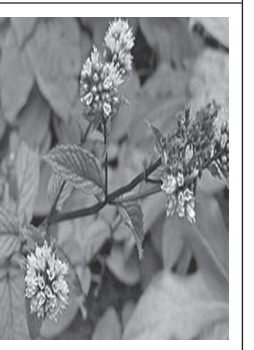

Rize Yöresine Ait Belli Başlı Tıbbi ve Aromatik Bitkiler ve Kullanım Alanları







<p>Latincesi: <i>Achillea millefolium</i> L. (Asteraceae) Yöresel adı: Civan perçemi, kandil çiçeği Bileşimi: Mavimtrak renkte uçucu bir yağ (%0.25-0.45) dır. Bunda azulen, limonen, sineol, borneol, pinenler, seskiterpenler vardır (Baytop, 1999). Etkisi ve kullanım şekli: Solucan düşürücü, iltihap giderici, sinir yatıştırıcı, antiviral, gebelik önleyici, idrar söktürücü, kadınlarda adet düzenleyici, ateş düşürücü, barsak fonksiyonlarını düzenleyici, baş ve boğaz ağrılarında, romatizma ve mide ülserinde kullanılmaktadır. Çiçekleri çay gibi demlenip iç kanamalarda kan durdurucu olarak kullanılmaktadır (Zeynalov, 2008). Resim: http://www.prota4u.info/protav8.asp?g=psk&p=Achillea+millefolium+L., 21.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Angelica sylvestris</i> L.(Apiaceae) Yöresel adı: Melekotu Bileşimi: Tanen, uçucu yağ (%0.5-1) (Phellandren, Pinen, Angelica asidi), acı maddeler, reçine, nişasta, pektin ve şeker içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: İştahsızlık, hazımsızlık, mide ve bağırsak bozuklukları, bronşit, uyku bozuklukları, sinir sistemi, balgam söktürme, migren, romatizma, siyatik ve eklem ağrılarında etkilidir. Kökleri kurutulup toz haline getirilip demleme ve bitkiden çıkarılan yağı vücuda sürülerek kullanılır (Birinci, 2008). Resim: http://en.hortipedia.com/wiki/Angelica_sylvestris, 21.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Artemisia absinthium</i> L. (Asteraceae) Yöresel adı: Acı yavşan, pelin otu, şeyh horasani ve doğu horasani Bileşimi: Uçucu yağ (% 0.5-1.3), glikozit, kumarinler, fitonsid ve tanen içerir. Etkisi ve kullanım şekli: Mide ağrılarında, sıtmada, iştah açıcı, kuvvet verici, ateş düşürücü, sindirimi kolaylaştırıcı, karaciğer güçlendirici, kansızlık, adet gecikmesini düzenleyici, iltihap kurutucu, idrar söktürücü, hemoroid, deri hastalıkları tedavisi gibi hastalıklarda kullanılmaktadır. Taze yaprak ve çiçekleri çay gibi demlenip acı olmasından dolayı balla karıştırılarak içilmesi tavsiye edilir (Baytop, 1999; Zeynalov, 2008). Resim: http://vidverto.info/index.files/Page13555.htm, 21.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Astragalus gummifera</i> L. (Leguminosae) Yöresel adı: Geven, zambak geveni, kitre zambakı Bileşimi: Bitkinin %60-70'i bassaron, %8-10'unu arabin, %2-3'ü nişasta, %3'ü selüloz ve bazı minarel maddelerden oluşur (Yenikalaycı, 1996). Etkisi ve kullanım Şekli: Gövde veya kökünün bıçakla çizilerek çiziklerden akan zambak kullanılır. Boğaz hastalıkları ve iltihaplarında bir parça zambak ağza alınarak emilir. Yara üzerini örtmek koruma etkisi vardır. Birçok pastilin içeriğinde kitre zambakı vardır (Şimşek ve ark., 2002). İlaç yapımında emülsiyon, süspansiyon, pastil ve tablet gibi preparatların yapımında kullanılır ayrıca yapışkan özelliğinden dolayı kâğıt, kumaş sanayisinde de kullanılır (Baytop, 1999). Resim: http://www.statemaster.com/encyclopedia/Milk-vetch, 21.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Atropa belladonna</i> L. (Solanaceae) Yöresel adı: Güzel avratotu, ayıçileği Bileşimi: Alkaloid (% 0.15-0.8), atropin, hyoscyamin, organik asitler, saponosid, hiyosin, kökünde % 0.4 alkaloid vardır ve zehirlidir (Baytop, 1999). Etkisi ve Kullanım Şekli: Bu bitkiden kaynaklanan zehirlenmelerde göz bebeklerinin büyüdüğü gözlemlenir. Atropinin kullanılan kısmı; kök, sap, yaprak ve meyveleridir. Yaprakları sürekli kullanılan antispazmotiktir. Ağrı kesici, ter, süt, mide salgılarını azaltıcı, karaciğer, böbrek, mide ağrılarında ve ülserlere karşı etkilidir. Toz, ekstre, tentür şeklinde ve haricen lokal anestetik etkisi olduğundan ağrı kesici pomatların bileşimi olarak kullanılır (Baytop, 1999). Resim: http://etnopharmakon.org/?page_id=643, 21.11.2014</p>	

