



KSÜ Tarım ve Doğa Derg

KSU J. Agric Nat

e-ISSN : 2619-9149

T.C.

KAHRAMANMARAŞ

SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Journal of Agriculture and Nature

Cilt-Volume **21** Sayı-Number **4** Yıl-Year: **2018**



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGISİ

Yazışma Adresi / Corresponding Address
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Tarım ve Doğa Dergisi,
46100 – Kahramanmaraş/TÜRKİYE
Tel : (+90-344) 300 2000

E-mail: dogabilimleri@ksu.edu.tr
Web: <http://dergipark.gov.tr/ksudobil>
<http://dogadergi.ksu.edu.tr>

Bu dergi hakemli olup yılda 6 kez yayınlanır.
This journal is peer-reviewed and published 6 issues per year.

Derginin Eski Adı/Previous Name of Journal
KSU Fen ve Mühendislik Dergisi
KSU Journal of Science and Engineering
KSU Doğa Bilimleri Dergisi
KSU Journal of Natural Science
Derginin Eski ISSN Numarası/Previous ISSN Number
1301-2053





KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Sahibi/ Owner

Prof.Dr. Niyazi CAN
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörü

Editörler / Editors

Prof.Dr. Ali KAYGISIZ (Başkan/Editor in Chief)
Zootekni Böl.
dogabilimleri@ksu.edu.tr

Prof.Dr. İ. Ersin AKINCI
Bahçe Bitkileri Böl.
akinci.ie@ksu.edu.tr

Prof.Dr. Hakan DOYGUN
Peyzaj Mimarlığı Böl.
doygun@ksu.edu.tr

Prof.Dr. Adil AKYÜZ
Biyosistem Müh. Böl.
adilakyuz@ksu.edu.tr

Prof.Dr. Sakine Serap AVGIN
Biyoloji Böl.
ssavgin@ksu.edu.tr

Prof.Dr. İsmail AKYOL
Tarımsal Biyoteknoloji Böl.
ismailakyol@ksu.edu.tr

İngilizce Editörü/English Editor

Prof.Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ
Bitki Koruma Böl.
cetintas@ksu.edu.tr

Danışmanlar Kurulu/Advisory Board Dr.

Eslam FAID-ALLAH
Minoufiya University, EGYPT

Prof.Dr. Ahmet ALP
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv

Dr. Tugay AYAŞAN
Doğu Akdeniz TAE Müd. ADANA

Prof. Dr. Fikri BALTA
Ordu Üniv. ORDU

Prof. Dr. İsmet BOZ
Ondokuz Mayıs Univ. SAMSUN

Prof. Dr. Kerim Mesut ÇİMRİN
Mustafa Kemal Üniversitesi,
HATAY

Prof.Dr. Şebnem Şeküre
ELLİALTIOĞLU
Ankara Üniversitesi, ANKARA

Prof.Dr. Wayne GARDNER,
The University of Georgia, USA

Prof.Dr. Rüstü HATİPOĞLU
Çukurova Üniversitesi ADANA

Prof.Dr Stanslaw HURUK
Jan Kochanowski Univ. POLAND

Prof. Dr. Ahmet ILCİM
Mustafa Kemal Üniversitesi,
HATAY

Prof.Dr. Khalid Mahmood
KHAWAR
Ankara Üniversitesi, ANKARA

Prof. Dr. Halil KIRNAK,
Erciyes Univ. KAYSERİ

Prof.Dr. Yeşim Yalçın MENDİ,
Çukurova Üniversitesi, ADANA

Prof.Dr İdris OĞURLU
İstanbul Ticaret Üniv. İSTANBUL

Prof.Dr Vytautas TAMUTIS
Uniwersytet Aleksandra
LITVANIA

Doç.Dr. Gülgün TİRYAKİ
ÇOMÜ ÇANAKKALE

Prof.Dr. Jose Cola ZANUNCIO
Federal univ. of Vicosa BRAZIL



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

İÇİNDEKİLER

ARAŞTIRMA MAKALESİ - RESEARCH ARTICLE

- Meloidogyne javanica ve Meloidogyne incognita Kök-ur Nematodlarının Bazı Yağlık Zeytin ve Badem Çeşitlerindeki Saldırganlıklarının Belirlenmesi 472-481
Ramazan ÇETİNTAŞ, Ramazan SOYDAN, Tolga GÜRKAN, Neziha Gamze AKBAY
- Farklı Üzüm Çeşitlerinde Salkım Güvesi Lobesia botrana (Denis Et Schiffermüller)'nin Zarar Durumunun Belirlenmesi 482-488
Mahmut Murat ASLAN, Gülser CANDAN
- Mersin İli Mısır Üretim Alanlarında İstilacı Bir Zararlı: Chilo partellus (Swinhoe, 1885) (Lepidoptera: Crambidae) 489-491
Sevcan ÖZTEMİZ, Vahdettin AKMEŞE
- Buğday Ekili Parsellerde NDVI Değerlerinin Konumsal ve Zamana Bağlı Değişiminin Belirlenmesi 492-499
Kemal Sulhi GÜNDOĞDU
- Arazi Topluşturma Projelerinde Parsel Şekillerinin Analizi: Niğde Misli Ovası 2. Kısım Yıldıztepe Örneği 500-510
Rengin BAYRAM, Hasan DEĞİRMENCİ
- Pamukta Farklı Sulama Seviyelerinin Yaprak Su Potansiyeli ve Klorofil Değerine Etkisi 511-519
Mine YAZDIÇ, Hasan DEĞİRMENCİ
- Mn, Cd, Fe ve Mg Metallerinin Saccharomyces cerevisiae Mayasında Antioksidan Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi 520-528
Oğuz Ayhan KİREÇCİ
- Ardahan ve Elazığ illerinde Yetişen Anchusa azurea Miller var. Azurea Bitkisinin Biyoaktif Bileşenleri ve Antioksidan Kapasitesi Üzerine Bir Araştırma 529-534
Zehra Tuğba MURATHAN, Musa ÖZDİNÇ
- Oil Hydrocarbon Degradation Capability of Bacterial Strains Isolated from the Sapanca Lake, Turkey 535-544
Pelin S ÇİFTÇİ TÜRETKEN, Gülşen ALTUĞ, Mine ÇARDAK, Kemal GÜNEŞ
- Two New Spiny Species of Dianthus (Caryophyllaceae) from Turkey 545-554
Ergin HAMZAOĞLU, Murat KOÇ, İlker BÜYÜK
- Tokat'tan yeni bir lignikol mantar kaydı: Lachnum subvirgineum Baral 555-558
Hakan IŞIK, İbrahim TÜRKEKUL
- Kuraklık ve Tuz Streslerine Maruz Kalan Tütün (Nicotiana tabacum L.) Bitkisinde Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Melatoninin Etkileri 559-564
Armağan KAYA, Memet İNAN
- Türkiye'de Buğday, Arpa, Benzin Reel Fiyatlarının ve Döviz Kurunun Koşullu Varyanslarındaki Oynaklığın VAR(1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) Modeli ile Tahmin Edilmesi 565-579
Faruk URAK, Gürkan BOZMA, Abdalbaki BİLGİÇ
- Türkiye Buğday Sektörünün Eşanlı Model Yöntemiyle Tahmini 580-586
Ali DÖRTOK, Adem AKSOY
- Diagnosis of Vibriosis in Humpback Red Snapper (Lutjanus gibbus Foorsskal, 1775) and Golden Trevally (Gnathanodon speciosus Foorsskal, 1775) in a Marine Aquarium, Turkey 587-592
Remziye Eda YARDIMCI, Emre TURGAY, Süheyla KARATAŞ



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Bir Bivalv Türünün (*Abra alba* (W.Wood, 1802) Kabuk Ağırlığının Ridge Regresyon Yöntemi ile Tahmini)
Elif CAN YILMAZ 593-598
- Trafik Gürültüsünün Kontrolünde Bitki Perdelerinden Yararlanılması Üzerine Bir Araştırma
Neslihan DOYGUN, Hakan DOYGUN 599-606
- Farklı Yem Sunum Yöntemlerinin Siyah Alaca Buzağuların Büyüme Performansı, Yem Tüketimi ve Bazı Davranış Özellikleri Üzerine Etkileri
Recep AYDIN, Mete YANAR, Abdulkerim DİLER, Rıdvan KOÇYİĞİT, Olcay GÜLER, Mehmet AVCI 607-614
- DERLEME MAKALE - REVIEW ARTICLE***
- Tanenlerin Kanatlı Hayvan Beslemede Etkileri
Süleyman ÇALIŞLAR 615-623
- Türkiye’de Sürdürülebilir Tarım ve İyi Tarım Uygulamaları
Gamze AYDIN ERYILMAZ, Osman KILIÇ 624-631





HAKEMLER/Referenes*

Prof. Dr. Cuma AKBAY,
Doç. Dr. Şerife Tülin AKKAYA,
Prof.Dr. Sermin AKINCI,
Prof.Dr. İzzet AKÇA,
Prof.Dr. İzzet AKÇA,
Prof.Dr. Selçuk ALBUT,
Dr. Tugay AYŞAN,
Prof.Dr.Zeki AYTAC,
Prof.Dr. İsmet BOZ,
Prof.Dr. Erol BAYHAN,
Dr.Öğr.Üye Sabahattin CÖMERTPAY,
Dr.Öğr.Üye. Pınar ÇELİK,
Prof.Dr. Lale EFE
Prof.Dr. Serap GÖNCÜ,
Prof.Dr. Recep GÜNDOĞAN,
Prof.Dr. Atila GÜL,
Dr. Ahmet HATİPOĞLU,
Prof.Dr.Ahmet İLÇİM,
Prof.Dr. İsmail KARACA
Prof.Dr. Abdullah KAYA,
Dr.Öğr.Üye Elife KAYA,
Prof.Dr. Abdullah KELKİT,
Prof.Dr. Figen KIRKPINAR,
Prof.Dr. İlkay KOCA,
Prof.Dr. Jale KORUN,
Dr.Öğr.Üye. Mustafa KÜSEK,
Prof.Dr. Hasan Rüştü KUTLU,
Prof.Dr. Aynur LÖK,
Doç.Dr. Hakan OĞUZ,
Dr.Öğr.Üye Sibel Bayıl OGUZKAN,
Prof.Dr. Hasan ÖZÇELİK,
Prof. Dr. Emin ÖZKÖSE,
Prof.Dr. Ali ÖZPINAR,
Prof.Dr. Aysun PEKSEN,
Prof.Dr. Gamze SANER,
Doç.Dr. Mustafa ŞAHİN,
Prof.Dr. H. Ersin ŞAMLI,
Dr.Öğr.Üye Kasım TAKIM,
Doç.Dr. Çağatay TANRIVERDİ,
Prof.Dr. İbrahim TAPKI,
Dr.Öğr.Üye. Nuran TAPKI,
Doç.Dr. Hatıra TASKIN,
Doç.Dr. Kadir Ersin TEMİZEL,
Dr.Öğr.Üye.Mustafa TERİN,
Prof.Dr. İskender TİRYAKİ,
Prof.Dr. Akasya TOPÇU,
Doç.Dr.Şule TURHAN,
Doç.Dr. Emine İKİKAT TÜMER,
Prof.Dr. Mehmet Rifat ULUSOY,
Doç.Dr. Fatih ÜÇKARDEŞ,
Prof.Dr. Mustafa ÜNLÜ,
Prof.Dr. Vahap YAĞANOĞLU,

K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Tarım Ekonomisi Böl., K.Maraş
Uludağ Üniv., Ziraat Fak., Biyosistem Mühendisliği Böl., Bursa
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Bahçe bitkileri Böl., K.Maraş
OMU., Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Samsun
OMU., Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Samsun
NKU Ziraat Fak., Biyosistem Mühendisliği Böl., Tekirdağ
Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitü Müd., Adana
Gazi Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fak., Biyoloji Böl., Ankara
Ondokuz Mayıs Üniv., Ziraat Fak., Tarım Ekonomisi Böl., Samsun
Dicle Üniv. Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Diyarbakır
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Tarımsal Biyoteknoloji Böl., K.Maraş
ÇOMU Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fak., Su Ürün., Yetiştiriciliği Böl., Çanakkale
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Tarla Bitkileri Böl., K.Maraş
Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Zootekni Böl., Adana
Harran Üniv. Ziraat Fak./ Toprak Bil. Bitki Bes. Böl., Şanlıurfa
SDÜ Mimarlık Fak., Peyzaj Mimarlığı Böl., Isparta
Ege Üniv. Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., İzmir
MKÜ Fen Edebiyat Fak. Biyoloji Böl., Hatay
SDÜ . Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Isparta
Karamanoğlu Mehmetbey Üniv. Kamil Özdağ Fen Fak., Biyoloji Böl. Karaman
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Teknik Bil MYO Gıda Tek Böl., K.Maraş
ÇOMÜ Mimarlık ve Tasarım Fak., Peyzaj Mimarlığı Böl., Çanakkale
Ege Ziraat Fak., Zootekni Böl., İzmir
OMU Mühendislik Fak., Gıda Mühendisliği Böl., Samsun
Akdeniz Su Ürünleri Fak., Su Ürünleri Yetiştiriciliği Böl., Antalya
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., K.Maraş
Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Zootekni Böl., Adana
Ege Üniv., Su Ürünleri Fak., Su Ürünleri Yetiştiriciliği Böl., İzmir
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Orman Fak. Orman Müh. Böl., K.Maraş
Gaziantep Üniv. Fen Edebiyat Fak. Biyoloji Böl., Gaziantep
SDÜ, Fen Edebiyat Fak., Biyoloji Böl., Isparta
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak. Zootekni Dr.Öğr.Üye.Böl., K.Maraş
ÇOMÜ . Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Çanakkale
OMU, Ziraat Fak., Bahçe Bit., Böl., Samsun
Ege Üniv., Ziraat Fak., Tarım Ekonomisi Böl., İzmir
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Zootekni Böl., K.Maraş
NKU Ziraat Fak., Zootekni Böl., Tekirdağ
Harran Üniv. Veteriner Fak. Temel Bilimler Böl., Şanlıurfa
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Biyosistem Mühendisliği Böl., K.Maraş
MKU Ziraat Fak. Zootekni Böl., Hatay
MKU Ziraat Fak., Tarım Ekonomisi Böl., Hatay
Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri, Adana
OMU Ziraat Fak., Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., Samsun
YYU Ziraat Fak., Tarım Ekonomisi Böl., VAN
ÇOMU Ziraat Fak., Tarla Bitkileri Böl., Çanakkale
Ankara Üniv., Ziraat Fak., Su Ürünleri Müh. Böl., Ankara
Uludağ Üniv., Ziraat Fak., Tarım Ekonomisi Böl., Bursa
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Tarım Ekonomisi Böl., K.Maraş
Çukurova Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Adana
Adıyaman Üniv., Tıp Fak., Temel Tıp Bilimleri Böl., Adıyaman
Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., Adana
Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., Erzurum

* Soyada göre sıralanmıştır.

Meloidogyne javanica ve *Meloidogyne incognita* Kök-ur Nematodlarının Bazı Yağlık Zeytin ve Badem Çeşitlerindeki Saldırganlıklarının Belirlenmesi

Ramazan ÇETİNTAŞ¹, Ramazan SOYDAN², Tolga GÜRKAN³, Neziha Gamze AKBAY²

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, ²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Fen Bilimleri Enst. Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, ³Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Fen Bilimleri Enst. Biyomühendislik ve Bilimleri Böl.

✉: cetintas@ksu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, 2014-2016 yılları arasında mikro parsellerde kök-ur nematodları *Meloidogyne incognita* ile *M. javanica*'nın iki zeytin (Gemlik ve Manzalia) ve iki badem (Gadaman ve GF-677) anacına karşı saldırganlıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Arazideki mikro parsel çalışmasında *M. incognita* ve *M. javanica*'nın 3 farklı inokulasyon (0, 1000 ve 2000 yumurta veya L2/mikro parsel) seviyesi uygulanmıştır. Çalışmada, GF-677 badem anacının *M. incognita* ve *M. javanica*'ya duyarlı olduğu gözlenmiştir. GF-677 anacının *M. incognita* ve *M. javanica* nematodları için urlanma skala indeksi sırası ile 3.80 ve 3.60 olurken, yumurta paketi skala indeksi ise 4.35 ve 4.50 bulunmuştur ($P<0.05$). Çalışmada tespit edilen nematodlara duyarlı konukçu bitkilerin bölge çiftçilerine aktarılmasının gelecekteki ürün kayıplarının azaltılması açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

DOI:10.18016/ksudobil.363304

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 06.12.2017

Kabul tarihi : 16.04.2018

Anahtar Kelimeler

Meloidogyne spp.

Saldırganlık,

Zeytin,

Badem

Araştırma Makalesi

Pathogenicity of Root-knot Nematodes (*Meloidogyne javanica* and *Meloidogyne incognita*) on Some Almonds and Olive Cultivars

ABSTRACT

This study was conducted in micro plots in 2014-2016 to determine the pathogenicity of two root knot-nematodes species, *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* on two olive cultivars (Gemlik and Manzalia) and two almonds rootstocks (Gadaman and GF-677) in micro plots. Micro plot trial was designed as randomized complete block design with three different nematode inoculum densities (0, 1000, 2000) L2/pot and replicated five times. GF-677 almond rootstock was found to be resistant to *M. incognita* and *M. javanica*. Galling indices of GF-677 were 3.80 and 3.60 and egg mass indices were 4.35 and 4.50 for *M. incognita* and *M. javanica*, respectively ($P<0.05$). It is important to inform the local farmers about the susceptible hosts found in the study to minimize the crop loses in the future.

Article History

Received : 06.12.2017

Accepted : 16.04.2018

Keywords

Meloidogyne spp.,

Pathogenicity,

Almond,

Olive

Research Article

To Cite : Çetintaş R, Soydan R, Gürkan T, Akbay NG 2018. *Meloidogyne javanica* ve *Meloidogyne incognita* Kök-ur Nematodlarının Bazı Yağlık Zeytin ve Badem Çeşitlerindeki Saldırganlıklarının Belirlenmesi. KSU Tar Doga Derg 21(4) : 472-481, DOI:10.18016/ksudobil.363304

GİRİŞ

Zeytin yetiştiriciliğinde önemli ülkelerden birisi olan Türkiye'nin dünya yemeklik dane zeytin üretiminde 4. sırada, zeytinyağı üretiminde ise 6. sırada yer aldığı görülmektedir. Zeytin ülkemizde genel olarak Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yetiştirilmektedir. Ülkemizin zeytin üretiminin %75'i yağlık, %25'i sofralık olduğu rapor edilmiştir (Anonim, 2015). Ege ve Akdeniz Bölgesi'nde daha çok yağlık, Marmara Bölgesi'nde ise sofralık çeşitler yetiştirilmektedir (Anonim, 2016).

İlk sırada Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere İspanya ve İtalya gibi ülkeler bademin önemli

üreticileri olmakla birlikte Türkiye'nin badem üretiminin son zamanlarda artmasına rağmen düşük kaldığı görülmektedir. Ülkemizin en çok badem üretim bölgesi Ege olup, bunu Güneydoğu, Orta-Güney, Akdeniz, Orta-Doğu Bölgeleri izlemektedir (Anonim, 2016).

Tarımsal üretimde hedef düşük maliyetle, sağlıklı, doğal, kaliteli ve bol miktarda ürün alabilmektir. Bu hedefi gerçekleştirmek için uygun tarım teknikleri ile birlikte kültür bitkilerini hastalık ve zararlılardan korumak büyük önem arz etmektedir. Ülkemizin coğrafik konum ve yapısı, iklim çeşitliliği, toprak yapısı ve çevreyle ilgili koşulları meyve yetiştiriciliğine

uygun olmasına rağmen bazı hastalık, zararlı ve nematodlar nedeniyle önemli ekonomik ürün kayıpları oluşmaktadır.

Bitki paraziti nematodlar çoğunlukla çıplak gözle görülemeyen küçük canlılar olup, beslenmeleri sonucu, konukçu bitkilerde mekaniksel ve fiziksel zarara uğratarak verim kayıplarına sebep olurlar. Bitki paraziti nematodların en önemli grubu olan kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) bütün dünyada dağılım gösteren, geniş konukçu dizisine sahip bir obligat endoparazit nematod grubudur. Bu nematodlar bitkilerin topraktan su ve besin madde alımını olumsuz yönde etkileyerek köklerde urlanma, sakallanma, kabuk bölgesinde çürüme ve soyulma, gövde kısmında zayıf gelişme, çalılışma ve şekil bozukluğu, yapraklarda sararma, kızarma, yanıklık, kuruma, bükülme, rozet oluşumuna neden olmaktadır (Lamberti, 1979). Sürgünlerde ise boğum aralarında kısılma, meyve ve sebzelerde gelişme bozukluğu, erken kızarma, şekil bozukluğu, kabuk sertliği, tat bozukluğu, dökülme vb. belirtilere neden olurlar. Bu zarar sonucu bulaşık bitkiler tamamen kuruyabilir (Pehlivan, 1994). Bunun sonucunda da ürün kalitesi ve miktarının düşmesine sebep olurlar. Bunlara ek olarak, bitkilerde oluşturdukları yaralar ile diğer hastalık etmenlerine dolaylı giriş kapısı oluşturup bu giriş kapılarından virüs, fungus ve benzeri hastalık etmenlerini bir konukçudan diğer bir konukçuya taşıyarak (vektör) bitkilerde ek zararlara sebep verebilirler. Dünyada tarım alanı olarak kullanılan toprakların %52'sinin kök-ur nematodları ile bulaşık olduğu rapor edilmiştir (Taylor, 1987). Sebze yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda ekonomik düzeyde ürün ve kalite kayıplarına neden olan bu grup (Netscher ve Sikora, 1990) dünyada konukçu nematod ilişkilerine bağlı olarak çok sayıda konukçu ırkları ile 90'dan fazla türü tespit edilmiştir (Siddiqi, 2000; Karssen ve Moens, 2006; Palomares Rius ve ark. 2007).

Dünyada en yaygın olan kök-ur nematodu türlerinin *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, *M. javanica* (Treub) Chitwood, *M. arenaria* (Neal) Chitwood, *M. chitwoodi* (Golden ve ark.), *M. fallax* (Karssen) ve *M. hapla* Chitwood olduğu ve bunların 5500'den fazla bitki türünde beslendiği belirlenmiştir (Trudgill ve Blok, 2001).

Odunsu meyve ağaçlarının yetiştiriciliğinde nematod zararlılarına karşı dikim öncesi toprak fumigasyonu en çok uygulanan mücadele yöntemlerinden birisi olmakla birlikte fumigantların muhtemel toksik etki, uygulama maliyetinin yüksek olması ve çevreye olan olumsuz etkileri gibi sebeplerden dolayı önemli kısıtlamalara gidilmiştir. Bu durumda en güvenilir yöntem bu zararlı grubuna dayanıklı anaçların kullanılması seçeneği ortaya çıkmaktadır. Anaçların dayanıklılık durumları kök-ur nematodların ırklarına göre değişkenlik gösterebilmektedir. Doğu Akdeniz

Bölgesinde yürütülen bir çalışmada kök-ur nematodlarından *M. incognita*'nın ırk 2 popülasyonunun hâkim olduğu saptanmıştır (Sögüt ve Elekçioğlu, 2000).

Bir çeşidin dayanıklı veya hassas olması birçok sebebe bağlı olmakla bu sebepler çoğu durumlarda dayanıklılığın sürekliliğini etkilemektedir (Fassuliotis, 1985). Bu sebeplerden en önemlisi olan sıcaklığın nematod ırklarının virülensliğini etkileyen belirleyici bir faktör olarak ortaya çıktığı tespit edilmiştir (Fernandez ve ark., 1993).

Bu çalışmada, ülkemizde sorun olan *M. incognita* ve *M. javanica* kök-ur nematodlarının, bölgemizde yaygın şekilde yetiştirilen zeytin ve badem bitkilerinin bazı anaçlarına karşı saldırganlık düzeyleri belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışma, 2014-2016 yılları arasında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi araştırma alanında, Ziraat Fakültesi seralarında, Bitki Koruma Bölümü büyüme odalarında ve Nematoloji laboratuvarında yürütülmüştür. Bu çalışmada, kök-ur nematodlarına karşı dayanıklılıklarını saptamak amacıyla 2 anaç üzerine aşılansız 2 yaşındaki taze zeytin ve badem anaçları kullanılmıştır. Bu çalışmada bölgemizde yaygın olarak yetiştirilen kendinden aşılı Gemlik ve Nizip Yağlık çeşidi aşılı Manzalia zeytin anaçları ile Ferraduel aşılı Gadaman ve Ferragnes aşılı GF-677 badem anaçları bitki materyalleri olarak kullanılmıştır. Ayrıca nematodların çoğaltılarak saf kültürlerinin elde edilmesinde domates bitkisi kullanılmıştır. Çoğaltılan *M. javanica* ve *M. incognita*'nın yumurta veya 2. dönem larvaları, dayanıklılık düzeylerini araştırma amaçlı test bitkilerde kullanılmıştır.

Kök-ur nematod popülasyonunun çoğaltılması

Anaçların nematod ile inokulasyonunda *M. incognita* ve *M. javanica*'nın yumurta veya ikinci dönem larvaları kullanılmıştır. Her iki türün kitle üretimi Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Nematoloji laboratuvarı ve bitki büyüme odasında yapılmıştır. Sürekli çoğaltılmakta olan kültürlerden mevcut popülasyonun devamlılığını sağlamak için iki ay aralıklarla kültürler yenilenmiştir. Kök-ur nematodunun üretimi elde mevcut bulunan ve nematodun iyi geliştiği Falcon domates çeşidi üzerinde yapılmıştır.

Arazide Mikro parsellerin oluşturulması

Mikro parsellerin uygun derinlikte gömülmesi için arazide inşaat kepçesi yardımıyla 50 cm'lik derinlikte çukurlar kazılarak 70 lt'lik kalın plastikten oluşmuş büyük mikro parseller toprağa yerleştirilmiştir. Bu mikro parsellerin içerisine %40 ince kum, %40

çukurlardan çıkan toprak ve %20 organik madde karıştırılarak mikro parsel toprağı oluşturularak doldurulmuştur. Sulama ve gübrelemenin düzenli yapılabilmesi için damla sulama sistemi kurulmuştur. Badem ve zeytin anaçları rastgele mikro parsellere uygun derinlikte dikilmiş ve çalışma iki ayrı çalışma şeklinde tekrarlanmıştır. İki denemenin verileri arasında istatistiksel düzeyde farklılıklar bulunmadığı için veriler birleştirilmiştir. Deneme 5x4x3x2 faktörlü tesadüfi bloklar deneme desenine göre kurulmuş olup 5 tekerrürlü, 4 farklı bitki (Ferragnes ve Ferraduel badem, Nizip Yağlık ve Gemlik zeytin çeşitleri), 3 nematod seviyesi (0, 1000, 2000 yumurta veya L2/mikro parsel), iki nematod türü (*Meloidogyne javanica* ve *M. incognita*) ve kontrol (muamelesiz) grubundan oluşmuştur. Her iki denemede her bir anaçtan 60 tane bitki olmak üzere toplamda 240 bitki kullanılmıştır. Deneme sonucunda bitkilerde oluşan urlanma yüzdesi, kökte oluşan yumurta kümesi indeksi, kök çevresinden alınan topraktan izole edilen toplam canlı ikinci larva (L2) sayısı, kök ve gövde bitki yaş ve kuru ağırlıkları ve bitki boyu veriler kayıt altına alınmıştır.

Mikro parsellere dikilen anaçlara dikimden iki hafta sonra *M. javanica* ve *M. incognita*'nın üç farklı (0 (kontrol), 1000 ve 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel) inokulum seviyeleri pipet yardımıyla bulaştırılmıştır. Bu işlem yapılırken bitki köklerine dörder tane delik açılarak eşit miktarlarda nematod verilmiştir. Kök-ur nematodlarının gelişme dönemini sıcaklığa ve kültür bitkisine çeşidine bağlı olarak 6-8 hafta arasında tamamlamaları (Netscher ve Sikora, 1990) nedeniyle nematod ile bulaştırılan anaçlar 13 hafta mikro parsellerde bekletilmiştir. Bu 13 hafta boyunca her 10 günde bir düzenli olarak bitki boy ölçümü yapılmıştır.

Verilerin elde edilmesi

Mikro parsellerdeki hasat sonu topraktaki aktif ikinci dönem larva (L2) halindeki *M. javanica* ve *M. incognita* popülasyon yoğunlukları belirlenmiştir. Her mikro parselden alınan 100 cm³ toprak örneklerinden Modifiye Baermann Huni yöntemi yardımıyla 72 saat sonunda ikinci dönem (L2) nematod larva popülasyonu belirlenmiştir (Hooper, 1986). Ayrıca bitki boyu, toprak üstü yeşil aksam yaş ağırlığı, toprak altı (kök) aksam yaş ağırlığı, toprak üstü yeşil aksam kuru ağırlığı, toprak altı (kök) aksam kuru ağırlığı ölçümleri yapılmıştır. Son olarak bitki kökleri gıda boyasının içinde 5 dakika bekletilerek köklerde muhtemel yumurta paketleri ile ur oluşumları Hartman ve Sasser (1985)'in 0-5 skalasına göre değerlendirilmiştir. Bu indekse göre köklerde 0-2 skala değeri bulunan bitkiler dayanıklı, 3-5 skala değeri alan bitkiler ise duyarlı olarak değerlendirilmiştir.

Elde edilen veri ortalamalarının karşılaştırmaları log₁₀ (x+1) transformasyonu yapıldıktan sonra

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre JMP7 ve SPSS paket programları yardımıyla yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kök-ur ve yumurta paketi indeksi

Bu çalışmada Gemlik ve Manzalia zeytin anaçlarının iki kök-ur nematodu, *M. javanica* ve *M. incognita*'nın 3 farklı (0 (kontrol), 1000 ve 2000 yumurta veya L2/mikro parsel) inokulum seviyelerinde herhangi urlanma veya yumurta paketine rastlanmamış olup, ilgili anaçların nematodlara karşı dayanıklı oldukları ortaya çıkmıştır (Çizelge 1). Ortaya çıkan durum daha önce sert çekirdeklielerde yapılan bazı çalışmalarda da gözlenmiştir. *M. arenaria*'nın Myrobalan erik anacına 3000 L2/bitki seviyesinde inokule edilmiş çalışmanın sonuçlarında da yine köklerde gal veya yumurtaya rastlanmadığı görülmüştür. Myrobalan erik anacına nematoda dayanıklılıkta kök dokusunun uygunluğunun önemli bir faktör olduğu belirlenmiştir (Esmenjaud ve ark., 1993;1995; 1996).

Badem anaçlarından Gadaman badem anacında *M. javanica* ve *M. incognita*'nın her üç nematode inokulum seviyelerinde herhangi bir urlanmaya rastlanmadığı halde, GF-677 badem anacının köklerinde *M. javanica* ve *M. incognita* ait urlara rastlanmıştır. GF-677 badem anacına 1000 yumurta veya L2/mikro parsel *M. javanica*'nın inokule edilmesi sonucu elde edilen urlanma endeksi (0-5 skalasına göre) 3.00 görülürken, 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel seviyesinde urlanma oranı 3.60 olarak gözlenmiştir ($P<0.05$). *M. incognita*'nın 1000 L2 veya yumurta/mikro parsel seviyesinde urlanma indeksi 3.10 görülürken, 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel seviyesinde ise 3.80 olarak bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 1). Bu durum, Gadaman badem çeşidinin *M. javanica* ve *M. incognita*'ya karşı dayanıklı olduğunu, GF-677'nin ise duyarlı olduğunu göstermektedir. Çalışmamıza paralel olarak, daha önce yapılan benzer çalışmalarda GF-31, G x N No. 15, Torinel, AD-101, Monpol, NemaGuard ve Cadaman badem anaçlarının *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla* ve *M. hispanica*'nın 17 izolatına yüksek derecede dayanıklılık gösterdiği bildirilmiştir (Pinochet ve ark., 1996; 1999). Aynı şekilde Fernandez ve ark., (1994) tarafından yapılan bir çalışmada GF-677 *M. arenaria*, *M. incognita* ve *M. javanica*'ya karşı duyarlı olduğunu bildirmişlerdir.

Meloidogyne javanica'nın GF-677 anacına 1000 L2 veya yumurta/mikro parsel inokulum seviyesinde yumurta paketi skala indeksi 3.45 iken, 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel seviyesinde bu oran 4.35 olarak gözlenmiştir ($P<0.05$). *M. incognita*'nın GF-677 anacına 1000 L2 veya yumurta/mikro parsel verildiğinde yumurta paketi indeks değeri 3.50 iken, 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel verildiğinde bu oran 4.50 olarak gözlenmiştir (Çizelge 1) ($P<0.05$).

Çizelge1. *Meloidogyne javanica* ve *M. incognita*'nın üç farklı nematode inokulum seviyesinde Gadaman ve GF-677 badem anaçlarında oluşturduğu yumurta paketi ve kök urlanma (0-5 skalasına göre) indeksi (Ortalama±Standard hata).

Anaç bitkiler	<i>M.javanica</i> 0 L2 veya yumurta	<i>M.javanica</i> 1000 L2 veya yumurta	<i>M.javanica</i> 2000 L2 veya yumurta	<i>M.incognita</i> 0 L2 veya yumurta	<i>M.incognita</i> 1000 L2 veya yumurta	<i>M.incognita</i> 2000 L2 veya yumurta
Yumurta paketi indeksi						
Gadaman	0.0±0.0a	0.0±0.0b	0.0±0.0b	0.0 ±0.0b	0.0 ±0.0b	0.0±0.0b
GF-677	0.0±0.0a	3.45±0.28a	4.35±0.30a	0.0±0.0a	3.50 ±0.28a	4.50±0.31a
Urlanma indeksi						
Gadaman	0.0±0.0a	0±0.0b	0.0±0.0b	0.0±0.0a	0.0 ±0.0b	0.0±0.0b
GF-677	0.0±0.0a	3.00±0.20a	3.60±0.24a	0.0±0.0a	3.10 ±0.20a	3.80±0.24a

Aynı parametre içinde aynı sütundaki farklı harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Mikro parsellerdeki hasat sonu larva yoğunluğu

Denemeye alınan Gemlik ve Manzalia anaçlarında *M. javanica* ve *M. incognita*'nın larva yoğunluğu düşük olduğu görülmektedir. Ek olarak bu iki nematod türünün de köklerde ur oluşturmadıkları ve urlanma oranlarının 0 oldukları bulunmuştur. Dolayısıyla her iki anaç çeşidinin de her iki nematod türüne dayanıklı olduğu sonucuna varılmıştır.

Badem anaçlarından Gadaman anacında *M. javanica* ve *M. incognita*'nın fazla gelişmediği dolayısı ile popülasyon yoğunluklarının her iki nematod türü açısından farklı olmadığı gözlenmiştir ($P<0.001$). GF-677 badem anacında ise her iki nematod içinde farklı istatistikler elde edilmiştir. GF-677 anacında bulaştırılan *M. javanica* L2 inokulum seviyeleri (1000

ile 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel) arasında da istatistiki farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.001$). Denemede 1000 L2 veya yumurta/mikro parsel inokulasyon seviyesindeki mikro parsellerden alınan örneklerden ortama larva sayısı 242 iken, 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel verilen örneklerde ise larva sayısı 350 bulunmuştur (Çizelge 2). GF-677 anacına bulaştırılan *M. incognita* L2 inokulum seviyeleri olan 1000 ile 2000 (L2 veya yumurta/mikro parsel) arasında da istatistiki farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.001$). Mikro parsel başına 1000 L2 veya yumurta verilen mikro parsellerden alınan örneklerden larva sayısı 260 bulunurken, 2000 L2 veya yumurta verilen örneklerde ise larva sayısı 395 bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. *Meloidogyne javanica* ve *M. incognita* ile bulaşık zeytin ve badem anaçlarının mikro parsellerinden alınan toprak (100 cm³/mikro parsel) örneklerinden elde edilen L2 (nematod ikinci dönem larva) yoğunlukları.

<i>M. javanica</i> yoğunluğu (L2/100 cm ³ toprak)		
Anaç bitkiler	1000 L2 veya yumurta/parsel inokulum seviyesi	2000 L2 veya yumurta/parsel inokulum seviyesi
Gemlik zeytin	54.80 (4.00)b	56.00 (4.03)b
Manzalia zeytin	55.40 (4.01)b	55.60 (4.01)b
Gadaman badem	60.20 (4.09)a	64.20 (4.16)a
GF-677 badem	242.20 (4.53)c	350.00 (4.61)c
CV	% 1.38	% 2.63
LSD	0.07**	0.10**
<i>M. incognita</i> yoğunluğu (L2/100 cm ³ toprak)		
Gemlik zeytin	54.80 (4.00)c	58.60 (4.06)a
Manzalia zeytin	57.80 (4.05)c	59.00 (4.07)c
Gadaman badem	61.00 (4.10)b	63.20 (4.14)b
GF-677 badem	260.10 (4.60)a	395.20 (5.40)a
CV	% 2.34	% 3.08
LSD	0.12**	0.24**

Verilere log₁₀ (x+1) transformasyonu uygulanmıştır.** $P<0.001$ seviyesinde farklılık ifade eder. Aynı parametre içinde aynı sütundaki farklı harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Meloidogyne javanica ve *Meloidogyne incognita*'nın bitki kök-gövde yaş ağırlığına etkisi

Meloidogyne javanica ve *M. incognita*'nın Gemlik,

Manzalia ve Gadaman anaçlarında yaş kök ve gövde ağırlığı üzerine etkisi anaçlara verilen 1000 ve 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel ile kontrol arasında istatistiksel farklılıklar gözlenmemiştir. Çalışmada

test edilen her iki nematodun da bu üç anacın yaş kök-gövde ağırlığı üzerine farklı bir etkisi olmadığı gözlenmiştir (Çizelge 3; 4). ($P<0.001$).

GF-677 anacının mikro parsellerin *M. javanica* ve *M. incognita* 1000 ve 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel inokulum seviyesinin ile kontrol grubu karşılaştırıldığında yaş kök-gövde ağırlık üzerine farklı bir etkisi olduğu gözlenmiştir ($P<0.001$). GF-677 anacı her iki nematoda karşı duyarlı olduğundan köklerde urlanma ve yumurta paketi oluşmuştur. Oluşan yumurta paketleri ve urlanmalar kontrol bitkilerin köklerine göre daha fazla olduğu, bitki yaş ağırlıklarının ise kontrol bitkilere göre daha hafif olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3; 4).

***Meloidogyne javanica* ve *Meloidogyne incognita*'nın bitki kök-gövde kuru ağırlığına etkisi**

Denemede *M. javanica* ve *M. incognita*'nın 0 (kontrol), 1000 ve 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel inokulum seviyelerinin anaçların tamamının bitki kök-gövde kuru ağırlığında oluşturmuş olduğu muhtemel etkileri Çizelge 5 ve 6'da gösterilmiştir. Verilerin analizleri sonucunda *M. javanica* ve *M. incognita*'nın Gemlik, Manzalia ve Gadaman anaçlarında kuru kök ve gövde ağırlığı istatistiki olarak farklılıklar gözlenmemiştir. İkinci dönem larva inokulum seviyelerinin (1000 ve 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel) kontrol grubu ile karşılaştırıldığında kuru kök-gövde ağırlık üzerine farklı bir etkisi olduğu gözlenmemiştir ($P<0.05$). Çünkü Gemlik ve Manzalia anaçlarında her iki nematodunun ne urlanma ne de yumurta paketine rastlanmıştır. Bundan dolayı ağırlıklarında da farklılıklar gözlenmemiştir (Çizelge 5; 6).

GF-677 badem anacında her iki nematodun inokulum seviyelerinde kuru kök-gövde ağırlıklarında istatistiki farklılıklar gözlenmiştir. GF-677 anacının mikro parsellerine *M. javanica* ve *M. incognita* ikinci dönem larva inokulum seviyesi olan (1000 ve 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel) ile kontrol grubu ile karşılaştırıldığında kuru kök-gövde ağırlık üzerine farklı bir etkisi olduğu gözlenmiştir ($P<0.001$) (Çizelge 5; 6).

Anaçlara inocule edilen *M. javanica* ve *M. incognita*'nın bitki boyuna etkisi

Periyodik aralıklarla yapılan boy ölçümleri sonucunda denemeye alınan anaçların hepsinde *M. javanica* ve *M. incognita*'nın inokule edilen 0 (kontrol), 1000 ve 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel inokulum seviyelerinin bitki boyuna etkileri Çizelge 7'de gösterilmiştir. Verilerin analizleri sonucunda Gemlik, Manzalia ve Gadaman anaçlarında *M. javanica* ve *M. incognita*'nın ikinci dönem larva inokulum seviyesinin (1000 ve 2000 L2 veya yumurta/ mikro parsel) kontrol grubu ile karşılaştırıldığında boy üzerine farklı bir etkisi olmadığı gözlenmiştir. Üç anaçta da boy istatistik

analizler sonucunda istatistiki farklılıklar gözlenmemiştir ($P<0.001$). Gemlik, Manzalia ve Gadaman anaçlarında *M. javanica* ve *M. incognita*'ya karşı dayanıklılık tespit edildiğinden her iki nematod da bu anaçların boylarına bir etki etmemiştir (Çizelge 7).

Meloidogyne javanica nematod inokulum seviyesinin 0 olduğu kontrol grubunda bitki boy ortalaması 85.20 cm olurken, bu durum 1000 ve 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel inokulum seviyelerinde sırası ile 83.54 ve 81.44 cm olmuştur. *M. incognita* nematod inokulum seviyesinin 0 olduğu kontrol grubunda bitki boy ortalaması 84.90 cm olurken, bu durum 1000 ve 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel inokulum seviyelerinde sırası ile 82.64 ve 79.76 cm olmuştur. Sonuç olarak GF-677 anacı *M. incognita* *M. javanica*'ya duyarlı olduğu için boy ölçümlerinde istatistiki farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 3; 4) ($P<0.001$).

SONUÇ

Ülkemiz sebze ve meyve yetiştiriciliğinin önemli zararlı guruplarından biri olan kök-ur nematodlarının Türkiye dahil tüm dünyada mücadelelerinde nematitler yaygın olarak tercih edilmektedir. Buna karşın kimyasalların insan sağlığı ve doğal çevreye zarar vermesiyle birlikte birtakım olumsuzlukları beraberinde taşımaktadır. Bazı kimyasalların ozon tabakasına zararlı olmaları, yeraltı taban suyuna karışma riski taşınmaları, maliyetlerinin yüksek olmaları, ürünlerde kalıntı bırakmaları ve çevrede geri dönüşü olmayan büyük tahribatlara yol açmaları gibi nedenlerden dolayı, kök-ur nematodları ile savaşta alternatif mücadele yöntemlerinin bulunması ve uygulamaya geçirilmesi büyük önem arz etmektedir. Kök-ur nematodları ile savaşta en önemli taktiklerden bir tanesi de dayanıklı çeşitlerin tercih edilmesidir. Yetiştirilmekte olan tek veya çok yıllık kültür bitkilerinin konukçuluk statülerinin belirlenmesi, bir diğer deyişle hassas veya dayanıklı durumlarının tespiti ilgili parazitlerle mücadelede temel teşkil ettiği aşikârdır.

Bu çalışmada arazide kurulan mikro parsellere ikişer çeşit zeytin ve badem anacının kök-ur nematodları *M. javanica* ve *M. incognita*'ya karşı dayanıklılık veya duyarlılık durumları araştırılmıştır. Veriler sonucunda zeytin anaçları Gemlik, Manzalia ve badem anacı Gadaman'ının *M. javanica* ve *M. incognita*'ya karşı dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Diğer badem anacı GF-677 ise hem *M. javanica* hem de *M. incognita*'ya karşı duyarlı olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. *Meloidogyne javanica* ve *Meloidogyne incognita*'nın kontrol grubu ile iki farklı inokulum (1000 ve 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel) seviyesindeki dört farklı anaç bitkinin kök yaş ağırlıkları (g).

Anaç bitkiler	<i>M. javanica</i>			<i>M. incognita</i>		
	Kontrol (0)	1000 L2 veya yumurta/mikro parsel	2000 L2 veya yumurta/mikro parsel	Kontrol (0)	1000 L2 veya yumurta/mikro parsel	2000 L2 veya yumurta/mikro parsel
Gemlik zeytin	127.04 (4.84)a	128.18 (4.85)a	127.84 (4,84)a	128.16 (4.90)a	128.38 (4.91)a	128.82 (4.91)a
Manzalia zeytin	134.74 (.90)a	135.02 (4.90)a	134.06 (4,89)a	133.34 (4.89)a	133.42 (4.89)a	133.86 (4.89)a
Gadaman badem	56.02 (4.01)b	56.38 (4.01)b	55.94 (4,01)b	57.68 (3.96)b	55.38 (4.01)b	56.14 (4.01)b
GF-677 badem	57.88 (4.01)b	64.28 (4.21)c	68.98 (4,51)c	56.22 (4.02)b	65.88 (4.18)b	70.98 (4.26)a
CV	% 1.84	% 1.84	% 1.58	% 1.46	% 1.22	% 1.16
LSD	0.11**	0.11**	0.09**	0.09**	0.07**	0.07**

Verilere log₁₀ (x+1) transformasyonu uygulanmıştır. ** $P < 0.001$ seviyesinde farklılık ifade eder. Aynı parametre içinde aynı sütundaki farklı harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

Çizelge 4. *Meloidogyne javanica* ve *Meloidogyne incognita*'nın kontrol grubu ile iki farklı inokulum (1000 ve 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel) seviyesindeki dört farklı anaç bitkinin gövde yaş ağırlıkları (g).

Anaç bitkiler	<i>M. javanica</i>			<i>M. incognita</i>		
	Kontrol (0)	1000 L2 veya yumurta/mikro parsel	2000 L2 veya yumurta/mikro parsel	Kontrol (0)	1000 L2 veya yumurta/mikro parsel	2000 L2 veya yumurta/mikro parsel
Gemlik zeytin	144.44 (4,97)a	144.10 (4.97)a	144.62 (4.97)a	143.70 (4.96)a	143.10 (4.99)a	144.22 (4.99)a
Manzalia zeytin	143.70 (4,97)a	142.60 (4.95)a	142.98 (4.95)a	145.90 (4.98)a	145.10 (4.97)a	145.98 (4.99)a
Gadaman badem	70.20 (4,24)b	69.88 (4.20)b	70.66 (4.19)b	69.00 (4.23)b	68.88 (4.23)b	69.90 (4.24)b
GF-677 badem	70.84 (4,25)b	67.88 (4.17)c	63.04 (4.15)c	70.64 (4.24)b	66.20 (4.16)c	62.04 (4.14)c
CV	% 1.58	% 1.32	% 0.64	% 1.14	% 1.27	% 0.80
LSD	0.10**	0.08**	0.04**	0.07**	0.08**	0.05**

Verilere log₁₀ (x+1) transformasyonu uygulanmıştır. ** $P < 0.001$ seviyesinde farklılık ifade eder. Aynı parametre içinde aynı sütundaki farklı harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

Çizelge 5. *Meloidogyne javanica* ve *Meloidogyne incognita*'nın kontrol grubu ile iki farklı inokulum (1000 ve 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel) seviyesindeki dört farklı anaç bitkinin kök kuru ağırlıkları (g).

Anaç bitkiler	<i>M. javanica</i>			<i>M. incognita</i>		
	Kontrol (0)	1000 L2 veya yumurta/mikro parsel	2000 L2 veya yumurta/mikro parsel	Kontrol (0)	1000 L2 veya yumurta/mikro parsel	2000 L2 veya yumurta/mikro parsel
Gemlik zeytin	62.08 (4.12)a	61.68 (4.12)a	61.24 (4,11)a	61.74 (4.12)a	61.74 (4.12)a	62.66 (4.12)a
Manzalia zeytin	66.30 (4.17)a	63.84 (4.14)a	62.28 (4,12)a	63.54 (4.12)a	62.38 (4.12)a	63.62 (4.13)a
Gadaman badem	27.70 (3.31)b	27.52 (3.31)b	27.82 (3,31)b	27.30 (3.30)b	30.42 (3.35)b	37.86 (3.63)b
GF-677 badem	28.42 (3.39)b	31.80 (3.45)c	35.60 (3,52)c	28.96 (3.36)b	38.56 (3.64)c	39.70 (3.67)c
CV	% 3.42	% 3.36	% 3.51	% 2.15	% 2.51	% 1.68
LSD	0.17**	0.17**	0.18**	0.11**	0.13**	0.09**

Verilere log₁₀ (x+1) transformasyonu uygulanmıştır. ** $P < 0.001$ seviyesinde farklılık ifade eder. Aynı parametre içinde aynı sütundaki farklı harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

Çizelge 6. *Meloidogyne javanica* ve *Meloidogyne incognita*'nın kontrol grubu ile iki farklı inokulum (1000 ve 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel) seviyesindeki dört farklı anaç bitkinin gövde kuru ağırlıkları (g).

Anaç bitkiler	<i>M. javanica</i>			<i>M. incognita</i>		
	Kontrol (0)	1000 L2 veya yumurta/mikro parsel	2000 L2	Kontrol (0)	1000 L2 veya yumurta/mikro parsel	2000 L2 veya yumurta/mikro parsel
Gemlik zeytin	66.60 (4.19)a	66.72 (4.20)a	67.92 (4.21)a	67.90 (4,22)a	67.46 (4.23)a	68.66 (4.22)a
Manzalia zeytin	65.34 (4.17)a	67.28 (4.21)a	67.28 (4.20)a	67.04 (4,17)a	68.94 (4.21)a	69.62 (4.24)a
Gadaman badem	37.62 (3.71)b	37.84 (3.67)b	37.68 (3.65)b	37.76 (3,66)b	37.74 (3.67)b	37.86 (3.63)b
GF-677 badem	36.46 (3.72)b	32.08 (3.53)c	29.20 (3.50)c	36.96 (3,64)b	33.64 (3.54)c	28.70 (3.51)c
CV	% 1.65	% 2.13	% 2.57	% 1.64	% 1.95	% 1.68
LSD	0.09**	0.11**	0.14**	0.09**	0.10**	0.09**

Verilere log₁₀ (x+1) transformasyonu uygulanmıştır. ** $P < 0.001$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 7. *Meloidogyne javanica* ve *Meloidogyne incognita*'nın kontrol grubu ile iki farklı inokulum (1000 ve 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel) seviyesindeki dört farklı anaç bitkinin boy değerleri (cm).

Anaç bitkiler	<i>M. javanica</i>			<i>M. incognita</i>		
	Kontrol (0)	1000 L2 veya yumurta/mikro parsel	2000 L2 veya yumurta/mikro parsel	Kontrol (0)	1000 L2 veya yumurta/mikro parsel	2000 L2 veya yumurta/mikro parsel
Gemlik zeytin	109.22 (4,69)a	110.92 (4.69)a	109.78 (4.69)a	109.40 (4.69)a	109.28 (4.69)a	110.90 (4.70)a
Manzalia zeytin	111.72 (4,71)a	111.20 (4.71)a	110.98 (4.71)a	109.12 (4.67)a	110.16 (4.70)a	110.32 (4.70)a
Gadaman badem	84.04 (4,43)b	84.58 (4.42)b	84.98 (4.41)b	85.88 (4.42)b	84.20 (4.42)b	83.90 (4.42)b
GF-677 badem	85.20 (4,44)b	83.54 (4.34)c	81.44 (4.22)c	85.90 (4.42)b	82.64 (4.30)c	79.76 (4.21)c
CV	% 0.48	% 0.48	% 0.45	% 0.49	% 0.48	% 0.60
LSD	0.03**	0.03**	0.02**	0.03**	0.03**	0.03**

Verilere log₁₀ (x+1) transformasyonu uygulanmıştır. ** $P < 0.001$ seviyesinde farklılık ifade eder. Aynı parametre içinde aynı sütundaki farklı harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

Mikro parsellerden alınan örneklerde ikinci dönem larva yoğunluğu dayanıklı anaçlarda düşük oranda gözlenmiştir. Yine dayanıklı bulunan anaçlarda bitki kök-gövde yaş, kuru ağırlıkları ve bitki boyları arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir. Sonuç olarak Ortaya çıkan bu durum daha önce yapılmış bazı çalışmalarda gözlenmiştir. *M. arenaria* 3000 L2 seviyesinde Myrobalan erik anacına inokule edilmiş ve köklerde ur ve yumurtaya rastlanmamıştır. Myrobalan erik anacına nematoda dayanıklılıkta kök dokusunun olgunluğunun önemli bir faktör olduğu belirlenmiştir (Esmenjaud ve ark., 1995).

GF-677 anacı ise her iki nematoda ait yumurta paketlerine rastlanmıştır. *M. javanica*'nın GF-677 anacına 1000 L2 veya yumurta/mikro parsel inokule edilmesi sonucu yumurta paketi skala indeksi 3.45 bulunurken, 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel inokule edilmesinde ise 4.35 olarak bulunmuştur ($P<0.05$). *M. incognita*'nın GF-677 anacına 1000 L2 veya yumurta/mikro parsel verildiğinde yumurta paketi skala değeri 3.50 bulunurken, 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel verildiğinde ise bu oran 4.50 olarak bulunmuştur ($P<0.05$). İkinci dönem larva sayıları incelendiğinde ise GF-677 badem anacında her iki nematod içinde farklı istatistikler elde edilmiştir. GF-677 anacına 1000 L2 veya yumurta/mikro parsel verilen mikro parsellerden alınan örneklerden larva sayısı 242 iken, 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel verilen örneklerde ise larva sayısı 350 olmuştur. GF-677 anacına *M. incognita* L2 sayısı tespiti ise 1000 L2 veya yumurta/mikro parsel verilen mikro parsellerden alınan örneklerden larva sayısı 260 iken, 2000 L2 veya yumurta/mikro parsel verilen örneklerde ise larva sayısı 395 olmuştur. Bunlara ek olarak GF-677 anacının her iki nematoda karşı bitki kök-gövde yaş ve kuru ağırlıkları ile bitki boylarında istatistiksel farklılıklar gözlenmiştir. Bu veriler ışığında GF-677 anacı *M. javanica* ve *M. incognita*'ya karşı duyarlı bulunmuştur.

Böyle çalışmaların bölgede kullanılan veya kullanılması düşünülen bütün çeşitler için yapılması, Kök-ur nematodları nedeniyle ortaya çıkacak potansiyel kaybın önlenmesi açısından çok önemlidir. Bu bağlamda çalışmaların daha çok çeşitlerin ıslahında yürütülmesi ve bu çeşitlerin mevcut hatlarının oluşturulması büyük önem arz etmektedir. Kök-ur nematodlarına karşı dayanıklı çeşitlerin ortaya konulup ıslahçılara sunulmalıdır. Dayanıklılık, verim ve kalitesi iyi olan çeşitlere aktarılması önerilmektedir. Dayanıklı çeşit kullanmak nematod gibi büyük zararlılar ve hastalıklara karşı en etkin ve sağlıklı mücadele yöntemi olarak daima önemini koruyacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma KSÜ, Bilimsel Araştırma Projeleri

Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 2015 / 2-29YLS

KAYNAKLAR

- Anonim 2015. TÜİK, URL (erişim tarihi 10.04.2016)
<http://www.tuik.org>
- Anonim 2016. URL (erişim tarihi 16.06.2016)
<http://www.tzob.org.tr>
- Anonim 2016. URL (erişim tarihi 15.06.2016)
<http://arastirma.tarim.gov.tr/izmirzae>
- Esmenjaud D, Minot JC, Voisin R, Salesses G, Poupet R, Onesto JP 1993. Assessment of a Method Using Plantlets Grown Previously *In Vitro* for Studying Resistance of *Prunus cerasifera* Ehr. (Myrobalan Plum) to *Meloidogyne* spp. *Nematropica* 23(1).
- Esmenjaud D, Minot JC, Voisin R, Salesses G, Bonnet A 1995. Effect of Cutting Age on the Resistance of *Prunus cerasifera* (Myrobalan Plum) to *Meloidogyne arenaria*. *J. Nematology*, 27(4S): 634-638.
- Esmenjaud D, Minot JC, Voisin R 1996. Effects of durable inoculum pressure and high temperature on root galling, nematode numbers and survival of Myrobalan plum genotypes (*Prunus cerasifera* Ehr.) highly resistant to *Meloidogyne* spp. *Fundamental and Applied Nematology*. 19 (1): 85-90.
- Faasuliotis G 1985. "The Role of Nematologist in Development of Resistant Cultivars". In: J. N. Sasser & C.C. Carter (eds). *An Advanced Treatise on Meloidogyne: Biology and Control*. 1: 237
- Fernandez C, Pinochet J, Felipe A 1993. Influence of Temperature on the Expression of Resistance in Six *Prunus* Rootstocks Infected with *Meloidogyne incognita*. *Nematropica*, 23(2).
- Fernandez C, Pinochet J, Esmenjaud D, Salesses G, Felipe A 1994. Resistance among new *Prunus* rootstocks and selections to root-knot nematodes in Spain and France. *HortScience*. 29: 1064-1067.
- Hartman KM, Sasser JN 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal-pattern morphology. *Treatise on Meloidogyne*, Vol. 2. Methodology. Raleigh: North Carolina State University Graphics, 69-77.
- Hooper DJ 1986. Extraction of free living stages from soil. In: Southey, J.F. (ed). *Laboratory Methods for Work with Plant Soil Nematodes*. Her Majesty's Stationary Office, London: 5-30.
- Karssen G, Moens M 2006. Root-knot nematodes. In: Perry, R.N. and Moens, M. (Eds). *Plant nematology*. Wallingford, UK, CABI Publishing, pp. 59-90.
- Lamberti F 1979. Economic importance of *Meloidogyne* spp. in subtropical and mediterranean climates. In: *Root-knot nematodes (Meloidogyne species): Systematics, biology and control* (Eds: F. Lamberti, C.E. Taylor). Academic Press, London, pp. 342-357.
- Netscher C, Sıkora RA 1990. Nematode Parasites on Vegetables. In: *Plant Parasitic Nematodes in*

- Subtropical and Tropical Agriculture. Eds: Luc, M, R. A. Sikora and J. Bridge. C. A. B. International: 231-283.
- Palomares Rius JE, Vovlas N, Troccoli A, Liebanas G, Landa BB, Castillo P 2007. A new root knot nematode parasitizing sea rocket from Spanish Mediterranean Coastal Dunes: *Meloidogyne dunensis* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae). *Journal of Nematology*, 39 (2): 190-202.
- Pehlivan E 1994. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Nematoloji Teksir No:35 Bornova- İzmir, 77s.
- Pinochet J, Agles M, Dalmau E, Fernandez C, Felipe A 1996. Prunus Rootstock Evaluation to Root-knot and Lesion Nematodes in Spain. *Journal of Nematology*, 28 (4S): 616- 623.
- Pinochet J, Calvet C, Hernandez-Dorrego A, Bonet A, Felipe A, Moreno M, 1999 Resistance of peach and plum rootstocks from Spain, France and Italy to root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *HortScience*, 34: 1259 - 1262.
- Siddiqi MR 2000. Tylenchida parasites of plants and insects. Cabi Publishing, UK, 833 pp.
- Söğüt MA, Elekçioğlu İH 2000. Akdeniz Bölgesi'nde Sebze Alanlarında Bulunan *Meloidogyne* Goeldi, 1892 (Nemata:Heteroderidae) Türlerinin Irklarının Belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Derg*, 24 (1):33-40.
- Taylor AL 1987. Identification and estimation of root-knot nematode species in mixed populations. Bulletin 12. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Gainesville, Florida. 73 pp.
- Trudgill DL, Blok VC 2001. Apomictic polyphagous root knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 39, 53-77.

Farklı Üzüm Çeşitlerinde Salkım Güvesi *Lobesia botrana* (Denis Et Schiffermüller)'nin Zarar Durumunun Belirlenmesi

Mahmut Murat ASLAN¹ Gülser CANDAN²

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş

✉ : aslan@ksu.edu.tr

ÖZET

Türkiye bağ alanlarında salkım güvesi *Lobesia botrana* (Denis et Schiffermüller)'nin direk ve indirek olarak önemli zararlara sebep olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada salkım güvesi *L. botrana*'nın 21 farklı bağ çeşidi içerisinde çevreye en iyi adaptasyon gösteren 6 üzüm çeşidinde zarar düzeyini ve popülasyon yoğunluğunu belirlemek için yürütülmüştür.

Gaziantep ilinin Körkün kasabasında kurulu bulunan bağ alanında bölge şartlarına uygun, farklı fenolojik gelişmeye sahip ve çevreye en iyi adaptasyon gösteren Trakya İlkeren, Hönüsü, Ata Sarısı, Barış, Yalova İncisi ve Italia çeşitleri çalışılmıştır. Farklı üzüm çeşitlerinin haftalık arazi çıkışlarında her çeşitten 10 omcadan 20 salkım kontrol edilerek toplam vuruş sayıları tespit edilmiştir. *L. botrana* erginlerinin bölgelerde ilk olarak mayıs ayının başlarından itibaren çıkış yaptıkları ve ağustos başına kadar popülasyonlarını sürdürdükleri, mayıs, haziran ve temmuz olmak üzere 3 tepe noktası oluşturduğu gözlemlenmiştir. *L. botrana* 1. dölde en fazla Barış üzüm çeşidini, 2. dölde Yalova İncisi-Trakya İlkeren ve 3. dölde ise Hönüsü-Italia üzüm çeşitleri üzerinde zarar oluşturduğu tespit edilmiştir. *L. botrana*'nın en fazla Italia en az Ata Sarısı üzüm çeşidinde zarar verdiği saptanmıştır.

DOI:10.18016/ksudobil.349828

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 07.11.2017

Kabul tarihi : 19.01.2018

Anahtar Kelimeler

Lobesia botrana,
üzüm çeşitleri,
vuruş sayısı,
popülasyon

Araştırma Makalesi

Determining the Damage Level of the European Grapevine Moth *Lobesia botrana* (Denis Et Schiffermüller) in Different Grape Varieties

ABSTRACT

Lobesia botrana (Denis et Schiffermüller) is known causing important damage directly or indirectly in the vineyards of Turkey. This study was conducted to determine the population density and damage level of *L. botrana* on 6 grape varieties selected from 21 different best environment adapted vineyard types.

Studied grape varieties including Trakya İlkeren, Hönüsü, Ata Sarısı, Barış, Yalova İncisi and Italia are suitable for the region conditions, have different phenological development and best adaptation to the environment. During this period of time, adults pests were counted weekly, and damage bump numbers were determined by checking 20 grape clusters of 10 omcans of each variety at every weekly field trip. It has been observed that *L. botrana* adults were detected first in May and continue to increase their populations through the beginning of August. The adults formed three peaks including in May, June and July. *L. botrana* was found to cause the highest damage to Barış grapes in the 1st generation, to the Yalova İncisi-Trakya İlkeren in the 2nd and the Hönüsü-Italia grape varieties in the 3rd. generation. *L. botrana* was found to be the most abundant in Italia, at least in Ata Sarısı grape varieties.

Article History

Received : 19.10.2017

Accepted : 15.01.2018

Keywords

Lobesia botrana,
grapes varieties,
infestation,
populations

Research Article

To Cite : Aslan MM, Candan D 2018. Farklı Üzüm Çeşitlerinde Salkım Güvesi *Lobesia botrana* (Denis Et Schiffermüller)'nin Zarar Durumunun Belirlenmesi KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(4):482-488, DOI:10.18016/ksudobil.349828

GİRİŞ

Türkiye, iklim koşulları bakımından bağcılık için dünyanın en uygun bölgelerine sahip ülkelerden biri olup, önemli gen merkezleri arasında yer almaktadır. Türkiye bağ alanı varlığı bakımından 435.226 ha bağ alanına sahiptir (TÜİK, 2016). Dünyada sofralık üzüm üretimi bakımından 1.920.000 ton ile önde gelen 5 ülke arasından Çin ve Hindistan'ın ardından 3. sırada yer alırken, kuru üzüm üretimi bakımından 320.000 ton ile 1. sırada yer almaktadır (Tepge, 2015).

Bağ alanlarında zararlılar yönünden önemli sorunlar olduğu bilinmektedir. Bölgede bağ yetiştiriciliğinde önemli sorunlardan biri bitki koruma sorunları olup, Bağ salkım güvesi *Lobesia botrana* (Denis et Schiffermüller), Bağ üvezi *Arboridia adanae* (Dlab.) ve Floksera *Viteus vitifolii* (Fitch.) önemli bağ zararlıları arasında yer almaktadır (Erkılıç ve ark., 1995). Bu zararlılardan özellikle Bağ salkım güvesi, *L. botrana*'ya karşı bilinçsiz bir şekilde yapılan kimyasal mücadelede en yoğun bağ yetiştiriciliği yapılan Kahramanmaraş-Bertiz yöresinde ilaç uygulama sayısı 7-9'u bulmaktadır (Aslan, 2015). Avrupa bağlarında olduğu gibi ülkemiz bağlarında da en önemli zararlı olan ve mücadelesi yapılan *L. botrana* çiçek, koruk ve tatlanma döneminde danelerde zarar yaparak direk ve indirek olarak da hastalık gelişimi için uygun ortam oluşturması nedeni ile önemli zararlara sebep olur (Fermaund ve Le Menn, 1992; Altındişli ve ark., 2002; Kovancı ve ark., 2005; Akyol ve Aslan, 2010; Öztürk ve Acıöz, 2010; Mamay ve Çakır, 2014). *L. botrana* larvası; bağda tomurcuk, çiçek, koruk ve olgun üzüm tanelerinde vuruks oluşturarak zarar yapmaktadır. Tomurcuk ve çiçek döneminde dökülmeye, koruk ve olgunlaşma döneminde ise, çürümeye ve ürün kalitesini bozarak pazar değerinin düşmesine neden olmaktadır (Anonim 1992, Erkan ve ark. 1999, Anonim 2008).

Salkım güvesi erginleri erken ilkbaharla birlikte bağ alanlarında görülmeye başlar ve bir yılda 3 ya da 4 döl verir. Son yıllarda kimyasal mücadele, insan sağlığı ve çevreye olan olumsuz etkileri nedeniyle en alt düzeye indirilmeye çalışılmakta ve pek çok ülkede kalıntı toleransları giderek daha da düşürülmektedir. Yoğun olarak yapılan kimyasal mücadele doğru zamanda yapılmadığından ilaçlamadan istenen etkinlik sağlanamamakta ayrıca zararlılar bu insektisitlere karşı dayanıklılık kazanmakta ve doğal denge bozulmaktadır.

Bu nedenle bölge şartlarına uygun ve farklı fenolojik gelişmeye sahip üzüm çeşitlerinin belirlenmesi, salkım güvesinin bu üzüm çeşitlerinin hangilerinde daha fazla zarar yaptığını tespit etmeye ve buna göre bağ tesisinde ve mücadele yöntemlerinde nasıl bir yol izleneceği konusunda veriler elde edilmeye çalışılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Gaziantep ilinin Körkün kasabasında kurulu 20 dönüm bağ alanında bulunan 21 çeşit içerisinde çevreye en iyi adaptasyon gösteren Trakya İlkeren, Hönüsü, Ata Sarısı, Barış, Yalova İncisi ve Italia çeşitleri olmak üzere 6 çeşit seçilmiştir. Bu üzüm çeşitleri sofralık üzüm çeşitleri olup taze tüketilmek üzere yetiştirilmektedir. Bu çeşitlerin hem kalitesi yüksek, hem de görünüşleri çekicidir ve aynı zamanda uzun süreli nakil ve muhafazaya uygun özellik taşımaları nedeni ile seçilmiştir.

Çalışmanın yürütüldüğü bağ alanında çeşitler 1'er dönümlük alanlara ayrılmıştır. Pherocon tipi tuzaklar 31.03.2012 tarihinde 20 dönümü temsil edecek şekilde rastgele asılarak ergin çıkış tarihleri haftalık olarak takip edilmiştir. Tuzakların asılmasıyla birlikte ilk *L. botrana* erginlerinin yakalanması ile Nisan ayının ilk haftasından başlayarak periyodik olarak haftalık arazi çıkışları yapılarak ergin çıkışları hem de çeşitler arasındaki fenolojik gelişmeler takip edilerek çiçeklenme, koruklanma, ben düşme ve olgunlaşma dönemlerinde salkım sıklığı ve dane sayısı, büyüklüğü ve dolgunluğu kontrol edilmiştir. Çiçeklenme dönemi ile birlikte koruklanma, ben düşme ve olgunlaşma dönemlerinde her çeşitten 10 omcadan 20 salkım kontrol edilerek *L. botrana* tarafından oluşturulan vuruks sayıları tespit edilmiş ve zarar oranı ve popülasyon takibi yapılmıştır. Çeşitler arasında yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (sig.=0.952, P>0.05). Ayrıca bu bağ alanına 5 insektisit, 6 fungusit ve bakterisit uygulanmıştır. İklim verileri ise T.C Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğünden sağlanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada Italia, Yalova İncisi, Barış, Hönüsü, T. İlkeren ve Ata Sarısı çeşitlerindeki *L. botrana*'nın 1. 2. ve 3. döl vuruks sayıları Şekil 1-2'de, *L. botrana*'nın pherocon tipi tuzaklarda yakalanan toplam ergin sayıları Şekil 3'de, denemenin yürütüldüğü bölgedeki sıcaklık ve orantılı nem verileri Şekil 4-5'de ve bu üzüm çeşitlerinin fenolojik devreleri, olgunlaşma ve üzüm çeşit özellikleri Çizelge 1 de verilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü zaman süresince Trakya İlkeren, Hönüsü, Ata Sarısı, Barış, Yalova İncisi ve Italia üzüm çeşitlerinin çiçeklenme başlangıcı, tam çiçeklenme ve çiçeklenme sonu bakımından takip edilmiş, çiçeklenme başlangıç tarihleri bakımından çeşitler arasında 6 gün, tam çiçeklenme tarihleri bakımından 6 gün, çiçeklenme sonu bakımından 9 gün ve ben düşme tarihleri bakımından ise 20 gün fark olduğu gözlemlenmiştir ve ayrıca yaprak seyreltme işlemi yapılmamıştır. Çeşitler arasında en erken ben düşme Trakya İlkeren çeşidinde görülürken, en geç ben düşme Hönüsü çeşidinde gözlemlenmiştir.

Olgunlaşma tarihleri bakımından, araştırmada kullanılan 6 üzüm çeşidi incelendiğinde çeşitler arasında diğer fenolojik aşamaların aksine oldukça fazla olduğu görülmüştür. En erken olgunlaşan

Trakya İlkeren (10.07) çeşidiyle en geç olgunlaşan Hönüsü (26.09) çeşidi arasında 2 ay 17 günlük bir zaman farkı olduğu görülmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. Denemede kullanılan üzüm çeşitlerinin fenolojik devreleri, olgunlaşma ve üzüm çeşit özellikleri

ÇEŞİTLER	Ç. B.	K.	B. D.	O. T.	Ü. Ç. Ö.	
T. İlkeren	25.05	29.05	25.06	10.07	Mavi-siyah	Dolgun-çok erken
Y. İncisi	25.05	01.06	01.07	13.07	Yeşil-sarı	Seyrek-orta geç
Barış	24.05	30.05	07.07	21.07	Sarımsı yeşil	Dolgun-orta geç
Italia	29.05	05.06	03.08	21.08	Sarı	Dolgun-erken
Ata Sarısı	29.05	03.06	04.08	11.09	Sarı	Dolgun-orta
Hönüsü	29.05	07.06	15.08	26.09	Kırmızı-mor	Seyrek-geç

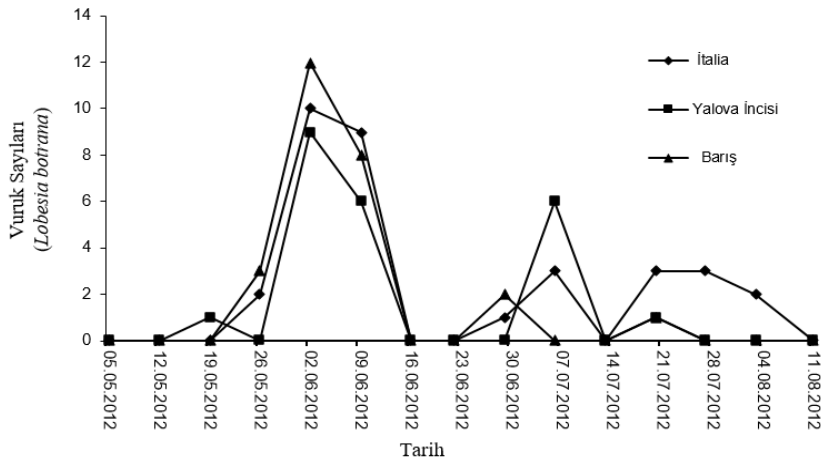
*Ç.B. : Çiçeklenme Başlangıcı, K. : Koruklanma, B.D. : Ben düşme, O.T. : Olgunlaşma Tarihi, Ü.Ç.Ö. : Üzüm Çeşit Özellikleri

Şekil 1'den görüleceği üzere 1. döl vuruğu sayıları 02.06.2012 tarihinde en fazla olmuştur. Bu tarihte Yalova İncisi ve Barış koruklanma döneminde Italia ise hala çiçeklenme döneminindedir. Bu tarihten itibaren vuruğu sayılarında azalma eğilimi görülmüş ve 07.07.2012 tarihinde Italia ve Yalova İncisi çeşitlerinde *L. botrana*'nın 2. döl vuruğu sayıları en fazla iken Barış çeşidinde vuruğu sayısı en az sayıdadır. Yalova İncisi ve Barış ben düşme döneminde iken Italia çeşidi koruklanma döneminindedir. 21.07.2012 tarihinde Italia ve Barış çeşitleri 3. döl vuruğu sayıları en fazla olurken Yalova İncisi en az sayıdadır. Bu tarihte Yalova İncisi ve Barış olgunlaşma dönemindeyken Italia ise koruklanma döneminindedir.

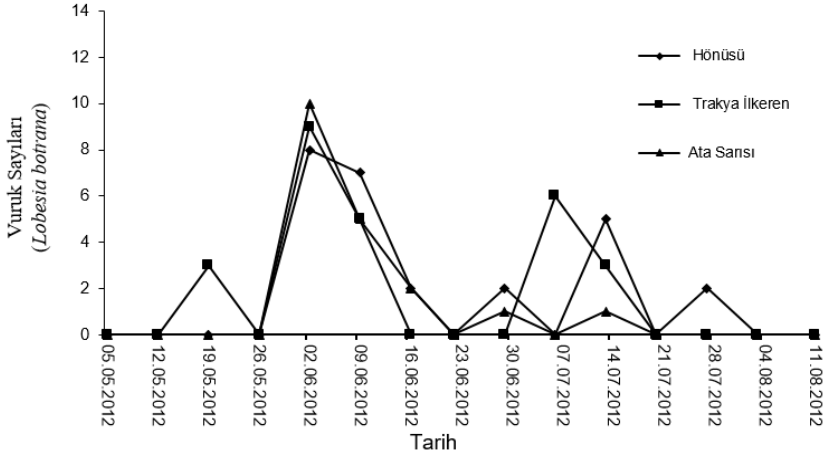
Hönüsü, T. İlkeren ve Ata Sarısı çeşitlerinde 19.05.2012 tarihinde ilk kez görülen 1. döl vuruğu sayıları Çizelge 1'de 02.06.2012 tarihinde maksimum değerlere ulaşmış ve bu tarihten itibaren vuruğu

sayısında azalma eğilimi görülmüştür (Şekil 2). 1. döl vuruğu sayılarının en fazla olduğu dönemde Hönüsü, T. İlkeren ve Ata Sarısı çiçeklenme dönemlerini tamamlamış ve sadece T. İlkeren koruklanma dönemine girmiştir (Çizelge 1).

07.07.2012 tarihinde vuruğu sayıları T. İlkeren çeşidinde 2. döl vuruğu sayısı en fazla değere ulaşırken 14.07.2012 tarihinde Hönüsü ve Ata Sarısı çeşitlerindeki vuruğu sayıları en fazla iken Hönüsü çeşidindeki vuruğu zararı devam etmiştir. Bu tarihte T. İlkeren ben düşme dönemindeyken Ata Sarısı ve Hönüsü koruklanma döneminindedir (Çizelge 1). 28.07.2012 tarihinde 3. döl vuruğu sayıları Hönüsü çeşidinde fazla iken T. İlkeren ve Ata Sarısı'nda ise hiç görülmemiştir. Bu tarihte T. İlkeren hasat edilmiş olup Ata Sarısı ve Hönüsü ben düşme döneminindedir (Çizelge 1).



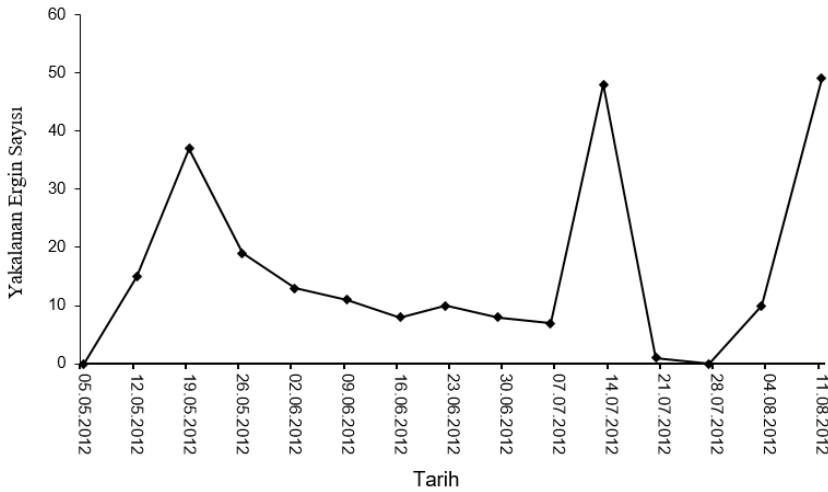
Şekil 1. *L. botrana*'nın Farklı Üzüm Çeşitlerindeki Toplam Vuruğu Sayıları



Şekil. 2. *L. botrana*'nın Farklı Üzüm Çeşitlerindeki Toplam Vuruk Sayıları

31.03.2012 tarihinde çeşit denemesi alanına asılan Pherocon tipi tuzaklarda ilk ergin çıkışı Şekil 3'de görüldüğü gibi 05.05.2012 tarihinde saptanmıştır. Toplam ergin çıkışları ilk olarak 19.05.2012 maksimum değere ulaşmış ve bu tarihten sonra azalma eğilimi göstermiş ve 14.07.2012 tarihinde ise 2.

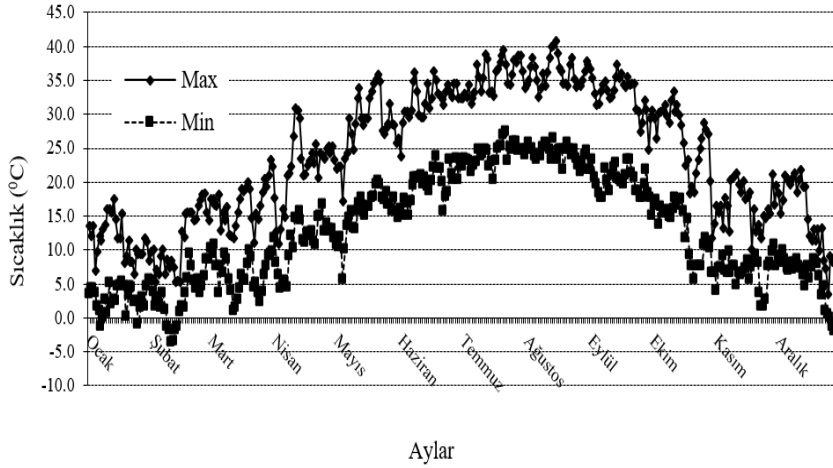
döl ergin çıkışları maksimum değere ulaşmıştır (Şekil 3). Bu tarihte bütün çeşitler çiçeklenme ve koruklanma dönemlerini tamamlamıştır (Çizelge 1). 21.07.2012 ile 28.07.2012 tarihlerinde ergin çıkışları azalmıştır. 11.08.2012 tarihinde 3. döl ergin çıkışları görülmüştür (Şekil 3).



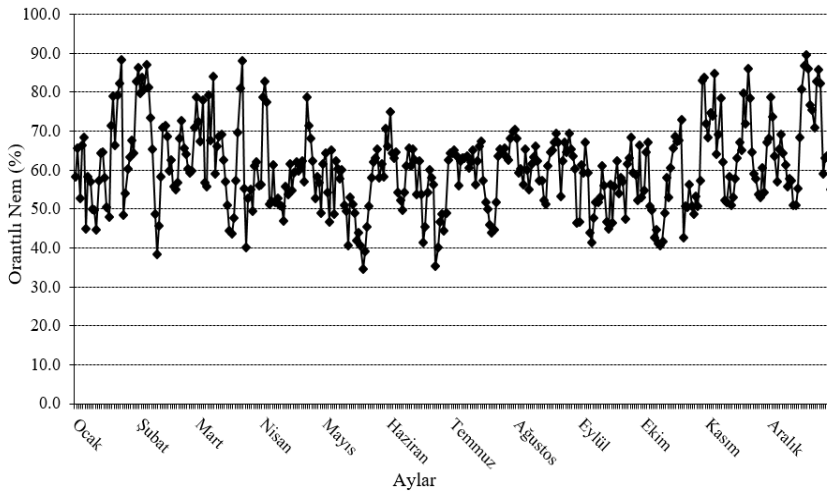
Şekil.3. Pherocon Tipi Tuzaklarda Yakalanan Toplam Ergin Sayısı (*L.botrana*)

2012 yılında *L. botrana* erginleri, Mayıs, Haziran ve Ağustos aylarında yoğun bir şekilde tuzaklarda yakalanmıştır. *L. botrana* erginlerinin yoğun olarak yakalandığı bu aylarda sıcaklıklar 30-35°C seviyelerinde olmuş ve *L. botrana*'nın 1. 2. ve 3. döl sürelerini etkilemiştir (Şekil 4).

2012 yılında *L. botrana* erginlerinin yoğun olarak yakalandığı Mayıs ve Haziran aylarında orantılı nemin ortalama % 60-65 seviyelerinde olduğu ve bu nem oranının *L. botrana*'nın 1. 2.ve 3. döl gelişimi için uygun bir ortam olduğu görülmüştür (Şekil 5).



Şekil 4. Gaziantep/Körkün Kasabası 2012 Yılı Sıcaklık Verileri (Max-Min)



Şekil 5. Gaziantep/Körkün kasabası 2012 yılı orantılı nem verileri

SONUÇ

Yapılan bu çalışma sonucunda, bağ alanlarına asılan tuzaklarda yakalanan ergin *L. botrana*'nın popülasyon değişimi grafiği (Şekil 3) ile vuruk sayısı grafiği (Şekil 1, 2) birlikte değerlendirildiğinde *L. botrana* erginlerinin bölgelerde ilk olarak mayıs ayının başlarından itibaren çıkış yaptıkları ve ağustos başına kadar popülasyonlarını sürdürdükleri, mayıs, haziran ve temmuz olmak üzere 3 tepe noktası oluşturduğu gözlemlenmiştir. 1. Tepe noktası çiçeklenme döneminde, 2. Tepe noktası koruklanma ve ben düşme döneminde, 3. Tepe noktası ise erkenci çeşitlerde hasat sonrası, geçici çeşitlerde ise olgun üzüm devresinde meydana gelmiştir. Altay (1981)'a göre 1. döl kelebek larvaları bu devrede bir ipliğimsi ağ içerisine almış olduğu bir kaç çiçeği tahrip ettiğinden zararı genellikle çiçek döneminde az olmaktadır. Belirgin olarak en çok zararı 3. dölün larvalarının yaptığını belirtmektedir. İyriboz (1938) ise dişi kelebeklerin turfanda ve erken çiçek açan çeşitleri tercih ettiğini bildirmektedir. Ayrıca zararının 2. dölünün korukta ve 3. dölünün ise olgun üzüm döneminde zarar oluşturduğu bilinmektedir ve Türkiye'de 3 döl ancak iklime bağlı

olarak 4 dölde verdiği bildirilmiştir (Özbek ve ark. 1995, Anonim 2008). Daha önce yapılan çalışmalarda Menemen (İzmir)'de *L. botrana*'nın ilk çıkışı mart ayının sonlarında olduğu ve vejetasyonu boyunca 4 tepe noktası görüldüğünü bildirmişlerdir (Altındişli ve ark. 2002, Kovancı ve ark. 2005). Şanlıurfa'da yapılan başka bir çalışmada ise *L. botrana*'nın nisan sonunda uçuşa geçtiğini yıllara göre 3 veya 4 tepe noktası oluşturduğu ekim ayının başlarından itibaren doğada 5 aydan daha fazla bir süre aktif kaldığını belirtmişlerdir (Mamay ve Çakır 2014). Moreau ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada farklı üzüm çeşitlerinin *L. botrana*'nın larva gelişimini etkilediğini bunun yanı sıra pupa büyüklüğünü, ergin çıkış oranı ve cinsiyet oranına etki etmediğini fakat farklı çeşitlerle beslenen dişilerin bıraktıkları yumurtaların büyüklüğüne etki ettiğini belirlemişlerdir. Üzüm çeşitlerinin *L. botrana* ergin dağılımı üzerine etkisini inceledikleri çalışmada kullandıkları dört üzüm çeşidinde zararlının erkek sayılarına önemli bir etkisi olduğunu ve dişilerin konukçu seçiminde çeşitli etkilerinin olduğunu, ayrıca bağ içindeki çeşit karışımının zararlıların dağılım düzenini

etkileyebileceğini tespit etmişlerdir (Sharon ve ark., 2009). Birgücü ve ark. (2015)'nin yaptıkları çalışmada ise Yalova İncisi, Alevsiz, Sultana ve Kırmızı Çekirdeksiz çeşitlerinde *L. botrana*'nın doğal popülasyonu takip edilerek zararlının en çok Yalova İncisi'ni en az ise Alevsiz üzüm çeşidini tercih ettiğini belirlemiştir.

Bu çalışma sonucunda *L. botrana* 1. döl de en fazla Barış üzüm çeşidini tercih ederken, 2. dölde Yalova İncisi-Trakya İlkeren ve 3. dölde ise Hönüsü-Italia üzüm çeşitleri üzerinde zarar oluşturduğu tespit edilmiştir. Barış, Yalova İncisi ve Trakya İlkeren üzüm çeşitlerinin daneleri orta-iri büyüklükte salkımlar iri ve dolgun olurken Hönüsü üzüm çeşidinde daneleri iri salkımları ise iri ve seyrek. Italia üzüm çeşidinin daneleri iri salkımları iri ve dolgun ve ayrıca erkenci dönem olması *L. botrana*'nın daha fazla zarar vermesine, Ata Sarısı üzüm çeşidinde ise danelerin çok iri salkımlarının seyrek ve geç dönem olmasından *L. botrana*'nın daha az zarar verdiği saptanmıştır. Bu bölgede bağ tesislerinin kurulmasında *L. botrana*'nın en az zarar verdiği çeşitlerin kullanılmasında erkenci çeşitler arasında çok fark bulunmazken, ortanca çeşitler arasında Ata Sarısı çeşidine ve geç dönem çeşitlerinde Yalova İncisi'ne daha az zarar verdiği belirlenmiştir.

Bağ alanlarının tesisinde farklı üzüm çeşitleri yetiştirilecekse, bu üzüm çeşitlerinin fenolojik dönemleri, salkım sıklıkları, danenin büyüklükleri ve dolgunlukları göz önüne alınarak uygun çeşitlerin yetiştirilmesi *L. botrana* ile mücadelede etkili olacaktır. Kurulu bağ alanlarında entegre mücadele uygulamalarında *L. botrana* zararının ekonomik zarar eşliğinin altında tutmak için cinsel çekici feromon tuzaklarla ilk ergin çıkışları tespit edilerek uygun zaman ve insektisitlerle ilaçlama yapılması mücadelede başarıyı arttıracığı belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akyol B, Aslan MM 2010. Investigations on Efficiency of Mating Disruption Technique Against The European Grapevine Moth (*Lobesia botrana* Den. Et.Schiff.) (Lepidoptera; Tortricidae) In Vineyard, Turkey. Journal of Animal and Veterinary Advances, 9(4): 730-735.
- Altay M 1981. Salkım Güvesi (*Lobesia botrana* Den. Et.Schiff.) (Lep.: Tortricidae)'ne Karşı Tarımsal Savaşta Erken Uyarı İstasyonlarının Çalışma Düzeni. Türkiye 1. Bağcılık Sempozyumu, 14-19 Eylül, Tekirdağ.
- Altındişli FÖ, Koçlu T, Hepdurgun B, Charmillot PJ 2002. Early Studies on the Effectiveness of Mating Disruption Technique against *Lobesia botrana* Den. Et Schiff. The Seedless Sultana Vineyards of the Aegean Region in Turkey. Proceeding of IOBC Meeting on Pheromones and Other Semiochemicals in Integrated Production, 22- 27 September Erice, Italy.
- Anonim 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatı (Meyve ve Bağ Zararlıları, Cilt:4), T.C. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Gn. Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Bşk. (TAGEM), Ankara, 388 s.
- Anonim 1992. Grape Pest Management (Second edition). University Of California Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California, 400 s.
- Aslan MM 2015. Kahramanmaraş İli Bağ Alanlarında Biyoteknik Mücadele Uygulamaları. Türkiye Doğal Beslenme ve Yaşam Boyu Sağlık Zirvesi, 20-23 Mayıs, Bilecik, Türkiye.
- Birgücü AK, Turanlı F, Gümüş E, Güzel B, Karsavuran Y 2015. The Effect of Grape Cultivars on Oviposition Preference and Larval Survival of *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae). Fresenius Environmental Bulletin, 24(1): 33-38.
- Erkan M, Ataç Ö, Altındişli Ö, Göven MA, Erkilç L, Tokgönül S, Kaplan C, Uçkan A 1999. Bağ Entegre Mücadele Teknik Talimatları. T.C. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı Tarımsal Araşt. Gn. Md. Bitki Sağlığı Araştı. Daire Bşk., Ankara, 96 s.
- Erkilç L, Mart C, Yiğit A 1995. Güney Anadolu Bölgesi Bağ Alanlarında Entomolojik Sorunlar ve Çözüm Önerileri. GAP Bölgesi Bitki Koruma Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu, 27-29 Nisan, Şanlıurfa.
- Fermaund M, Le Menn R 1992. Transmissions of *Botriyitis cinerea* to Grapes by Grape Berry Moth Larvae. Phytopathology, 82: 1393-1398.
- İyriboz N 1938. Bağ Hastalıkları. T. C. Ziraat Vekaleti Neşriyatı Umumi Sayısı: 323 Ziraat Hastalıkları. Sayı: 2, 245 s.
- Kovancı B, Türkmen C, Kumral NA 2005. İznik (Bursa) İlçesindeki Bağlarda Zararlı Salkım güvesi, *Lobesia botrana* (Den.-Schiff.) (Lep.:Tortricidae)'nın Ergin Popülasyon Dalgalanması Üzerinde Araştırmalar. 6. Türkiye Bağcılık Sempozyumu, 19-23 Eylül Tekirdağ.
- Mamay M, Çakır A 2014. Şanlıurfa Merkez İlçe Bağlarında Salkım güvesi *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae)'nın Ergin Popülasyon Değişimi ve Bulaşma Oranının Belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni. 54(2):103-104.
- Moreau J, Benrey B, Thierry D 2006. Grape Variety Affects Larval Performance and Also Female Reproductive Performance of the European Grapevine Moth *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). Bulletin of Entomological Research, 96: 205-212.
- Özbek H, Güçlü Ş, Hayat R, Yıldırım E 1995. Meyve, Bağ ve Bazı Süs Bitkileri Zararlıları. Atatürk Ün. Ziraat Fak. Yayınları, Erzurum, 357s.
- Öztürk N, Acıöz S 2010. Tarsus (Mersin) Bağlarında Zararlı Salkım Güvesi *Lobesia botrana* (Den. &

- Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae)'nin Ergin Popülasyon Değişimi. Bitki Koruma Bülteni, 50(3): 111-120.
- Shoran R, Zahav T, Soroker V 2009. The Effect of Grape Vine Cultivars on *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) Population Levels. J. Pest Sci., 82: 187–193
- TEBGE 2015. Tarımsal Ekonomi ve Politikalar Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü (TEBGE). Ankara. (<http://arastirma.tarim.gov.tr>) (Erişim Tarihi: 23.10.2017)
- TÜİK 2016. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Bitkisel Üretim İstatistikleri. Ankara. (<http://tuik.gov.tr>) (Erişim Tarihi: 24.10.2017).

Mersin İli Mısır Üretim Alanlarında İstilacı Bir Zararlı: *Chilo partellus* (Swinhoe, 1885) (Lepidoptera: Crambidae)

Sevcan ÖZTEMİZ¹ , Vahdettin AKMEŞE² 

¹ Düzce Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 81620, Konuralp- Düzce, ²Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 01321, Yüreğir, Adana,

✉ : sevcanoztemiz@gmail.com

ÖZET

İstilacı tür, *Chilo partellus* (Swinhoe, 1885) (Lepidoptera: Crambidae)'un Tarsus/Mersin ili mısır üretim alanlarında varlığı bu çalışma ile 2016 yılında tespit edilmiştir. Bu tür 2014 yılında Türkiye'de ilk kez görülmesine rağmen, bugüne kadar Mersin ilinde tespit edilmemiştir. Zararlı Asya'nın yerli türü olup, Afrika'da yayılış göstermiştir. *C. partellus* çabuk kolonize olduğu ve zarar yaptığı her yerde, geniş coğrafi alanlara hızla yayılmıştır. Sıcaklık, nem ve konukçu bitkilerin bolluğu gibi uygun koşullarda oldukça zararlı olan istilacı tür, Türkiye'de mısırın ana zararlıları olan yerli türler, Mısır Koçankurdu, *Sesamia nonagrioides* Lefebvre (Lepidoptera: Noctuidae) ve Mısırkurdu, *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Crambidae) ile rekabet ederek bunların yerini alabilecek kapasitededir. Bu nedenle, zararlının daha fazla yayılması önlenmeli ve mücadele önlemleri mümkün olduğunca çabuk alınmalıdır.

DOI:10.18016/ksudobil.343299

Makale Tarihi

Received : 17.01.2017

Accepted : 12.04.2017

Anahtar Kelimeler

Chilo partellus,
istilacı tür,
mısır,
Mersin

Araştırma Makalesi

An Invasive Pest in Maize of Mersin: *Chilo partellus* (Swinhoe, 1885) (Lepidoptera: Crambidae)

ABSTRACT

The presence of the invasive species, *Chilo partellus* (Swinhoe, 1885) (Lepidoptera: Crambidae) in corn production areas of Tarsus/Mersin province was determined in 2016 with this study. To date, the pest was not detected in the province of Mersin, albeit it was seen for the first time in 2014 in Turkey. The spotted stemborer is native to Asia and now widespread in Africa. *Chilo partellus* has rapidly spread over a wide range of geographical areas where it has colonized and made infestations. This pest can be highly invasive in favorable conditions such as warm temperatures, relative humidity and an abundance of host plants, and is able to compete and replace with the main maize pests and other indigenous stemborer species such as the Mediterranean corn stalk borer, *Sesamia nonagrioides* Lefebvre (Lepidoptera: Noctuidae) and the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Crambidae), in Turkey. Therefore, control measures should be taken as soon as possible to prevent further spread of the pest.

Article History

Geliş : 17.01.2017

Kabul : 12.04.2017

Keywords

Chilo partellus,
invasive,
maize,
Mersin

Research Article

To Cite : Öztemiz S, Akmeşe V., 2018. Mersin İli Mısır Üretim Alanlarında İstilacı Bir Zararlı: *Chilo partellus* (Swinhoe, 1885) (Lepidoptera: Crambidae). KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(1):489-491, DOI:10.18016/ksudobil.343299.

GİRİŞ

Türkiye'de üretim miktarı bakımından buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer alan mısır, insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir ürün olmasının yanı sıra, endüstride geniş kullanım payına sahiptir. Ülkemizde tane ve silajlık mısır ekim alanı 1.111.293,2 hektar olup, 6.400.000 ton tanelik ve 19.684.599 ton silajlık mısır üretilmektedir (Anonim, 2015). Türkiye mısır üretiminin yaklaşık %4'ü Mersin ilinde

üretilmektedir (Anonim, 2015). Ülkemiz mısır üretim alanlarında verim kaybına neden olan ana zararlılar Mısır Koçankurdu, *Sesamia nonagrioides* Lef. (Lepidoptera: Noctuidae) ve Mısırkurdu, *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lepidoptera: Pyralidae)'tir (Öztemiz ve ark., 2011). Her iki ana zararlı bitkinin kök bölgesi hariç tüm organlarında zarar yapmaktadır (Kamala ve ark., 2012). Özellikle ikinci ürün mısırlarda yüksek düzeyde popülasyon oluşturmakta ve mücadele

yapılmadığı takdirde üründe önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Tsitsipis, 1988; Sertkaya ve Kornoşor, 2000; Sertkaya ve ark., 2005). Mısır kurtları ile rekabet edebilecek boyutta yeni bir istilacı tür, *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Crambidae), Ülkemize ilk defa 2014 yılında giriş yaparak Adana ve Hatay illerinde birinci ürün mısır alanlarında kaydedilmiştir (Sertkaya ve ark., 2014). Bir başka çalışmada istilacı türün Adana ve Hatay illerine ilave olarak Osmaniye'de bulunduğu, ancak Mersin ilinde tespit edilmediği rapor edilmiştir (Bayram ve Tonga, 2016). Bu amaçla çalışma ele alınmış olup, zararlı türün ilk kez görüldüğü Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yayılış gösterip göstermediğini saptamak amacıyla daha önce tespit edilemeyen Mersin ilinde varlığının belirlenmesi hedeflenmiştir. Zararlının üreme potansiyelinin yüksek, yayılış alanının geniş olması ve bulunduğu bölgedeki mevcut zararlılar ile rekabete girmesi nedeniyle ülkemiz için ciddi bir tehdit oluşturduğu öngörülmektedir.

MATERYAL ve METOT

Çalışma 2016 yılında, Mersin ili ikinci ürün mısır üretim alanlarında yürütülmüştür. Periyodik olmayan arazi çıkışları ile haziran-eylül aylarında örneklemeler yapılmıştır. Mısır kurtları ile bulaşık bitkiler gözle kontrol yöntemi ile incelenmiş ve bulaşık bitki materyalinden toplanan zararlının ergin öncesi biyolojik dönemleri Düzce Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Entomoloji laboratuvarına getirilerek kültüre alınmıştır. Zararlı ile bulaşık bitki materyali ile birlikte alınan örnekler 25 ± 1 °C sıcaklık ve % 65 ± 10 orantılı neme ayarlanmış üretim odasında kültüre alınmıştır (Öztemiz ve Kornoşor, 2004; Öztemiz ve ark., 2011). Laboratuvarında plastik kavanozlara konularak kültüre alınan larva ve pupalardan Mısırkurdu ve Mısır Koçankurdu'ndan farklı olduğu şüphelenilen örnekler ayrı plastik kültür kaplarına alınmıştır. Larvalara günlük besin olarak taze mısır sap ve koçanları verilmiştir. Kültürde larva gelişmesini tamamlayarak pupa olanlar ayrı pupa kültür kaplarına aktarılmıştır. Yaklaşık bir hafta sonra pupalardan ergin elde edilmiştir. Erginler teşhise hazır hale getirilerek Atay (2006)'ya göre teşhis edilmiş ve örnekler daha önce toplanan ve koleksiyonda mevcut örnekler ile karşılaştırılarak doğruluğu teyit edilmiştir.

BULGULAR, TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmada *C. partellus* (Swinhoe)'un ikinci ürün mısırdaki yaprak, sap ve tepe püskülünde beslenen larvaları ilk kez 23.VIII.2016 tarihinde Tarsus/Mersin'de ($36^{\circ}55'3.58''$ N $34^{\circ}53'33.97''$ E, 23 m) kayıt edilmiştir. Arazi çıkışlarında mısırdaki ana zararlılardan *S. nonagrioides* Lef. ve *O. nubilalis* Hbn.'in de bitkilerde zararı ve ergin öncesi biyolojik dönemleri tespit edilmiş, fakat *C. partellus*'un daha

yoğun olduğu görülmüştür. Mısır bitkisinde *C. partellus*'un ilk dönem larvalarının merkezi yapraklarda ve özellikle orta damarda beslenme zararı, gövde de oyuk, tepe püsküllerinden saplara girdiği ve aşağı doğru kurumaların olduğu belirlenmiştir. Mısır alanları için büyük risk teşkil eden yeni zararlı, *C. partellus* 1930'lu yıllardan önce Hindistan'da, 1932 yılında Malavi'de, 1952 yılında Tanzanya'da kaydedilmiştir (Overholt ve ark., 1994). Zararlının, Afrika'nın sıcak ve düşük rakımlı olan doğu ve güney bölgelerinde yayılış alanını genişleterek 1600 m yüksekliğe kadar olan bölgelerde popülasyon oluşturduğu rapor edilmiştir (Kfir, 1997). Güney Afrika'da *C. partellus* popülasyonunun özellikle tane sorgumda hızla artarak iki yıl içinde %90'a ulaştığı ve hâkim tür olan, *Busseola fusca* F. (Lepidoptera: Noctuidae)'nın yerini aldığı bildirilmiştir (Kfir, 1997). Türkiye'deki varlığı ise ilk kez 2014 yılında Doğu Akdeniz Bölgesi Adana, Hatay ve Osmaniye illerinde tespit edilmiştir (Sertkaya ve ark., 2014; Bayram ve Tonga, 2016). Bu çalışma ile zararlının Doğu Akdeniz Bölgesi yayılış alanına Mersin ili de ilave edilerek *C. partellus* ile bulaşık il sayısı dörde ulaşmıştır. Mısır ve sorgum ekiliş alanlarında önemli ürün kayıplarına neden olan *C. partellus* erginlerinin mısır bitkisinin 6-10 yapraklı dönemini yumurta bırakmak için tercih ettiği ve yumurtalarını genellikle yaprağın alt yüzüne paket halinde bıraktığı tespit edilmiştir. Bir dişinin ortalama 100-166 yumurta bıraktığı, yumurtaların 7-10 günde açıldığı, larva gelişmesini iklim koşullarına bağlı olarak 28-35 günde tamamlayarak sap içerisinde pupa olduğu ve pupa gelişmesini 8-10 günde tamamladığı rapor edilmiştir (Ofomata ve ark., 2000). Ayrıca, *C. partellus* sıcaklığın sıfırın altında olduğu yüksek yerlerde kışı diyapozda saplarda veya toprakta larva halinde geçirmektedir (Kfir, 1997). Görüldüğü gibi ülkemizin özellikle güney bölgesi, zararlının gelişmesi için uygun iklim koşulları ve konukçu bitkilere sahip olması bakımından önemli bir risk potansiyeline sahiptir. İklim değişikliğinin zararlılar üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada *C. partellus*'un yayılış alanının daha yüksek rakımlara, yüksek tropiklere, nemli geçiş bölgelerine ve zararlının henüz kaydının yapılmadığı mısır yetiştiriciliği yapılan bölgelere doğru ilerleyeceği bildirilmiştir (Le Ru ve Khadioli, 2015). Ayrıca, *C. partellus*'un neden olduğu ürün kaybının %24-75 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Kumar ve Mihm, 1995; Kumar, 2002; Khan, 1983). Pakistan'da yapılan başka bir çalışmada ise zararlıdan kaynaklanan ürün kaybının %10-50 arasında olduğu (Farid ve ark., 2007) bildirilmiştir.

Ülkemizde son üç yıldır varlığı bilinen istilacı türün daha fazla yayılış alanı bulamaması için bir an önce zararlı ile ilgili temel araştırmaların yanı sıra uygun alternatif mücadele yöntemlerinin araştırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim 2015. Türkiye İstatistik Kurumu, Konularına göre istatistikler, Bitkisel Üretim istatistikleri, Ankara. <http://www.tuik.gov.tr>, (Erişim tarihi: 17.09.2016).
- Atay E 2006. The identity of *Parapoynx affinalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera, Crambidae, Nymphulinae)' in Turkey. Turkish Journal of Entomology, 3 : 76-81.
- Bayram A, Tonga A 2016. First Report of *Chilo partellus* in Turkey, A New Invasive Maize Pest for Europe. Journal of Applied Entomology, 140 : 236-240.
- Farid A, Khan MIN, Khan A, Khattak SUK, Alamzeb Sattar A 2007. Study on Maize stem borer, *Chilo partellus* (Swin.) in Peshawar Valley, Pakistan Journal of Zoology, 9(2): 127-131.
- Kamala V, Sharma CH, Raho MD, Varaprasad SK, Bramer JP, Chandra S 2012. Interactions of Spotted stem borer *Chilo partellus* With Wild Relatives of Sorghum. Plant Breeding, 131: 511-521.
- Khan BM 1983. Studies on the Biology and Control of Maize stem borer in Peshawar. Zoological Bulletin, 1: 51-56.
- Kumar H, Mihm JA 1995. Antibiosis and Tolerance to Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), Southwestern corn borer, *Diatraea grandiosella* Dyar and sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* Fabricius in Selected Maize Hybrids and Varieties. Maydica, 40:245-51.
- Kumar H 2002. Resistance in Maize to Larger grain borer, *Prospahanus truncates* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). Journal of Stored Products Research, 38: 267-280.
- Kfir R 1997. Competitive Displacement of *Busseola fusca* (Lepidoptera: Noctuidae) by *Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae). Annals of Entomological Society of America, 90: 619-624.
- Le Ru B, Khadioli N 2015. Adaptation to Pest Risks Under Future Climates in Africa, Maize pests-Spotted stemborer, *Chilo partellus* (Swinhoe). Technical Report, January 2015, 27-28p.
- Ofomata VC, Overholt WA, Lux SA, Van Huis A, Egwuatu RI 2000. Comparative Studies on the Fecundity, Egg Survival, Larval Feeding and Development of *Chilo partellus* (Swinhoe) and *Chilo orichalcociliellus* Strand (Lepidoptera: Crambidae) on Five grasses. Annals of Entomological Society of America, 93: 492-499.
- Overholt WA, Ogedah K, Lammers PM 1994. Distribution and Sampling of *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera:Pyralidae) in Maize and Sorghum at the Kenya Coast. Bulletin of Entomological Research, 84: 367-378.
- Öztemiz S, Kornoşor S 2004. *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera, Trichogrammatidae)'in *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera, Pyralidae) Yumurtalarında Farklı Sıcaklık ve Nem Koşullarında Biyolojisi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (3) : 73-82.
- Öztemiz S, Güllü M, Göven MA, Fidan H, Aksoy E, Bülbül ZF, Yılmaz E, Gözüaçık C, Akyol H, Caner ÖK, Duran H, Velioglu S, Erdoğan C 2011. Mısır Entegre Mücadele Teknik Talimatı. (Ed: Atlamaz A, Gökçe AY). T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı. Ankara.128 s.
- Sertkaya E, Kornoşor S 2000. Çukurova'da Mısır koçankurdu, *Sesamia nonagrioides* Lef. (Lepidoptera: Noctuidae)'in Doğal Düşmanları. Türkiye 4. Entomoloji Kongresi, 12-15 Eylül, Aydın, 339-348.
- Sertkaya E, Bayram A, Kornoşor S 2005. Balcalı (Adana)'da Mısır koçankurdu, *Sesamia nonagrioides* Lef. (Lep.:Noctuidae)'in Kışlayan Dölünün Larva ve Pupa Parazitöitleri ve *Ichneumon sarcitorius* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'un Doğal Parazitlenme Oranı. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10 (1-2): 31-36.
- Sertkaya E, Akmeşe V, Atay E 2014. Türkiye'de Mısırdaki Yeni Bir Zararlı, *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Crambidae). Türkiye Entomoloji Bülteni, 4 (3): 197-200.
- Tsitsipis JA 1988. The Corn stalk borer, *Sesamia nonagrioides*: Forecasting, Crop-Loss Assessment and Pest Management. Integrated Crop Protection in Cereals. Balkema, Rotherdam, Brookfield, 171-177.

Buğday Ekili Parsellerde NDVI Değerlerinin Konumsal ve Zamana Bağlı Değişiminin Belirlenmesi

Kemal Sulhi GÜNDOĞDU¹ 

¹Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa

✉: kemalg@uludag.edu.tr

ÖZET

Tarımsal üretimde, uzaktan algılama teknikleri kullanılarak bitki gelişiminin takibi yaygın olarak kullanılmaya başlanılmıştır. Uydu ve hava görüntüleri ile insansız hava araçlarından alınan görüntüler, bitkinin arazide gelişiminin konumsal takibinde kolaylıklar sağlamaktadır. Bitki yeşil aksamının yoğunluğunun ve türünün belirlenmesinde bitkilerden yansıyan kırmızı ve yakın kızılötesi bant görüntüleri kullanılarak bitki örtüsü indeksi olarak NDVI değeri hesaplanmaktadır.

Bu çalışmada, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftlik arazisinde 2015-2016 üretim döneminde Pehlivan çeşidi buğday ekili alanlarda NDVI değerlerinin zamana ve konuma göre değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada farklı tarihlerde çekilmiş Landsat 8 görüntüleri kullanılmıştır. Parsel bazında yapılan değerlendirme sonucunda parsel içerisinde bitki örtü indeksi değerlerinin homojen bir dağılım göstermediği görülmüştür.

DOI: 10.18016/ksudobil.364749

Makale Tarihi

Geliş : 11.12.2017

Kabul : 05.02.2018

Anahtar Kelimeler

NDVI,
Buğday,
Pehlivan

Araştırma Makalesi

Determination of Temporal and Spatial Changes of NDVI Values on Wheat Planted Plots

ABSTRACT

In agricultural production, generally the remote sensing techniques have begun to be used on follow-up of plant development in a widespread manner. Images taken from satellite, airplane and unmanned aerial vehicles provide facilities for the spatial follow-up of the plant's development in the field. For determination of the plant intensity and species, NDVI values is calculated as vegetation index by using images taken in the red and near infrared wavelength reflecting from the plants. In this study, it was aimed to determine the spatial and temporal change of NDVI values in Pehlivan wheat variety planted in farm of Agricultural Faculty, Uludağ University during 2015-2016 production period. Landsat 8 images taken at different dates were used in the study. As a result of the plot-based evaluation, the vegetation index values in the parcel did not show a homogeneous distribution.

Article History

Received: 11.12.2017

Accepted: 05.02.2018

Keywords

NDVI,
Wheat,
Pehlivan

Research Article

To Cite : Gündoğdu KS 2018. Buğday Ekili Parsellerde NDVI Değerlerinin Konumsal ve Zamana Bağlı Değişiminin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(4):492-499, DOI: 10.18016/ksudobil.364749.

GİRİŞ

Bitkiler, yapraklarında bulunan klorofil maddesini ve gün ışığını inorganik maddeden organik madde üretmek için kullanırlar. Fotosentez diye anılan bu işlem esnasında Güneş'ten gelen elektromanyetik enerjinin 0,63 µm – 0,69 µm dalga boyunda olan ve kırmızı ışığa karşılık gelen kısmı kullanılır. Bu yüzden, kırmızı ışığın yansımaları ölçen bir uydu görüntüsü, canlı bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlarda düşük sayısal değerlere sahip olacaktır. Öte yandan bitkiler 0,7 µm ve daha yüksek dalga boyuna sahip elektromanyetik enerjiyi bünyelerine almaz, geri yansıtırlar. Dolayısıyla, canlı bitki örtüsünün yoğun

olduğu alanlar, yakın kızılötesi elektromanyetik enerjinin yansımaları ölçen bir uydu görüntüsünde yüksek sayısal değerlere sahip olacaktır (Benek ve Şahap, 2017).

Normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (Normalized difference vegetation index, NDVI) kırmızı ve yakın kızılötesi bant görüntüleri kullanılarak üretilir. Her piksel için o piksele ait yakın kızılötesi bant yansıma değerinden aynı piksele ait kırmızı bant yansıma değeri çıkartılır. Bu fark, bitki örtüsü yoğun alanlar için bitki örtüsü seyrek alanlara göre daha fazla olacaktır. Farkları alınan bu iki değer toplaması ve farkın toplama bölünmesi ile [-

1,+1] aralığında bir değer elde edilir. Yeni bir 8-bitlik görüntü oluşturmak için bu aralığın [0,255] aralığına genişletilmesi gerekir, bu işleme de normalize etme denir (Kandemir, 2010). NDVI değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Burada, NIR ışık spektrumunun yakın kızılötesi dalga boyunu (0.68 – 0.78 µm), RED ise kırmızı bölge dalga boyunu (0.61 – 0.68 µm), NDVI (birimsiz) ise vejetasyon indeks değerini temsil etmektedir (Tucker, 1979).

NDVI değerleri teorik olarak (-1) ile (+1) arasında değişmektedir. Yeşil bitki örtüsünün fazla olduğu alanlarda indeks değeri +1'e doğru yaklaşırken, bulutlar, su ve kar düşük (eksi) NDVI indeks değerlerine sahiptir. Çıplak toprak ve zayıf bitki örtüsü durumunda ise sifıra yakın NDVI değeri gösterir (Hatfield ve Ark., 1985). Bir NDVI haritasında tarımın yoğun olduğu bölgeler gözlemlendiğinde, düşük NDVI değerlerine sahip alanlar kuraklık, aşırı rutubet, hastalık ve zararlılar gibi çeşitli nedenlerle zayıf bitki gelişiminin olduğu bölgeleri işaret etmektedir. Diğer taraftan yüksek NDVI değerleri ise bitki gelişiminin sağlıklı olduğu yerleri göstermektedir (Yıldız ve Ark., 2012).

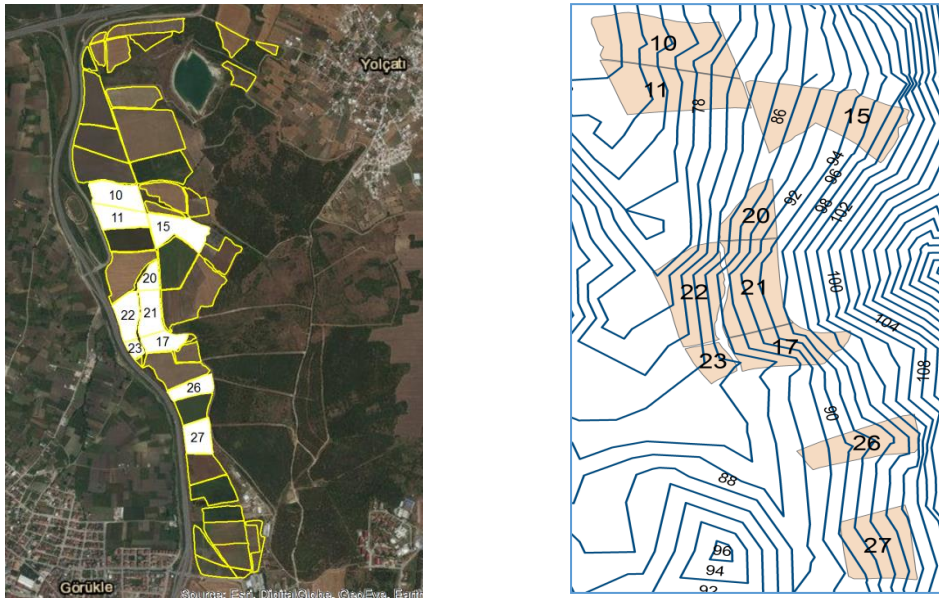
NDVI verileri, özellikle geniş alanlardaki bitki örtüsünün incelenmesinde birçok bilim adamı tarafından dünyanın çeşitli bölgelerinde başarıyla kullanılmıştır. NDVI hesaplamalarında uydu görüntülerinin kullanılması, geniş alanların birlikte değerlendirilebilmesi nedeniyle, çalışma maliyetini düşürücü unsur olmaktadır (Marsh ve Ark., 1992). Böylece ülke bazında çalışmalar kolaylıkla yürütülebilmektedir. Karabulut (2006), NDVI verilerinden faydalanarak Türkiye'de belli başlı bitki örtüsü gruplarının yıl içerisinde değişimini araştırmıştır. Yüksek biomas karakterine sahip orman alanları yıl boyunca yüksek indeks değerine sahip olurken, tam tersi olarak daha düşük biomas özellikleri nedeniyle otsu bitkiler düşük indeks değerleri ile ifade edildiğini belirtmiştir. Otsu bitkilerin İç Anadolu'da Mayıs-Haziran, Doğu Anadolu'da ise Haziran-Temmuz aylarında kısa süreli olarak yüksek indeks değerleri gösterdiğini bulmuştur.

Topraktan olan NIR dalga boyundaki yansıma değerleri düşük, kırmızı dalga boyundaki yansıma değerleri yüksek olduğundan, seyrek bitki örtüsü ile kaplı alanlarda düşük NDVI değerleri elde edilmektedir (Gandhi ve Ark., 2015).

Bu çalışmada, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftlik arazisinde 2015-2016 üretim döneminde yetiştiriciliği yapılan Pehlivan çeşidi buğday ekili alanlarda NDVI değerlerinin zamana ve konuma göre değişimi belirlenmiştir. Ziraat Fakültesi arazisinde belirtilen üretim döneminde, Pehlivan çeşidi Buğday, 9 ile 56 dekar arasında değişen alana sahip parsellerde ekilmiştir. Çalışmanın amacı, küçük alana sahip olan bu parsellerdeki NDVI değerleri üzerinde sınır etkisinin olup olmadığının ve parsellerdeki buğday verim değerleri ile NDVI değerleri arasında bir korelasyonun olup olmadığının belirlenmesidir. Başka araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar ele alındığında, küçük alana sahip parsellerde, her parselin ayrı ayrı değerlendirildiği çalışmalar oldukça azdır. Son yıllarda yaygınlaşmaya başlayan hassas tarım uygulamalarında parsel bazlı çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada 30 metre çözünürlüğe sahip Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. NDVI hesaplamalarında bir uzaktan algılama paket programı kullanılmayıp, amaca uygun bir yazılım, Python programlama dilinde hazırlanmıştır.

MATERYAL

Çalışmada, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftliği arazilerini kapsayan Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kullanılan görüntüler, 2015-2016 buğday üretim dönemini kapsayacak biçimde, 06/09/2015, 27/12/2015, 01/04/2016, 17/04/2016, 04/06/2016, 06/07/2016 ve 22/07/2016 tarihlerinde çekilmiş görüntülerdir. Bazı aylardaki görüntüler alınamamış, alınabilen yukarıda sayılan görüntüler üzerinde çalışılmıştır. Çiftlik arazisinde 2015-2016 üretim döneminde Pehlivan çeşidi Buğday ekimi gerçekleştirilen parseller, çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Buğday ekim tarihi Ekim-2015, hasat tarihi ise Temmuz-2016'dır. Çalışma alanını oluşturan 10, 11, 15, 17, 20, 21, 22, 23, 26 ve 27 nolu parseller sırasıyla 48, 40, 56, 29, 18, 39, 37, 9, 26 ve 34 da alan kaplamaktadırlar (Şekil 1). Parsellerin kapladığı alanın sol alt köşe koordinatı 40°13'45" Kuzey-28°50'58" Doğu, sağ üst köşe koordinatı 40°15'06" Kuzey-28°51'32" Doğu enlem ve boylamları arasındadır (Şekil 1). Görüntülerin görselleştirilmesi ve bazı analizlerin yapılabilmesi için ArcGIS ver 10.2 coğrafi bilgi sistemi programı kullanılmıştır. NDVI değerlerinin hesaplanması için Python ver 2.7 programlama dili ile hazırlanan yazılım kullanılmıştır. Parsellerin bulunduğu alanda ölçülen yağış değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanını oluşturan 10, 11, 15, 17, 20, 21, 22, 23, 26 ve 27 nolu parsellerin konumu ve eş yükseklik eğrileri

Çizelge 1. Görükle Tarbil İstasyonunda ölçülen 2015 ve 2016 yılları aylık yağış değerleri

Yıl	Ay	Yağış, mm
2015	7	0.0
2015	8	1.0
2015	9	56.0
2015	10	95.6
2015	11	25.2
2015	12	4.6
2016	1	37.2
2016	2	61.0
2016	3	58.8
2016	4	3.4
2016	5	63.8
2016	6	18.8
2016	7	0.2

YÖNTEM

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftlik arazisinde, 2015-2016 üretim döneminde Pehlivan çeşidi buğday yetiştiriciliği yapılan parsellerde farklı tarihlerde alınan uydu görüntülerinden NDVI bitki indeksi hesaplanmış, konumsal ve zamana göre değişimi incelenmiştir. Uzaktan algılama görüntülerinde, görüntünün kullanımı üzerinde etkili faktörlerden birisi görüntünün çekildiği tarihteki bulutluluk düzeyidir. Çalışılacak alan üzerinde bulutların bulunduğu görüntüler, sadece bulut yansımaları vereceğinden bitkisel ürünler için bir değerlendirme yapılamamaktadır. Bu kısıt nedeniyle, bulutluluk düzeyleri düşük ve bulutların çalışma bölgesini kaplamadığı uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftliğindeki parseller WGS_1984_UTM_Zone_35N projeksiyon sistemine göre ArcGIS ortamında sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılmış parseller için öznitelik tablosu

oluşturularak, parsel bilgileri öz nitelik tablosuna girilmiştir.

Landsat 8 uydu görüntülerinin 4. bandı kırmızı (RED), 5. bandı yakın kızıl ötesi (NIR) yansımaları içermektedir. Çalışmada kullanılan 7 uydu görüntüsü için, NDVI hesabı Python programlama dilinde hazırlanan program ile gerçekleştirilmiş, her uydu görüntüsü için bir tane olmak üzere NDVI değerlerini içeren haritalar elde edilmiştir. Landsat görüntüleri 30*30 m çözünürlükte veriler içerdiğinden, oluşan NDVI dosyası da aynı çözünürlüğe sahiptir.

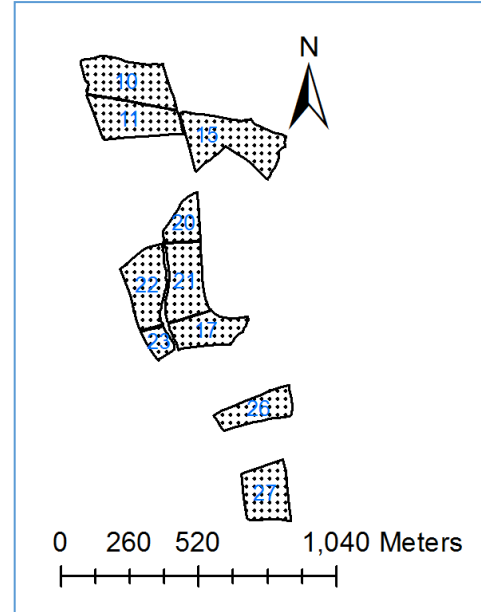
Çalışma materyalini oluşturan Pehlivan çeşidi buğday ekimi gerçekleştirilen parseller, poligon özelliklidir. Her parselin içerisindeki farklı konumlardaki NDVI değerini alabilmek için, poligon özellikli parsel dosyası, NDVI dosyasının koordinat sistemi kullanılarak 30*30 m çözünürlükte raster formatına dönüştürülmüştür. Uydu görüntüleri path ve row ifadeleri ile tanımlanmaktadır. Çalışma da, Path = 180, Row = 32 olan uydu görüntüleri kullanılmıştır. Farklı tarihlerde alınan uydu görüntüleri, aynı path ve row değerine sahip olmalarına karşın farklı minimum ve maksimum koordinat (mapextent) değerine sahip olabilmektedirler. Bu durum oluşacak raster hücrelerinin koordinatını değiştirebilmektedir. Bu sebeple, her uydu görüntüsünün koordinat sistemi ve mapextent değerleri kullanılarak parseller raster formatına çevrilmiştir. Diğer uydu görüntüleri ile çalışırken işlemler tekrar edilmiştir. Raster formatına dönüştürülmüş parsel dosyası ile NDVI dosyası ilişkilendirilmiş ve parsellerin farklı konumlarından pikseller için NDVI değerleri okunarak, piksel koordinatları ve NDVI değerleri bir dosyaya aktarılmıştır.

Elde edilen dosya, ArcMAP yazılımına aktarılarak, 30 metre aralıklarla noktalardan oluşan bir harita elde

edilmiştir. NDVI değerlerinden, yüzey haritası elde etmek için düzensiz üçgenler ağı (TIN) oluşturulmuştur. Düzensiz üçgenler ağı dosyası, 1 m çözünürlükte olacak biçimde ArcMAP ortamında raster dosyası haline dönüştürülmüştür. Raster dosyasından, parsel sınırları dışındaki olan değerlerin çıkarılması için, poligon özellikli parsel dosyası (shape dosya türü formatında) kullanılmıştır. NDVI değerlerinin konumsal dağılımının daha iyi görülebilmesi için ayrıca eş NDVI değeri haritaları üretilmiştir.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Uydu görüntülerinden 30 *30 metre aralıklarla hesaplanan NDVI değerlerinin konumları Şekil 2'de verilmiştir. Şekilde, uydu görüntülerini oluşturan piksellerin merkez noktası verilmiştir. Her noktanın konumuna ait NDVI değeri ArcMAP ortamında öznitelik tablosuna eklenmiştir (Şekil 3). Şekil 3'de NDVI değerlerini içeren nokta özellikli ArcMAP shape dosyasının öznitelik tablosu verilmiştir. Bu dosyadaki her kayıt, parselin numarasını, piksel koordinatını ve tüm uydu görüntüleri için NDVI değerlerini içermektedir.



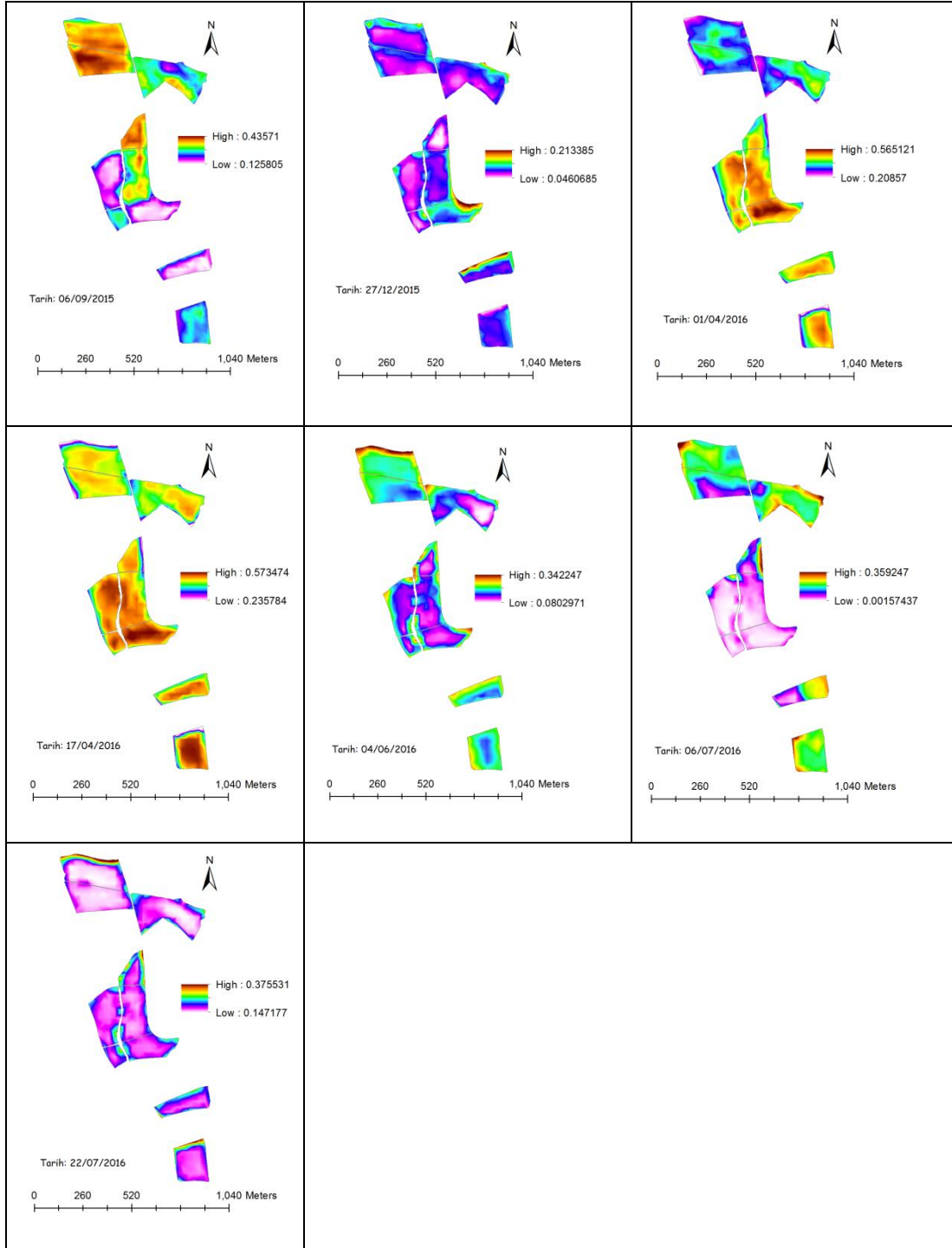
Şekil 2. 30*30 metre aralıklarla hesaplanan NDVI değerlerinin konumları

FID	Shape *	x	y	parselno	t6_9_015	t27_12_015	t1_4_016	t17_4_016	t4_6_016	T6_7_016	t22_7_016
527	Point ZM	657450	4457280	10	0.34281	0.137964	0.29618	0.364691	0.338987	0.112446	0.351127
575	Point ZM	657480	4457130	10	0.375828	0.080098	0.366914	0.48075	0.194227	0.163715	0.162956
576	Point ZM	657480	4457160	10	0.400753	0.075933	0.339109	0.467087	0.207157	0.165945	0.169159
577	Point ZM	657480	4457190	10	0.362293	0.086456	0.379158	0.46459	0.225555	0.136886	0.18299
578	Point ZM	657480	4457220	10	0.33771	0.095292	0.316916	0.428795	0.268341	0.107937	0.213445
632	Point ZM	657510	4457130	10	0.300756	0.116019	0.328889	0.386593	0.279935	0.184608	0.246882
101	Point ZM	657210	4457100	11	0.384581	0.085969	0.273964	0.393727	0.242495	0.168572	0.180379
102	Point ZM	657210	4457130	11	0.391905	0.07997	0.37628	0.473087	0.22802	0.146652	0.163545
103	Point ZM	657210	4457160	11	0.295828	0.106181	0.434229	0.504716	0.229237	0.16244	0.165243
136	Point ZM	657240	4457010	11	0.319053	0.104409	0.220137	0.3069	0.230055	0.173247	0.169172
137	Point ZM	657240	4457040	11	0.369041	0.106755	0.280372	0.355456	0.254036	0.177528	0.186465

Şekil 3. NDVI değerlerini içeren nokta (Point) özellikli ArcMAP dosyasının öznitelik tablosu

Bu dosyadaki NDVI değerleri kullanılarak, Şekil 4'de verilen konumsal dağılım haritaları elde edilmiştir. Tüm haritalara ayrı ayrı bakıldığında, parsel sınırları ile parsel içerisindeki NDVI değerlerini ifade eden renklerin farklı olduğu görülmektedir. Pehlivan çeşidi buğday yetiştirilen parsellerde homojen bir NDVI değeri dağılımı görülmemektedir. Parsel sınırları sanki bir çizgi ile belirgin hale getirilmiş gibi görünmektedir. Bunun yanında, parsel sınırlarından

parsel merkezine doğru gidildiğinde, NDVI değerini ifade eden rengin kademeli olarak değiştiği gözlenmektedir. Bu durum, parsellerdeki NDVI değerlerinin sınır etkisi nedeniyle değiştiğini göstermektedir. Parsel sınırlarına yakın konumlardaki NDVI değerleri ile parsel merkezindeki NDVI değerlerinin birbirinden farklı olduğu gözlenmektedir.



Şekil 4. Farklı tarihlerdeki uydu görüntülerinden hesaplanan NDVI değerleri dağılımı

Şekil 4'de görüldüğü gibi 17/04/2016 tarihinde parsellerin hepsinde NDVI değerleri, diğer görüntüye göre daha yüksek elde edilmiştir. Bu durum bu tarihte daha fazla yeşil aksamın olduğunu göstermektedir. 06/09/2015 tarihinde henüz buğday ekimi yapılmamıştır. Bu tarihte 10,11, 20, 21 ve 15 nolu parsellerde yeşil aksamlı bitkilerin olduğu görülmektedir. Bu bitkinin yonca olduğu, buğday ekiminin Ekim ayında yonca parselleri bozularak gerçekleştirildiği, çiftlik yetkililerince ifade edilmiştir. 27/12/2015 tarihli uydu görüntüsünde görüleceği gibi

arazide bazı parsel sınırları hariç yeşil aksamlı bitkilerin olmadığı görülmektedir. Yeşil aksamlı bitkilerde, NDVI değerleri 0.2 ve daha fazla olmaktadır. Bu değer ile 0.05 arasında kalan değere sahip alanlar çıplak toprak olarak sınıflandırılabilir. Bulutluluk ise 0.02-0.05 aralığında NDVI değeri vermektedir (Maxwell ve Sylvester, 2012).

Parsel bazında her uydu görüntüsünden elde edilen NDVI değerlerinin maksimum, minimum ve ortalama değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Gerek parseller ayrı

ayrı gerekse tüm parseller dikkate alındığında maksimum ve minimum değerler arasında önemli farklılıkların olduğu görülmüştür. İlk uydu görüntüsünde NDVI değerleri 0.1257 ile 0.4362 arasında değişmektedir. En fazla yeşil aksamın bulunduğu zaman olan Nisan ayının başında NDVI değerleri 0.2201 ile 0.5656 arasında, Nisan ayının ikinci yarısında ise NDVI değerleri 0.2809 ile 0.5737 arasında değişmiştir. Parsel içerisinde NDVI değerlerinin geniş bir aralıkta değişmesi, parsellerin küçük olması ve parsel sınır etkisinin fazla olmasından kaynaklanabilecektir. Sınırdan uzaklaştıkça görülen farklılık ise, toprak bitki besin elementlerinin konumsal farklılığının sonucu olabilecektir. Arazi gübreleme işlemleri gübreleme makinesi ile gerçekleştirilmektedir. Bu makinenin

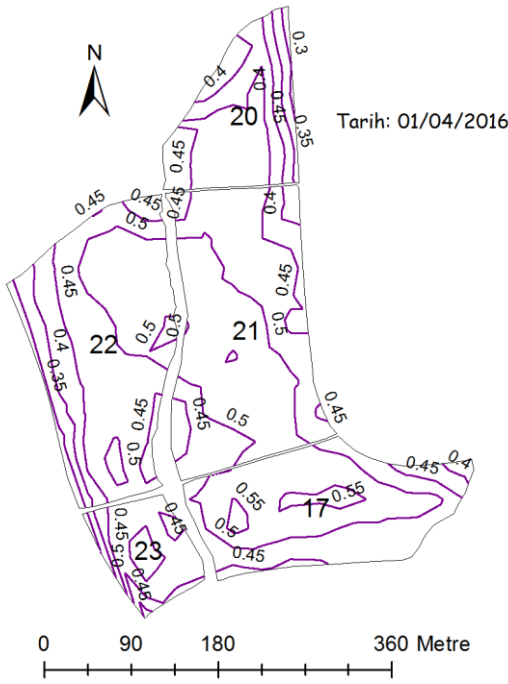
parsellerin sınırlarına arazinin diğer bölümleri ile homojen bir gübre dağıtımını yapması zordur. Bu nedenle parsel sınırlarındaki bitki gelişimi ile arazinin diğer bölümlerindeki bitki gelişimi farklı olabilmektedir. Parsel çevre uzunluğunun olabildiğince az olması için, parsellerin birleştirilerek parsel alanının artırılması, uygun olmayan parsel şeklinin makineli tarım tekniğine uygun bir şekilde düzenlenmesi, hem işletme masraflarını azaltacak hem de homojen bir ürün elde edilmesini sağlayacaktır. Hassas tarım uygulamalarının etkin bir şekilde yapılabilmesi için parsel büyüklüklerinin artırılması ve şekillerinin dikdörtgen olarak oluşturulması gerekmektedir. Gübreleme işlemi ise konuma bağlı olarak planlanmalıdır.

Çizelge 2. Parsellerde farklı tarihli uydu görüntülerinden hesaplanan NDVI değerlerinin maksimum, minimum ve ortalama değerleri

Parsel No	NDVI	Uydu Görüntüleri						
		6.9.2015	27.12.2015	1.4.2016	17.4.2016	4.6.2016	6.7.2016	22.7.2016
10	Maksimum	0.40451	0.13796	0.44238	0.51041	0.34193	0.26561	0.36272
	Minimum	0.23407	0.0589	0.29618	0.28094	0.19314	0.1005	0.14867
	Ortalama	0.36058	0.08446	0.36432	0.46667	0.2358	0.1596	0.18873
11	Maksimum	0.43628	0.1119	0.44096	0.5179	0.25404	0.17753	0.20679
	Minimum	0.26922	0.06221	0.22014	0.30696	0.15779	0.03309	0.15049
	Ortalama	0.38175	0.07992	0.3727	0.48024	0.19979	0.10926	0.16137
15	Maksimum	0.37866	0.13339	0.47309	0.52606	0.31586	0.31777	0.26449
	Minimum	0.16693	0.05934	0.30162	0.38396	0.0807	0.0417	0.14714
	Ortalama	0.27532	0.08209	0.38769	0.47815	0.16154	0.16051	0.1762
17	Maksimum	0.25337	0.18837	0.56565	0.57373	0.30911	0.06823	0.24438
	Minimum	0.12578	0.07947	0.38596	0.42366	0.11564	0.06676	0.16509
	Ortalama	0.16112	0.11078	0.50029	0.52982	0.1667	0.0208	0.18672
20	Maksimum	0.40712	0.11316	0.49766	0.52805	0.31708	0.28205	0.30264
	Minimum	0.30024	0.04676	0.29531	0.3211	0.11055	0.01972	0.15984
	Ortalama	0.36767	0.07133	0.42405	0.47819	0.18938	0.11803	0.21098
21	Maksimum	0.40998	0.14378	0.53011	0.54932	0.28484	0.16361	0.25506
	Minimum	0.21985	0.0696	0.37684	0.4059	0.12033	0.06625	0.15605
	Ortalama	0.31828	0.08489	0.4857	0.51168	0.16315	0.03185	0.17673
22	Maksimum	0.27554	0.1195	0.5304	0.5519	0.2875	0.21618	0.2615
	Minimum	0.13702	0.0596	0.32395	0.38652	0.10979	0.00146	0.16215
	Ortalama	0.18073	0.0763	0.46488	0.51242	0.17533	0.03055	0.18413
23	Maksimum	0.2892	0.14005	0.53058	0.55708	0.29445	0.05936	0.27161
	Minimum	0.2074	0.05356	0.37619	0.42837	0.11092	0.00566	0.16215
	Ortalama	0.2601	0.0796	0.46896	0.51817	0.1824	0.02033	0.1941
26	Maksimum	0.2809	0.17166	0.52064	0.54367	0.27979	0.22567	0.26359
	Minimum	0.12934	0.07434	0.42333	0.39953	0.15559	0.0149	0.16363
	Ortalama	0.16443	0.09817	0.47674	0.50757	0.21181	0.12932	0.18761
27	Maksimum	0.29652	0.11263	0.52672	0.55994	0.27556	0.23383	0.32009
	Minimum	0.19129	0.05729	0.25402	0.28101	0.16587	0.13064	0.16077
	Ortalama	0.24135	0.08478	0.44781	0.50695	0.21075	0.17141	0.18668
Tüm Parseller	Maksimum	0.4362	0.1883	0.5656	0.5737	0.3419	0.3177	0.3627
	Minimum	0.1257	0.0467	0.2201	0.2809	0.08	0.0014	0.1471
	Ortalama	0.27109	0.08518	0.43925	0.49893	0.18963	0.09514	0.18529

Şekil 4'de verilen gösterimin yanında, NDVI değerlerinin konumsal değişimi, eş NDVI değerleri şeklinde de gösterilebilmektedir (Şekil 5). Burada, aynı NDVI değerlerine sahip konumlar birleştirilerek,

eş NDVI haritaları elde edilebilmektedir. Şekil 5'de, 01/04/2016 tarihli uydu görüntüsü kullanılarak 17, 20, 21, 22, ve 23 nolu parseller için elde edilen eş NDVI eğrileri haritası örnek olarak verilmiştir.



Şekil 5. NDVI değerlerinin eş NDVI eğrileri ile gösterimi

Parsellerde, ortalama NDVI değerine yaklaşan değerleri bulmak için, her parsel için NDVI değerleri küçükten büyüğe sıralanmıştır. Her parseldeki toplam veri sayısının ilk %10'luk kısmı ile son % 10'luk kısmı

Çizelge 3. %80 lik ortanca değerlerinin değişim aralıkları

Parsel No	Uydu Tarihi								verim kg/da
	6.9.2015	27.12.2015	1.4.2016	17.4.2016	4.6.2016	6.7.2016	22.7.2016		
10	0.326-0.393	0.066-0.112	0.35-0.405	0.377-0.504	0.197-0.321	0.112-0.192	0.15-0.301		413
11	0.319-0.41	0.066-0.093	0.314-0.43	0.417-0.508	0.167-0.229	0.052-0.16	0.153-0.169		413
15	0.212-0.337	0.065-0.096	0.322-0.433	0.431-0.506	0.1-0.22	0.108-0.211	0.151-0.212		369
17	0.132-0.198	0.085-0.14	0.436-0.552	0.475-0.562	0.12-0.257	0.008-0.046	0.166-0.224		427
20	0.306-0.402	0.047-0.091	0.301-0.484	0.369-0.519	0.112-0.27	0.021-0.265	0.163-0.263		427
21	0.258-0.358	0.074-0.096	0.425-0.519	0.478-0.537	0.122-0.198	0.008-0.044	0.16-0.194		427
22	0.139-0.249	0.061-0.097	0.386-0.519	0.448-0.548	0.136-0.234	0.007-0.047	0.163-0.222		400
23	0.207-0.284	0.054-0.101	0.376-0.503	0.428-0.54	0.111-0.266	0.006-0.026	0.162-0.206		400
26	0.13-0.22	0.075-0.144	0.427-0.509	0.433-0.54	0.168-0.264	0.02-0.204	0.165-0.219		400
27	0.198-0.267	0.074-0.092	0.338-0.51	0.422-0.555	0.17-0.242	0.145-0.206	0.166-0.203		480

Çizelge 3'de görüleceği gibi, buğday ekiminin henüz yapılmadığı Eylül ayındaki görüntüde, NDVI değerleri 0.13 ile 0.41 arasında değişmektedir. Bu değerler arazide bitkilerin olduğunu göstermektedir. Aralık ayında alınan görüntüde ise NDVI değerleri 0.047 ile 0.144 arasında değişmektedir. Bu değerler arazide bitkisel yeşil aksamın olmadığını göstermektedir. Nisan başındaki görüntüde ise, 0.301 ile 0.552 arasındaki NDVI değeri arazide bitkisel aksamın yoğun bir şekilde olduğunu göstermektedir. Nisan ayının ikinci yarısında alınan görüntüde ise, NDVI değerleri 0.377 ile 0.562 arasında hesaplanmış, arazide yoğun bir bitki yeşil aksamının olduğunu

dışarıda bırakılarak, kalan değerlerin değişim aralığı ve bu parsellerden elde edilen verimler Çizelge 3'de verilmiştir. Böylece parsellerde elde edilen ekstrem NDVI değerlerinden arındırılmış değerler ile çalışmanın daha doğru olacağı düşünülmüştür.

Verimler ile %80'lik ortanca NDVI değerlerinin ortalaması arasında istatistiksel bir ilişkinin olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla, tüm uydu görüntüleri için elde edilen ortalama değerler ile verim değerleri karşılıklı grafik kağıdına işlenmiş, uygun bir eğilim çizgisi oluşturmaya çalışılmıştır. Bunların arasında en yüksek r^2 değeri 0.059 olarak, 04/06/2016 tarihli görüntünün verilerinden elde edilmiştir. R^2 değeri oldukça düşük elde edildiğinden eğilim çizgisinin denklemi burada verilmemiştir. Şimşek ve Ark. (2007) yürüttükleri çalışmada, AgroMetShell modelini kullanarak, Buğday'da veri tahmini yapmışlardır. Bu amaçla, meteorolojik veriler, bitki katsayıları, fenolojik gözlemler, toprak özellikleri ve NDVI görüntülerini kullanmışlardır. Tahmin edilen verim değerleri ile gerçekleşen değerler arasında $r^2 = 0.9067$ düzeyinde bir ilişki tespit etmişlerdir. NDVI değerleri ile verim arasındaki ilişkinin araştırılacağı çalışmaların, büyük parsellerde ve geniş alanlarda gerçekleştirilmesi ile daha uygun sonuçlar elde edilebilecektir. Böylece parsel sınır etkisi azaltılmış olacaktır.

göstermektedir. Mayıs ayında görüntü alınmamıştır. Haziran ayında ise, 0.1 ile 0.321 arasındaki NDVI değeri arazide bitkilerde azalma olduğunu göstermektedir. Temmuz ayının ilk yarısında 17, 20, 21, 22 ve 23 nolu parsellerde düşük NDVI değeri elde edilmiştir. Bu durum yeşil bitkilerin bu parsellerde olmadığını göstermektedir. Diğer parsellerde NDVI değerlerine göre, kısmi olarak yeşil bitki bulunduğu saptanmıştır. Temmuz ayının ikinci yarısındaki görüntüdeki NDVI değerleri tüm parseller için düşük olarak elde edilmiştir. Bu görüntüde NDVI değerleri 0.15 ile 0.263 arasındadır. Maxwell ve Sylvester (2012)'de belirtildiği gibi, NDVI değeri 0.2'den fazla

olan alanlarda yeşil aksamli bitkiler bulunmaktadır. Parsel sınırlarında kısmi olarak NDVI değeri yüksek alanlar bulunmaktadır (Şekil 4). Bu durum bazı parsellerin sınır bölgelerinde yeşil aksama sahip bitkilerin olduğunu göstermektedir. Parsellerin bulunduğu bölgede yapılan bir çalışmada, Değirmenci ve Korukçu (1992), arazinin düşük kotlu bölgelerinde taban suyu sorunu bulunabileceğini ve bazı gözlem kuyularında ortalama taban suyu derinliğinin 15.2 cm olduğunu belirtmişlerdir. Şekil 1'de verilen eş yükselti haritasında görüleceği gibi, bu alanlarda arazi kotu daha düşüktür. Haziran-2016 ve Temmuz-2016 aylarındaki yağış miktarına bakıldığında sırasıyla 18.8 mm ve 0.2 mm yağış ölçülmüştür (Çizelge 1). Yağış miktarının oldukça düşük olması nedeniyle, sınırlardaki yeşil aksamın bu yağışlardan oluşmadığı düşünülmektedir. Çaldağ (2009) Trakya bölgesinde yürüttükleri çalışmada, buğday bitkisinde en yüksek ortalama NDVI değerinin 0.45 olarak bulunmuştur. Çalışmamızda, bu değer 0.53 olarak elde edilmiştir. Teke ve Yardımcı (2016) yürüttükleri çalışmada, Harran Ovası'nda yetişen buğday, mısır ve pamuk ürünlerinin Göktürk-2 uydusundan alınan görüntülerden tespiti üzerinde çalışmışlardır. Buğday bitkisi için yılın 100, 120, 160, 170 ve 185. günleri sırasıyla 0.7, 0.62, 0.45, 0.25 ve 0.18 NDVI değerlerini elde etmişlerdir.

Landsat 8 uydusu 16 günde bir aynı koordinatta çekim yapmaktadır. Uydu görüntülerinde bulutsuzluk oranının fazla olması istenmektedir. Ancak uygulamada, uydu görüntüsünün alındığı zaman diliminde bazı aylar için bulutlu olma ihtimali vardır. Bu nedenle istenilen zaman diliminde düşük bulutluluk oranında görüntü almak zorlaşmaktadır. Son yıllarda, dron olarak adlandırılan insansız hava araçlarının uzaktan algılama amaçlı kullanımı yaygınlaşmaktadır. Dron üzerine takılan kırmızı, yakın kızıl ötesi kamera ile istenilen alanın görüntüleri çekilebilmektedir. Bulutlu havada bile bulutların altında çekim yapılabildiğinden, bulutluluk sorun olmaktan çıkmaktadır. Araziye daha yakın çekim gerçekleştirildiği için çözünürlük artmaktadır. Elde edilen görüntüler hassas tarım uygulamalarında kullanılabilir. Çekilen fotoğraflar Pix4D gibi yazılımlarla birleştirilerek üzerinde çalışılması kolaylaştırılabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenen KUAP(Z)2016/13 projesi kapsamında hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

Benek S, Şahap A 2017. Şanlıurfa Şehrinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (Cbs) ve Uzaktan Algılama (Ua) Kullanılarak Yeşil Alanların Yeterliliğinin

Belirlenmesi. Marmara Coğrafya Dergisi, 36: 304-314.

Çaldağ B 2009. Trakya Bölgesi'nin Tarımsal Meteorolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Meteoroloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 257 s.

Değirmenci H, Korukçu A 1992. Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Arazisinin Drenaj Sorunları ve Çözüm Yolları Üzerinde Bir İnceleme. U.Ü. Zir. Fak. Dergisi, 9: 151-161.

Gandhi MG, Parthiban S, Thummalu N, Christy A 2015. Ndvi: Vegetation Change Detection Using Remote Sensing and GIS – A Case Study of Vellore District. Procedia Computer Science, 57: 1199 – 1210.

Hatfield JL, Kanemasu ET, Asrar G, Jackson RD, Pinter PJJ, Reginato RJ, Idso SB 1985. Leaf Area Estimates From Spectral Measurements Over Various Planting Dates of Wheat. Int. J. Remote Sens, 6: 167–175.

Kandemir E 2010. Uzaktan Algılama Tekniğinde NDVI Değerleri İle Doğal Bitki Örtüsü Tür Dağılımı Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 60 s.

Karabulut M 2006. NOAA AVHRR Verilerini Kullanarak Türkiye'de Bitki Örtüsünün İzlenmesi ve İncelenmesi. Coğrafi Bilimler Dergisi, 4(1): 29-42.

Maxwell SK, Sylvester KM 2012. Identification of "Ever-Cropped" Land (1984–2010) Using Landsat Annual Maximum NDVI Image Composites: Southwestern Kansas Case Study. Remote Sensing of Environment, 121: 186–195.

Marsh SE, Walsh JL, Lee CT, Beck LR, Hutchinson CF 1992. Comparison of Multi-temporal NOAA AVHRR and SPOT-XS Satellite Data For Mapping Land Cover Dynamics in The West African Sahel. International Journal of Remote Sensing, 13(16): 2997-3016.

Şimşek O, Mermer A, Yıldız H, Özyayın KA, Çakmak B 2007. AgroMetShell Modeli Kullanılarak Türkiye'de Buğdayın Verim Tahmini. Tarım Bilimleri Dergisi, 13(3): 299-307.

Teke M, Yardımcı Y 2016. Göktürk-2 Zaman Serisi Görüntüleri ile Ürün Sınıflandırma. 24th Signal Processing and Communication Application Conference, 16-19 Mayıs, Zonguldak.

Tucker C 1979. Red and Photographic Infrared Linear Combination for Monitoring Vegetation. Remote Sensing of Environment, 8: 127-150.

Yıldız H, Mermer A, Ünal E, Akbaş F 2012. Türkiye Bitki Örtüsünün NDVI Verileri ile Zamansal ve Mekansal Analizi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 21(2): 50-56

Arazi Toplulaştırma Projelerinde Parsel Şekillerinin Analizi: Niğde Misli Ovası 2. Kısım Yıldıztepe Örneği

Rengin BAYRAM¹ , Hasan DEĞİRMENCİ² 

¹Yılmaz Cora Harita İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti, Ankara, ²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü
✉ : degirmenci@ksu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmanın amacı arazi toplulaştırma (AT) öncesi ve sonrası hazine, mera ve şahıs parsellerindeki şekilsel değişimi belirlemektir. Niğde Misli Ovası 2. Kısım Yıldıztepe arazi toplulaştırma projesi materyal olarak alınmıştır. Çalışmada AT öncesi ve sonrası parsel şekillerindeki geometrik değişiklik şekil indeksi (SI), fraktal büyüklük indeksi (FD), şekil faktörü (FORM) ve kare piksel ölçeği (SqP) göstergeleri ile incelenmiştir. Proje alanı içerisindeki parseller hazine, mera ve şahıs olarak ayrılarak bu gruplar içerisinde AT öncesi ve sonrası oluşan indeksler karşılaştırılmıştır. AT öncesi ve sonrasında SI, FD ve FORM göstergeleri optimum değere yaklaşmıştır. Ancak SqP tarım arazilerini değerlendirmede başarılı bulunmamıştır. Ayrıca incelenen bazı parsellerde şekil indeksi göstergelerinin optimum değere yaklaşıp bile geometriksel şekilleri ifade etmekte başarısız bulunmuştur. Sonuçta SI, FD ve FORM göstergelerinin AT çalışmalarında parsel şekillerini incelemek amaçlı kullanılabileceği belirlenmiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.369729

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 21.12.2017

Kabul tarihi : 09.02.2018

Anahtar Kelimeler

Arazi parçallığı,
Arazi toplulaştırma,
Parsel indeksi,
Şekil analizi

Araştırma Makalesi

Analysis of Parsel Shapes in Land Consolidation Projects: A Case Study Of Niğde Misli Plain 2. Kısım Yıldıztepe

ABSTRACT

Aim of this study was to determine any changes in parcel shape prior and after land consolidation (LC). In this study, Niğde Misli Plain 2. Kısım Yıldıztepe Project was taken as material. In the scope of the study, the geometrical change in the parcel shapes prior and after LC was examined with shape index (SI), fractal dimension (FD), form factor (FORM) and square pixel metric (SqP) indicators. The parcels in the project area were separated into public land, pasture and field, and the indices formed prior and after LC were compared among these groups. SI, FD and FORM indicators before and after land consolidation have reached about optimum value. But SqP was not found as an indicator to recognize agricultural parcel shape. It has been found that some of the parcels examined have failed to express geometrical shapes even if their shape index approaches the optimum value. As a result, SI, FD and FORM indices can be used to assess agricultural parcel shapes in land consolidation.

Article History

Received : 21.12.2017

Accepted : 09.02.2018

Keywords

Land fragmentation,
Land consolidation,
Parcel index,
Shape analysis

Research Article

To Cite : Bayram R, Değirmenci H 2018. Arazi Toplulaştırma Projelerinde Parsel Şekillerinin Analizi: Niğde Misli Ovası 2. Kısım Yıldıztepe Örneği. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3):500-510, 2018. DOI:10.18016/ksudobil.369729

GİRİŞ

Çeşitli nedenlerle ekonomik olarak tarımsal faaliyetleri yapmaya imkân vermeyecek biçimde parçalanmış, dağılmış, bozuk şekilli parsellerin modern tarım işletmeciliği esaslarına göre ve sulama hizmetlerinin geliştirilmesi için en uygun biçimde birleştirilmesi, şekillendirilmesi ve yeniden

düzenlenmesi işlemine “arazi toplulaştırması” denilmektedir (Anonim, 2017).

Arazi toplulaştırmasının amacı, daha az zaman, işgücü ve sermaye kullanımı ile üretim faktörlerinden en iyi biçimde yararlanarak tarımsal üretimi ve tarım işletmelerinin verimliliğini artırmak ve kırsal kesimdeki nüfusun hayat standartlarını

yükseltmektedir. Arazi parçalılığının ve dağınıklığının giderilmesi, şekillerinin düzeltilmesi, çiftçinin çalışma koşullarının iyileştirilmesi ve diğer hizmetlerin araziye ulaştırılması gibi yapısal önlemlerin alınması arazileri yeniden düzenleme fırsatı yaratan arazi toplulaştırması çalışması çerçevesinde yürütülebilmektedir.

Yapılan araştırmalar ve durum analizleri tarım arazilerinin rasyonel kullanımında karşılaşılan temel sorunları; uygun olmayan parsel büyüklükleri, tarımsal mekanizasyon için uygun olmayan parsel şekilleri, ulaşım sorunu olan parseller ve aynı arazi sahibine ait parsellerin dağınıklığı olarak belirlemiştir. Bu sorunların çözümünde arazi toplulaştırma en önemli araç olarak görülmektedir. Yapılan arazi toplulaştırma projelerinin öncesi ve sonrası parsel şekillerinin araştırılması ve bu parsellerin tarımsal işletmecilik yönünden karşılaştırılması her geçen gün önem kazanmaktadır. Yapılan literatür çalışmalarında Dünya'da ve ülkemizde arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası parsel şekilleri üzerine yapılmış çok az araştırma yapıldığı tespit edilmiştir.

Parsellerin şekilleri tarımsal mekanizasyonu ve parsel içi sulamayı doğrudan etkilemektedir. Uygun şekilde olmayan bir parselin hangi yöntemle olursa olsun sulanabilmesi için daha fazla işçilik ve malzeme gerektirecektir. Bu durum üretim maliyetlerini arttıracaktır. Parsellerin şekilleri tarımsal mekanizasyon açısından önem taşımaktadır. Arazilerin şekilleri ile işlenme zamanlarında oluşabilecek kayıpların belirlenmesi amacıyla birçok çalışma yapılmıştır (Arslan ve Tunca, 2013).

Parsel şeklinin iş verimi üzerindeki etkisi konusunda yapılmış bir çalışmaya göre dikdörtgen şeklindeki bir parselde iş verimi 100 kabul edildiğinde bu verimin yamuk için 96.7'ye, düzensiz parsel şekli için 90.9'a düştüğü saptanmıştır. Aynı çalışmada dikdörtgen şeklindeki parselde birim alanın işlenmesi için gerekli çalışma süresi 100 alındığında bu sürenin yamuk şekli için 103.4'e, düzensiz parsel şekli için ise 109.4'e yükseldiği belirlenmiştir (Boyacıoğlu, 1975). Bu yüzden tarımda ideal parsel şeklinin dikdörtgen olduğu belirtilmiştir (Kara 1984). Yapılan çalışmalarda, dikdörtgen şeklindeki parsellerde üçgen şeklindeki parsellere kıyasla %50'ye yakın işgücü ve %20'ye yakın verim artışı sağlandığı tespit edilmiştir. Kayseri-Pınarbaşı arazi toplulaştırma projesinde AT öncesi %44 olan dikdörtgen parseller, toplulaştırma sonrası %73'e yükselmiştir (Boztoprak ve ark., 2015). Eskişehir Beyazaltın köyü arazi toplulaştırmasında toplulaştırmadan önce dikdörtgen şekilli parsel oranı %6.82 iken, toplulaştırmadan sonra %89.50'ye yükselmiştir. Proje sahasında arazi toplulaştırması sonrasında dikdörtgen şekilli parsel sayısı oldukça artmıştır (Sönmez yıldız, 2012). Örencik köyünde toplulaştırmadan önce 318 parselin şekilsiz, 236

parselin yamuk, 69 parselin dikdörtgen, 19 parselin kare ve 8 parselin üçgen olduğu görülmektedir. Dikdörtgen parsel oranı toplulaştırmadan önce %11 iken, toplulaştırmadan sonra %55'e yükselmiştir. Dedeli köyünde toplulaştırmadan önce 313 parselin şekilsiz, 157 parselin yamuk, 41 parselin dikdörtgen, 7 parselin kare ve 20 parselin üçgen olduğu görülmektedir. Dikdörtgen parsel oranı toplulaştırmadan önce %8 iken toplulaştırmadan sonra %44'e yükselmiştir. (Arslan ve Tunca, 2013). Yoğunlu'nun (2013) bildirdiğine göre; bazı Avrupa Ülkelerinde yapılan araştırmalara göre; arazi toplulaştırmasının sağladığı net gelir artışı Almanya'da %20-25, İsviçre'de %10-25, İspanya'da %31-36, Hollanda'da ise %10 olarak saptanmıştır.

Bu çalışmada; arazi toplulaştırma projelerinde parsel şekillerinin sayısal göstergelerle değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada Niğde Misli Ovası 2. Kısım Yıldıztepe arazi toplulaştırma projesi materyal olarak alınmıştır. Çalışmada AT öncesi ve sonrası parsel şekillerinin sayısal ve geometrik değişimini incelemek amacıyla şekil indeksi, fraktal büyüklük indeksi, şekil faktörü ve kare piksel ölçeği göstergeleri kullanılmıştır. Kısacası AT sonrasında şekil göstergelerinin değişimi gözlenerek parsel şekillerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

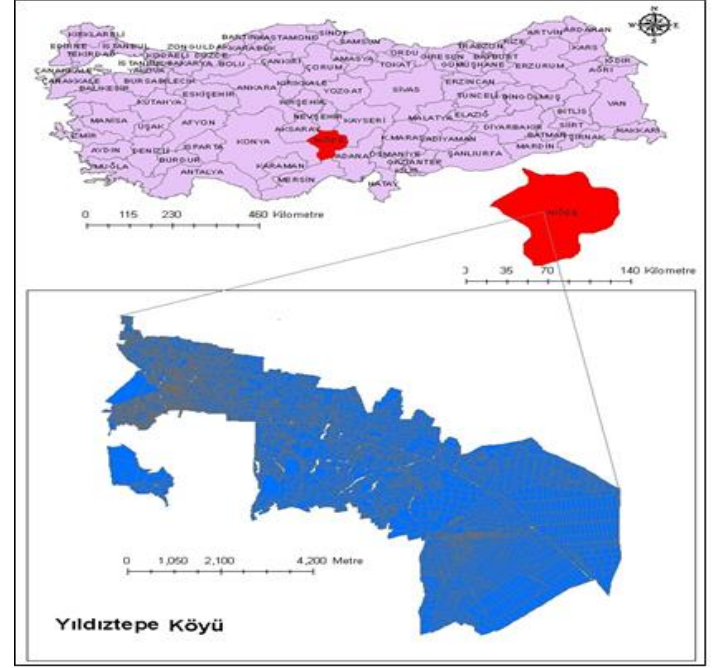
Araştırma Niğde ili merkeze bağlı Yıldıztepe Köyünde yürütülmüştür. Yıldıztepe Köyü 2012 yılında Tarım Reformu Genel Müdürlüğüne arazi toplulaştırma kapsamına alınmıştır. Araştırma alanı yaklaşık Niğde merkeze 35 km uzaklıktadır. Köy nüfusu 2452 olup 1069 hane bulunmaktadır. Bölgede karasal iklim özellikleri görülmektedir. Kış ayları genellikle çok soğuk ve kar yağışlı yazları ise sıcak ve kuraktır. Araştırma alanında yıllık ortalama sıcaklık 9.4°C, en yüksek sıcaklık 38.5°C, en düşük sıcaklık -19°C ve yıllık yağış miktarı yaklaşık 362 mm'dir. Araştırma alanının konumu Şekil 1'de ve AT öncesi ve sonrası mülkiyet durumu Çizelge 1'de verilmiştir.

Araştırma alanı tarım arazilerinde ekili ürünlerin çoğunluğunu buğday, yulaf, arpa, fasulye, nohut (baklagiller), patates (sanayi bitkisi), yonca (yem bitkisi), kuru soğan ve sarımsak oluşturmaktadır. Araştırma alanı toplulaştırma proje öncesi ve sonrası parsellasyon bilgileri Çizelge 2'de verilmiştir.

Metot

Araştırmada parsel şekillerini belirlemek amacıyla kullanılan göstergeler Çizelge 3'te verilmiştir. SI'nın birimi yoktur, SI 1'e eşit olduğunda veya yaklaştığında dairesel, kare alanı ifade ederken 1'den uzaklaşan değerler düzensiz ve şekilsiz alanları tanımlamaktadır

(McGarigal ve ark., 1995; Gonzalez ve ark., 2004, 2007; Aslan ve ark., 2007; Libecap ve Lueck 2009). Parsel şekillerini değerlendirmek amacıyla FD birçok araştırmacının kullandığı bir yöntemdir (Aslan ve ark., 2007). FD 1-2 arasında değerler almaktadır ve bu değerler 1'e yaklaştıkça kare gibi düzgün alanları ifade ederken 2'ye yaklaşan değerler ise düzgün olmayan şekilleri göstermektedir (Gonzalez ve ark., 2004; Aslan ve ark., 2007; Libecap ve Lueck 2009; Arslan ve ark., 2017). FORM değerleri 1 ve 1'den daha küçük değerler almaktadır. Bir şeklin FORM değeri 1'e yaklaştığında kare dikdörtgen gibi düzgün geometrik şekilleri ifade ederken 1'den uzaklaşan değerler düzensiz şekilleri ifade etmektedir (Russ, 2002; Lewis ve ark., 1997). Frohn (2006) şekil karmaşıklığını belirlemek için SqP göstergesini önermiş ve çalışmasında kullanmıştır. SqP değerleri -0.125 ile 1 arasında değişmektedir. Sıfıra yaklaşan değerler kare gibi düzgün şekilleri ifade ederken sıfırdan uzaklaşan değerler daha düzensiz şekilleri ifade etmektedir. Arazi toplulaştırması öncesi ve sonrasında oluşan parsel şekillerinin belirlenmesinde NetCAD 5.1, LiTOP ve Esri ArcMAP 10.5 programlarından yararlanılmıştır.