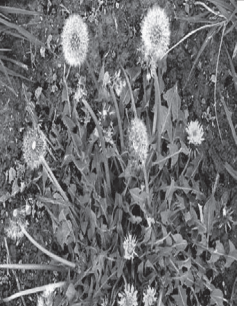

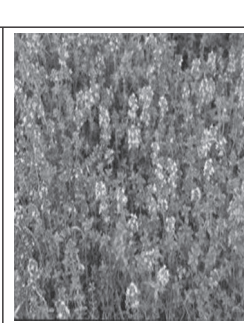



<p>Latincesi: <i>Buxus sempervirens</i> L. (Buxaceae) Yöresel adı: Anadolu şimşiri, adi şimşir Bileşimi: Resin, uçucu yağ, zambak ve buxin grubu alkaloidler taşımaktadır. Etkisi ve Kullanım Şekli: Terletici, ateş düşürücü, kabızlık gidermede, karaciğer, mide ve bağırsak hastalıklarında, hazmı kolaylaştırmada, sinirsel hastalıklarda, romatizma ve kurt düşürmede etkilidir. Yaprakları, kök ve dallarının kabukları tıbbi olarak kullanılır. Aşırı dozu ishal ve kusma gibi zehirlenme etkisine neden olur (Uzun ve ark., 2008). Resim: http://www.salisbury.edu/arboretum/SUARbor/Shrubs/BuSe/BuSe.html, 21.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Crocus sativus</i> L. (Iridaceae) Yöresel adı: Safran Bileşimi: Uçucu yağ (% 0.4-1.5), pikrokrosin ve krosin esas maddeleri içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Sitigması kullanılan bitkinin uyarıcı ve rahim hareketlerini artırıcı etkisi vardır. Renk, koku ve tat verici olarak yemeklerde kullanılır. Safran tinktura şeklinde ve tiryek damlasının terkininde mide, bağırsak hastalıklarında sakinleştirici ve ağrı kesici olarak, kalp çarpıntısı, nefes darlığı, kansızlık gibi hastalıkların tedavisinde kullanılır (Baytop, 1999). Resim: http://www.easytogrowbulbs.com/p-153-crocus-sativus-saffron-crocus.aspx, 21.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Castanea sativa</i> Miller (Fagaceae) Yöresel adı: Anadolu kestanesi Bileşimi: Tanen, gallik asit, inositol, pektin, şeker, fosfor, magnezyum ve demir içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Yaprak, kabuk ve meyvesinden İnfüzyon, tentür, sıvı ekstre ve şurup şeklinde faydalanılır. Yapraklarından elde edilen şampuan saçlara altın sarısı bir renk verir. Yapraklarının demlenmesi ile elde edilen çay, boğmaca hastalığının tedavisinde çok etkilidir (Chiej, 1988). Yaprak ve kabuktan hazırlanan çay kabızlık verici ve tansiyon düşürücü olarak günde 2-3 bardak içilerek kullanılır (Baytop,1999). Resim: https://www.rbg Syd.nsw.gov.au/tomah/the_garden/blooming_calendar/Castanea_sativa, 21.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Colchicum autumnale</i> L. (Liliaceae) Yöresel adı: Acı çiğdem, güze çiğdem, vargit, kalkgit Bileşimi: Soğanı ve tohumları colchisin, nişasta, katı yağ, galik asit ve kolkamin alkaloidi içerir. Kabuklarında ise tanen bulunmaktadır. Uçucu yağı zehirli etkidir (Baytop, 1999). Etkisi ve Kullanım Şekli: Tohum kısmı kullanılır. Yiyeceklere renk vermede, böbrek ağrılarını gidermede, deri kanseri tedavisinde etkilidir (Bozdoğanlı, 1996). Ateş düşürücü, kanda üre artışını düşürücü, antiseptik, sıvı ekstre, tentür, hap ve merhem olarak cilt hastalıklarında ve sinirleri yatıştırma kullanılır (Anşin ve ark., 1994). Resim: http://medicinalherbinfo.org/herbs/MeadowSaffron.html, 21.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Cyclamen coum</i> L. (Primulaceae) Yöresel adı: Siklamen, yer somunu, domuz elması Bileşeni: Nişasta, zambak, organik asitler ve saponin sınıfı glikozitler taşır. Etkisi ve Kullanım Şekli: Çıban tedavisi, leke ve güneş yanıklarında, gut, kusturucu, görme bozukluklarında, sarılık ve zehirli hayvan ısırıklarında, kandaki kolesterol seviyesini düşürmede, kulak çınlamasında kullanılır (Tanker ve Tanker, 1991). Topalak kökü suda kaynatılarak bal, üzüm şırası gibi tatlandırılarak içilir ayrıca çıban ve yanıklara kaynamış suyu sürülerek pansuman yapılır. Topalak kökü öğütülerek koklanması da baş ağrısına iyi gelir (Baytop, 1999). Resim: http://hr.wikipedia.org/wiki/Ciklama, 21.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Daphne pontica</i> L. (Thymelaeaceae) Yöresel adı: Karadeniz defnesi, dağ sırimbağı, defne Bileşeni: Flavonoit, kumarin, steroid, terpenik ve % 1-3 oranında uçucu yağ içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Yaprakları ve yağı için meyveleri kullanılmaktadır. Halk arasında değişik amaçlarla kullanılan <i>Daphne pontica</i> diüretik, terletici, romatizma ağrılarını dindirici, abortif, pürgatif, ekspektoran, nematisidal etkilerinin yanında, topal hayvanların tedavisinde kullanımlarına dair bilgilere de rastlamaktayız. Ayrıca, diş ağrılarında, sıtma ve lösemide, ülser tedavisinde, deri hastalıklarında kullanımları da literatürde kayıtlıdır. Ayrıca, bazı türlerin kâğıt endüstrisinde ve boyamada kullanılışına da rastlanmaktadır (Tosun, 2006). Resim: http://www.gbif.org/species/5524180, 21.11.2014</p>	