Şekil 1. Araştırma alanı lokasyon haritası

Çizelge 1. Yıldıztepe mülkiyet durumu

Mülkiyet Şekilleri	Parsel Sayısı		Arazi (ha)		Miktarı (%)	Miktarı (%)
	AT Öncesi	AT Sonrası	AT Öncesi	AT Sonrası	AT Öncesi	AT Sonrası
Şahıs Arazileri	5958	3094	4282.7	3850.0	88.15	87.76
Hazine Arazileri	233	242	376.5	339.8	7.75	7.75
Mera Arazileri	23	4	167.8	166.9	3.46	3.81
Köy Tüzel Kişiliği Arazileri	8	7	30.8	29.8	0.64	0.68
Toplam	6222	3347	4858.0	4386.7	100	100

Çizelge 2. Parselasyon bilgileri

	AT Öncesi	AT Sonrası
Parsel sayısı	6222	3350
Ortalama parsel büyüklüğü (da)	7.81	13.10
Ortalama işletme büyüklüğü (da)	24.23	21.88
Toplam malik sayısı	15053	
Toplam işletme sayısı	2006	
Toplulaştırma oranı (%)	46.14	

Çizelge 3. Parsel şekil göstergeleri

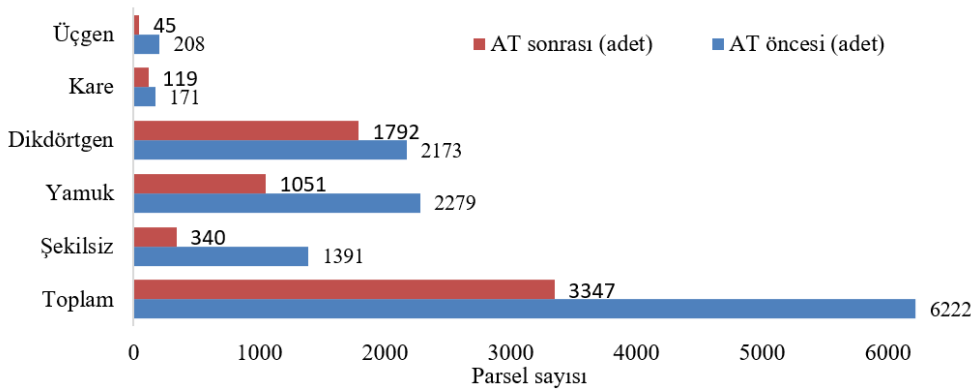
Göstergeler	Formül	Optimum değer	Değer aralıkları	Tanımlar
Şekil indeksi (SI)	$SI = \frac{P_i}{2\sqrt{\pi a_i}}$	1	$1 \leq SI < \infty$	
Fraktal büyüklük indeksi (FD)	$FD = \frac{2 \ln p_i}{\ln a_i}$	1	$1 \leq FD \leq 2$	p= Parsel çevre uzunluğu a= Parsel alanını ifade etmektedir.
Şekil faktörü (FORM)	$FORM = \frac{4\pi a}{p^2}$	1	$0 < FORM < 1$	
Kare piksel ölçeği (SqP)	$SqP = \frac{1-(4\sqrt{a})}{p}$	0	$0 \leq SqP \leq 1$	

BULGULAR ve TARTIŞMA

AT Öncesi ve Sonrası Parsellerin Geometrik Şekilleri

AT öncesi ve sonrası oluşan haritalar LiTOP paket programında analiz edilmiş ve Şekil 2'de görüldüğü gibi parsellerin geometrik şekilleri belirlenmiştir. Analiz sonucunda AT öncesi şekilsiz parsel sayısı 1391 iken AT sonrası 340'a, üçgen parsel sayısı AT öncesi 208 iken AT sonrası 45 adet gerçekleşmiştir. Çelebi

(2010) Karaman ilinde yapmış olduğu çalışmada, düzgün dörtgen ve yamuk şeklindeki parsel oranı toplulaştırmadan önce Yuvatepe'de %82.9, Bölük yazı'da %62.2, Hamidiye'de %79.3, Kılbasanda %79.5 olarak bulmuştur. Toplulaştırmadan sonra bu oranlar sırasıyla %78.5, %81.4, %91.9 ve %87.7 olarak gerçekleşmiştir.

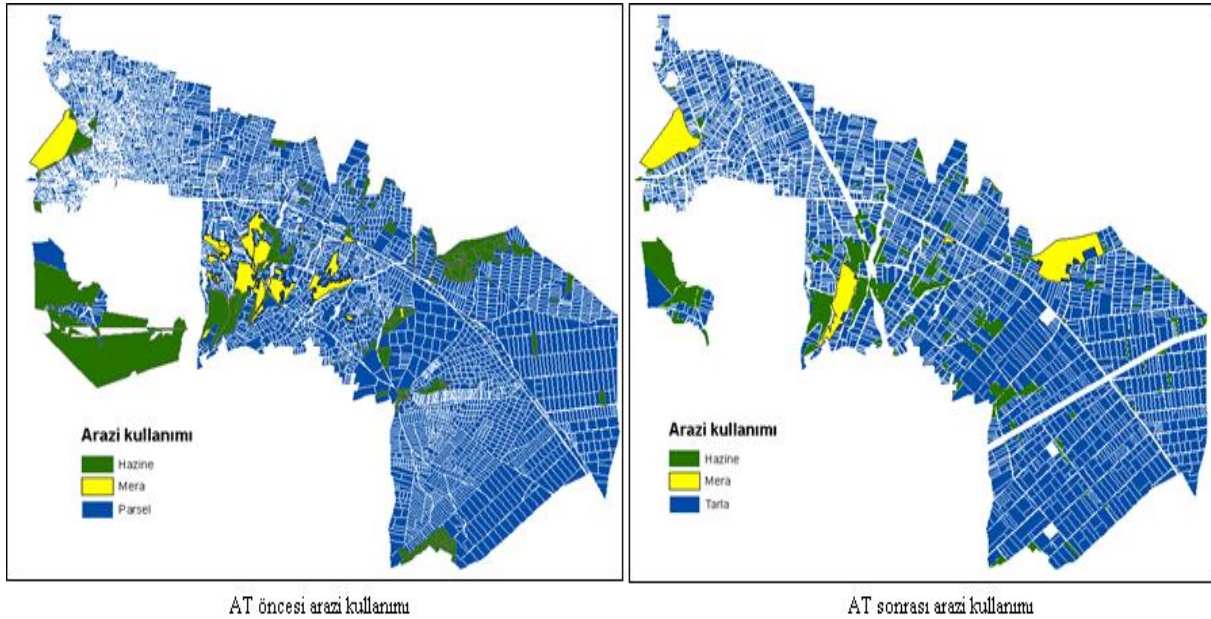


Şekil 2. AT öncesi ve sonrası parsellerin geometrik şekilleri

AT öncesi ve sonrası parsel şekilleri ArcMAP 10.5 programında analiz edilmiştir. Analiz sonucunda AT öncesi ve sonrası parseller hazine, mera ve şahıs parselleri olarak sınıflandırılmıştır. Analizde ayrıca her bir arazi kullanım sınıfına göre AT öncesi ve sonrası parsellerin genel durumu ayrı ayrı Şekil 3'te verilmiştir.

AT öncesi ve sonrasında hesaplanan SI, FD, FORM ve SqP göstergelerini karşılaştırmalı olarak göstermek amacıyla kutu grafiği (Box Plot) kullanılmıştır. Şekil 4'te gösterilen kutu grafiği incelendiğinde AT öncesi

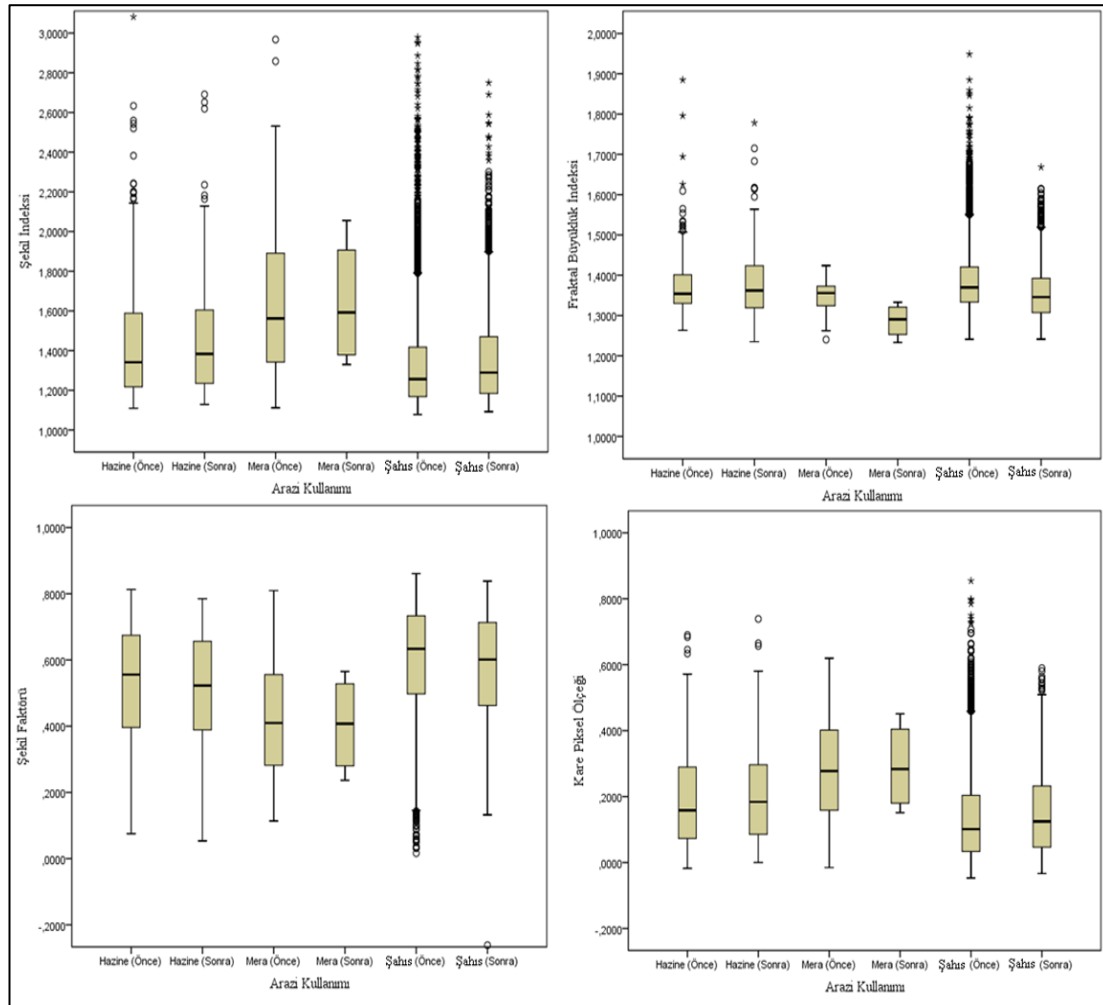
hazine parsellerinin SI değerlerinin %95'inin 1.4236-1.5335, AT sonrası ise %95'inin 1.4354-1.5616 arasında toplandığı görülmektedir. AT öncesi hazine parsellerinin ortalama, maksimum ve minimum SI değerleri sırasıyla 1.4786, 3.6431 ve 1.1092; AT sonrası ise 1.4985, 4.3217 ve 1.1288 olarak hesaplanmıştır. AT öncesi mera parsellerinin SI değerlerinin %95'inin 1.4698-1.9157, AT sonrası ise %95'inin 1.1166-2.1685 arasında toplandığı görülmektedir.



AT öncesi arazi kullanımı

AT sonrası arazi kullanımı

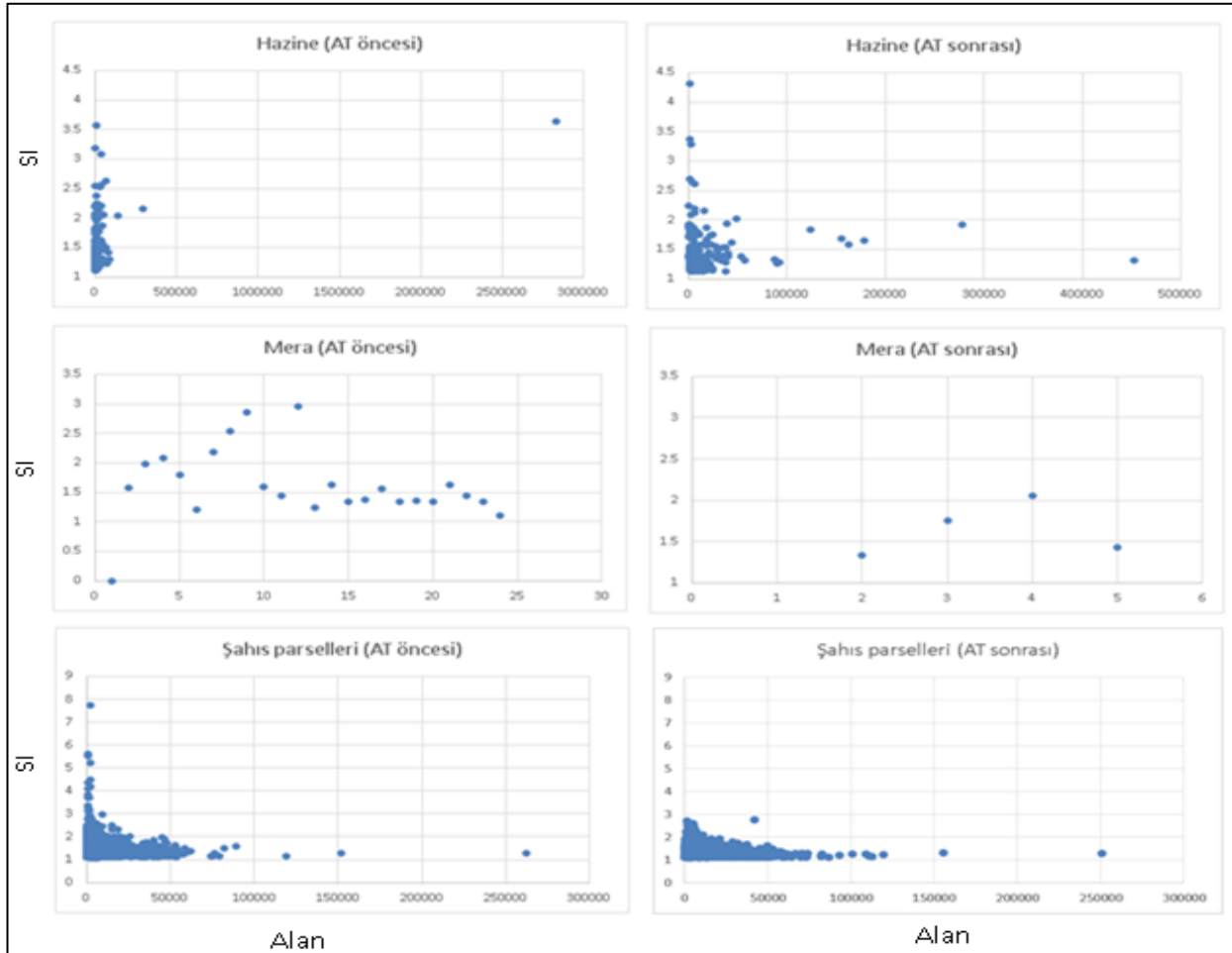
Şekil 3. AT öncesi ve sonrası arazi kullanımı



Şekil 4. AT öncesi ve sonrası SI, FD, FORM ve SqP kutu grafiği

AT öncesi mera parsellerinin ortalama, maksimum ve minimum SI değerleri sırasıyla 1.6927, 2.9675 ve 1.1115; AT sonrası ise 1.6425, 2.0556 ve 1.3301 olarak hesaplanmıştır. AT öncesi şahıs parsellerinin SI değerlerinin %95'inin 1.3372-1.3524, AT sonrası ise %95'inin 1.3538-1.3701 arasında toplandığı görülmektedir. AT öncesi şahıs parsellerinin ortalama, maksimum ve minimum SI değerleri sırasıyla 1.3448, 7.7580 ve 1.0779; AT sonrası ise 1.3619, 2.7497 ve

1.0924 olarak hesaplanmıştır. Şekil 5'te AT öncesi ve sonrası durumda parsellerin alanlarının büyüdüğü ve SI değerlerinin 1'e yaklaştığı görülmektedir. Şahıs parselleri arasında AT öncesi ve sonrası durumda SI indeksi değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($P < 0.05$). SI indeksi değerleri AT öncesi ve sonrası hazine ve mera parsellerinde istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir ($P > 0.05$).



Şekil 5. AT öncesi ve sonrası SI değerleri

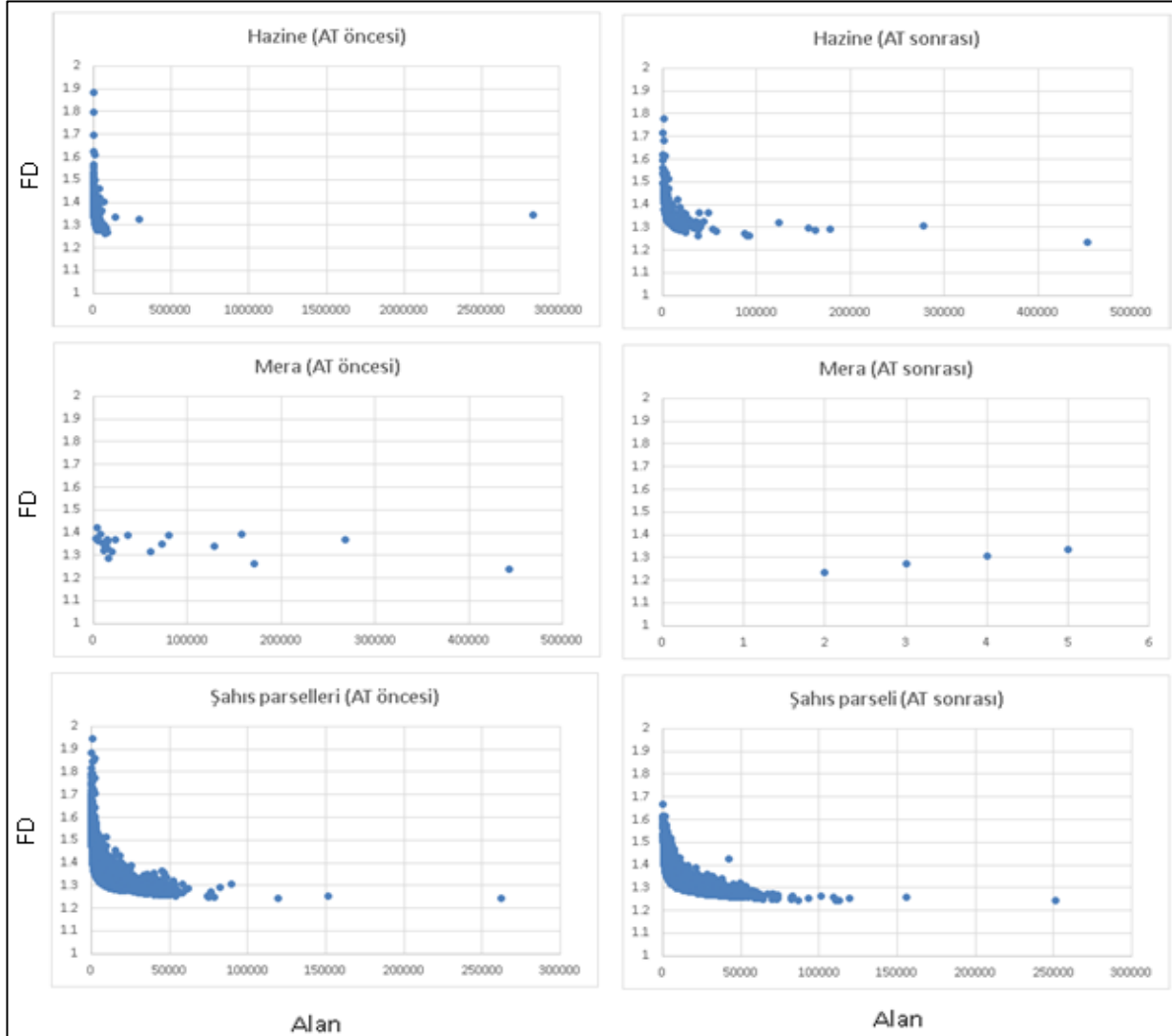
Aslan ve ark. (2007) AT yapılan iki köyde SI değerlerini incelemişlerdir. Araştırma yapılan iki köyde ortalama SI değerleri AT öncesi 1.55, (Serem), 1.56 (Beyköy) olarak hesaplamışlardır. AT sonrasında ise bu değerler 1.48 (Serem), 1.54'e (Beyköy) düşmüştür. Arslan ve ark. (2017) Tırhan köyünde 11 işletme üzerinde yaptıkları çalışmada SI değerlerini 1.21-1.58 arasında hesaplamışlardır. Patton (1975) kare ve dikdörtgen gibi geometrik şekiller üzerinde yaptığı çalışmada SI değerlerini 1.13 ve 1.83 arasında bulmuştur. Demetriou ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada birbirinden oldukça farklı şekillerin aynı şekil indeksi değerlere sahip olacağını belirtmiştir. Sonuçta AT öncesi SI değerlerini harita üzerinde yakından incelediğimizde düzensiz şekillerin daha yüksek, düzenli ve geometrik (dikdörtgen) şekillerin

daha düşük değerler aldığı görülmektedir. Diğer bir deyişle AT sonrası parsel SI değerleri büyük oranda düşmüştür. Bu AT proje mühendislerinin istediği bir durumdur.

Şekil 4'te gösterilen kutu grafiği incelendiğinde AT öncesi hazine parsellerinin FD değerlerinin %95'inin 1.3639-1.3854, AT sonrası ise %95'inin 1.3684-1.3957 arasında toplandığı görülmektedir. AT öncesi hazine parsellerinin ortalama, maksimum ve minimum FD değerleri sırasıyla 1.3746, 1.8848 ve 1.2633; AT sonrası ise 1.3820, 1.7782 ve 1.2352 olarak hesaplanmıştır. AT öncesi mera parsellerinin FD değerlerinin %95'inin 1.3282-1.3662, AT sonrası ise %95'inin 1.2177-1.3559 arasında toplandığı görülmektedir. AT öncesi mera parsellerinin ortalama, maksimum ve minimum FD değerleri sırasıyla 1.3472, 1.4239 ve 1.2404; AT sonrası

ise 1.2868, 1.3330 ve 1.2331 olarak hesaplanmıştır. AT öncesi şahıs parsellerinin FD değerlerinin %95'inin 1.3841-1.3880, AT sonrası ise %95'inin 1.3536-1.3581 arasında toplandığı görülmektedir. AT öncesi şahıs parsellerinin ortalama, maksimum ve minimum FD değerleri sırasıyla 1.3860, 1.9487 ve 1.2412; AT sonrası ise 1.3558, 1.6686 ve 1.2415 olarak hesaplanmıştır. Fraktal büyüklük indeksi değerleri AT öncesi ve

sonrası durumda (Şekil 6) tüm parcel gruplarında istatistiksel olarak Paired Samples Test ile karşılaştırılmıştır. AT öncesi ve sonrası durumda Şahıs parselleri FD değerleri arasında istatistiksel olarak fark vardır ($P < 0.05$). Ancak hazine ve mera parselleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$).



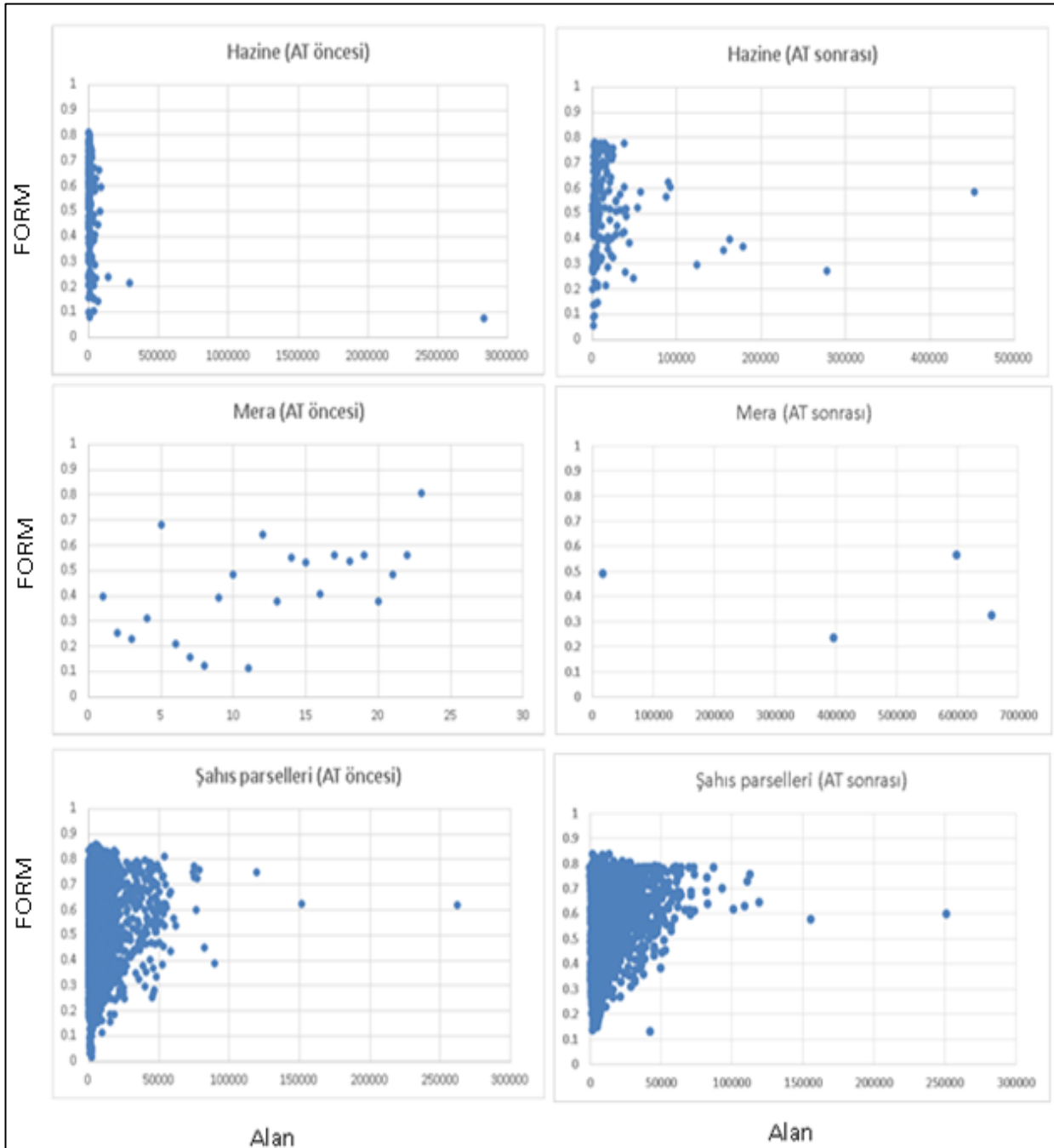
Şekil 6. AT öncesi ve sonrası FD değerleri

Demetriou ve ark. (2013)'te Kıbrıs'ta arazi parçalanması üzerinde yaptıkları çalışmada benzer geometrik şekillerin farklı FD değerlerini alabileceği (1.354, 1.301 ve 1.262), farklı şekillere sahip parcel şekillerinin ise aynı FD değerlerini (1.375) alabileceğini kanıtlamıştır. Ayrıca FD değerlerinin SI değerlerinden daha kötü sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Aslan ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada FD değerlerinin SI değerlerine göre daha ayrıntılı bir sonuç verdiğini belirtmiştir. Arazi toplulaştırma öncesi ve sonrasında araştırma alanında FD değerlerini 1.30 ile 1.80 arasında hesaplamışlardır.

Şekil 4'te gösterilen kutu grafiği incelendiğinde AT öncesi hazine parsellerinin FORM değerlerinin %95'inin 0.5036-0.5519, AT sonrası ise %95'inin 0.4841-0.5366 arasında toplandığı görülmektedir. AT öncesi hazine parsellerinin ortalama, maksimum ve minimum FORM değerleri sırasıyla 0.5277, 0.8127 ve 0.0753; AT sonrası ise 0.5104, 0.7848 ve 0.0535 olarak hesaplanmıştır. AT öncesi mera parsellerinin FORM değerlerinin %95'inin 0.3440-0.5048, AT sonrası ise %95'inin 0.1646-0.6436 arasında toplandığı görülmektedir. AT öncesi mera parsellerinin ortalama, maksimum ve minimum FORM değerleri sırasıyla

0.4244, 0.8094 ve 0.1136; AT sonrası ise 0.4041, 0.5653 ve 0.2367 olarak hesaplanmıştır. AT öncesi şahıs parsellerinin FORM değerlerinin %95'inin 0.5960-0.6040, AT sonrası ise %95'inin 0.5714-0.5824 arasında toplandığı görülmektedir. AT öncesi şahıs parsellerinin ortalama, maksimum ve minimum FORM değerleri sırasıyla 0.6000, 0.8607 ve 0.0166; AT sonrası ise 0.5769, 0.8380 ve -0.7002 olarak hesaplanmıştır. Şahıs parselleri arasında AT öncesi ve sonrası durumda FORM indeksi değerleri istatistiksel

olarak farklıdır ($P < 0.05$). Hazine ve mera parselleri AT öncesi ve sonrası durumda FORM indeksi değerleri istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir ($P > 0.05$). FORM ve alan arasında oluşan dağılım Şekil 7'te gösterilmiştir. Jiao ve Liu (2012) Çin'de yaptıkları çalışmada şekil faktörü değerlerini şahıs parsellerinde ortalama 0.58, min 0.27, max 0.81; mera parsellerinde ortalama 0.11, min 0.01, max 0.24 olarak bulmuştur.

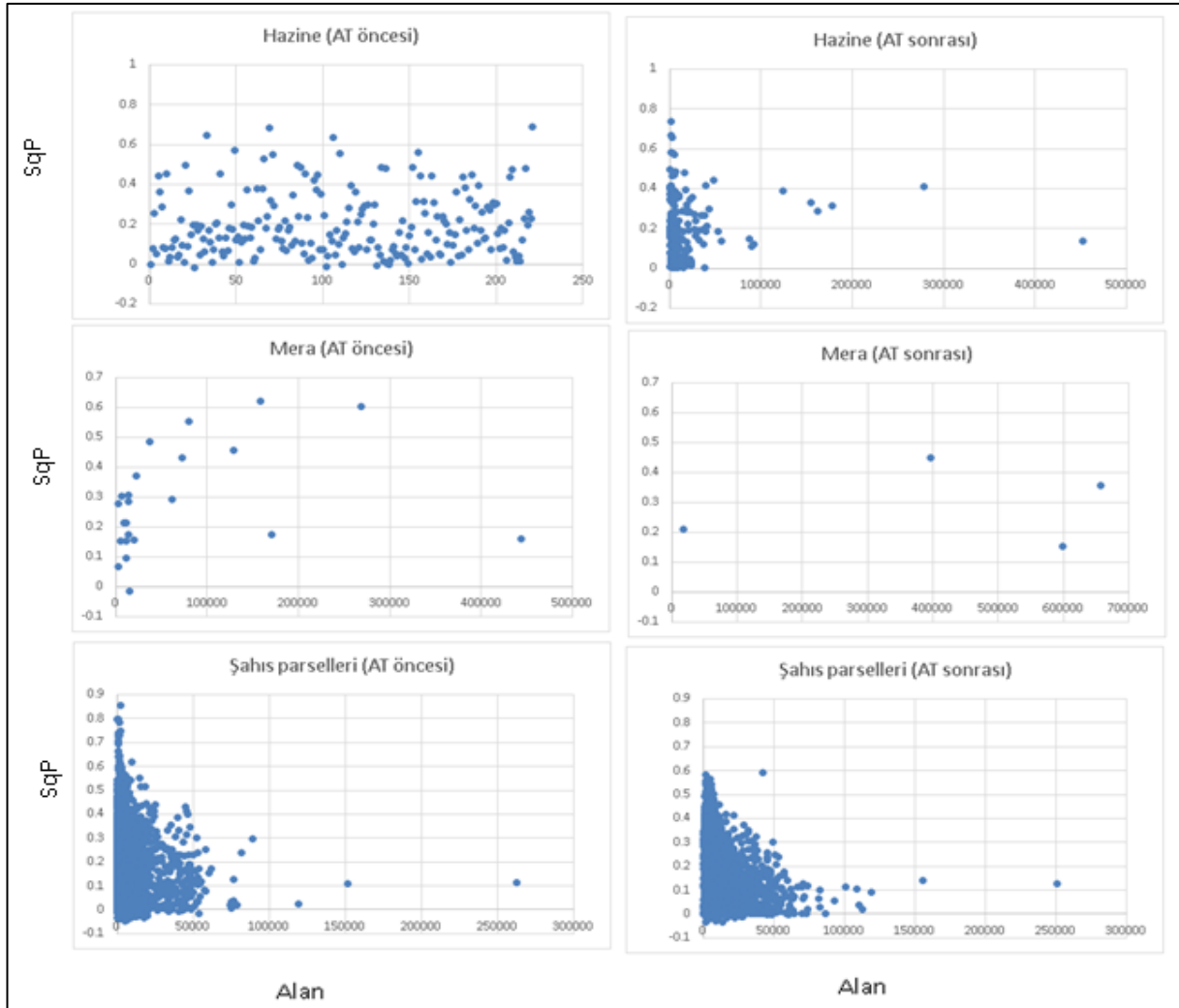


Şekil 7. AT öncesi ve sonrası FORM değerleri

Şekil 4'te gösterilen kutu grafiği incelendiğinde AT öncesi hazine parsellerinin kare piksel ölçüğü

değerlerinin %95'inin 0.1742-0.2161, AT sonrası ise %95'inin 0.1851-0.2306 arasında toplandığı görülmektedir. AT öncesi hazine parsellerinin ortalama, maksimum ve minimum SqP değerleri sırasıyla 0.1952, 0.6902 ve -0.0175; AT sonrası ise 0.2078, 0.7388 ve 0.0001 olarak hesaplanmıştır. AT öncesi mera parsellerinin kare piksel ölçeği değerlerinin %95'inin 0.2095-0.3594, AT sonrası ise %95'inin 0.0745-0.5100 arasında toplandığı görülmektedir. AT öncesi mera parsellerinin ortalama,

maksimum ve minimum SqP değerleri sırasıyla 0.2845, 0.6197 ve -0.0155; AT sonrası ise 0.2923, 0.4509 ve 0.1514 olarak hesaplanmıştır. AT öncesi şahıs parsellerinin SqP değerlerinin %95'inin 0.1318-0.1382, AT sonrası ise %95'inin 0.1466-0.1551 arasında toplandığı görülmektedir. AT öncesi şahıs parsellerinin ortalama, maksimum ve minimum SqP değerleri sırasıyla 0.1350, 0.8545 ve -0.0471; AT sonrası ise 0.1509, 0.5895 ve -0.0332 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 8. AT öncesi ve sonrası SqP değerleri değişimi

Jiao ve Liu (2012) Çin'de yaptıkları çalışmada SqP değerlerini değerlerini şahıs parsellerinde ortalama 0.16, min -0.09., max 0.40; mera parsellerinde ortalama 0.62, min 0.46, max 0.84 olarak bulmuştur. Şahıs parselleri arasında AT öncesi ve sonrası durumda SqP indeksi değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($P < 0.05$). Hazine ve mera parselleri AT öncesi ve sonrası durumda SqP indeksi değerleri istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir ($P > 0.05$). Araştırmada seçilen bazı parsellerin AT öncesi ve sonrası SqP değerleri Şekil 8'de gösterilmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmada Yıldıztepe Köyünde yapılan arazi toplulaştırma projesinde parsel şekillerinin bazı indekslerle değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen veriler coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak sınıflandırılmış ve haritalandırılmıştır. Arazi kullanım sınıflarına göre SI, FD, FORM ve SqP göstergeleri parsel şekillerinin AT öncesi ve sonrası değişimini değerlendirmek amacıyla hesaplanmıştır. Arazi toplulaştırma projelerinin başarısını etkileyen en önemli etkenlerden biri parsel şekilleridir. Parsel şekillerinin düzeltilmesi tarımsal mekanizasyon

açısından son derece önemlidir. Çiftçilerin ürünlerini yetiştirmede kolaylıklar sağlamakta elde edilen geliri arttırmaktadır. Bu nedenle parsel şekillerinin tarımsal mekanizasyona uygun bir biçimde gerçekleşmesi ve bu durumun araştırılması önemli bir konudur.

Araştırmada AT öncesi ve sonrası parsel değişimleri ile ilgili tüm bilgiler LiTOP, ArcMAP ve NetCAD yazılımlarından yararlanarak elde edilmiştir. AT öncesi ve sonrası parsellerin geometrik şekilleri araştırılmış şekilsiz parsel sayısı 1391'den 340'a üçgen parsel sayısı 208'den 45'e düşmüştür. AT proje alanında hala şekilsiz parsellerin bulunduğu görülmektedir. Bu durum AT'nın başarısını sınırlamaktadır.

Yıldıztepe Köyünde AT öncesi 220 hazine, 23 mera ve 5956 şahıs parseli bulunurken, AT sonrası 173 hazine, 4 mera ve 3141 şahıs parseli oluşmuştur. Yapılan analizlerde yukarıda belirtilen bu dört gösterge hesaplanmış ve kutu grafikleri çıkartılmıştır.

Şekil indeksinin birimi yoktur. Bu değer 1'e eşit olduğunda veya yaklaştığında dairesel, kare alanı ifade ederken 1'den uzaklaşan değerler düzensiz ve şekilsiz alanları tanımlamaktadır (McGarigal ve ark., 1995). Şekil indeksi hesaplamalarına göre AT öncesi ve sonrası durumda hazine ve mera parsellerinde istatistiksel fark bulunmaz iken, şahıs parselleri arasında AT öncesi ve sonrası arasındaki fark önemli çıkmıştır. AT öncesi şahıs parsellerinde maksimum değer 7.7580 iken, AT sonrası 2.7497 olarak gerçekleşmiştir. Sonuç olarak AT sonrası indeks değerlerinin AT öncesine istatistiksel bir fark olduğu görülmüştür.

FD'ye göre yapılan değerlendirmede istatistiksel olarak AT öncesi ve sonrası şahıs parselleri arasında fark önemli iken, mera ve hazine parselleri arasında fark bulunmamıştır. Şahıs parsellerinde AT öncesi maksimum değer 1.9487 iken AT sonrası maksimum değer 1.6686 olarak gerçekleşmiştir. Kutu grafiğinde de görüldüğü gibi AT sonrası uç değerlerin önemli ölçüde azaldığı görülmektedir. Sınır değerler yönünden tüm parsellerde AT öncesi duruma göre değerlerin %95'nin 1'e daha fazla yaklaştığı görülmektedir.

FORM göstergesine göre değerlendirmelerde istatistiksel olarak mera ve hazine parsellerinde AT öncesi ve sonrası durumda fark önemli iken, hazine ve mera parsellerinde fark bulunmamıştır. FORM sınır değerleri 0 ile 1 arasında olması durumunda parsel şekillerinin düzgün geometrik şekillere sahip olacağı öngörülmektedir. AT öncesi şahıs parsellerinde minimum değer 0.0166 iken, AT sonrası minimum değer -0.7002 olarak gerçekleşmiştir. Şekil faktörü kutu grafiği incelendiğinde AT öncesi uç ve aykırı değerlerin olmasına karşın, AT sonrası bu durum ile karşılaşılmamıştır.

SqP göstergesine göre AT öncesi ve sonrası mera ve hazine arazilerinde istatistiksel fark bulunmaz iken, şahıs parsellerinde fark önemli bulunmuştur. SqP göstergesinde sınır değerler -0.125-1 arasında değişmektedir. AT öncesi SqP değeri bazı hazine parsellerinde (minimum -0.0175) ve şahıs parsellerinde (minimum -0.0155) olarak gerçekleşmiştir. SqP kutu grafiğinin incelendiğinde AT öncesi var olan uç ve aykırı değerlerin AT sonrası oldukça azaldığı açık bir biçimde görülmektedir.

AT öncesi ve sonrası veriler üzerinde yapılan istatistiksel analizler sonucunda SI, FD, FORM ve SqP değerleri arasındaki özellikle şahıs parsellerinde ilişki önemli olduğu anlaşılmıştır. Sonuçta AT öncesi ve sonrası hesaplanan değerler istenilen sınır değerlerine yaklaşmıştır. Araştırmada indeks değerleri incelendiğinde farklı indeks değerlerinin benzer şekillerde ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Fakat AT sonrası indeks değerlerindeki bu düşüşün AT projelerinde şekil değerlendirme amaçlı kullanılabilmesi yargısına varılabilir.

Arazi toplulaştırma sonrasında elde edilen indeks değerleri sınır değerler içinde kalmış yani daha düzgün şekiller oluşmuştur. Araştırmada farklı şekillerin aynı indeks değerleri alabileceği tespit edilmiştir. Ancak arazi toplulaştırma öncesinde şekilsiz parseller azalmış arazi toplulaştırma sonrasında tarımın daha uygun yapılabileceği dikdörtgen şekiller artmıştır. Aynı zamanda indeks değerlerinin optimuma yaklaştığı görülmüştür. Ancak hesaplamalarda şekilsiz bazı parsellerin sınır değerler içinde olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle her parselde SI, FD ve FORM göstergelerinin şekil analizinde başarılı bir sonuç vermediği görülmüştür. SqP göstergesi kare şekline benzer parsellerde optimum değere yaklaştığı görülmüştür. Ancak tarım arazileri 1/7 oranına kadar dikdörtgen şeklinde planlanabildiği için bu tip parsellerde SqP değerleri parselleri tanımlamakta başarısız olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak AT öncesi ve sonrası parsel şekilleri üzerinde yapılan bu araştırmada hisselik durumu, parsellerin geometrik şekilleri ve şekil analizleri sonucunda AT uygulamasının tarımsal mekanizasyon ve çiftçi refahı yönünden oldukça önemli başarılı bir biçimde uygulandığı görülmektedir. Çiftçilerin tarımsal yayım ve eğitim yönünden desteklenmesi gerektiği görülmektedir. Parsel sayılarındaki azalma ve şekillerinin düzeltilmesi çok önemli bir kazanç olarak görülmelidir.



TEŞEKKÜR

2016/3-32YLS nolu proje KSÜ BAP birimi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim 2017. Arazi Toplulaştırması. <http://ankara.tarim.gov.tr/Belgeler/liftet/arazitoplulastirmasi.pdf> Son erişim: 18.12.2017
- Arslan F, Değirmenci H, Tonçer R, Yoğun E 2017. Niğde Misli Ovası Tırhan Köyü Arazi Toplulaştırma Projesinin Değerlendirilmesi. 2. Biyosistem Mühendisliği Kongresi, Tokat.
- Arslan H, Tunca, E. 2013. Arazi Toplulaştırmasının Sulama Projelerinin Performansı Üzerine Etkileri. *Anadolu Tarım Bilim. Dergisi*, 2013,28(3):126-133.
- Aslan T, Gundogdu K, Arici I 2007. Some Metric Indices for the Assessment of Land Consolidation Projects. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(9), 1390-1397.
- Boyacıoğlu R 1975. Arazi Toplulaştırılması Yapılan Erzincan Güllüce Köyündeki Tarımsal İşletmelerin Ekonomik Analizi. *Topraksu Teknik Dergisi*, Sayı:57, Ankara, 131s.
- Boztoprak, T, Demir O, Çoruhlu YE, Nişancı R 2015. Arazi Toplulaştırmasının Tarımsal İşletmelere Etkilerinin Araştırılması. *Selcuk University Journal of Engineering, Science And Technology*, 3(3), 1-11.
- Çelebi M 2010. Toplulaştırmanın Karaman İlinde Sulama ve Diğer Tarımsal Faaliyetlerin Verimliliği Üzerinde Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(2), 1-6.
- Demetriou D 2013. The Development of an Integrated Planning and Decision Support System (Ipdss) for Land Consolidation. *Springer Science & Business Media*.
- Frohn RC 2006. The Use of Landscape Pattern Metrics in Remote Sensing Image Classification, *International Journal of Remote Sensing*, 27(10), pp. 2025-2032.
- Gonzalez XP, Alvarez CJ, Crecente R 2004. Evaluation of Land Distributions with Joint Regard to Plot Size and Shape. *Agricultural Systems*, 82(1), 31-43.
- Jiao L, Liu Y 2012. Analyzing the shape characteristics of land use classes in remote sensing imagery. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, I-7, 135-140.
- Kara M 1984. Sulama Şebekelerinde Sulama Oranı-Arazi Parçalanması Şebeke Yoğunluğu İlişkileri ve Türkiye'deki Durum Üzerine Bir Araştırma. *Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta*, 45s
- Lewis HG, Cote S, Tatnall ARL 1997. Determination of spatial and temporal characteristics as an aid to neural network cloud classification. *International Journal of Remote Sensing*, 18, pp. 899-915.
- Libecap G, Lueck D 2009. The Demarcation of Land and the Role of Coordinating Institutions. *Cambridge, Ma, National Bureau Of Economic Research Working Paper No. 14942*.
- Mcgarigal K, Marks B 1995. FRAGSTAT: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure.
- Patton DR 1975. A Diversity Index for Quantifying Habitat "Edge". *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)*, 3(4), 171-173.
- Russ JC 2002. *The Image Processing Handbook*, fourth ed. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Sönmez yıldız E 2012. Eskişehir Beyazaltın Köyü Arazi Toplulaştırma Alanında Sulama Performansının Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara*.
- Yoğunlu A 2013. Arazi Toplulaştırma Faaliyetleri. *Trb1 Bölgesi (Bingöl, Elazığ, Malatya, Tunceli), Fırat Kalkınma Ajansı. Erişim Tarihi: 2013*.

Pamukta Farklı Sulama Seviyelerinin Yaprak Su Potansiyeli ve Klorofil Değerine Etkisi

Mine YAZDIÇ¹ , Hasan DEĞİRMENÇİ² 

¹ DSİ 12. Bölge Müdürlüğü 123. İşletme Bakım Şube Müdürlüğü, Yozgat, ² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş
✉ : degirmenci@ksu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma, 2016 yılında Kahramanmaraş İli Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Araştırma Enstitüsü deneme alanında yürütülmüştür. Araştırma pamuk bitkisinde yaprak su potansiyeli ve klorofil değerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Deneme farklı sulama seviyelerinde (S₁₀₀, S₇₅, S₅₀, S₀) 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışma sonucuna göre S₁₀₀, S₇₅, S₅₀ ve S₀ deneme konularına sırasıyla 887, 654, 533 ve 0 mm sulama suyu uygulanmıştır. Sulama konularına göre kütlü pamuk verimleri sırasıyla 481, 406, 213 ve 106 kg da⁻¹dir. Yaprak su potansiyeli sulama konularına göre sulama öncesi alınan ölçümler, S₁₀₀: -23.4 ile -26.91 bar, S₇₅: -22.74 ile -26.1 bar, S₅₀: -26.6 ile -31.08 bar ve sulamasız koşul S₀'da -33.08 ile -41.24 bar olarak ölçülmüştür. Sulama sonrasında sulama konularına (S₁₀₀, S₇₅, S₅₀, S₀) göre yaprak su potansiyeli değişimleri S₁₀₀ -19.32 ile -24.6 bar; S₇₅ -19.6 ile -22.12 bar; S₅₀ -24.65 ile 29.12 bar; S₀ -30.9 ile -33.08 bar arasında ölçülmüştür. Sulama öncesi klorofil ölçüm değerleri sulama konularına göre S₁₀₀ 31.8-43.5; S₇₅ 35.4-41.6; S₅₀ 40-47; S₀ 45.5-53.1 arasında ölçülmüştür. Sulama sonrası klorofil değerleri ise S₁₀₀ 35.2-43.9; S₇₅ 36.1-41; S₅₀ 40.6-44.3; S₀ 48.2-51.2 arasında ölçülmüştür. Sulama konuları dikkate alındığında yaprak su potansiyeli ve klorofil değerinin su stresini belirlemede ve sulama programlanmasında kullanılabileceği söylenebilir.

DOI:10.18016/ksudobil.369337

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 21.12.2017
Kabul tarihi : 05.03.2018

Anahtar Kelimeler

Pamuk,
Yaprak su potansiyeli,
Klorofil değeri,
Kısıntılı sulama

Araştırma Makalesi

Effect on Leaf Water Potential and Chlorophyll Value of Different Irrigation Levels in Cotton

ABSTRACT

This study was carried out during the cotton growing season in Kahramanmaraş Province at Eastern Mediterranean Crossing Belt Research Institute trial site in 2016. This research was conducted to determine leaf water potential and chlorophyll value in cotton: Different irrigation levels (S₁₀₀, S₇₅, S₅₀, S₀) was applied with three replications. In current study 887, 654, 533 and 0 mm irrigation water was given to test subjects of S₁₀₀, S₇₅, S₅₀ and S₀, respectively. According to test subjects in turn, mean seed cotton yield was 481, 406, 213 and 106 kg da⁻¹; leaf water potential ranged between -19.32 and -24.60 bar in S₁₀₀, -19.60 and -22.12 bar in S₇₅, -24.65 and 29.12 bar in S₅₀, -30.90 and -33.08 bar in S₀. Leaf chlorophyll value prior to irrigation was measured as 31.80-43.50 in S₁₀₀, 35.40-41.60 in S₇₅, 40.60-43.30 in S₅₀, 48.20-51.20 in S₀. Consequently, leaf water potential and chlorophyll content can be used to determine water stress and use for irrigation scheduling.

Article History

Received : 21.12.2017
Accepted : 05.03.2018

Keywords

Cotton,
Leaf water potential,
Chlorophyll value,
Deficit irrigation

Research Article

To Cite : Yazdıç M, Değirmenci H 2018. Pamukta Farklı Sulama Seviyelerinin Yaprak Su Potansiyeli ve Klorofil Değerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(4):511-519, 2018. DOI:10.18016/ksudobil.369337

GİRİŞ

Yaprak su potansiyeli, bitkinin içsel durumunu tanımlayan ve kolaylıkla ölçülebilen bir parametredir. Son yıllarda teknolojiye paralel olarak,

yüksek gelir sağlayan ürünlerin sulama programlanmasında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntem, suyu daha randımanlı ve yüksek üniformite ile uygulayabilen mikro-sulama

(damla, mini-sprink gibi) yöntemleri ile birlikte kullanıldığında sulama suyundan önemli düzeyde tasarruf sağlanmakta ve su kullanım randımanı da en üst düzeye çıkmaktadır. (Çolak ve Yazar, 2012). Pamuk bitkisi yaprak su potansiyelinin belirlenmesine yönelik farklı ülke ve bölgelerde çeşitli araştırmacılar çalışmalar yapmışlardır. Wanjura ve Upchurch (2002) mısır ve pamuk bitkisi üzerine yapmış oldukları bir çalışmada yaprak su potansiyeli her iki bitki için sulamanın azalması ile düşüşler göstermiştir. Bu da yaprak su potansiyelinin sulama konusunda değişime duyarlı olduğunu göstermiştir. Pamuk sulama zaman planlamasında, yaprak su potansiyeli -17.8 bar değerinin kullanılabilceğini belirlemiştir. Argyrokastritis ve ark. (2015) Akdeniz koşullarında yaptıkları pamuk denemesinde yaprak su potansiyelini 2006 yılında -2.18 ile -2.31 MPa arasında, 2007 yılında ise -2.22 ile -2.41MPa arasında belirlemiştir.

Bitkilerin gelişebilmesi için fotosentez yapmaları gerekmektedir. Pamuk bitkisinde kalite ve verim için fotosentez kaçınılmaz bir olaydır. Yüksek klorofil içeriğine sahip genotiplerden daha yüksek ürün verimi elde edilir. Bu amaçla pamuk bitkisinde klorofil içeriğine bitki verimi ve kalite parametrelerini nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla klorofil içeriği ölçülmektedir. Pamuk bitkisi bir çok bitkide olduğu gibi yapraklarında, fotosentez işlemi sırasında ışık enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürebilmek için klorofil pigmentlerine ihtiyaç duymaktadır (Judith ve Kenji, 1990). Yaprak klorofil içeriğini belirlemede kullanılan geleneksel yöntemler zaman alıcı ve zahmetli olduğu için klorofilmetre (SPAD) cihazı gibi yapraktaki nisbi klorofil içeriğini hızlı ve kolay bir biçimde ölçebilen cihazlar kullanılmaktadır (Li ve ark., 2014). İkinci ve ark. (2008) yaprak klorofil değerinin yaprak şekline bağlı olmadan daha çok genetik yapısına bağlı olarak değişim gösterdiğini

belirlemiştir. Burke ve Mahony (2001) 25^o C 'nin altında ve 30^o C 'nin üzerindeki sıcaklıklarda klorofil birikiminin önemli seviyede azaldığını belirlemiştir. Karademir ve ark. (2009) 20 farklı pamuk genotipinde kuraklık stresi koşullarında klorofil içeriğinin verim üzerine önemli etkisinin olduğunu ve klorofil değerini ise 30.20-42.93 arasında belirlemiştir. Patil ve ark. (2011) azalan sulama suyu miktarı ile pamuk yapraklarında klorofil içeriğinin önemli derecede arttığını belirlemiştir. Güreli ve Mert (2016) Diyarbakır koşullarında pamuk genotiplerinin klorofil değerini 2013 yılında 47.0, 2014 yılında ise 49.0 olarak bulmuşlardır.

Bu çalışmanın amacı, farklı sulama seviyelerinde pamuk bitkisinde sulama öncesi ve sonrası yaprak su potansiyeli ve klorofil değerinin zaman boyutunda değişiminin belirlenmesi ve sulama zamanının belirlenmesinde yaprak su potansiyeli (YSP) değerlerinden yararlanma olanaklarının araştırılmasıdır.

MATERYAL ve METOT

Araştırma Kahramanmaraş Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünde (DAGTEM) yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü deneme alanındaki toprağın tarla kapasitesi %26.34-%23.07 ve solma noktası %13.22-%14.81 arasında değişmektedir. Bu verilere göre 90 cm profil derinliğindeki kullanılabilir su miktarı 126.0 mm olarak hesaplanmıştır. Katmanlara göre hacim ağırlığı 1.43-1.46 g cm⁻³ arasında bulunmuştur. Deneme alanı toprakları 0-30 cm ve 30-60 cm katmanları arasında killi-tın ve 60-90 cm katmanında ise kumlu-killi tın olduğu belirlenmiştir. Denemenin yürütüldüğü bölge tipik Akdeniz iklimi olup kışları ılık ve yağışlı, yazlar sıcak ve kuraktır. Denemenin yapıldığı bölgede pamuğun vejetasyon dönemine ait 2016 yılı iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanında 2016 yılı ortalama iklim verileri

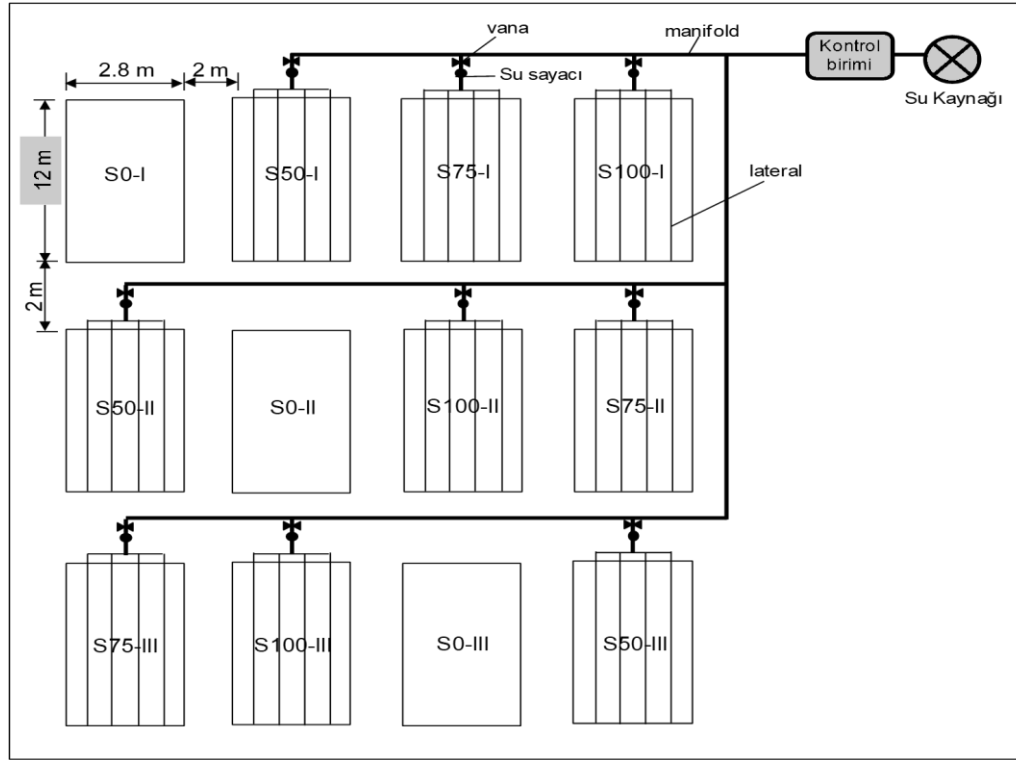
Aylar	Max. sıcaklık (°C)	Min. sıcaklık (°C)	Ort. sıcaklık (°C)	Toplam yağış (mm)	Oransal nem (%)	Rüzgâr hızı (m s ⁻¹)
Nisan	30.8	8.6	18.8	17.6	41.2	1.32
Mayıs	35.5	9.7	21.8	18.7	47.9	1.70
Haziran	41.3	14	26.8	17.9	40.3	1.92
Temmuz	42	19.8	29.7	1.0	36.5	2.1
Ağustos	42.8	21.4	30.7	1.0	40.9	1.86
Eylül	38.7	11.3	24.9	23.7	39.2	1.68
Ekim	32.5	9.2	19.3	10.7	38.9	1.05

Denemede kullanılan sulama suyu sınıfı C₂S₁ olup sulamaya uygundur. Çalışmada bölgenin standart çeşitlerinden olan Stoneville 468 (*Gossypium hirsutum* L.) pamuk çeşidi kullanılmıştır. Sulama uygulamalarında verilecek sulama suyu miktarı Class A pan buharlaşma kabından sulama aralığına bağlı

olarak buharlaşan yığışlı su miktarları dikkate alınarak belirlenmiştir. Çalışma 4 sulama konusu (S₁₀₀, S₇₅, S₅₀, S₀) ve 3 tekerrür olmak üzere tesadüf parseller deneme desenine göre planlanmıştır. Konulu sulamalara geçmeden önce S₀ konusu hariç diğer tüm konulara 207 mm su verilmiştir. Konulu sulamalara 28 Haziran 2016 tarihinde başlanılmıştır. Deneme sezonu

boyunca 12 sulama uygulanmıştır. S_{100} konusu, 0-90 cm kök bölgesindeki kullanılabilir nemin tüketilen kısmın tamamının; S_{75} konusu, S_{100} 'e uygulanan suyun % 75'inin; S_{50} konusu, S_{100} 'e uygulanan suyun % 50'inin;

S_0 konusuna ise, bir kez can suyu uygulanmış ve gelişme dönemi boyunca sulama yapılmamıştır (Şekil 1.)



Şekil 1. Sulama konularının tesadüf blokları deneme desenine göre dağılımı

Pamuk bitkisinin 23 Nisan'da ekimi yapılmış 29 Eylül ve 29 Ekim tarihlerinde de birinci ve ikinci hasatları yapılmıştır. Bitkinin ekimi sıra arası 70 cm, sıra üzeri 20 cm olacak şekilde mibzerle yapılmıştır. Denemenin sulanmasında damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Damla sulama borularının çapı 16 mm, damlatıcı aralıkları 40 cm, damlatıcı debisi 4 L h^{-1} ve damlatıcı tipi içten geçik (in-line) olarak seçilmiştir. Tohum ekimi öncesi dekara saf olarak 6 kg N, 6 kg P_2O_5 ve 6 kg K_2O 15-15-15 gübresi uygulanmıştır. Ayrıca dekara 3 kg taraklanma döneminde ve 3 kg çiçeklenme döneminde olmak üzere toplam 6 kg saf azot sulama suyuyla birlikte verilmiştir. Pamuk kozalarının %10'u açılınca sulama işlemine son verilmiştir.

Yaprak Su Potansiyeli Ölçümü

Farklı sulama seviyelerinde pamuk bitkisinin dijital yaprak su potansiyeli cihazı (basınç odacığı aleti) ile ölçülmüştür (Baştuğ ve Kanber, 1989). Ölçümler, sulama konularına (S_{100} , S_{75} , S_{50} , S_0) göre sulamalardan önce ve sonra olmak üzere 12:00-13:00 saatleri arasında yapılmıştır. Ölçümlerde, pamuk bitkisinin en üstte ve güneşe bakan 3 yaprakta ölçüm yapılmıştır. Buna göre alınan verilerin ortalaması ile yaprak su potansiyeli değeri belirlenmiştir. Yaprak su potansiyeli ölçümü için yapraklar bitki gövdesinden kesilmiş, yaprak sapının ucu dışarı çıkacak şekilde

cihazın basınç odacığına koyulmuştur. Yaprak ayası üzerine basınç uygulanarak sapın dışarıda kalan ucunda su damlası çıkıncaya dek basınç artırılmıştır. Yaprak sapı ucunda su kabarcığı belirdiği andaki değer yaprak su potansiyeli değeri olarak kaydedilmiştir (Hisio, 1993).

Klorofil Değeri

Klorofil ölçümleri bitki yetiştirme periyodu boyunca sulama öncesi ve sonrası olmak üzere tüm konularda referans belirlenen bitki ve yapraklarda taşınabilir klorofilmetre (Minolta SPAD-502) cihazıyla yapılmıştır (Fischer, 2001). Ölçümler sulama konularına göre havanın bulutlu olmadığı günlerde ve güneş ışınlarının geliş açısının en az değiştiği saat 10:00 ile 14:00 arasında gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Denemede her bir özellik için elde edilen veriler tesadüf parselleri deneme desenine göre analiz edilmiştir. Ortalamaların karşılaştırılmasında SPSS istatistik paket programı kullanılmış ve Duncan testi uygulanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu Miktarı

Araştırmada sulama konularına göre 2016 yılında verilen sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimleri Çizelge 2’de verilmiştir. Çalışmada S₁₀₀ konusuna toplam 887 mm, S₇₅ konusuna toplam 654 mm ve S₅₀ konusuna toplam 533 mm sulama suyu uygulanmıştır. S₀ (sulamasız) konuya sulama suyu uygulaması yapılmamıştır. En yüksek bitki su tüketimi topraktaki

eksik nemin tam olarak karşılandığı S₁₀₀ konusundan elde edilirken en düşük bitki su tüketimi ise %0 kısıntı yapılan konudan elde edilmiştir. Sulama konularına (S₁₀₀, S₇₅, S₅₀, S₀) göre mevsimlik su tüketimleri sırasıyla 1019, 801, 707 ve 151 mm olarak bulunmuştur.

Çizelge 2. Denemede uygulanan toplam sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi değerleri

Konular	Toplam sulama suyu miktarı (mm)	Toplam Yağış (mm)	Ekimdeki nem (mm)	Hasattaki nem (mm)	ΔS (mm)	ET (mm)
S ₁₀₀	887	88.4	204.1	160.5	43.6	1019
S ₇₅	654	88.4	204.1	145.3	58.9	801
S ₅₀	533	88.4	204.1	118.4	85.7	707
S ₀ (sulamasız)	0	88.4	204.1	141.5	62.7	151

Ertek ve Kanber (2001) pamuk denemesinde 322 - 472 mm sulama suyu uygulamışlar, mevsimlik su tüketimi miktarları ise 449-615 mm olarak tespit etmişlerdir. Maya (2007)’de yaptığı benzer pamuk denemesinde sulama konularını açık su yüzeyi buharlaşma kabında (class A pan) elde ettiği sonuçlara göre 493-163 mm sulama suyu uygulamış ve mevsimlik su tüketimini 675-358 mm olarak bulmuştur.

Yaprak Su Potansiyeli Ölçümleri

Yaprak su potansiyelinin ölçümü bitkinin sulama zamanını gösteren bir parametredir. Yaprak su potansiyeli (YSP) ölçümlerine ilk koza çatlamasından sonra yani 9. sulama yapılmadan önce başlanmış (8 Ağustos), konulu sulama bitince (25 Ağustos) son verilmiştir. Bu dönem içinde sulama öncesi ve sulama sonrası 4 defa tekrarlanmıştır. Sulama konularına göre sulama öncesi ve sonrası ölçülen yaprak su potansiyeli sonuçları Şekil 2 ve 3’de verilmiştir.

Sulama öncesinde sulama konularına (S₁₀₀, S₇₅, S₅₀, S₀) göre yaprak su potansiyeli değişimleri S₁₀₀ -23.4 ile -26.91 bar; S₇₅ -22.74 ile -26.1 bar; S₅₀ -26.6 ile -31.08 bar; S₀ -33.08 ile -41.24 bar arasında değişmektedir. Sulama öncesinde ölçülen değerlerde düşme eğilimi (daha büyük negatif sayılar) görülmüştür. Sulama sonrasında sulama konularına (S₁₀₀, S₇₅, S₅₀, S₀) göre yaprak su potansiyeli değişimleri S₁₀₀ -19.32 ile -24.6 bar; S₇₅ -19.6 ile -22.12 bar; S₅₀ -24.65 ile 29.12 bar; S₀ -30.9 ile -33.08 bar arasında değişmektedir. Sulama sonrası ölçülen değerlerin genel olarak yükseldiği (daha küçük negatif sayılar) görülmüştür.

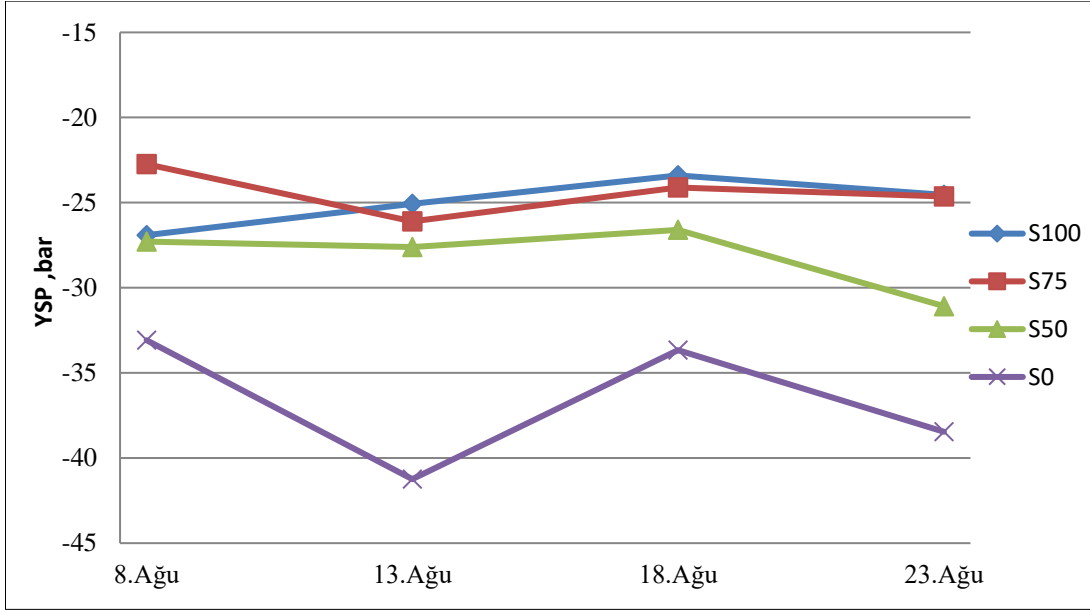
Maya (2007) yapmış olduğu pamuk denemesinde sulama öncesi YSP değerleri incelendiğinde genellikle tam sulamanın yapıldığı I1 (%100) konusunda -15.5

bar, I2 (%70)’de -16 ile-18 bar ve I3 (%50)’de ise -22 ile-23 bar’da sulama yapıldığını belirtmiştir. Bulunan değerler, pamukta sulama planlanmasında oluşturulacak su stres seviyelerine göre sulamaya başlamak için birer indeks noktası olarak kabul edilebileceğini belirtmiştir. Wanjura ve Upchurch (2002) bitki su stresine göre yapmış oldukları pamuk denemesinde yaprak su potansiyeli değerinde sulamanın azalması ile düşüşler görüldüğünü ve sulama konusunda değişime duyarlı olduğunu belirlemişlerdir.

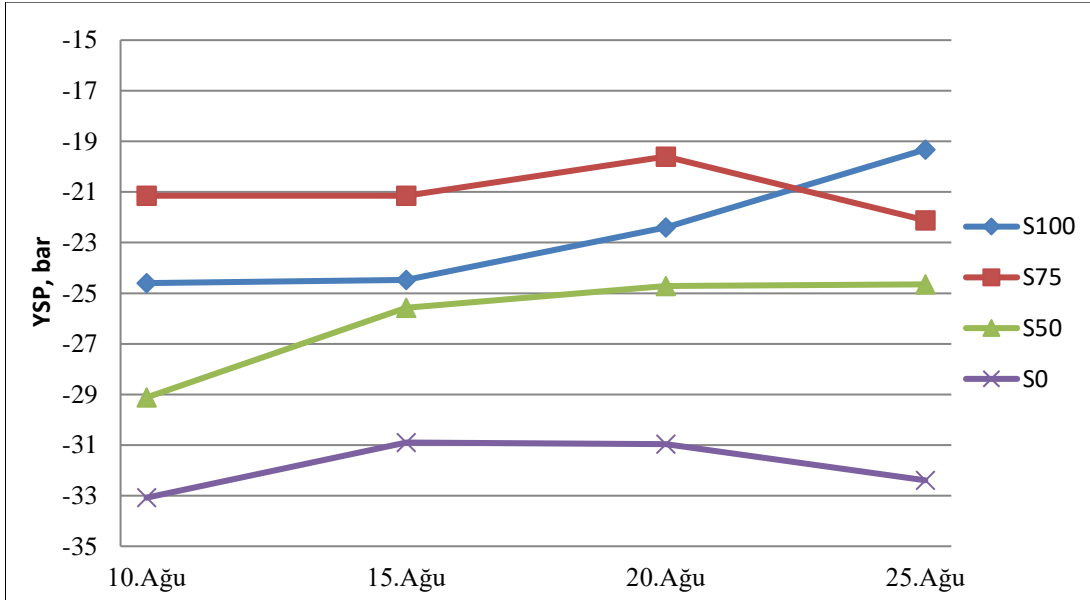
Yaprak Su Potansiyeli (YSP) - Bitki Su Tüketiminin (ET) İlişkisi

Sulama konularına göre (S₁₀₀, S₇₅, S₅₀, S₀) ortalama yaprak su potansiyeli ile bitki su tüketimi arasındaki Duncan gruplama ilişkisi Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelge 3’de görüldüğü gibi sulama öncesi ve sonrası yaprak su potansiyeli (YSP) ortalama değerlerinde negatif yönde en düşük S₇₅ konusunda iken en yüksek S₀ konusunda görülmüştür. Bitkiye ilişkin yaprak su potansiyeli (YSP) değeri ile bitki su tüketimi (ET) arasında ilişkiler zıt yönde çıkmıştır. Buna göre genel olarak yaprak su potansiyeli değerinde negatif yönde artış oldukça bitki su tüketim değerinde azalma olmuştur. Bunun nedeni topraktaki nem miktarından kaynaklanmaktadır.

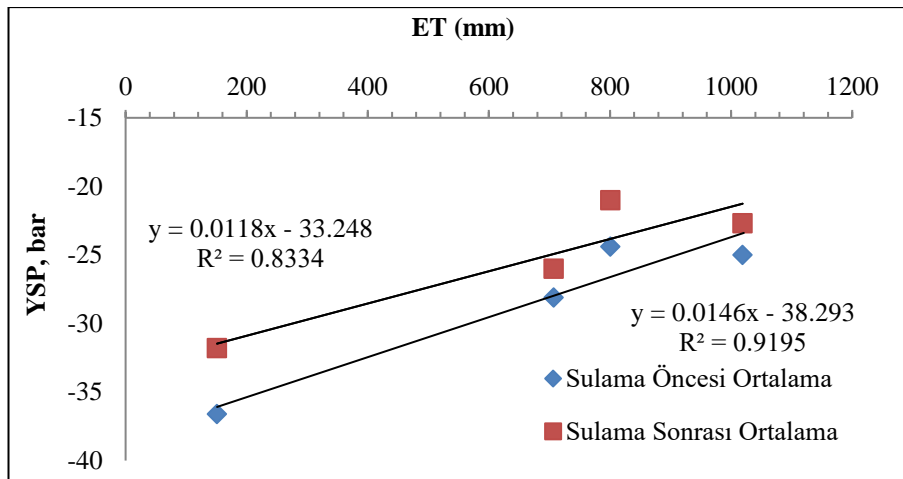
Sulama öncesi ve sonrası ortalama yaprak su potansiyeli ile bitki su tüketimi arasındaki ilişki Şekil 4’de verilmiştir. Sulama konularına göre yaprak su potansiyeli ile bitki su tüketimi arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Alınan değerlere ilişkin denklemler sulama öncesi $0.0146x - 38.293$ ($R^2 = 0.9195$), sulama sonrası $y = 0.0118x - 33.248$ ($R^2 = 0.8334$) bulunmuştur.



Şekil 2. Sulama öncesi yaprak su potansiyeli ölçümleri



Şekil 3. Sulama sonrası yaprak su potansiyeli ölçümleri



Şekil 4. Yaprak su potansiyeli - bitki su tüketim ilişkisi

Çizelge 3. Yaprak su potansiyeli bitki su tüketim Duncan gruplama ilişkisi

Sulama Konuları	ET (mm)	YSP Sulama Öncesi Ortalama (bar)	YSP Sulama Sonrası Ortalama (bar)
S ₁₀₀	1018.98	-25.0 b	-22.7 b
S ₇₅	800.77	-24.4 a	-21 a
S ₅₀	707.04	-28.1 c	-26 c
S ₀	151.06	-36.6 d	-31.8 d

Klorofil Değeri (SPAD)

Sulama konularına (S₁₀₀, S₇₅, S₅₀, S₀) göre çiçeklenme döneminden sonra sulama öncesi ve sonrası olmak üzere klorofil değerleri ölçülmüştür. Klorofil ölçümleri koza oluşumu olan 13 Temmuz 2016 ile son sulama dönemi olan 25 Ağustos 2016 tarihleri arasında yapılmıştır. Sulama öncesi ve sonrası ölçülen ortalama klorofil değerleri ve Duncan gruplandırması sonuçları Çizelge 4 ve 5'de verilmiştir.

Sulama öncesi klorofil değerleri Duncan testi sonuçlarına göre sulamalar arasında %5 önem düzeyinde istatistiksel farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir. En yüksek değer sulanmayan konuda S₀ elde edilirken en düşük S₇₅ konusunda olduğu görülmüştür. Sulama öncesi Duncan sınıflandırmasına göre klorofil değerleri yüksek çıkmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Sulama öncesi klorofil değerleri (SPAD-502)

Tarih	S ₀	S ₅₀	S ₇₅	S ₁₀₀	CV(%)	LSD
18-Tem	47.8 a	41.6 b	39.1 bc	36.1 c	5.28	3.47
23-Tem	48.3 a	40 b	35.4 b	38.7 b	8.45	5.49
28-Tem	46.5 a	42.9 ab	35.4 c	39.1 bc	6.19	4.06
02-Ağu	49.7 a	44.7 ab	38.3 c	40.7 bc	8.32	5.77
08-Ağu	49.8 a	43.9 b	39.4 c	41.4 bc	5.79	4.04
13-Ağu	47 a	47 a	41.2 a	43.5 a	8.69	6.21
18-Ağu	53.1 a	40.4 b	36.9 b	38.2 b	7.17	4.83
23-Ağu	46.9 a	42.1 a	41.6 a	43.1 a	11.9	7.77
Ortalama	46.9	43	38.3	40.7		

Çizelge 5. Sulama sonrası klorofil değerleri (SPAD-502)

Tarih	S ₀	S ₅₀	S ₇₅	S ₁₀₀	CV(%)	LSD
25-Tem	49.9 a	40.6 b	37.8 b	38.5 b	6.68	4.46
30-Tem	48.2 a	44.3 bc	39.5 bc	38.4 c	8.31	5.66
04-Ağu	47.8 a	42.6 bc	37.1 bc	40.4 c	6.54	4.39
10-Ağu	49.9 a	42.5 bc	37.6 bc	40.4 c	5.86	4
15-Ağu	51.2 a	41.7 b	41 b	43.9 b	9.11	6.48
20-Ağu	49.6 a	44.1 b	40.3 b	41.8 b	7.7	5.41
25-Ağu	50.1 a	42.6 b	38.9 bc	39.3 c	7.14	4.86
Ortalama	46.6	40.3	36.8	38.4		

Konulara göre sulama öncesi yapılan klorofil ölçüm değerlerinde topraktaki nemin azalmasından dolayı değerlerin yüksek çıktığı belirlenmiştir. S₁₀₀ konusunda 31.8-43.5; S₇₅ konusunda 35.4-41.6; S₅₀ konusunda 40-47; S₀ konusunda 45.5-53.1 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara göre konulara verilen su miktarı azalması ile birim yaprak alanındaki klorofil miktarında artış olmuştur.

Sulama sonrası klorofil değerleri Duncan sınıflandırmasına göre uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak azalmalar olmuştur (Çizelge 5). S₁₀₀ konusunda 35.2-43.9; S₇₅ konusunda 36.1-41; S₅₀ konusunda 40.6-44.3; S₀ konusunda 48.2-51.2 arasında değiştiği gözlemlendi. Sulama sonrası alınan

klorofil okumalarında sulama öncesine göre düşüşler görülmüştür. Bu sonuçlara göre sulama yapılması klorofil değerlerinde düşümler görülmesine neden olmuştur.

Bitki dokularının hızlı gelişmesi daha fazla su almasına neden olurken klorofil miktarında azalma olmaktadır (Kaçar ve ark., 2006). Dolayısıyla Çizelge 4 ve 5'de azalan sulama miktarı ile pamuk bitkisinin yapraktaki klorofil içeriklerinin önemli düzeyde arttığını S₁₀₀ (tam sulama) konusunda klorofil miktarın S₀ (sulamasız) konusuna göre az olduğu belirlenmiştir.

Ekinci ve ark. (2008) pamukta yaptıkları çalışmada yaprak klorofil değerinin 48.55-50.54 arasında

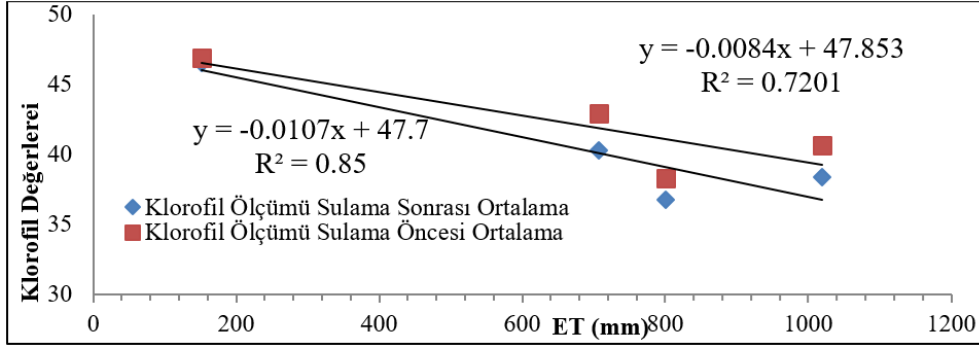
olduğunu, pamuk çeşitlerinde en yüksek ve en düşük değerlerin normal yapraklı çeşitlerde olduğunu söylemişlerdir.

Çakaloğulları (2015) Bornova koşullarında yaptığı bazı pamuk çeşitlerinin tarla koşullarında su kullanım etkinliği çalışmasında en yüksek ortalama SPAD değerlerini MAY P 06 (45.0) ve ST 468 (44.4), en düşük

SPAD değerini ise ARCOT 009 (41.7) çeşidinin elde etmiştir.

Klorofil Değeri (SPAD) - Bitki Su Tüketim (ET) İlişkisi

Denemede sulama konularına göre ortalama klorofil değeri (Duncan gruplama) ve bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler Çizelge 6 ve Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Klorofil değeri-bitki su tüketim ilişkisi

Çizelge 6. Klorofil değeri-bitki su tüketim Duncan gruplama ilişkisi

Sulama Konuları	ET (mm)	Klorofil Değeri (SPAD) Sulama Öncesi Ortalama	Klorofil Değeri (SPAD) Sulama Sonrası Ortalama
S ₁₀₀	1018.98	40.7 c	38.4 c
S ₇₅	800.77	38.3 d	36.8 d
S ₅₀	707.04	43 b	40.3 b
S ₀	151.06	46.9 a	46.6 a

Deneme konuları ele alındığında yaprak su potansiyeli ile bitki su tüketimi arasında doğrusal ilişkiler belirlenmiştir. Alınan değerlere ilişkin denklemler sulama öncesi $-0.0084x+47.853$ ($R^2 = 0.7201$), sulama sonrası $y = -0.0107x+47.7$ ($R^2 = 0.85$) bulunmuştur.

Çizelge 6'da görüldüğü gibi sulama öncesi ve sonrası klorofil değerleri ortalama en yüksek değer S₀ konusunda görülürken en düşük S₇₅ konusunda görülmüştür. Bitkide su tüketimi arttığında klorofil değerinde genel olarak azalma görülmüştür. Buna göre bitkinin su stresine girmesi klorofil değerinde artış olmasına neden olmaktadır.

Klorofil Değeri (SPAD) - Yaprak Su Potansiyeli (YSP) İlişkisi

Denemede sulama konularına göre ortalama klorofil değeri ve yaprak su potansiyeli (YSP) (Duncan

gruplama) arasındaki ilişkiler Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7'de görüldüğü gibi ortalama klorofil ve yaprak su potansiyeli ölçümleri sulama konularına göre farklılıklar göstermektedir. Alınan ortalama değerlerinde hem sulama öncesi hem de sulama sonrası klorofilin pozitif yönde ve yaprak su potansiyelinin negatif yönde en düşük S₇₅ konusundayken en yüksek S₀ konusunda görülmüştür. Sulamaya göre klorofil ve yaprak su potansiyeli zıt yönde çıkmıştır. Sulama miktarı azaldıkça klorofil değerinin pozitif yönde yükseldiğini ve yaprak su potansiyelinde negatif yönde artışı görülmüştür. Bu sonuçlara göre yaprak su potansiyelinin ve klorofil değerinin su stresinde ayırt etmede ve sulama programında kullanılabileceği söylenebilir.

Çizelge 7. Klorofil değeri - yaprak su potansiyeli Duncan gruplama ilişkisi

Sulama Konuları	Klorofil Değeri (SPAD) Sulama Öncesi Ortalama	Klorofil Değeri (SPAD) Sulama Sonrası Ortalama	YSP Sulama Öncesi Ortalama	YSP Sulama Sonrası Ortalama
S ₁₀₀	40.7 c	38.4 c	-25 b	-22.7 b
S ₇₅	38.3 d	36.8 d	-24.4 a	-21 a
S ₅₀	43 b	40.3 b	-28.1 c	-26 c
S ₀	46.9 a	46.6 a	-36.6 d	-31.8 d

SONUÇ

Çalışma, 2016 yılında Kahramanmaraş ili Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Araştırma Enstitüsü deneme alanında yürütülmüştür. Bu çalışmada, Kahramanmaraş koşullarında Stoneville 468 pamuk bitkisinin farklı sulama seviyelerinde yaprak su potansiyeli ve klorofil değerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Araştırmada, damla sulama yöntemi ile tam sulama (S₁₀₀), S₁₀₀'de verilen suyun %25 eksiği kadar sulama suyu uygulaması S₇₅, S₁₀₀'de verilen suyun %50 eksiği kadar sulama suyu uygulaması S₅₀ ve sulamasız S₀ olmak üzere 4 farklı sulama uygulaması 3 tekrerrür altında gerçekleştirilmiştir. Büyüme mevsimi boyunca konulara verilen su miktarları S₁₀₀ konusunda 887 mm, S₇₅ konusunda 654 mm ve S₅₀ konusunda 533 mm sulama suyu uygulanmıştır. S₀(sulamasız) kısma yağışlar haricinde sulama suyu verilmedi. Çalışmada pamuk bitkisinin mevsimlik su tüketimi S₁₀₀ konusunda 1019 mm, S₇₅ konusunda 801 mm, S₅₀ konusunda 707 mm ve S₀ konusunda 151 mm olarak hesaplanmıştır.

Yaprak su potansiyeli sulama konulara göre sulama öncesi ve sonrası alınan değerlere gün ortası ölçülmüştür. Sulama öncesi ve sonrası alınan değerlere göre negatif yönde en yüksek değer S₀ konusunda, negatif yönde en düşük değer S₁₀₀ konusunda belirlenmiştir. Sonuç olarak, ölçümler tam sulamada (S₁₀₀) -23.4 ile -26.91 bar, S₁₀₀'de verilen suyun %25 eksiği kadar sulama suyu uygulaması S₇₅'de -22.74 ile -26.1 bar, S₁₀₀'de verilen suyun %50 eksiği kadar sulama suyu uygulaması S₅₀'de -26.6 ile -31.08 bar ve sulamasız koşul S₀'da -33.08 ile -41.24 bara ulaştığında sulamaların yapılabileceği anlaşılmıştır. Yaprak su potansiyelinin bitki su tüketimine göre ise zıt yönlü çıkmıştır. Bitki su tüketim değeri azaldıkça yaprak su potansiyeli değerinde negatif yönde artmaya başlamıştır. Alınan sonuçlara göre sulamalar yaprak su potansiyeli (YSP) değerlerine göre planlanabileceği anlaşılmıştır.

Yaprak klorofil içeriği S₁₀₀ (Tam sulama), S₇₅, S₅₀ ve S₀ (sulamasız) konularda sulama öncesi ve sonrası SPAD değerleri alınmıştır. Sulama öncesi alınan değerler sulama sonrası alınan değerlerden yüksek çıkmıştır. Sonuç olarak, sulama öncesi klorofil içeriğinin ortalama (SPAD) 46.9–38.3 arasında olduğu zaman sulamanın yapılacağı anlaşılmıştır. Pamuğu su stresine girmesi klorofil değerinde artış olmasına neden olmuştur. Klorofil değerlerinin su stresini ayırt etmede kullanılabileceği görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma bir yüksek lisans çalışmasının sonuçlarını içermektedir. Araştırma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Verdikleri destek

için KSÜ BAP birimine ve Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Araştırma Enstitüsüne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Argyrokastritis IG, Papastylianoub PT, Alexandrisa S 2015. Leaf Water Potential and Crop Water Stress Index Variation for full and Deficit Irrigated Cotton in Mediterranean Conditions. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 4 : 463 – 470.
- Baştuğ R, Kanber, R 1989. Sulama Programının Geliştirilmesinde Bitkilerin İçsel Su Durumlarını Belirleyen yöntemlerden Yararlanma Olanakları. *Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1): 17-30
- Burke JJ, Mahony JO 2001. Protective Role in Acquired Thermotolerance of Developmentally Regulated Heat Shock Proteins in Cotton Seeds. *The Journal of Cotton Sci.* 5:174-183.
- Çakaloğulları U 2015. Bazı Pamuk Çeşitlerinin Tarla Koşullarında Su Kullanım Etkinliklerinin Belirlenmesi ve İlişkisi Fizyolojik Parametrelerin İncelenmesi. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 47 sayfa, Bornova-İzmir.
- Çolak YB, Yazar A 2012. Akdeniz Bölgesi Flame Seedless ve Italia Sofralık Üzüm Çeşitlerinde Yaprak Su Potansiyeline Sulama Programlarının Geliştirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 28(4) : 163-173.
- Ekinci R, Gencer O, Başbağ S 2008. Okra ve Normal Yapraklı Pamuklarda (*Gossypium hirsutum* L.) Bazı Fizyo-Morfolojik Oluşumların Verim ile Olan İlişkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi* 2008, 14 (3) 217-221.
- Ertek A, Kanber R 2001. Damla Sulama Yöntemiyle Uygulanan Farklı Sulama Programlarının Bitki Gelişmesine Etkisi. *Turk J Agric For*, 25 : 415-425.
- Fischer RA 2001. Selection Traits for Improving Yield Potential. *Application of Physiology in Wheat Breeding*, Chapt-13, p.148-159.
- Gürel R, Mert M 2016. Bazı Pamuk Genotiplerinin, Diyarbakır Koşullarında, Erkencilik, Verimlilik ve Lif Teknolojik Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1):1-11.
- Hisio TC 1993. *Plant Atmosphere Interactions, Evapotranspiration and Irrigation Scheduling Course I.C.M.A.S. Bari, Italy*, 148s.
- Judith GC, Kenji O 1990. Chlorophyll a Fluorescence and Carbon Assimilation in Developing Leaves of Light-Grown Cucumber, *Plant Physiol*, 93: 1078-1082.
- Kaçar B, Katkat AV, Öztürk Ş 2006. *Bitki Fizyolojisi*. Nobel Yayınları, 2. Baskı, Ankara, 563s.
- Karademir Ç, Karademir E, Ekinci R, Genç O 2009. Correlations and Pathco Efficient Analysis Between Leaf Chlorophyll Content, Yield and Yield Components in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

- Under Drought Stress Conditions , *Agrobotanici Cluj- Napoca*, 37 (2): 241-244.
- Li P, Dong H, Liu A, Liu J, Sun M, Wang G, Zhang S, Li Y, Mao S 2014. Diagnosis of Premature Senescence of Cotton Using SPAD Value, *Agricultural Sciences* (5), 992-999pp.
- Maya F 2007. Farklı Su ve Gübre Sistemlerinde Pamuk Bitkisinde Yaprak Su Potansiyelinin Değişimi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD, Yüksek Lisans Tezi, 44s, Adana.
- Patil MD, Biradar DP, Patil VC, Janagoudar BS 2011, Response of Cotton Genotypes to Drought Mitigation
- Wanjura DF, Upchurch DR 2002. Water Status Response of Corn and Cotton to Altered Irrigation. *Irrig. Sci.*, 21: 45-55.

Mn, Cd, Fe ve Mg Metallerinin *Saccharomyces cerevisiae* Mayasında Antioksidan Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi

Oğuz Ayhan KİREÇCİ 

Bitlis Eren Üniversitesi, Hizan Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, BİTLİS
✉ :kireccioguzayhan@gmail.com

ÖZET

Metal iyonları, kalıcı etkilerinden dolayı hem canlı sistemler hem de çevre sağlığı yönünden önem taşımakta olup, belirli bir sınırı aşınca da son derece toksik etki gösterirler. Özellikle ağır metaller bu konuda en riskli grubu oluşturur. Bu çalışmada *Saccharomyces cerevisiae*'da, mangan (Mn), kadmiyum (Cd), demir (Fe) ve magnezyumun (Mg) antioksidan enzimler üzerindeki etkisinin ortaya konması amaçlanmıştır. Deney materyali olan *S. cerevisiae* FMC16, YEDP besiyerinde çoğaltılmış ve geliştirilmiştir. Uygulama grupları için; Mn, Cd, Fe ve Mg metallerinin her biri son derişimi 100 mL'de 1 mg olacak şekilde kültür ortamına ilave edilmiş ve uygulama yapılan (deneysel grup) ve yapılmayan (kontrol grubu) mayalarda süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon S-transferaz (GST) ve glutatyon redüktaz (GSH-Rd) enzim aktiviteleri spektrofometrik yöntemlerle belirlenmiştir. Sonuç olarak; kontrol grubuna göre tüm deneysel gruplarda SOD aktivitesinin arttığı ve bu artışın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($p < 0.001$), ve özellikle Cd ile muamele edilen grupta SOD enzim aktitesi artışının daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. GST aktivitesinin uygulama yapılan tüm gruplarda kontrol grubuna göre arttığı ($p < 0.0001$) ve Fe ile muamele edilen mayalarda GST enzim aktivitesindeki artışın diğer gruplara oranla fazla olduğu, GSH-Rd aktivitesinin ise bütün metal uygulama gruplarında kontrole göre azaldığı ve bu azalmanın Cd grubunda oldukça belirgin olduğu saptanmıştır ($p < 0.0001$). Sonuçlar; *S. Cerevisiae*'da farklı metallerin antioksidan savunma sistemi üzerinde farklı etkilere sahip olduğunu göstermiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.359165

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 29.11.2017

Kabul tarihi : 12.02.2018

Anahtar Kelimeler

Ağır metaller,
S. cerevisiae,
glutatyon redüktaz (GSH-Rd),
glutatyon S-transferaz (GST),
süperoksit dismutaz (SOD)

Araştırma Makalesi

The Effects of Mn, Mg, Cd, Fe Metals on The Avttiviy of Antioxidant Enzymes in *Saccharomyces cerevisiae*

ABSTRACT

Metal ions, despite being important for both live systems and environmental health due to their permanent effects, and may become extremely toxic effect if they exceed a certain limit. Especially heavy metals are considered as the most risky group in this regard. In this study it is intended to reveal the effect of manganese (Mn), cadmium (Cd), iron (Fe) and magnesium (Mg) on antioxidant enzymes in *Saccharomyces cerevisiae*. *S. cerevisiae* FMC16, the strain used in this experiments, was proliferated and developed on YEDP medium. For application groups; Mn, Cd, Fe and Mg metals were separately added to the culture medium at the final concentration of 1 mg at 100 mL. Superoxide dismutase (SOD), glutathione S-transferase (GST) and glutathione reductase (GSH-Rd) enzyme activities were determined spectrophotometrically in the treated (experimental group) and non-treated (control group) yeasts. As a result; it was observed that SOD activity was increased and the increase was statistically significant ($p < 0.001$) in all experimental groups compared to the control group although rise of SOD enzyme activity was more prominent especially in the group treated with Cd. While the activity of GST was found to be higher in all treated groups

Article History

Geliş : 29.11.2017

Kabul : 12.02.2018

Keywords

Heavy metals,
S. cerevisiae,
glutathione reductase (GSH-Rd),
glutathione S-transferases (GST),
superoxide dismutase (SOD)

Research Article

compared to the control ($p < 0.0001$) and the increase in Fe-treated yeast was observed to be higher than in the other groups, the level of GSH-Rd decreased in all groups compared to the control, and it was especially prominent in the Cd group ($p < 0.0001$). The results showed that, different metals have different effects on the antioxidant defense system in *S. cerevisiae*.

To Cite : Kireççi OA 2018. Mn, Cd, Fe ve Mg Metallerinin *Saccharomyces cerevisiae* Mayasında Antioksidan Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(4): 500-510, 2018. DOI:10.18016/ksudobil.359165

GİRİŞ

Yüzyıllar boyunca insanlar çeşitli metalleri etkilerini bilmeden değişik amaçlar için kullanmışlardır. Metaller kimyasal olarak "elektrik iletken, metalik bir parlaklığa sahip, şekil verilebilen, katyonlar oluşturan ve bazik oksitler verme eğiliminde olan maddeler" olarak tanımlanmaktadır (Atkins ve Jones, 1997). "Ağır Metal" terimi tam olarak açıklığa kavuşmamış bir konudur. Ağır metali tanımlamak için kullanılan yoğunluk ile toksisite ve ekotoksisite gibi çeşitli fizikokimyasal kavramlar arasında bir ilişki bulunamamıştır. Farklı araştırmacılar ağır metal kavramı için farklı yoğunluk değerleri bildirmiştir (Nostrand, 1964; Grant ve Grant 1987; Parker, 1989; Lozet ve Mathieu, 1991; Morris, 1992; Streit, 1994; Thornton, 1995). Ağır metaller; düşük konsantrasyonlarda dahi toksik etki yapabilirler. Genellikle kontaminasyon ve potansiyel toksisite ya da ekotoksisite ile ilişkilendirilen metaller ya da yarı metaller olarak bilinirler. Ağır metallerin yaşamsal bakımdan etkili olanları belirli konsantrasyonu aştıklarında toksik etki gösterirken Hg, Cd ve Pb gibi yaşamsal olmayanları başlangıç konsantrasyonundan itibaren toksik etkilidirler (Jarup, 2003; Bliefert, 2004; Özbolat ve Tuli, 2016).

Çinko, bakır, demir, krom, selenyum ve mangan gibi elementlerin insan ve hayvanlarda hastalıkları önleme etkilerinin yanı sıra maya metabolizması üzerindeki etkileri de bilimsel çalışmalara konu olmaktadır (Guan-Zetic ve ark., 2001).

Canlı organizmalar metabolik fonksiyonları için moleküler oksijeni kullanmak zorundadırlar. Oksijen kullanımı bakımından canlılar sadece aerobik ve anaerobik olarak ayrılmazlar. Bunların yanında fakültatif (seçici) olarak adlandırılan canlı türleri de bulunur ki bu türler, çoğunlukla anaerobik bir yaşam sergilemelerine rağmen gereksinim duydukları zaman moleküler oksijeni de kullanabilirler. Bu türlere en iyi örnek ise *Saccharomyces cerevisiae* mayasıdır. *S. cerevisiae* normal şartlarda anaerobik bir canlıdır ancak aerobik şartlarda da hayatta kalabilmekte hatta çoğalabilmektedir.

Aerobik hücrelerde serbest radikallerin en önemlilerini moleküler oksijen ile onun radikal türevleri (süperoksit anyonu ve hidroksil radikalleri), peroksitler ve geçiş metalleri (Fe^{++} , Cu^{++}) kapsar.

Serbest radikallerin zararlı etkilerine karşı hücre veya organizmalar koruyucu mekanizmalara sahiptirler. Bu mekanizmalardan bir kısmı serbest radikal oluşumunu, bir kısmı ise oluşmuş serbest radikallerin zararlı etkilerini önler. Bu işlevleri yapan maddelerin tümüne birden genel olarak antioksidanlar denir (Bast ve ark., 1997). Aerobik organizmalar reaktif oksijen türlerinin sebep olduğu toksisiteye karşı hem kimyasal hem de enzimatik korunma sistemlerine sahiptir (Jeong ve ark., 2009; Ajila ve Prasada, 2008; Gülçin ve ark., 2004).

Mayalar; günümüzde biyoteknolojik, toksikolojik ve biyokimyasal çalışmalarda oldukça sık kullanılan organizmalar içerisinde yer almaktadır. Araştırmada materyali olan *S. cerevisiae*'nin metal biyosorpsiyonunda etkili olarak kullanıldığı bilinmektedir hatta elektrolit atıklarındaki metalleri bile uzaklaştırabilirler (Stoll ve Duncan, 1996; Dönmez ve Aksu, 1999). Ancak günümüze kadar yapılan araştırmalar ile ağır metallerin *S. cerevisiae* mayasının antioksidan enzim sistemi üzerine olan etkileri tam olarak ortaya konulamamıştır. Bu çalışmada; *S. cerevisiae*'nin gelişme ortamına ilave edilen Mg, Mn, Cd ve Fe metallerinin antioksidan enzimler üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Saccharomyces cerevisiae'nin Gelişme ve Uygulama Ortamının Hazırlanması

Deneyde kullanılan *S. cerevisiae* FMC16'nın gelişimi ve çoğalması için YEDP (100 mL için 1 g yeast ekstrakt, 2 g baktopepton, 2 g glukoz) besiyeri ortamı hazırlandı. Her grup için tekrar sayısı (n) 6 idi. Besiyeri ortamı hazırlandıktan sonra aşağıdaki gruplara ayrıldı;

Kontrol grubu: Bu gruptaki *S. cerevisiae* hücreleri için, 200 mL saf su içinde 2 g maya ekstraktı, 4 g baktopepton ve 4 g glukoz içeren besiyeri ortamı hazırlandı.

Metal Uygulama Grupları: Bu gruptaki *S. cerevisiae* hücreleri için, gelişme ortamını içeren besiyeri hazırlandıktan sonra Mg, Mn, Cd ve Fe metallerinin her birinden 2 mg 200 mL kültür ortamına ilave edildi. Aşılama işleminden sonra kültürlerize edilmiş hücreler 30 °C'de 72 saat inkübasyona bırakıldı. Bu sürenin sonunda kültür ortamlarının absorbansları 517

nm'de ölçüldü. İşlem sonunda hücreler 6000 rpm'de 5 dakika süreyle +4 °C'de santrifüj edilerek toplandı ve hücre pelletlerinin yaş ağırlığı belirlendi. Ardından biyokimyasal işlemler yapıldı.

Hücre pelletleri, 20 mM Tris HCl-baz (pH= 7.4) ve 20 mM EDTA karışımı ile homojenize edilip santrifüj edildikten sonra süpernatant kısmı ile antioksidan enzimlerin ölçümleri yapıldı.

Süperoksit Dismutaz (SOD) Enzim Aktivitesi Tayini

Stres altında oluşan süperoksit radikalleri nitroblue tetrazolium (NBT) ile reaksiyona girerek mavi renkli formazon oluşumuna neden olur. Ortamda süperoksit dismutaz varlığında formazon oluşumu inhibe edilir. Renk oluşumu ile enzim konsantrasyonu arasında ters orantı bulunmaktadır. Süperoksit dismutaz enziminin aktivitesinin belirlenmesinde Sairam ve ark., (2002) tarafından belirtilen yöntem, modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre; elde edilen ekstraksiyon sıvısından alınan örnek üzerine 1'er mL substrat tamponu ve katalizör eklenmiştir. 15 W'lık ışık kaynağı altında 15 dakika bekletilen karışımın 560 nm dalga boyunda yaptığı absorban spektrofotometrik olarak ölçülmüştür 1 ünite süperoksit dismutaz NBT indirgenme hızının % 50 inhibisyonu olarak değerlendirilmiştir (Sun ve ark., 1988). Enzim aktivitesi; enzim ünitesi /mg protein olarak hesaplanmıştır.

Glutatyon S-Transferaz (GST) Enzim Aktivitesi Tayini

Glutatyon S-transferaz tayini Habig (1974) tarafından geliştirilen metoda göre yapılmıştır. GST'nin bütün izozimleri için 1-chloro-2,4-dinitrobenzen (CdNB) substrat olarak kullanılır. GST enzimi tarafından CdNB, indirgenmiş glutatyon (GSH) ile konjuge edilerek glutatyonun oksidasyonuna bağlı olarak 340 nm'de absorban yükselmektedir. Enzim aktivitesinin tayini için 3 dakika boyunca 340 nm'de yükselen absorbanlar okunarak 340 nm'de (ϵ_{340} : 9,6 mM/cm) 1 dakikada süpernatantta bulunan 1 mg toplam protein başına oluşturulan tioeter miktarı belirlenmiştir.

Glutatyon Redüktaz (GSH-Rd) Enzim Aktivitesi Tayini

Glutatyon redüktaz enzim aktivitesi Carlberg ve Mannervik (1985) tarafından geliştirilen metoda göre yapılmıştır. Bu metoda göre, aktivite, pH'ı 7 olan 100 mM fosfat tamponu, 1 mM GSSG, 1 mM EDTA, 0,1 mM NADPH ve 25-50 µL enzimden oluşan karışımda 340 nm'de 3 dakika süreyle meydana gelen absorban değişimlerine göre spektrofotometrik olarak hesaplanmıştır.

İstatistik Analizi

Deney sonucunda elde edilen veriler SPSS 15.0 istatistik programı ile değerlendirildi. Kontrol grubu ile deney gruplarının ortalamaları arasındaki farklılıklar önce tek-yönlü ANOVA testi ile belirlenirken, her bir grubun diğerine göre farklılıkları ise post hoc LSD testi yapılarak tesbit edildi. Değerler ortalama \pm standard sapma (mean \pm S.D.) şeklinde belirtildi.

BULGULAR

Metal Uygulama Gruplarının SOD Enzim Aktivitesi Üzerine Etkileri

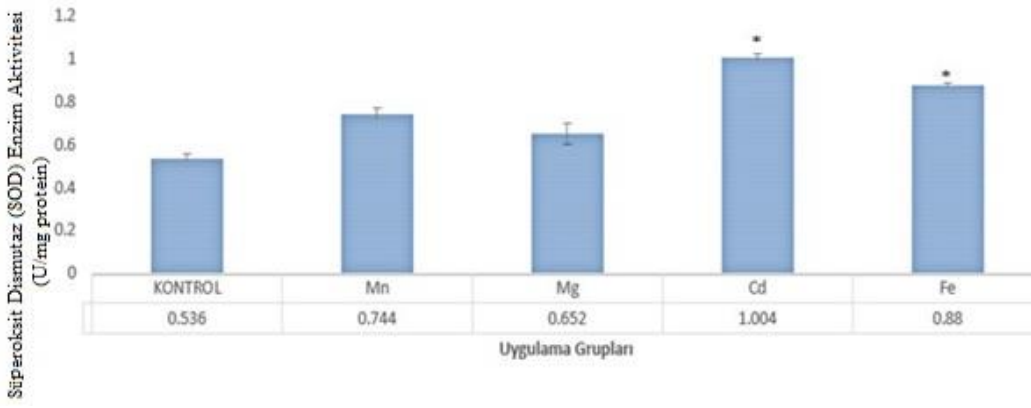
Çalışmada tüm metal uygulamalarının SOD enzim aktivitesi üzerine aktiviteyi artırıcı etkileri bulunduğu belirlenmiştir. Kontrol grubuyla kıyaslandığı zaman; Mn ve Mg uygulaması sonrasında ölçülen aktivite kontrol grubuna göre istatistiksel açıdan önemsiz olduğu gözlenmiştir ($p \geq 0.05$). Cd ve Fe uygulamalarında belirlenen SOD enzim aktivitesi artışının kontrol grubuna göre istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.0001$). Şekil 1 ve Çizelge 1 incelendiğinde; en yüksek SOD enzim aktivitesinin Cd uygulamasında gerçekleştiği görülmektedir (1.004 U/mg protein). Ayrıca Mg uygulamasında meydana gelen aktivite artışının ise kontrol grubuna yakın olduğu gözlenmiştir.

Mn, Mg, Cd ve Fe uygulamalarının yapılması ile kontrol grubuna göre yüksek SOD enzim aktivite belirlenmiştir. Cd ve Fe uygulamalarında meydana gelen SOD enzim aktivitesi artışının istatistiksel açıdan kontrol grubuna göre önemli olduğu belirlenmiştir (* $p < 0.0001$).

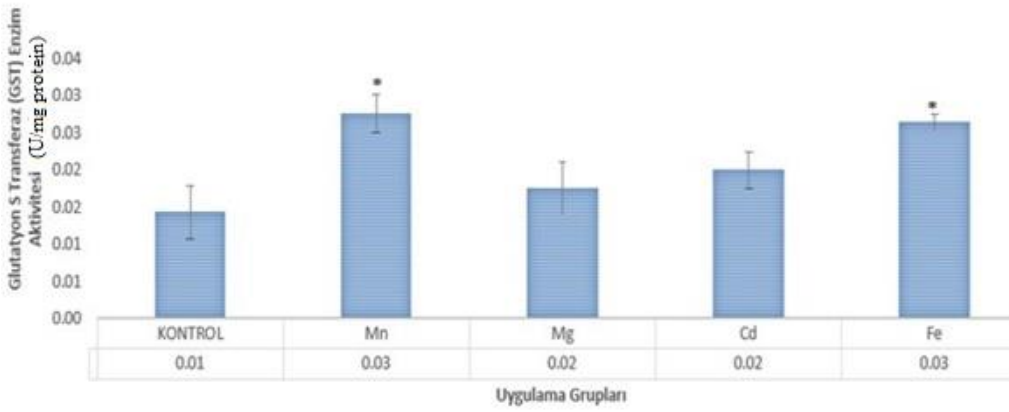
Metal Uygulama Gruplarının Glutatyon S Transferaz (GST) Enzim Aktivitesi Üzerine Etkileri

Analiz sonuçlarına göre; GST enzim aktivitesinin metal uygulamalarına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir (Şekil 2 ve Çizelge 1). En yüksek GST enzim aktivitesi Mn ve Cd uygulamalarında belirlenmiştir (0.03 U/mg protein). Aynı zamanda bu iki uygulamadan elde edilen GST enzim aktivitesinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.0001$). Şekil 2 incelendiğinde; deney materyalinin normal yetiştirme koşullarında GST enzim aktivitesinin ortalama 0.01 U/mg protein olduğu anlaşılmaktadır.

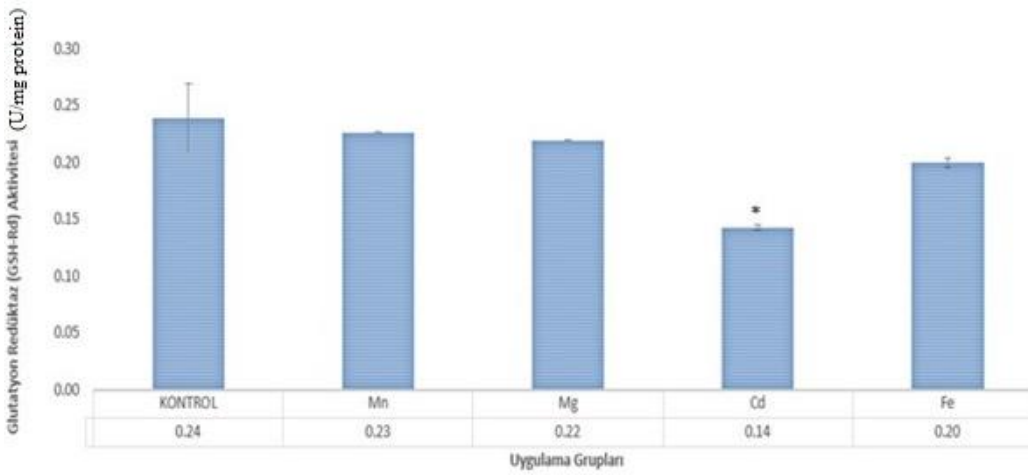
Mn, Mg, Cd ve Fe uygulamaları sonucunda GST enzim aktivitesinin kontrol grubuna göre arttığı belirlenmiştir. Mn ve Fe uygulamalarında belirlenen GST enzim aktivitesi artışının kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (* $p < 0.0001$). Mg ve Cd uygulamaları da GST enzim aktivitesini kontrol grubuna 2 kat artırmıştır.



Şekil 1. Uygulama gruplarının *S. cerevisiae*'da SOD enzim aktivitesi üzerine etkileri.



Şekil 2. Uygulama gruplarının *S. cerevisiae*'da GST enzim aktivitesi üzerine etkileri



Şekil 3. Uygulama gruplarının *S. cerevisiae*'da GSH-Rd enzim aktivitesi üzerine etkileri

Çizelge 1. Uygulama gruplarının *S. cerevisiae*'da incelenen tüm antioksidan enzim aktivitesi üzerine etkileri

Uygulama Grupları	Enzim Aktiviteleri (U/mg protein)		
	SOD	GST	GSH-Rd
Kontrol	0.536±0.01	0.01±0.001	0.24±0.02
Mn	0.744±0.01	0.03±0.001*	0.23±0.01
Mg	0.652±0.04	0.02±0.001	0.22±0.01
Cd	1.004±0.01*	0.02±0.001	0.14±0.02*
Fe	0.88±0.01*	0.03±0.001*	0.20±0.01

(*p<0.0001)

Metal Uygulama Gruplarının Glutasyon Redüktaz (GSH-Rd) Enzim Aktivitesi Üzerine Etkileri

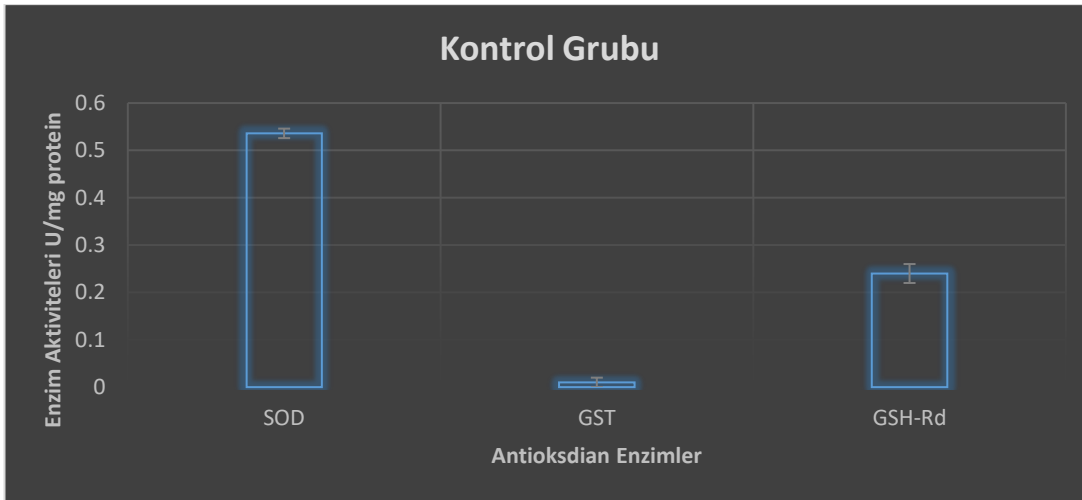
Metal uygulamalarına bağlı olarak; maya hücrelerinde GSH-Rd enzim aktivitesinin kontrol grubundan daha düşük seviye olduğu belirlenmiştir (Şekil 3 ve Çizelge 1). Kontrol grubunda 0.24 U/mg protein olan ortalama GSH-Rd aktivitesinin Mn uygulamasında 0.23 U/mg protein, Mg uygulamasında 0.22 U/mg protein, Fe uygulamasında 0.20 U/mg protein ve Cd uygulamasında ise 0.14 U/mg protein olduğu tespit edilmiştir. Cd uygulamasında belirlenen GSH-Rd enzim aktivitesinin kontrol grubuna kıyasla istatistiksel açıdan önemli ölçüde düşük olduğu anlaşılmıştır ($p<0.0001$).

Mn, Mg, Cd ve Fe uygulamaları sonucu GSH-Rd enzim aktivitesinin kontrol grubuna göre azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Mn ve Mg uygulamalarında kontrol grubuna çok yakın aktivite değerleri elde edilirken Cd ve Fe uygulamalarında ise GST-Rd enzim aktivitesindeki azalmanın daha fazla olduğu ve Cd uygulamasında meydana gelen aktivite azalmasının kontrol grubuna göre istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır ($*p<0.0001$).

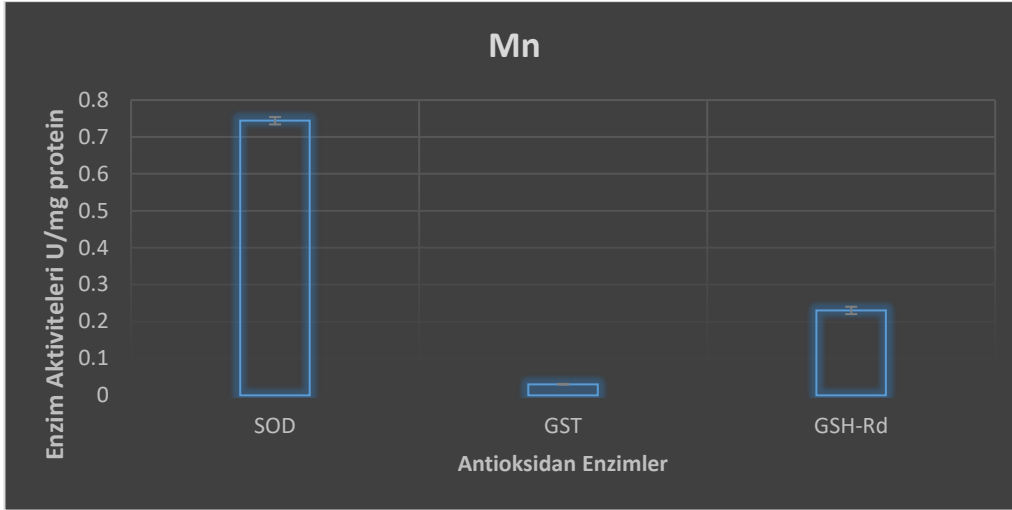
Metal Uygulamalarının Analiz Edilen Tüm Antioksidan Enzim Aktiviteleri üzerine Etkileri

Şekil 5 incelendiğinde; Mn uygulamasının SOD enzim aktivitesi üzerine aktivite artırıcı etkisinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Mg uygulaması da Mn uygulamasında olduğu gibi SOD enzim aktivitesini GST ve GSH-Rd aktivitelere göre daha fazla artırmıştır (Şekil 6). *S. cerevisiae* hücrelerinin Mn, Mg ve Fe uygulamalarına karşı oluşturduğu antioksidan cevapları birbirine yakındır ve en fazla SOD enzim aktivitesinde artış oluşmuştur (Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7). Cd uygulaması da benzer şekilde SOD enzim aktivitesinde daha yüksek seviyede artış sağlarken GST ve GSH-Rd enzim aktivitelerindeki artışın SOD aktivitesinden daha az olduğu anlaşılmıştır (Şekil 8). Çizelge 1 incelendiğinde ise Cd uygulamasının GSH-Rd enzim aktivitesinde diğer metallerin sağladığı aktivitele azalışlarına göre daha fazla azalma oluşturduğu görülmektedir.

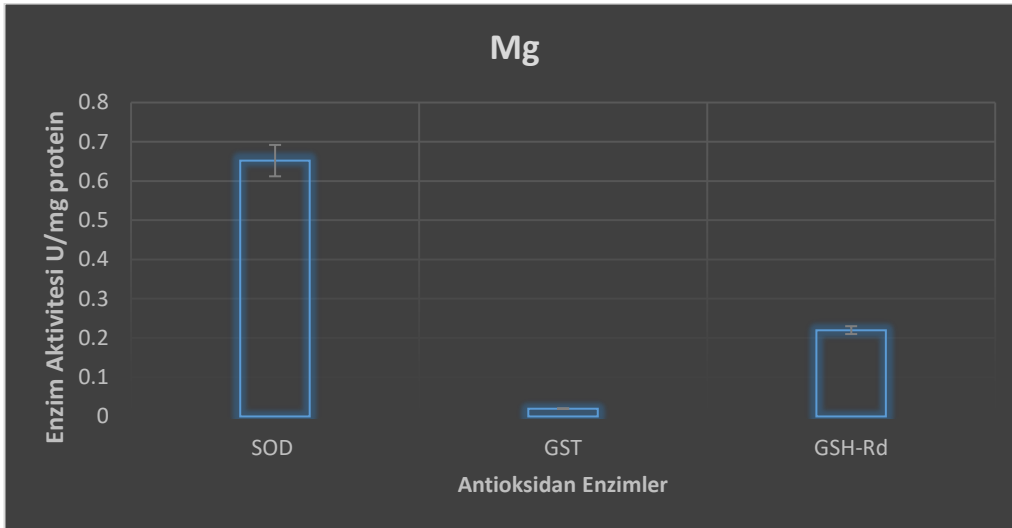
Cd uygulaması sonucunda SOD aktivitesinin diğer metal uygulamalarına göre de en yüksek seviyeye ulaştığı belirlenirken GSH-Rd aktivitesinde elde edilen değer diğer metal uygulamaları içinde en düşük seviyede olduğu anlaşılmıştır. GST aktivitesi ise artmıştır.



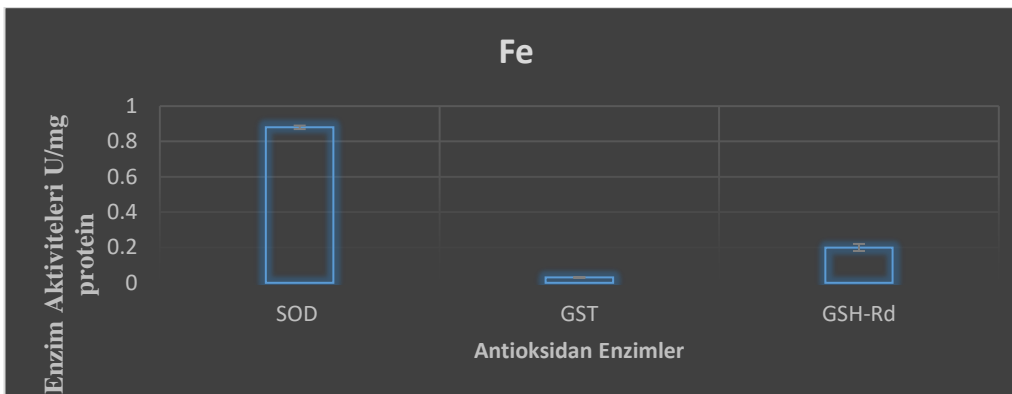
Şekil 4. Kontrol grubunda belirlenen tüm antioksidan enzim aktiviteleri. Kontrol grubunda en yüksek enzim aktivitesinin SOD olduğu belirlenirken bunu GSH-Rd ve GST enzim aktiviteleri izlemiştir.



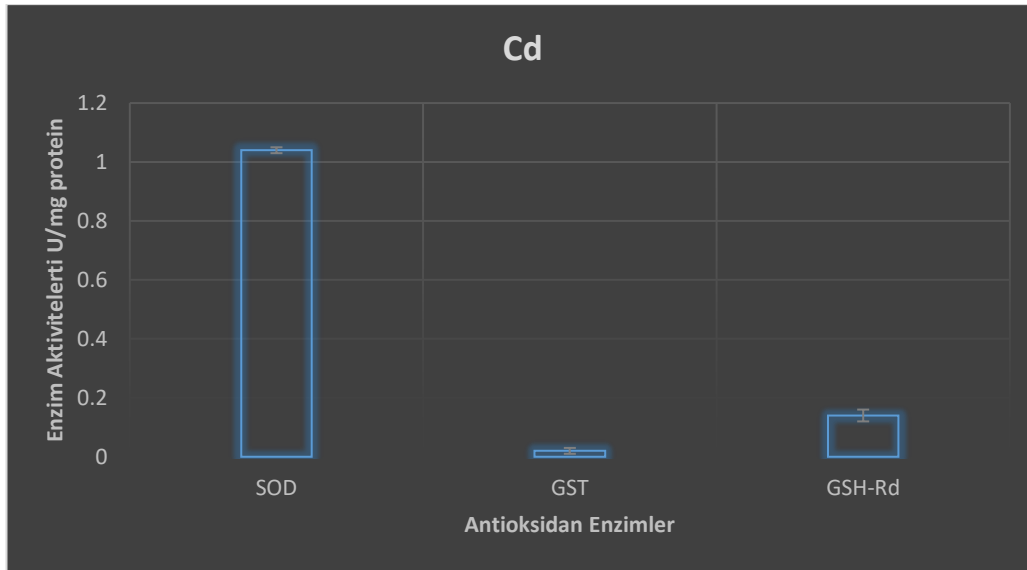
Şekil 5. Mn uygulamasının analiz edilen tüm antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkisi (U/mg protein). Mn uygulaması sonucunda SOD ve GST enzim aktivitelerinde artış meydana gelmiştir. GSH-Rd aktivitesinin GST aktivitesinden yüksek, SOD aktivitesinden düşük olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6. Mg uygulamasının analiz edilen tüm antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkisi (U/mg protein). Mg uygulaması sonucunda SOD aktivitesi GST ve GSH-Rd aktivitesine göre daha fazla artış göstermiştir.



Şekil 7. Fe uygulamasının analiz edilen tüm antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkisi (U/mg protein). Fe uygulaması sonucunda SOD enzim aktivitesi artmıştır. Keza GST enzim aktivitesinde de artış elde edilmiştir. Ancak GSH-Rd aktivitesinin ise GST aktivitesinden yüksek olduğu belirlenmiştir.



Şekil 8. Cd uygulamasının analiz edilen tüm antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkisi (U/mg protein).

TARTIŞMA ve SONUÇ

S. cerevisiae'de diğer ökaryotlar gibi süperoksit radikalini etkisiz hale getiren iki süperoksit dismutaz enzimine sahiptir. Bunlardan ilki total SOD aktivitesinin %5-15'ini oluşturan SOD2 geni tarafından kodlanan Mn-SOD'dur ve bu enzim mitokondride süperoksit radikalini etkisiz hale getirir. İkincisi ise toplam SOD aktivitesinin %90'ını oluşturan ve SOD1 geni tarafından kodlanan Cu, Zn-SOD'dur. Lee ve ark., (2001), *S. Cerevisiae* mayasının yabani ve mutant tiplerini kullanarak iyon radyasyonuna karşı yaptıkları çalışmalarında; süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon redüktaz enzim aktivitelerinin mutant tipte yabani tipe göre belirgin seviyede arttığını bildirmiştir. Yapılan diğer çalışmalarla da hücre hasarı ile SOD aktivitesindeki artış ya da azalış arasında bir korelasyon olduğu belirtilmiştir (Lee ve ark., 2001; Scott ve ark., 1989; Marklund ve ark., 1984). Çalışmamızda SOD enzim aktivitesinin tüm ağır metal uygulama gruplarında kontrol grubuna göre arttığı belirlenmiştir. Antioksidan enzimlerin en önemlilerinden biri olan SOD miktarındaki artış maya hücrelerinin radikallere karşı gösterdiği savunma mekanizmasını açıklamaktadır. Sonucumuz; Lee ve ark., (2001) tarafından bildirilen ve *S. cerevisiae* mayasında iyon radyasyonuna karşı süperoksit radikalini koruyucu etkisini araştırdıkları çalışmalarının sonucuyla uyumludur. Adamis ve ark., (2004), mutant *S. cerevisiae* hücrelerinde sitozolik SOD1 eksikliğinde kontrol şuşuna göre 2 kat fazla kadmiyum artışı olduğunu, mitokondrial SOD2 eksikliğinde ise daha düşük metal absorpsiyonu olduğunu bildirmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre Cd uygulamasında yüksek SOD aktivitesi belirlenmiştir. Adamis ve ark., (2004) tarafından elde edilen bilgiye göre; SOD, Cd'a karşı koruyucu role sahiptir. Mevcut çalışmada elde edilen

Cd uygulamasına bağlı yüksek SOD aktivitesi literatürün ifade ettiği SOD enziminin Cd'a karşı koruyucu rolü olduğunu bilgisi ile uygunluk göstermektedir. Villegas ve ark., (2009), mayalarda yüksek bakır konsantrasyonlarında artmış SOD ve CAT aktivitesi bulunduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada, GST-Rd enzim aktivitesinin metal uygulamalarına bağlı olarak kontrol grubuna göre azaldığı ve bu durumun Cd uygulaması dışında istatistiksel açıdan önemsiz ($p \geq 0.05$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Sonuçlarımız; Cardoso ve ark., (2008) tarafından bildirilen ve demir iyonlarının glutatyon redüktaz aktivitesini azalttığını bildirdikleri çalışmalarıyla uyumludur. Mevcut çalışmaya göre; Fe uygulaması GST-Rd enzim aktivitesinde kontrol grubuna kıyasla azalmaya neden olmuştur ($p \geq 0.05$) ve bu sonuç yukarıda belirtilen literatür ile uygunluk göstermektedir. Her ne kadar SOD ve GST aktivitelerinin metal uygulamalarında artması antioksidan savunma mekanizmasının toksik maddeleri uzaklaştırmak için aktif hale geçtiğini gösterse de, GSH-Rd enzim aktivitelerinin azalması maya hücrelerinin yoğun stress şartlarıyla karşı karşıya kaldığını düşündürmektedir. Çünkü SOD O_2^- anyonunu, daha az reaktif türler olan O_2 ve H_2O_2 'ye dönüştürür. Oluşan H_2O_2 ise başta katalaz enzimi olmak üzere, GST ve GSH-Rd gibi enzimler aracılığıyla parçalanarak zararsız O_2 ve H_2O 'ya parçalanır. Elde edilen sonuçlar GSH-Rd aktivitesinin SOD aktivitesine bağlı olarak oluşabilecek yüksek miktarlardaki H_2O_2 'nin parçalanmasında yetersiz kaldığını işaret etmektedir. Ayrıca bunun nedeni; uygulama konsantrasyonları da olabilir. Kadmiyumun belli dozlarda uygulanması sonucu glutatyon peroksidaz, glutatyon redüktaz ve glukoz-6-fosfat dehidrojenaz gibi antioksidan özelliğe sahip bazı enzimlerin aktivitelerinin azaldığı ifade edilmiştir (Asagba ve ark., 2002). Muthukumar ve Nachiapan

(2010), *S. cerevisiae*'ya uygulanan 100 µM Cd'nin glutasyon peroksidaz enzim aktivitesini kontrol grubuna göre %26 oranında artırdığını bildirmiştir. Mevcut çalışmada Cd uygulamasının GSH-Rd aktivitesini kontrol grubuna kıyasla azaldığı belirlenmiştir. Bu farklı sonucun uygulanan Cd konsantrasyonuna bağlı olduğu düşünülmektedir. Asagba ve ark., (2002) tarafından belirtilen sonuca göre Cd belli dozlarda enzim aktivitelerinde azalma gerçekleştirmektedir. Nedjoud ve ark., (2013) çinko uygulamasının *S. cerevisiae* mayasında GST enzim aktivitesini kontrol grubuna göre artırdığını ortaya koymuşlardır.

Sonuç olarak; *S. cerevisiae*'ya uygulanan metallerin antioksidan savunma sistemi üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışma ile esansiyel olsun ya da olmasın metallerin konsantrasyonuna bağlı olarak canlı açısından risk teşkil ettiği sonucuna varılmıştır. Çalışma sonucuna göre SOD ve GST enzim aktivitelerinde artışlar meydana gelmiştir. Ayrıca GSH-Rd aktivitesinin ise azaldığı gözlenmiştir. Uygulanan metaller antioksidan savunma üzerinde uyarıcı etki yaparken bir diğer antioksidan enzim aktivitesinde azalma meydana getirmiştir. Dolayısıyla antioksidan savunma cevaplarının değişmesine neden olmuştur. Canlı organizmalarda antioksidan savunma sisteminin prensiplerini ortaya koymak oldukça güçtür ve ortam şartlarındaki değişimlerden etkilenmeleri doğaldır. Bu nedenle deney materyalimiz olan *S. cerevisiae* hücrelerinden çeşitli sonuçlar elde edilmesi olağandır. Çünkü; canlılar yaşamlarını uygun şekilde sürdürebilmek için iç ve dış ortamlarında dengeyi yakalamak zorundadır. Meydana gelen ortamsal değişimler stres oluşmasına neden olur ve stres cevapları meydana gelir. Bu cevaplar canlıdan canlıya değişiklik gösterebilmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre; farklı metaller, antioksidan enzim aktivitelerini farklı şekilde etkilemiştir. Mevcut çalışmanın sonuçları; hücre ve dolayısıyla organlarda birikim yapan ve uzun vadede toksik etkileri kaçınılmaz olan metallerin antioksidan savunma sistemi üzerine etkilerinin oldukça değişken olabildiğini göstermektedir. Buna bağlı olarak; toksik etkiye sahip maddelerin organizmaya verebileceği olası zararlar ile arşlaşmamak için, bu maddelere çok fazla maruz kalınmaması gerektiği bir kez daha ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

Adamis PDB, Gomes DS, Pereira MD, Mesquita JF, Pinto MLCC, Panek AD, Eleuthero ECA 2004. The effect of superoxide dismutase deficiency on cadmium stress. *Jornal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 18: 1–6 (2004).

Ajila CM, Prasada Rao UJS 2008. Protection against hydrogen peroxide induced oxidative damage in rat

erythrocytes by *Magnifera indica* L. peel extract. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 303-309.

- Asagba SO, Isamah GK, Ossai EK, Ekakitie, AO 2002. Effect of oral exposure to cadmium on the levels of vitamin A and lipid peroxidation in the eye. *Bullet in Enviromental Contamination and Toxicology*, 68: 18-21.
- Atkins P, Jones L 1997. *Chemistry—Molecules, Matter and Change*, 3rd ed., W. H. Freeman, New York.
- Bast A, Haenen GRMM, Cees JAD 1997. Oxidants and antioxidants: State of the art. *The American Journal of Medicine*, 91 (Suppl 3C): 30,3C-2S_3C-13S.
- Bliefert C 2004. *Umweltchemie*. Auflage, Wiley-UCH.
- Cardoso LA, Ferreira ST, Hermes-Lima M 2008. Reductive inactivation of yeast glutathione reductase by Fe(II) and NADPH. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 151: 313–321.
- Carlberg I, Mannervik B 1985. Glutathione reductase. *Methods in Enzymology*, 113: 484-490.
- Dönmez G, Aksu Z 1999. The effect of copper(II) ions on growth and bioaccumulation properties of some yeasts. *Process Biochemistry*, 35: 135-142
- Grant R, Grant C (Eds.) 1987. *Grant and Hackh's Chemical Dictionary*, McGraw-Hill, New York.
- Guan-Zetic VG, Stehlik-Tomas V, Grba S, Lutlisky L, Kozlek D 2001. Chromium uptake by *Saccharomyces cerevisiae* and isolation of glucose tolerance factor from yeast biomass. *Journal of Biosciences*, 26 (2): 217–223.
- Gülçin I, Küfrevioğlu ÖI, Oktay M, Büyükkuroğlu ME 2004. Antioxidant, antimicrobial, antiulcer and analgesic activities of nettle (*Urtica dioica* L.). *Journal of Ethnopharmacology*, 90: 205–215.
- Habig WH, Pabst MJ, Jakoby WB 1974. Glutathione-S-Transferases: The First Enzymatic Steo In Mercapturic Acid Formation. *Journal of Biological Chemistry*, 249: 7130-7139.
- Jarup L 2003. Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*. 68:167-82.
- Jeong JB, Park JH, Lee HK, Ju SY, Hong SC, Lee JR, Chung GY, Lim JH, Jeong HJ 2009. Protective effect of the extracts from *Cnidium officinale* against oxidative damage induced by hydrogen peroxide via antioxidant effect. *Food and Chemical Toxicology*, 47: 525-529.
- Lee JH, Choi IY, Kil IS, Kim SY, Yang ES, Park J 2001. Protective role of superoxide dismutases against ionizing radiation in yeast. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1526: 191–198.
- Lozet J, Mathieu C 1991. *Dictionary of Soil Science*, 2nd ed., Balkema AA, Rotterdam.
- Marklund SL, Westman NG, Roos G, Carlsson J 1984. Radiation resistance and the CuZn superoxide dismutase, Mn superoxide dismutase, catalase, and glutathione peroxidase activities of seven human cell lines. *Radiation Research*, 100: 115-123.

- Morris C (Ed.) 1992. Academic Press Dictionary of Science and Technology, Academic Press, San Diego.
- Muthukumar K, Nachiappan V 2010. Cadmium-induced oxidative stress in *Saccharomyces cerevisiae*. Indian Journal of Biochemistry & Biophysic, 47: 383-387.
- Nedjoud G, Fadila K, Mouna A, Zohra G, Sana G 2013. Effect of zinc on growth, metabolism and activity of antioxidant enzymes in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Global Journal Of Biodiversity Science And Management, 3(2): 243-248
- Nostrand V 1964. International Encyclopaedia of Chemical Science. Van Nostrand, New Jersey.
- Özbolat G, Tuli A 2016. Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri. Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 25(4): 502-521.
- Parker PS (Ed.) 1989. McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms, 4th ed., McGrawHill, New York.
- Sairam RK, Rao KV, Srivastava GC 2002. Differential response of wheat genotypes to term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Science, 163: 1037– 46.
- Scott MD, Meshnick SR, Eaton JW 1989. Superoxide dismutase amplifies organismal sensitivity to ionizing radiation. Journal of Biological Chemistry, 264: 2489–2501.
- Stoll A, Duncan JR 1996. Enhanced heavy metal removal from wastewater by viable, glucose pretreated *Sacchromyces cerevisiae* cells. Biotechnology Letters, 18(10): 1209-1212.
- Streit B 1994. Lexikon der Okotoxikologie, VCH, Weinheim.
- Sun Y, Oberley LW, Li Y 1988. A simple method for clinical assay of superoxide dismutase. Clinical Chemistry, 34: 497-500.
- Thornton I 1995. Metals in the Global Environment—Facts and Misconceptions, ICME, Ottawa.
- Villegas LB, Amoroso MJ, De Figueroa LIC 2009. Responses of *Candida fukuyamaensis* RCL-3 and *Rhodotorula mucilaginosa* RCL-11 to copper stress. Journal of Basic Microbiology, 49: 395-403.

Ardahan ve Elazığ illerinde Yetişen *Anchusa azurea* Miller var. *Azurea* Bitkisinin Biyoaktif Bileşenleri ve Antioksidan Kapasitesi Üzerine Bir Araştırma

Zehra Tuğba MURATHAN  Musa ÖZDİNÇ 

Ardahan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,

✉ : ztugbaabaci@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, Ardahan ve Elazığ illerinden toplanan *Anchusa azurea* Miller var. *Azurea* bitkisinin yapraklarında askorbik asit, toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve pigment içerikleri ile antioksidan kapasite analizleri gerçekleştirilmiştir. Ardahan ilinden toplanan *Anchusa azurea* var. *Azurea* bitkisinin yapraklarında askorbik asit, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde miktarlarının Elazığ ilinden alınan örneklerle oranla daha düşük bulunmuştur. Elazığ ilinden toplanan örneklerde askorbik asit, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde miktarlarının sırasıyla 72.9 mg/100g, 302.1 mg/100g ve 99.67 mg/100g olduğu tespit edilmiştir. Ardahan ilinden toplanan örneklerde ABTS (2,2-Azino-bis-3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit), DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil-hidrat), ve FRAP (Demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü) sonuçlarının sırası ile %76.1, %89.3 ve 1386.1 µmol Fe II/g olduğu belirlenmiştir. Farklı ekolojik koşullarda yetişen örneklerin pigment içeriği sonuçlarının da değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

DOI :10.18016/ksudobil.362296

Makale Tarihi

Geliş : 05.12.2017

Kabul : 20.02.2018

Anahtar Kelimeler

Anchusa azurea Miller var.
Azurea, antioksidan,
fenolik,
flavonoid

Araştırma Makalesi

A Research on Bioactive Compounds and Antioxidant Capacities of *Anchusa azurea* Miller var. *Azurea* Plant Grown in Ardahan and Elazığ Cities

ABSTRACT

In this study, total phenolic contents, total flavonoid contents, total ascorbic acid contents and antioxidant capacities of the samples of *Anchusa azurea* Miller var. *Azurea* growing in Ardahan and Elazığ cities were determined. The total ascorbic acid, total phenolic and total flavonoid content, was found to be the lowest in Elazığ *azurea* leaf samples than those of Ardahan. It has been determined that the total ascorbic acid, total phenolic and total flavonoid content of Elazığ samples sustained 72.9 mg/100g, 302.1 mg/100g ve 99.67 mg/100g, respectively. In the samples taken from the Ardahan, ABTS (2,2-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic Acid), DPPH (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl-hydrate) and FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) values were found higher than the other samples. The ABTS, DPPH and FRAP of Ardahan samples were 76.1%, 89.3% and 1386.1 µmol Fe II/g, respectively. The pigment contents of the samples grown in different ecological conditions were varied in the study.

Article History

Received : 05.12.2017

Accepted : 20.02. 2018

Keywords

Anchusa azurea Miller var.
Azurea, antioxidant,
phenolic,
flavonoid

Research Article

To Cite : Murathan ZT, Özdiñç M 2018. Ardahan ve Elazığ illerinde Yetişen *Anchusa azurea* Miller var. *Azurea* Bitkisinin Biyoaktif Bileşenleri ve Antioksidan Kapasitesi Üzerine Bir Araştırma. KSU J. Agric Nat 21(4):529-534, DOI:10.18016/ksudobil.362296.

GİRİŞ

İlk çağlardan kalan arkeolojik bulgulara göre insanlar, besin elde etmek ve sağlık sorunlarını gidermek amacıyla öncelikle bitkilerden faydalanmışlardır (Cotton, 1996; Koçyiğit, 2005). Özellikle Anadolu insanı bitkileri, gıda ve tıbbi amaç için kullanmıştır

(Güner ve ark., 2000). Ülkemizde yapraklarından veya köklerinden yemek yapılan birçok bitki türü mevcuttur. Bu bitkilerden bir tanesi de halk arasında tort olarak bilinen *Anchusa azurea* Miller var. *Azurea* bitkisidir. Bu bitki ülkemizde Tekirdağ'dan Ardahan'a kadar birçok bölgede yetişmektedir (Anonim, 2017).

Farklı bölgelerde ballık otu ve sığırdili olarak da bilinmektedir (Deniz ve ark., 2011).

Anchusa azurea Miller var. *Azurea* bitkisinin yaprakları ülkemizde birçok bölgede sebze olarak tüketilmektedir. Bitkinin yaprakları özellikle ilkbahar ve yaz aylarında haşlanıp soğanla kavularak yemek olarak tüketilmekte, börek ve diğer hamur işlerinin içinde kullanılmaktadır. Bitkinin kökü kaynatılarak kırmızı, kuru toprak üstü kısımlarından mavi boya elde edilmektedir. Kökün kabuğu buğday ile birlikte öğütülüp, iltihaplı yaraların tedavisinde kullanılmaktadır. Yabani bitki zehirlenmelerine karşı faydası vardır. Ciltteki çatlaklarda, egzama hastalığında kökleri tuz ile ezilip sorunlu bölgeye sarılarak kullanılmaktadır (Ertuğ, 2004; Çötel, 2015). Yaprak ve çiçekli dalları terletici, idrar arttırıcı ve ülser tedavi edici olarak dekoksasyon veya infüzyon halinde kullanılmaktadır (Çakılıoğlu ve ark., 2007). Bununla birlikte bitki, hayvan yemi olarak da kullanılmaktadır (Gelse, 2012). Bölgelere göre kullanım şekli değişiklik göstermektedir. Şeker hastalığına iyi geldiği, iltihaplanma, mide ağrısı, sindirim rahatsızlıkları, romatizmaya karşı kullanıldığı, yara ve kesik tedavisinde etkili olduğu bildirilmiştir (Polat ve Satıl, 2012; Arı, 2014).

Bu çalışmada halk arasında yemek yapımında kullanılan, ekolojik özellikleri farklı iki bölgede yetişen *Anchusa azurea* Miller var. *Azurea* bitkisi yapraklarının bazı biyoaktif madde içerikleri ile antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla materyallerin toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde, askorbik asit ve pigment içerikleri ile antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Bitki Materyali

Çalışmada kullanılan *Anchusa azurea* Miller var. *Azurea* bitkilerine ait örnekler Ardahan (1900 m) ve Elazığ (1015 m) illerinden toplanmıştır. Örneklerin sistematik teşhisleri Flora of Turkey and The East Aegean Island'a göre yapılmıştır (Davis, 1970). Bitkilere ait yaprak örnekleri bitkinin çiçek açmadan önceki dönemi olan ve en fazla tüketildiği Haziran ayında toplanarak polietilen torbalar içerisinde laboratuara getirilmiş ve kullanılıncaya kadar - 80 °C'de bekletilmiştir.

Ekstrakt Hazırlanması

2 g bitki örneği 20 ml metanol (% 80) ile Ultra-Turrax ile homojenize (WiseTis® homogenizer, HG 15A) edilmiş ve 24 saat dairesel çalkalamalı etüvde (ACMI 006), 5 °C'de bekletilmiştir. Daha sonra 10 dk 5000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Alınan süpernatant toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve antioksidan kapasite analizlerinde kullanılmıştır. Askorbik asit tayini için çözücü olarak okzalik asit (%0.4) kullanılmıştır.

Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Spanos ve Wrolstad, 1992). 200 µl ekstrakt üzerine 1000 µl Folin-Ciocalteu ve 800 µl (% 7.5) Na₂CO₃ eklenmiştir. Oda sıcaklığında 2 saat inkübasyona bırakıldıktan sonra, spektrofotometrede (Unico, S1205) 765 nm'de ölçülmüştür. Örneklerin toplam fenolik madde içerikleri gallik asit standardı kullanılarak mg/100 g cinsinden hesaplanmıştır.

Toplam Flavonoid Madde Tayini

Toplam flavonoid madde tayini Quettier ve ark. (2000)'nın geliştirmiş oldukları yöntemle belirlenmiştir. 1 ml ekstrakt üzerine 1 ml %2'lik AlCl₃ eklenerek oda sıcaklığında ve karanlıkta 1 saat bekletilmiştir. Örneklerin toplam flavonoid madde miktarları 415 nm dalga boyunda spektrofotometre ile ölçülmüş ve (+)- epikateşin kullanılarak hazırlanmış olan kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak mg/100 g cinsinden hesaplanmıştır.

Askorbik Asit Tayini

Askorbik asit tayini spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (AOAC, 1990). 100 µl süpernatant üzerine 400 µL % 0.4'lük okzalik asit ve 4.5 ml 2,6-diklorofenolindofenol çözeltisi eklenmiş ve absorbans değerleri 520 nm'de spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Örneklerdeki askorbik asit miktarı saf askorbik asitle çizilen kalibrasyon eğrisi yardımıyla mg/100 g cinsinden hesaplanmıştır.

Antioksidan Kapasite Tayini

Örneklerin antioksidan kapasiteleri DPPH (2,2-difenil-1-pikril-hidrazil-hidrat), ABTS (2,2-Azino-bis-3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) ve FRAP (Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç) yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir.

DPPH Serbest Radikali Süpürücü Aktivite

4 ml DPPH solüsyonu (0.1 M) 1 ml ekstrakt ile birleştirilerek, 30 dk karanlık bir ortamda, oda sıcaklığında, çalkalayıcıda bekletilmiştir. Spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda absorbans ölçümleri yapılmıştır. Antioksidan kapasite %DPPH=(A_{kontrol}-A_{örnek})/A_{kontrol} x100 formülüyle hesaplanmıştır (Rezaeirad vd., 2013).

ABTS Serbest Radikali Süpürücü Aktivite

ABTS yöntemi Re ve ark. (1999)'na göre yapılmıştır. 7 mM ABTS ve 2.45 mM potasyum per sülfat ile 1:1 oranında stok solüsyon hazırlanmış ve 16 saat oda sıcaklığında karanlık ortamda inkübe edilmiştir. Analizler için stok solüsyon absorbansı 734 nm'de 0.7±0.05 olana kadar etanolla seyreltilmiştir. 150 µl örnek 2.85 ml ABTS solüsyonuyla karıştırılmış ve 6 dk oda sıcaklığında inkübe edildikten sonra 734 nm'de

absorbansı ölçülmüştür. Antioksidan kapasite %ABTS=(A_{kontrol}-A_{örnek})/A_{kontrol} x 100 formülüyle hesaplanmıştır.

Demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP)

FRAP yöntemi Benzie ve Strain (1996)'e göre yapılmıştır. FRAP çözeltisi 25 ml sodyum asetat tamponu (300 mM, pH3.6), 2.5 ml TPZT solüsyonu (10 mM in 40 mM HCl) ve 2.5 ml FeCl₃·6H₂O (20 mM) karışımıyla hazırlanmıştır. Çözelti 37 °C'de su banyosunda ılıtılmış ve 900 µl'si bir küvete alınarak başlangıç absorbans değeri okunmuştur. Seyreltilmiş (1:4 v/v su) örneğin 100 µl'si küvete alınmış ve üzerine 3 ml FRAP çözeltisi eklenmiştir. 4 dk sonra absorbans 593 nm'de ölçülmüştür. Standart eğri FeSO₄ solüsyonu kullanılarak hazırlanmıştır (100-1000 µl). Sonuçlar µmol Fe (II)/g cinsinden hesaplanmıştır.

Pigment Analizleri

Pigment analizleri De-Kok ve Graham (1980)'a göre yapılmıştır. 1 g yaprak örneği 50 ml aseton ile homojenize edilmiş ve karanlıkta 30 dk çalkalamalı etüvde bekletilmiştir. Daha sonra 24 saat buzdolabında bekletilmiştir. Filtre edilen örneğin beşte biri kadar distile su ilave edilmiştir. 15 dk çalkalamalı etüvde (ACMI 006) 25 °C'de bekletilmiş ve 3000 rpm'de 10 dk santrüfuj edilmiştir. Daha sonra 470, 645 ve 662 nm'de absorbansları saptanmıştır. Sonuçlar formüllerde belirtildiği gibi hesaplanmıştır.

Klorofil a: 11.75*A662-2.35*A662

Klorofil b: 18.61*A645-3.96*A662

Toplam Karotenoid: (1000*A470-2.27*Klorofil a-81.4*Klorofil b)/227

Toplam klorofil: Kla+Klb

İstatistiksel Analizler

Çalışmada her bölge için üç farklı örnekte analiz yapılmış ve ortalama değerleri alınmıştır. Örneklerin ortalama değerleri ve standart sapmaları SPSS 16.0 paket programı aracılığı ile hesaplanmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar t-testi ile belirlenmiştir (p<0.05).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Fenolik bileşikler fiziksel ve biyolojik strese karşı oldukça büyük bir öneme sahiptir. Bunun dışında tat ve renk gibi meyvenin kalitesini ortaya koyan farmakolojik karakteristiklerin ve faktörlerin oluşmasında da rol oynamaktadırlar (Macheix ve ark., 1990). Yaptığımız çalışmada en yüksek toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve askorbik asit miktarları Elazığ ilinden toplanan örnekte, en düşük değerler ise Ardahan ilinden toplanan örnekte belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid madde miktarı ve askorbik asit miktarı Elazığ ilinden alınan bitki örneklerinde sırasıyla 302.1 mg/100g, 99.67 mg/100g ve 72.9 mg/100g olarak bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. *Anchusa azurea* Miller var. *Azurea* Örneklerinin Bazı Biyoaktif Bileşenleri

	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg/100g)	Toplam Flavonoid Madde Miktarı (mg/100g)	Askorbik asit Miktarı (mg/100g)
Elazığ	302.1±22.1 ^a	96.67±5.2 ^a	72.9±3.6 ^a
Ardahan	232.7±32.6 ^b	86.39±5.6 ^b	59.1±6.2 ^b

Her sütunda farklı harfle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05) n=3

Yüksek rakımlı bölgelerde yetişen bitkilerin vejetasyon süresi daha uzun olmaktadır. Bazı araştırmacılar bu durumun daha fazla fenolik madde birikimine neden olduğunu düşünmektedir (Rieger, 2007). Daha önce yapılan bazı çalışmalarda yüksek rakımlı bölgelerde yetişen bitkilerin ve meyvelerinin daha yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir (Martz ve ark., 2010; Korkutal ve ark., 2012; Murathan, 2017). Li ve ark. (2017) ise tam tersine düşük rakımlarda yetişen *Podophyllum hexandrum* meyvelerinde fenolik madde içeriğinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda Elazığ ilinde yetişen bitkilerin yapraklarında biyoaktif bileşenlerin miktarı daha yüksek bulunmuştur.

A.azurea Miller var. *Azurea* bitkisinde biyoaktif bileşenlerin miktarı ve antioksidan kapasiteyi belirlemek amacıyla yapılmış çok fazla çalışma bulunmamaktadır.

Daha önce yapılan bir çalışmada *A.azurea* bitki ekstraktlarında askorbik asit miktarı 30.88 µg/g

olarak bildirilmiştir (Çötel, 2015). Morales ve ark. (2014) *A.azurea* bitkisi metil alkol ekstraktlarında askorbik asit miktarını 0.67 g/100g olarak, toplam fenolik madde miktarını 148.62 mg GAE/g ve toplam flavonoid madde miktarını 84.81 mg GAE/g olarak bulmuşlardır. Bitkinin köklerinin de yaprakları gibi çok fazla fenolik bileşen içerdiği rapor edilmiştir (Kuruüzüm-uz ve ark., 2013). Conforti ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada *A.azurea* bitkisinde toplam fenolik madde miktarını 85.5 mg/g olarak bulmuşlardır. Zengin ve ark. (2015) *A.undulata* L. subsp. *Hybrida* bitkisinde yaptıkları çalışmada toplam fenolik madde miktarını 80.34 µg GAE/mg, toplam flavonoid madde miktarını 25.09 µg QEs/mg olarak belirtmişlerdir. Boussoalim ve ark. (2014) bitkide flavonoid madde miktarını 1.88 mg/g olarak belirtmişlerdir. Yine Marelli ve ark. (2015) bitkide toplam flavonoid madde miktarını 0.9 mg/g olarak bildirmişlerdir. Daha önce yapılan çalışmalardaki sonuçların bazıları bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre yüksek (Conforti ve ark., 2011; Morales

ve ark., 2014; Zengin ve ark., 2015) bazıları ise düşüktür (Çötel, 2015; Boussoualim ve ark., 2014; Marelli ve ark., 2015). Bu durum bitkinin yetiştiği bölgenin toprak ve ekolojik yapısına, kullanılan analiz yöntemine, çözücüye ve ekstraksiyon koşullarına bağlı olabilmektedir.

Klorofil pigmenti bitkilerde birçok fizyolojik fonksiyonu düzenlemektedir. Özellikle bitkinin strese girdiği durumlarda klorofil miktarlarında önemli değişimler meydana gelmektedir. Bitkilerde en fazla klorofil a ve b pigmentleri bulunmakta, genel olarak bitkiler klorofil a (sarı-yeşil) ve b (mavi-yeşil) pigmentlerini 3:1 oranında içermektedirler (Cemeroğlu ve ark., 2001). Klorofil ve karotenoid gibi pigmentler antioksidan potansiyele sahiptirler (Gökpinar, 2006). Karotenoidler yeşil bitkilerde, sarı ve turuncu renkli meyve ve sebzelerde yoğun olarak bulunan pigmentlerdir. Çeşitli tipleri mevcuttur ancak en iyi bilineni A vitamini öncül maddesi olan β -karotendir. *A. azurea* Miller var. *Azurea* bitkisi örneklerinin pigment içeriği (klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karoten miktarları) sonuçları Tablo 2'de görülmektedir. Farklı iki bölgeden temin edilen örneklerde pigment içeriği bakımından önemli istatistiksel farklılıklar saptanmıştır. Her iki örnekte de klorofil a içeriğinin klorofil b içeriğinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Klorofil a değerlerinin 12.42 μ g/g ile 13.87 μ g/g, klorofil b değerlerinin 4.49 μ g/g ile 5.47 μ g/g, toplam klorofil değerlerinin 16.92 μ g/g ile 19.33 μ g/g ve toplam karotenoid değerlerinin ise 3.86 μ g/g ile 3.96 μ g/g olduğu belirlenmiştir. Ardahan bölgesinden alınan örneklerin klorofil b miktarlarının Elazığ ilinden toplanan örneklere oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Klorofil a, toplam klorofil ve toplam karotenoid içeriklerinde ise illere göre istatistiksel anlamda önemli farklılıklar tespit edilememiştir. Rakım artışı ile artan UV ışınlarının bitkilerde koruyucu pigment sentezinin artmasına ve yoğun renklenmelere neden olduğu bildirilmiştir (Aslantaş ve Karabulut, 2007). Çalışmamızda Ardahan bölgesinden alınan örneklerde pigment yoğunluğunun daha fazla olması bu bulguyu desteklemektedir.

Tort bitkisinin pigment içerikleri daha önceki çalışmalarda belirlenmemiştir. Yiyecek olarak

kullanılan bazı bitkilerin pigment içerikleri aşağıda verilmiştir. Zilic ve ark. (2016) *Mentha piperita* (nane) bitkisinde klorofil a miktarının 774.1 mg/100g, klorofil b miktarının 356.8 mg/100g olduğunu bildirmişlerdir. Loranty ve ark. (2010) *Urtica dioica* (ısırgan) yapraklarındaki klorofil a miktarını 58.7 mg/g olarak tespit etmişlerdir. Bu değerlerdeki farklılıklar tür farklılığı, metot farklılığı, çevresel şartların farklılığı ve rakım gibi değişkenlerden kaynaklanabilmektedir. İnsan vücudunda çevresel kirlilik, UV ışınları, toksik kimyasallar, sigara, alkol kullanımı gibi nedenlerle oluşan serbest radikaller, hücrelerin membran lipidlerini, DNA'sını ve proteinlerini potansiyel hedef olarak görmekte ve bu moleküllere zarar vererek kanser, damar sertleşmesi, iltihabi hastalıklar, yaşlanma, kalp hastalıkları, cilt hastalıkları, diyabet, Parkinson, alzheimer gibi birçok hastalığı ortaya çıkarmaktadır (Halliwell, 2000). Serbest radikallerin organizmada aşırı artışı oksidatif stres adı verilen durumu ortaya çıkarmaktadır.

Dünya sağlık örgütü (WHO), oksidatif stresin neden olduğu zararlı etkileri ortadan kaldırmak amacıyla doğal ürünlerin tüketimini önermektedir (Murthy ve ark., 2004). Daha önceki çalışmalar bitkisel ürün tüketiminin kanser, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve sinir hastalıkları gibi kronik hastalıklara yakalanma riskini azalttığını göstermektedir (Gorinstein ve ark., 2002). Bu durum bitkilerde bulunan fenolik bileşiklerin, pigmentlerin ve vitaminlerin antioksidan etkisinden kaynaklanmaktadır (Galvis-Sa'nchez ve ark., 2003). Bitkilerin antioksidan kapasitelerini belirlerken en uygun metodu seçmek önemlidir. Bu çalışmada üç farklı metot (DPPH, FRAP ve ABTS) kullanılmıştır. DPPH metodunun temeli bitki ekstraktındaki antioksidanların DPPH radikalini süpürme yüzdesine dayanmaktadır. FRAP metodunda temeli antioksidan maddeler içeren bir örneğin oksidan özellikte olan ferik formdaki demiri ferro formuna indirgeme gücüne dayanır. ABTS metodunun temeli ise bitki ekstraktındaki antioksidanların ABTS radikalini süpürme yüzdesine dayanmaktadır (Parejo ve ark., 2000; Mbaebie ve ark., 2012). Bitkilerin ABTS, FRAP ve DPPH yöntemleri ile belirlenen antioksidan kapasite değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2. *Anchusa azurea* Miller var. *Azurea* Örneklerinin Pigment İçerikleri

	Klorofil a (μ g/g)	Klorofil b (μ g/g)	Toplam klorofil (μ g/g)	Toplam Karotenoid (μ g/g)
Elazığ	12.42 \pm 1.2	4.49 \pm 0.9 ^b	16.91 \pm 1.1	3.86 \pm 0.09
Ardahan	13.865 \pm 1.5	5.47 \pm 0.03 ^a	19.34 \pm 0.8	3.96 \pm 0.04

Her sütunda farklı harfle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05) n=3

Tablo 3. *Anchusa azurea* Miller var. *Azurea* Örneklerinin Antioksidan Kapasite Değerleri

	ABTS (%)	FRAP (μ mol Fe II/g)	DPPH (%)
Elazığ	72.1 \pm 9.6	1331.5 \pm 109.6	61.7 \pm 8.1 ^b
Ardahan	76.1 \pm 6.4	1386.1 \pm 185.7	89.3 \pm 7.9 ^a

Her sütunda farklı harfle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05) n=3

Biyoaktif bileşenlerin aksine Ardahan ilinden toplanan bitki örneklerinde DPPH radikali süpürücü aktivite daha yüksek olarak belirlenmiştir. Elazığ ilinden alınan bitki ekstraktlarında ABTS radikali süpürücü aktivite %72.1, DPPH radikali süpürücü aktivite %61.7 ve demir iyonu indirgeyici antioksidan güç (FRAP) değeri ise 1331.5 µmol Fe II/g iken Ardahan ilinden alınan bitki ekstraktlarında bu değerler sırasıyla %76.1, %89.3 ve 1386.1 µmol Fe II/g olarak belirlenmiştir. ABTS radikali süpürücü aktivite ve DPPH radikali süpürücü aktivite sonuçlarının illere göre istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermediği belirlenmiştir. Morales ve ark. (2014) *A.azurea* bitkisi metil alkol ekstraktlarında DPPH aktivitesini 0.02 mg/mL olarak bulmuşlardır. Baghiani ve ark. (2013) *A.azurea* özütlerinin güçlü bir antioksidan aktivitesi olduğunu ve bu faaliyetlerin fenolik ve flavonoid içeriklerinden kaynaklandığı sonucuna varmışlardır. Marelli ve ark. (2015) ise yaptıkları çalışmada *A.azurea* bitkisinde antioksidan aktiviteyi 66.39 µg/mL olarak belirtmişlerdir.

SONUÇ

Bitkilerin biyokimyasal ve fizyolojik yapıları yetiştikleri ortamdaki ekolojik faktörlere göre değişmektedir. Bu çalışmada Elazığ ve Ardahan illerinden toplanan *A.azurea* Miller var. *Azurea* bitkisinin bazı biyoaktif bileşenlerinin miktarı ve antioksidan kapasiteleri karşılaştırılmıştır. Elazığ ilinden toplanan örneklerin toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve askorbik asit içeriklerinin Ardahan örneklerine oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Klorofil b ve toplam karotenoid içerikleri ile DPPH radikali süpürücü aktivite değerleri ise Ardahan örneklerinde daha yüksek bulunmuştur. Yüksek biyoaktif bileşenleri, pigment içeriği ve antioksidan kapasitesi olan bu bitkiyle daha ileri düzeyde çalışmalar yapılması ve bitkinin tüketiminin artırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim 2017. http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax_id=6679, (Erişim Tarihi 23.10.2017).
- AOAC 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., Arlington VA, pp. 1058-1059.
- Arı S 2014. Afyonkarahisar ve Civarında Halk Tarafından Kullanılan Bazı Bitkilerin Etnobotanik Özellikleri. AKÜ. Fen Bil. Ens., Biyoloji ABD, Doktora Tezi, 213 s.
- Aslantaş R, Karabulut H 2007. Rakımın Meyve Yetiştiriciliğinde Önemi ve Etkileri. Alınları Zirai Bilimler Dergisi, 12: 31-37.
- Baghiani A, Boumerfeg S, Boussoualim N, Trabsa H, Aouachria S, Arrar L 2013. *In Vivo* Free Radical Scavenging, Antihemolytic Activity and Antibacterial Effects of *Anchusa azurea* Extracts.

- International Journal of Medicine and Medical Sciences, 46 (1): 1113-1118.
- Benzie I F F, Strain J J 1996. The ferric reducing Ability of plasma (FRAB) as a measure of Antioxidant power: The FRAB assay. Analytical Biochemistry, 239: 70-76.
- Boussoualim N, Trabsa H, Krache I, Arrar L, Khennouf S, Baghiani A 2014. Anti-bacterial and β-Lactamase inhibitory effects of *Anchusa azurea* and *Globularia alypum* extracts. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 5(1): 742.
- Cemeroğlu B, Yemenicioğlu A, Özkan M 2001. Meyve ve Sebzelerin Bileşimi Soğukta Depolanmaları. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 24, Ankara.
- Conforti F, Marrelli M, Carmela C, Menichini F, Valentina P, Uzunov D, Menichini F 2011. Bioactive phytonutrients (omega fatty acids, tocopherols, polyphenols), in vitro inhibition of nitric oxide production and free radical scavenging activity of non-cultivated Mediterranean vegetables. Food chemistry, 129(4): 1413-1419.
- Cotton C M 1996. Ethnobotany Principles And Applications, John Wiley & Sons, Chichester, 424s.
- Çakılcıoğlu U, Türkoğlu İ, Kürşat M 2007. Harput (Elazığ) ve Çevresinin Etnobotanik Özellikleri, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 5: 22-28.
- Çötel E 2015. Investigation of Amounts of Vitamins A, E, C, Malondialdehyde and Glutathione in Plant *A. azurea* Miller var. *Azurea*. Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5(2): 155-162.
- Davis PH 1970. In: Davis PH (ed.) Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh: Edinburgh University Press, 3: 328-369.
- De-Kok L, Graham M 1980. Levels of pigments, soluble proteins, amino acids and sulfhydryl compounds in foliar tissue of *Arabidopsis thaliana* during dark induced and natural senescence. Plant Physiology and Biochemistry, 27: 133-142.
- Deniz L, Serteser A, Kargıoğlu M 2011. Uşak Üniversitesi ve Yakın Çevresindeki Bazı Bitkilerin Mahalli Adları ve Etnobotanik Özellikleri. AKÜ Fen Bilimleri Dergisi, 13: 57-72.
- Ertuğ F 2004. Etnobotanik Çalışmaları ve Türkiye'de Yeni Açılımlar. Kepiçek, 18: 181-187.
- Galvis Sanchez AC, Gil-Izquierdo A, Gil MI 2003. Comparative study of six pear cultivars in terms of their phenolic and ascorbic acid contents and antioxidant capacity. Journal of the Science of Food and Agriculture, 83:995-1003.
- Gelse A 2012. Adıyaman ve Çevresinin Etnobotanik Özellikleri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 214.
- Gorinstein S, Martin-Belloso O, Lojek A, Cı'z M, Soliva-Fortuny R, Park YS, Caspi A, Libman I, Trakhtenberg S 2002. Comparative content of some phytochemicals in Spanish apples, peaches and

- pears. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82:1166-1170.
- Gökıınar Ő, Koray T, Akçiçek E, Gökıın T, Durmaz Y 2006. Algal Antioksidanlar. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 23:85-89.
- Güner A, Özhatay N, Ekim T 2000. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinb. Univ. Press, Edinburg, 11s.
- Halliwell B 2000. A super way to kill cancer cells? Nature Medicine, 6(10): 1105- 1106.
- Koçyiğit M 2005. Yalova ilinde Etnobotanik Bir Araştırma, İÜ. Sağlık Bil. Ens., Farmösötik Botanik ABD, Yüksek Lisans Tezi, 65 s.
- Korkutal İ, Bahar E, Özge K 2012. Rakımın Üzüm Kalitesi Üzerine Etkileri. Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 13: 17-29.
- Kuruüzüm-Uz A, Güvenalp Z, Kazaz C, Demirezer LÖ 2013. Phenolic compounds From The Roots of *Anchusa azurea var.azurea*. Turkish Journal of Pharmaceutical Science, 10 (2): 177-184.
- Li MF, Yao YY, Ding YL, Ge L, Cao XL, Li J, Yang DL 2017. Effect of altitude on fruit characteristics, bioactive compounds and antioxidant capacity in *Podophyllum hexandrum*. Acta Prataculturae Sinica, 26(4): 162-168.
- Loranty A, Rembialkowska E, Rosa EAS, Bennett RN 2010. Identification, quantification and availability of carotenoids and chlorophylls in fruit, herb and medicinal teas. Journal of Food Composition and Analysis, 23: 432-441.
- Macheix JJ, Fleuriot A, Billot J 1990. Fruit Phenolics. CRC Press, Boca Raton, Florida 46 p.
- Marelli M, Cristaldi B, Menichini F, Conforti F 2015. Inhibitory effects of wild dietary plants on lipid peroxidation and on the proliferation of human cancer cells. Food and Chemical Toxicology. 86: 16-14.
- Martz F, Jaakola L, Julkunen-Tiitto R, Stark S 2010. Phenolic composition and antioxidant capacity of bilberry (*Vaccinium myrtillus*) leaves in northern Europe following foliar development and along environmental gradients. Journal of Chemical Ecology, 36(9): 1017–1028.
- Mbaebie BO, Edeoga HO, Ajelayan AJ 2012. Phytochemical analysis and antioxidant activities of aqueous bark extract of Schoba lahtolic JACQ. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 2: 118-124.
- Morales P, Ferreira I, Carvalho A M, Sanchez-Mata C, Camara M, Fernandez-Ruiz V, Pardo-de-Santayana M, Tardio J 2014. Mediterranean non-cultivated vegetables as dietary sources of compounds with antioxidant and biological activity. LWT - Food Science and Technology, 55(1): 389-396.
- Murathan ZT 2017. Farklı Rakımlarda Yetişen *Hippohae rhamnoides* L. Meyvelerinin Antioksidan Kapasiteleri ve Bazı Biyoaktif Özelliklerinin İncelenmesi. Erzincan University Journal of Science and Technology, 10(2): 20-27.
- Murthy KB, Nammi S, Kota MK, Krishna Rao RV, Koteswara Rao N, Annapurna A 2004. Evaluation of hypoglycemic and antihyperglycemic effects of *Datura metel* (Linn.) seeds in normal and alloxan-induced diabetic rats. Journal of Ethnopharmacology, 9(1): 95-98.
- Parejo L, Codina C, Petrakis C, Kefalas P 2000. Evaluation of scavenging activity assessed by Co(II)/EDTA-induced luminol chemiluminescence and DPPH center dot (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) free radical assay. Journal of Pharmacological and Toxicological Methods, 44: 507-512.
- Polat R, Satıl F 2012. An Ethnobotanical survey of medicinal plants in Edremit Gulf (Balıkesir-Turkey). Journal of Ethnopharmacology, 39: 626-641.
- Quettier-Deleu C, Gressier B, Vasseur J, Dine T, Brunet J, Luyck M, Cazin M, Cazin JC, Bailleul F, Trotin F 2000. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. Journal of Ethnopharmacology, 72: 35-40.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology and Medicine, 26(9/10): 1231-1237.
- Rezaeirad D, Bakhshi D, Ghasemnezhad M, Lahiji HS 2013. Evaluation of some quantitative and qualitative characteristics of local pears (*Pyrus* sp.) in the North of Iran. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(8): 882-887.
- Rieger T 2007. Exploring High Altitude Viticulture, Part One. Vineyard & Winery Management. 84-90.
- Spanos GA, Wrolstad RE 1992. Phenolic of apple, pear and white grape juices and their changes with processing and storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40(9):1478-1487.
- Zengin G, Sarıkurkcu C, Aktümsek A, Ceylan O, Uysal S 2015. Screening of Possible *In Vitro* Neuroprotective, Skin Care, Antihyperglycemic, and Antioxidative Effects of *Anchusa undulata* L. subsp. *hybrida*(Ten.) Coutinho from Turkey and Its Fatty Acid Profile. International Journal of Food Properties, 18(7): 1-12.
- Zilic S, Jankovic M, Basic Z, Vancetovic J, Maksimovic V 2016. Antioxidant activity, phenolic profile, chlorophyll and mineral matter content of corn silk (*Zea mays* L.): Comparison with medicinal herbs. Journal of Cereal Science, 69: 363-370.