<p>Latincesi: <i>Datura stramonium</i> L. (Solanaceae) Yöresel adı: Şeytan elması, boru çiçeği, tatula, diken elması Bileşeni: Yaprakları Folia, stramonii, hiosiyamin, atropin ve skopolamin taşır. %4-7 tanen ve %0.6-0.1 alkaloit taşımaktadır. Yaprakta %0.13, tohumda %0.12 alkaloit bulunur (Baytop, 1999). Etkisi ve Kullanım Şekli: Spazm çözücü etkisinden dolayı astıma, öksürük ve kramplara karşı kullanılan bir drogtur. Sigara şeklinde içilerek astımda kullanılır. Yapraklarından hazırlanan tinkturdan ise homeopatide, ruhsal hastalıklarda, sinir hastalıklarında ve felçte kullanılır (Baytop, 1999). Resim: http://flora-aragon.blogspot.com.tr/2009/01/datura-stramonium.html, 21.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Digitalis lamarckii</i> İvan. (Scrophulariaceae) Yöresel adı: Doğu yüksükotu Bileşeni: Glikozitler (% 0.4-1, lanatosit, gitoksin vs.), saponinler ve tanen taşımaktadır. Etkisi ve Kullanım Şekli: İyi bir kalp kuvvetlendirici ve idrar artırıcıdır. Böbrek ve prostat rahatsızlıklarında, zararlı toksinlerin vücuttan atılmasında kullanılır. Ödemleri boşaltır. Digitaline ismi ile tedavide kullanılan bileşik, bu bitkinin yapraklarından elde edilen bir glikozit karışımdır. İlaç içeriğinde kullanılır. Normal kullanılması sakıncalıdır (Yenikalaycı, 1996; Baydar, 2007). Resim: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Digitalis_purpurea_-_Foxglove.jpg, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Galanthus ikariae</i> L. (Liliaceae) Yöresel adı: Kardelen Bileşeni: Soğanları, toksit alkaloitler (% 0.05-1.5- galanthamin, narwedini vs.) içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Tıp ve Eczacılıkta çok kullanılmaktadır. Özellikle galanthamin alkaloit içeriğinden dolayı bitki sökülmemektedir (Uzun ve ark., 2008). Soğan ve yaprakları kullanılmaktadır. Bu alkaloit adele çalıştırıcı özellikte olup bu amaçla çocuk felci hastalığına karşı fizik tedavide kullanılan nivalin ampül preparatı yapımında kullanılmaktadır. Kalp damarlarını, güçlendirici, adet sancılarını hafifletici özelliklere sahiptir (Baytop, 1999). Resim: http://hobibahcemiz.net/viewtopic.php?f=114&t=109, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Galium aparine</i> L. (Cleavers) Yöresel adı: Tırmanıcı yoğurt otu, yapışkan otu, çoban süzeği, sünnetlice otu Bileşimi: İridoitler, polyphenol asitleri, flavonlar, tanen, asperulozid glikozidi, gal ve limon asidi, saponinler, tanenler, kırmızı boya, vitamin C, vs ihtiva eder. Etkisi ve Kullanım Şekli: Lenf sistemini temizleyici, kan temizleyici, deri hastalıkları, kanser tedavileri, mesane kumları, çıban, sivilce, mayasıl, egzama, yanık tedavisi, sarılık, iştah açıcı, idrar söktürücü gibi hastalıkların tedavisinde kullanılır. Yer üstü kısımları kullanılır. Çay gibi demlenerek ve bitki öz suyu çıkarılıp tereyağı ile merhem yapılarak kullanılır (Baytop, 1999). Resim: http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Galium+aparine, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Frangula alnus</i> L. (Rhamnaceae) Yöresel adı: Barut ağacı, erkek akdiken Bileşimi: Glikozitler, frangulin ve birçok kimyasal bileşikler içerir. Kabukları %10 oranında tanen, saponin, şeker, acımadde ve antrasen türevleri içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Zehirli bir bitkidir. Yan etkisi ishal, mide ağrısı, bulantı ve kusma şeklinde görülür. Kabızlığı giderici, karaciğer rahatsızlığı, siroz, çıban ve deri hastalıkları, hemoroit, sarılık, müshil ve midevi etkilere sahiptir. Kabukları kurutulmuş halde kullanılır (Baytop, 1999). Resim: http://www.biodiversipedia.it/frangula-alnus, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Helleborus orientalis</i> Lam. (Ranunculaceae) Yöresel adı: Kar ot, bohça otu, kara çöpleme, siyah harbak, boynuz otu Bileşimi: Hidrastin, bereberin, glikozit taşır. Etkisi ve Kullanım Şekli: Kökleri kullanılmaktadır. Lohusa sancılarında ağrıkesici, kurt düşürücü, dolaşım yetmezliği, kalp yetersizliğinde ve adet söktürücü olarak kullanılmaktadır. Hayvanlarda uyuz, bronşit ve benzeri göğüs hastalıklarında kullanılır (Baytop, 1999). Resim: http://www.agaclar.net/forum/karadeniz-bolgesi/4907.htm, 22.11.2014</p>	