Oil Hydrocarbon Degradation Capability of Bacterial Strains Isolated from the Sapanca Lake, Turkey

Pelin S. ÇİFTÇİ TÜRETKEN¹, Gülşen ALTUĞ¹, Mine ÇARDAK², Kemal GÜNEŞ³

¹Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences, Department of Marine Biology, Istanbul, ²Canakkale Onsekiz Mart University, School of Applied Sciences, Department of Fisheries Technology, Canakkale, ³TÜBİTAK Marmara Research Center, Environment and Cleaner Production Institute, Gebze, Kocaeli

✉ : pciftci@istanbul.edu.tr

ABSTRACT

In this study, the analyses were carried out to determine oil-degradation capacity and oil-resistance levels of bacteria isolated from water surface (0-30 cm) of nine stations of the Sapanca Lake from September of 2008 to May of 2010. Twenty-seven bacteria species belonging three classes and six families total of eighty-five wild bacteria were identified and screened against crude oil with respect to Minimum Inhibitory Concentration (MIC). Bacterial isolates showing resistance against crude oil were chosen for Emulsification Index (E₂₄) test. Isolates displaying higher E₂₄ values were selected for further degradation tests regarding pH and oil thickness values in experimental setups. Fifty bacterial strains of eighty-five isolates were recorded to be resistant against oil hydrocarbon. Positive reactions percentages of the isolates against crude oil were detected in variable ranges between 25% and 100%. The results of the emulsification index test for crude oil indicated that the isolates of S49-*Stenotrophomonas maltophila*, S50-*Aeromonas hydrophila*, S59-*E. coli*1, S38-*Aeromonas hydrophila* and S43-*Enterobacter cloaceae* have higher emulsification percentages. The results of the degradation test showed that isolate of S59-*E. coli*1 has higher degradation ability than all isolates tested. The bacteria screened against crude oil were detected to be sensitive against crude oil during the first year of the study. Presence of petroleum-resistant bacteria in subsequent tests was associated with the unexpected oil spill occurred in the Sapanca Lake at the time. Detected crude oil resistant bacteria isolates were stocked for a possible use in upcoming bioremediation related studies.

DOI:10.18016/ksudobil.344593

Article History

Received : 20.10.2017

Accepted : 26.02.2018

Keywords

Crude oil,
wild bacterial isolates,
minimum inhibitory concentration,
Sapanca Lake

Research Article

Sapanca Gölü'nden İzole Edilen Bakteri Suşlarının Petrol Hidrokarbonlarını Parçalama Yetenekleri

ÖZET

Bu çalışmada, Eylül 2008 ile Mayıs 2010 tarihleri arasında Sapanca Gölü'nde belirlenen dokuz istasyonda yüzey sularından (0-30 cm) izole edilen bakterilerin petrol parçalama kapasiteleri ve direnç düzeylerini belirlemek amacıyla analizler yapılmıştır. Üç sınıf yedi familyaya ait yirmi yedi bakteri türünden oluşan toplam seksen beş doğal bakteri izolatı tanımlanmış ve bu izolatların hepsi Minimum İnhibitör Konsantrasyon (MİK) açısından ham petrole karşı taranmıştır. Emülsifikasyon indeksi (E₂₄) testi için ham petrole karşı direnç gösteren bakteri izolatları seçilmiştir. E₂₄ testlerinde yüksek değerler gösteren izolatlar ileri parçalama testlerinde pH ve petrol katman kalınlığı değerleri kaydedilmek üzere seçilmiştir. Seksen beş izolattan elli tanesi petrol hidrokarbonuna karşı dirençli olarak kaydedilmiştir. Ham petrole karşı pozitif reaksiyon gösteren izolatların yüzdeleri %25 ile %100 arasında değişiklik göstermiştir. S49-*Stenotrophomonas maltophila*, S50-*Aeromonas hydrophila*, S59-*E. coli*1, S38-*Aeromonas hydrophila* and S43-*Enterobacter cloaceae* suşları en yüksek Emülsifikasyon İndeksi yüzdeleri gösteren izolatlar

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 20.10.2017

Kabul tarihi : 26.02.2018

Anahtar Kelimeler

Ham petrol,
doğal bakteri izolatları,
minimum inhibisyon konsantrasyonu,
Sapanca Gölü

Araştırma Makalesi

olarak kaydedilmiştir. Parçalanma testinin sonuçları, S59-*E coli* izolatının test edilen tüm izolatlardan daha yüksek parçalama kabiliyetine sahip olduğunu göstermiştir. Çalışmanın ilk yılında yapılan ham petrole karşı dirençlilik testlerinde taranan bakterilerin tümünün duyarlı olduğu kaydedilmiştir. Daha sonraki testlerde petrole karşı direnç gösteren bakterilerin tespit edilmesi aynı dönemde Sapanca Gölü'nde meydana gelen beklenmedik petrol sızıntısı ile ilişkilendirilmiştir. Ham petrole dirençli izolatlar, aday bakteriler olarak belirlenmiş ve ileride olası biyoremediasyon çalışmalarında kullanılmak amacıyla stoklanmıştır.

To Cite: Çiftçi Türetken PS, Altuğ G, Çardak M, Güneş K 2018. Oil Hydrocarbon Degradation Capability of Bacterial Strains Isolated from the Sapanca Lake, Turkey. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(4):535-544,2018. DOI:10.18016/ksudobil.344593

INTRODUCTION

The biogeochemical importance of bacteria in freshwater ecosystems was first recognized in 1940s, since this early recognition of the critical role of bacteria in regenerating and mobilizing nutrients in freshwater food webs, it has become clear that aquatic bacteria drive transformations and the cycling of most biologically active elements in these ecosystems (Cole, 1988; Cotner, 2002; Newton et al., 2011).

The fate of spilled oil in the aquatic environments depends on a number of factors such as weathering, evaporation, oxidation, biodegradation and emulsification. Oil pollutants in aquatic ecosystems are biodegraded primarily by bacteria, yeast, and fungi. Understanding the degradation capability of bacteria and selecting of the most suitable oil degrading bacteria are important for bioremediation process (Atlas, 1995; Çiftçi and Altuğ, 2010; Das and Chandran, 2011; Marchand *et al.* 2017). The possible uses of bacteria to obtain more efficiency for degradation of petroleum have become an important topic for bioremediation studies (Le-Petit and Barthelemy, 1968; Ezikpe et al., 2009).

Bacteria can develop tolerance and resistance against some compounds such as oil hydrocarbons, heavy metals and antibiotics, depending on environmental conditions in natural aquatic media. Due to the fact that bacteria play a crucial role in the fate of pollutants, biodegradation of petroleum hydrocarbons in aquatic environments by microorganisms is important (Farrington, 1980; Okoh, 2006).

Lake ecosystems are more sheltered water mass than marine ecosystems. For instance, in Lake Eric (USA), the highest levels of PAHs were found in urbanized harbors in cities (DeBruyn et al., 2009). PAH contamination in lake sediment is widespread. The lakes were located in urbanized watersheds. The study concluded that rapid urbanization in Turkey contributed to this trend. Indeed, heavy industrialization and increased populations in the last decade contributed to the sediment contamination and

threatened water supply for nearby areas. Also marine ecosystems have more intense petroleum transporting activities. However, the Sapanca Lake has different character due to the fact that NATO pipeline with respect to potential oil pollution risks.

The Sapanca Lake is one of the major drinking water resources of the Northwestern Turkey. The basin is surrounded by motorways (TEM, Trans-European Motorways) and a railway connecting Asia to Europe (Tanik et al., 1998). Additionally, the NATO pipeline is located to the south of the Sapanca Lake. Accordingly, the Sapanca Lake is under the potential threat of possible oil pollution.

It was documented that Sapanca Lake is under the influence of chemical and biological pollution due to agricultural and industrial activities (Akçaalan et al., 2014; Akkoyunlu and Akiner, 2012; Morkoç 2008; Duman et al., 2007a; 2007b; Anon 1984; 1998). However, there is no data related to oil hydrocarbon and resistant bacteria or biotechnological potential of the bacterial isolates in the region.

In this study, the bacteria isolated from the Sapanca Lake were investigated regarding the minimum inhibitory concentration of crude oil, capability of producing biosurfactants and pH variables with an aim to detect oil degradation capability and biotechnological potential of the isolates.

MATERIALS and METHODS

Study Area

The water samples were taken from water surface (0-30 cm) in the nine stations from the Sapanca Lake. The samples collected monthly from September of 2008 to May of 2010. The sampling stations are shown in Figure 1.

The surface water samples were taken to the sterile bottles under aseptic conditions and transported daily with cold chain (APHA, 2000). The samples were analyzed at the Aquatic Microbial Ecology Laboratory of Faculty of Aquatic Sciences of Istanbul University.

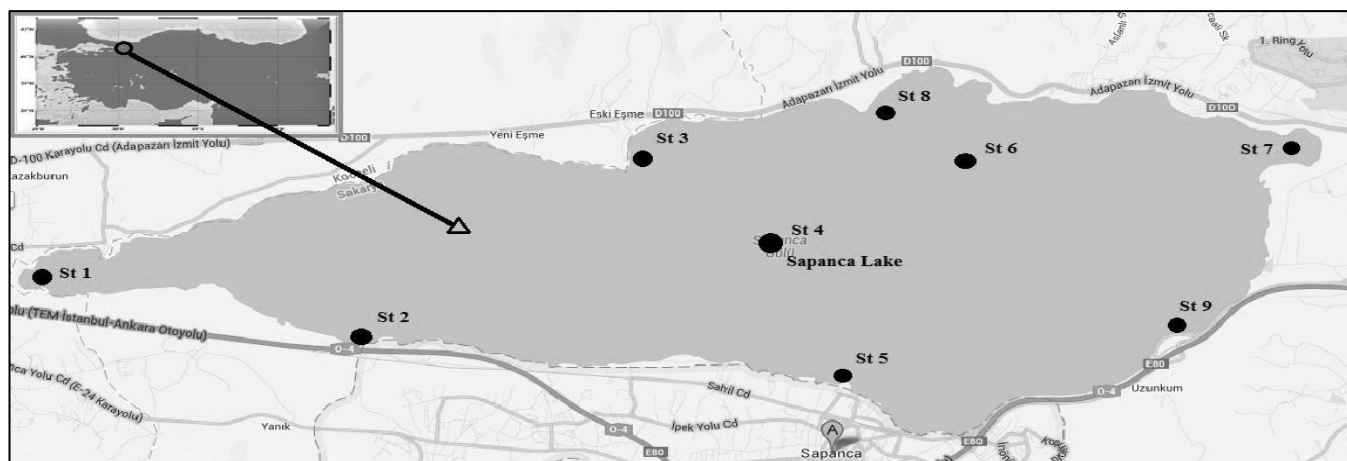


Figure 1. Sampling stations. St 1: Masukiye Stream, St 2: Yanık Stream, St 3: Eşme Stream, St 4: Midpoint of the Lake, St 5: Mahmudiye Stream, St 6: Off the Adasu Water Pump System, St 7: Çark Stream, St 8: Adasu Water Pump System, St 9: Sarp Stream

Bacterial Identification Analyses

The samples were enriched by Nutrient Broth initially and spread to *Pseudomonas* agar, TCBS agar, Endo agar, SS agar and Cetrimide agar and were incubated 24 hours at $37 \pm 0.1^\circ\text{C}$. Following incubation, different colonies were picked and were recorded according to the colony type, shape and color, and then selected colonies were sub-cultured. The pure isolates were identified using API 20E (Biomérieux). API 20 E is a standardized biochemical identification system for Gram negative rods (Holmes et al., 1978).

Micro Dilution Analyses

The bacterial suspension cultures, incubated overnight in a mineral salt medium (MSM), were diluted to 3×10^8

cfu/ml by using McFarland No1 standard solution. A volume of 50 μl of bacterial suspension and 50 μl of MSM (except control cell) was then added into 96 well micro-titer plates. Crude oil was added to 12 unit micro-wells in decreasing amounts ranging from 100 $\mu\text{g/ml}$ to 0.09 $\mu\text{g/ml}$. The first micro-well (without MSM and containing only crude oil and bacteria) was used to detect bacteria that could survive in media containing crude oil as the only carbon source. The last micro-well without crude oil (bacterial suspension and MSM) was used as a positive growth control (Table 1). After incubation at 37°C for 18 h, the petroleum concentration of the well without turbidity was accepted as the minimum inhibitory concentration (MIC) (ANON, 1997).

Table 1. The ratios (μl) of crude oil, MSM and bacterial suspension cultures used for micro-dilution assay

Micro-wells	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Crude oil (μl)	100	50	25	12.5	6.25	3.12	1.56	0.78	0.39	0.19	0.09	*
MSM (μl)	**	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Bacterial suspension (μl)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

*micro-well without crude oil ** micro-well without MSM

Emulsification Index Analyses (E_{24})

For determination of the Emulsification Index of the isolates, 2 ml of a crude oil were added into each 2 ml bacterial culture and the samples were incubated at room temperature for 24h after a thorough mix using a vortex for 2 min. The E_{24} index was determined as the ratio of the height of the emulsified layer (mm) to the total liquid column (mm) (Tabatabaee et al., 2005; Sarubbo, 2006).

Bacterial Biodegradation Capability Analyses

For degradation tests, minor adjustments were made for each bacterial sample by taking MIC values into consideration. A total of 100 ml MSM, 25 ml crude oil and 25 ml bacterial suspension (McFarland No:1

standard solution: 3×10^8 cfu/ml) were added to the sterile flasks. The selected bacterial strains were incubated in batch cultures of 250-ml flasks containing 100 ml of MSM supplemented with 25 ml crude oil as the sole carbon source. Following the addition of a 25 ml bacterial suspension (McFarland No:1 standard solution: 3×10^8 cfu/ml) to the flasks, the samples were incubated for 30 days at 25°C on a shaker (150 rpm) (Rahman et al., 2002). The individual strains were used for degradation studies. The changes of pH values and oil layers' thickness in the test flasks were recorded at 72 hours' intervals.

RESULTS and DISCUSSION

The numbers of the isolated bacteria according to the sampling stations were presented on the Table 2.

Eighty-five bacterial strains were isolated from the samples taken from the surface water of Sapanca Lake. In this study twenty-seven bacteria species belonging to three classes (81.5% Gammaproteobacteria, 14.8% Bacilli and 3.7% Flavobacteria) were identified (data not shown; Altuğ et al., 2018, submitted).

The MIC values of the bacterial isolates were shown on Table 3.

The strains showing resistance against crude oil by MIC tests results were applied to the E₂₄ tests.

The results of E₂₄ tests were shown in Figure 2.

The highest E₂₄ value was determined to be 60% for S49- *A. hydrophila* and S50- *A. Hydrophila*. Additionally, S59- *E. coli*1, S38- *A. hydrophila* and S43- *E. cloaceae* sustained the E₂₄ values of 54.73%, 50.26% and 50.06 %, respectively.

The thickness of the oil layers and pH values in the test flasks were recorded at 72 hours' intervals for 30 days. The results of oil layer thickness and pH values were shown in the Figure 3, 4 and Table 4.

Table 2. Distribution of the isolates according to the sampling stations

Stations	Sampling Locations	Number of the Isolates
St 1	Masukiye Stream	9
St 2	Yanık Stream	9
St 3	Eşme Stream	9
St 4	Midpoint of the Lake	9
St 5	Mahmudiye Stream	13
St 6	Off the Adasu Water Pump System	9
St 7	Çark Stream	9
St 8	Adasu Water Pump System	9
St 9	Sarp Stream	9
Total Number of the Isolates		85

Table 3. The bacterial strains that showed MIC values equal or more than 25 µl against the crude oil.

Isolates	Crude oil µl												
	100	50	25	12.5	6.25	3.12	1.56	0.78	0.39	0.19	0.09	0	
S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Isolates	Crude oil μ l											
	100	50	25	12.5	6.25	3.12	1.56	0.78	0.39	0.19	0.09	0
S27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S37	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S38	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S39	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S40	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S42	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S43	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S44	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S45	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S46	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S47	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S48	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S49	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S50	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S51	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S52	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S53	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S54	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S55	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S56	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S57	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S58	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S59	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S60	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S61	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S62	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S63	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S64	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S65	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S66	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S67	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S68	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S69	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S70	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S71	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S72	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S73	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S74	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S75	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S76	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S77	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S78	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S79	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Isolates	Crude oil μ l											
	100	50	25	12.5	6.25	3.12	1.56	0.78	0.39	0.19	0.09	0
S80	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S81	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S82	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S83	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S84	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S85	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

(+) Bacterial growth was observed (-) Bacterial growth was not observed

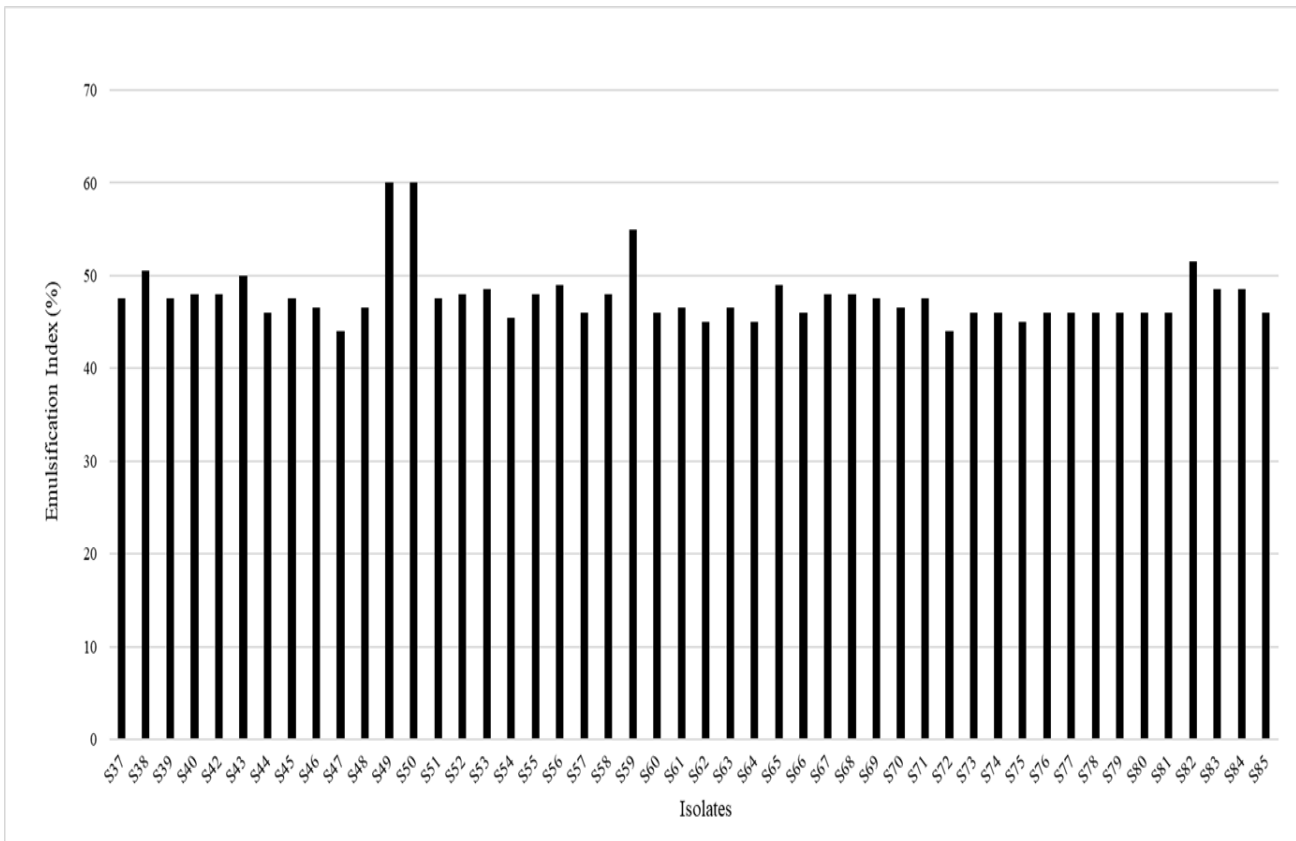


Figure 2. The percentage of emulsification index (E24) of the bacterial isolates that was able to use crude oil

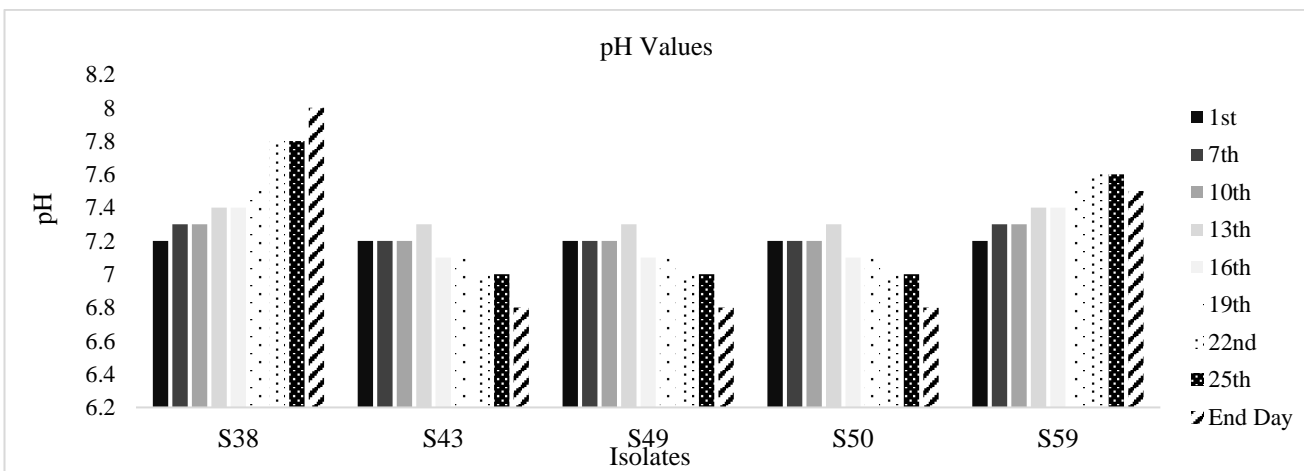


Figure 3. Recorded pH values in the flask containing crude oil and bacteria.

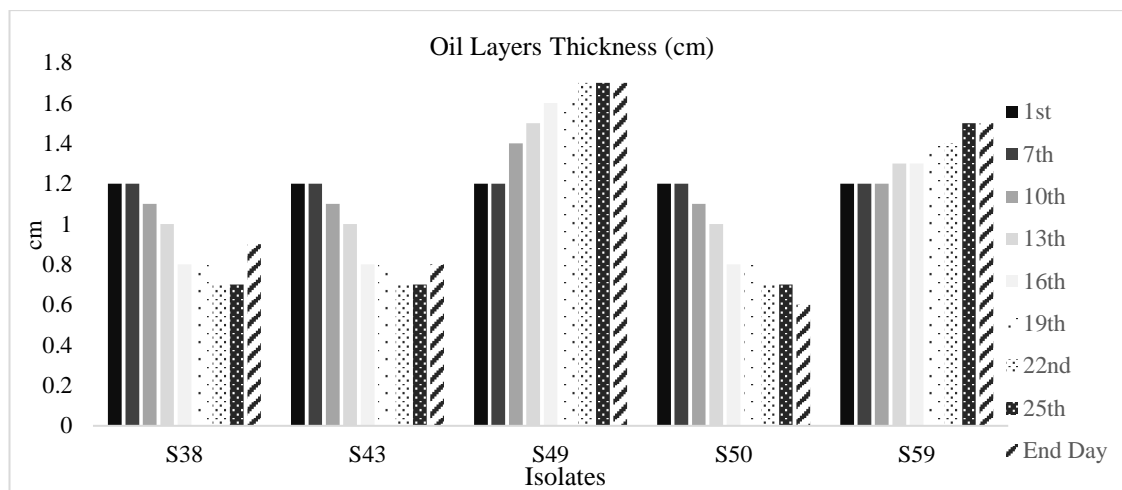


Figure 4. Oil layer thickness (cm) obtained from individual bacterial isolates

Table 4. Recorded pH values and oil layers thickness (cm) in the flask containing crude oil and bacterial isolates

Isolates	pH Values								
	Days								
	1st	7th	10th	13th	16th	19th	22nd	25th	30th
S38	7.2±0.01	7.3±0.01	7.3±0.02	7.4±0.06	7.4±0.06	7.5±0.08	7.8±0.15	7.8±0.15	8±0,21
S43	7.2±0.01	7.2±0.01	7.2±0.02	7.3±0.06	7.1±0.06	7.1±0.08	7.0±0.15	7±0.15	6,8±0,21
S49	7.2±0.01	7.2±0.01	7.2±0.02	7.3±0.06	7.1±0.06	7.1±0.08	7.0±0.15	7±0.15	6,9±0,21
S50	7.2±0.01	7.2±0.01	7.2±0.02	7.3±0.06	7.1±0.06	7.1±0.08	7.0±0.15	7±0.15	6,8±0,21
S59	7.2±0.01	7.3±0.01	7.3±0.02	7.4±0.06	7.4±0.06	7.5±0.08	7.6±0.15	7,6±0.15	7.5±0,21
Isolates	Oil Layers Thickness (cm)								
	Days								
	1st	7th	10th	13th	16th	19th	22nd	25th	End Day
S38	1.2±0.01	1.2±0.01	1.1±0.05	1.0±0.09	0.8±0.14	0.8±0.15	0.7±0.19	0.7±0.19	0.9±0.19
S43	1.2±0.01	1.2±0.01	1.1±0.05	1.0±0.09	0.8±0.14	0.8±0.15	0.7±0.19	0.7±0.19	0.8±0.19
S49	1.2±0.01	1.2±0.01	1.4±0.05	1.5±0.09	1.6±0.14	1.6±0.15	1.7±0.19	1.7±0.19	1.7±0.19
S50	1.2±0.01	1.2±0.01	1.1±0.05	1.0±0.09	0.8±0.14	0.8±0.15	0.7±0.19	0.7±0.19	0.6±0.19
S59	1.2±0.01	1.2±0.01	1.2±0.05	1.3±0.09	1.3±0.14	1.4±0.15	1.4±0.19	1.5±0.19	1.5±0.19

Data are means (n=5)±SD

The thickness of oil layers was recorded lower (0.7 cm) in the medium of S59-*E. coli*1 as compared to the reference medium (1.2 cm) without any bacterial strains. This situation implied that oil degradation rate affected by S59-*E. coli*1 during the incubation period.

Throughout the 30-day incubation period, recorded maximum and minimum pH values were 8 and 6.8, respectively.

Oil pollution is an environmental problem of increasing importance. Hydrocarbon-degrading microorganisms, adapted to grow and thrive in oil-containing environments, have an important role in the biological treatment of this pollution. The biodegradation of many components of petroleum hydrocarbons by bacteria has been reported in a variety of terrestrial and marine ecosystems (Atlas,

1995; Pritchard and Costa, 1991; Ron and Rosenberg, 2002; Ciftci and Altug, 2010; Altug et al., 2011; Altug et al., 2012).

The degradation of complex molecules in the nature can be accelerated by human activities with biological and environmental changes. Since each bacteria shows higher productivity in its own adaptive ecosystem, identification of bacterial community based on each geographical areas are important for understanding of bacterial remediation occurrence potential of the regions.

In this study Sapanca Lake was selected as a study area due to being an important water source and was surrounded by motorways (TEM, Trans-European Motorways) and a railway connecting Asia to Europe (Tanik et al., 1998). Locating of NATO pipeline at the

south of this lake also made this area even better study site.

Since, Sapanca Lake is under the potential threat of oil pollution, to identify of the local bacteria as a possible bioremediation agent is important. Correspondingly, in the MIC test it was detected that the first thirty-six strains were displayed negative results against crude oil in 2008. However, 37th strain and followers were found to be resistant to crude oil after May of 2009. These results were associated with the unexpected oil spillage happened in the Sapanca Lake at that time. This situation showed that the bacteria did not meet with the petroleum-derived contaminants during this period. NATO oil pipeline leaked in May 2009 and then positive results have been received in MIC tests which were carried out after on this date. As a result, the bacteria isolated from Sapanca Lake displayed different metabolically behaviors with respect to crude oil resistance after the unexpected accident of the region.

It has been well documented that various crude oil tolerant microorganisms including bacteria (*Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter aerogenes* and *Escherichia coli* etc.) yeast and fungi were isolated from natural environments such as soil, marine and fresh water (Yakimov et al., 2007; Zarate et al 2014). They tolerate high concentrations of the hydrocarbons and have a high capability for their degradation. Most of which belong to Gammaproteobacteria (Okoh and Trejo-Hernandez, 2006; Jacques et al., 2008; Onbasili et al., 2011). In this study, while S59-*E. coli* and *A. hydrophila* gave the best results, the bacteria species displayed high performance against crude oil were detected to be S49-*A. hydrophila*, S50-*A. hydrophila*, S59-*E. coli*, S38-*A. hydrophila* and S43-*E. cloaceae*.

It was reported that pH values affect the emulsion capacity and stable activity of rhamnolipid-type biosurfactants' (Prieto et al., 2008). The decreases in pH values observed during incubation period was positively associated with degradation rate and this situation reported as an indicator to utilization of crude oil by microbes as an energy source in media (Anon 1991; Udo and Fayemi, 1995; Head et al., 2006). Similarly, in this study observed decreases in pH values were associated with positive efficiency of bacteria on degradation of crude oil. During the study the pH varied between 6 and 8 values (Table 4). The initial pH values were adjusted to 7.2 in in experimental setups. The most extreme drop in pH to a value 6.8 was observed the 30th day in S43-*E. cloaceae* and S50-*E. coli*. A decrease of 6.8 in the pH values was observed especially in the case of thinning in the petroleum layer. This situation implies that utilization of crude oil as an energy source by S43-*E. cloaceae* and S50-*E. coli* was higher than the others isolates.

Principally, the decrease of oil layer thickness during incubation period was also positively associated with degradation rate. In this study, oil layer thickness in the experimental set up, containing different bacterial media, displayed variables throughout the incubation period.

Despite of the observed decreases in oil layer thickness in the experimental set up, some increases was also recorded. For instance, the highest thickness of the oil layer was recorded in S49- and S59 strains. According to Altuğ *et al.* (2011) and Dean *et al.* (2001) many hydrocarbon degrading bacteria produced bio surfactants that assist in hydrocarbon association with the substrate. In this study, it can be assumed that the increasing of the oil layer thickness in the media containing S49- and S59 strains is due to production of the biosurfactants by bacteria. In this study E_{24} values recorded also showed that these isolates have emulsification potential for produce biosurfactants.

Biosurfactants can promote the growth of oil-degrading bacteria and improve their capacity to utilize hydrocarbons as carbon source. Some bacteria, remarkably, produce waxes after degrading crude oil (Ishige et al., 2003). Emulsification (E_{24}) value was accepted as an indicator to determinate the candidate bacterial species which was resistant to crude oil. Due to bioemulsifiers apply to stimulate the bioremediation process in fields as a stabilizer, to understand E_{24} value of the candidate bacteria is important for bioremediation studies. In this study, E_{24} values of the isolates were between 60% and 44.06%. The results showed that the bacterial strains tested in this study may be considered as bioemulsifier-overproducing bacteria for possible use in bioremediation studies to increase the solubility and bioavailability of hydrocarbons in natural environments.

It is not surprising that hydrocarbons are considered to be contaminants distributed in large areas in nature. The abilities of bacteria in bioremediation arena is being studied extensively because bacterial isolates are easily cultivatable, better suited to molecular biology techniques. Also, they metabolize chlorinated organic substances, mineralize such chemical substances, and use carbon as a source of energy (Bouwer ve Zehnder, 1993).

Altuğ et al. (2011, 2012) reported that bacterial strains isolated from the northern Marmara Sea and Istanbul Strait (Turkey) sustained high MIC values. In this study, though, the bacteria isolated from Sapanca Lake displayed lower MIC values than those of Marmara Sea. Both results offer opportunities for further possible remediation studies.

CONCLUSION

The use of domestic bacteria in the removal of petroleum hydrocarbons from the environment is

extremely important in terms of end-point acceleration and recommended method. In this study oil degrading bacteria in Sapanca Lake were investigated for the first time.

The strain of S59-*E. coli* showed the highest degradation ability among five selected strains and it determined as potential candidates for detailed studies. We suggest that natural bacterial isolates from oil polluted areas are more suitable candidates as oil-degrading bacterial strains for the rehabilitation of oil polluted aquatic ecosystems.

ACKNOWLEDGEMENTS




The authors would like to thank the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) as a financial supporter of the study. Project number: 107G261.

REFERENCES

- Akçaalan R, Köker L, Gürevin C, Albay M 2014. *Planktothrix rubescens*: A perennial presence and toxicity in Lake Sapanca. Turkish Journal of Botany, 38: 782-789.
- APHA 2000. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition. Clesceri, L.S., A.E Greenberg and A.D Eaton (eds). American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. Washington, D.C.
- ANON 1997. National Committee for Clinical Laboratory Standards. Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically. 4th ed. Publication M7-A2, Villanova, PA: National Committee for Clinical Laboratory Standards.
- ANON 1991. U. S. Congress, Office of Technology Assessment, Bioemediation for Marine Oil Spills, OTA-BP-O-70 Washington, DC: U. S. Government Printing Office.
- ANON 1998. Su Kalitesi Kontrolü, İzlenmesi ve Özel Çalışmalar: Sapanca Gölü ve Drenaj Alanı, DSI (General Directorate of State Hydraulic Works). 228-300, Ankara (In Turkish).
- ANON 1984. Sapanca Gölü Kirlilik Çalışması (The Pollution Study of Sapanca Lake). DSİ (General Directorate of State Hydraulic Works). Technical Report 135, Ankara (In Turkish).
- Akkoyunlu A, Akiner M 2012. Pollution evaluation in streams using water quality indices: A case study from Turkey's Sapanca Lake Basin. Ecological Indicator, 18: 501-511.
- Altug G, Gürün S, Yüksel B, Memon A 2011. The Investigation of Oil Degrading Capacity of Bacterial Strains Isolated from Different Environments in Turkey, Fresenius Environmental Bulletin, 20, 886-893.
- Altug G, Gürün S, Yüksel B, Memon A 2012. Oil Hydrocarbon Degradation Effects of Some Bacteria Isolated from Various Environments in Turkey. *First National Workshop on Marine Biotechnology and Genomics*. 24-25 May 2012, Muğla-Turkey, pp. 10-25.
- Atlas RM 1995. Petroleum Biodegradation and Oil Spill Bioremediation. Marine Pollution Bulletin, 31(4-12): 178-182.
- Bouwer EJ, Zehnder AJB 1993. Bioremediation of organic compounds – putting microbial metabolism to work, Trends in Biotechnology, 11, 360-367.
- Ciftci PS, Altug G 2010. Study on the Degradation Ability of the Bacteria Isolated from the sea of Marmara in Oil Hydrocarbons, Turkey. 39th CIESM (Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Mediterranee) CongressRapp. Comm In. Mer Medit, 39, Venice-Italy. pp:346.
- Cole JJ, Findlay S, Pace M L 1988. Bacterial production in fresh and saltwater ecosystems—a cross-system overview. Marine Ecology Progress Series, 43: 1-10.
- Cotner JB, Biddanda BA 2002. Small players, large role: microbial influence on biogeochemical processes in pelagic aquatic ecosystems. Ecosystems, 5:105-121.
- Das N, Chandran P 2011. Microbial Degradation of Petroleum Hydrocarbon Contaminants: An Overview. SAGE-Hindawi Access to Research Biotechnology Research International. Volume 2011, Article ID 941810, 13 pages. doi:10.4061/2011/941810.
- Dean SM, Jin Y, Cha DK, Wilson SV, Radosevich M 2001. Phenanthrene Degradation in Soils Co-Inoculated with Phenanthrene-Degrading and Biosurfactant-Producing Bacteria. Journal of Environmental Quality, 30: 1126-1133.
- DeBruyn JM, Chewning CS, Sayler GS 2007. Comparative quantitative prevalence of Mycobacteria and functionally abundant nida, nahAc, and nagAc dioxygenase genes in coal tar contaminated sediments. Environmental Science & Technology, 41: 5426-5432. doi: 10.1021/es070406c
- Duman F, Aksoy A, Demirezen D 2007a. Seasonal Variability of Heavy Metals in Surface Sediment of Lake Sapanca, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 133:277-283.
- Duman F, Sezen G, Tug GN 2007b. Seasonal Changes of Some Heavy Metal Concentrations in Sapanca Lake Water, Turkey. International Journal of Natural & Engineering Sciences. 1(3): 25-28.
- Ezikpe MNI, Gbenle OG, Ilori MO, Okpuzor J, Osuntoki AA 2009. Evaluation of *Alcaligenes faecalis* degradation of chrysene and diesel oil with concomitant production of biosurfactant. Research Journal of Environmental Toxicology, 3: 159-169.

- Farrington JW 1980. An overview of the biogeochemistry of fossil fuel hydrocarbons in the marine environment. *Advances in Chemistry*, 185: 1–22.
- Head I, Jones D, Rolling W 2006. Marine Organisms make a meal of oil. *Nature Reviews Microbiology*, 4: 173-182.
- Holmes B., Willcox WR, Lapage SP 1978. Identification of *Enterobacteriaceae* by the API 20E system. *Journal of Clinical Pathology*, 31(1): 22–30.
- Ishige T, Tani A, Sakai Y, Kato N 2003. Wax ester production by bacteria. *Current Opinion in Microbiology*, 6(3): 244–250.
- Jacques RJS, Okeke BC, Bento FM, Teixeira AS, Peralba MCR, Camargo FAO 2008. Microbial consortium bioaugmentation of a polycyclic aromatic hydrocarbons contaminated soil. *Bioresource Technology*, 99(7): 2637–2643.
- Le-Petit J, Barthelemy MH 1968. The hydrocarbons in water: the problem of microorganisms using the littoral zones. *Annales De l'Institut Pasteur*, 144: 149–158.
- Marchand C, St-Arnaud M, Hogland W, Bell TH, Hijri M 2017. Petroleum biodegradation capacity of bacteria and fungi isolated from petroleum-contaminated soil. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 116: 48-57.
- Morkoç E 2008. Water Quality Properties of Sapanca Lake. Ed. H. Okgerman, G. ALTUĞ. Scientific Overview of Sapanca Lake. Turkish Marine Research Foundation. No: 28. P: 140-148 (In Turkish).
- Newton RJ, Jones SE, Eiler A, McMahon KD, Bertilsson S 2011. A guide to the natural history of freshwater lake bacteria. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 75(1): 14-49 DOI: 10.1128/MMBR.00028-10.
- Okoh AI, Trejo-Hernandez MR 2006. Remediation of petroleum hydrocarbon polluted systems: Exploiting the bioremediation strategies. *African Journal of Biotechnology*, 5(25): 2520–2525.
- Onbasili D, Aslim B, Yuvali Celik G 2011. Investigation of metabolite productions and degradation of hazardous organic pollutants by *Pseudomonas* spp. *Journal of Applied Biological Sciences*, 5(2): 9–14.
- Prieto LM, Michelon M, Burkert JFM, Kalil SJ, Burker CAV 2008. The production of rhamnolipid by a *Pseudomonas aeruginosa* strain isolated from a southern coastal zone in Brazil. *Chemosphere*, 71(9): 1781-1785.
- Pritchard HP, Costa CF 1991. EPA's Alaska oil spill bioremediation project. *Environmental Science & Technology*, 25(3): 372-379.
- Rahman KSM, Rahman JT, Lakshmanaperumalsamy P, Banat IM 2002. Towards efficient crude oil degradation by a mixed bacterial consortium. *Bioresource Technology*, 85: 257-261.
- Ron EZ, Rosenberg E 2002. Biosurfactants and oil bioremediation. *Environmental Biotechnology*, 13(3): 249-252.
- Sarubbo LA 2006. Production and stability studies of the bioemulsifier obtained from a strain of *Candida glabrata* UCO1002. *Journal of Biotechnology*, 9: 400-406.
- Tabatabaee A, Assadi MM, Noohi AA, Sajadian VA 2005. Isolation of biosurfactant producing bacteria from oil reservoirs, *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 2: 6-12.
- Tanik A, Beler Baykal B, Gönenc E, Meric S, Öktem Y 1998. Effect and Control of Pollution in Catchment Area of Lake Sapanca, Turkey. *Environmental Management*, 22(3): 407–414.
- Udo EJ, Fayemi AAA 1995. The effect of oil pollution on soil germination, growth and nutrient uptake of corn. *Journal of Environmental Quality*, 4: 537-540.
- Yakimov MM, Timmis KN, Golyshin PN 2007. Obligate oil-degrading marine bacteria. *Current Opinion in Biotechnology*, 18:257–266.
- Zarate MGM, González JFC, Pérez ASR, Domínguez EE, Oviedo JT, Juárez VMM, Rodríguez IA 2014. Isolation and Identification of Bacteria and Fungi Resistant to Crude Oil. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*, 3(7): 5273-5278.

Two New Spiny Species of *Dianthus* (Caryophyllaceae) from Turkey

Ergin HAMZAOĞLU¹ , Murat KOÇ² , İlker BÜYÜK³ 

¹Gazi University, Gazi Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, 06500, Ankara, ²Bozok University, Boğazlıyan Vocational School, 66400, Boğazlıyan, Yozgat, ³Ankara University, Faculty of Science, Department of Biology, 06100, Ankara
✉ : erginhamzaoglu@yahoo.com

ABSTRACT

Some *Dianthus* L. (Caryophyllaceae) specimens which have spiny epicalyx scales and spiny leaves have been collected from the Hanönü (Kastamonu) and the Mount Murat (Kütahya/Uşak). As a result of the investigations, these specimens have been decided to be new species for the scientific world and they have been named as *Dianthus varankii* Hamzaoglu & Koç and *Dianthus halisdemirii* Hamzaoglu & Koç. The descriptions, ecological preferences, distribution information and conservation status of the new species was given. Also, they were compared with closely related species, *D. aculeatus* Hamzaoglu, based on its general morphology and seed micromorphology. The relationships between new species and their close relatives were determined based on the ITS sequences.

DOI :10.18016/ksudobil.347445

Article History

Received : 28.10.2017
Accepted : 05.02. 2018

Keywords

Dianthus,
new taxa,
Turkey

Research Article

Makale Tarihiçesi

Geliş : 28.10.2017
Kabul : 05.02.2018

Anahtar Kelimeler

Dianthus,
yeni taksonlar,
Türkiye

Araştırma Makalesi

Türkiye'den İki Yeni Dikenli *Dianthus* Türü (Caryophyllaceae)

ÖZET

Hanönü (Kastamonu) ve Murat Dağı'ndan (Kütahya/Uşak) epikaliks pulları ve yaprakları dikenli olan bazı *Dianthus* L. (Caryophyllaceae) örnekleri toplandı. Yapılan incelemeler sonucu bu örneklerin bilim dünyası için yeni oldukları anlaşıldı ve bunlar *Dianthus varankii* Hamzaoglu & Koç ve *Dianthus halisdemirii* Hamzaoglu & Koç olarak adlandırıldı. Yeni türlerin betimlemeleri, ekolojik tercihleri, yayılış bilgileri ve mevcut koruma durumları verildi. Ayrıca, yakın akraba oldukları *D. aculeatus* Hamzaoglu ile genel morfoloji ve tohum mikromorfolojisi bakımından karşılaştırıldılar. Yeni türler ile yakın akrabaları arasındaki moleküler benzerlikler ITS sekans analizine bağlı olarak belirlendi.

To Cite : Hamzaoglu E, Koç M, Büyük İ 2018. Two New Spiny Species of *Dianthus* (Caryophyllaceae) from Turkey. KSU J. Agric Nat 21(4):545-554, DOI :10.18016/ksudobil.347445.

INTRODUCTION

The genus *Dianthus* L. has approximately 600 species that mostly grows in Asia and Europe; there are 78 species in Turkey (Dequan and Turland, 2001; Gemici and Leblebici, 1995; Vural, 2008; Yılmaz et al., 2011; İlçim et al., 2013; Hamzaoglu et al., 2015; 2017). *Dianthus* is the second largest genus after *Silene* L. in Caryophyllaceae in Turkey (Reeve, 1967). The genus has been divided into five sections in "Flora Orientalis". The most imported characters of section *Dentati* Boiss. are having a barbate and dentate petal limbs (Reeve, 1967; Boissier, 1867). On the other hand, some of the taxa of section *Dentati* have spiny epicalyx leaves. Recently new species had been added into this spiny group (Yılmaz et al., 2011; Hamzaoglu et al., 2014). In addition, studies have shown that seed surface patterns in genus *Dianthus* are sufficiently distinctive (Hamzaoglu et al., 2014; 2015; Hamzaoglu and Koç, 2015).

The development of PCR technology has increased our knowledge about the phylogeny of the Caryophyllaceae (White et al., 1990; Rettig et al., 1992; Gardes and Bruns, 1993). In recent years, p16-p25 primer pairs (surrounding ITS region) have been frequently used for molecular phylogenetic studies in Caryophyllaceae (Popp and Oxelman, 2001; Popp et al., 2005).

The aim of this study was to contribute to *Dianthus* taxonomy by describe and adding two new species and determine the genetic relationships among other spiny species of *Dianthus* collected from Turkey.

MATERIAL and METHODS

Plant Materials

Dianthus specimens which were identified as new species were collected from Hanönü (Kastamonu) and Murat Mountain (Kütahya/Uşak) in Turkey. Besides, the specimens included the materials needed for the seed micromorphology studies. The specimens

collected were comprehensively evaluated by the use of the literature along with the specimens present in GAZI, ANK, HUB, KNYA, E, K and P herbaria (Reeve, 1967; Bojnanský & Fargašová, 2007; Yılmaz et al., 2011; Hamzaoğlu et al., 2014). Pictures were taken with a CANON EOS60D digital camera. The seed surface micromorphology was visualized using the FEI Quanta 450 FEG (in 2017) and LEO 440 (in 2013) scanning electron microscopes. The vegetative characteristics were measured with a ruler with 0.5 mm accuracy and the floral characteristics were determined using an ocular micro-meter.

DNA Extraction

All of the molecular experiments were performed in 'Plant Molecular Biology Laboratory of Ankara University' by İlker BÜYÜK. Leaf material of six *Dianthus* (Caryophyllaceae) specimens was dried in silica gel to preserve the tissue in the field for DNA extraction.

The genomic DNA was extracted according to the modified CTAB method as described by Aras et al. (2003). NanoDrop Lite Spectrophotometer (Thermo Scientific, USA) was used to check DNA quality and quantity and also the integrity of each DNA was checked by running a 1% agarose gel containing ethidium bromide and were visualized using an ultraviolet transilluminator (Syngene Chemi Genius 2 Bio Imaging System, UK).

PCR Amplification and Sequencing

Sequence comparison of the ITS is frequently used in phylogenetic reconstructions at the intraspecific taxonomic level (Chase et al. 2000; White et al., 1990; Hamzaoğlu et al., 2017). On this basis, ITS sequences of six *Dianthus* specimens were analyzed in the current study. The ITS region was amplified using a primer set P16 (5'-TCACTGAACCTTATCATTAGAGGA-3') and P25 (5'-GGGTAGTCCCCTGACCTG-3') (Popp and

Oxelman, 2001; Popp et al., 2005). The PCR amplification was performed in 50 µl volume containing 10 µl of 10 × buffer, 1 unit Taq DNA polymerase (Promega, Madison, Wisconsin), 200 µM dNTPs, 2 mM MgCl₂, and 10 pmol of both primers, p16 and p25. PCR amplification was performed in a Biometra TProfessional Standard (Biometra, GmbH, Germany) as follows: 94°C for 2 min, 35 cycles of 94°C for 30 s, 55°C for 1 min, and 72°C for 1 min, and a final extension step of 8 min at 72°C. The amplification products were analyzed by electrophoresis in 1.2% agarose gel containing ethidium bromide, and the product sizes were determined on gels by nucleotide size marker (100 bp ladder; Fermentas, Vilnius, Lithuania).

The PCR products were sequenced in both directions (once using the forward primer, and once using the reverse primer) with a BigDye cycle sequencing kit (Applied Biosystems, Foster City, California) using an ABI 3130XL genetic analyzer Applied Biosystems, Foster City, California). The derived ITS sequences identity was confirmed by appropriate program Blast (NCBI) to search the DNA sequence databases for high similarity with other *Dianthus* species (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>). The quality check of the nucleotide peaks and the collapsing the forward and reverse Sanger reads into consensus sequence was done through Geneious version R9 (<http://www.geneious.com>, Kearse et al., 2012).

Sequence Alignment and Phylogenetic Analysis

The amplified fragments were sequenced and the outgroup *Petrorhagia saxifraga* (L.) Link. was obtained from GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>) to compare with *Dianthus* sequences (Table 1). All sequences were first aligned using CLC Main Workbench ver. 8.0 (<https://www.qiagenbioinformatics.com/>) and the alignment was checked using the MEGA7 software (Kumar et al., 2016).

Table 1. GenBank accession numbers of the ITS sequences from six spiny *Dianthus* sect. *Dentati* specimens which were obtained in this study.

Collector number	Species	GenBank accession no.
Hamzaoğlu 6589	<i>Dianthus erinaceus</i> Boiss. var. <i>erinaceus</i>	KY364854
Hamzaoğlu 6590	<i>D. erinaceus</i> Boiss. var. <i>alpinus</i> Boiss.	KY364855
Hamzaoğlu 6596	<i>D. goekayi</i> Kaynak, Yılmaz & Daşkın	KY364856
Hamzaoğlu 6744	<i>D. aculeatus</i> Hamzaoğlu	KY364857
Hamzaoğlu 7241	<i>D. varankii</i> Hamzaoğlu & Koç	KY364858
Koç 2127	<i>D. halisdemirii</i> Hamzaoğlu & Koç	KY364859
Outgroup	<i>Petrorhagia saxifraga</i> (L.) Link	KX184019.1

The pairwise sequence divergence between species in ITS was determined by Kimura-2 parameter model (Kimura, 1980). The base composition analysis was performed using MEGA7 and the phylogenetic tree (bootstrap replicates=1000) was constructed using the

Maximum likelihood (ML) method (Felsenstein, 1985; Tamura et al., 2011; Kumar et al., 2016).

RESULTS and DISCUSSION

Dianthus varankii Hamzaoğlu & Koç, **sp. nov.**

Type: Turkey, A5 Kastamonu, Hanönü, Küreçayı village turnout, *Pinus brutia* Ten. and *Quercus pubescens* Willd. openings, 480 m, 13.08.2016,

Hamzaoğlu 7241 & Koç (holo. GAZI, iso. GAZI, ANK) (Figure 1).



Figure 1. *Dianthus varankii* sp. nov. (A) habit and habitat, (B) spiny leaves, (C) petals, (D) calyx and epicalyx scales.

Diagnosis: *Dianthus varankii* is related to *D. aculeatus*. It differs from this species mainly by stem 10–26 cm long (not 2–6 cm); calyx 24–30 mm long (not 18–26 mm); petal 30–37 mm long (not 22–26 mm); claw 22–27 mm long (not 15–18 mm) and collar as wide as claw (not c. 1/2 as wide as claw).

Description: Perennial, cushion-form, spinose and pruinose herbs. Stems erect, 10–26 cm tall, branching from middle to upper node or rarely unbranched, 3–7-noded, puberulous, dead leaves persistent at base. Leaves linear-subulate, canaliculate, thick, usually puberulous, margins scabrous, spinose at apex; sterile shoots leaves subequal to cauline leaves; cauline 20–32 × 0.5–1 mm, separated from stem, equal or shorter than internodes, rigid, 3-veined, sheaths slightly longer than wide; upper leaves similar but smaller, nodes sometimes purplish. Inflorescence (1–)2–4(–7)-flowered; pedicels 5–25 mm, puberulous, greenish. Epicalyx scales 8–10(–12), cartilaginous, spinescent, greenish to purplish, ± separated from calyx, veinless below, indistinctly 7–11-veined above, with scarios (0.3–0.5 mm) margins, apex obtuse to truncate except arista; outer linear to linear-lanceolate, 4–8 × 1–1.5 mm, puberulous, up to 1/4 as long as calyx, arista c. 3/5 as long as scale; inner oblanceolate, 12–18 × 2.2–3.6 mm, puberulous, c. 1/2 as long as calyx, arista 1/4–1/3 as long as scale. Calyx cylindrical-lanceolate, 24–30 ×

2–3.5 mm, ± veinless below, distinctly 35–40-veined above, puberulous, purplish; teeth narrowly oblong-lanceolate, 7–10 × 1–1.5 mm, 7–9-veined, with ciliate and scarios margins, apex acute and long mucronate. Petals 30–37 mm long; limb broadly cuneate, 8–10 × 7–9 mm, c. 1/4 as long as petal, claw exerted from calyx, spotted, barbulate, pinkish purple on both surfaces, 7–11-toothed at apex, teeth narrowly triangular, up to 1/5 as long as limb; claw 22–27 × 1–1.2 mm, collar as wide as claw. Capsule not exerted from calyx.

Seed morphology: Seeds oblong, 3.2–4.5 × 0.9–1.3 mm, blackish, ungranular; dorsal surface convex, with irregular rectangular cells, tuberculate, with 3–6 teeth on each margin, teeth V-undulate, apparent; ventral surface convex, with regular rectangular cells, tuberculate, with 6–8 teeth on each margin, teeth S-undulate, apparent; apex beaked.

Etymology: Prof. Dr. İlhan VARANK, Yıldız Technical University, Faculty of Education, attended to street demonstrations with the aim of protesting the coup attempt held on 15th of July 2016 in Turkey and was martyred by the coup plotters. The species *Dianthus varankii* described in this study was dedicated in memory of our martyr.

Ecological preferences: Hanönü is a place located in the Gökırmak valley, northeast of Kastamonu. Gökırmak

valley has a typical Mediterranean microclimate in the Euro-Siberian phytogeographic region. The rare forests which consist of *Pinus brutia* Ten., *Quercus pubescens* Willd., *Carpinus betulus* L. and *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* species are dominant on the bottom of the valley. The open areas are observed in this habitat which prefers an altitude ranging from

400 to 700 meters. These open areas are proper areas for the growing of *Dianthus varankii*.

***Dianthus halisdemirii* Hamzaoğlu & Koç, sp. nov.**

Type: Turkey, B2 Kütahya, Gediz, Murat Mountain, road of ski resort, towards summit, serpentine slopes, 2050 m, 02.08.2015, *Hamzaoğlu & Koç* 2127 (holo. GAZI, iso. GAZI, ANK) (Figure 2).

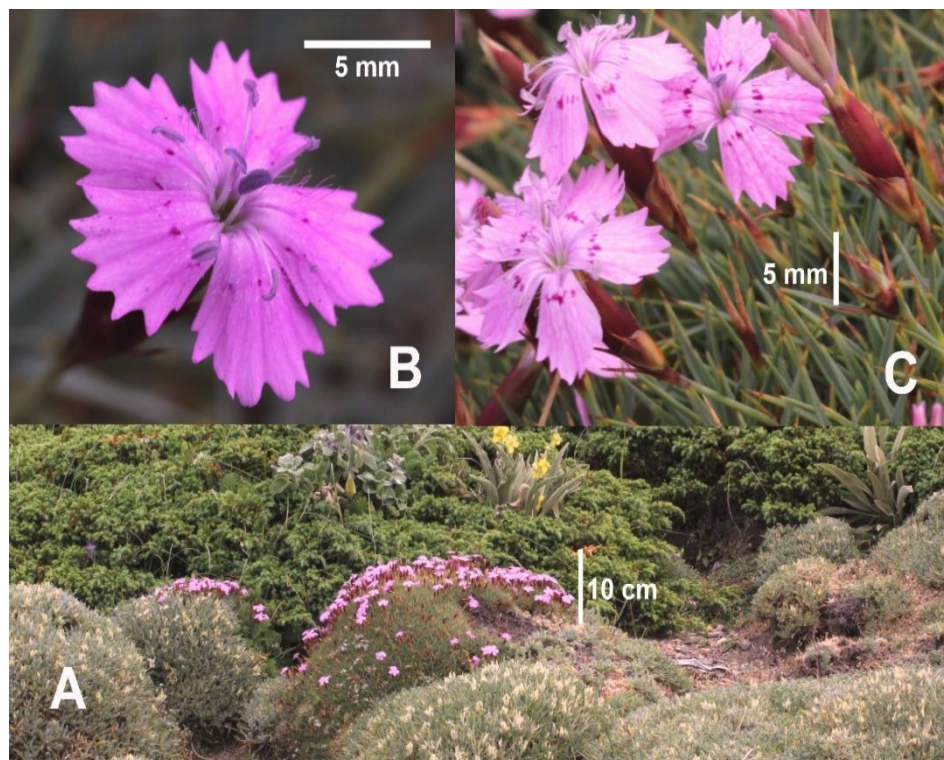


Figure 2. *Dianthus halisdemirii* sp. nov. (A) habit and habitat, (B) petals, (C) calyx, epicalyx scales and spiny leaves.

Diagnosis: *Dianthus halisdemirii* is related to *D. aculeatus*. It differs from its by cauline leaves (sheaths 2–3 times as long as wide; not equal or slightly longer); calyx 11–14 mm long and distinctly 35–40-veined (not 18–26 mm long and distinctly 45–50-veined); petals 15–18 mm long (not 22–26 mm long) and petal limbs cuneate, 4–6 × 3.5–5.5 mm (not broadly cuneate, 7–8 × 6.5–7.5 mm).

Description: Perennial, cushion-form, spinose and pruinose herbs. Stems erect, 3–9(–12) cm tall, unbranched or only branching from upper node, 2–4-noded, glabrous; dead leaves persistent at base. Leaves linear-subulate, canaliculate, thick, glabrous, margins scabrous, spinose at apex; sterile shoots leaves longer than cauline leaves; cauline 10–15 × 0.5–0.8 mm, ± separated from stem, shorter than internodes, rigid, 3–5-veined, sheaths 2–3 times as long as wide; upper similar but smaller, nodes sometimes purplish. Inflorescence 1–2(–3)-flowered with strict inflorescence; pedicels 2–20 mm, glabrous, greenish. Epicalyx scales 4–6, cartilaginous, spinose, straw-colored, greenish or purplish, separated from calyx, veinless below, indistinctly 7–11-veined above, with

scarious (0.4–0.6 mm) margins, apex acute-obtuse to truncate except arista; outer linear-lanceolate, 8–11 × 2–3.5 mm, glabrous, up to 2/3 as long as calyx, arista c. 1/3 as long as scale; inner oblanceolate to obovate, 9–12 × 3.5–4.4 mm, glabrous, c. 2/3 as long as calyx, arista c. 1/3 as long as scale. Calyx ovate-lanceolate, 11–14 × 3–4 mm, ± veinless below, distinctly 35–40-veined above, glabrous, greenish or purplish; teeth narrowly triangular, 3.5–4.5 × 1–1.5 mm, 7–9-veined, with ciliate and scarious margins, apex acuminate and long mucronate. Petals 15–18 mm long; limb cuneate, 4–6 × 3.5–5.5 mm, c. 1/3 as long as petal, c. 3/4 exerted from calyx, spotted, barbulate, pinkish purple above, greenish below, 5–9-toothed from middle to apex, teeth triangular, up to 1/5 as long as limb; claw 11–12 × 1.2–1.5 mm, collar c. 1/2 as wide as claw. Capsule not exerted from calyx.

Seed morphology: Seeds elliptic, 1.6–2.6 × 0.8–1.2 mm, blackish, ungranular; dorsal surface convex, with regular square cells, tuberculate, with 3–5 teeth on each margin, teeth V-undulate, apparent; ventral surface convex, with regular rectangular cells, tuberculate, with 5–9 teeth on each margin, teeth V-

undulate, apparent; apex beaked.

Etymology: Command Sergeant Major Ömer HALİSDEMİR was martyred by the coup plotters who intended to capture The Special Forces Command during the coup attempt held on 15th of July 2016 in Turkey. The species *Dianthus halisdemirii* described in this study was dedicated in memory of our martyr.

Ecological preferences: *Dianthus halisdemirii* is a local endemic species restricted to the Mount Murat, west Anatolia. The *Dianthus halisdemirii* prefers open areas in forest, on rocky sides of subalpine and alpine zones. The peak of the Mount Murat is Kartaltepe which has an altitude of 2309 meters. The forests which consist of *Pinus brutia*, *Pinus nigra* J.F.Arnold, *Pinus sylvestris* L., *Quercus ithaburensis* Decne subsp.

macrolepis (Kotschy) Hedge & Yalt., *Q. cerris* L., *Juniperus excelsa* M.Bieb., *Fagus orientalis* Lipsky and *Carpinus betulus* L. between 900 and 2000 meters altitude. The *Juniperus communis* L. var. *saxatilis* Pall. and the *Acantholimon* Boiss spp., *Astragalus* L. spp. are prevalent in the subalpine and alpine zone, respectively.

Dianthus varankii and *D. halisdemirii* are distinct from *D. aculeatus*, especially in terms of floral characters such as calyx and petals length. In *D. aculeatus*, the petal length is shorter than *D. varankii* and the calyx length longer than *D. halisdemirii*. There are also some differences in terms of stem length and width/length ratios of cauline leaves sheaths among these species (Figure 3, Table 2).

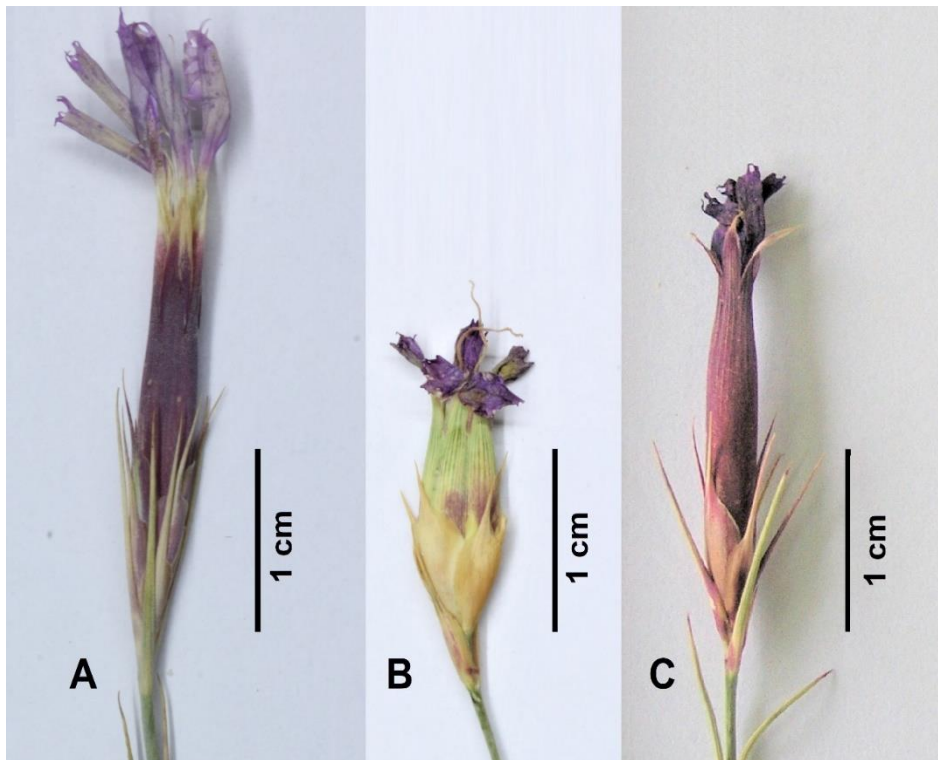


Figure 3. Flowers: A. *Dianthus varankii* (Hamzaoğlu 7241 & Koç), B. *D. halisdemirii* (Hamzaoğlu & Koç 2127), C. *D. aculeatus* (Hamzaoğlu 6744).

Table 2. Comparison of the diagnostic characteristics of *Dianthus varankii*, *D. halisdemirii* and *D. aculeatus*.

Characters	<i>D. varankii</i>	<i>D. halisdemirii</i>	<i>D. aculeatus</i>
Stems	10–26 cm tall	3–9(–12) cm tall	2–6 cm tall
Cauline leaves	sheaths slightly longer than wide	sheaths 2–3 times as long as wide	sheaths equal or slightly longer than wide
Calyx	24–30 mm long, distinctly 35–40-veined	11–14 mm long, distinctly 35–40-veined	18–26 mm long, distinctly 45–50-veined
Petals	30–37 mm long	15–18 mm long	22–26 mm long
Petal limbs	broadly cuneate, 8–10 × 7–9 mm	cuneate, 4–6 × 3.5–5.5 mm	broadly cuneate, 7–8 × 6.5–7.5 mm
Petal claws	22–27 mm long, collar as wide as claw	11–12 mm long, collar c. 1/2 as wide as claw	15–18 mm long, collar c. 1/2 as wide as claw

The seed surfaces of *Dianthus varankii* and *D. halisdemirii* are different than the seeds of *D.*

aculeatus as regard to the cell edges of dorsal surfaces (teeth V-undulate, not S-undulate) and the shape

ventral surfaces (convex, not flat). In addition, the *D. varankii* seeds differ in shape and size, and the *D. halisdemirii* seeds differ in cell shape of dorsal surfaces and cell edges of ventral surfaces (Figure 4, Table 3).

ITS-rDNA was successfully amplified for all six spiny species of section *Dentati* and ITS sequencing reactions for *Dentati* species yielded alignable 708 nucleotides long. Within these species, 553 were conservative and 53 were variable. When the base compositions were analysed, range values of 23.8–24.4, 25.1–25.6, 22.5–22.8, and 27.6–27.9 were observed for bases T, C, A, and G, respectively. Pairwise distances of aligned ITS sequences of all sect. *Dentati* species were calculated in this study. Accordingly, pairwise distances ranged from 0.001 (*D. aculeatus* and *D. goekayi*) to 0.088 (*D. erinaceus* var. *erinaceus* and outgroup *Petrorhagia saxifraga*). The pairwise distance between *Dianthus varankii* and *D. halisdemirii* and its closely related species *Dianthus aculeatus* is 0.005 and 0.007, respectively. These results supported the morphological data.

The ML tree showed that *Petrorhagia saxifraga* used as an outgroup was branched very far away from the *Dentati* species. In addition, *D. halisdemirii* and *D. varankii* were branched far away from the other *Dentati* species interestingly. All other *Dianthus* species (*D. erinaceus* var. *erinaceus*, *D. erinaceus* var.

alpinus Boiss., *D. goekayi* and *D. aculeatus*) were grouped together within a different clade (Figure 5).

The spiny species belonging to the section *Dentati* of genus *Dianthus* from Turkey including *D. halisdemirii* grow in the Mediterranean phytogeographic region (Reeve, 1967; Hamzaoglu et al., 2014). Whereas *Dianthus varankii* grows in the Euro-Siberian phytogeographic region of Turkey (Figure 6). According to the current data *Dianthus varankii* grows in Hanönü (Kastamonu) district, which have an area of approximately 150 km². It has a discontinuous distribution due to sparse *Pinus brutia* and *Quercus pubescens* forests, settlement, and farming areas. The habitat of this species is may be under danger due to being destroyed and/or decreased in the future. *Dianthus halisdemirii* grows in the Mount Murat, between Gediz (Kütahya) and Banaz (Uşak) districts, which have an area of approximately 70 km². No threats are present for this species as of today. The possibility of becoming a prey of wild or pet animals is extremely low because of being spiny species. But, land-use changes could have a detrimental impact in the future. Even so, since a thorough assessment has not been undertaken for this new species, the conservation status of Not Evaluated (NE) has been assigned to this species as per IUCN Red List categories and criteria (2017).

Table 3. Comparison of the diagnostic seed characters of *Dianthus varankii*, *D. halisdemirii* and *D. aculeatus*.

Seed Characters	<i>Dianthus varankii</i>	<i>Dianthus halisdemirii</i>	<i>Dianthus aculeatus</i>
Shape	oblong	elliptic	elliptic
Size	3.2–4.5 × 0.9–1.3 mm	1.6–2.6 × 0.8–1.2 mm	1.8–2.5 × 1.2–1.5 mm
Cell shape of dorsal surface	with irregular rectangular	with regular square	with regular rectangular
Cell edges of dorsal surface	teeth V-undulate	teeth V-undulate	teeth S-undulate
Ventral surface	convex	convex	flat
Cell edges of ventral surface	teeth S-undulate, apparent	teeth V-undulate, apparent	teeth S-undulate, not apparent

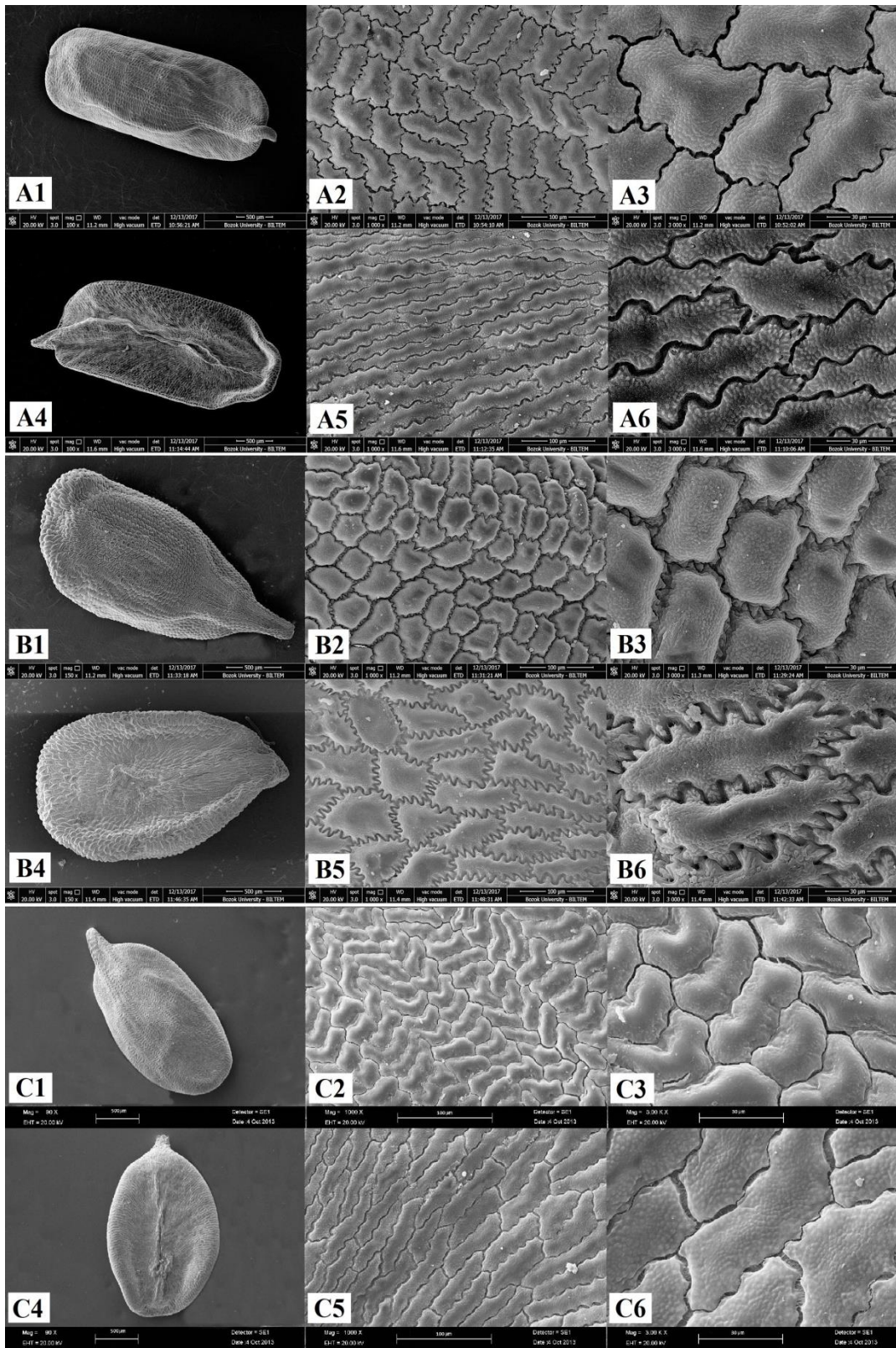


Figure 4. SEM photographs of the seed coat: A. *Dianthus varankii*, B. *D. halisdemirii*, C. *D. aculeatus*; 1-3: dorsal surface, 4-6: ventral surface; Scale bars. 1 and 4: 500 µm, 2 and 5: 100 µm, 3 and 6: 30 µm.

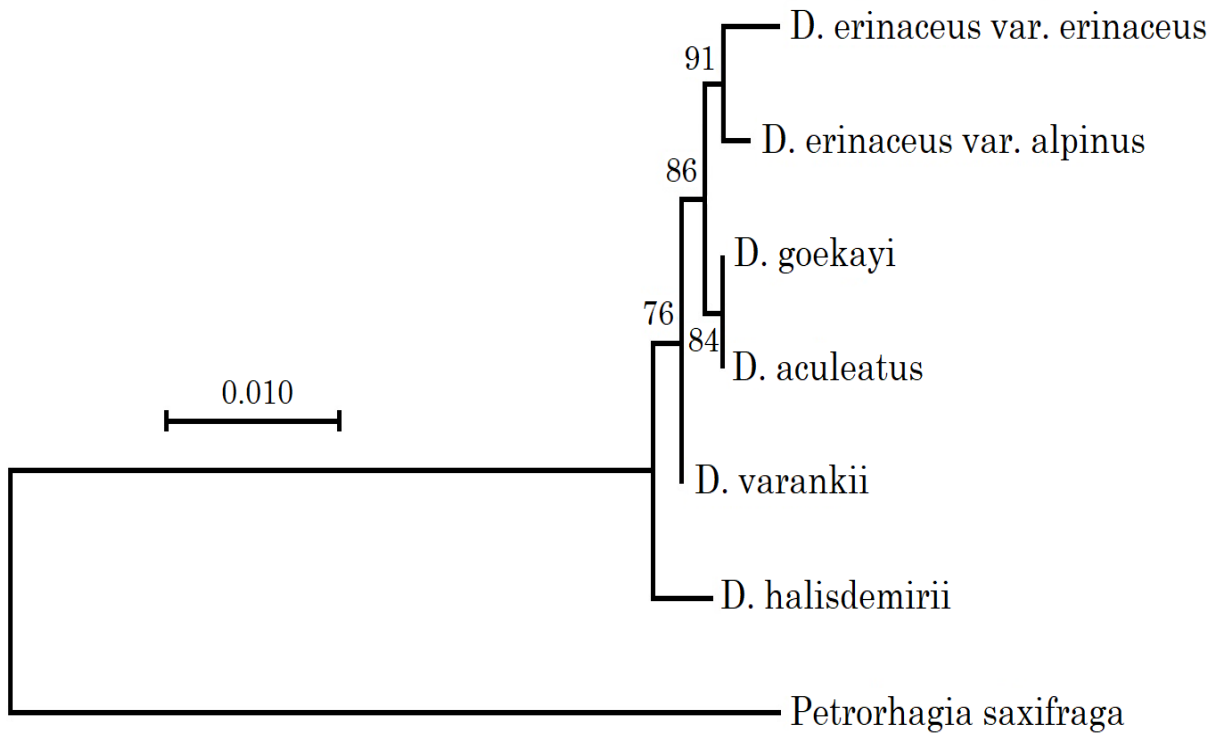


Figure 5. The evolutionary history was inferred by using the Maximum Likelihood method based on the Kimura 2-parameter model. The tree with the highest log likelihood (-1105.5009) is shown. The percentage of trees in which the associated taxa clustered together is shown next to the branches.

The specimen Davis 36814 (Herbarium E) which was collected from the Mount Murat, was evaluated as *Dianthus erinaceus* var. *alpinus* in the Flora of Turkey (Reeve, 1967). The specimen Davis 36871 which was collected from the same area with the specimen Davis 36814 was introduced as paratypes of *D. aculeatus* in another study (Hamzaoğlu et al., 2014). However, this assessment was made using the pictures obtained from the Edinburgh online herbarium instead of collected

real specimens. Finally, new specimens from the Mount Murat were collected and investigated morphologically in 2015. Based on the morphological and molecular data, the specimens of the Mount Murat were identified as new species and named as *D. halisdemirii* (Tables 2 and 3, Figures 3, 4 and 5). The distinctive characteristics of the species compared to the other morphological closely related species were given in the diagnostic key below.

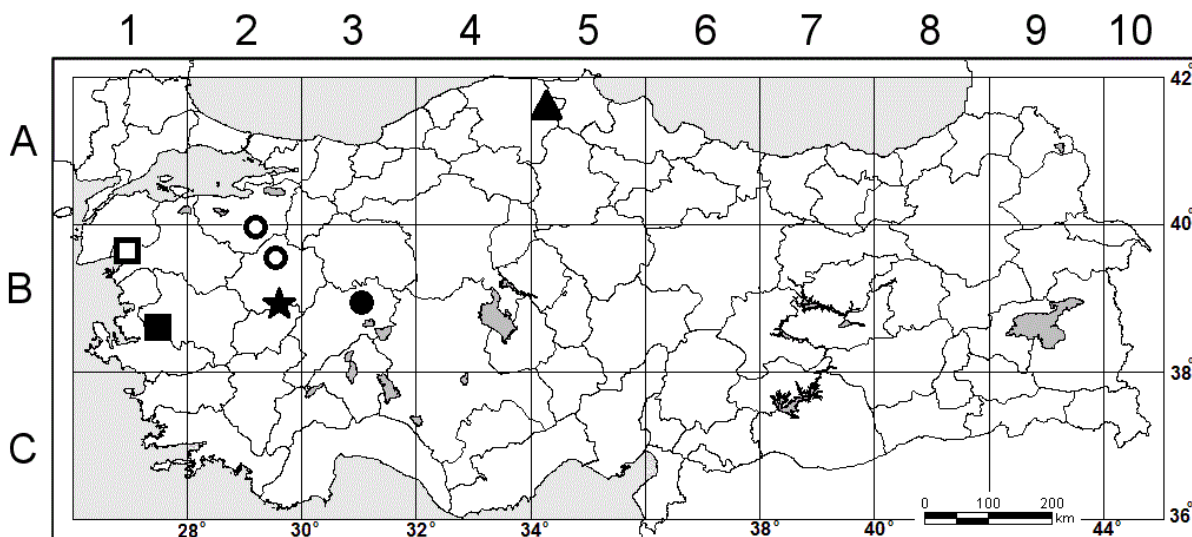


Figure 6. Distribution map of *Dianthus varankii* (▲), *D. halisdemirii* (★), *D. aculeatus* (●), *D. goekayi* (○), *D. erinaceus* var. *erinaceus* (■) and *D. erinaceus* var. *alpinus* (◻) in Turkey.

Key to closely related *Dianthus* species

1. Inner epicalyx scales c. 1/2 as long as calyx; petals 22-37 mm long **2**
– Inner epicalyx scales more than 1/2 as long as calyx; petals 14-21 mm long **3**
2. Stems 10–26 cm tall; epicalyx scales indistinctly 7–11-veined; calyx distinctly 35–40-veined; petals 30–37 mm long, claws 22–27 mm long .. ***D. varankii***
– Stems 2–6 cm tall; epicalyx scales indistinctly 3–5-veined; calyx distinctly 45–50-veined; petals 22–26 mm long, claws 15–18 mm long ***D. aculeatus***
3. Cauline leaves adpressed to stem; petal limbs 3-3.2 mm wide ***D. goekayi***
– Cauline leaves separated from stem; petal limbs 3.5-5.5 mm wide **4**
4. Epicalyx scales 4–6 pieces, indistinctly 7–11-veined ***D. halisdemirii***
– Epicalyx scales 8–10(–12) pieces, distinctly 1–3-veined **5**
5. Cauline leaves 12-20 mm long; calyx 16-20 mm long; petals 18-21 mm long ***D. erinaceus* var. *erinaceus***
– Cauline leaves 7-9 mm long; calyx 12-15 mm long; petals 14-16 mm long ***D. erinaceus* var. *alpinus***

Additional Specimens Seen

Dianthus aculeatus: Turkey, Afyonkarahisar: Between Bayat and İscehisar, Köroğlu Pass, 1500 m, rocky igneous slopes with tuff gravels and shrub openings, 16.06.2013, *Hamzaoğlu* 6744, *Aksoy & Koç* (holotype, GAZI; isotypes, GAZI, ANK, HUB); Bayat, between Asartepe and İnpazarcık, c. 1300 m, rocky slopes with schist, 03.07.1975, *M. Vural* 874 (paratype, KNYA); İscehisar, NW of Karakaya village, 1250–1500 m, slopes with tuff gravels, 27.06.2002, *Z. Aytaç* 8413 (paratype, GAZI); ***Dianthus goekayi***: Turkey, Bursa: Between Soğukpınar and Karaislah villages, 860 m, *Quercus* forest openings, serpentine stony slopes, 08.08.2012, *Hamzaoğlu* 6596, *Aksoy & Koç* (GAZI); Kütahya: Tavşanlı, between Derbent and Elmaağacı villages, 960 m *Quercus* forest openings, serpentine stony slopes, 09.08.2012, *Hamzaoğlu* 6605, *Aksoy & Koç* (GAZI); ***Dianthus erinaceus* var. *erinaceus***: Turkey, Manisa: National Park of Spil Dağı, Atalanı, around forest watchtower, 1475 m, rocks, 05.08.2012, *Hamzaoğlu* 6589, *Aksoy & Koç* (GAZI); In mt. Sypilos supra Magnesiam, ?? .07.1842, *Boissier* s.n. (E, E00301868-photo; K, K000725492-photo, K000725493-photo, K000725495-photo); Sommel du Mont Sipyle, au-dessus de Magnesie, 11.08.1854, *Balansa* s.n. (P, P04948451-photo); Spil Mountain, S of Atalanı, 1200–1300 m, rocks, 08.08.1983, *H. Duman* 1083 (GAZI); ***Dianthus erinaceus* var. *alpinus***: Turkey, Balıkesir: Edremit, Zeytinli village, National Park of Kaz Dağı, Sarıkız road, 1675 m, rocks, 06.08.2012, *Hamzaoğlu* 6590, *Aksoy & Koç* (GAZI); *ibid.*,

calcareous rocks in summit, ?? .1968, *Quezel* et al. s.n. (ANK); *ibid.*, 07.07.1965, *Pamukçuoğlu* s.n. (HUB, 03827); *ibid.*, 25.07.1968, *Pamukçuoğlu & Quezel* s.n. (HUB, 03826).

ACKNOWLEDGMENTS

The specimens of *Dianthus varankii* (Kastamonu, Hanönü) were collected during one of the field trips supported by AECOM Company (Ankara office); *D. halisdemirii* was collected from Murat Dağı (Kütahya/Uşak) during the “The revision of the genus *Minuartia* (Caryophyllaceae) in Turkey”. Also, specimens of *D. erinaceus* var. *erinaceus*, *D. erinaceus* var. *alpinus*, *D. goekayi* and *D. aculeatus* were collected “The revision of the genus *Dianthus* (Caryophyllaceae) in Turkey”. Therefore, we wish to thank TÜBİTAK (KBAG-111T873 and KBAG-113Z260 coded projects) for financial support. Besides we are grateful to the curators of the herbaria Gazi University (GAZI), Ankara University (ANK), Hacettepe University (HUB), Selçuk University (KNYA), Royal Botanic Gardens Edinburgh (E, photo), Kew (K, photo), and Paris (P, photo) who allowed us to study their *Dianthus* specimens.

REFERENCES

- Aras S, Duran A, Yenilmez G 2003. Isolation of DNA for RAPD analysis from dry leaf material of some *Hesperis* L. specimens. Plant Molecular Biology Reporter, 21(4): 461a-461f.
- Boissier E 1867. Flora Orientalis, vol 1. H. Georg, Geneva & Basel, 479-516.
- Bojňanský V, Fargašová A 2007. Atlas of seeds and fruits of Central and East-European Flora: The Carpathian Mountains Region. Springer, Netherlands, 47-91.
- Chase MW, Soltis DE, Soltis PS, Rudall PJ, Fay MF, Hahn WH, Sullivan S, Joseph J, Molvray M, Kores PJ, Givnish TJ, Sytsma KJ, Pires JC 2000. Higher-level systematics of the monocotyledons: An assessment of current knowledge and a new classification. Pp. 3-16 in Monocots: Systematics and evolution, eds. K. L. Wilson and D. A. Morrison. Victoria: CSIRO Publishing.
- Dequan L, Turland NJ 2001. Caryophyllaceae (Flora of China, vol 6. Science Press Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis: Ed. Jussieu AL) 102-107.
- Ersöz M, Seçmen Ö 2009. Some of ecological features and relations with reproductive success in the populations of *Dianthus erinaceus* var. *erinaceus* endemic to Turkey. Biodicon, 2(3): 65-74.
- Felsenstein J 1985. Confidence Limits on Phylogenies: An Approach using the Bootstrap. Evolution, 39(4): 783-791.
- Gardes M, Bruns TD 1993. ITS primers with enhanced specificity for Basidiomycetes - Application to the

- identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology*, 2(2): 113-118.
- Gemici Y, Leblebici E 1995. Seven new species for the Flora of Turkey. *Candollea* 50(1): 41-50.
- Hamzaoğlu E, Koç M, Aksoy A 2014. A new pricking Carnation (Caryophyllaceae) grows on tuff from Turkey: *Dianthus aculeatus* sp. nov. *Biodicon*, 7(2): 159-162.
- Hamzaoğlu E, Koç M 2015. *Dianthus burdurensis* (Caryophyllaceae), a new species from South-western Turkey. *Phytotaxa* 233(2): 196-200.
- Hamzaoğlu E, Koç M, Büyük İ, Aksoy A, Soydam Aydın S 2015. A new serpentine-adapted carnation (Caryophyllaceae) from Turkey: *Dianthus serpentinus* sp. nov. *Nord J Bot*, 33(1): 57-63.
- Hamzaoğlu E, Koç M, Büyük İ 2017. *Dianthus ucarii* (Caryophyllaceae): a new species from the northwest of Turkey. *Turk J Bot* 41(5): 486-492.
- IUCN 2017. IUCN Red List Categories and Criteria, version 3.1, 2012. http://cmsdocs.s3.amazonaws.com/keydocuments/TranslatedVersions/2001redlistcats_crit_turkish.pdf. (Access date: 26.09.2017).
- İlçim A, Behçet L, Mükemre M 2013. *Dianthus vanensis* (Caryophyllaceae), a new species from Turkey. *Turk J Bot* 37(2): 219-224.
- Kearse M, Moir R, Wilson A, Stones-Havas S, Cheung M, Sturrock S, Buxton S, Cooper A, Markowitz S, Duran C, Thierer T, Ashton B, Mentjies P, Drummond A 2012. Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics* 28(12): 1647-1649.
- Kimura M 1980. A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, 16(2): 111-120.
- Kumar S, Stecher G, Tamura K 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. *Molecular Biology and Evolution*, 33(7): 1870-1874.
- Popp M, Oxelman B 2001. Inferring the history of the polyploid *Silene aegaea* (Caryophyllaceae) using plastid and homoeologous nuclear DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 20(3): 474-481.
- Popp M, Erixon P, Eggens F, Oxelman B 2005. Origin and Evolution of a Circumpolar Polyploid Species Complex in *Silene* (Caryophyllaceae) Inferred from Low Copy Nuclear RNA Polymerase Introns, rDNA, and Chloroplast DNA. *Systematic Botany*, 30(2): 302-313.
- Reeve H 1967. *Dianthus* L. (Flora of Turkey and the East Aegean Islands, vol 2. Edinburgh University Press, Edinburgh: Ed. Davis PH) 99-131.
- Rettig JH, Wilson HD, Manhart JR 1992. Phylogeny of the Caryophyllales - gene sequence data. *Taxon*, 41(2): 201-209.
- Tamura K, Peterson D, Peterson N, Nei M, Kumar S 2011. MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Molecular Biology and Evolution*, 28(10): 2731-2739.
- Vural, C 2008. A new species of *Dianthus* (Caryophyllaceae) from mount Erciyes, Central Anatolia, Turkey. *Botanical Journal of the Linnean Society* 158(1): 55-61.
- White TJ, Bruns T, Lee S, Taylor J 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Chapter 38. (PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications, Academic Press, Orlando, Florida: Eds. Innis MD, Sninsky GJ, White T) 315-322.
- Yılmaz O, Kaynak G, Daşkın R, Meriçlioğlu A 2011. *Dianthus goekayi* (Caryophyllaceae), a new species from Turkey. *Annales Botanici Fennici*, 48(1): 74-78.

Tokat'tan Yeni Bir Lignikol Mantar Kaydı: *Lachnum subvirgineum* Baral

Hakan IŞIK¹, İbrahim TÜRKEKUL²

¹ Tokat Bilim ve Sanat Merkezi, Tokat, ² Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Tokat
✉ : hakanbiyoloji@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, *Lachnum subvirgineum* Baral, Türkiye mikotası için ilk kez kaydedildi. Yeni kaydın kısa deskripsiyonu, fotoğrafları, bazı ekolojik özellikleri ve tartışması verilmiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.336129

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 25.08.2017
Kabul tarihi : 16.04.2018

Anahtar Kelimeler

Biyçeşitlilik,
Makrofungus,
Yeni kayıt,
Tokat,
Türkiye

Araştırma Makalesi

Lachnum subvirgineum Baral: A new lignicolous fungus record from Tokat

ABSTRACT

In this study, *Lachnum subvirgineum* Baral was recorded for the first time for Turkish mycota. Short description of the new record, illustrations, some ecological features and discussion are provided.

Article History

Received : 25.08.2017
Accepted : 16.04.2018

Keywords

Biodiversity,
Macrofungi,
New record,
Tokat,
Turkey

Research Article

To Cite : Işık H, Türkekul İ 2018. Tokat'tan Yeni Bir Lignikol Mantar Kaydı: *Lachnum subvirgineum* Baral. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(4):555-558, 2018. DOI:10.18016/ksudobil.336129

GİRİŞ

Mantarlar, dünyada en fazla çeşitliliğe sahip organizmalardandır. Klorofil taşımayan, absorpsiyon ile beslenen, spor ile çoğalan mantarlar, gıda, ilaç, biyokontrol faktörleri, farmasötik ve diğer birçok endüstride kullanılan biyoaktif bileşiklerin kimyasal üreticileri oldukları için ekonomik açıdan önemlidir. *Ascomycota* ve *Basidiomycota* bölümlerinde bulunan makrofunguslar ekolojik olarak saprofitler, parazitler ve simbiyotik (mikorizal) türler olmak üzere üç gruba ayrılabilir. Yaklaşık 70 bin mantar türünün tanımı literatürlere girmesine rağmen doğada 1.5 milyon türün bulunduğu tahmin edilmektedir (Hawksworth ve ark., 1996; Andrew ve ark., 2013; Kinge ve ark., 2017).

Ülkemizin mantar çeşitliliğini belirleme konusunda yapılan çalışmalar artarak devam etmektedir. Sesli ve Denchev (2014)'e göre Türkiye mikotası için 2158 makrofungus kaydı yapılmıştır. Bunların 215'i ascomycota ve 1943'ü basidiomycota bölümlerine aittir. Son yıllarda yapılan çalışmalarla; (Uzun ve ark., 2015; Kaya ve ark., 2015; Sesli ve ark., 2015; Kaya ve Uzun 2015; Sesli ve Moreau, 2015; Akata ve Doğan, 2015; Akata ve ark., 2016a; Akata ve ark., 2016b; Sesli ve ark., 2016; Acar ve ark., 2016; Doğan ve ark. 2016; Taşkın ve ark., 2016a; Taşkın ve ark., 2016b; Türkekul ve Işık, 2016; Işık ve Türkekul, 2017; Türkekul, 2017; Kaya ve ark., 2017; Sesli ve Topcu Sesli A, 2017) bu sayı giderek artmaktadır.

Lachnum cinsi, dünya çapında yaklaşık 467 takson ile temsil edilen büyük bir gruptur (Kirk P., 2011; URL). Bitki kalıntıları (otsu bitkilerin ölü gövdeleri, ağaç veya çalıkların dalları) üzerinde saprofit olarak yaşayan bu cins küçük, sapsız veya kısa saplı, dış yüzeyi tüylerle kaplı, ektal eksipulumu prizmatik hücreli bir apotezyuma sahip olması ile karakteristiktir. Apotezyumun iç kısmı beyaz, sarı, turuncu, kırmızımsı veya kahverengi olabilir. Tüyler beyaz veya kahverengi, silindirik, septalı ve küçük granüllerle kaplanmıştır. Askus tipik olarak konik uç kısma sahiptir ve apikal sporlar genellikle Melzer ayırıcı ile maviye boyanır. Parafiz lanseolat ve askustan daha uzundur (Dimitrova, 2000; Whitton ve ark., 2012; Beug ve ark. 2014). Çalışmamızın amacı Türkiye mikotasına katkıda bulunmaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma materyali olan makrofungus örnekleri, Tokat-Sivas karayolu üzerinde bulunan çam ormanından 2017 ilkbaharında toplanmıştır. Makrofungusun doğal habitatında fotoğrafı alınarak, morfolojik ve ekolojik özellikleri kaydedilmiş, koleksiyon numarası verilmiştir. Toplanan örnekler laboratuvar ortamına getirilerek mikroskopik özellikleri ortaya çıkarılmıştır. Makroskopik ve mikroskopik özellikleri ortaya çıkarılan mantarların teşhisi ilgili literatür; Breitenbach ve Kränzlin (1984), Jordan (1995), Beug ve ark. (2014), Suková (2005), Ribes (2009)

kullanılarak yapılmıştır. Teşhisi yapılan mantar örnekleri Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Fungaryumu'nda saklanmaktadır.

BULGULAR

Yeni kayıt makrofungusun deskripsiyonu, apotesyumun, askusun, parafizin ve sporların mikrofotografaları, lokalitesi ve koleksiyon numarası aşağıda verilmiştir. Makrofungusun sistematigi <http://www.indexfungorum.org> (erişim tarihi: 19.11.2017)'e göre yapılmıştır.

Fungi

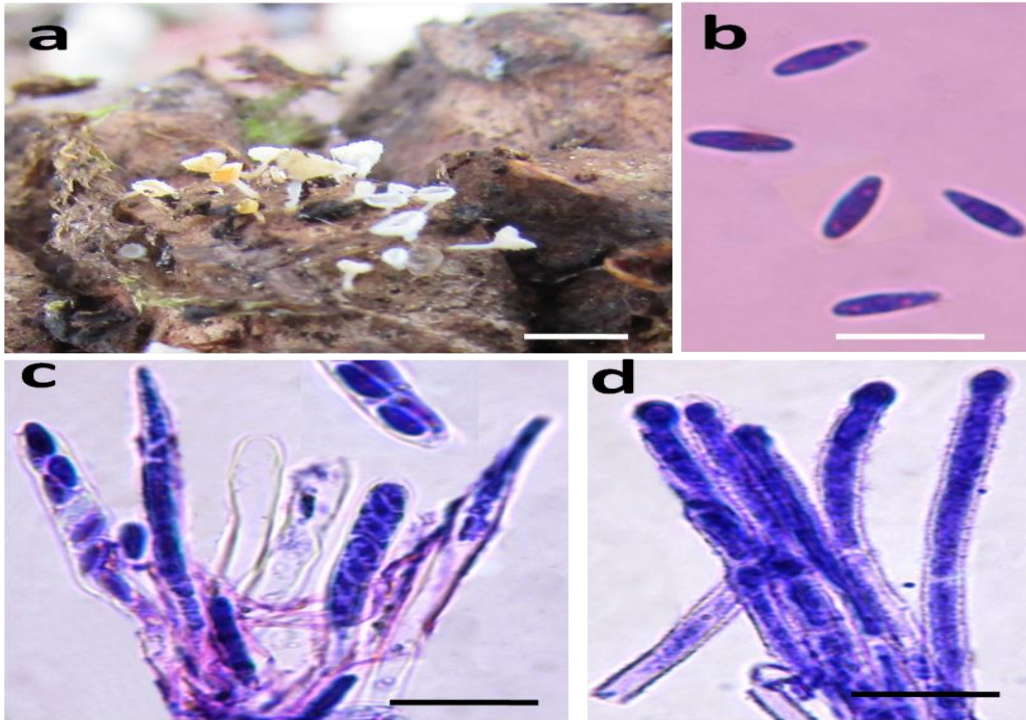
Ascomycota

Lachnaceae

Lachnum subvirgineum Baral, in Baral & Krieglsteiner, Beih. Z. Mykol. 6: 83 (1985).

Apotesyum 0.45-1.35 mm çapında, beyaz renkli, kurduğunda hafif kahverengidir (Şekil 1a). **Tüyler** siğilli, kapitat ve daha az sıklıkta silindirik şekilli, çoğunlukla 5 septalı, 65–95 × 5.4–6.1 µm (Şekil 1d). **Askuslar** operkulat, 44–54 × 4–4.5 µm (Şekil 1c). **Askosporlar** fusiform, 6–9 × 1.5–1.8 µm (Şekil 1b). **Parafizler** lanseolat, 50– 70 × 3.5–4.2 µm.

İncelenen materyal: Tokat-Sivas karayolu, çam ormanı, *Pinus nigra* J.F. Arnold kozalağı üzerinde bulunmuştur. 07.05.2017, 40°12' 533" K, 36°30' 031" D, 1183 m, ISIK 699.



Şekil 1. *Lachnum subvirgineum*: a- askokarplar, b- askosporlar (Laktofenol), c- askus ve parafizler (Laktofenol), d- tüyler (Laktofenol) (ölçek çubuğu: a = 3 mm; b,c ve d= 10 µm)

TARTIŞMA ve SONUÇ

Yapılan bu çalışma ile *Lachnum subvirgineum* Baral Türkiye mikotası için ilk defa rapor edilmiştir. Ülkemizden *Lachnum* cinsine ait 7 tür bildirilmesine rağmen bu türlerden bazıları (*L. barbatum* (Kunze ex Fr.) J. Schröt., *L. cerinum* (Pers.) Morgan,) başka gruplara aktarılmıştır. Böylece geçerli tür sayısı 5'e düşmüştür. Bu türler *L. brevopilosum* Baral, *L. bicolor* (Bull.) P. Karst., *L. corticale* (Pers.) Nannf., *L. pygmaeum* (Fr.) Bres., *L. virgineum* (Batsch) P. Karst. şeklindedir (Sümer, 1982; Aktaş ve ark., 2006; Öztürk ve ark., 2010; Kirk, 2011; Sesli ve Denchev, 2014; Akata ve ark., 2014). *L. virgineum* (Batsch) P. Karst. apotesyumun özellikleri, parfizin genişliği, askus ve askosporun boyutu ve tüylerin uzunluğu gibi morfolojik özellikler bakımından *L. subvirgineum*'a benzemektedir. Ancak *L. subvirgineum*'un tüyleri daha kısadır (*L. subvirgineum* : (54-)65-95 x (4.3-)5.4-6.1 µm; *L. virgineum*: 70-120(-160) x 3.7-4.6 µm) ve tüylerin apikal kısımları bariz olarak geniştir. *L. subvirgineum*'un apotesyumları *L. virgineum*'a göre daha büyüktür (Suková, 2005). Ülkemizde tespit edilen diğer benzer *Lachnum* türü *L. pygmaeum* (Fr.) Bres.'dur. *L. pygmaeum*, uzun saplı apotesyumlara, daha uzun tüylere ve daha kısa askusa sahiptir (Suková, 2005). *L. brevopilosum* Baral'un tüyleri daha kısadır (45-60 µm) ve biraz daha büyük silindirik-klavat sporlara sahiptir (8-9 x 3-3.5 µm) (Ribes, 2009). *L. bicolor* (Bull.) P. Karst. Apotesyumu yumurta sarısı-turuncu sarı renktedir ve daha uzun tüylere sahiptir (130-200 x 4 µm) (Beug ve ark., 2014). *L. corticale* (Pers.) Nannf. Apotesyumu soluk sarı renkte ve soluk bej-kahverengi tüylerle kaplıdır. Tüyler *L. subvirgineum*'a göre daha uzundur (120-185 x 3.5-4 µm) ve daha büyük septalı sporlara sahiptir (Dimitrova, 2000; Breitenbach ve Kränzlin, 1984).

KAYNAKLAR

- Acar İ, Demirel K, Ömeroğlu Boztepe G 2016. Lice (Diyarbakır) Yöresi Makrofungusları. *Mantar Dergisi*, 7(1): 29-39.
- Akata I, Kaya A, Uzun Y 2014. Two New *Lachnum* Records for Turkish Mycobiota. *Journal of Applied Biological Sciences*, 8(1): 28-30.
- Akata I, Doğan HH 2015. *Orbiliaceae* for Turkish Ascomycota: Three New Records. *Bangladesh J. Bot.*, 44(1): 91-95.
- Akata I, Uzun Y, Kaya A 2016a. Macrofungal diversity of Zigana Mountain (Gümüşhane/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 9(2): 57-69.
- Akata I, Kabaktepe Ş, Akgül H, 2016b. *Cordyceps militaris*, The First Record From Family *Cordycipitaceae* in Turkey. *Kastamonu Uni., Orman Fakültesi Dergisi*, 16 (1): 280-284.
- Aktaş S, Kaşık G, Doğan HH, Öztürk C 2006. Two new taxa records for the macrofungi of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 30: 209-212.
- Andrew EE, Kinge TR, Tabi EM, Thiobal N, Mih AM 2013. Diversity and distribution of macrofungi (mushrooms) in the Mount Cameroon Region. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 5(10): 318-334.
- Breitenbach J, Kränzlin F 1984. *Fungi of Switzerland*, Volumes 1. Verlag Mykologia, Luzern, İsviçre, 359p.
- Beug MW, Bessette AE, Bessette AR 2014. *Ascomycete Fungi of North America*. Austin, TX, University of Texas Press, USA, 488p.
- Dimitrova E 2000. A taxonomic study of *Hyaloscyphaceae* in Bulgaria. II. *Dasyscyphus*, *Lachnum*, *Trichopezizella*. *Phytologia Balcanica*, 6(1): 133-145.
- Doğan HH, Bozok F, Taşkın H, Büyükalaca S 2016. Türkiye İçin Beş Yeni *Morchella* Kaydı. *Alatırım*, 15 (1): 1-11.
- Hawksworth DL, Kirk PM, Sutton BC, Pegler DN 1996. *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi*, 8th edition. CAB International, Wallingford, United Kingdom, 632p.
- Işık H, Türkekul İ 2017. A new record for Turkish mycota from Akdağmadeni (Yozgat) province: *Russula decolorans* (Fr.) Fr. *Epicr.*. *Anatolian Journal of Botany*, 1(1): 1-3.
- Jordan M 1995. *The Encyclopedia of Fungi of Britain and Europe*. Frances Lincoln, London, 384p.
- Kaya A, Uzun Y, Karacan İH, Kaya ÖF, Yakar S 2015. Macromycetes determined in İslahiye (Gaziantep/Turkey) district. *Biological Diversity and Conservation*, 8(3): 209-217.
- Kaya A, Uzun Y 2015. Six new genus records for Turkish Pezizales from Gaziantep Province. *Turkish Journal of Botany*, 39: 506-511.
- Kaya A, Uzun Y, Karacan İH, Yakar S 2017. New additions to Turkish *Hyaloscyphaceae*. *Mantar Dergisi*, 8(1): 13-19.
- Kinge TR, Apalah NA, Nji TM, Acha AN, Mih AM 2017. Species Richness and Traditional Knowledge of Macrofungi (Mushrooms) in the Awing Forest Reserve and Communities, Northwest Region, Cameroon. *Journal of Mycology*, 2017(1): 1-9.
- Kirk P 2011. *Index Fungorum*. URL: <http://www.indexfungorum.org> (erişim tarihi: 19.11.2017).
- Öztürk Ö, Doğan HH, Yıldırım Ş 2010. Macrofungi of Eldivan dağ (Çankırı). *The Herb Journal of Systematic Botany*, 17(2): 141-154.
- Ribes M Á 2009. Contribution to the mycobiota knowledge from Canary Islands (Spain) I. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 33: 201-223.
- Sesli E, Denchev CM 2014. Checklists of the myxomycetes, larger ascomycetes, and larger basidiomycetes in Turkey. 6 th. *Mycotaxon Checklists Online*: 1-136.
- Sesli E, Vizzini A, Contu M 2015. *Lyophyllum turcicum* (*Agaricomycetes: Lyophyllaceae*), a new

- species from Turkey. Turkish Journal of Botany, 39: 512-519.
- Sesli E, Moreau PA 2015. Taxonomic studies on some new fungal records from Trabzon, Turkey. Turkish Journal of Botany, 39: 857-866.
- Sesli E, Türkekul İ, Akata I, Niskanen T 2016. New records of Basidiomycota from Trabzon, Tokat, and İstanbul provinces in Turkey. Turkish Journal of Botany, 40: 531-545.
- Sesli E, Topcu Sesli A, 2017. *Infundibulicybe alkaliviolascens* (Tricholomataceae): Türkiye Mikotası için Yeni Bir Kayıt. Mantar Dergisi, 8(1): 6-12.
- Suková M 2005. A revision of selected material of lignicolous *Lachnum* species from the Czech Republic with a note on graminicolous material of the *Lachnum pygmaeum* complex. Czech Mycology, 57(3-4): 183-219.
- Sümer S 1982. Batı Karadeniz Bölgesi, özellikle Bolu çevresinde Bulunan Odun Tahripçisi Mantarlar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 297-312.
- Taşkın H, Doğan HH, Büyükalaca S 2016a. *Morchella galilaea*, an autumn species from Turkey. Mycotaxon, 130: 215-221.
- Taşkın H, Doğan HH, Büyükalaca S, Clowez P, Moreau PA, O'Donnell K 2016b. Four new morel (*Morchella*) species in the elata subclade (M. sect. Distantes) from Turkey. Mycotaxon, 131: 462-482.
- Türkekul İ, Işık H 2016. Contribution to the macrofungal diversity of Yozgat Province (Turkey). Mycotaxon, 131: 483.
- Türkekul İ 2017. New *Calbovista*, *Mycena*, *Rhizopogon*, *Stictis* and *Symphyosirinia* records from Turkey. Mycotaxon, 132(3): 503-512.
- URL: (<http://www.mycobank.org>. erişim tarihi: 19.11.2017).
- Uzun Y, Acar İ, Demirel K, Keleş A 2015. Macrofungal diversity of Hani (Diyarbakır/Turkey) district. Biological Diversity and Conservation, 8(1): 28-34.
- Whitton SR, McKenzie EHC, Hyde KD 2012. Fungi associated with Pandanaceae. Springer, Netherlands, 458p.

Kuraklık ve Tuz Streslerine Maruz Kalan Tütün (*Nicotiana tabacum* L.) Bitkisinde Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Melatoninin Etkileri

Armağan KAYA¹ , Memet İNAN² 

¹Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Temel Bilimleri Bölümü Alanya/Antalya, ²Adıyaman Üniversitesi Kahta Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kahta/Adıyaman

✉ : armagan-kaya@hotmail.com

ÖZET

Bitkiler kuraklık ve tuzluluk gibi abiyotik stres faktörlerine sıklıkla maruz kalırlar. 2016 yılında yapılan bu çalışma tuzluluk ve kuraklık streslerinin ayrı ayrı ve eş zamanlı olarak uygulandığında tütün bitkisinde meydana gelen değişimleri belirlemek ve dışarıdan yapılan melatonin uygulamasının bu değişimler üzerine etkisini saptamak amacıyla, iklimlendirme odasında, saksılarda 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Bu amaçla saksılara dikilen tütün fidelerinin yarısına püskürtme yolu ile bir kez 50 µM melatonin uygulanırken, diğer yarısına uygulama yapılmamıştır. Stres ve kontrol gruplarında klorofil, karotenoid, prolin ve malondialdehit içerikleri ile askorbat peroksidaz ve guaiakol peroksidaz aktiviteleri incelenmiştir. Dışsal melatonin uygulaması yapılmadan NaCl (50 mM) ve PEG (%10) streslerine hem ayrı ayrı, hem de eş zamanlı (50 mM NaCl + % 10 PEG) maruz kalan tütün bitkilerinde klorofil içeriği azalmıştır. Bu bitkilerde karotenoid, prolin ve malondialdehit içerikleri ile askorbat peroksidaz ve guaiakol peroksidaz aktiviteleri artmıştır. Bu değişimlerin eş zamanlı stres uygulanan bitkilerde daha belirgin olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte 50 µM melatonin uygulaması pigment, prolin ve malondialdehit içerikleri ile enzim aktivitelerini arttırmıştır. Bu çalışma yapraklara melatonin uygulamasının tütün bitkisinde stres cevaplarını düzenleyerek kuraklık ve tuzluluğun olumsuz etkilerini azalttığını göstermektedir.

DOI : 10.18016/ksudobil.350965

Makale Tarihçesi

Geliş : 10.11.2017

Kabul : 15.01.2018

Anahtar Kelimeler

Nicotiana tabacum,
Antioksidan,
Melatonin,
Stress

Araştırma Makalesi

Effect of Melatonin on some of the Physiological and Biochemical Parameters of Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) under Drought and Salt Stresses

ABSTRACT

Plants are generally exposed to abiotic stress factors such as drought and salt. Objective of this study was to compare the changes that salinity and drought stress would create simultaneously and individually on tobacco plant and to determine the changes by melatonin application. A pot experiment was conducted in a growth chamber and replicated three times in 2016. For this reason, half of the plants were subjected to 50 µM melatonin, the other half was left untreated. Prior to the melatonin application, NaCl (50 mM) and PEG (10%) stress effects were applied both individually and combined (50 mM NaCl + 10% PEG). The results indicated that chlorophyll content in tobacco plants was decreased, however the carotenoid contents, proline, malondialdehyde and activities of ascorbat peroxidase and guaiacol peroxidase were increased. Mentioned activity changes were even greater for the combined stress factor application. On the other hand, in 50 µM melatonin applied plants were found to be increasing in enzymatic activity as well as the contents of pigment, prolin and malondialdehite. This study illustrated that melatonin application on the leaves coordinates the stress response and decreases the negative effect of the drought and salinity.

Article History

Received : 10.11.2017

Accepted : 15.01.2018

Keywords

Nicotiana tabacum,
Antioxidant,
Melatonin,
Stress

Research Article

To Cite : Kaya A, İnan M 2018. Kuraklık ve Tuz Streslerine Maruz Kalan Tütün (*Nicotiana tabacum* L.) Bitkisinde Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Melatoninin Etkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(4):559-564, 2018. DOI:10.18016/ksudobil.350965

GİRİŞ

Bitkiler doğal çevrelerinde fizyolojik ve biyokimyasal zararlar oluşturarak ürünlerin kalitesini bozabilen birçok stres faktörüne maruz kalırlar (Büyük ve ark., 2012). Kuraklık bitkilerin sıklıkla maruz kaldığı stres faktörlerinden biridir. Dünya çapında su kaynaklarının azalması ile birlikte özellikle kurak ve yarı kurak geçiş bölgelerinde bulunan ülkelerde kuraklık bitki gelişimini sınırlandıran önemli bir etken haline gelmiştir (Örs ve Ekinci, 2015). Kuraklık bitkilerde büyüme ve verimi etkilemekle birlikte metabolik, mekanik ve oksidatif birçok değişikliğe sebep olmaktadır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Yüksek molekül ağırlığına sahip bir madde olan polietilen glikol (PEG) bulunduğu ortamın ozmotik potansiyelini ayarlayarak su alımını düzenler ve istenilen su stresi koşullarını oluşturabilir (Çarpıcı ve Erdel, 2015; Tiryaki 2016). Literatürde kuraklık stresi oluşturabilmek için PEG kimyasalının kullanıldığı çalışmalar mevcuttur (Van den Berg ve Zeng, 2006; Bayomi ve ark. 2008; Çarpıcı ve Erdel, 2015; Tiryaki 2016).

Tuzluluk bitkilerde osmotik ve iyon stresine neden olarak büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkileyen bir diğer stres faktörüdür. Tuzluluğun bitki üzerinde gösterdiği olumsuz etkiler tuzun çeşidine, stresin düzeyine ve süresine, bitkinin türüne ve gelişme durumuna bağlı olarak değişmektedir (Çulha ve Çakırlar, 2011).

Bitkilerde hücrel metabolizmanın bir sonucu olarak reaktif oksijen türleri (ROS) sürekli üretilir ve normal koşullarda ROS'ların miktarı antioksidan savunma ve çeşitli koruma sistemleri ile düşük düzeyde tutulur. Ancak kuraklık ve tuzluluk gibi abiyotik stres şartları altında bitkilerde ROS üretimi artar ve artan ROS seviyesi lipid peroksidasyonu, protein oksidasyonu, enzim inhibisyonu, klorofil parçalanması, DNA ve RNA hasarı ve hücre ölümlerine sebep olarak bitkiye zarar verir. Bitkilerde enzimatik (guaiakol peroksidaz (POD), askorbat peroksidaz (APX), süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) vs.) ve enzimatik olmayan (karotenoid, glutatyon, askorbat vs.) antioksidanlar ROS seviyesini düzenleyerek bitkilerin stres şartları altında yaşamlarını sürdürmesini sağlarlar (Mittler, 2002; Çulha ve Çakırlar, 2011; Büyük ve ark., 2012).

Antioksidan savunmanın yetersiz kaldığı durumlarda bitkilere dışarıdan uygulanan maddelerle bitkinin stres direnci artırılabilir. Melatonin (N-acetyl-5-methoxytryptamine) ilk olarak sığır beyin üstü bezinden izole edilen ancak daha sonra varlığı bakteri, alg, omurgasızlar ve bitkilerde de saptanan bir hormondur (Lerner ve ark., 1958; Kobylinska ve

Posmyk, 2016). Melatonin (Mel) bitki büyüme ve gelişmesinde farklı fonksiyonlara sahiptir. Mel'in bitkilerde kök ve gövde büyümesini düzenlediği, çimlenmeyi ve kök oluşumunu teşvik ettiği ve yaprak dökümünü geciktirdiği bilinmektedir (Arnao ve Hernandez-Ruis, 2014). Bununla birlikte kuraklık, radyasyon, ekstrem sıcaklık ve kimyasal kirleticiler gibi pek çok abiyotik strese karşı bitkinin stres toleransını geliştirmektedir (Zhang ve ark., 2014). Tüm bu özelliklerinden dolayı son yıllarda Mel'in stres üzerine etkilerini araştıran çalışmalar artmıştır (Korkmaz ve ark., 2016; Kobylinska ve Posmyk, 2016; Kobylinska ve ark., 2017). Tütün hücre kültürleri ile yapılan çalışmalarda ağır metal stresinin yol açtığı hücre ölümlerine karşı Mel'in koruyucu rol oynadığı belirlenmiştir (Kobylinska ve Posmyk, 2016; Kobylinska ve ark., 2017)

Tütün (*Nicotiana tabacum*) Solanaceae (Patlıcangiller) familyasına ait olup kurutulmuş yapraklarından yararlanılan tek yıllık bir endüstri bitkisidir. Tütün bitkisinin kurutulmuş yaprağı tütün mamulleri sanayiinin hammaddesidir. Dünya genelinde 120'den fazla ülkede yaklaşık 4 milyon hektar alanda tütün yetiştiriciliği yapılmaktadır (Anonim, 2013). Yetiştirme şartları açısından fazla seçici olmayan tütün Türkiye koşullarına da iyi adaptasyon sağlamıştır. İnsan sağlığına olan zararı tartışılmakla birlikte ekonomiye katkısı ve sağladığı istihdam açısından tütün Türkiye için önemli bir tarım ürünüdür (Karabacak, 2017).

Her ne kadar tuzluluk ve kuraklık stresi ile ilgili çalışmalar yapılmış olsa da tütün bitkisinde bu stresler üzerine Mel'in etkileri ile ilgili bir araştırmaya ulaşılamamıştır. Stres şartları altında tütün yaprağında görülen olumsuz etkileri iyileştirme ile ilgili çalışmalar istenilen düzeyde değildir. Bu çalışmanın amacı; ekonomik değeri olan tütün bitkisinde tuzluluk ve kuraklık streslerinin ayrı ayrı ve eş zamanlı uygulanması sonucu meydana gelen bazı stres cevapları üzerine dışarıdan yapılan melatonin uygulamasının etkilerini saptamaktır.

MATERYAL ve METOT

Bitki Gelişimi ve Uygulamalar

Çalışmada bitkisel materyal olarak yerel "şark tipi" tütün fideleri Adıyaman/Çelikhan'da tütün üretimi yapan çiftçilerden temin edilmiştir. Aynı gelişme dönemindeki fideler, torf: perlit karışımı (3:1) içeren 7 litrelik (28 x 22,5 cm) saksılara her saksıda üç fide olacak şekilde üç tekrarlamalı olarak toplam 24 adet saksıya dikilmiş, 30°C sıcaklık ve % 65 nem koşullarına sahip iklim odasına yerleştirilmiştir. Fidler canlanmaya başladıktan 10 gün sonra,

saksuların yarısına 50 µM Mel (% 0.02 Tween 20 içinde hazırlandı) tüm bitki yapraklarına aynı oranda püskürtme yolu ile bir defa uygulanmıştır. Saksuların diğer yarısında ise Mel uygulaması yapılmadan sadece % 0.02 Tween 20 çözeltisi yapraklara püskürtülmüştür. Yapraklara dışarıdan yapılan Mel uygulamasından iki gün sonra hem Mel uygulaması yapılan [Mel(+)], hem de yapılmayan [Mel(-)] bitkiler üç farklı gruba ayrılarak stres uygulanmıştır. Birinci grup bitkilere sadece 50 mM NaCl, ikinci grup bitkilere sadece %10 PEG ve üçüncü grup bitkilere 50 mM NaCl ve %10 PEG birlikte uygulanmıştır. Konsantrasyonlar literatür taramaları sonucu belirlenmiştir. Stres uygulamasının 21. gününde hem kontrol hem stres gruplarındaki bitkinin tüm yaprakları toplanmış ve -80 °C’de saklanmıştır.

Klorofil ve Karotenoid İçeriklerinin Tayini

Pigmentlerin ekstraksiyonu ve saflaştırılması işleminde De Kok ve Graham (1980) yöntemi kullanılmıştır. 1 gr yaprak örneği 50 mL aseton içerisinde homojenize edilmiş ve örneklerin absorbans değerleri Lichtenthaler ve Welburn (1983)’a göre 662, 645, 470 nm’de spektrofotometrede okunmuştur.

Peroksidaz (POD) ve Askorbat Peroksidaz (APX) Tayini

0.5 gr yaprak dokusu 2,5 mL 0,1 M pH 7,5 Tris-HCl tamponu, 2,5 mL 0.1mM EDTA ve 0.5 mL % 1’lik PVP içerisinde homojenize edilmiş ve homojenat 4 °C’de 15.000 rpm’de 20 dak santrifüj edilerek süpernatant elde edilmiştir (Andrews, 2005).

POD tayini Mac Adam ve ark., (1992)’a göre yapılmıştır. Reaksiyon karışımı 3 mL 0.1 M fosfat tampon, 400 µL 0.03 M H₂O₂, 500 µL 0.2 M guaiacol ve 100 µL ekstrakt eklenerek hazırlanmış ve enzim aktivitesi spektrofotometrede 436 nm’de 1 dakikada elde edilen absorbans değişimi olarak belirlenmiştir. APX tayini Nakano ve Asada, (1981) ve Cakmak (1994)’a göre yapılmıştır. Reaksiyon karışımı 550 µL fosfat tamponu (pH 7.6), 100 µL 10 mM EDTA ve 12 mM H₂O₂ karışımı, 250 µL ekstrakt ve 100 µL 0.25 mM askorbik asit olarak hazırlanmış ve enzim aktivitesi spektrofotometrede 290 nm’de 1 dakikada elde edilen absorbans değişimi olarak belirlenmiştir.

Prolin tayini

Yöntem Bates ve ark., (1973)’a göre yapılmıştır. 0.5 g yaprak dokusu %3’lük sülfosalisilik asit ile homojenize edilmiştir. Ekstraktan 2 mL alınarak üzerine 2 mL asit ninhidrin ve 2 mL glasiyal asetik asit eklenip önce 100°C su banyosunda 1 saat tutulmuş sonra da reaksiyonun durdurulması için 5 dakika buz banyosunda bekletilmiştir. Tüplerdeki örneklerle ve standartlara 4 mL toluen ilave edilmiş ve örneklerin absorbansı 520 nm’de ölçülmüştür.

Malondialdehit (MDA) Analizi

Yöntem Heath ve Packer, (1968)’e göre yapılmıştır. 0.5 g

yaprak % 0.1’lik 5 mL trikloroasetik asit (TCA) içinde homojenize edilmiştir. 2 mL örnek 2 mL % 0.5’lik thiobarbiturik asit (TBA) ile 30 dakika 95 °C’de su banyosunda kaynatılmış ve sonra buz banyosunda soğutulmuştur. Son karışım 10.000 rpm’de santrifüj edilmiş ve süpernatantın absorbansı spektrofotometrede 532 nm’de ve 600 nm’de ölçülmüştür.

İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler tesadüf blokları deneme desenine göre SPSS 17.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Farklı stres gruplarında ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan’s (1955) ve aynı stres uygulamasında Mel(+) ve Mel(-) grupları arasındaki farklılıklar bağımsız t testleri kullanılarak belirlenmiştir. Analizlerde p<0.05 istatistiksel olarak önemli kabul edilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

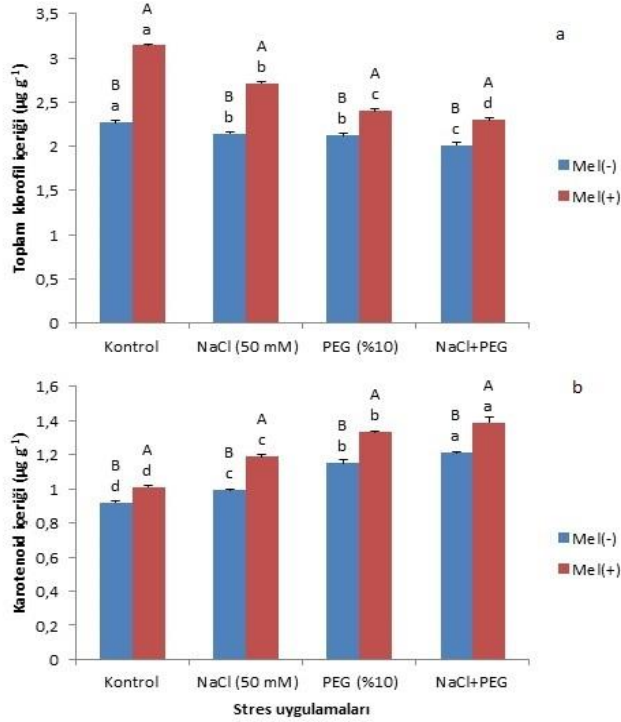
Toplam Klorofil ve Karotenoid İçeriği

Çalışmamızda toplam klorofil içeriği uygulama yapılan tüm stres gruplarında kontrole kıyasla azalmıştır ve en yüksek toplam klorofil içeriği 3.14 µg g⁻¹ olarak Mel(+) bitkilerde kontrol grubunda bulunmuştur (*p*<0.05) (Şekil 1a). Tuzluluk ve kuraklık stresleri bitkilerde genel olarak fotosentez etkinliğinde ve klorofil içeriğinde azalmaya sebep olmaktadır (Yıldız ve ark., 2010; Örs ve Ekinci, 2015). Çelik ve Atak (2012) toplam klorofil içeriğinin, düşük konsantrasyonlarda tuz stresine maruz kalan iki farklı tütün çeşidinde artarken, yüksek konsantrasyonlarda azaldığını belirtmişlerdir. Santos (2004) bitkilerde klorofil içeriğindeki azalmanın klorofil biyosentezinin azalmasından ya da klorofil yıkımının artmasından kaynaklanabileceğini bildirmiştir.

Karotenoid içeriği kontrole kıyasla tüm stres gruplarında artmıştır ve en yüksek karotenoid içeriği 1,39 µg g⁻¹ olarak Mel(+) bitkilerde NaCl+PEG uygulanan grupta bulunmuştur. Mel(+) bitkilerde karotenoid içeriği Mel(-) bitkilere kıyasla daha yüksek bulunmuştur (*p*<0.05) (Şekil 1b). Karotenoidler sadece bitkisel pigmentlerden biri değil aynı zamanda oksidatif stres toleransında rol oynayan önemli antioksidanlardandır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Farklı stres koşullarında karotenoid içeriğinin arttığını gösteren çalışmalar mevcuttur (Keleş ve Öncel, 2002; Kaya ve İnan, 2017) Bu çalışmada strese bağlı olarak karotenoid içeriğinin artması karotenoidlerin stres cevabı ile ilişkilendirilebilir.

Peroksidaz (POD) ve Askorbat Peroksidaz (APX) Aktiviteleri

APX ve POD stres altındaki bitkilerde stresle başa çıkabilmek için ROS kontrolü ve detoksifikasyonunda rol oynayan önemli antioksidan enzimlerdir (Büyük ve ark., 2012). Kuraklık ve tuzluluk streslerinin tütün hücre kültürleri üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar mevcuttur (Bueno ve ark., 1998; Mytinova ve ark., 2010).



Şekil 1. NaCl, PEG ve Mel uygulamalarının toplam klorofil (a) ve karotenoid (b) içerikleri üzerine etkileri. Farklı küçük harfler NaCl ve PEG uygulamaları arasındaki önemli farklılıkları Duncan testine göre ($P<0.05$) gösterirken, farklı büyük harfler NaCl ve PEG uygulamalarında Mel(+) ve Mel (-) grupları arasındaki önemli farkı bağımsız t testine göre ($P<0.05$) ifade eder.

Çelik ve Atak (2012) farklı konsantrasyonlarda tuz stresine maruz kalan tütün çeşitlerinde POD ve APX aktivitelerinin kontrole kıyasla arttığını belirtmişlerdir. Bu bulgulara benzer olarak çalışmamızda da hem POD hem de APX aktiviteleri tüm stres uygulanan gruplarda kontrole kıyasla artmıştır. En yüksek POD aktivitesi $0.059 \mu\text{mol min}^{-1} \text{mg}^{-1}$ protein ve en yüksek APX aktivitesi $0.096 \mu\text{mol min}^{-1} \text{mg}^{-1}$ protein olarak Mel(+) bitkilerde NaCl+PEG uygulanan grupta bulunmuştur. Yapraklara dışarıdan yapılan Mel ön uygulamasının yapılması APX ve POD aktivitelerini arttırmıştır (Şekil 2a,b). Bu artış bitkilere dışarıdan uygulanan melatoninin, antioksidan enzim aktivitelerini uyararak ya da antioksidan enzimleri oksidatif hasardan koruyarak bitkinin stres toleransını geliştirmesiyle açıklanabilir (Posmyk ve ark., 2008; Zhang ve ark., 2014).

Prolin İçeriği

Prolin özellikle kuraklık ve tuzluluğa maruz kalan

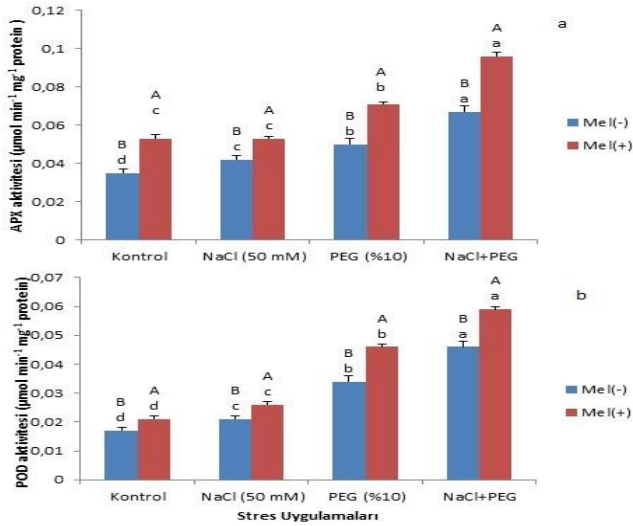
bitkilerde osmoregülatör olarak rol oynar. Bununla birlikte prolinin çeşitli stres şartlarında birikimi olumsuz koşullara karşı bitki adaptasyonunun bir parçasıdır (Delauney ve Verma, 1993). Çalışmamızda stres uygulanan gruplarda prolin içeriği, kontrole kıyasla artmış ve en yüksek prolin içeriği $0.023 \mu\text{g g}^{-1}$ FW olarak Mel(+) bitkilerin %10 PEG ve NaCl+PEG uygulanan gruplarında bulunmuştur. Dışarıdan yapılan melatonin uygulaması bitkilerde prolin içeriğini arttırmıştır ($p<0.05$) (Şekil 3b). Bulgularımız farklı konsantrasyonlarda tuz stresine maruz kalan tütün çeşitlerinde tuz stresinin artışına paralel olarak prolin içeriğinin arttığını belirten Çelik ve Atak (2012)'in sonuçlarını destekler niteliktedir.

Malondialdehit (MDA) İçeriği

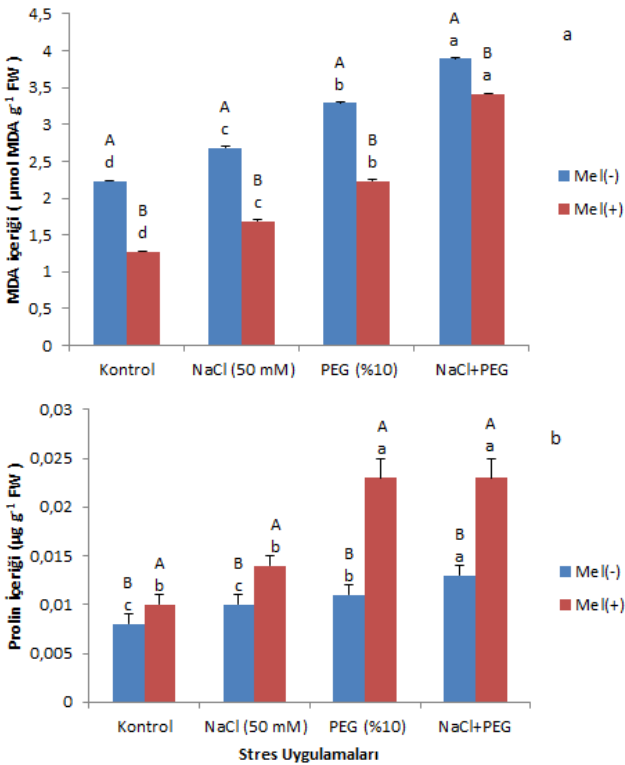
MDA lipid peroksidasyonunun sitotoksik bir ürünü olup serbest radikallerin ve dolayısıyla doku hasarının bir göstergesidir (Kawa ve ark., 1979). Literatürde herbisit (Kaya ve ark., 2014) ve tuz (Çelik ve Atak, 2012) streslerine maruz kalan tütünde MDA içeriğinin arttığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmada en yüksek MDA içeriği $3.89 \mu\text{mol MDA g}^{-1}$ FW olarak Mel(-) bitkilerin NaCl+PEG uygulanan grubunda bulunmuştur. Dışarıdan yapılan Mel uygulaması kontrol ve stres gruplarında MDA birikimini önemli oranda azaltmıştır ($p<0.05$) (Şekil 3a). Bu azalış melatoninin prolin birikimini ya da antioksidan enzim aktivitelerini arttırarak bitkinin stres direncini geliştirmesi ile ilişkilendirilebilir.

SONUÇ

Bitkiler yaşamları boyunca tuzluluk, kuraklık, sıcak, soğuk gibi büyüme ve gelişmelerini olumsuz yönde etkileyecek streslere maruz kalırlar. Bu çalışmada NaCl ve PEG uygulamalarına maruz kalan tütün bitkisinde tuzluluk ve kuraklık stresinin etkisi ile birtakım fizyolojik ve biyokimyasal değişimler görülmüş ve bu değişimler her iki stresin eş zamanlı uygulandığı gruplarda daha belirgin hale gelmiştir. Strese maruz kalan tütünde klorofil içeriği azalmış ve MDA içeriği artmıştır. Bununla birlikte bitki stres direncinin bir sonucu olarak karotenoid içeriği, prolin birikimi ve antioksidan enzim aktiviteleri artmıştır. Yapraklara melatonin uygulamasının yapılması stresin olumsuz etkilerini azaltmıştır. Bu çalışma dışarıdan yapılan Mel uygulamasının tütün bitkisinde stres cevaplarını düzenleyerek kuraklık ve tuzluluğun olumsuz etkilerini iyileştirdiğini göstermektedir.



Şekil 2. NaCl, PEG ve Mel uygulamalarının APX (a) ve POD (b) aktiviteleri üzerine etkileri. Farklı küçük harfler NaCl ve PEG uygulamaları arasındaki önemli farklılıkları Duncan testine göre ($P<0.05$) gösterirken, farklı büyük harfler NaCl ve PEG uygulamalarında Mel(+) ve Mel(-) grupları arasındaki önemli farkı bağımsız t testine göre ($P<0.05$) ifade eder.



Şekil 3. NaCl, PEG ve Mel uygulamalarının prolin (a) ve MDA (b) içerikleri üzerine etkileri. Farklı küçük harfler NaCl ve PEG uygulamaları arasındaki önemli farklılıkları Duncan testine göre ($P<0.05$) gösterirken, farklı büyük harfler NaCl ve PEG uygulamalarında Mel(+) ve Mel(-) grupları arasındaki önemli farkı bağımsız t testine göre ($P<0.05$) ifade eder.

KAYNAKLAR

- Anonim 2013. Adıyaman Tütün Raporu. İpekyolu Kalkınma Ajansı Adıyaman Yatırım Destek Ofisi, Adıyaman.
- Andrews, C. J. 2005. Purification and characterisation of a family of glutathione transferases with roles in herbicide detoxification in soybean (*Glycine max* L.); selective enhancement by herbicides and herbicide safeners. *Pestic. Biochem. Phys.* 82 : 205–219.
- Arnao, M.B., Hernandez-Ruiz, J. 2014. Melatonin: plant growth regulator and/or biostimulator during stress? *Trends in Plant Sci.* 19(12) : 789-797.
- Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D. 1973. Rapid determination of proline for water-studies. *Plant Sci.* 39 : 205-207.
- Bayoumi, T.Y., Eid, M.H., Metwali, E.M. 2008. Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes. *AJB*, 7(14):2341-2352.
- Bueno, P., Piqueras, A., Kurepa J., Savoure, A., Verbruggen, N., Montagu, M.V., Inze, D. 1998. Expression of antioxidant enzymes in response to abscisic acid and high osmoticum in tobacco BY-2 cell cultures. *Plant Sci.* 138 : 27–34.
- Büyük, İ., n-Aydın, S., Aras, S. 2012. Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Türk Hij. Den. Biyol. Derg.* 69(2) : 97 – 110.
- Cakmak, I. 1994. Activity of ascorbate-dependent H₂O₂-scavenging enzymes and leaf chlorosis are enhanced in magnesium-deficient and potassium deficient leaves, but not in phosphorus-deficient leaves. *J. Exp. Bot.* 45 : 1259–1266.
- Çarpıcı, E.B., Erdel, B. 2015. Bazı yonca çeşitlerinde (*Medicago sativa* L.) kuraklık stresinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi. *Derim*, 32(2):201-210.
- Çelik, Ö., Atak, Ç. 2012. The effect of salt stress on antioxidative enzymes and proline content of two Turkish tobacco varieties. *Turk J Biol*, 36 : 339-356.
- Çulha, Ş., Çakırlar, H. 2011. Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları, *AKU Fen Bilimleri Dergisi*, 11 : 11-34.
- De-Kok, L., Graham, M. 1980. Levels of pigments, soluble proteins, amino acids and sulfhydryl compounds in foliar tissue of *Arabidopsis thaliana* during dark induced and natural senescence. *Plant Physiol. Biochem.* 27 : 133-142.
- Delauney, A.J., Verma, D.P.S. 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. *Plant J.* 4(2) : 215-223.
- Heath, R.L., Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplast, I. kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Arch. Biochem. Biophysics*, 125 : 180–198.
- Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y. 2005. The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 18(4) : 723-740.

- Karabacak, K. 2017. Türkiye’de tütün tarımı ve coğrafi dağılışı, Coğrafi Bilimler Dergisi, 15 (1) : 27- 48.
- Kaya, A., Yigit, E. 2014. The physiological and biochemical effects of salicylic acid on sunflowers (*Helianthus annuus*) exposed to flurochloridone. *Ecotox. Environ. Safe*, 106 : 232–238.
- Kaya, A., İnan, M. 2017. Tuz (NaCl) Stresine Maruz Kalan Reyhan (*Ocimum basilicum* L.) Bitkisinde Bazı Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Salisilik Asidin Etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 21(3): 332-342
- Keleş, Y., Öncel I. 2002. Buğday Fidelerinde Büyüme ve Pigment İçeriği Üzerine Sıcaklık ve Su-Tuz Streslerinin Birlikte Etkileri. *AUJST*, 3(1): 143-152
- Kobylinska, A., Reiter, R.J., Posmyk, M.M., 2017. Melatonin protects cultured tobacco cells against lead-induced cell death via inhibition of Cytochrome c translocation. *Front Plant Sci*, 8 : 1560.
- Kobylinska, A., Posmyk, M.M. 2016. Melatonin restricts Pb-induced PCD by enhancing BI-1 expression in tobacco suspension cells. *Biometals*, 29 : 1059–1074.
- Korkmaz, A., Demir, Ö., Kocaçınar, F., Cuci, Y. 2016. Biber fidelerinde yapraktan yapılan melatonin uygulamalarıyla üşüme stresine karşı toleransın artırılması, *KSÜ Doğa Bil. Derg*, 19 (3) : 348-354.
- Lerner, A.B., Case, J.D., Takahashi, Y. 1958. Isolation of Melatonin, a Pineal Factor That Lightness Melanocytes. *JACKS*, 80: 2587-2591.
- Lichtenthaler, K., Welburn, A.R. 1983. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Botanisches Institutder Univeristat, Kaiserstran ße 12, Postfach pp. 591-592.*
- Mac Adam, J.W., Nelson, C.J., Sharp, R.E. 1992. Peroxidase activity in the leaf elongation zone of tall fescue. *Plant Physiol*, 99 : 872-878.
- Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Sci*, 7, 405-410.
- Mýtinová, Z., Motyka, V., Haisel, D., Gaudinová, A., Lubovská, Z., Wilhelmová, N. 2010. Effect of abiotic stresses on the activity of antioxidative enzymes and contents of phytohormones in wild type and AtCKX2 transgenic tobacco plants. *Biol. Plant*. 54 (3) : 461-470
- Nakano, Y., Asada, K. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant Cell Physiol*, 22 : 867–880.
- Ohkawa, H., Ohishi, N., Yagi, K. 1979. Assay for lipid peroxidation in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal. Biochem*, 95 : 351.
- Örs, S., Ekinci, M. 2015. Kuraklık stresi ve bitki fizyolojisi, *Derim*, 32 (2) : 237-250.
- Posmyk, M.M., Kuran, H., Marciniak, K., Janas, K.M. 2008. Presowing seed treatment with melatonin protects red cabbage seedlings against toxic copper ion concentration., *J. Pineal Res*, 45 : 24–31.
- Santos, C.V. 2004. Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. *Sci. Hortic*, 103 : 93–99.
- Tiryaki, İ. 2016. Yoncada (*Medicago sativa* L.) Kuraklık Stresi ve Tolerantlık Mekanizması, *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 19(3):296-305.
- Van den Berg, L., Zeng, Y.J. 2006. Response of South African indigenous grass species to drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) 6000. *S Afr J Bot* 72:284–286.
- Yıldız, M., Terzi, H., Cenkci, S., Arıkan Terzi, E.S., Uruşak, B. 2010. Bitkilerde tuzluluğa toleransın fizyolojik ve biyokimyasal markörleri, *AUBTD-C*, 1(1) : 1-33.
- Zhang, N., Sun, Q., Zhang, H., Cao, Y., Weeda, S., Ren, S., Guo, Y.D. 2014. Roles of melatonin in abiotic stress resistance in plants. *Journal Exp. Bot*, 66 (3) : 647-56.

Türkiye’de Buğday, Arpa, Benzin Reel Fiyatlarının ve Döviz Kurunun Koşullu Varyanslarındaki Oynaklığın VAR(1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) Modeli ile Tahmin Edilmesi

Faruk URAK¹ , Gürkan BOZMA² , Abdulkaki BİLGİÇ³ 

¹TRT, Erzurum ve Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum, ²Atatürk Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, ³Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü
✉: abilgic@atauni.edu.tr,

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye’de buğday, arpa, benzin fiyatları ve reel döviz kurunun getirileri arasında nasıl bir oynaklık ve geçişkenlik meydana getirdiğini ve geçişkenliğin simetrik olup olmadığını 2005:M5-2016:M8 döneminde günlük veri setiyle VAR (1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) modeli kullanılarak elde edilmesi amaçlanmıştır. Yapılan VAR (1) – BEKK – GARCH (1, 1) modeli analiz sonuçlarına göre buğday, arpa, benzin ve reel döviz kuru getirilerinin koşullu varyansları kısa dönemde doğrudan ve dolaylı şoklardan istatistiki olarak anlamlı bir şekilde etkilenmediği, fakat getiri serilerinin koşullu varyansları doğrudan ve dolaylı olarak diğer getiri serilerinin uzun dönem belirsizliğinden etkilenmiştir. Çalışmada ayrıca ürün piyasalarında belirsizlik geçişkenliklerinde asimetrik etkilerin mevcut olmadığı sonucuna varılmıştır. İlave olarak, buğday ve arpanın benzin piyasasına karşı koruma oranları ile portföy ağırlıkları ortaya konulmuştur.

DOI :10.18016/ksudobil.361995

Makale Tarihi

Geliş : 5.12.2017
Kabul : 19.02.2018

Anahtar Kelimeler

Tarımsal Ürün Fiyatları,
Benzin Fiyatı,
Koşullu Varyans,
VAR(1)-BEKK GARCH

Araştırma Makalesi

Estimating Volatility Transmission in Real Prices of Wheat, Barley, Gasoline, and Exchange Rate in Turkey Using VAR (1) – Asymmetric BEKK – GARCH (1, 1) Model

ABSTRACT

In this study, it was examined how the volatility and volatility transmission between wheat, barley, gasoline prices and real exchange rate were related, whether the volatility pass-through was symmetric or not using VAR (1) – Asymmetric BEKK – GARCH (1, 1) for the period of 2005:M5-2016:M8 in Turkey. The results obtained from the VAR (1) – Asymmetric BEKK – GARCH (1, 1) model show that the conditional variances of wheat, barley, gasoline and real exchange rate returns were not statistically affected by the direct or indirect shocks in the short term, however, they were directly and indirectly affected by the long-run volatilities of both own and other cross-markets. The study also concluded that there are no asymmetric effects for volatility transmission. In the study, both the hedging ratios and portfolio weights of wheat and barley against gasoline market were determined.

Article History

Received : 28.10.2017
Accepted : 19.02.2018

Keywords

Agricultural Commodity Price,
Gasoline Price,
Conditional Volatility,
VAR (1) – BEKK – GARCH

Research Article

To Cite : Uruk F, Bozma G, Bilgic A 2018. Türkiye’de Buğday, Arpa, Benzin Reel Fiyatlarının ve Döviz Kurunun Koşullu Varyanslarındaki Oynaklığın VAR(1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) Modeli ile Tahmin Edilmesi. KSU J. Agric Nat 21(4):565-579, DOI : 10.18016/ksudobil.361995.

GİRİŞ

Tarımsal ürünler; insanların beslenmesinde, dünyadaki milyonlarca üreticinin geçimini sağlamasında ve çok sayıdaki sanayi kuruluşunun ham maddesini temin etmesinde oldukça önemli bir unsur olup, bugünkü değerini korumaktadır. Son yıllarda tarımsal ürün ve petrol fiyatlarında dalgalanmalar ve yüksek oranlı artışlar gözlemlenmiştir. Tarımsal ürün fiyatlarındaki

artışların en önemli nedenlerinden biri, bu ürünlerin üretim maliyetlerinde büyük bir paya sahip olan ham petrolün fiyatındaki ve döviz kurundaki artışlar sıralanabilir. Tarımsal ürün fiyatlarıyla petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar, üreticiler ve tüketiciler için belirsizlikler oluşturmaktadır. Tarımsal ürün fiyatlarındaki artışların nedenleri birbiriyle ilişkili olan çeşitli faktörlerin bir sonucudur (Von Braun ve Torero, 2009). Bu nedenle, tarım ürünlerinin

fiyatlarında artışına neden olan faktörler ortadan kalkmadığı sürece uzun vadede tarım ürünleri fiyatlarındaki artışın önüne geçilemez.

Petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar çeşitli alanlarda etkisini göstermektedir. Petrol fiyatlarındaki dalgalanmaların en önemli yansıması tarımsal ürün fiyatları üzerinde olmaktadır. Abbott ve ark. (2008)'e göre petrol fiyatlarındaki bir artış döviz kurunu yükselterek yerel para biriminin değer kaybetmesi sonucunda gıda fiyatlarının yükselmesine yol açmaktadır. Gıda fiyatlarının giderek artması ve bu artışın süreklilik kazanması sonucunda, nüfuslarını kontrol edebilen gelişmiş ülkelerin gıdaya ulaşılabilirliğinin fazla etkilenmeyeceği, asıl tehdidin dünya nüfusunun yaklaşık yüzde 85'ini oluşturan gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelere yönelik olabileceği düşünülmektedir. Buğdayın gıda olarak tüketilmesi gerekirken etanol üretiminde ham madde olarak kullanılması gıda fiyatlarında artışa neden olmuştur (Dong ve ark., 2008).

Petrol fiyatlarıyla tarımsal ürün fiyatları arasında iki yönlü etkileşim söz konusudur. Bunlardan ilki, petrol fiyatlarındaki artışın tarımsal ürünlerin üretim maliyetini artırmasının yanı sıra, biyoyakıt talebini artırarak biyoyakıt hammaddesi olan tarımsal ürünlere olan talebi de artırmaktadır. Tarımsal ürün fiyatları ile petrol fiyatları arasındaki bu denli ilişkinin, biyoyakıt üretimine olan talebin artmasına bağlı olduğu ve artan bu talebin de tarım ürünleri fiyatlarında dalgalanmalara sebep olduğu literatürde vurgulanmıştır (Headey ve Fan, 2008; Mitchell, 2008; Rosegrant ve ark., 2008; Zhang ve ark., 2010 ve Gilbert, 2010). Dünyada 2007'de toplam biyo-etanol üretimi 49671 milyon litre iken 2015 yılında yaklaşık %96 artarak 97206 milyon litreye ulaşmıştır (Renewable Fuels Association, 2017). Etanolün kullanımındaki bu hızlı ve sürekli artışın tarımsal piyasalar üzerindeki potansiyel etkisi son yıllarda daha da belirginleşmiştir (Rajagopal ve Zilberman, 2007). Diğer taraftan petrol fiyatlarının tarımsal ürünlerin girdi maliyeti üzerindeki etkisi tarımsal gıda talebinin büyüklüğü ile doğru orantılıdır (Gilbert, 2010). Başka bir deyişle, tarım ürünlerine karşı talep düzeyi arttıkça tarımda kullanılan petrol ve petrol türevli ürünlerinin talebi de artmakta, bu da yüksek girdi maliyetlerine ve tarım ürünleri fiyatlarının yükselmesine sebep olmaktadır. ABD'de yapılan bir araştırmada mısır, petrol ve benzin fiyatları arasında uzun vadede bu fiyatların birbirlerini etkilediği vurgulanırken (Serra ve ark., 2011), gıda fiyatları petrol fiyatlarındaki dalgalanmalardan önemli derecede etkilendiği ortaya konulmuştur (Baffes, 2007). Benzer şekilde Du ve ark. (2011) tarafından yapılan araştırmada ham petrol, mısır ve buğday piyasaları arasında belirsizlik geçişkenliklerinin (oynaklık etkileşimi) olduğu tespit edilmiştir.

İkinci etkileşim ise nüfus artışının (turist artışı da

eklenebilir) ve bazı ülkelerde (Hindistan ve Çin) çok bariz bir şekilde artan gelir düzeyinin, gıda talebini tetikleyerek tarım ürünleri fiyatlarının yükselmesine sebep olmaktadır (Gilbert, 2010). Bu durumda gıda ürünlerinin üretiminden tüketimine kadar daha fazla petrol ve petrol türev ürünlerine ihtiyaç duyulacağından akaryakıt fiyatlarının yükselmesine de sebep olmaktadır.

Diğer taraftan, petrol fiyatlarıyla tarımsal ürün fiyatlarının döviz kuru aracılığıyla birbirlerini dolaylı olarak etkilemesi de söz konusudur. Dünya petrol ticareti ABD doları ile yapıldığından dolayı petrol fiyatındaki değişimlerin tüm ülkelerin para birimleri üzerinde doğrudan etkisi vardır. Ülkelerin para birimlerinin değerindeki değişimler tarımsal ürün girdilerinde dışa bağımlı ülkelerde hem yüksek maliyetin oluşmasına ve hem de tarımsal ürünlerin ithalatı ve ihracatı ve dolayısıyla tarımsal ürünlerin fiyatları üzerinde etkilidir. Bu bağlamda, petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar döviz aracılığıyla temel gıda fiyatları üzerinde etkili olmaktadır (Chen ve ark., 2010). Örneğin, kısa dönemde Türk lirasındaki değer kaybı buğday fiyatını önemli derecede etkilemiştir (Nazlioglu ve Soytaş, 2011). 1980-2010 döneminde petrol fiyatları, 24 tarımsal ürün fiyatları ve döviz kuru arasındaki ilişkiyi Panel Eşbütünlük ve Granger Nedensellik yöntemlerini kullanılarak yapılan çalışmanın sonucuna göre; petrol fiyatlarının tarımsal emtia fiyatlarını önemli derecede etkilediği vurgulanmıştır (Nazlioglu ve Soytaş, 2012). Aynı çalışmada doların değer kaybetmesinin tarımsal ürün fiyatları üzerinde pozitif yönlü etki yaptığı ifade edilmiştir. Baffes (2007) petrol fiyatlarındaki değişimin gıda fiyatları üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu ancak petrol fiyatlarının gıda fiyatları üzerindeki etkisini görmek için tarımsal ürün fiyatlarının ayrı ayrı analiz edilmesi gerektiğini vurgulanmıştır.

Nazlioglu ve Soytaş (2011) tarımsal ürün fiyatları üzerindeki petrol fiyatlarının etkisini döviz kurlarını dikkate alarak Türkiye için yapmış olduğu çalışmanın sonuçlarına göre kısa ve uzun dönemde buğday hariç tarımsal ürün fiyatlarının döviz kurunda ve petrol fiyatlarında meydana gelen değişimlere yanıt vermediği tespit edilmiştir. Benzer şekilde Nazlioglu ve ark. (2013) çalışmalarında 1986:01 ve 2011:03 dönemindeki verileri 1986:01-2005:12 (kriz öncesi dönem) ve 2006:01-2011:03 (kriz sonrası dönem) olmak üzere iki döneme ayırarak petrol fiyatları ile seçilmiş tarımsal ürün piyasaları (buğday, mısır, soya fasulyesi ve şeker) arasındaki etkileşimi araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre kriz sonrasında petrol piyasasındaki riskin mısır, buğday ve soya fasulyesindeki piyasalara yansıdığı tespit edilmiştir. Ayrıca her iki dönemde de buğday piyasasından petrol piyasasına dalgalanma olduğu ifade edilmiştir. Diğer yandan şeker piyasasının petrol piyasasındaki risklere

karşı tepkisiz olduğu görülmüştür. Harri ve ark. (2009), Chang ve Su (2010) ve Serra ve ark. (2011) tarafından elde edilen sonuçlar son yıllarda enerji ve tarım piyasaları arasındaki karşılıklı bağımlılığın arttığı tespit edilmiştir. Algan ve ark. (2016) çalışmalarında enerji fiyatları ile dünya gıda fiyatları arasında kısa ve uzun dönemli ilişkinin olup olmadığını eşbütünleşme analizi ile araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre enerji fiyatları ile dünya gıda fiyatları arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu tespit edilmiş ve sonuçlar literatürdeki bulgularla örtüştüğü ortaya konulmuştur. Ayrıca çalışmada enerji fiyatlarının yakıt ve gübre fiyatları yoluyla doğrudan, biyoyakıt etkisiyle de dolaylı olarak gıda fiyatlarını etkilediği ifade edilmiştir. Serra (2011) çalışmasında haftalık uluslararası ham petrol, etanol ve şeker fiyatlarının 2000:07 ve 2009:11 dönemleri arasında Brezilya etanol piyasasındaki oynaklığın yayılmasını araştırmıştır. Çalışmanın sonuçları etanol ve ham petrolün yanı sıra etanol ve şeker fiyat düzeylerinin uzun vadede bir denge paritesi ile bağlantılı olduğunu göstermiştir. Hem ham petrol hem de şeker fiyatlarındaki bir artışın etanol fiyatlarını artırdığı ifade edilmiştir. Ayrıca çalışmada etanol piyasasının uzun vadede şeker fiyat düzeylerini etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır. Diğer taraftan Wu ve Li (2013) çalışmalarında tek değişkenli EGARCH ile BEKK-MVGARCH modellerini kullanarak Çin'de ham petrol, mısır ve etanol piyasalarındaki karşılıklı bağımlılık ve dalgalanmaların yayılma seviyesini incelemek amacıyla 2003:09 ve 2012:08 tarihleri arasındaki haftalık uluslararası ham petrol, mısır ve etanol fiyatlarını kullanmışlardır. Büyük bir dalgalanmayı her zaman büyük dalgalanmaların ve küçük dalgalanmaları ise daima küçük dalgalanmaların takip ettiğini bunun ise bu üç piyasadaki dalgalanmalarının bir miktar öngörülebilir olduğunu ifade etmişlerdir. Asimetrik etki testleri pozitif bir şokun ham petrol piyasasında negatif bir şoktan daha fazla oynaklığı arttırdığını fakat mısır piyasasında ise negatif bir şokun pozitif bir şoktan daha fazla oynaklığı arttırdığı tespit edilmiştir. Ham petrol piyasasından mısır ve etanol piyasasına tek yönlü yayılımlar olduğu ancak mısır piyasası ile etanol piyasası arasında çift yönlü yayılmalar olduğu gözlemlenmiştir. Benzer şekilde Gardebroek ve Hernandez (2013) çalışmalarında MVGARCH, T-BEKK ve DCC modellerini kullanarak ABD'de ham petrol, mısır ve etanol piyasalarındaki karşılıklı bağımlılık ve oynaklık iletim düzeyini incelemek amacıyla 1997:09 ve 2011:10 tarihleri arasındaki haftalık uluslararası ham petrol, mısır ve etanol fiyatlarını kullanmışlardır. Araştırmanın sonuçlarına göre petrol veya etanol ile mısır piyasaları arasında herhangi bir dalgalanmanın olmadığı ancak mısır fiyatlarındaki oynaklığın yarattığı şok etanol fiyatlarındaki oynaklığın kısa sürede şoklanmasına yol açtığı tespit edilmiştir.

Diğer taraftan enerji piyasası ile tarım ürünleri piyasaları arasında bir ilişkinin olmadığını ileri süren çalışmalar da mevcuttur. Örneğin Kaltalioglu ve Soytaş (2009) dünya petrol fiyatlarının, dünya tarımsal ürün fiyatları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Zhang ve Reed (2008) 2000-2007 dönemi için Çin'de petrol fiyatlarının mısır ve soya fasulyesi fiyatları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılan çalışmanın sonuçlarına göre dünya petrol fiyatlarının seçilen tarımsal ürün fiyatlarındaki değişimler üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Campiche ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada petrol fiyatlarıyla mısır, süpürge darısı, şeker, soya fasulyesi, soya fasulyesi yağı ve hurma yağı fiyatları arasında eş bütünleşmenin olmadığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın amacı Türkiye'de buğday ve arpa fiyat getirilerindeki dalgalanmalarının hem kendi aralarında ve hem de benzin fiyat ve reel döviz kurunun getirileri arasında nasıl bir oynaklık ve geçişkenlik meydana getirdiği 2005:M1-2016:M8 döneminde günlük veri seti ve VAR (1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) modeli kullanılarak analiz etmektir. İki tarım ürününün bu iki makro değişkenlerin varyanslarında meydana gelen belirsizlikten nasıl etkilendiğini ve aynı zamanda bu yayılmanın nicel boyutu ortaya konulmuştur. Benzer şekilde, tarım ürünleri fiyat getirilerinde meydana gelen belirsizliklerin benzin fiyat getirisi ile döviz kuru getirisinin belirsizliklerine nasıl yansıdığını da nicel olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmanın literatüre iki yönden katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İlki; Türkiye'de benzin fiyatı ve reel döviz kuru kaynaklı buğday ve arpa fiyatında meydana gelen dalgalanmaları ele alan tespit edilmiş bir çalışmanın olmamasıyla, literatürdeki bu boşluk doldurulmuş olacaktır. İkincisi; değişkenler için koruma oranları (hedging ratios) hesaplanarak üretici ve tüketicinin gelecekte oluşacak fiyat dalgalanmalarından nasıl korunacağı üzerine politika önerilerinin yapılmış olmasıdır.

Bu çalışma giriş bölümü dâhil olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde değişkenlere uygulanacak ampirik yöntem ve veri setleri tanımlanmıştır. Takip eden bölümde çalışmanın ampirik sonuçları rapor edilerek tartışılmıştır. Son bölümde ise çalışma özetlenerek ve politika önerileri yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Ekonometrik Yöntem

Bu çalışmada buğday ve arpa fiyatları, benzin fiyatı ve reel döviz kuru için Engle ve Kroner (1995) tarafından geliştirilen VAR (1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) yöntemi kullanılmıştır. Bu model iki denklemi bünyesinde barındırmakta olup, birinci denklemde ortalama getiri denklemlerini içerirken, ikinci

denklem ise getiri varyanslarını içermektedir. Bu modelde kullanılan getirilerin ortalama denkleminin genel gösterimi eşitlik (1)'deki gibidir.

$$R_{j,t} = \Phi + \sum_{i=1}^p \Gamma_i R_{j,t-i} + \Psi \sqrt{h_t} + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim (0, H_t) \text{ ve } H = \begin{pmatrix} h_{1,t} & \dots & h_{n,t} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{m,t} & \dots & h_{m,t} \end{pmatrix} \quad (1a)$$

Burada; j=buğday, arpa, benzin ve döviz kuru piyasalarını ifade ederken, i AIC, BIC ver HQ kriterleri tarafından belirlenecek gecikme (lags) düzeyini ifade etmektedir¹. Burada m=n=4'dür (dört adet ürün piyasasını göstermektedir). Getiri ortalamalarındaki vektör ve parametre matrislerinin genel açılımı eşitlik (1b)'deki gibidir:

$$R_{j,t} = \begin{bmatrix} R_{1,t} \\ R_{2,t} \\ R_{3,t} \\ R_{4,t} \end{bmatrix}; \varepsilon_{j,t} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t} \\ \varepsilon_{2,t} \\ \varepsilon_{3,t} \\ \varepsilon_{4,t} \end{bmatrix}; \sqrt{h_t} = \begin{bmatrix} \sqrt{h_{1,t}} \\ \sqrt{h_{2,t}} \\ \sqrt{h_{3,t}} \\ \sqrt{h_{4,t}} \end{bmatrix}; \Phi = \begin{bmatrix} \Phi_1 \\ \Phi_2 \\ \Phi_3 \\ \Phi_4 \end{bmatrix}; \Gamma_i = \begin{pmatrix} \Gamma_{11}^{(i)} & \dots & \Gamma_{1n}^{(i)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \Gamma_{m1}^{(i)} & \dots & \Gamma_{mm}^{(i)} \end{pmatrix}; \Psi = \begin{pmatrix} \Psi_{11} & \dots & \Psi_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \Psi_{m1} & \dots & \Psi_{mn} \end{pmatrix} \quad (1b)$$

Eşitlik (1b)'de $R_{j,t}$ ürünlere ait getiri vektörünü ($R_{buğday,t}$, $R_{arpa,t}$, $R_{benzin,t}$, $R_{döviz\ kuru,t}$), Γ_i bir dönem önceki getirilere ait parametre matrisini, h i değişkeninin ortalama denklemindeki volatilitesi (oynaklığı), Φ her bir getiriyeye ait sabit terim

$$h_{j,t} = c_{jj}^* + (a_{j1}^2 \varepsilon_{1,t-1}^2 + 2a_{j1} a_{j2} \varepsilon_{2,t-1} \varepsilon_{1,t-1} + 2a_{j1} a_{j3} \varepsilon_{3,t-1} \varepsilon_{1,t-1} + 2a_{j1} a_{j4} \varepsilon_{4,t-1} \varepsilon_{1,t-1}) + (a_{j2}^2 \varepsilon_{2,t-1}^2 + 2a_{j2} a_{j3} \varepsilon_{3,t-1} \varepsilon_{2,t-1} + 2a_{j2} a_{j4} \varepsilon_{4,t-1} \varepsilon_{2,t-1}) + (a_{j3}^2 \varepsilon_{3,t-1}^2 + 2a_{j3} a_{j4} \varepsilon_{4,t-1} \varepsilon_{3,t-1}) + (a_{j4}^2 \varepsilon_{4,t-1}^2) + (b_{j1}^2 h_{1,t-1} + 2b_{j1} b_{j2} h_{2,t-1} + 2b_{j1} b_{j3} h_{3,t-1} + 2b_{j1} b_{j4} h_{4,t-1}) + (b_{j2}^2 h_{2,t-1} + 2b_{j2} b_{j3} h_{3,t-1} + 2b_{j2} b_{j4} h_{4,t-1}) + (b_{j3}^2 h_{3,t-1} + 2b_{j3} b_{j4} h_{4,t-1}) + (b_{j4}^2 h_{4,t-1}) + (d_{j1}^2 \xi_{1,t-1}^2 + 2d_{j1} d_{j2} \xi_{2,t-1} \xi_{1,t-1} + 2d_{j1} a_{j3} \xi_{3,t-1} \xi_{1,t-1} + 2d_{j1} d_{j4} \xi_{4,t-1} \xi_{1,t-1}) + (d_{j2}^2 \xi_{2,t-1}^2 + 2d_{j2} d_{j3} \xi_{3,t-1} \xi_{2,t-1} + 2d_{j2} d_{j4} \xi_{4,t-1} \xi_{2,t-1}) + (d_{j3}^2 \xi_{3,t-1}^2 + 2d_{j3} d_{j4} \xi_{4,t-1} \xi_{3,t-1}) + (d_{j4}^2 \xi_{4,t-1}^2) \quad j = 1, 2, 3, 4 \quad (4)$$

Eşitlik (4) buğday, arpa, benzin ve reel döviz kuru piyasalarının kendi şokları ve volatilitesi ile bunların çapraz etkileşimlerinden nasıl etkilendiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca eşitlik (4)'te ε_j her bir ürün getirisindeki kısa dönem şoklarını, $\varepsilon_j \varepsilon_k$ ürün getirileri arasındaki çapraz kısa dönem şoklarını, $h_{j,j}$ ürün getirilerindeki belirsizliği (oynaklığı), $h_{j,k}$ ürün getirilerindeki çapraz belirsizliği (oynaklığı) ve ξ_j ürün getirilerindeki kısa dönem şokları negatif iken = 1 değilse = 0 olarak kullanılarak kısa dönem asimetrik etkiyi göstermektedir. Hem koşullu ortalama ve hem de varyans denklemlerine ait parametreler, en yüksek olabilirlik teknikleri kullanılarak tahmin edilmektedir. Ayrıca eşitlik (4) doğrusal olmayan (nonlinear) yapıda olduğundan dolayı birim (marjinal) etkilerin ölçülmesi gerekmektedir. Çalışmada bu

parametresini, Ψ her bir getiri oynaklığının karekökünün şimdiki getiri üzerindeki etkisini belirten parametre matrisini ve ε_t hata terimlerini göstermektedir. Bir adet gecikme uzunluğu göz önünde bulundurulduğunda VAR (1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) modelinin ikinci kısmını içeren varyans denkleminin cebirsel gösterimi eşitlik (2)'deki gibidir:

$$H_t = C'C + B'H_{t-1}B + A'\varepsilon_{t-1}\varepsilon'_{t-1}A + D'\xi_{t-1}\xi'_{t-1}D \quad (2)$$

Burada; H, C, A, B ve D 4x4 boyutunda matrislerdir. C alt köşegen matrisi olup varyans denklemlerinin sabit katsayılarını içerirken, A ve B matrisleri sırasıyla kısa dönem şokları ve uzun dönem volatiliteleri göstermektedir. D matrisi ise asimetrik etkiyi gösteren parametreler olarak ortaya çıkmaktadır. Eşitlik (2)'nin matris yapısı eşitlik (3)'teki gibi gösterilebilir:

$$H_t = CC' + \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \varepsilon_{t-1} \varepsilon'_{t-1} + \begin{pmatrix} b_{11} & \dots & b_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{m1} & \dots & b_{mn} \end{pmatrix} H_{t-1} + \begin{pmatrix} d_{11} & \dots & d_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m1} & \dots & d_{mn} \end{pmatrix} \xi_{t-1} \xi'_{t-1} \quad m \text{ ve } n = 1, 2, 3, 4 \quad (3)$$

Eşitlik (3)'te verilen matrisin koşullu varyanslarının analitik yapısı eşitlik (4)'teki gibidir:

marjinal etkilerin standart sapmaları delta metodu kullanılarak hesaplanmıştır.

Kroner ve Ng (1998) takip edilerek buğday ve arpa piyasasının benzin piyasasına karşı optimal portföy ağırlığı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır:

$$w_t^{i,benzin} = \frac{h_t^{benzin} - h_t^{i,benzin}}{h_t^i - 2h_t^{i,benzin} + h_t^{benzin}} \quad i = buğday, arpa \quad (5)$$

$$w_t^{i,benzin} = \begin{cases} 0, & \text{eğer } w_t^{i,benzin} < 0 \\ w_t^{i,benzin}, & \text{eğer } 0 \leq w_t^{i,benzin} \leq 1 \\ 1, & \text{eğer } w_t^{i,benzin} > 1 \end{cases} \quad (6)$$

Eşitlik (5)'te $w_t^{i,benzin}$ buğday veya arpanın benzin fiyatlarıyla olan optimal portföy ağırlığını, h_t^{benzin} benzinin koşullu varyansını, $h_t^{i,benzin}$ buğday veya arpanın benzin fiyatıyla olan koşullu kovaryansını, h_t^i

¹ AIC, BIC ver HQ kriterleri modelde bir adet gecikme (lag) olduğunu göstermekte ve bundan sonraki model gösterimleri bu gecikme değeri esas alınarak kurgulanacaktır.

buğday veya arpanın koşullu varyansını ifade etmektedir. Diğer taraftan, Kroner and Sultan (1993) takip edilerek koruma oranları (hedging ratios) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır:

$$\beta_t^{i,benzin} = \frac{h_t^{i,benzin}}{h_t^{benzin}}, i=buğday, arpa \quad (7)$$

Eşitlik (7)'de $\beta_t^{i,benzin}$ buğday veya arpanın, uzun dönemde 1 £'lik benzin fiyatı pozisyonu karşısında kısa dönemde pozisyonu ifade etmektedir.