<p>Latincesi: <i>Hippophae rhamnoides</i> L. (Elaeagnaceae) Yöresel adı: Yalancı iğde, cıcılık, çay diken Bileşeni: A, E, C ve B gurubu vitaminleri, falavonik glikozitleri, karoten ve organik asitleri (malik asit) içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Meyveleri kabız yapıcı, kuvvet verici, antiseptik olarak, kanamayı durdurma etkisi (lapa şeklinde yaraya koyarak), mide, bağırsak ve yel hastalıklarında, grip ve soğuk algınlığında, hipertansiyon, diyabet, karaciğer hastalıkları tedavisinde kullanılır. İnfizyon, şurup veya reçel halinde kullanılır. Çiçekleri çay gibi demlenerek içilir (Baytop, 1999). Resim: http://www.agroatlas.ru/cultural/Hippophae_rhamnoides_K_en.htm, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Humulus lupulus</i> L. (Cannabaceae) Yöresel adı: Şerbetçi otu, ömerotu, mayaotu, bira çiçeği Bileşeni: Eterik yağ (Myrcene ve Humulene), myrcenol, linalol, tanen, reçine, uçucu yağ (%0.2-0.5), mum, acı maddeler içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Şerbetçi otunun genellikle çiçekleri kullanılır. Ateş düşürücü, ağrı kesici, hazmı kolaylaştırıcı etkiye sahiptir. Dişi çiçekleri kullanılır. Genç sürgünleri kuşkonmaz gibi kaynatılıp yenilebilir. Lupulis reçinesi çocuklu annelerde süt çoğaltıcı olarak kullanılır. Ayrıca biraya acı tat vermek için dişi çiçekleri kullanılır. İştah açıcı, idrar attırıcı, terletici, sakinleştirici, etkiye sahiptir (Baytop, 1999). Resim: http://climbers.lsa.umich.edu/?p=465, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Hypericum perforatum</i> L. (Guttiferae) Yöresel adı: Sarı kantaron, koyun kıran, binbir delikotu, mayasıl otu, kanotu. Bileşeni: Uçucu yağlar (% 0.2-1), tanen, hypericine, hyperoside ve flavon türevleri içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: İdrar söktürücü, parazit giderici, göğüs yumuşatıcı, antispazmatik, kabız yapıcı, haricen antiseptik ve yara iyileştirici, bel ağrısı azaltıcı, stres, anemi, sarılık, uykusuzluk tedavilerinde kullanılır. Çiçekli dalları zeytinyağında bekletildikten sonra elde edilen karışım yanık tedavisinde kullanılır. Bitki kabuğu, yaprakları ve tohumları demlenerek içilir (Baytop, 1999). Resim: http://wisplants.uwsp.edu/scripts/detail.asp?SpCode=HYPPER, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Juniperus communis</i> L. (Cupressaceae) Yöresel adı: Adi ardıç Bileşimi: Uçucu yağlar, terpinen, camphene, cadineneterpinol, şeker, reçine ve organik asitler içermektedir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Deri hastalıklarında, kellikte, cin ve alkollü bazı içkilerin yapımında, romatizma ağrılarında, mide hastalıklarında ve bağırsak spazmlarında kullanılmaktadır. Meyvelerinden yapılan andız pekmezi kuvvetlendirici ve kan yapıcı özelliği vardır. Yaprakları demlenerek ve yağı çıkarılarak kullanılır (Bozdoğan, 1996). Resim: http://tr.wikipedia.org/wiki/Adi_ard%C4%B1%C3%A7, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Laurocerasus officinalis</i> L. (Rosaceae) Yöresel adı: Karayemiş, taflan, laz kirazı Bileşeni: Yapraklarında ve meyvelerinde prulaurosine adlı bir glikozit, tanen, şeker ve kalsiyum oksalat vardır. Etkisi ve Kullanım Şekli: Kalp çarpıntısı, sinirleri yatıştırma, bronşit, nefes darlığı, öksürüğü kesmede, karın ağrısı ve bulantılara karşı, spazm çözücü, idrar söktürmede, cilt hastalıkları, kanser, Alzheimer ve şeker hastalığı tedavisinde kullanılır. Meyveleri taze olarak, tohumları kurutulup toz haline getirilerek, yaprakları suyu sıkılarak kullanılır (Anşin ve ark., 1994). Resim: http://agaclar.net/galeri/showimage.php?i=1892&c=384, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Lilium monadelphum</i> Bieb. (Liliaceae) Yöresel adı: Sarı çiçekli zambak, zigana zambağı Bileşeni: Sciline, müsilaj ve tanen maddeleri içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Yatıştırıcı, yumuşatıcı, balgam-adet söktürücü ve egzamaya karşı oldukça etkilidir. Tepallerinin yağlı maserasyonu ile elde edilen sıvı karışım egzama yaralarına sürülerek kullanılır. Soğanları dekoksasyon, lapa merhem ve uçucu yağ halinde kullanılır (Anşin ve ark., 1994). Resim: http://en.wikipedia.org/wiki/Lilium_monadelphum, 22.11.2014</p>	

<p>Latincesi: <i>Malva sylvestris</i> L. (Malvaceae) Yöresel adı: Büyük ebegümeci Bileşeni: Yüksek oranda (5-15 mg) demir içerir. Bitkinin yaprağı %15-20 oranında müsilaj, glikoz ve pektin taşır. Etkisi ve Kullanım Şekli: Boğaz ağrılarında, diş ve ağız apselerinde, bazı deri hastalıklarında, çıban yaralarında, bağırsak hastalıklarında, solunum ve sindirim sistemleri tahrişleri ve iltihaplarında, sinirsel hastalıklarda, çapak ve arpacık tedavisinde kullanılır. Taze yaprakları ve köklerinden çay yapılarak, losyon olarak ve lapa halinde sürülerek kullanılır (Gürhan ve Ezer, 2004). Resim: http://en.wikipedia.org/wiki/Malva_sylvestris, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Matricaria chamomilla</i> L. (Asteraceae) Yöresel adı: Papatya, tıbbi papatya, mayıs papatyası Bileşeni: Bitkinin özünde rezin, acı madde ve fenolik bileşikler (flavonlar, kumarin) bulunur. Uçucu yağ (% 0.2-1) içerisinde; chamazulen, terpenik ve seskiterpenik bileşikler taşımaktadır (Baytop, 1999). Etkisi ve Kullanım Şekli: Taş düşürücü, yatıştırıcı, terletici, bağırsak gazlarını giderici, iştah açıcı, sinir sistemini düzenleyici, spazm çözücü, diş eti ve bademcik iltihaplarını önleyici, mide ve bağırsak yaralarını iyileştirici etkisi vardır. Kurutulmuş çiçekleri Demleme ve gargara şeklinde kullanılır (Baytop, 1999; Zeynalov, 2008). Resim: http://en.wikipedia.org/wiki/Matricaria_chamomilla, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Melissa officinalis</i> L. (Lamiaceae) Yöresel adı: Oğulotu, limon nanesi Bileşeni: Tanen ve uçucu yağ (%0.01-0.25) taşır. Uçucu yağ içinde özellikle; Oleum melissae sitral, sitronellal, sitronellol ve linalol bulunmaktadır. Etkisi ve Kullanım Şekli: Gaz söktürücü ve sindirim sistemi düzenleyici olarak, bronşitte, astımda, kansızlıkta, iştah açıcı olarak, uykusuzlukta, göz tansiyonunda, Hazımsızlıkta, mide ve bağırsak ağrılarında, baş ağrısında, migrende, sarada, baş dönmesinde, kulak çınlamasında, sinir krizlerinde, hafızayı güçlendirmede önemli etkilere sahiptir. Ayrıca oğulotu yağı; parfüm ve kozmetik sanayinin önemli maddelerinden biridir. Yaprakları çay olarak, ezilip lapası merhem gibi ve tonik olarak kullanılır (Baytop, 1999; Baydar, 2007). Resim: http://en.wikipedia.org/wiki/Melissa_(plant), 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Mentha piperita</i> L. (Labiatae) Yöresel adı: Bahçe nanesi Bileşeni: Bünyesinde rezin, %0.5-1 oranında uçucu yağ (terpenler, %40-60 mentol, %8-10 menton ve mentofuran) ve tanen ihtiva eder (Tarımcılar ve Kaynak, 2002). Etkisi ve Kullanım Şekli: Mide ağrısında, sarılıkta, felç tedavisinde, uykusuzlukta, baş dönmesinde, nefes yolu enfeksiyonlarında, diş ve dişeti hastalıklarında, bel soğukluğunda, görme bozukluklarında, yılan, böcek ve akrep sokmalarında ve mide sarkması tedavisinde kullanılmaktadır. Ayrıca ateş düşürücü, öksürük ve nefes kokusu giderici, gaz giderici, bulantıyı önleyici ve ishale karşı olumlu etkileri vardır. Bitki yaprak ve sapları kurutulmuş veya taze şekilde kullanılmaktadır. (Başbağ, 1993). Resim: http://tr.wikipedia.org/wiki/Bah%C3%A7e_nanesi, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Physalis alkekengi</i> L. (Solanaceae) Yöresel adı: Güvey feneri, gelin feneri, kambilotu, kandilotu, altın çilek Bileşimi: Meyveleri physalin (kereton), tanen, sitrik asit, malik asit, cryptoxanthin ve C vitamin içermektedir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Yaşlanmayı geciktirici ve cilt kanserini önleyici olarak, metabolizmayı hızlandırmada, kan dolaşımını düzenlemede, kilo vermede, şeker hastalığında, idrar söktürücü ve taş eritici (mesane) olarak, antioksidan etkili, prostat ve boğaz hastalıklarında kullanılır. Meyve suyu, infüzyon, sıvı ekstre, tentür, şurup ve tıbbi şarap şeklinde kullanılır. Meyveleri hariç diğer organları çok zehirlidir (Uzun ve ark., 2008; Birinci, 2008). Resim: http://www.actaplantarum.org/floraitaliae/viewtopic.php?t=6601, 22.11.2014</p>	