Veri Seti

Buğday ve arpa fiyatları Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği veri tabanından elde edilmiştir. Akaryakıt fiyatları olarak ham petrol fiyatları kullanılmamıştır; çünkü Türkiye'de akaryakıt fiyatlarından alınan yüksek verginin buğday ve arpanın fiyatlarında oynaklığa neden olabileceği düşünülmektedir. Akaryakıt fiyatının göstergesi olarak benzin pompa fiyatı kullanılmış ve veriler Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun (EPDK) veri tabanından sağlanmıştır. Diğer taraftan, ülke içinde buğday ve arpa arzının yeterli olmaması buğday ve arpa ithalatını artırmaktadır. Bundan dolayı reel döviz kuru buğday ve arpa fiyatlarında dalgalanmayı etkileyebilmektedir. Reel döviz kuru serisi ise Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Elektronik Veri Dağıtım Sisteminden (TCMB EVDS) sağlanmıştır. Seriler arasındaki oynaklığın incelenmesi için 2005:01-2016:08 dönemindeki günlük veriler kullanılmıştır. İncelenen dönemde toplamda 285 gözlem bulunmakta ve serilerin getirileri $R_{j,t} = 100 * \ln\left(\frac{P_{j,t}}{P_{j,t-1}}\right)$ kullanılarak

hesaplanmıştır. Burada $P_{j,t}$ ilgili piyasanın şimdiki reel fiyatını (veya döviz kuru için efektif kapanış değerini) gösterirken, $P_{j,t-1}$ $P_{j,t}$ 'nin bir dönem önceki değerini ifade etmektedir.

Ampirik Bulgular

Çalışmada serilerin reele² çevrilmesinin ardından, analizler getiri serileri elde edilerek yapılmıştır. Getiri serilerinin zamana karşı göstermiş olduğu oynaklık Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'de fiyat ve getiri serilerine ait korelasyon ve otokorelasyon ilişkileri dâhil bazı tanımlayıcı istatistikler verilmiştir.

Çizelge 1'e göre arpa fiyatı buğday fiyatına göre daha yüksek getiriye sahiptir. Bu durumun sebebi olarak incelenen dönemde arpada meydana gelen yüksek arzın etkili olduğu ifade edilebilir.

Buğday ve arpa fiyat getirilerinin standart sapmalarından elde edilen koşulsuz varyanslarına bakıldığında, arpa fiyatının buğday fiyatına göre daha düşük volatiliteye (standart sapma) sahip olduğu görülmektedir. Reel döviz kuru ve benzin fiyatının getirileri ile standart sapmalarına bakıldığında ise benzin fiyatının reel döviz kuruna göre daha düşük getiri ve varyansa sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca reel benzin fiyatının negatif getiriye ve seriler arasındaki en az volatiliteye (standart sapmaya) sahip olduğu saptanmıştır. Getiri serilerine ait eğiklik katsayına bakıldığında getiri serileri asimetric bir dağılıma sahiptir. Basıklık katsayısı ise getiri serilerinin leptokurtic³ (fat-tail) bir dağılım sergilediğini ortaya koymaktadır. Getiri serilerinin leptokurtic dağılım göstermesi serilerde ARCH etkisinin olabileceğini göstermektedir. Jarque-Bera istatistiği getiri serilerinin normal dağılmadığını göstermektedir.

Getiri serilerinde ARCH etkisinin test edilebilmesi için Engle (1982) tarafından önerilen ARCH-LM testi uygulanmıştır. ARCH-LM testi sonucunda getiri serilerinde ARCH etkisi olduğu gözlemlenirken, yalnızca arpa fiyat getiri serisinde ARCH etkisi gözlemlenememiştir. Fiyat ve getiri serilerinin otokorelasyona sahip olup olmadığını gösteren Ljung-Box istatistiği sonuçlarına göre benzinin getiri serisi hariç diğer getiri serileri otokorelasyon içermektedir.

Son olarak, getiri serilerinde durağanlık durumlarının belirlenmesi için Dickey and Fuller (1979) tarafından önerilen ADF birim kök testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 1'de sunulmuştur. ADF birim kök testine göre seriler I(1) seviyesinde % 1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu saptanmıştır. KPSS test sonuçları ADF birim kök test sonuçlarını doğrulamaktadır. Çizelge 2'de BEK VAR (1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) modelinin getiri serilerinin ortalama denklem sonuçları verilmiştir.

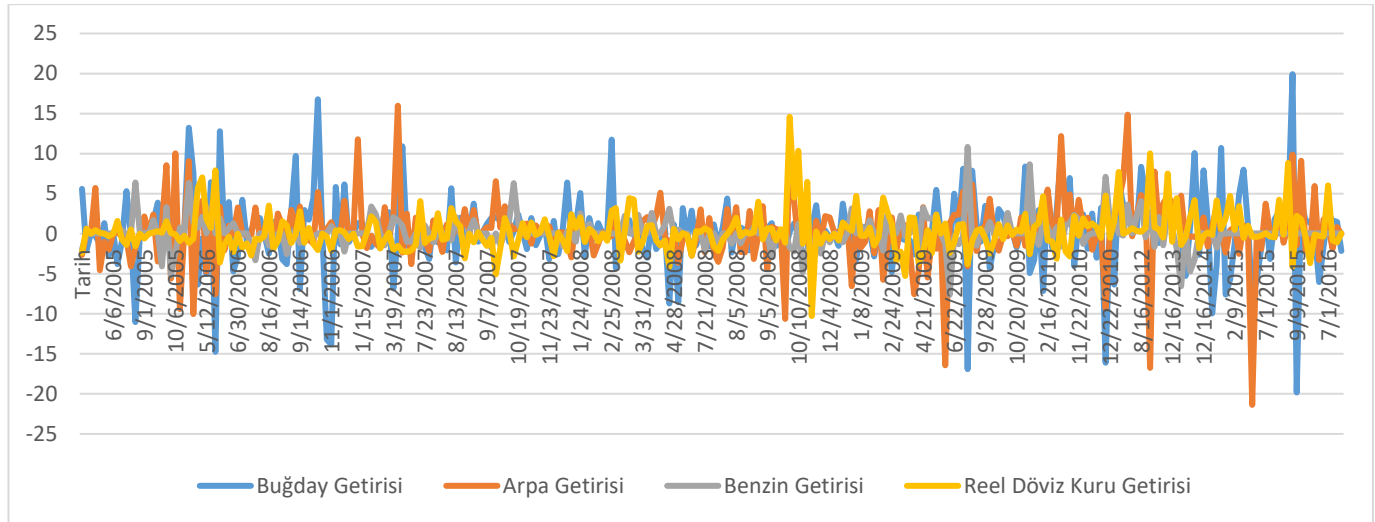
²Buğday ve arpa fiyatları 2003=100 bazlı gıda fiyatları endeksi, Akaryakıt fiyatı ise 2003=100 bazlı enerji fiyatları endeksi kullanılarak reelleştirilmiştir. Döviz kuru serisi ise reel efektif döviz kuru kullanılarak reelleştirilmiştir.

³ Sivri uçlu ve şişman kuyruklu dağılım.

Çizelge 1. Betimleyici İstatistikler

İstatistikler	Getiriler ($R_{j,t}$)			
	$R_{buğday,t}$	$R_{arpa,t}$	$R_{benzin,t}$	$R_{döviz\ kuru,t}$
Ortalama	0.031	0.056	-0.138	0.305
Standart Sapma	4.569	3.788	1.799	3.950
t-istatistiği (ortalama = 0)	0.114 (0.909)	0.250 (0.803)	-1.289 (0.198)	1.299 (0.195)
Eğiklik	-0.512*** (0.000)	-1.160*** (0.000)	0.301** (0.039)	1.622*** (0.000)
Basıklık	4.149*** (0.000)	8.704*** (0.000)	8.537*** (0.000)	8.819*** (0.000)
Jarque-Bera	216.055*** (0.000)	960.341*** (0.000)	866.871*** (0.000)	1044.736*** (0.000)
Korelasyonlar (Fiyat Düzeyleri veya Kapanış Değerleri Arasında ($FD_{j,t}$, $j=buğday, arpa$ ve $benzin$)):				
$FD_{buğday,t}$		0.993	0.989	0.930
$FD_{arpa,t}$			0.979	0.913
$FD_{benzin,t}$				0.903
Korelasyonlar (Seri Getirileri Arasında ($R_{j,t}$, $j=buğday, arpa$ ve $benzin$)):				
$R_{buğday,t}$		0.243	-0.176	-0.049
$R_{arpa,t}$			-0.105	-0.131
$R_{benzin,t}$				-0.001
Korelasyonlar (Seri Getirilerinin Kareleri Arasında ($R_{j,t}^2$, $j=buğday, arpa$ ve $benzin$)):				
$R_{buğday,t}^2$		0.236	0.345	0.315
$R_{arpa,t}^2$			0.112	0.356
$R_{benzin,t}^2$				0.206
Otokorelasyon Testi (Seri Getirileri, $R_{j,t}$ ve Seri Getiri Karelerinde, $R_{j,t}^2$)				
Ljung-Box $Q(6)$	19.213*** (0.004)	13.898** (0.031)	6.365 (0.384)	22.382*** (0.001)
Ljung-Box $Q^2(6)$	18.904*** (0.004)	0.601 (0.996)	16.339** (0.012)	12.127* (0.059)
HM- $Q(6)$	141.767*** (0.002)			
ARCH Testi (Seri Getirileri ($R_{j,t}$, $j=buğday, arpa, benzin$ ve $döviz kuru$))				
ARCH-LM(6)	2.855*** (0.010)	0.095 (0.997)	2.722** (0.014)	1.839** (0.091)
MARCH-LM(6)	1333.96*** (0.000)			
Durağanlık Birim Kök Testi (Seri Getirileri için ($R_{j,t}$, $j=buğday, arpa, benzin$ ve $döviz kuru$)):				
ADF	-12.821*** (lags=2)	-19.672*** (lags=0)	-14.939*** (lags=0)	-16.108*** (lags=4)
KPSS	0.013 (lags=2)	0.060 (lags=0)	0.087 (lags=0)	0.044 (lags=4)

Not: ARCH-LM ve MARCH-LM sırasıyla ARCH etkileri için Lagrange ve çok değişkenli Lagrange testlerini ifade etmektedir. Ljung-Box Q ve Ljung-Box Q^2 sırasıyla kalıntı ve kalıntı karelerinde sıralı bağımlılık testleri uygularken, HM- Q Hosking'in çok değişkenli kalıntılarda sıralı bağımlılık testini ifade etmektedir. MARCH-LM testi altındaki sıfır hipotezi getiri serinin ortalaması sıfır olması ve sabit bir ortak varyansı öngörmektedir. ADF, sabit ve trend değişkenleri dikkate alarak Genelleştirilmiş Dick-Fuller testini, KPSS ise gözlemlenebilir bir zaman serisinin deterministik bir eğilim etrafında sabit olduğu boş bir hipotezi test etmek için kullanılan Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin testini ifade etmektedir. Geçikme (lags) seçimleri AIC, BIC ve HQ değerlerine dayanmaktadır. Kritik değerler, seçilen gecikmelerle değişmektedir. Parantez içindeki değerler p-değerlerini yansıtmaktadır. *, ** ve *** sırasıyla 10%, 5% ve 1% seviyelerinde parametrelerin anlamlılık düzeylerini göstermektedir.



Şekil 1. Getirilerde Yıllar İtibariyle Meydana Gelen Değişmeler

Çizelge 2. VAR (1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) Modelindeki Getiri Serilerinin Ortalama Denklemlere İlişkin Parametre Tahminleri

Katsayılar	Getiriler			
	R _{buğday,t}	R _{arpa,t}	R _{benzin,t}	R _{döviz kuru,t}
Sabit	-1.340** (-2.202)	-1.201*** (-3.293)	0.040 (0.176)	2.297 (1.610)
R _{buğday,t-1}	-0.255*** (-7.076)	-0.025 (-0.714)	-0.003 (-0.425)	0.034 (1.322)
R _{arpa,t-1}	0.070* (1.896)	-0.160*** (-3.284)	0.005 (0.339)	-0.002 (-0.053)
R _{benzin,t-1}	-0.100 (-0.993)	-0.102 (-1.175)	0.018 (0.879)	0.108* (1.870)
R _{döviz kuru,t-1}	0.011 (0.257)	0.042 (0.735)	0.010 (0.626)	-0.025 (-0.638)
$\sqrt{h_{buğday,t}}$	-0.078 (-1.253)	-0.073 (-1.197)	-0.014* (-1.680)	0.176** (2.034)
$\sqrt{h_{arpa,t}}$	0.170* (1.789)	0.102 (1.514)	0.012 (1.540)	-0.259*** (-2.649)
$\sqrt{h_{benzin,t}}$	0.038 (0.691)	0.053 (1.155)	-0.011 (-0.829)	0.064 (1.471)
$\sqrt{h_{döviz kuru,t}}$	-0.081* (-1.747)	-0.017 (-0.613)	0.010 (0.746)	-0.024 (-0.644)

Not: Parametrelerin t-değerleri parantez içinde verilmiştir. *, ** ve *** sırasıyla 10%, 5% ve 1% seviyelerinde parametrelerin anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Çizelge 2'de görüleceği üzere, buğday hem kendi hem de arpa getirisinin bir dönem gecikmesinden istatistiki açıdan anlamlı bir şekilde etkilenmektedir. Buğdayın kendi getirisinde meydana gelen bu durum Ezekiel (1938) tarım ürünleri için ortaya koyduğu örümcek ağı teorimi ile açıklanabilmektedir. Buğday piyasasında bir dönem önceki artan getirisi şimdiki getiriyi azaltmaktadır. Benzer bir durumda, arpa için kurulan eşitlikte görülebilir. Arpa piyasasında bir dönem önceki artan getirisi buğday piyasasındaki şimdiki getiriyi artırmakta veya arpa piyasasındaki getiri azalınca buğday piyasasında da getiri azalmaktadır. Bu durum, buğdayın arpa ile olan ilişkisi bu iki ürünün ikame edilebilir olmasıyla ilgili olduğu söylenebilir. Diğer taraftan arpa piyasası yalnızca

kendi gecikmesinden negatif olarak etkilenmektedir. Döviz kuruna bakıldığında yalnızca benzin fiyat getirisinin bir dönem gecikmesinden pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bir şekilde etkilendiği görülmektedir. Türkiye'nin petrol bağımlısı bir ülke olduğu düşünüldüğünde, benzin fiyatlarındaki yukarı yönlü hareket döviz kurunu baskılayarak yukarıya doğru hareket etmesine neden olacaktır. Yukarıdaki tüm bilgiler ışığında ürün piyasasındaki getirilerin birbirlerine kayda değer bir yayılım sağlamadığı görülmüştür. Diğer taraftan ortalama denklemlerine eklenen oynaklık (varyans) parametrelerine bakıldığında, buğday getirisi arpa fiyatından meydana gelen oynaklıktan (0.170) etkilenmektedir. Döviz kurunda meydana gelen oynaklık artışı ise, buğdayın

getirisini düşürmektedir. Tarım ürünlerinde kullanılan ithal girdilerin döviz kuruna bağlı olması bu durumu açıklamaktadır. Örneğin, Türkiye’de kimyasal gübre kullanımı 2002 yılından 2014 yılına kadar yaklaşık %82 artış göstermiştir. Aynı dönemde gübre fiyatları ise yaklaşık %250-350 artmıştır (www.tarim.gov.tr). İlginç bir şekilde buğday ve arpa piyasalarındaki uzun dönem belirsizlikleri artıktıkça döviz kuru piyasasındaki getiri sırasıyla artmakta ve azalmaktadır.

VAR (1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) modelindeki varyans denklemindeki değişkenlerin birim etkilerini tartışmadan önce VAR (1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) modeline ilişkin tanısal test ve birtakım hipotez test sonuçları burada tartışılacaktır. Çizelge 3’te VAR (1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) modelinin parametre tahminleri, tanısal testleri ve birtakım hipotez testleri verilmiştir.

Çizelge 3’te Panel C kısmında VAR (1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) modelinde diyagonal VAR testi için kurulan hipotez testi sonucunda Wald istatistiğinin 14.297 ($p > 0.10$) olduğu tespit edilmiştir. Olasılık değerinin %10 anlamlılık seviyesinden büyük olmasından dolayı sıfır hipotezini red etmede başarısız olmuştur. Ayrıca benzin ve reel döviz kuru getirilerinin bir dönem gecikmelerinin buğday ve arpa getirileri üzerindeki etkileride Wald testi kullanılarak test edilmiştir. Benzin ve reel döviz getirilerinin bir dönem gecikmeli değerinin buğday ve arpa getirisi üzerinde etkisi veya etkileri bireysel ve eş anlamlı olarak istatistiki açıdan anlamsız bulunmuştur.

Tüm bu test sonuçları, yukarıda ifade ettiğimiz getiri serileri arasında kayda değer bir ilişkinin olmadığı savını pekiştirmektedir. Bu durumda ortalama getiri serilerinin yalnızca kendi gecikmelerine karşı modellenmesinde herhangi bir sakıncanın olmayacağını ifade etmektedir.

Diğer taraftan GARCH ilişkisinin varlığını test etmek için kurulan hipotezin Wald istatistiğinin olasılık değeri $p < 0.000$ olduğu görülmüştür. Ayrıca varyans eşitliği için kurulan diyagonal dışı elementlerin sıfır olduğuna dair hipotezin olasılık değeri $p < 0.000$ ’dır. Bu durum getiri serileri arasında oynaklık geçişkenliğinin varlığını göstermektedir. GARCH-M hipotezinin Wald istatistiği ise 873.153 ($p < 0.000$) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca varyans eşitliğinden elde edilen katsayıların asimetrik özellikler taşıdığı görülmüştür ($p < 0.000$). Bu bağlamda tüm bu test sonuçları volatilité (varyans) değişkenlerinin açıklamasında öngörülen asimetrik BEKK-GARCH modelinin uygunluğunu ifade etmektedir.

Çizelge 3’ün Panel B kısmında ayrıca VAR (1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) modeli için tanısal birtakım istatistikler verilmiştir. Her bir varyans eşitliğinden elde edilen hata terimlerinin (standardize

edilmiş) ve hata terimlerinin karelerinin otokorelasyon içerip içermediği Ljung-Box Q ve Hosking Ljung-Box (MLBQ) testleri kullanılmıştır. Testler sonucunda hata terimlerinin ve karelerinin otokorelasyon içermediği fakat benzin getirisinin eşitliğinden elde edilen hata terimlerinin karesinin %5 anlamlılık seviyesinde otokorelasyon içerdiği görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlar her bir getiri değişkeninin volatilitésini (varyansını) açıklamada VAR (1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) modelinin geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. Son olarak hata terimlerinin ARCH etkisi barındırmadığı sıfır hipotezi altında bireysel McLeod-Li ve Çok Değişkenli LM testleri kullanılarak incelenmiştir. Testler sonucunda bireysel olarak benzin getirisinin volatilitésinden elde edilen hata terimlerinin ARCH etkisi içerdiği tespit edilmiştir. Diğer taraftan, çok değişkenli LM testi sonucunda modelde hala ARCH etkisi mevcuttur. Bundan dolayı Rahman and Serletis (2012) takip edilerek hata terimlerinin ortalama ve varyans değerleri sırasıyla 0’a ve 1’e eşit olduğu sıfır hipotezi (

$$E(z) = 0 \text{ ve } E(z^2) = 1) \text{ ile sınıanmıştır } (\hat{z}_{j,t} = \frac{\varepsilon_{j,t}}{\sqrt{\hat{h}_{j,t}}}, j = 1, \dots, 4).$$

Elde edilen bulgular sonucunda hata terimlerinin ortalamasının 0 fakat varyansının 1’den farklı olduğu tespit edilmiştir. Varyansın birden farklı çıkması bireysel testler sonucunda hata teriminin halen ARCH etkisini barındıran benzinin getiri serisinden kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4’te VAR (1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) modelinden elde edilen marjinal etkiler verilmiştir. Ele alınan getiri serilerinde koşullu varyanslar kısa dönemde kendi şoklarından ve diğer getiri serileri aralarında meydana gelen şoklardan istatistiki olarak anlamsız bir şekilde etkilenmektedir. Bu durum Türkiye’de tarım ürünleri, benzin ve reel döviz kuru piyasaları iyi ve kötü haberlerden etkilenmediğini göstermektedir. Diğer taraftan buğday getirisinin koşullu varyansı kendi kısa dönem şoklarından istatistiki olarak anlamlı bir şekilde etkilenmezken, kendi uzun dönem oynaklığından doğrudan ($h_{1,t} = 0.906$) etkilenmektedir.

Diğer bir ifade ile Türkiye’de buğday getirisindeki belirsizliğin tamamı neredeyse kendi belirsizliğinden kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde arpa, benzin ve döviz kuru piyasalarındaki uzun dönem belirsizlikleri ($h_{2,t} = 0.002$, $h_{3,t} = 0.001$ ve $h_{4,t} = 0.011$) artıktıkça, buğday piyasasındaki belirsizlikler de artmaktadır. Fakat buğday piyasası üzerinde döviz kuru piyasasındaki belirsizliğin etkisi diğer iki piyasa (arpa ve benzin) etkisinin yaklaşık 10 katı kadar daha büyüktür. Bu aslında beklenen bir durumdur: tohum, kimyasal ilaçlar, akaryakıt ve petrol türevleri dâhil buğday üretimindeki girdilerinin çoğunluğu döviz endeksli olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 3. VAR (1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) Modelinin Koşullu Varyansların Parametre Tahminleri

Katsayılar	R_{buğday,t}	R_{arpa,t}	R_{benzin,t}	R_{döviz kuru,t}
Panel A: Koşullu Varyans Tahminleri				
<i>c_{1i}</i>	7.571* (1.912)			
<i>c_{2i}</i>	-5.405** (2.306)	11.668 (1.019)		
<i>c_{3i}</i>	2.922* (1.703)	0.501 (0.262)	0.034 (0.028)	
<i>c_{4i}</i>	12.637 (1.194)	10.035** (2.147)	0.179 (0.033)	0.005 (0.002)
<i>a_{1i}</i>	1.213* (1.677)	-0.682 (-1.381)	0.626 (1.218)	0.287 (1.128)
<i>a_{2i}</i>	-1.379 (-1.619)	-2.764** (-1.989)	-0.875 (-1.464)	-1.860** (-2.236)
<i>a_{3i}</i>	0.672 (0.449)	-4.840** (-2.086)	-0.179 (-0.411)	4.265** (2.024)
<i>a_{4i}</i>	-2.722* (-1.810)	-0.840* (-1.699)	0.933** (2.225)	1.333* (1.654)
<i>b_{1i}</i>	0.952*** (90.492)	-0.040*** (-4.480)	-0.032*** (-3.959)	-0.104*** (-5.869)
<i>b_{2i}</i>	0.081*** (5.379)	0.964*** (75.533)	-0.019** (-2.112)	0.115*** (5.754)
<i>b_{3i}</i>	0.301*** (4.030)	0.076** (2.020)	0.926*** (86.547)	0.201*** (4.750)
<i>b_{4i}</i>	0.184*** (8.915)	-0.149*** (6.178)	-0.078*** (-6.952)	0.910*** (60.744)
<i>d_{1i}</i>	-3.678** (-2.238)	-3.318** (-2.308)	-0.146 (-0.604)	1.140 (1.459)
<i>d_{2i}</i>	4.396** (2.010)	2.151** (2.195)	-2.243* (-1.895)	-0.143 (-0.299)
<i>d_{3i}</i>	5.813** (1.200)	-1.593 (-0.707)	6.267** (2.291)	-2.411 (-1.472)
<i>d_{4i}</i>	-2.065* (-1.673)	2.091 (1.272)	0.945 (1.423)	0.464 (0.967)
Panel B: Tanısal Testler				
Ljung-Box Q(6)	8.971 (0.175)	7.015 (0.319)	1.745 (0.941)	10.282 (0.113)
HM-Q(6)	85.296 (0.774)			
HM-Q(10)	150.275 (0.697)			
Ljung-Box Q ² (6)	5.571 (0.473)	1.529 (0.957)	14.449** (0.025)	2.629 (0.853)
HM-Q ² (6)	93.288 (0.559)			
HM-Q ² (10)	149.347 (0.716)			
McLeod-Li(6)	5.571 (0.473)	1.528 (0.957)	14.448** (0.025)	2.628 (0.853)
MARCH-LM(6)	1050.61*** (0.000)			
MARCH-LM(10)	7672.61*** (0.000)			
z _i	-0.001	-0.002	-0.000	0.002
t-istatistiği(z _i =0)	-0.634 (0.263)	-0.930 (0.176)	-0.313 (0.376)	0.697 (0.756)
z _i ²	0.002	0.002	0.002	0.004
t-istatistiği(z _i ² =1)	-2491.009*** (0.000)	-1994.332*** (0.000)	-2472.063*** (0.000)	-843.190*** (0.000)
AIC	18.943			
SBC	20.167			
Hannan-Quinn	19.434			
Log-olabilirlik Değeri	-2585.427			

Panel C: Wald Testi Sonuçları

Diyagonal VAR	$H_0: \Gamma_{ij}$, diyagonal dışı bütün elementleri sıfırdır	14.297 (0.282)
GARCH İlişki Yoktur	$H_0: a_{ij}=b_{ij}=c_{ij}=0$, bütün $i, j = 1, 2, 3, 4$	176288.511*** (0.000)
Diyagonal GARCH	$H_0: A, B$ ve D diyagonal dışı bütün elementleri sıfırdır	3161.518*** (0.000)
GARCH-M ilişkisi yoktur	$H_0: \psi_{ij}=0$, bütün $i, j = 1, 2, 3, 4$	873.152*** (0.000)
Asimetrik ilişkisi yoktur	$H_0: d_{ij}=0$, bütün $i, j = 1, 2, 3, 4$	31.313** (0.012)
Benzin fiyat getirisinin buğday ve arpa fiyat getirileri üzerinde etkisi yoktur	$H_0: \Gamma_{13} = \Gamma_{23} = 0$	2.239 (0.326)
Reel döviz kuru getirisinin buğday ve arpa fiyat getirileri üzerinde etkisi yoktur	$H_0: \Gamma_{14} = \Gamma_{24} = 0$	0.587 (0.745)
Benzin fiyatı ve Reel döviz kuru getirilerinin buğday ve arpa fiyat getirileri üzerinde etkisi yoktur	$H_0: \Gamma_{13} = \Gamma_{14} = \Gamma_{23} = \Gamma_{24} = 0$	2.753 (0.599)

Not: Panel A'da parantez içindekiler t istatistik değerlerini gösterirken; Panel B ve C' de ilişkili p -değerleri göstermektedir. ARCH-LM ve MARCH-LM sırasıyla ARCH etkileri için Lagrange ve çok değişkenli Lagrange testlerini gösterirken, Ljung-Box Q ve Ljung-Box Q^2 sırasıyla getiri serilerinin kalıntıları veya kalıntı karelerinde sıralı bağımlılık testleri ifade ederken, HM- Q ve HM- Q^2 kalıntı veya kalıntı karelerinde sıralı bağımlılık testleri için Hosking'in çok değişkenli Q -istatistiğini göstermektedir. MARCH-LM testi altındaki sıfır hipotezi serinin ortalaması sıfır olması ve sabit bir ortak varyans öngörmektedir. *, ** ve *** sırasıyla 10%, 5% ve 1% seviyelerinde serilerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Aynı şekilde piyasalar arası ikili çapraz etkileşimlerdeki belirsizlikler buğday piyasasındaki belirsizlikleriyle de ilginç bir şekilde doğrusal bir ilişki içerisinde olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda diğer piyasalarda meydana gelen oynaklıklar (belirsizlikler) ya dolaysız (koşullu varyans yoluyla) veya dolaylı (koşullu ortak varyans yoluyla) bir şekilde buğday piyasasına iletilerek bu piyasa üzerinde kalıcı belirsizlikleri meydana getirmektedir. Buğday üretiminde kullanılan girdilerin çoğunluğu petrol ve petrol türevi olması ve aynı zamanda dövize endeksli olmaları bu piyasalarda meydana gelen dalgalanmalar dolaylı ve dolaysız bir şekilde buğday piyasasına iletilerek bu piyasada kalıcı belirsizlikleri meydana getirmektedir. Diğer taraftan buğday piyasasında görülen bu yoğun ilişki düzeyi arpa piyasasında görülmemektedir. Bunun sebebi ülkemizde buğday piyasasının yoğun bir işlem hacmine sahip olması ve aynı zamanda çoğu gıda sektörlerine hammadde temin etmek bakımından lokomotif piyasa durumunda olmasına karşın, arpa piyasası bira ve yem sanayi gibi birkaç türev piyasası ile ilişkili olmasına bağlanabilir. Bu bağlamda, arpa getirisi kendi getirisinden kaynaklanan uzun dönem volatiliteden ($h_{2,t} = 0.929$) etkilenirken, doğrudan ($h_{4,t} = 0.022$) ve dolaylı ($h_{1,t}, h_{3,t} = -0.006$, $h_{2,t}, h_{3,t} = 0.146$ ve $h_{3,t}, h_{4,t} = -0.022$) olarak reel döviz kurunda meydana gelen uzun dönem volatiliteden etkilenmektedir.

Benzin piyasasındaki belirsizlikler (volatilité) öncelikle kendi uzun dönem volatilitésinden ($h_{3,t} = 0.857$) ve buğday ve döviz kuru piyasalarındaki uzun dönem belirsizliklerinden dolaysız bir şekilde etkilenmektedir (sırasıyla $h_{1,t} = 0.001$ ve $h_{4,t} = 0.006$).

Benzer şekilde benzin piyasası bazı piyasaların çapraz ikili etkileşiminden kaynaklı uzun dönem belirsizliklerinden dolayı etkilenmektedir. Örneğin, benzin piyasası buğday ve döviz kuru uzun dönem etkileşiminden dolaylı ($h_{1,t}, h_{4,t} = 0.005$); arpa ve reel döviz kurunun koşullu kovaryansından dolaylı ($h_{2,t}, h_{4,t} = 0.003$); buğday ve arpa koşullu kovaryansından dolaylı ($h_{1,t}, h_{2,t} = 0.001$) etkilenmektedir. Diğer taraftan reel döviz kuru kendinden kaynaklanan uzun dönem volatilitésinden ($h_{4,t} = 0.829$) doğrudan etkilenirken, diğer üç piyasaında uzun dönem belirsizliğinden dolaysız ve doğrusal bir şekilde etkilenmektedir (sırasıyla $h_{1,t} = 0.011$, $h_{2,t} = 0.013$ ve $h_{3,t} = 0.04$). Bu nicel değerlere dikkat edilirse, benzin piyasasındaki belirsizliğin döviz kuru piyasası üzerindeki etkisi, tarım ürünleri piyasalarındaki (buğday ve arpa) belirsizlik etkilerinin yaklaşık dört katı kadar daha büyüktür. Böyle bir etki benzin ve döviz kuru piyasaları arasındaki yakın bir ilişkinin sonucunu yansıtmaktadır. Piyasalar arasındaki çapraz etkileşimler döviz kuru piyasasındaki uzun dönem belirsizliğinde farklı etkilere sahip olduğu görülmektedir. Getirilerin koşullu varyansları (Şekil 2) arasındaki korelasyon ilişkisinin incelenmesi ele alınan emtialar ve reel döviz kuru arasındaki oynaklık geçişkenliği (volatility spillover) daha net bir şekilde ortaya koymaktadır (Şekil 3, 4 ve 5). Aynı zaman korelasyon ilişkileri emtialar ve reel döviz kuru arasındaki koruma (hedging) ilişkisi üzerine önbilgi vermektedir. Buğdayın ve arpanın koşullu varyanslarının korelasyonları incelendiğinde ortalama olarak 0.097'lik bir değer olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum buğday ve arpanın oynaklık anlamında birbirini tetiklediğini göstermektedir.

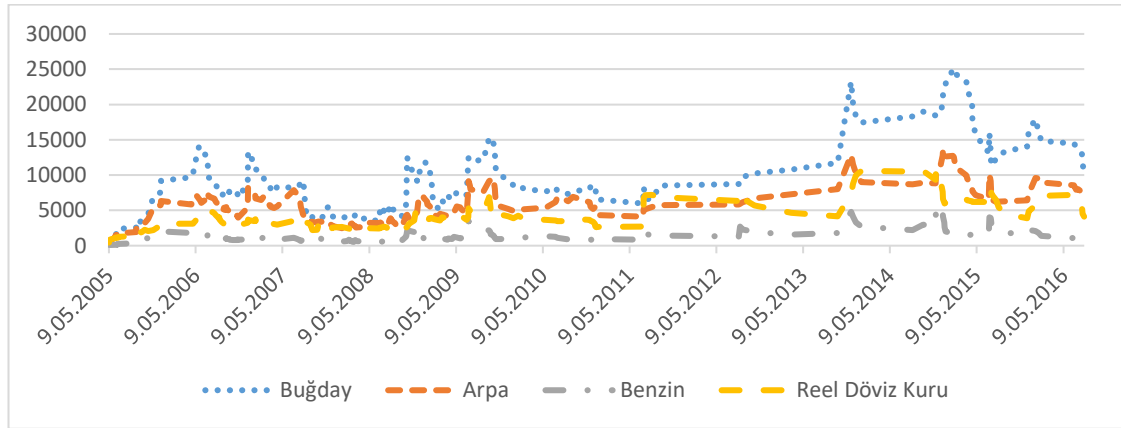
Çizelge 4. VAR (1)-Asimetrik BEKK GARCH (1, 1) Modelindeki Koşullu Varyan Denklemiindeki Değişkenlerin Birim Etkileri

Katsayılar	R _{buğday,t}	R _{arpa,t}	R _{benzin,t}	R _{döviz kuru,t}
$\varepsilon_{1,t}^2$	1.472 (0.838)	0.466 (0.691)	0.392 (0.609)	0.082 (0.564)
$\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{2,t}$	-3.347 (-0.861)	3.772 (0.837)	-1.096 (-0.686)	-1.067 (-0.898)
$\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{3,t}$	1.630 (0.387)	6.606 (0.845)	-0.224 (-0.447)	2.445 (0.942)
$\varepsilon_{1,t}\varepsilon_{4,t}$	-6.605 (-0.900)	1.146 (0.816)	1.168 (0.837)	0.764 (0.894)
$\varepsilon_{2,t}^2$	1.903 (0.810)	7.639 (0.995)	0.765 (0.732)	3.461 (1.118)
$\varepsilon_{2,t}\varepsilon_{3,t}$	-1.853 (-0.403)	26.755 (1.025)	0.313 (0.440)	-15.869 (-1.116)
$\varepsilon_{2,t}\varepsilon_{4,t}$	7.510 (0.873)	4.644 (0.959)	-1.632 (-0.921)	-4.958 (-0.981)
$\varepsilon_{3,t}^2$	0.451 (0.225)	23.426 (1.043)	0.032 (0.205)	18.190 (1.012)
$\varepsilon_{3,t}\varepsilon_{4,t}$	-3.657 (-0.403)	8.132 (0.992)	-0.334 (-0.421)	11.366 (0.944)
$\varepsilon_{4,t}^2$	7.410 (0.905)	0.706 (0.850)	0.869 (1.112)	1.776 (0.827)
$h_{1,t}$	0.906*** (45.246)	0.002** (2.240)	0.001** (1.979)	0.011*** (2.934)
$h_{12,t}$	0.155*** (5.396)	-0.077*** (-4.368)	0.001** (2.528)	-0.024** (-3.237)
$h_{13,t}$	0.573*** (4.024)	-0.006* (-1.783)	-0.058*** (-3.907)	-0.042*** (-4.220)
$h_{14,t}$	0.350*** (9.003)	0.012*** (3.714)	0.005*** (3.689)	-0.189*** (-5.994)
$h_{2,t}$	0.007*** (2.690)	0.929*** (37.767)	0.0004 (1.056)	0.013*** (2.877)
$h_{23,t}$	0.049*** (2.900)	0.146** (2.031)	-0.036** (-2.134)	0.046*** (3.386)
$h_{24,t}$	0.030*** (4.779)	-0.287*** (-6.511)	0.003* (1.778)	0.209*** (5.791)
$h_{3,t}$	0.091** (2.015)	0.006 (1.010)	0.857*** (43.273)	0.041** (2.375)
$h_{34,t}$	0.111*** (4.631)	-0.022* (-1.772)	-0.145*** (-7.231)	0.367*** (4.658)
$h_{4,t}$	0.039*** (4.457)	0.022*** (3.089)	0.006*** (3.476)	0.829*** (30.372)
$d_{1,t}$	13.526 (1.119)	11.100 (1.154)	0.021 (0.302)	1.299 (0.729)
$d_{1,t}d_{2,t}$	-32.334 (-1.077)	-14.274 (-1.160)	0.653 (0.538)	-0.326 (-0.274)
$d_{1,t}d_{3,t}$	-42.761 (-1.073)	10.574 (0.561)	-1.825 (-0.540)	-5.496 (-0.805)
$d_{1,t}d_{4,t}$	15.188 (1.023)	-13.878 (-0.837)	-0.275 (-0.501)	1.059 (0.723)
$d_{2,t}$	19.324 (1.005)	4.627 (1.098)	5.033 (0.947)	0.020 (0.149)
$d_{2,t}d_{3,t}$	51.111 (1.023)	-6.855 (-0.548)	-28.119 (-1.049)	0.689 (0.309)
$d_{2,t}d_{4,t}$	-18.154 (-0.948)	8.100 (0.838)	-4.240 (-0.824)	-0.133 (-0.278)
$d_{3,t}$	33.797 (1.000)	2.539 (0.354)	29.276 (1.146)	5.812 (0.736)
$d_{3,t}d_{4,t}$	-24.009 (-0.945)	-6.665 (-0.468)	11.846 (0.899)	-2.239 (-0.680)
$d_{4,t}$	4.264 (0.836)	4.374 (0.636)	0.893 (0.711)	0.216 (0.484)

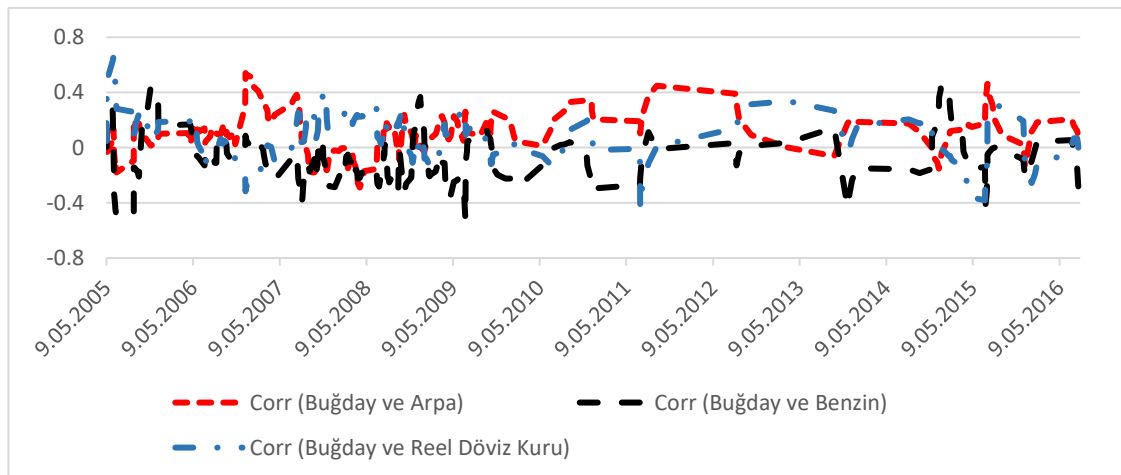
Not: Parantez içindekiler t istatistik değerlerini ve *, ** ve *** sırasıyla 10%, 5% ve 1% seviyelerinde parametrelerin anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Buğday piyasasında artan belirsizlik arpa piyasasına yansiyacaktır (veya tersi bir durumda söz konusu olabilir). Diğer taraftan buğday ve arpanın benzin fiyatıyla arasındaki koşullu korelasyon katsayısı ortalama olarak sırasıyla -0.091 ve -0.065 olarak karşımıza çıkmaktadır. Damba ve ark. (2018), Türkiye için seçilmiş bazı tarım ürünleri ve petrol fiyat arasında benzer ilişkiler elde etmişler, ortaya çıkan bu durumun nedeni olarak yerel dinamikleri ve küresel piyasalarda meydana gelen belirsizlikler olduğunu ifade etmişlerdir. Elde edilen bu bulgulara ek olarak, buğday ve arpanın reel döviz kuruyla arasındaki koşullu korelasyon ile reel döviz kuru ve benzin fiyatları arasındaki koşullu korelasyon pozitif olarak tespit edilmiştir. Buğday ve arpanın benzin fiyatlarıyla optimal portföy ağırlık ve koruma oranlarının hesaplanması üreticiler ve yatırımcılar açısından bizlere daha net bir bakış açısı sunacaktır. Çizelge 5'te optimal portföy ağırlığı ve koruma oranları sunulmuştur.

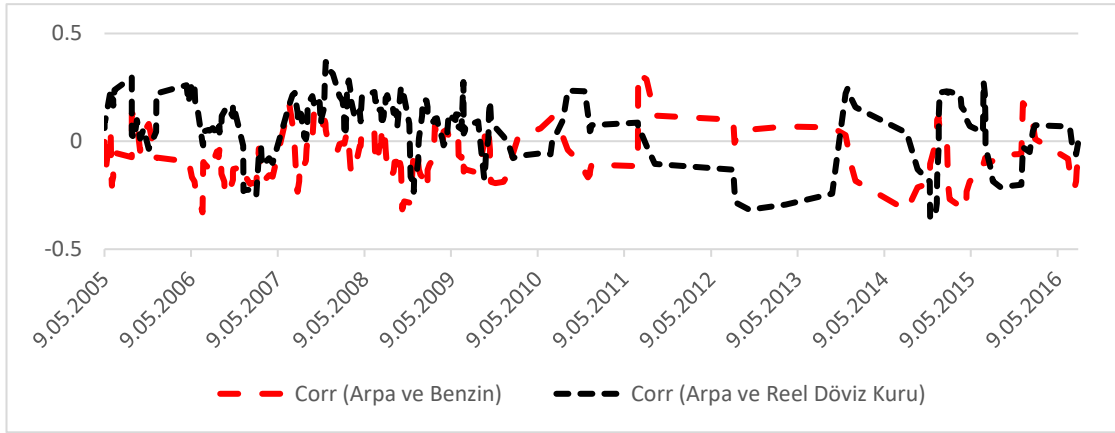
Çizelge 5'ten görüleceği üzere, buğday ve arpanın benzin fiyatıyla olan optimal portföy ağırlığı sırasıyla 0.138 ve 0.187 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuca göre, üreticiler veya yatırımcılar, 1 £'lik bir portföyde 13.80 kuruşluk kısmını buğdaya ve 86.20 kuruşluk kısmını benzine yatırmaları gerekmektedir. Diğer taraftan arpada ise 1 £'lik portföy 18.70 kuruşluk arpa ve 81.30 kuruşluk benzin olacak şekilde paylaşılabilir. Koruma oranlarına bakıldığında, buğdayda 1 £'lik uzun pozisyon karşısında yatırımcı 25.3 kuruşluk benzin alarak korunabilir. Arpa için ise 1 £'lik uzun pozisyon karşısında 15.00 kuruşluk benzin alarak yatırımcının kendini koruması gerekmektedir. Bu sonuçlara dikkat edilirse buğdayın arpaya göre daha fazla risk taşıdığını söyleyebiliriz. Bu durum, tarım ürünleri ve gıda piyasasında buğdayın arpaya göre çok yüksek bir işlem hacmine sahip olmasıyla izah edilebilir.



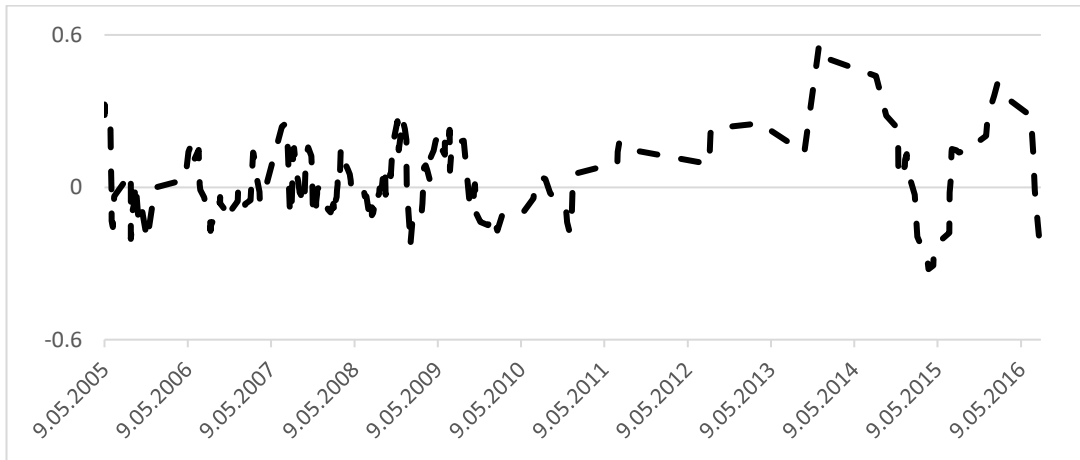
Şekil 2. Getirilerin Koşullu Varyanslarının Zaman İçindeki Hareketi



Şekil 3. Buğday ile Diğer Getiriler Arasındaki Koşullu Korelasyonun Zaman İçindeki Hareketi



Şekil 4. Arpanın Benzin ve Reel Döviz Kuru Getirileri ile Arasındaki Koşullu Korelasyonun Zaman İçindeki Hareketi



Şekil 5: Benzin ile Reel Döviz Kuru Getirileri Arasındaki Koşullu Korelasyonun Zaman İçindeki Hareketi

Çizelge 5: Optimal Portföy Ağırlığı ve Koruma Oranları

	Buğday/Benzin	Arpa/Benzin
$w_t^{i,benzin}$	0.138	0.187
t-istatistiği ($w_t^{i,benzin} = 0$)	41.880*** (0.000)	56.798*** (0.000)
$\beta_t^{i,benzin}$	-0.253	-0.150
t-istatistiği ($\beta_t^{i,benzin} = 0$)	-8.418*** (0.000)	-9.895*** (0.000)

Not: *, ** ve *** sırasıyla 10%, 5% ve 1% seviyelerinde parametrelerin anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

SONUÇ

Yapılan VAR (1) – Asimetrik BEKK – GARCH (1, 1) modeli analiz sonuçlarına göre değişkenlerin getiri koşullu varyanslarının çapraz koşullu varyansları dâhil olmak üzere parametre ve birim etkilerinin istatistiki açıdan önemli çıkması, bu ürünlerin fiyat getirilerinin koşullu varyanslarında kalıcı etkilere sahip olduğunu ve ayrıca ürün getirilerinin koşullu varyansları arasında kalıcı yayılmaların olduğunu göstermektedir. Özellikle buğday ve döviz kuru piyasalarındaki uzun dönem kalıcı belirsizlikler, kendi piyasaları dâhil olmak üzere tüm piyasalar üzerinde kalıcı belirsizlikler oluşturmaktadır. Diğer taraftan

benzin piyasasındaki istikrarsızlık buğday ve döviz kuru piyasası üzerinde kalıcı belirsizlikleri meydana getirmektedir. Bu bağlamda, piyasalar arasında istikrarsızlık yayılımı söz konusu olup, bir sektörden diğer sektörler yayılım etkileri sektörlerin pazar hacimlerine bağlı olarak değişmektedir. Bu uzun dönem kalıcı etkilere karşı piyasaların kısa dönem haberlerden pek fazla etkilenmediği bulgusuna varılmıştır. Benzer şekilde bu kısa dönem haberlerin piyasalar üzerinde negatif etkilerinin pozitif etkilerinden farklı olduğunu öne süren asimetrik bulguların istatistiki açıdan önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.



Yatırımcıların hisse piyasasında ürünlere ilişkin riskten koruma oranları da (hedging ratio) hesaplanmıştır. Dolayısıyla, ülke için gıda tüketiminde son derece önemli bir yeri olan buğday piyasasındaki belirsizlikleri içerecek programlara ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle ekonomiden sorumlu aktörlerin döviz piyasasını kontrol altında tutulmakla buğday piyasasındaki belirsizliğin bir derece sabitleneceği gerçeğini her zaman göz önünde bulundurmalarıdır. Ayrıca buğday üretimindeki girdilerin çoğunluğunun yurt içinde üretimine ağırlık verilerek tarım sektöründeki piyasa belirsizlikleri kısmen kontrol altına alınabilir.

KAYNAKÇA

- Abbott PC, Hurt C, Tyner WE 2008. What's driving food prices? Oak Brook, IL: Farm Foundation: 1-80.
- Algan N, İşcan E, Serin D 2016. Enerji Fiyatlarının Dünya Gıda Fiyatları Üzerine Etkisi: Bir Sınır Testi Yaklaşımı. International Conference on Eurasian Economies. 29-31 August, Kaposvar, Hungary.
- Baffes J 2007. Oil spills on other commodities. *Resource Policy* 32: 126-134.
- Campiche JL, Bryant HL, Richardson JW, Outlaw JL 2007. Examining the evolving correspondence between petroleum prices and agricultural commodity prices. The American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Portland, or. July 29-August 1.
- Chang TH, Su HM 2010. The substitutive effect of biofuels on fossil fuels in the lower and higher crude oil price periods. *Energy* 35: 2807-2813.
- Chen ST, Kuo HI, Chen CC 2010. Modeling the relationship between the oil price and global food prices. *Applied Energy* 87: 2517-2525.
- Damba OT, Bilgic A, Aksoy A 2017. Estimating price volatility transmission between world crude oil and selected food commodities: A BEKK approach. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 48: 41-49.
- Dickey D A, Fuller WA 1979. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a): 427-431.
- Dong X, Ulgiati S, Yan M, Zhang X, Gao W 2008. Energy and emergy evaluation of bioethanol production from wheat in Henan Province, China. *Energy Policy*, 36: 3882-3892.
- Du X, Yu CL, Hayes DJ 2011. Speculation and volatility spillover in the crude oil and agricultural commodity markets: a Bayesian analysis. *Energy Economic* 33: 497-503.
- Engle RF 1982. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 987-1007.
- Engle RF, Kroner K 1995. Multivariate simultaneous generalized ARCH. *Econometric Theory* 11: 122-150.
- Ezekiel M 1938. The cobweb theorem. *The Quarterly Journal of Economics* 52(2): 255-280.
- Gardebroeck C, Hernandez 2013. Do energy prices stimulate food price volatility? Examining volatility transmission between US oil, ethanol and corn markets. *Energy Economics* 40: 119-129.
- Gilbert C 2010. How to understand high food prices. *Journal of Agricultural Economics* 61: 398-425.
- Harri A, Nalley L, Hudson D 2009. The relationship between oil, exchange rates, and commodity prices. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 2: 501-510.
- Headey D, Fan S 2008. Anatomy of a crisis: the causes and consequences of surging food prices. *Agricultural Economics* 39: 375-391. doi:10.1111/j.1574-0862.2008.00345.
- Kaltalioglu M, Soytas U 2009. Price transmission between world food, agricultural raw material, and oil prices, GBATA International Conference Proceedings, 596-603, Prague.
- Kroner KF, Ng VK 1998. Modeling asymmetric comovements of asset returns. *Review of Financial Studies* 11(4): 817-844.
- Kroner KF, Sultan J 1993. Time-varying distributions and dynamic hedging with foreign currency futures. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 28(04): 535-551.
- Mitchell D 2008. A Note on Rising Food Prices. Washington, DC, The World Bank.
- Nazlioglu S, Soytas U 2011. World oil prices and agricultural commodity prices: Evidence from an emerging market. *Energy Economics*, 33(3): 488-496.
- Nazlioglu S, Soytas U 2012. Oil price, agricultural commodity prices, and the dollar: A panel cointegration and causality analysis. *Energy Economics* 34(4): 1098-1104.
- Nazlioglu S, Erdem C, Soytas U 2013. Volatility spillover between oil and agricultural commodity markets. *Energy Economics* 36: 658-665.
- Rahman S, Serletis A 2012. Oil price uncertainty and the Canadian economy: Evidence from a VARMA, GARCH-in-Mean, asymmetric BEKK model. *Energy Economics* 34(2): 603-610.
- Rajagopal D, Zilberman D 2007. Review of Environmental, Economic and Policy Aspects of Biofuels. Policy Research Working Paper 4341. The World Bank, Washington, DC.
- Renewable Fuels Association (RFA) 2017. Industry Statistics. <http://www.ethanolrfa>.
- Rosegrant MW, Zhu T, Msangi S, Sulser T 2008. Global Scenarios for Biofuels, Impacts and Implications. *Review of Agricultural Economics* 30(3): 495-505.

- Serra T 2011. Volatility spillovers between food and energy markets: a semiparametric approach. *Energy Economics* 33: 1155–1164.
- Serra T, Zilberman D, Gil JM, Goodwin B K 2011. Nonlinearities in the U.S. corn-ethanol-oil-gasoline price system. *Agricultural Economics* 42(1): 35-45.
- Von Braun, Torero M 2009. Implementing the Physical and Virtual Food Reserves to Protect the Poor and Prevent Market Failure. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.
- Wu H, Li S 2013. Volatility spillovers in China's crude oil, corn and fuel ethanol markets. *Energy Policy* 62: 878–886.
- www.tarimdanhaber.com.
- Zhang Q, Reed M 2008. Examining the impact of the world crude oil price on China's agricultural commodity prices: the case of corn, soybean, and pork. Paper presented at the The Southern Agricultural Economics Association Annual Meetings, Dallas, TX, February 2.
- Zhang Z, Lohr L, Escalante C, Wetzstein M 2010. Food versus fuel: what do prices tell us? *Energy Policy* 38: 445–451.

Türkiye Buğday Sektörünün Eşanlı Model Yöntemiyle Tahmini

Ali DÖRTOK¹ , Adem AKSOY² 

¹Türkiye İstatistik Kurumu Kayseri Bölge Müdürlüğü, ²Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü
✉ :aaksoy@atauni.edu.tr

ÖZET

Buğday, ülkelerin temel ihtiyaçlarından biri olan ve insanların gıda ihtiyacını gideren önemli bir tarım ürünüdür. Türkiye ve dünya ekonomisinde önemli bir paya sahip olmasından dolayı buğday arz ve talep oluşumu ile dış ticaret dinamiklerinin bilinmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı buğday ürününün arz, talep, dış ticaret ve fiyat boyutunun 1961 ile 2013 yılları arasında eşanlı bir sistem içerisinde modellenmesidir. Bu amaçla eşanlı model tahmin yöntemlerinden Genelleştirilmiş Momentler yöntemi ile model tahmini gerçekleştirilmiştir. Buğday; üretimini etkileyen değişkenler bir önceki yıl buğday üretim miktarı, buğday ve mısır üretici fiyatı ile TMO alım miktarı, tüketimini etkileyen değişkenler buğday fiyatı ve kişi başı gelir, ithalatını etkileyen değişkenler üretimin tüketimi karşılama oranı ve stoklar, ihracatını etkileyen değişkenler ise buğday üretimi, stok ve dolar kuru, fiyatı etkileyen değişkenler ise stok, gübre fiyatı ve ihracat olarak bulunmuştur.

DOI:10.18016/ksudobil.391087

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 06.02.2018

Kabul tarihi : 12.03.2018

Anahtar Kelimeler

Buğday,
eşanlı model,
GMM,
Türkiye

Araştırma Makalesi

Estimation Model With Simultaneous Process of Turkey's Wheat Industry

ABSTRACT

Wheat is an important agricultural product supplying the needs of food and nutrition of people consequently, basic needs of countries. Knowing dynamics of foreign trade and also formation of supply and demand of wheat is important since it has an important share in the world as well as Turkish economy. The aim of this study was to model the dimension of supply, demand, foreign trade and price of wheat by using a simultaneous system between 1961 and 2013. For this purpose, Generalized Moments Method as simultaneous estimation method has been estimated. In this study, the variables affecting the wheat production were the amount of wheat production in prior year, the producer price of wheat and corn, and the amount of product bought by TMO. Whereas, the variables affecting consumption were wheat prices and income per capita. The variables affecting export were decided to be wheat production, stock and exchange rate of dollar. The variables affecting import were found as rate of production meeting consumption and stocks, and lastly variables affecting price were presented as amount of stocks, fertilizer price and export.

Article History

Geliş : 06.02.2018

Kabul : 12.03.2018

Keywords

Wheat,
simultaneous model,
GMM,
Turkey

Research Article

To Cite : Dörtok A, Aksoy A 2018. Türkiye Buğday Sektörünün Eşanlı Model Yöntemiyle Tahmini. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(4):580-586, DOI:10.18016/ksudobil.391087

GİRİŞ

Dünya ve Türkiye'nin çoğu yerinde üretimi yapılan buğday; gerek çok büyük üretici kitlesini ilgilendirmesi, gerekse insanların temel gıdası olan ekmeğin hammaddesini oluşturması bakımından oldukça önemli bir üründür. Buğday sektörünün önemi, artan nüfus ve azalan tarım alanlarının ortak etkileri sonucu olarak artarak devam etmektedir. Buğday, Türkiye tarımındaki yeri ve önemi itibariyle

stratejik bir tarım ürünüdür.

Buğday (*Triticum spp*) bütün dünyada ıslahı yapılmış, tek yıllık otsu bir bitkidir. İnsan beslenmesinde kullanılan kültür bitkileri arasında Türkiye'de olduğu gibi dünyada da ekiliş ve üretim bakımından ilk sırada yer almaktadır (Akay, 2005). Bunun sebeplerden birisi buğday bitkisinin geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olmasıdır. Çok sayıda çeşide sahip olması nedeniyle, dünyanın hemen her tarafında

yetiştirilmektedir. Ayrıca buğday danesi uygun besleme değeri, saklama ve işlenmesindeki kolaylıklar nedeniyle yaklaşık olarak 50 ülkenin temel besini durumundadır. Buğday, dünya nüfusuna bitkisel kaynaklı besinlerden sağlanan toplam kalorinin yaklaşık %20'sini sağlamakta, başta unlu mamuller olmak üzere birçok gıda ve sanayi sektöründe kullanılmaktadır (Özcan ve ark.,2009).

Bir ülkenin gelişmişlik düzeyi hangi seviyede olursa olsun buğday üretiminde mutlak suretle kendine yeterli olması önemlidir. Geçmişte yaşanan savaş ve kıtlık dönemleri zorunlu gıda maddesi buğday olan ülkeler için buğdayın ne kadar vazgeçilmez bir ürün olduğunu göstermiştir. Bir ülke ekonomik olarak ne kadar güçlü olursa olsun vatandaşlarının ihtiyacı olan buğdayı üretilmiyorsa, başka ülkelere her zaman muhtaç yaşamak zorundadır (Akay, 2005).

Başta Avrupa, Kuzey Amerika ve Yakın Doğu olmak üzere Dünya'daki insanların büyük çoğunluğunun ana besin kaynağını buğday oluşturmaktadır. Tahıllar yüksek ekonomik önemleri nedeniyle üzerine en çok çalışılan bitkilerin başında gelmektedir. Bunun sonucunda çok değişik çevre koşullarına uyum sağlayabilecek çeşitler ve 37 genotipler geliştirilmiştir. İşte tahıllar gösterdikleri bu çeşit ve form zenginliği nedeniyle Dünya'da en fazla yaygınlık gösteren bitki grubudur (Sepetoğlu, 2006).

Buğday üretimi, dünyada ekonomik ve stratejik bir öneme sahiptir. Buğday; binlerce yıl beslenmenin temeli olmuş, toplumda kendine güvenin ve istikrarın esasını teşkil etmiştir. Türkiye'de üretimi yapılan bitkisel ürünler içinde en büyük pay ve öneme sahip olan üründür. Buğday insanların ve hayvanların ihtiyacını karşılayan gıda maddesidir. Buğdayın tüketimi ülkelerin nüfuslarına göre değişmekle beraber gelişmekte olan ve geri kalmış ülkelerde temel besin maddesi olan ekmeğin ham maddesini oluşturması açısından büyük önem taşımaktadır (Oğuz ve Arısoy, 2005).

Türkiye'de buğday büyük ölçüde kurak iklim koşullarında yapıldığı için verimi düşük ve dolayısıyla buğday üreticisinin geliri de diğer ürünlere göre daha az olmaktadır. Ayrıca bazı bölgelerde yaşanan iklim koşullarından dolayı buğdaydan başka bir ürün üretimi yapmak mantıklı değildir (Aykanat, 2009). Türkiye'de vatandaşların zorunlu gıda maddesi

$$B\ddot{U}_t = \alpha_0 + \alpha_1 BF_{t-1} + \alpha_2 B\ddot{U}_{t-1} + \alpha_3 TMO_t + \alpha_4 MF_{t-1} + \alpha_5 D_t + e_{1t} \quad (1)$$

$$KBT_t = \beta_0 + \beta_1 BF_t + \beta_2 KG_t + e_{2t} \quad (2)$$

$$IHR_t = \theta_0 + \theta_1 B\ddot{U}_t + \theta_2 STOK_t + \theta_3 KUR_t + e_{3t} \quad (3)$$

$$ITH_t = \delta_0 + \delta_1 \ddot{U}_t + \delta_2 STOK_t + e_{4t} \quad (4)$$

$$BF_t = \gamma_0 + \gamma_1 STOK_t + \gamma_2 G\ddot{I}F_t + \gamma_3 IHR_t + e_{5t} \quad (5)$$

Burada (1) numaralı model, Nerlove (1956) tarafından önerilen arz modeli genişletilerek oluşturulan buğday arz modeli olup, $B\ddot{U}$, buğday üretim miktarını (bin ton);

olmasından dolayı buğday üretimin garanti altına alınması gerekmektedir. Türkiye'de buğday sektörünü bütün olarak ele alan az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Adanacioğlu ve Engindeniz (2011), Buğday sektöründe üretimde etkili olan faktörlerin analitik yaklaşımla incelemiştir. Demir (2012), Türkiye tarım sektöründe büyük bir paya sahip olan buğday sektöründeki ekonomik yapısal değişkenlerin eğilimini bölgeler düzeyinde incelemiştir. Dawson (2016), 2000 ve 2013 yılları arasında AB 11 ülkesinin çeyrek dönemlik panel verileri kullanılarak buğday ihracatının ihracat birim değerleri ile döviz kuru arasındaki ilişki incelenmiştir.

Buğday sektörü ile ilgili uygun politikaların oluşturulmasına katkıda bulunacak bir çalışmanın gerekliliği ile gerçekleştirilen böyle bir çalışma ile mevcut boşluğun dolduracağına inanılmaktadır. Bu bağlamda çalışmanın amacı buğday ürününün arz, talep, dış ticaret ve fiyat boyutunun 1961 ile 2013 yılları arasında eşanlı bir sistem içerisinde modellenmesidir. Çalışmada ekonometrik bir model tasarlaması yapılarak eşanlı denklem sistemi yöntemleri yardımıyla modellerin tahmin edilmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışmada modellerin tahmin edilmesine temel teşkil edecek veriler Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organisation - FAO) veri tabanından elde edilmiştir. Veri seti olarak tek bir kaynağın tercih edilmesinin nedeni verilerin hem değişkenler arasında ve hem de zaman boyutunda birbirleriyle tutarlılık sağlamasıdır. Modellere dahil edilecek değişken sayısını en üst düzeyde tutabilmek adına verilerin zaman boyutu veri tabanının güncelliğine de bağlı olarak 1961 ile 2013 yılları arası buğday sektörüne etkisi olabilecek tüm değişkenler alınmıştır.

Metot

Çalışmada buğday ürününün arz, talep, fiyat ve dış ticaret boyutunu incelemek amacıyla eşanlılık ilişkisini gösteren üretim, tüketim, ithalat, ihracat, fiyatlar olmak üzere 5 farklı model kurgulanmıştır.

BF , sabit fiyatlarla buğdayda çiftçinin eline geçen fiyatı¹ (ABD doları/bin ton); TMO , Toprak Mahsülleri Ofisi alm miktarını (bin ton); MF , sabit fiyatlarla

mısır çiftçinin eline geçen fiyatı¹ (ABD doları/bin ton); *D*, 1975 yılında buğday üretimindeki yapısal kırılmayı temsil eden kukla değişkeni göstermektedir. Bu modelde birçok değişken (üretici birim fiyatları (cari ve tl olarak), tüketici fiyatları (ekmek, makarna fiyatı vb.), alternatif ürün fiyatı (arpa üretici birim fiyatı), (enflasyon, nüfus, verim, ekilen alan, sıcaklık, yağış miktarı, traktör ve biçer döver sayısı vb.) buğday fiyatı, üretimi ve ikame ürün fiyatı önceki yıllara olan bağıntısı 6'ya kadar model kapsamında değerlendirilmiştir. Denenen değişkenler istatistiksel anlamlılık ile iktisadi beklentiye uygun işaret kapsamında seçilmiştir.

(2) numaralı model buğday klasik talep modeli olup *KBT*, kişi başı buğday tüketimini² (bin ton/bin kişi); *BF*, sabit fiyatlarla buğdayda çiftçinin eline geçen fiyatı (ABD doları/bin ton); *KG*, sabit fiyatlarla kişi başı Gayri Safi Yurtiçi Hasılayı (ABD doları) temsil etmektedir. Bu modelde birçok değişken (üretici birim fiyatları (cari ve TL olarak), tüketici fiyatları (ekmek, makarna fiyatı vb.), alternatif ürün fiyatı (mısır ve arpa üretici birim fiyatı), enflasyon, nüfus) model kapsamında değerlendirilmiştir. Denenen değişkenler istatistiksel anlamlılık ile iktisadi beklentiye uygun işaret kapsamında seçilmiştir.

(3) numaralı model buğday ihracat modeli olup *IHR*, buğday ihracat miktarını (bin ton); *BÜ*, buğday üretim miktarını (bin ton); *STOK*, buğday stok miktarını (bin ton); *KUR*, dolar kurunu (TL) göstermektedir. Birçok değişken (ihracat birim fiyatları, ihracat birim fiyatlarının çiftçinin eline geçen fiyata oranları, dünya buğday fiyatı, dünya buğday üretimi vb.) model kapsamında değerlendirilmiştir. Denenen değişkenler istatistiksel anlamlılık ile iktisadi beklentiye uygun işaret kapsamında seçilmiştir.

(4) numaralı model buğday ithalat modeli olup *ITH*, buğday ithalat miktarını (bin ton); *ÜT*, buğday üretiminin tüketimini karşılama oranını; *STOK*, buğday stok miktarını (bin ton) göstermektedir. Birçok değişken (ithalat birim fiyatları, ithalat birim fiyatlarının çiftçinin eline geçen fiyata oranları, dünya buğday fiyatı, dünya buğday üretimi vb.) model kapsamında değerlendirilmiştir. Denenen değişkenler istatistiksel anlamlılık ile iktisadi beklentiye uygun işaret kapsamında seçilmiştir.

(5) numaralı model buğday fiyat modeli olup *BF*, sabit fiyatlarla buğdayda çiftçinin eline geçen fiyatı (ABD doları/bin ton), *STOK*, buğday stok miktarını (bin ton); *GİF*, gübre ithal birim fiyatını³; *IHR*, buğday ihracat miktarını (bin ton) temsil etmektedir. Birçok değişken ekilen alan, üretim, dünya buğday fiyatı, TMO alım fiyatı, kişi başı gelir, ithalat, ihracat, verim vb. model

kapsamında değerlendirilmiştir. Denenen değişkenler istatistiksel anlamlılık ile iktisadi beklentiye uygun işaret kapsamında seçilmiştir.

t, zaman indeksini; $\alpha, \beta, \theta, \delta$ ve γ tahmin edilecek parametreler, e_1, e_2, e_3, e_4 ve e_5 hata terimlerini göstermektedir.

Bu çalışmada tahmin edilen modeller (1) – (5)'den görüldüğü üzere eşanlı olarak tahmin edilmiştir. Literatürde birçok eşanlı model tahmin yöntemi bulunmaktadır. Genelleştirilmiş Momentler Metodu yöntemleri ile model tahmini gerçekleştirilmiştir. Model tahminleri Stata12.0 ekonometrik paket programı ile gerçekleştirilmiştir.

Bu tür çalışmalarda yöntem olarak GİR, DEKK, 2-EKK, 3-EKK ve GMM kullanılmakta olup eşanlı denklem sisteminin tahmin edilmesi için literatür tarafından çok fazla yöntem önerilmesine rağmen her bir yöntem farklı bir ekonometrik problemin varlığı halinde tercih edilmektedir. Bu çalışmada yukarıda ismi geçen yöntemlerin hepsi denenmiş olup aşağıdaki avantajlarından dolayı çalışmada GMM yöntemi kullanılmıştır. Bu avantajlar özetlenecek olunursa; ilgili yöntem hem modeller arası hataların ilişkili yapısına izin verirken, hem de içsel değişkenlerin meydana getirdiği yanlılık problemini dikkate alarak otokorelasyona karşı güçlü standart hatalar üretmesine imkan vermiştir. Dolayısıyla bu yöntem bahsedilen tüm bu ekonometrik problemleri çözerek modellerin eşanlı olarak tahmin edilmesini sağlamıştır. Böylece bu çalışmada hangi eşanlı model tahmin yönteminin hangi problemlere sahip olduğu ve bu problemlerin nasıl çözüleceği gösterilerek eşanlı model tahmini literatürüne uygulama anlamında katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Durağanlık testleri

Çalışmada kullanılan veriler zaman serisi olduklarından tahmin edilecek ekonometrik modellerin de zaman serisi tahmin problemlerini taşıması muhtemel olacaktır. Bu problemlerden en önemlisi değişkenlerin durağan olup olmamasıdır. Bu bağlamda, zayıf durağanlık kabaca ifade edilecek olunursa, zaman boyunca ilgili serinin ortalaması ve varyansının değişmemesidir. Eğer modelde yer alan değişkenler durağan olmazsa sahte regresyon ortaya çıkacaktır. Bu durum parametre tahminlerinin anlamlılık sınamalarını gösteren *t* istatistiklerinin ve açıklayıcılık katsayısının olduğundan yüksek çıkmasına sebebiyet verecektir.

Ekonometrik modellerde kullanılacak değişkenlerin

¹Ürün birim fiyatları, FAO veri tabanından elde edilen fiyattan arındırılmış üretim değeri kullanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır.

²Tüketim olarak gıda amaçlı buğday tüketimi dikkate alınmıştır. Tohum, yem ve diğer (sabun yapımı vb.) amaçlar için kullanılan buğday tüketimi dahil edilmemiştir.

³FAO veri tabanından elde edilen gübre dış ticaret verileri kullanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır.

durağanlık sınaması literatürde yaygın olarak kullanılan birim kök testleri ile gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Bir zaman serisinin veri üretim sürecine bağlı olarak birim kök test sınamasını etkileyen birçok faktör (örneğin yapısal kırılmalar, gecikme sayıları, deterministik terimler vb.) olduğundan bu çalışmada ilgili serilerin durağanlığı araştırılırken literatür tarafından önerilen birden çok birim kök testinden faydalanılmıştır. Çizelge 1'de ise yapısal kırılmayı dikkate alan bir birim kök testinin sonuçları raporlanmıştır.

Literatürde genişletilmiş Dickey ve Fuller (1979) birim kök testi halen uygulanmakta olan bir test olsa da beraberinde bazı sorunları getirmektedir. Zaman serisi değişkeni, analiz döneminin çeşitli alt bölümlerinde deterministik trend etrafında durağan özelliğe sahip olabilir. Diğer bir ifadeyle ekonomideki şoklar, geleneksel birim kök süreci görüşüne karşın geçici şoklardır ve zaman serisi bu şokların ardından normal trend seviyesine dönmektedir. Bu yüzden yapısal kırılmayı dikkate almayan birim kök testlerinde, birim kök yokluk hipotezi yanlış iken kabul edilmesi olasılığı artmaktadır. Bu da testin gücünü azaltmaktadır. Bu durum Perron (1989) çalışmasında ele alınmış ve trend fonksiyonunda bir defalık kırılma meydana gelmesi halinde uygulanan Dickey ve Fuller (1979) birim kök testinin gerçekte yanlış olan birim kök yokluk hipotezini reddetmede başarısız olduğu gösterilmiştir. Perron (1989)

çalışmasında kırılma zamanı dışsal (önceden bilinen bir tarih) olarak belirlenmektedir. Ancak bu durum literatürde eleştirilmiş ve kırılma zamanının içsel olarak belirlenmesi gerektiği belirtilmiştir. Bunun sonucu olarak literatürde kırılma zamanının içsel olarak belirlendiği farklı test prosedürleri (Zivot ve Andrews (1992) ve Perron (1997)) geliştirilmiştir. Bu çalışmalara göre geleneksel birim kök testlerindeki aykırı değerlerden kaynaklanan yanlışlık, kırılma zamanının içsel olarak belirlenmesi durumunda giderilmektedir. Ayrıca kırılma zamanının içsel olarak belirlenmesinin bir diğer avantajı da zaman serisine önyargısız bir yaklaşım ile kırılma olup olmadığının test edilebilmesidir.

Bu kapsamda yapısal kırılmayı dikkate alan ve kırılmanın içsel olarak (her bir dönemin muhtemel kırılma olarak istatistiksel anlamlılığa tabi tutularak) belirlendiği Zivot ve Andrews (1992) tarafından önerilen ZA testi ilgili serilere uygulanmış ve sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur. Kırılma hem serinin seviyesinde hem de eğiliminde olacak şekilde dikkate alınmıştır. Gecikme sayısı ise Bayes Bilgi Kriterine göre belirlenmiştir.

Çizelge 1'deki sonuçlara göre kişi başı tüketim ve kişi başı gelir serileri dışındaki seriler en az %10 önem seviyesinde yapısal kırılmalar ile birlikte durağan bulunmuştur. Nihai olarak modeller tahmin edilirken kişi başı tüketim ile kişi başı gelir değişkenleri durağan-dışı kabul edilirken diğer seriler durağan olarak dikkate alınmıştır.

Çizelge 1. Zivot-Andrews yapısal kırılmalı birim kök testi sonuçları

SERİLER	ZA		
	t-istatistiği	kırılma yılı	gecikme
üretim	-5.727 ^b	1975	1
buğday fiyat	-4.991 ^c	1986	0
tmo alım miktarı	-6.390 ^a	1994	1
mısır fiyatı	-6.458 ^a	1995	0
tüketim	-3.535	1991	1
gelir	-4.139	2004	0
ithalat	-5.458 ^b	2004	0
ihracat	-5.793 ^a	1991	0
üretim/tüketim	-5.585 ^a	1983	0
stok	-7.650 ^a	2001	0
kur	-5.017 ^c	2000	1
gübre fiyatı	-5.718 ^a	2001	0

Notlar: (1): a,b,c; sırasıyla ilgili test istatistiğinin %1, %5 ve %10 önem seviyesinde ret edildiğini göstermektedir.

Model tahmini

Modeller eşanlı bir denklem sisteminden oluştuğundan tahminler de literatür tarafından önerilen eşanlı denklem tahmin yöntemleri ile gerçekleştirilmelidir. Bu yöntemler GİR, DEKK, 2-EKK, 3-EKK ve GMM olarak özetlenebilir. Eşanlı denklem sisteminin tahmin edilmesi için literatür tarafından çok fazla yöntem önerilmesine rağmen her

bir yöntem farklı ekonometrik problemlerin varlığı halinde tercih edilmelidir. Tüm modellerin logaritmaları alınmış olup bazı denklemlerde sonuç anlamlı olmadığı için eşanlı model tahmini doğrusal koşulmuştur.

Eşanlı modeller nihai olarak 2 aşamalı GMM ile tahmin edilerek sonuçları Çizelge 2'de sunulmuştur. Bu yöntem ile elde edilen sonuçlar GİR, DEKK, 2-

EKK, 3-EKK'deki tahmin yöntemleri ile elde edilen sonuçların sahip olduğu ekonometrik problemlere sahip değildir. Kısaca bu yöntem hem modeller arası hataların ilişkili olmasını dikkate alırken hem de içsel değişkenleri dikkate alarak eşanlı olarak modellerin tahmini gerçekleştirilebilmektedir. Yöntemin başka bir üstünlüğü ise 2-EKK ve 3-EKK yönteminde her denklem için aynı araç-dışsal değişkenler kullanma zorunluluğu varken 2 aşamalı GMM yönteminde ise farklı modellerde farklı araç değişken kullanma esnekliği mevcuttur⁴.

Ayrıca parametre tahminlerine ilişkin standart hatalar hem değişen varyansa hem de otokorelasyona karşı güçlüdür. Qureshi *et al.* (2016) GMM yöntemini kullandıkları çalışmalarında modeli logaritmik olarak tahmin etmişlerdir. Bu çalışmada ise modellerdeki bazı denklemlerde logaritmik olarak anlamlı olmadığı için GMM ile tahminde logaritmik model kullanılmamıştır.

Çizelge 2'deki sonuçlar incelendiğinde açıklayıcı tüm değişkenlerin işaretleri ekonomik teori ile uyumlu ve istatistiksel olarak anlamlıdır.

Çizelge 2. İki aşamalı GMM tahmin sonuçları

Üretim denklemi			ΔTüketim denklemi		
Değişken	Katsayı	Standart hata	Değişken	Katsayı	Standart hata
buğday fiyatı (-1)	62.47 ^a	25.79	buğday fiyatı	-0.0002 ^c	0.0001
buğday üretimi (-1)	0.288 ^a	0.085	Δkişi başı gelir	-0.00006 ^b	0.00003
TMO alım miktarı	0.449 ^a	0.146	Sabit	0.0277 ^c	0.0167
mısır fiyatı (-1)	-31.27 ^a	11.23			
kukla değişken	4048.00 ^a	718.89			
sabit	1684.22	2757.74			

İthalat denklemi			İhracat denklemi		
Değişken	Katsayı	standart hata	Değişken	Katsayı	Standart hata
üretim/tüketim	-3451.02 ^a	370.45	buğday üretimi	0.129 ^a	0.024
stok	-0.581 ^a	0.071	Stok	0.211 ^a	0.082
sabit	6573.75 ^a	621.85	dolar kuru	-342.74 ^b	149.22
			Sabit	-1416.39 ^a	334.24

Fiyat denklemi			Test		
Değişken	Katsayı	Standart hata	Test	Test değeri	Olasılık değeri
stok	-0.004 ^a	0.0007	Hansen J testi	7.68186	0.9052
gübre ithal fiyatı	0.069 ^a	0.021			
ihracat miktarı	0.011 ^a	0.004			
sabit	114.72 ^a	6.21			

Notlar: (1): a,b,c; sırasıyla ilgili test istatistiğinin %1, %5 ve %10 önem seviyesinde ret edildiğini göstermektedir.(2): (-1): bir dönem gecikmeyi, Δ: birinci farkı ifade etmektedir.(3): parasal değerler reel \$, miktar değerleri ise bin ton'dur.

Buğday modeli incelendiğinde; bir önceki yıl buğday üretici fiyatının 1\$ artması buğday üretimini 62 bin ton artırmaktadır. İkame ürün olarak bir önceki yıl mısır üretici fiyatının 1\$ artması ise buğday üretimini 31 bin ton azaltmaktadır. Bir önceki yılki buğday üretiminin ise cari yıla %29'luk bir artırıcı etkisi bulunurken TMO alım miktarının ise %45'lik bir etkisi bulunmaktadır.

Elde edilebilen mevcut değişkenler arasında buğday tüketimi üzerinde sadece kişi başı gelir ve buğday

üretici fiyatı etkili bulunmuştur. Buğday fiyatının 1\$ artması bu ürünün tüketimini yaklaşık 200 kg azaltmaktadır. Kişi başı gelirin buğday tüketimini azaltması sürpriz değildir. Çünkü tüketicilerin harcanabilir gelirinin artması buğdaya nazaran kalori olarak daha zengin ve daha lüks gıda ürünleri tüketmesine yönelmektedir. Bu kapsamda kişi başı gelirin 1\$ artması buğday tüketimini 60 kg azaltmaktadır.

İthalat denkleminde bakıldığında; üretimin tüketimi

⁴Bu kapsamda üretim ve ithalat modellerinde sadece modelde yer alan değişkenler, tüketim modelinde stok, üretim/tüketim, dolarkuru, gübre ithal fiyatı; ihracat modelinde buğday fiyatı (-1), TMO alım miktarı, mısır fiyatı (1),

buğday üretimi (-1), üretim/tüketim, gübre ithal fiyatı; fiyat modelinde ise buğday fiyatı(-1), TMO alımmiktarı, mısır fiyatı (-1), buğday üretimi (-1), üretim/tüketim, dolarkuru, kişi başı gelir değişkenleri araç olarak kullanılmıştır.

karşılama oranındaki 1 katlık bir artış ithalat miktarını yaklaşık 3.5 milyon ton azaltırken, stok miktarı ise %58'lik bir azaltıcı etki yapmaktadır. İhracat denklemi incelendiğinde; ihracat miktarı üzerinde buğday üretimi %13'lük artırıcı bir etki yaparken stok miktarı ise %21'lik artırıcı bir etki yapmaktadır. Buğday üretiminde en önemli girdilerden birinin motorin fiyatı olduğu düşünüldüğünde dolar kurundaki artışın ihracatı azaltması sürpriz değildir. Bu kapsamda dolar kurundaki 1 TL'lik bir artış ihracat miktarını yaklaşık 340 bin ton azaltmaktadır.

Son olarak fiyat denklemi incelendiğinde; yaklaşık 1 tonluk bir stok artışının buğday fiyatını ton başına 4 dolar azaltırken ihracat miktarı 11 dolar artırmaktadır. Gübre ithal fiyatı ise buğday fiyatı üzerinde yaklaşık %7'lik artırıcı bir etkiye sahiptir.

Modellerde kullanılan araç değişkenlerin uygunluğunu sınavan Hansen (1982) tarafından önerilen J test istatistiği ret edilememiştir. Dolayısıyla model kapsamında kullanılan araç değişkenler uygundur.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Litaratür çalışmaları incelendiğinde buğday sektörünün farklı yönlerini dikkate alan çok sayıda ekonometrik çalışmalara rastlanmaktadır. Bu çalışma literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak, zaman serisi problemlerine güncel gelişmeler eşliğinde ayrıntılı olarak temas etmesi ve eşanlı denklem tahmin yöntemleri kullanılarak her bir yöntemin hangi problemleri nasıl çözeceğini göstermesi yönünden farklıdır. Denklem sayısının fazla olması ve veri zaman aralığının uzun tutulması da diğer çalışmalardan farkını ortaya koymaktadır.

GMM sonuçlarına göre buğday üretimini etkileyen değişkenler; bir önceki yıl buğday üretimi, bir önceki yıl buğday üretici fiyatı, Toprak Mahsülleri Ofisi tarafından yapılan alım miktarı ve bir önceki yıl mısır üretici fiyatıdır. Buğday tüketimini etkileyen değişkenler; buğday fiyatı ve kişi başı gelirdir. Buğday ithalatını etkileyen değişkenler; üretimin tüketimi karşılama oranı ve stok miktarıdır. Buğday ihracatını etkileyen değişkenler; buğday üretimi, stok ve dolar kurudur. Buğday fiyatını etkileyen değişkenler; stok, gübre ithal fiyatı ve ihracattır.