<p>Latincesi: <i>Plantago major</i> L. (Plantaginaceae) Yöresel adı: Büyük yapraklı sinir otu, büyük sinirli ot, damar otu Bileşeni: Aucubin, pektin, saponin, sitrik asit, oksalik asit ve musilaj içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Soğuk algınlığı, basur, mide-bağırsak hastalıkları, dizanteri, yaraların tedavisinde, deri, diş eti, enfeksiyonları, sindirim, solunum ve dolaşım sistemi, tümörlerde, ateş ve ağrının azaltılması gibi pek çok hastalığın tedavisinde kullanılır. Tohumları, taze yaprakları yara üzerine konularak, infüzyon, lapa, meyve suyu, tentür, destile su, sıvı ekstre halinde kullanılır (Baytop, 1999; Gürsoy ve Gürsoy, 2004). Resim: http://en.wikipedia.org/wiki/Plantago_major, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Primula vulgaris</i> Huds. (Primulaceae) Yöresel adı: Çuha çiçeği Bileşeni: Primaverine, Primulaverine, Klorofil, sakız, saponin glukozitleri içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Öksürük giderici, uyku verici, sakinleştirici, idrar ve balgam söktürücü, göğüs yumuşatıcı, terletici olarak ve romatizmaya karşı etkilidir. Çiçek ve yaprakları değerlendirilir. Sıvı ekstre, yarı sıvı ekstre ve şurup halinde uygulanır. Rizom toz halinde aksırtıcı ilaç olarak kullanılır. Ezilmiş rizomlar iltihaplanmayı azaltmak için kompres yapılır (Chiej, 1988; Baytop, 1999). Resim: http://en.wikipedia.org/wiki/Primula_vulgaris, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Ranunculus ficaria</i> L. (Ranunculaceae) Yöresel adı: Basur otu, yağlı çiçek, düğün çiçeği Bileşimi: Etkili maddesi doymamış laktone türevleri olup, yakıcı olduklarından taze drog tahriş edicidir. Ayrıca bitki glikozit de içermektedir (Gürhan ve Ezer, 2004). Etkisi ve Kullanım Şekli: Basur otu ve kökü kullanılmaktadır. Kabızlık yapıcı ve yara iyi edici etkidir. Haricen merhem halinde basur memelerine karşı kullanılır (Gürhan ve Ezer, 2004). Ancak dâhilen kullanımı zararlıdır (Baytop, 1999). Resim: http://en.wikibooks.org/wiki/Horticulture/Ranunculus_ficaria, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Rhododendron ponticum</i> L. (Ericaceae) Yöresel adı: Mor çiçekli orman gülü, komar çiçeği Bileşeni: Çiçek ve yapraklarında Ericolin ve andromedotoxin glikozitleri içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Komar çiçeği bitkisinden arılar tarafından alınan usarelerle yapılan bala "deli bal" denilmekte ve bu balın aşırı tüketimi zehirlenmelere neden olmaktadır. İdrar söktürücü, romatizmal ağrıları giderici özelliklere sahiptir. İnfüzyon halinde kullanılır. Yaprakları uçucu yağ, tanen, ericolin, arbutin ve andromedol türevleri içerir, ancak andromedol türevleri zehirli bileşikler olduğundan kullanımı tehlikelidir (Baytop, 1999; Uzun ve ark., 2008). Resim: http://en.wikipedia.org/wiki/Rhododendron_ponticum, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Rhus typhina</i> L. (Anacardiaceae) Yöresel adı: Sumak Bileşeni: Mum, flavon glikozidleri, yaklaşık % 4-5 oranında tanen, uçucu yağ ve organik asitler bulunmaktadır. Etkisi ve Kullanım Şekli: Sumak yapraklarının antiseptik, ishal ve damarları büzerek kanama durdurucu ve ateş düşürücü etkilere de sahiptir. Hazmı kolaylaştırır. İçinde bulunan tanen ile şeker hastalarındaki şekeri düşürür. Antiseptik yani mikrop öldürücü etkiye sahiptir. Ayrıca meyvesi baharat ve yaprakları boya sanayisinde kullanılır (Büyükgebiz ve ark., 2008). Resim: http://en.wikipedia.org/wiki/Rhus_typhina, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Sambucus ebulus</i> L. (Caprifoliaceae) Yöresel adı: Otsu mürver, azı otu, yabani mürver, yer mürveri Bileşimi: Uçucu yağ (% 0.01-0.03), yaprakları glikozit, sambunigrine, esans, tanen, malikasit, valerikasit, tartarikasit; rizomları ise asetikasit, malikasit, saponinler ve reçineler içermektedir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Mürverin genellikle çiçekleri, nadiren yaprak, kök ve meyveleri kullanılır. Yaprak rizom ve meyveleri, infüzyon, toz ve sıvı ekstre halinde kullanılır. Yaprakları kabızlığı giderici ve iltihaplanmaya karşı, rizomları ise müshil olarak ve idrar söktürücü olarak kullanılmaktadır (Anşin ve ark., 1994). Bitki kötü bir koku verir. Meyvelerinden koyu bir renk maddesi elde edilir ve boya sanayinde kullanılır (Baytop, 1999). Resim: http://www.plantarium.ru/page/image/id/103377.html, 22.11.2014</p>	

<p>Latincesi: <i>Taraxacum officinale</i> Tobb. (Asteraceae) Yöresel adı: Kara hindiba Bileşeni: Köklerinde inulin, taraxcin, triterpenler, şeker, pektin, glikozit, fenolik asit, asparagin, vitamin (A, B, C, D) ve potasyum içerir. Yapraklarında lutein, violaxontiredie, karatonoid bulunur. Etkisi ve Kullanım Şekli: Safra akışını kolaylaştırıcı, kabızlığı giderici, kuvvetlendirici, temizleyici özelliklere sahiptir. Şeker hastalığına iyi gelmektedir Bitkinin taze sürgünlerinin içerdiği süt derideki nasır ve siğillerin giderilmesinde, safra kesesi ve mesane taşlarını eritmede çok etkilidir. Kökleri ve çiçeklerinden elde edilen destile su ise derilerin temizlenmesi ve çillerin giderilmesinde kullanılır. Öz, sıvı ekstre, tentür ve infüzyon halinde kullanılır (Baytop, 1999). Resim: http://www.ecoplexity.org/node/941, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Tilia rubra</i> DC.Subsp. (Caucasica) Yöresel adı: Kafkas ıhlamuru, kırmızı ıhlamur Bileşimi: Flvonoide, yapışkan madde, uçucu yağ (% 0.05), musilaj maddeleri, şeker, asitler C vitamini, karoten ve tanen içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Yaprakları ve çiçekleri kullanılmaktadır. Uyarıcı, spazm çözücü, sakinleştirici, öksürüğe, astıma, kalp hastalıklarına, damar sertliğine, enfaktüsü önleyici, idrar söktürücü, gut ve romatizmalı rahatsızlıklarda, yanık, çıban, iltihaplarda ve grip hastalığına karşı etkilidir. Kaynatılarak çay şeklinde, gargara ve sürülerek kullanılır (Baytop, 1999; Avcı, 2005). Resim: http://www.treknature.com/gallery/photo253772.htm, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Thymus pseudopulegioides</i> Klokov et Des. (Labiatae) Yöresel adı: Kekik, anzer çayı Bileşimi: Esansithymol, carvakrol, borneol, okaliptol, menten, thymen, uçucu yağ oranı (% 0.78-3.10), tanen ve reçine içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Çiçekli uç kısımları ve yaprakları, kan akışını düzenletici, kansızlık, boğmaca, diş ve mide ağrılarında, nefes kokması, antiseptik, bağırsak kurtlarını düşürücü olarak kullanılır. Ayrıca baharat, parfüm yapımında ve içkilerin destilasyonunda çok sık kullanılır. Halk arasında çay gibi demlenip içilir (Gürsoy ve Gürsoy, 2004; Baytop, 1999). Resim: http://www.meleksin.com/?p=903, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Tussilago farfara</i> L. (Compositae) Yöresel adı: Öksürük otu, devetabanı, farfar otu, kavalak Bileşimi: Müsilaj, peptin, gallik asit, asetik asit, tussilagine ve esans içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Çiçekleri ve yaprakları; öksürük giderici, bronşiyal ağrı kesici ve iltihap giderici, sinirleri yatıştırıcı ve yumuşatıcı, egzama, gırtlak iltihabı, deri hastalıkları, sinir hastalıklarında, kuvvet verici ve terletici tedavilerinde kullanılır. infizyon, şurup, öz ve lapa olarak kullanılır (Akbulut ve ark., 2006; Özbucak ve Kutbay, 2006). Resim: http://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%96ks%C3%BCr%C3%BCk_otu, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Urtica dioica</i> L. (Urticaceae) Yöresel adı: Büyük ısırgan otu Bileşimi: Glikozit (urticosit), potasyum, kalsiyum nitrat organik asitler (formik asitler), histamin, asetilkolin ve C vitamini taşımaktadır. Etkisi ve Kullanım Şekli: Yaprakları ve dalları kullanılmaktadır. Kansere karşı koruyucudur. Romatizma, mafsalsız ağrılarında egzama ve çıbanlara karşı faydalıdır. İştah açar. İdrarı arttırır ve kanı temizler. Vücuttaki zararlı maddeleri uzaklaştırır. Göğsü, böbreği ve karaciğeri temizler. Boğaz ağrılarında iyi gelir. Böbrek kumlarını dökmeye yardım eder. Balgam söktürücüdür. Genelde ısırgan otu çayı şeklinde kullanılmaktadır (Chiej, 1988). Resim: http://www.thismia.com/U/Urtica_dioica.html, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Vaccinium myrtillus</i> L. (Ericaceae) Yöresel adı: Mavi meyveli ayı üzümü Bileşimi: Meyve tanen, şeker, inositol, pektin, karotin, myrtillin, yapraklar isetanen, arbutin, ericolin, myrtillin, reçine ve musilaj içerirler. Etkisi ve Kullanım Şekli: Kan şekerini ve kolesterolü düşürmede, bağırsak mekanizmasını düzenlemede, vücut dinçliğini sağlamada, kansere karşı direnç sağlamada, hafızayı güçlendirmede, kalp krizi riskini azaltmada ve göz banyosunda oldukça etkilidir. Meyvesi, çiçek, kök ve yaprakları değerlendirilir. Meyve suyu, kaynatma, sıvı ekstre, kuru ekstre, boya ve toz halinde kullanılır (Chiej, 1988; Baytop, 1999; Çelik, 2008). Resim: http://ramota.com/bilberry_vaccinium_myrtillus_.htm, 22.11.2014</p>	

<p>Latincesi: <i>Valeriana alliariifolia</i> (Valerian) Yöresel adı: Kedi otu Bileşimi: Uçucu yağ (%0.77-1.35), reçine, çeşitli alkaloidler, nişasta ve şeker içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Ateş düşürücü, mikrop öldürücü, yaraların iyileşmesini kolaylaştırıcı, yatıştırıcı, sinirsel baş ağrısı, çarpıntı ve uykusuzluğa, sara, nevrasteni, histeri gibi rahatsızlıklarda, rahatlatıcı, baş dönmesi, araba tutması, kore ve epilepsi tedavisinde kullanılır. Kökler kaynatılarak içilir, kökünden elde edilen esans baş dönmesi, araba tutması ve heyecanlanma hallerinde ve yaprakları ezilerek yaralara sürme şeklinde kullanılır (Toptaş, 2009). Resim: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Valeriana_alliariifolia_4.jpg, 22.11.2014</p>	
<p>Latincesi: <i>Verbascum sp.</i> (Scrophulariaceae) Yöresel adı: Sığır kuyruğu, ayı kulağı, yün otu Bileşimi: Müsilaj, uçucu yağ (% 1-3), glikozitler, saponin, rezin, acı madde, steroid, seskiterpen asit, makrosiklik dimerlakton ve alkaloidler gibi sekonder metabolitler içerir. Etkisi ve Kullanım Şekli: Balgam söktürücü ve göğüs yumuşatıcı olarak kullanılır. Bronşit, mayasıl, basur tedavisinde, sütle karıştırılırsa öksürüğü giderici, terletici, ateş düşürücü, kaşıntı ve göz ağrıları giderici, mide spazmlarında ve sakinleştirici etkiye sahiptir. Genellikle çiçekleri çok nadir kök ve yaprakları kullanılır. Demleme çay şeklinde ve lapa (krem gibi) halinde kullanılır (Yenikalaycı, 1996; Şimşek ve ark., 2002). Resim: http://www.naturephoto-cz.com/verbascum-sp.-photo_lat-15442.html, 22.11.2014</p>	

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Son yıllarda ülkemizde tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımında önemli bir artış olduğu görülmektedir. Ayrıca Tıbbi ve aromatik bitkilerin çok değişik alanlarda ve sanayi kollarında tüketimine paralel olarak dünya pazar hacmi her geçen gün artmaktadır. Türkiye üç önemli floristik bölgenin kesiştiği alanda bulunması nedeniyle geniş bir bitki çeşitliliğine sahiptir. Bunlardan biriside Doğu Karadeniz bölgesinde Rize yöresidir. Bu flora içerisinde çok sayıda tıbbi aromatik bitki türünün olduğu bilinmektedir. Bölgede zengin bir bitki çeşitliliği olmasına rağmen, bitki toplama konusunda alternatifler geliştirilmemiştir. Bunun sonucunda doğada bulunan pek çok bitki türü nesli yok olmakla karşı karşıya kalmıştır. Türlerin yok olmasını önlemenin en kolay yolu bitkilerin doğadan toplanma işleminin bilinçli bir şekilde yapılması ve kültüre alınarak üretiminin gerçekleştirilmesidir.

Doğal zenginliklerin sürekliliği ve gen kaynaklarının gelecekteki nesillere aktarılabilmesi buna bağlıdır. Kültüre alınacak çeşitlerin, bulunduğu bölgenin vejetasyon periyodu, iklim verileri ve toprak besin içeriği gibi birtakım özellikleri göz önüne alınarak doğal yetişme ortamında deneme çalışmaları yapılması gerekmektedir.

Bu çeşitlerin yetiştiriciliği esnasında yapılan tarımsal uygulamalara (ekim/dikim, biyolojik kontrol, gübreleme, sulama, hasat vs.) ilave olarak kurutma, paketlenme ve pazarlama aşamalarında insan sağlığı açısından oluşabilecek riskler dikkate alınarak gerekli

hijyen koşullarının sağlanması gerekmektedir. Bu şekilde; kültüre alınan çeşitlerden yüksek verimli, saf, temiz, standartlara uygun ve getirisi yüksek droglar elde edilecektir.

Bölgemizde yetmişten fazla tıbbi ve aromatik bitki türünün olduğu ancak gerçek sayının tam olarak bilinmediği belirtilmektedir.

Rize yöresinde yaşayan halk ile yüz yüze yapılan görüşmelerde ihlamur, çörek otu, pul biber, kimyon, tarçın, ebegümeci, nane, karabiber, tarçın, yeşil çay, zencefil gibi türler dışında tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştiriciliği ve ticareti hakkında pek fazla bilgilerinin olmadığını ifade etmişlerdir (Yaldız ve ark., 2010).

Tarım arazisinin sınırlı olduğu bölgede istihdamı artırmak için tıbbi ve aromatik bitkilerin belirlenmesi ve korumaya alınması gerekmektedir. Daha sonra ekonomik değeri yüksek olan bu bitkilerin yöre insanına tanıtılması, çeşitlere ve ekolojiye zarar vermeden sürdürülebilir doğal bitki toplama konusunda eğitimin yaygınlaştırılması ve bilgi ile donanmış eğitimli işgücünün sağlanması gerekmektedir.

Sonuç olarak; bu ürünlerin yörenin uygun yerlerinde yaygınlaştırılarak kültüre alınması, doğal ortamdan toplanması, ticaretine ilişkin politikaların oluşturulması, iç ve dış pazarda tüketiminin artırılması ve bunun sonucunda artan talebe bağlı olarak pazarlanması ile her yıl milyonlarca lira elde edilerek yöre halkına ekonomik ve sosyal yönden pek çok yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Anşin, R.,1980. Doğu Karadeniz Bölgesi florası ve asal vejetasyon tiplerinin floristik içerikleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi Doçentlik Tezi (Basılmamıştır), Trabzon, s. 305.
- Anşin, R.,Okatan, A., Özkan, Z.C., 1994. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin önemli yan ürün veren odunsu ve otsu bitkileri, TUBİTAK, Proje No: TOAG-903, Sonuç Raporu, s. 173, Trabzon.
- Akbulut, S., Anşin, R.,Özkan,Z. C., 2006. İhmal edilen kimi şifalı otsu bitkiler. 1. Uluslar Arası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 1-4 Kasım 2006. Trabzon. 331-337.
- Avcı, M., 2005. Çeşitlilik ve endemizm bakımından Türkiye'nin bitki örtüsü, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, 13: 27-55.
- Başbağ, S., 1993. Halk Hekimliğinde kullanılan ve halk ağzından derlemeler sözlüğünde yer alan tıbbi bitkiler. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Adana.
- Başer, H.C.,1998.Tıbbi ve aromatik bitkilerin endüstriyel kullanımı, Anadolu Üniversitesi TAB Bülteni, 13(14):19-43.
- Baydar, H., 2007. Tıbbi, aromatik ve keyf bitkileri bilimi ve teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:51, Isparta.
- Baytop, T., 1999. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, geçmişte ve bugün (İkinci Baskı). Nobel Tıp Kitapevi, s. 480, İstanbul.
- Birinci S., 2008. Doğu Karadeniz Bölgesinde Doğal Olarak Bulunan Faydalı Bitkiler ve Kullanım Alanlarının Araştırılması, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi(Basılmamış), Adana.
- Bozdoğanlı, E. E., 1996. Çukurova Bölgesinde doğal olarak bulunan faydalı bitkiler ve kültür olanakları üzerinde araştırmalar, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Büyükgebiz, T., Fakir, H., Negiz, M.G., 2008. Sütçüler (Isparta) yöresinin doğal odun dışı bitkisel orman ürünleri ve geleneksel kullanımları. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1(0): 109-120, Isparta.
- Ceylan, A., 1995. Tıbbi Bitkiler I. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları (III. Basım) No:312, Bornova/İzmir.
- Chiej, R., 1988. TheMcdonald Encyclopedia of MedicinalPlants, Macdonald&Co. Ltd. 66-73, ShoeLaneLondon.
- Çelik, H.,2008. Maviyemiş (*Vacciniumcorymbosum*L.). BAĞBAHÇE Dergisi, 2(1): 4-9, İzmir.
- Demirtürk, Y., 1990. Tıbbi Bitkilerimizin değerlendirilmesi, Tarım Orman ve Köyışleri Bakanlığı Dergisi, 53: 12-16, Ankara.
- Faydaoğlu, E. ve Sürücüoğlu, M.S., 2011. Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 11(1): 52-67.
- Güner, A.,Vural, M., Sorkun, K., 1987. Rize florası, vejetasyonu ve yöre ballarının polen analizi, Hacettepe Üniversitesi, TUBİTAK TBAG-650, s. 269, Ankara.
- Gürhan, G., Ezer, N., 2004. Halk arasında hemoroit tedavisinde kullanılan bitkiler-1. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 24(1): 37-55, İstanbul.
- Gürsoy, O.V., Gürsoy, U.K., 2004. Anadolu'da diş ve dişeti ile ilgili hastalıkların tedavisinde halk arasında yaygın olarak kullanılan bitkiler, kullanım şekilleri ve bitkisel özellikleri. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 7(1): 64-67, Sivas.
- Karagöz, A.,Zencirci, N., Tan, A., Taşkın, T., Köksel, H., Sürek, M., Toker, C., Özbek, K., 2010. Bitki Genetik kaynaklarının korunması ve kullanımı, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi (11-15 Ocak 2010), 155-177, Ankara.
- Kendir, G., Güvenç, A., 2010. Etnobotanik ve Türkiye'de yapılmış etnobotanik çalışmalara genel bir bakış, Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 30(1): 49-80, Ankara.
- Özbucak, T.B., Kutbay, H.G., 2006. Ordu İli Boztepe piknik alanının florası. Ekoloji Dergisi, 15(59): 37-42.
- Şimşek, I., Aytekin, F., Yeşilada, E., Yıldırım, Ş., 2002. Anadolu'da Halk arasında bitkilerin kullanılış amaçları üzerinde etnobotanik bir çalışma. 14. Bitkisel ilaç hammaddeleri toplantısı, bildiriler, 29-31 Mayıs, Eskişehir.
- Tanker, M., Tanker, N., 1991. Farmakognozi (Cilt I). Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi No:58, Ankara.
- Tarımcılar, G., Kaynak, G., 2002. Karadeniz Bölgesi *Mentha*L. (Labiatae) taksonları üzerine morfolojik bir araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(3): 194-229, Isparta.
- Toptaş, A.,2009. Bitkilerle modern tedavi, Gonca Yayın Evi, ISBN: 978-9944-790-31-4, İstanbul.
- Tosun, A.,2006. *Daphne* L. Türlerinin Kimyasal İçeriği ve Biyolojik Aktiviteleri, Ankara Üniversitesi Eczacılık. Fakültesi Dergisi, 35 (1): 43-68.
- Uzun, A.,Kevseroğlu, K., Gülümser, A., 2008. Orta ve Doğu Karadeniz kıyı kesimindedicaret yapılan tıbbi ve aromatik bitkiler. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi (25-27 Haziran 2007), Erzurum.
- Van Overwalle, G, 2007. Medicinaland Aromatic Plants, Chapter 9.
- Yaldız, G., Yüksel, T., Şekeroğlu, N., 2010. Rize ili florasında bulunan tıbbi ve aromatik bitkiler ve kullanım alanları, III Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi (20-22 Mayıs 2010), 3(0): 1100-1114.
- Yenikalaycı, A., 1996. Pınarbaşı (Kayseri) Yöresinde Bitkilerin İlaç, Baharat, Boya ve gıda olarak Kullanımlarının Araştırılması, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Adana.
- Zeynalov, Y., 2008. İlaç Bitkileri tarihi gelişimi ve kullanımları. ND-ADEN Yayıncılık. İstanbul.