Buğday üretimi modelinde bir önceki yıl buğday üretici fiyatı, bir önceki yıl buğday üretimi ve TMO alım miktarı üretime pozitif etki yaparken bir önceki yıl mısır fiyatı üretime negatif etki yapmaktadır. Buğday tüketim modelinde buğday fiyatı ve kişi başı gelir tüketime negatif etki yapmakta olup, kişi başı gelirin tüketimi azaltma nedeni insanların geliri arttıkça daha lüks gıda mallarına yönelmesi olarak açıklanabilir. İthalat modelinde üretimin tüketimi karşılama oranı ve stoklar ithalata negatif etki yapmaktadır. İhracat modelinde buğday üretimi ve

stok ihracata pozitif dolar kuru ise ihracata negatif etki yapmaktadır. Buğday fiyat modelinde gübre ithal fiyatı ve ihracat miktarı fiyata pozitif etki yaparken stok negatif etki yapmaktadır.

Modelden elde edilen sonuçlara göre üretim denkleminde TMO alım miktarı pozitif yönde etkiye sahip olduğundan, devletin üretim miktarının yüksek olmasının istediği dönemlerde TMO alım miktarlarının artırılmasının gerektiği önerilmektedir. İhracat denkleminde ise dolar kurunun negatif yönde etkili olduğu görülmektedir. Bunun sebepleri de girdi maliyetlerinden en önemlisi olan yakıt fiyatlarının göreceki fiyat hareketlerinin olduğundan, bu nedenle özellikle ekim dönemlerinde çiftçiye mazot desteğinin yanı sıra düşük fiyattan sabit kur ile yakıt sağlanabilir. Fiyat denkleminde gübre ithal fiyatının pozitif yönde etkilediği gözlemlenmektedir. Gübre ithal fiyatının artışı buğday fiyatını artırırken üreticinin maliyetini yükseltmekte tüketicinin de tüketim talebini azalttığından, yerli gübre imalatına ağırlık verilmesi veya gübre desteğinin yapılması dikkate alınmalıdır.

Bu çalışmada her ne kadar ulaşılan nihai model yukarıdaki model olsa da model tahmin süreci kapsamında çok fazla değişken ve bu değişkenlerin farklı varyasyonları ve değişkenlere bağlı olarak farklı zaman dilimleri denenecek yüzlerce model tahmini gerçekleştirilmiştir. Böylece geniş bir zaman aralığı analiz edilerek buğday arz ve talep modellerinde hangi değişkenlerin ekonomik teori ve istatistiksel açıdan uygun olduğunun tespiti yapılmıştır. Bu tespit tarım ekonomisi araştırmacıları için değerli bulgular sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Adanacıoğlu H, Engindeniz S 2011. Tarımsal Üretimde Etkili Olan Faktörlerin Analitik Yaklaşımla İncelenmesi: Buğday Örneği, TKB Türk tarım Dergisi, 200: 20-28
- Akay AŞ 2005. Türkiye Ekonomisinde Buğday ve Buğday Türevlerinin Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Aykanat S 2009. Buğday Tarımında Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Teknik ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Dawson GH 2016. AB Buğday İhracatı Pazarının Fiyatlandırma Analizi Journal of Agricultural Economics, Volume 68, Issue 1 February 2017, Pages 301-315
- Demir O 2012. Avrupa Birliği Tam Üyeliğinin Türkiye Buğday Sektörüne Bölgesel Etkilerinin Analizi. Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Ens. Doktora Tezi. Erzurum.
- Dickey DA, Fuller WA 1979. "Distribution of The Estimators For Autoregressive Time Series With A Unitroot", Journal of The American Statistical Association, 74, 427-431

- FAO 2017. Food and Agriculture Organisation Web Page <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim 12.06.2017).
- Hansen LP 1982. Large Sample Properties of Generalized Method of Moments Estimators. *Econometrica* 50: 1029–1054.
- Nerlove M 1956. Estimates of the Elasticities of Supply of Selected Agricultural Commodities, *Journal of Farm Economics*, 38: 496-509.
- Oğuz C, Arısoy H 2005. Tarımsal Araştırma Enstitüleri Tarafından Yeni Geliştirilen Buğday Çeşitlerinin Tarım İşletmelerinde Kullanım Düzeyi Ve Geleneksel Çeşitler İle Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi -Konya İli Örneği, TEAE, Ankara
- Özcan H, Bayramoğlu HO, Aydın A 2009. Buğday Tarımı. <http://www.ktae.org/gunceluyg/bugday.htm> (Erişim tarihi: 15..05. 2017).
- Perron P, 1989. The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis, *Econometrica*, 57(6): 1361-1401.
- Perron P 1997. Further Evidence on Breaking Trend Functions in Macroeconomic Variables, *Journal of Econometrics*, 80(2): 355-385.
- Qureshi M, Awan I, Arshad U, Rasli Z, Zaman AM, Khan F 2016. Dynamic Linkages Among Energy Consumption, Airpollution, Green House Gas Emission Sand Agricultural Production In Pakistan: Sustainable Agriculture Key to Policy Success. *Natural Hazards*, 84(1): 367-381.
- Sepetoğlu H 2006. Tarla Bitkileri 1 (Tarla Tarımı, Tahıllar, Yemelik Tane Baklagiller), Ege Üniversitesi, İzmir.
- Zivot E, Andrews D 1992. Further Evidence On The Great Crash, The Oil Price Shock, and The Unit Root Hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3): 251-270.

Diagnosis of Vibriosis in Humpback Red Snapper (*Lutjanus gibbus* Foorsskal, 1775) and Golden Trevally (*Gnathanodon speciosus* Foorsskal, 1775) in a Marine Aquarium, Turkey

Remziye Eda YARDIMCI^{ID}, Emre TURGAY^{ID}, Süheyla KARATAŞ^{ID}

İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Hastalıkları Bölümü, İstanbul

✉ : etepecik@istanbul.edu.tr

ABSTRACT

This study was carried out to determine the reason of mortalities in humpback red snapper (*Lutjanus gibbus*) and golden trevally (*Gnathanodon speciosus*) kept in a marine aquarium in Turkey. Moribund fish showed diffuse haemorrhages on upper and lower jaws, superficial and ulcerative skin lesions, tail rot and pale gills. Internally, clear fluid in peritoneal cavity and pale liver were observed. The isolated bacteria were identified as *Vibrio harveyi* according to their morphological, physiological, biochemical characteristics and API 20E results. These bacterial identifications were also confirmed with 16S rRNA gene sequence analysis. The isolates were determined to be sensitive to sulphamethoxazole/trimethoprim, florphenicol and flumequine and were resistant to erythromycin, kanamycin and ampicillin. *Vibrio harveyi* infected fish generally showed epithelial hyperplasia in the gill filaments, ulcerative skin lesions, degeneration or necrosis of the hepatic cells, kidney tubules and parenchyma cells of the spleen, multifocal melanomacrophage centres in the kidney and reduced hemopoietic tissue in the spleen.

DOI:10.18016/ksudobil.389059

Article History

Received : 02.02.2018

Accepted : 13.03.2018

Keywords

Vibriosis,
Vibrio harveyi,
Marine aquarium

Research Article

Türkiye'de Bir Deniz Akvaryumunda Humpback Red Snapper (*Lutjanus gibbus* Foorsskal, 1775) ve Golden Trevally'de (*Gnathanodon speciosus* Foorsskal, 1775) Vibriozisin Teşhisi

ÖZET

Bu çalışma, Türkiye'de bir deniz akvaryumunda bulunan humpback red snapper (*Lutjanus gibbus*) ve golden trevally (*Gnathanodon speciosus*) balıklarının ölüm nedenlerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Hasta balıklarda, üst ve alt çenelerde yaygın hemoraji, yüzeysel ve ülseratif deri lezyonları, kuyruk yüzgecinde erime ve solungaçların solgun olduğu gözlemlendi. İç bakıda, periton boşluğunda berrak sıvı birikmesi ve solgun karaciğer tespit edildi. İzole edilen bakteriler morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal özelliklerine ve API 20E sonuçlarına göre *Vibrio harveyi* olarak tanımlandı. Bu bakteriyel tanımlamalar 16S rRNA gen dizisi analizi ile de doğrulanmıştır. İzolatların sülfametoksazol/trimetoprim, florfenikol ve flumequin'e duyarlı oldukları ve eritromisin, kanamisin ve ampisiline dirençli oldukları belirlendi. *Vibrio harveyi* ile enfekte olmuş balıklarda genellikle solungaç filamentlerinde epitel hiperplazisi, ülseratif deri lezyonları, hepatik hücrelerde, böbrek tübüllerinde ve dalağın parankim hücrelerinde dejenerasyon veya nekroz, böbrekte multifokal melanomakrofaj merkezleri ve dalakta hemopoietik dokuda boşalma tespit edildi.

Makale Tarihi

Geliş : 02.02.2018

Kabul : 13.03.2018

Anahtar Kelimeler

Vibriosis,
Vibrio harveyi,
Deniz akvaryumu

Araştırma Makalesi

INTRODUCTION

The humpback red snapper (*Lutjanus gibbus*) and the golden trevally (*Gnathanodon speciosus*) are reef-dwelling marine species occurring in the tropical and subtropical waters of the Eastern Pacific, Western Indo-Pacific and Eastern and Western Atlantic Ocean. They are farmed in cage aquaculture by Singapore, Taiwan, Malaysia and Indonesia and both of them are important marine species in the aquarium industry (FAO, 2016).

Vibriosis is one of the most prevalent fish diseases caused by bacteria belongs to the genus *Vibrio* and the genus includes more than hundred species and diseases caused by the vibrios was reported in different marine, freshwater and aquarium fish species. *Vibrio harveyi* is a marine Gram-negative luminous organism with a requirement for sodium chloride belong the genus *Vibrio* (Cano-Gomez *et al.*, 2009). *Vibrio harveyi* was reported in various Sparidae family members (Balebona *et al.*, 1998, Pujalte *et al.*, 2003, Haldar *et al.*, 2010) as well as cultured common dentex (*Dentex dentex*) (Company *et al.*, 1999, Pujalte *et al.*, 2003, Turgay and Karataş, 2016), sole (*Solea senegalensis* and *Dicologlossa cuneata*) (Zorilla *et al.*, 2003, Lopez *et al.*, 2009) and chub mackerel (*Scomber japonicus*) (Lee *et al.*, 2016). It has also become recognized as a serious cause of diseases invertebrates and especially caused important economic losses of penaeid shrimp (Austin and Zhang, 2006). The most common disease symptoms are haemorrhages and superficial skin lesions, and in most cases, a general septicaemia (Cano-Gomez *et al.*, 2009).

In Turkey, *V. harveyi* was firstly reported blue carp (*Callinectes sapidus*) in Antalya (Yalçınkaya *et al.*, 2003). Later than, the bacterium was also reported as a secondary pathogen in diseased European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and associated with infestation by *Ceratomyxa oestroides* (Korun and Akaylı, 2004) and later aetiological agent of vibriosis with other *Vibrio* species in diseased European sea bass in Turkey by Korun and Timur (2008). Another outbreak caused by *V. harveyi* was described with haemorrhage, scale rots on the skin surface, depigmentation, pale gills, corneal opacity and swollen intestine as common findings in common dentex (*Dentex dentex*) by Turgay and Karataş (2016).

The recirculation aquaculture systems (RAS) especially marine aquarium water, contain substantial number of bacteria. Raja *et al.* (2006) declared that the presence of high concentration of *Vibrio* species in the recirculated marine aquarium systems. They were also related with water quality and quantity. While the bacteria were introduced into the systems from uneaten feed or diets, dead or wounded fish, feces etc., increasing of bacterial population might be affected fish health. When aquarium fish placed in aquaria, many disease problems may be seen by arising

artificial conditions. In this paper we described vibriosis causing mortality due to *Vibrio harveyi* infection in humpback red snapper and golden trevally from a marine aquarium in Turkey.

MATERIAL METHODS

The Water Parameters and Sampling

The water parameters of the public aquarium were measured as: water temperature 24°C, salinity 28‰, pH 8, dissolved oxygen concentration 7,6 mg/l and oxidation/reduction potential 175mV. Two moribund fish were sampled for each species from the same public aquarium located in Istanbul, Turkey. Bacteriological samples taken from visceral organs and blood were streaked onto Marine Agar (MA) and Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose Agar (TCBS) plates and the plates were incubated at 22°C for 48h. The morphological and physiological characteristics of the bacteria were determined by using conventional biochemical and physiological test and rapid identification kits (API 20E) according to Buller (2004) and Austin and Austin (2007). For histopathological examination, tissue samples were fixed in 10% buffered formalin and processed for paraffin embedding. The histological sections (5µm) were stained with Haematoxylin and Eosin and examined under a microscope (Bullock, 1978).

DNA Isolation from Bacteria and 16S rRNA Gene Sequencing

Pure bacterial cultures were selected and the isolates were inoculated into Marine Broth 2216 and incubated overnight at 22°C. Total DNA extraction was performed with the GeneJET Genomic DNA Purification Kit according to the manufacturer's instructions and used as template for PCR. A partial 16S rRNA gene was amplified using the universal bacteria primer set; primer S-20 (5' AGA GTT TGA TCC TGG CTC AG 3') and primer A-18 (5' GWA TTA CCG CGG CKG CTG 3') (Suau *et al.*, 1999). The PCR mixture (50 µl) were prepared using PCR Master Mix (2X) according to manufacturer's instructions. The amplification was done using a thermal cycler and a program with the following parameters: initial denaturation at 95°C for 3 min, followed by 25 cycles of amplification (denaturation at 95°C for 30 s, annealing at 56°C for 1 min, extension at 72°C for 1 min) and a final extension step of 72°C for 4 min. PCR products were sequenced bidirectionally by Medsantek (Istanbul, Turkey). Sequence editing and analysis was performed in Bioedit v7.0.0 (Hall, 1999) using the ClustalX 2.1 (Larkin *et al.*, 2007) and BLASTN 2.2.20 algorithm (Zhang *et al.*, 2000).

Antimicrobial Susceptibility Test

All isolates were tested for antimicrobial susceptibility by the disc diffusion method on Marine Agar. The

antimicrobial agents tested were as follows: flumequine (30 µg), kanamycin (30 µg), oxytetracycline (30 µg), florphenicol (30 µg), chloromphenicol (30 µg), erythromycin (15 µg), sulfamethoxazole/trimethoprim (1.25 µg/ 23.75 µg), ciprofloxacin (1 µg), enrofloxacin (5 µg) and ampicillin (10 µg). The isolates were classified as sensitive (S), intermediary sensitive (I), or resistant (R) on the basis of the size of the zone of bacterial growth inhibition, according to the Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2010).

RESULTS and DISCUSSION

Moribund fish showed anorexia, diffuse haemorrhages on upper and lower jaws (Figure 1A, 1B), depigmented area on skin (Figure 1B), superficial and ulcerative skin lesions (Figure 1C), pale gills (Figure 1D), frayed fins (Figure 1D, 1E), tail rot (Figure 1E), erythema in dorsal fins (Figure 1E) and enlarged abdomen. Internally clear fluid in peritoneal cavity and pale liver were observed (Figure 1F). After 48h incubation at 20°C, yellowish coloured colonies were growth on TCBS plates. All isolates were determined as Gram

negative, motile, cytochrome oxidase and catalase positive, fermentative and sensitive to O/129. The basic characteristics are shown in Table 1. According to their morphological and biochemical characteristics and 16S rRNA gene sequencing results, all isolated bacteria were identified as *Vibrio harveyi* (Accession numbers: KY393105-KY393108, KY974264-KY974266).

In our study, we isolated nine *Vibrio harveyi* strains from diseased fish. In our study, all isolates showed straight edge, yellowish colonies on TCBS plates as described in other studies (Austin and Austin, 2004, Buller, 2004, Austin, 2010, Turgay and Karataş 2016). Although degradation of urea, Voges Proskauer reaction and β-galactosidase (ONPG) were found variable, all *V. harveyi* isolates utilized cellobiose as a carbon source and were able to decarboxylate ornithine and lysine. Similar to this, in another study (Liu et al. 2004), degradation of urea and β-galactosidase (ONPG) were found variable in *V. harveyi* strains isolated from diseased cobia.

Table 1. Morphological and phenotypical characteristics of *Vibrio harveyi* isolates

Fish	Golden trevally					Humpback red snapper			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Isolate Number									
Isolated Organs	spleen	spleen	blood	kidney	liver	blood	liver	blood	spleen
Morphology	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Motility	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gram Staining	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Catalase	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cytochrome Oxidase	+	+	+	+	+	+	+	+	+
O/129 Resistance (150ig)	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Growth on TCBS	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
O/F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Indole	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Voges Proskauer Reaction	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Methyl Red	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nitrate Reduction	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Arginine dihydrolase	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lysine Decarboxylase	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ornithine Decarboxylase	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gelatine	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Citrate	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Degradation of Urea	-	-	-	-	-	-	+	-	-
ONPG	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Esculine dihydrolyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Acid Production of									
Glucose	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cellobiose	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mannose	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Arabinose	+	+	+	+	+	+	+	+	+

B: bacillus; +: positive, -: negative; S: sensitive; Y: yellow; F: fermentative

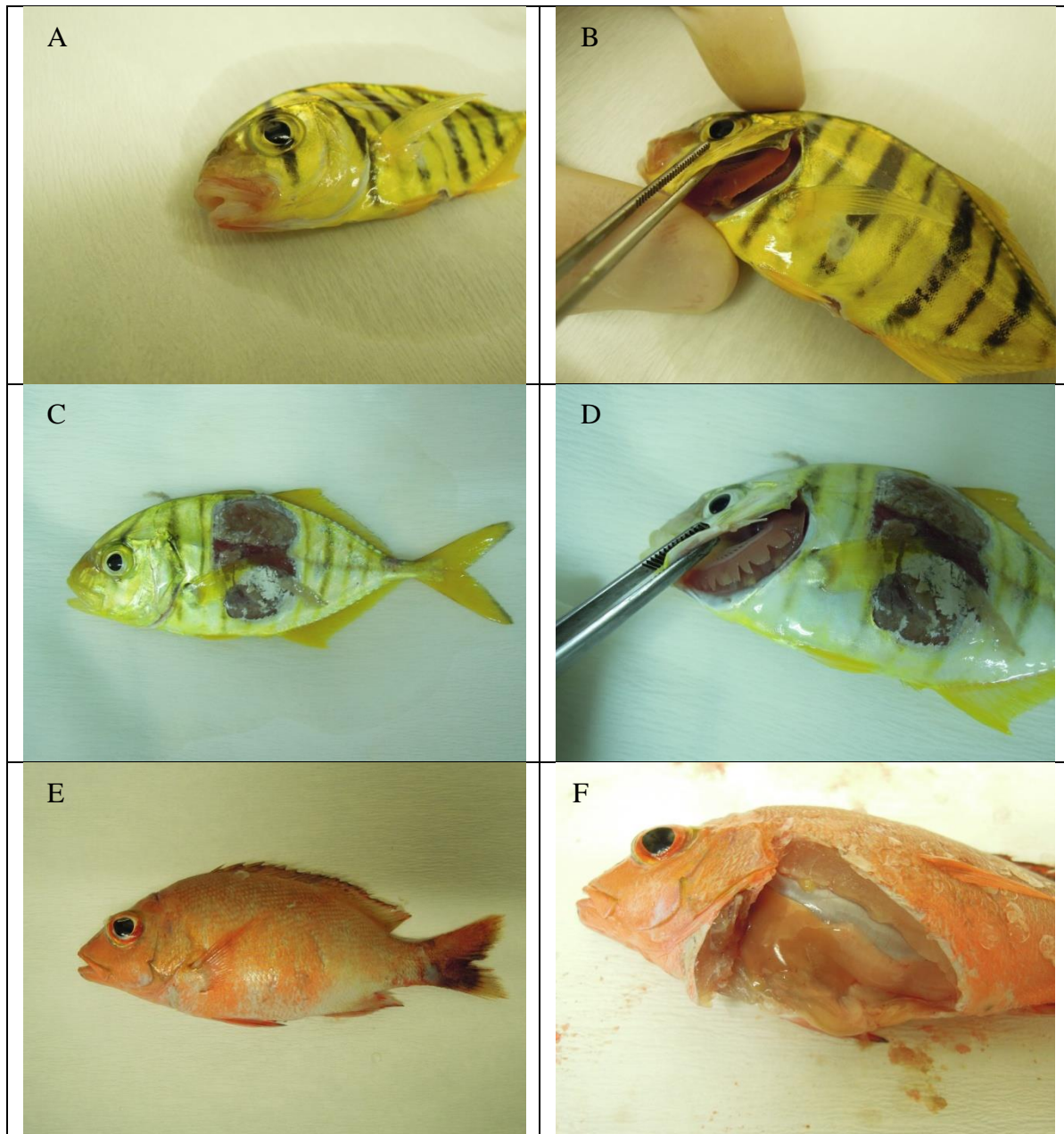


Figure 1. (A) Haemorrhages on upper and lower jaws, (B) depigmented area in skin surface, (C) ulcerative skin lesions, (D) pale gills, (E) erythema in frayed fins and tail rot, and (F) pale liver.

Vibrio species cause infections in fish under stress in culture conditions and clinical signs may vary depending on the form of the infection (per-acute, acute or chronic). The most characteristic clinical sign of vibriosis includes haemorrhages, skin lesions, releasing blood exudates, corneal lesion such as general septicaemia. However, in acute form, mortality can be seen without showing any clinical signs (Karataş and Candan, 2007). Diffuse haemorrhages on upper and lower jaws, skin lesions, pale gills, frayed fins, tail rot and enlarged abdomen such as clear fluid in peritoneal cavity and pale liver were clinically observed in the moribund fish. These findings were found so similar with acute form of vibriosis as

described in some other studies (Lee et al., 2016, Turgay and Karataş, 2016). Liu *et al.* (2004) also determined ascites and gastroenteritis exhibited as distended abdomen and anus in the moribund cobia infected with *V. harveyi*. We reported similar ascites in affected fish.

Histopathologically, the affected fish showed ulcerative skin lesions, degeneration or necrosis of the hepatic cells (Figure 2A), the kidney tubules (Figure 2B) and the parenchyma cells of spleen (Figure 2C). There were multifocal melanomacrophage centres in the kidney (Figure 2B) and reduced haemopoietic tissue in the spleen.

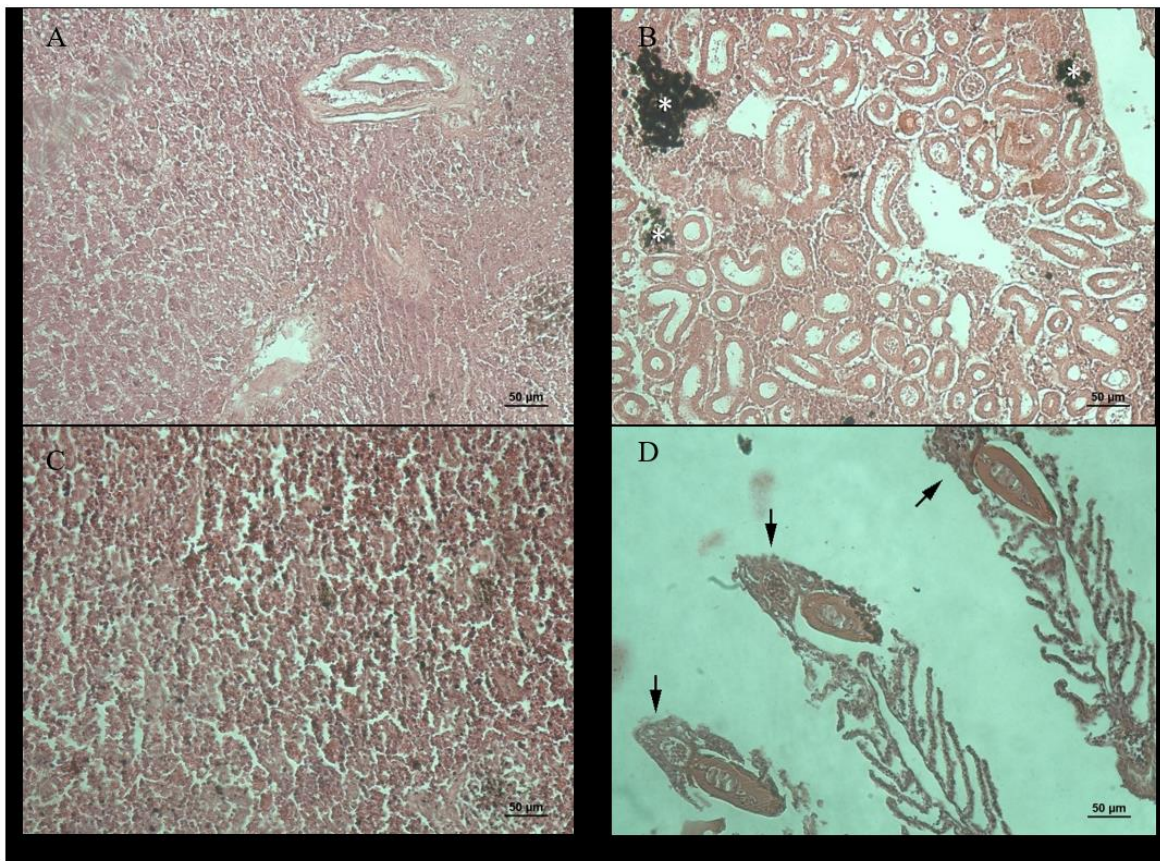


Figure 2. (A) Degeneration or necrosis of hepatic cells, (B) multifocal melanomacrophage centres (asterisk) and necrotic tubules in kidney, (C) reduced haemopoietic tissue in the spleen, (D) epithelial hyperplasia and haemorrhages of the necrotic gill filaments tips (arrowed).

Epithelial hyperplasia, haemorrhages of the necrotic gill filaments tips (Figure 2D) were also observed in gill filaments of each affected fish species. Korun and Timur (2008) also reported similar histopathological changes in European sea bass infected with *V. harveyi* and other *Vibrio* species. Similar histopathological changes were observed in this study.

A study relating the susceptibility of *V. harveyi* strains to antibiotics by Liu et al. (1997) showed that three strains isolated in Taiwan were found resistant against nitrofurantoin, novobiocin and sulphonamide. In another study (Liu et al., 2004), ten *V. harveyi* isolates were examined and all strains were found resistant against ampicillin, penicillin and vancomycin. Ampicillin, flumequine, furazolidone, oxolinic acid and sulfamethoxazole/trimethoprim were found the most effective chemicals to vibriosis treatment by Korun and Timur (2008). In another study, Lee et al. (2016) determined that *V. harveyi* strains were resistant to fluoroquinolones. In this study, we determined that all strains were found resistant against erythromycin, kanamycin and ampicillin and the isolates were sensitive and intermediary sensitive to flumequine, oxytetracycline, florphenicol, chloromphenicol, sulfamethoxazole/trimethoprim, ciprofloxacin, enrofloxacin, therefore they can be suggested to use in disease control.

CONCLUSION

In conclusion, acute vibriosis causing mortality due to *Vibrio harveyi* infection in humpback red snapper and golden trevally was diagnosed in a marine aquarium in Turkey.

ACKNOWLEDGEMENTS

The present study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Istanbul University (BEK-2016-21621) and approved by Istanbul University Local Committee on Animal Research Ethics (Decision year 2016).

REFERENCES

- Austin B 2010. Vibrios as Causal Agents of Zoonoses. *Veterinary Microbiology*, 140(3-4): 310-317. doi:10.1016/j.vetmic.2009.03.015
- Austin B, Austin DA 2007. *Bacterial Fish Pathogens: Disease of Farmed and Wild Fish* (4th edn.). Springer Praxis, Godalming. ISBN 9781402060687.
- Austin B, Zhang X 2006. *Vibrio harveyi*: a Significant Pathogen of Marine Vertebrates and Invertebrates. *Letters in Applied Microbiology*, 43: 119-124.
- Balebona MC, Zorrilla I, Moriñigo MA, Borrego JJ 1998. Survey of Bacterial Pathologies Affecting Farmed Gilt-head Sea Bream (*Sparus aurata* L.) in South Western Spain from 1990 to 1996. *Aquaculture* 166: 19-35.

- Buller N.B. 2004. Bacteria from Fish and Other Aquatic Animals: A Practical Identification Manual (pp. 149-154). CABI Publishing, UK. ISBN 0851997384.
- Bullock AM 1978. Laboratory Methods in Fish Pathology. (Bailliere Tindall, London Ed by Roberts RJ.) 235-267. ISBN 9781444332827.
- Cano-Gomez A, Bourne DG, Hall MR, Owens L, Hoj L 2009. Molecular Identification, Typing and Tracking of *Vibrio harveyi* in Aquaculture Systems: Current Methods and Future Prospects. *Aquaculture*, 287:1-10. doi:10.1016/j.aquaculture.2008.10.058
- Clinical and Laboratory Standard Institute (CLSI) 2010. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; 20th Informational Supplement. CLSI Document M100-S20. CLSI, Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standard Institute.
- FAO 2016. Webpage visiting <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/009/ac481e/AC481E23.pdf>
- Haldar S, Maharajan A, Chatterjee S, Hunter S, Chowdhury N, Hinenoya A, Asakura M, Yamasaki S 2010. Identification of *Vibrio harveyi* as A Causative Bacterium for a Tail Rot Disease of Sea Bream *Sparus aurata* from Research Hatchery in Malta. *Microbiological research* 165: 639-648.
- Hall TA 1999. BioEdit: A User-friendly Biological Sequence Alignment Editor and Analysis Program for Windows 95/98/NT. Vol. 41, pp. 95-98.
- Karataş S, Candan A 2007. Important Bacterial Viral Disease and Treatment in Marine Aquaculture, Marine Aquaculture in Turkey, Ed. by A. Candan, S. Karataş, H. Küçüktaş, İ. Okumuş, Turkish Marine Research Foundation, İstanbul.
- Korun J, Akaylı T 2004. Kültür Levrek Balıklarında Parazitik Bir Isopod: *Ceratothoa oestroides* ve Sekonder Bakteriyel Enfeksiyonlar Olgusu. *İstanbul Üniv. Veteriner Fakültesi Dergisi*, 30(2): 123-132.
- Korun J, Timur G 2008. Marine Vibrios Associated with Diseased Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) in Turkey. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 2(1): 66-76. doi:10.3153/jfsc.com.2008007
- Larkin MA, Blackshields G, Brown N, Chenna R, McGettigan PA, McWilliam H, Valentin F, Wallace IM, Wilm A, Lopez R 2007. Clustal W and Clustal X version 2.0. *Bioinformatics*, 23: 2947-2948.
- Lee YR, Jun JW, Giri SS, Kim HJ, Yun SK, Chi C, Kim SG, Koh JR, Jung JY, Park SC 2016. Isolation and Identification of *Vibrio harveyi*, from Chub Mackerel (*Scomber japonicus*). *Korean J Vet Res*, 56(1):45-46.
- Liu PC, Lee KK, Chen SN 1997. Susceptibility of Different Isolates of *Vibrio harveyi* to Antibiotics. *Microbios*, 91: 175-180.
- Liu PC, Lin JY, Chuang WH, Lee KK 2004. Isolation and Characterization of Pathogenic *Vibrio harveyi* (*V. carchariae*) from the Farmed Marine Cobia Fish *Rachycentron canadum* L. with Gastroenteritis Syndrome. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 20: 495-499. doi:10.1023/B:WIBI.0000040402.44340.0e
- López JR, de la Roca E, Núñez S, de la Herran R, Navas JI, Manchado M, Herrera M, Toranzo AE 2009. Identification of *Vibrio harveyi* Isolated from Diseased Cultured Wedge Sole *Dicologlossa cuneata*. *Dis Aquat Organ* 84: 209-217.
- Pujalte M, Sitja-Bobadilla A, Macián M, Belloch C, Alvarez-Pellitero P, Perez-Sanchez J, Uruburu F, Garay E 2003. Virulence and Molecular Typing of *Vibrio harveyi* Strains Isolated from Cultured Dentex, Gilthead Sea Bream and European Sea Bass. *Syst Appl Microbiol* 26: 284-292.
- Raja K, Fernando O.J, Thavasi R., Jayalaksmi S., Balasubramanian T 2006. Diversity of Bacterial Populations in Recirculating Marine Aqaurium with Different Marine Ornamental Fishes. *Research Journal of Microbiology*, 1(5):448-452.
- Turgay E, Karataş S 2016. First Report of *Vibrio harveyi* Infection in Diseased Common Dentex (*Dentex dentex*) Cultured in Turkey. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi* 12: 170-176.
- Yalçınkaya F, Ergin Ç, Ağalar C, Kaya S, Aksoylar MY 2003. The Presence and Antimicrobial Susceptibilities of Human Pathogen *Vibrio* spp. Isolated from Blue Crab (*Callinectes sapidus*) in Belek Tourism Coast, Turkey. *International Journal of Environmental Health Research*, 13: 95-98. doi:10.1080/0960312021000063304.
- Zhang Z, Schwartz S, Wagner L, Miller W 2000. A Greedy Algorithm for Aligning DNA Sequences. *Journal of Computational biology* 7: 203-214.
- Zorrilla A, Arijo S, Chabrilion M, Diaz P, Martinez-Manzanares E, Balebona MC, Morinigo MA 2003. *Vibrio* Species Isolated from Diseased Farmed Sole *Solea senegalensis* (Kaup), and Evaluation of the Potential Virulence Role of Their Extracellular Products. *Journal of Fish Diseases*, 26: 103-108. doi:10.1046/j.1365-2761.2003.00437.

Bir Bivalv Türünün (*Abra alba* (W.Wood, 1802) Kabuk Ağırlığının Ridge Regresyon Yöntemi ile Tahmini

Elif CAN YILMAZ 

Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İzmir
✉ : elif.can@deu.edu.tr

ÖZET

Çok değişkenli regresyon analizinde en küçük kareler yöntemine alternatif olarak kullanılan yöntemlerden biri olan ridge regresyon yöntemi, çoklu bağıntı varlığında tercih edilen yöntemler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, *Abra alba* bireylerinden elde edilen çeşitli vücut ölçüleri (kabuk boy, en, kalınlık ve cup indeksi) kullanılarak kabuk ağırlığının tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Vücut ölçüleri arasında çoklu bağlantı durumu ortaya çıkmasından dolayı en küçük kareler yöntemine alternatif olan ridge regresyon yöntemi uygulanmış ve bu iki yöntemin sonuçları karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Ridge regresyon yönteminin kullanılması ile çoklu bağıntının ortadan kalktığı ve elde edilen sonuçlar ile bu yöntemin kabuk ağırlığı tahmininde daha iyi bir model sağladığı belirlenmiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.392658

Makale Tarihçesi

Geliş : 09.02.2018

Kabul : 12.03.2018

Anahtar Kelimeler

Abra alba,
çoklu doğrusal bağıntı,
varyans büyütme faktörü,
ağırlık,
çiftkabuklu

Araştırma Makalesi

Estimation of Shell Weight of a Bivalve Species (*Abra alba* (W.Wood, 1802) by Ridge Regression Method

ABSTRACT

Ridge regression method, is one of the methods used as an alternative to least squares method in the presence of multicollinearity problem occurred in multiple regression analysis. The aim of this study was to estimate the shell weight by using morphometric measurements (shell length, height, width and cup index) for *Abra alba* individuals. Ridge regression method was applied due to the multicollinearity problem between body measurements and the results of these two methods were compared. The results showed that the multicollinearity was eliminated and provided an appropriate model for the estimation of shell weight by using ridge regression method.

Article History

Received : 09.02.2018

Accepted : 12.03.2018

Keywords

Abra alba,
multicollinearity,
variance inflation factor,
weight,
bivalve

Research Article

To Cite : Can Yılmaz E 2018. Bir Bivalv Türünün (*Abra alba* (W.Wood, 1802) Kabuk Ağırlığının Ridge Regresyon Yöntemi ile Tahmini. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(4):593-598, DOI:10.18016/ksudobil.392658

GİRİŞ

Morfolojik çalışmalara konu olan birçok canlı grubunda biyometrik ölçümler arasındaki ilişki populasyon hakkında bilgi vermesi bakımından önemlidir. Morfolojik çalışmaların yapıldığı canlı grupları içinde yumuşakçalar da önemli bir yere sahiptir. Yumuşakçalarda göze en çok çarpan kısım olan kabuk, aynı zamanda morfolojik bakımdan da değişken bir yapıya sahiptir (Marquez ve ark.,2010). Kabuk morfolojisi ile yapılan çalışmalar, taksonomiden balıkçılık yönetimine kadar ulaşan çok geniş araştırma alanlarına hizmet etmektedir (Moneva ve ark., 2014). Morfometrik ilişkilerin kurulması, farklı değişkenlerle ilgili dönüşüm denklemlerinin elde edilmesini sağlar. Canlı ağırlığı ve

vücut ölçüleri arasındaki ilişkinin yorumlanması için kullanılan en yaygın model, çoklu regresyon modelidir (Çankaya ve ark., 2009). Birden fazla bağımsız değişkenin rol aldığı bu modelde tahmin eşitlikleri En Küçük Kareler (EKK) yöntemi ile hesaplanmaktadır (Çankaya ve ark.,2009; Büyükuysal ve Öz, 2016). Bu yöntemin uygulanabilmesi için temel varsayımlardan bir veya birden fazlası gerçekleşmediği takdirde elde edilen tahmin sonuçlarının yanlı çıkması söz konusudur (Büyükuysal ve Öz, 2016). Bahsi geçen varsayımlar, Üçkardeş ve ark.(2012) tarafından hataların bağımsız olması, normal dağılımlı ve bağımsız değişkenler arasında herhangi bir ilişkinin bulunmaması olarak belirtilmiştir.

Bivalv türlerinde temel olarak yapılan ölçümler,

ağırlık (canlı ağırlık, yaş kabuk ağırlığı, kuru kabuk ağırlığı) ve morfolojik olarak kabuk en, boy ve kalınlığıdır (Vascencelos ve ark.,2016).

Aynı bireyler üzerinden farklı ölçümler alınması bağımsız değişkenler arasında güçlü ilişkilere neden olabilir (Üçkardeş ve ark., 2012). Bağımsız değişkenler arasında güçlü ilişkilerin mevcut olması durumu olarak açıklanan bu durum, çoklu doğrusal bağıntı (multicollinearity) olarak adlandırılır (Zar,1998). Çoklu doğrusal bağıntının tespit edilmesi için izlenmesi gereken adımlar (basit korelasyon katsayısı, varyans büyütme faktörü (VBF), (X'X matrisinin özdeğerleri, tolerans değeri) Üçkardeş ve ark. (2012) ve Büyükuysal ve Öz (2016)'ın yapmış olduğu çalışmalarda detaylı bir şekilde açıklanmaktadır. Bağımsız değişkenler arasında çoklu bağıntı varlığında, çoklu bağıntının etkilerini giderebilmek için yanlı tahmin yöntemlerinden faydalanılır. Bu yöntemler arasında yer alan Ridge Regresyon yöntemi, Hoerl ve Kennard (1970) tarafından önerilmiş yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemin temeli, en küçük kareler yöntemine benzer bir şekilde olup varyans ve kovaryans matrisinin köşegen değerlerine küçük bir yanlılık sabiti Ridge parametresi (k) eklenmesiyle gerçekleşir (Üçkardeş ve ark., 2012; Büyükuysal ve Öz, 2016).

Abra alba türü yaygın olarak dağılım gösteren ve 80m'ye kadar olan derinliklerde bulunan bir türdür. Sığ su, kumlu-çamurlu ortamlarda baskın olan türler arasında bulunan (Dauvin ve Gentil, 1983), çevresel etmenlere karşı dayanıklı (Hily ve Le Bris, 1984) ve ortamında oluşan değişimlere adaptasyonu güçlü olan bir türdür (O'Brien ve Keegan, 2004). Bu çalışmada, bir çift kabuklu türü olan *Abra alba*'nın kabuk ağırlığının tahminde rol alabilecek değişkenler en küçük kareler yöntemi ile incelenmiş, çoklu doğrusal bağıntı varlığı tespiti ile ridge regresyon yöntemi kullanılmış ve sonuçlar karşılaştırılmalı olarak ifade edilmiştir.

MATERYAL ve METOT

Abra alba bireyleri, Homa Dalyanı (İzmir) mevkiinden Nisan 2007 tarihinde sediment içinden 400 cm² (20x20) Van Veen grap yardımıyla toplanmıştır. Bireylere ait boy, en ve kalınlık ölçümleri dijital kumpas kullanılarak, ağırlık ölçümleri ise hassas terazi (0.0001 g) yardımı ile gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada bahsedilen:

Kabuk ağırlığı (KA) : kabuk kuru ağırlığı (etüvde 60°C de 12 saat bekletilmiş),

Kabuk boy (KB): anteriordan posteriore uzanan eksenindeki maksimum mesafe,

Kabuk en (KE): dorsalden ventrale uzanan ekseninde, umbodan dikey olarak alınan mesafe,

Kabuk kalınlık (KK): iki kabuk kapalı iken en yüksek noktadan alınmış ölçümlerdir.

Cup indeksi (CI): (O'Meley, 1995) tarafından

kullanılmış olup kabuk ölçümlerinin tümünün bir formülde yer alması nedeniyle bu çalışmada kullanılmıştır (Eşitlik 1).

$$CI = \frac{KK}{(KB \times KE)^{0.5}} \quad (\text{Eşitlik 1.})$$

Çoklu doğrusal bağıntının tespit edilmesi; (a) bağımsız değişkenler arasında doğrusal ilişkinin büyük olma ($r > 0.75$) durumu çoklu doğrusal bağıntı varlığını işaret etmektedir. (b) VBF (varyans büyütme faktörü), bağımsız değişkenlere ait korelasyon matrisinin tersinin köşegen öğeleridir. Bir bağımsız değişkenin diğer bağımsız değişkenlerle olan ilişkisini belirtir (Büyükuysal ve Öz, 2016). VBF değerinin 10'dan büyük olması durumunda çoklu bağıntıdan bahsedilir (Üçkardeş ve ark., 2012; Akçay ve Sarıözkan, 2015; Büyükuysal ve Öz, 2016). (c) Tolerans değeri; $1 - R^2$ olarak hesaplanan tolerans değerleri için yine çoklu bağıntı varlığında büyük R^2 değeri tolerans değerini düşürecektir. (d) Koşul indeksi ve özdeğerler; Çoklu bağıntının varlığında en az bir özdeğerin 1'den farklı olması ya da 0'a yakın olması durumu ortaya çıkar Ancak özdeğerlerin tek tek incelenmesi anlamlı olmadığından, en büyük ve en küçük özdeğerlere bağlı koşullu indeksi değerlendirilir. Koşullu indeksi, 10 ile 30 değeri arasında ise orta derece, 30'un üzerinde ise kuvvetli çoklu bağıntıdan söz edilir (Üçkardeş ve ark., 2012; Akçay ve Sarıözkan, 2015; Büyükuysal ve Öz, 2016).

Ridge regresyon yöntemi; Değişkenlerin oluşturduğu matrisin köşegen öğelerine küçük ve pozitif bir sabit (k) eklenmesi ile gerçekleşir. Uygun k değerinin belirlenmesinde "ridge izi" kullanılır. Ridge izi, bu yöntemin regresyon katsayılarının durağanlaştığı ve VBF değerlerinin 1'e yaklaştığı nokta olarak belirlenir (Üçkardeş ve ark., 2012; Akçay ve Sarıözkan, 2015).

Değişkenler arasında doğrusal ilişki sağlanması için veriler logaritmik değerlere dönüştürülmüştür. Tüm analizler için NCSS 12 programı kullanılmıştır.

BULGULAR

Çalışmada 136 bireyle ilgili yapılmış ölçümlere ait değerler Çizelge 1'de verilmiştir. En küçük kareler yöntemine göre kabuk ağırlığı ile morfolojik ölçümler arasındaki doğrusal ilişkinin değeri %92.3 ve kabuk ağırlığında meydana gelen değişimlerin %85.3'ü bağımsız değişkenler tarafından açıklanmaktadır (Çizelge 2). ANOVA tablosu incelendiğinde $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyinde modelin anlamlı olduğu ($F = 189.506$ ve $p < 0.05$) görülmektedir (Çizelge 3).

Varyans analizinin sonucunun anlamlı çıkmasının aksine değişkenlerin t değerleri incelendiğinde kabuk en değeri dışındaki tüm değişkenlerin modele katkısının anlamlı olmadığı görülmektedir (Çizelge 4).

Bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon matrisi incelendiğinde çoklu bağıntıya işaret eden yüksek korelasyon katsayılı ilişkiler gözlenmiştir.

Çizelge 1. Abra alba bireylerinin özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler.

	Birey sayısı	Ortalama±standart hata	En küçük-En büyük değer
Kabuk ağırlığı (KA) (gr)	136	0.06±0.01	0.01-0.78
Kabuk boy (KB) (mm)	136	7.50±0.21	3.94-16.53
Kabuk en (KE) (mm)	136	5.35±0.16	2.48-12.43
Kabuk kalınlık (KK) (mm)	136	2.17±0.07	1.1-4.66
Cup indeksi (CI)	136	0.34±0.001	0.15-0.45

Çizelge 2. EKK yöntemi.

R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Standart Hata	Durbin-Watson değeri
0.923	0.853	0.848	0.246	1.178

Çizelge 3. EKK yöntemine göre varyans analizi sonuçları.

	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	p
Model	4	45.882	11.470	189.506	<0.05
Hata	131	7.929	0.060		
Toplam	135	53.811			

Çizelge 4: EKK yöntemine göre regresyon analizi sonuçları.

	Regresyon katsayısı	Standard hata	t	p	Güven aralıkları	
					Alt 95%	Üst 95%
Sabit	-4.215	0.653	-6.451	0.000	-5.508	-2.923
KB	0.850	0.476	1.786	0.076	-0.091	1.792
KE	2.748	0.485	5.661	0.000	1.787	3.708
KK	0.436	0.586	0.744	0.458	-0.723	1.595
CI	-0.780	1.098	-0.710	0.479	-2.953	1.393

CI değişkeni ile sadece KK değişkeni arasında anlamlı ancak yüksek olmayan bir korelasyon görülmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5: Bağımsız değişkenlerin korelasyon matrisi.

	KB	KE	KK	CI
KB	1.000			
KE	0.917*	1.000		
KK	0.759*	0.832*	1.000	
CI	-0.004	0.120	0.594*	1.000

(*; $p < 0.05$)

VBF değerinin 10'dan büyük olması durumunda çoklu bağıntıdan söz edilebilir. Kabuk boy, en ve kalınlığına ait VBF değerlerinin 10'dan büyük olduğu görülmektedir. Ayrıca, 1-R² olarak hesaplanan tolerans değerleri için yine çoklu bağıntı varlığında büyük R² değeri tolerans değerini düşürecektir. Özdeğerlerin sıfıra yakın olması, bunun yanında koşul indeks değerlerinin 30'dan büyük olması çoklu doğrusal bağıntının ifadesidir (Çizelge 6).

Çoklu doğrusal bağıntının varlığı sonucunda ridge regresyon yöntemi uygulanmış ve ridge parametresi k'ya karşılık gelen R², standartlaştırılmış ridge regresyon katsayıları ve varyans büyütme faktör değerleri Çizelge 7'de verilmiştir. Bu veriler neticesinde, uygun k sabitinin seçimi ridge regresyon katsayılarının durağanlaşmaya başladığı ve bu

katsayılarla bağlı olarak VBF değerlerinin 1'e yaklaştığı nokta olan k=0.1 olarak seçilmiştir.

Çizelge 8'de yer alan ANOVA tablosu ile ridge regresyon sonuçlarına göre elde edilen model anlamlılık göstermektedir. k=0.1 yanlılık sabiti ile değerler EKK ile elde edilen değerlere göre farklılık göstermiş ve ridge regresyon ile elde edilen standart hata ve VBF değerleri de azalış göstermiştir. k=0.1 değerine göre ridge katsayıları, EKK katsayıları, standart hataları ve VBF değerleri Çizelge 9'da görülmektedir.

Ridge regresyon, çoklu doğrusal bağıntı problemini ortadan kaldırdığı için bu yöntemle elde edilen tüm değişkenler için standart hatalar EKK regresyonu ile elde edilen sonuçlara göre azalış göstermiştir. Ayrıca analiz sonucunda R²; EKK için 0.853, Ridge regresyon için 0.815 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 7).

Sonuç olarak Ridge regresyon, R²'de çok büyük bir değişime yol açmadan daha güvenilir bir model sunmuştur. Bağımsız değişkenler için hesaplanan varyans artış faktörleri sırasıyla 0.897, 1.528, 1.565 ve 1.118 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler kritik varyans büyütme faktörü değerinin altında değerlerdir (Çizelge 9). Şekil 1A'da yanlı k sabitinin hesaplanmasında ridge izi, k değeri 0.1 den sonra standardize edilmiş katsayıların durağanlaşma durumuna geldiği gözlenmiştir. Şekil 1 (B)'de VIF değerleri k değeri 0.1'den sonra kritik değerlerin altında yer almıştır.

Çizelge 6: Bağımsız değişkenlere ait VBF (varyans büyütme faktörü), tolerans, özdeğerler ve koşul indeks değerleri.

	VBF	Tolerans	Özdeğer	Koşul indeksi
KB	10.271	0.097	1.132	2.45
KE	11.589	0.086	0.074	37.15
KK	25.125	0.040	0.024	113.20
CI	8.556	0.117	2.769	1.00

Çizelge 7: Ridge regresyon yöntemine göre k, R², standartlaştırılmış ridge regresyon katsayıları ve VBF(varyans büyütme faktörü) değerleri.

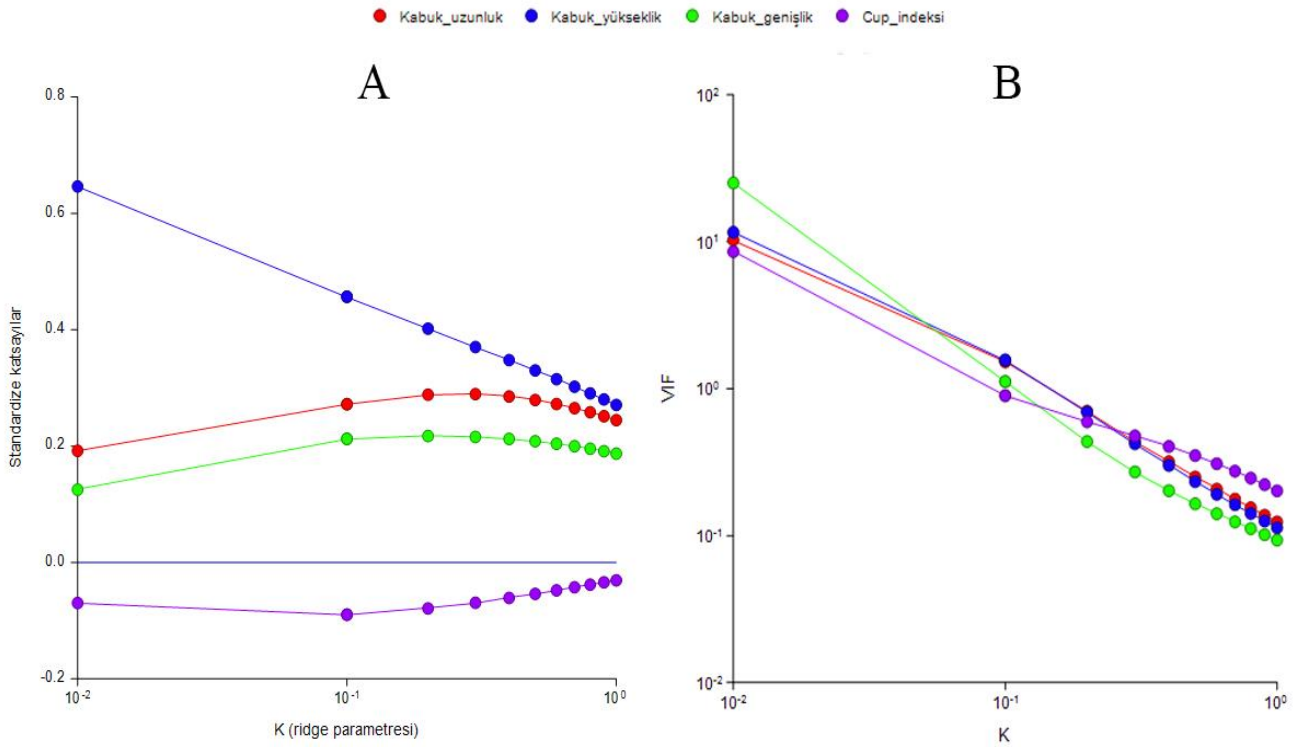
k	R ²	Standartlaştırılmış ridge regresyon katsayıları				VBF			
		KB	KE	KK	CI	KB	KE	KK	CI
0.000	0.853	0.192	0.646	0.125	-0.070	10.272	11.589	25.125	8.556
0.001	0.852	0.193	0.641	0.130	-0.072	9.830	11.052	23.204	7.954
0.002	0.852	0.194	0.636	0.134	-0.073	9.424	10.562	21.495	7.418
0.003	0.851	0.196	0.631	0.138	-0.075	9.051	10.112	19.971	6.940
0.004	0.851	0.197	0.627	0.141	-0.076	8.706	9.699	18.603	6.511
0.005	0.850	0.198	0.622	0.144	-0.078	8.386	9.319	17.373	6.125
0.006	0.850	0.200	0.618	0.147	-0.079	8.088	8.962	16.262	5.776
0.007	0.849	0.201	0.614	0.150	-0.08	7.810	8.633	15.255	5.459
0.008	0.849	0.202	0.610	0.153	-0.081	7.549	8.326	14.340	5.171
0.009	0.849	0.204	0.606	0.156	-0.082	7.305	8.038	13.505	4.908
0.01	0.848	0.205	0.603	0.158	-0.083	7.075	7.769	12.743	4.668
0.02	0.844	0.218	0.571	0.176	-0.089	5.348	5.777	7.721	3.077
0.03	0.840	0.229	0.547	0.187	-0.092	4.251	4.540	5.200	2.270
0.04	0.836	0.239	0.527	0.195	-0.093	3.490	3.695	3.758	1.801
0.05	0.832	0.247	0.511	0.200	-0.093	2.934	3.084	2.855	1.503
0.06	0.829	0.254	0.497	0.204	-0.093	2.511	2.624	2.254	1.300
0.07	0.825	0.259	0.485	0.207	-0.092	2.182	2.267	1.833	1.155
0.08	0.821	0.264	0.475	0.209	-0.091	1.918	1.984	1.526	1.047
0.09	0.818	0.269	0.465	0.211	-0.091	1.704	1.754	1.296	0.963
0.1	0.815	0.272	0.457	0.213	-0.091	1.528	1.565	1.118	0.897
0.2	0.783	0.288	0.402	0.217	-0.079	0.701	0.693	0.437	0.595
0.3	0.755	0.289	0.375	0.216	-0.069	0.439	0.422	0.271	0.477
0.4	0.728	0.285	0.348	0.212	-0.061	0.318	0.300	0.202	0.404
0.5	0.704	0.279	0.332	0.208	-0.054	0.250	0.233	0.165	0.351
0.6	0.682	0.272	0.315	0.204	-0.048	0.207	0.191	0.141	0.309
0.7	0.661	0.265	0.302	0.202	-0.043	0.177	0.162	0.124	0.275
0.8	0.641	0.258	0.291	0.196	-0.038	0.155	0.142	0.112	0.246
0.9	0.623	0.251	0.280	0.191	-0.034	0.138	0.126	0.102	0.222
1.00	0.605	0.245	0.271	0.187	-0.031	0.124	0.113	0.093	0.202

Çizelge 8. Ridge regresyon yöntemine göre varyans analizi sonuçları.

	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	p
Model	4	43.836	10.959	143.911	<0.05
Hata	131	9.976	0.076		
Toplam	135	53.811			

Çizelge 9. $k=0.1$ için RR (Ridge Regresyon) ve (EKK) En Küçük Kareler yöntemlerinin sonuçlarının karşılaştırılması.

Model	RR katsayısı	EKK Katsayısı	RR Standard hata	EKK Standard hata	RR VBF	EKK VBF
KB	1.205	0.850	0.206	0.476	1.528	10.272
KE	1.942	2.748	0.200	0.485	1.565	11.589
KK	0.741	0.436	0.139	0.586	1.118	25.125
CI	-1.003	-0.780	0.399	1.098	0.897	8.556



Şekil 1: Ridge izi (A), VBF grafiği (B).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Albayrak (2005), ağırlık tahmininde kullanılacak açıklayıcı değişkenler arasında yüksek derecede bir örtüşmenin öngörüldüğünü ve bu nedenle, en küçük kareler yöntemi yerine yanlı tahmin tekniklerinin kullanılmasının daha güvenilir bir yaklaşım olarak kabul edildiğini ifade etmiştir. En küçük kareler yönteminde, bağımsız değişkenler arasında bir ilişki olmaması durumu sağlanamadığında ortaya çıkan çoklu bağıntı problemi, EKK yöntemi ile hatalı modellerin oluşumuna sebebiyet verebilmektedir.

Bağımsız değişkenler arasında yer alan kabuk en, boy ve kalınlığı arasında saptanan yüksek korelasyon değerleri, birçok çalışmanın sonuçları ile uyumludur. Vasconcelos ve ark., (2016)'nın birçok bivalv türünün morfometrik özellikleri ile yapmış oldukları çalışmada *Abra alba* türünün ait olduğu Semelidae familyasına yakın olan Donacidae ve Tellinidae familyasına ait türlerin kabuk boy ve kalınlık ölçümlerinin kabuk en değerleri ile yüksek korelasyonda (0.879-0.967) olduğu

görülmüştür. O'Meley (1995)' in yaptığı çalışmada kullanılan cup indeksi ile kabuk en, boy ve kalınlığı arasında negatif yönlü, anlamlı ancak düşük korelasyon katsayısına sahip bir ilişki saptanmış ve en yüksek korelasyon katsayısı kabuk kalınlığı ile hesaplanmıştır. Bu çalışmada ise, cup indeksi değeri sadece kabuk kalınlığı ile korelasyon göstermektedir.

Topal ve ark. (2010) yılında sazan balıkları ile yapmış oldukları çalışmada, karkas ağırlığının tahmini için kullanmış oldukları veriler arasında çoklu bağıntı tespitinden sonra en küçük kareler yöntemine alternatif olan ridge regresyon yöntemini uygulamışlardır. Bu çalışmaya ek olarak, Orhan ve ark. (2016), Akçay ve Sarıözkan (2015), Uçkardeş ve ark.(2012) gibi birçok farklı disiplinlerdeki çalışmalarda ridge regresyon yöntemi ile elde edilmiş bulgular ile bu çalışmanın sonuçları paralellik göstermektedir.

Akçay ve Sarıözkan (2015) ve Orhan ve ark.(2016)'ın belirttiği üzere verim ve ürün kalitesi, buna bağlı

olarak gelir eldesi ile ilgili yapılacak doğru istatistiksel tahminler içeren çalışmalar üretim planlaması açısından hayvancılık, yetiştiricilik gibi sektörler farklı bakış açısı kazandıracaktır. Bu çalışmada bahsi geçen tür üretimi yapılan veya tüketilen bir tür değildir. Ekonomik değeri olan, hem üretimi yapılan hem de tüketilmeye uygun midye ve akivades (Lök, 2001; Bilgin ve Uluturhan, 2015) gibi yetiştiriciliği yapılan türlerde ürün kalitesinin belirlenmesi hususunda yapılacak çalışmalara katkı sağlaması bakımından bu çalışma, yöntemin bivalv türlerinde uygulanabildiğini göstermiştir.

KAYNAKLAR

- Akçay A, Sariözkan S 2015. Yumurta tavukçuluğunda gelirin Ridge Regresyon analizi ile tahmini. Ankara Üniv Vet Fak Derg, 62, 69-74
- Albayrak AS 2005. Çoklu doğrusal bağlantı halinde en küçük kareler tekniğinin alternatifi yanlı tahmin teknikleri ve bir uygulama. ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 1(1): 105-126.
- Bilgin M, Uluturhan ES 2015. Assessment of heavy metal accumulation in *Mytilus galloprovincialis* and *Tapes decussatus* (Bivalvia) distributed in the Homa Lagoon (Izmir Bay). Ege J Fish Aqua Sci, 32(1): 1-8.
- Büyükuysal MÇ, Öz İİ 2016. Çoklu Doğrusal Bağntı Varlığında En Küçük Karelere Alternatif Yaklaşım: Ridge Regresyon, Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 6:110-114.
- Çankaya S, Altop A, Kul E, Erener G 2009. Faktör Analiz Skorları Kullanılarak Karakaya Kuzularında Canlı Ağırlık Tahmini, Anadolu Tarım Bilim.Derg.,24:98-102.
- Dauvin JC, Gentil F 1983. Long-term changes in populations of subtidal bivalves (*Abra alba* and *A. prismatica*) from the Bay of Morlaix (Western English Channel). Mar. Biol., 103(1): 63-73.
- Hily C, Le Bris H 1984. Dynamics of an *Abra alba* population (bivalve-scrobiculariidae) in the Bay of Brest. Estuar Coast Shelf S.,19: 463-475.
- Hoerl AE, Kennard RW 1970. Ridge Regression: Applications to Non-Orthogonal Problems, Technometrics, 12: 69-82.
- Lök A 2001.İskele-Urla'da (İzmir Körfezi) Kültüre Alınan Farklı Boy Gruplarındaki Midyelerin (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) Büyüme Oranları. Ege Su Ürünleri Dergisi, 18(1-2): 141-147.
- Marquez F, Amoroso R, Sainz MFG, Van der Molen S 2010. Shell morphology changes in the scallop *Aequipecten tehuelchus* during its life span: a geometric morphometric approach. Aquat Biol.11: 149-155.
- Moneva CSO, Baquiano PML, Blasco JO, Borlaza KME, Burias DME, Flores KA, Fuentes GRE, Pancho AGE, Sanchez RRG 2014. Comparative morphological descriptions of interior shell patterns of the venerid bivalves: *Meretrix lyrata*, *Mercenaria mercenaria* and *Venerupis philippinarum* using landmark-based geometric morphometric analysis. AACL Bioflux.7: 386-395.
- O'Brien K Keegan BF 2004. Size-related reproductive biology of the infaunal bivalve *Abra alba* (Wood) (Bivalvia) in Kinsale Harbour (south coast of Ireland). Mar.Biol.146: 65-77.
- O'Meley CM 1995. Effects of Shell Abrasion and Aerial Exposure on the Performance of Pacific Oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) Cultured in Tasmania, Australia. https://eprints.utas.edu.au/15868/2/O'Meley_whole_thesis.pdf.
- Orhan H, Eyduran E, Tatliyer A, Saygici H 2016. Prediction of egg weight from egg quality characteristics via ridge regression and regression tree methods. R. Bras. Zootec., 45(7):380-385
- Topal M, Eyduran E, Yağanoğlu AM, Sönmez AY, Keskin S 2010. Çoklu Doğrusal Bağlantı Durumunda Ridge ve Temel Bileşenler Regresyon Analiz Yöntemlerinin Kullanımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41:53-57.
- Üçkardeş F, Efe E, Nariç D, Aksoy T 2012. Japon bildircinlarında yumurta ak indeksinin ridge regresyon yöntemiyle tahmin edilmesi. Akademik Ziraat Dergisi,1(1): 11-20
- Vasconcelos P, Moura P, Pereira F, Pereira AM, Gaspar MB 2016. Morphometric relationships and relative growth of 20 uncommon bivalve species from the Algarve coast (Southern Portugal). J. Mar. Biol. Assoc. UK. 1-12.
- Zar JH 1998. Biostatistical analysis. Fourth edition. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 660s.

Trafik Gürültüsünün Kontrolünde Bitki Perdelerinden Yararlanılması Üzerine Bir Araştırma

Neslihan DOYGUN¹  Hakan DOYGUN² 

¹KSU Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, ²İzmir Demokrasi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü
✉ : nesdoy@ksu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma, trafik gürültüsünün kontrolünde bitki türlerinden perdeleme elemanı olarak yararlanma olanaklarını incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi'nde gerçekleştirilen ölçümler kapsamında, bitki perdelerinin oluşturulmasında 7 farklı ağaççık ve çalı formulu dış mekan süs bitki türü kullanılmıştır. Bitki perdelerinde öncelikli olarak türlere tek başlarına yer verilmiş, ardından türler arasında bazı kombinasyonlar denenerek boy ve form farklılaşmasının gürültüyü perdeleme üzerindeki etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar, bitki perdelerinin gürültü düzeyinin azaltılmasında etkin rol oynadığını ortaya koymuştur. Çalışma kapsamında uygulanan yöntemlerin ve ortaya konulan bulguların, benzer bilimsel araştırmalara ve çevre sorunlarının insanlar üzerindeki etkilerinin azaltılmasına yönelik uygulamalara katkı sağlaması beklenmektedir.

DOI:10.18016/ksudobil.369519

Makale Tarihi

Received : 21.12.2017

Accepted : 06.03.2018

Anahtar Kelimeler

Gürültü kirlenmesi,
gürültü perdesi,
bitki perdeleri,
çevre koruma

Araştırma Makalesi

A Research on the Use of Vegetation Barriers in Traffic Noise Control

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the opportunities of the use of vegetation barriers in traffic noise control. Based on the measurements taken at The University of Kahramanmaraş Sütçü İmam Avşar Campus, 7 different exotic shrubs species have been used to establish vegetation barriers. While configuring vegetation barriers, in the first hand, the species have been assessed singly, and then, some combinations have been experienced to see the effects of altitude, and forms on the effectiveness of the vegetation barriers. The results have shown that shrubs species play an important role to decrease the noise levels. It is expected that the methods and the results could guide similar scientific studies and applications

Article History

Geliş : 21.12.2017

Kabul : 06.03.2018

Keywords

Noise pollution,
noise barrier,
vegetation barrier,
environmental protection

Research Article

To Cite : Doygun N Doygun H 2018. Trafik Gürültüsünün Kontrolünde Bitki Perdelerinden Yararlanılması Üzerine Bir Araştırma. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(4):599-606, 2018. DOI:10.18016/ksudobil.369519

GİRİŞ

Gürültü kirliliği, yerleşim alanlarında halk sağlığını ve yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen giderek artan bir çevre sorunu olarak değerlendirilmekte (WHO, 2012; Bayramoğlu ve ark., 2014; Akay, 2015; Doygun, 2016), uzun süre maruz kalınması halinde fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıklara neden olmaktadır (Anonymous, 2009a; Morova ve ark., 2010). Özellikle ulaşım güzergâhları ve yoğun nüfusa sahip yerleşim alanlarında yaygın şikayetlere neden olan gürültü kirliliği, 55 dB(A) üzerinde bir seviyeye maruz kalınması halinde huzursuzluk şikayetlerine yol açarken, 65 dB(A) üzerinde ise kardiyovasküler rahatsızlıklar söz konusu olmaktadır (Stanners and Bourdeau, 1995; Anonymous, 2009a).

Gürültünün insanlar ve yaşam konforu üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak ve sınırlandırmak amacıyla perdeleme nitelikli önleyici çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Ancak özellikle kentsel çevrelerde trafik gürültüsünü önlemede kullanılan bariyerlerin (beton ve plastik duvarlar vb) yüksek maliyetleri ve estetik olmayan görünümleri nedeniyle, perdeleme çalışmalarında bitkilerden yararlanılması düşüncesi önemli bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Bitkilerin kent ekosistemini iyileştirici özelliklerinin yanı sıra çevrenin görsel, estetik ve rekreasyonel kalitesine yönelik sağladıkları katkılar da gürültü perdesi olarak tercih edilmelerinde önemli rol oynayan faktörler arasında yer almaktadır (Posada ve ark., 2009; Mutlu, 2010; Yeşil ve ark., 2015; Renterghem ve Botteldooren, 2016).

Bu çalışmada, trafik gürültüsünün kontrolünde bazı ağaççık ve çalı formulu bitki türlerinden perdeleme elemanı olarak yararlanma olanaklarının incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında uygulanan yöntemlerin ve ortaya konulan bulguların, benzer bilimsel araştırmalara ve çevre sorunlarının insanlar üzerindeki etkilerinin azaltılmasına yönelik uygulamalara katkı sağlaması beklenmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bitki Perdeleri

Bitki perdelerinin oluşturulmasında ağaççık ve çalı formulu yedi farklı dış mekan süs bitkisi türü kullanılmıştır (Çizelge 1). Türlerin belirlenmesinde önceki çalışmalardan yararlanılmış (Ustasüleyman, 1998; Aktaş, 2002; Erdoğan ve Yazgan, 2007; Mutlu, 2010), ayrıca ülkemizde yaygın olarak yetişiyor ve kullanılıyor olma durumları göz önünde bulundurulmuştur. Türlerin farklı boy, form ve yaprak özelliklerine sahip olmalarına dikkat edilmiştir. Bitkiler her türden saksılı olarak 40'ar adet temin edilmiş olup, ideal formuna kavuşmuş bireylerin çalışmaya dahil edilmesine özen gösterilmiştir.

Bitki perdelerinin oluşturulmasında öncelikli olarak türler tek başlarına kullanılmış, ardından türler arasında bazı kombinasyonlar denenerek boy ve form gibi özelliklerin gürültüyü perdeleme üzerindeki etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Bitki perdeleri, her türe ait 40 adet bireyin, yan yana aynı hizada dizilmeleri ile oluşturulmuştur.

Ölçüm Süreci

Ölçüm yapılacak alanın çevresel diğer gürültü kaynaklarından arındırılmış olmasını sağlamak amacıyla, ölçüm çalışmaları Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi'nde, araç trafiğinin veya herhangi diğer faaliyetin bulunmadığı bir alanda, Pazar günü, kuvvetli rüzgâr ve yağış olmayan bir periyotta yerine getirilmiştir. Ölçümler boş bir otoparkta gerçekleştirilmiş olup, zemin kilit parke ile kaplıdır ve yakın çevrede sesin yankılanmasına veya absorbe edilmesine neden olacak herhangi bir yapı bulunmamaktadır (Şekil 1). Gürültü seviyelerinin ölçülmesinde Delta OHM HD2010 cihazı kullanılmıştır. Serbest alanda ölçümler için uygun yüksek stabilite ve duyarlıkta mikrofonu bulunan cihazın çalışma aralığı 20-140 dB(A)'dır. Saniyede 8 örnek alabilme, istenilen periyotta ve sürede ölçüm yapacak şekilde programlanabilme, otomatik kaydetme ve tripod ile sabitlenebilme özellikleri bulunan cihaz ile dış mekanda planlı ve düzenli çalışabilme olanağı bulunmaktadır (Anonymous, 2009b; Doygun, 2016).

Gürültü seviyeleri Leq değeri bakımından 3'er dakikalık periyotlar halinde ölçülmüş (Zannin et al., 2006; Zannin et al., 2013), cihaz 5 saniye aralıklarla kayıt yapacak şekilde programlanmıştır. Bu çalışma prensibine göre; gürültü ölçümü 3 dakika (180 sn) boyunca kesintisiz biçimde devam etmekte, her 5 saniyenin ortalaması otomatik olarak kaydedilmektedir. Böylelikle, cihazın bilgi depolama özelliğinden yararlanılarak, her ölçüm periyodu için 60'ar adet değer elde edilmiştir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması ise, o periyoda ait ortalama gürültü seviyesini vermektedir (Doygun, 2016). Cihaz, ölçümler süresince yerden 130 cm yükseklikte ve yer ile 45° açı yapacak şekilde tripod üzerine sabitlenmiştir. Gürültü kaynağı olarak, 125 cc kapasiteli ve benzinli Kymco marka scooter tipinde bir motordan yararlanılmıştır.

Scooter, ölçümler süresince rölantide çalıştırılmıştır. Gürültü ölçüm çalışmalarında, bitki perdesi ortada ve ölçüm cihazı ile scooter ise perdenin her iki tarafında 4'er m uzakta olacak şekilde konumlandırılmışlardır. Bitkiler, otoparkı ikiye bölen tretuarın gürültü ölçüm cihazı tarafına yerleştirilmiş, böylece saksıların gürültüyü önleme veya yönlendirme olasılığı elimine edilmiştir (Şekil 1 ve 2).






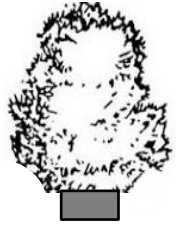

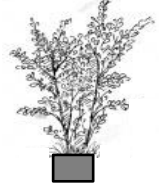



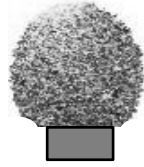

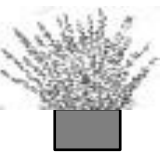
BULGULAR

Bitki perdelerinin gürültü kontrolündeki etkinliklerinin belirlenmesi çalışmasında öncelikle scooter motorun gürültü seviyesi belirlenmiştir. Rölantide çalışır durumdaki scooter'dan 8 m uzaklıkta, arada bitki perdesi olmadan 3 dakika süresince yapılan ölçüm sonucunda gürültü seviyesi 53 dB(A) olarak belirlenmiştir.

Bitkiler ile yapılan ölçümlerde, öncelikle perdeler tek tür kullanılarak tesis edilmiştir. Dört tür için ayrı ayrı gerçekleştirilen ölçümler sonucunda gürültü seviyesinin 2,2 – 1,2 dB(A) aralığında azaldığı belirlenmiştir. *Pittosporum tobira* gürültü seviyesinin azaltılmasında en etkili tür olmuştur (Çizelge 2).

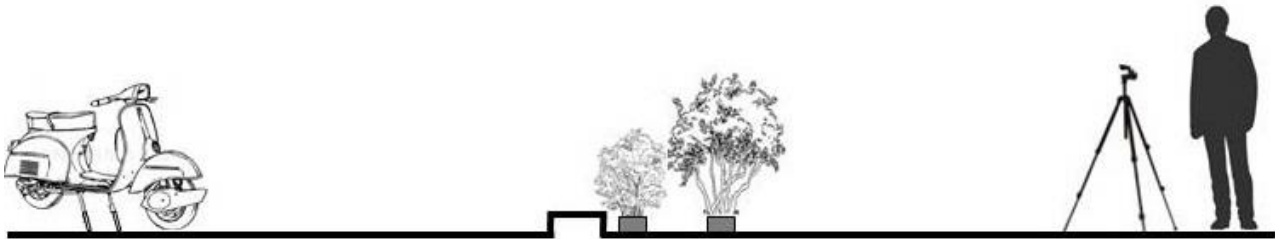
Bitki türleri arasında kombinasyonlar oluşturularak yapılan ölçümlerde, yükseklik kademelenmesinin gürültü kontrolü üzerindeki etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla öncelikle, farklı boylara sahip üç tür kullanılarak, üç farklı yükseklik kademesi oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar, iki sıra yapıldığında, bitki yükseklikleri arasındaki fark artmasına rağmen gürültü seviyesinin aynı düzeyde azaldığını göstermiştir (Şekil 3). Farklı yüksekliğe sahip üç tür ile kademelenme yapıldığında ise, iki tür ile yapılan sıraya göre, gürültü seviyesi 0,1 dB(A) daha azalmıştır.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan bitki türlerinin özellikleri

Latince ve Türkçe Adları	Ortalama Yüksekliği	Yaprağı	Genel Formu
<i>Pittosporum tobira</i> Pitosporum	115 cm		
<i>Thuja orientalis "pyramidalis"</i> Piramit mazi	110 cm		
<i>Viburnum tinus</i> Her dem yeşil kartopu	85 cm		
<i>Photinia serrulata</i> Alev çalısı	75 cm		
<i>Euonymus japonica</i> Taflan	70 cm		
<i>Buxus sempervirens</i> Şimşir	50 cm		
<i>Santolina chamaecyparissus</i> Santolin / Lavantin	30 cm		



Şekil 1. Ölçüm yapılan alana ait görünüm



Şekil 2. Gürültü kaynağı, bitki perdesi ve ölçüm cihazının konumları

Bitki perdesindeki sıra sayısının artırılmasının gürültü kontrolü üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla, tür sayısı artırılarak farklı ölçümler yapılmıştır. Bu amaçla, yükseklik kademelenmesi de gözetilerek beş türden meydana gelen bir perde oluşturulmuş ve ölçüm sonucunda 50,8 dB(A) değeri elde edilmiştir. Yani beş farklı tür ile meydana getirilen bitki perdesi, scooter'dan kaynaklanan gürültüyü 2,2 dB(A) düzeyinde azaltmıştır (Şekil 4).

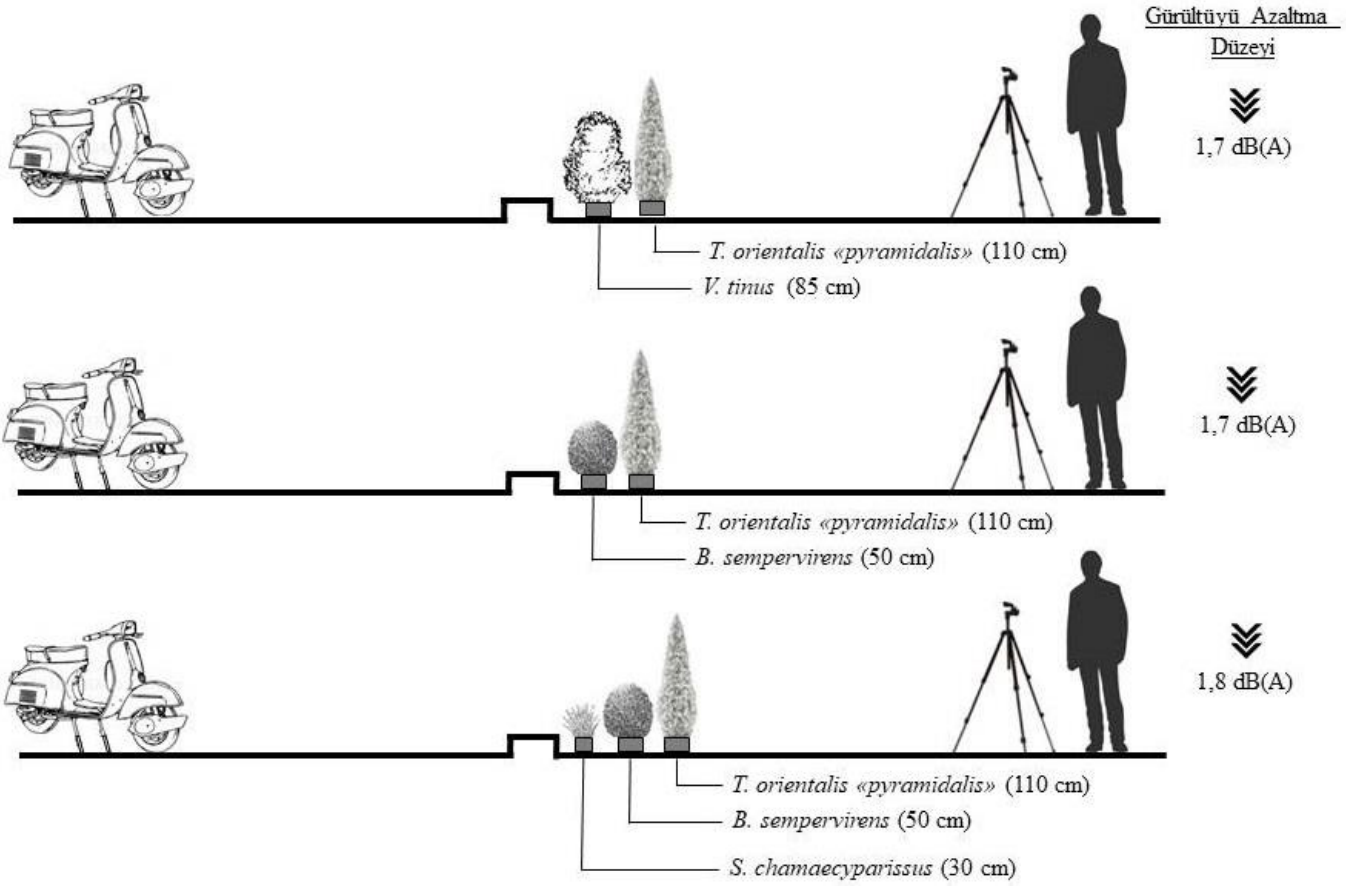
Farklı kombinasyonlarda bitki perdelerinin oluşturulması kapsamında, Şekil 4'de verilen beşli bitki sırasına *Thuja orientalis "pyramidalis"* eklenerek altı sıradan meydana gelen bir perde tesis edilmiştir. Bu kombinasyon ile yapılan ölçümde, bitki perdesinin gürültüyü 2,5 dB(A) düzeyinde azalttığı belirlenmiştir (Şekil 5).

Yüksek bitki perdelerinin gürültü kontrolü üzerindeki etkilerini inceleyebilmek amacıyla, ölçüm cihazının yerden yüksekliği azaltılarak farklı bir deneme yapılmıştır. Normal şartlarda yerden 130 cm yükseklikte olan ölçüm cihazı 90 cm seviyesine indirilmiş ve aynı bitki perdesi ile yapılan ölçümde gürültünün 3,5 dB(A) düzeyinde azaldığı görülmüştür (Şekil 5).

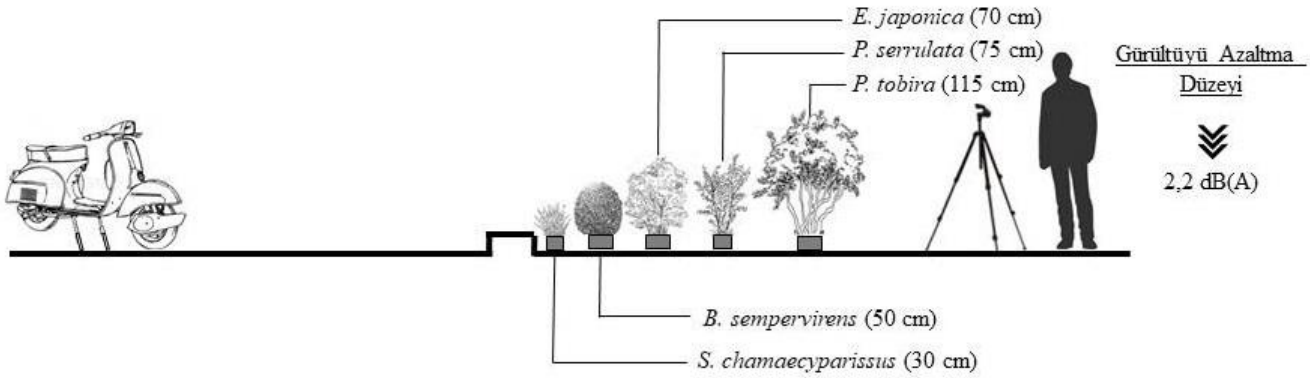
Bitki perdesi içerisinde tür değişiminin ölçüm sonuçları üzerindeki etkisini inceleyebilmek amacıyla, altı türden meydana gelen perde içerisindeki *Photinia serrulata* sırası çıkartılarak yerine *Viburnum tinus* sırası yerleştirilmiştir. Bu şekli ile yapılan ölçümde de aynı değere ulaşılmış, yani altılı perde içerisinde tür değişimi gerçekleştirildiğinde de gürültünün 2,5 dB(A) düzeyinde azaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 2. Tek tür ile oluşturulan perdelerle yapılan ölçümler

Adı	Ölçüm Değeri dB(A)	Gürültüyü Azaltma Düzeyi dB(A)
<i>Pittosporum tobira</i>	50,8	2,2
<i>Viburnum tinus</i>	51,4	1,6
<i>Thuja orientalis "pyramidalis"</i>	51,8	1,2
<i>Euonymus japonica</i>		



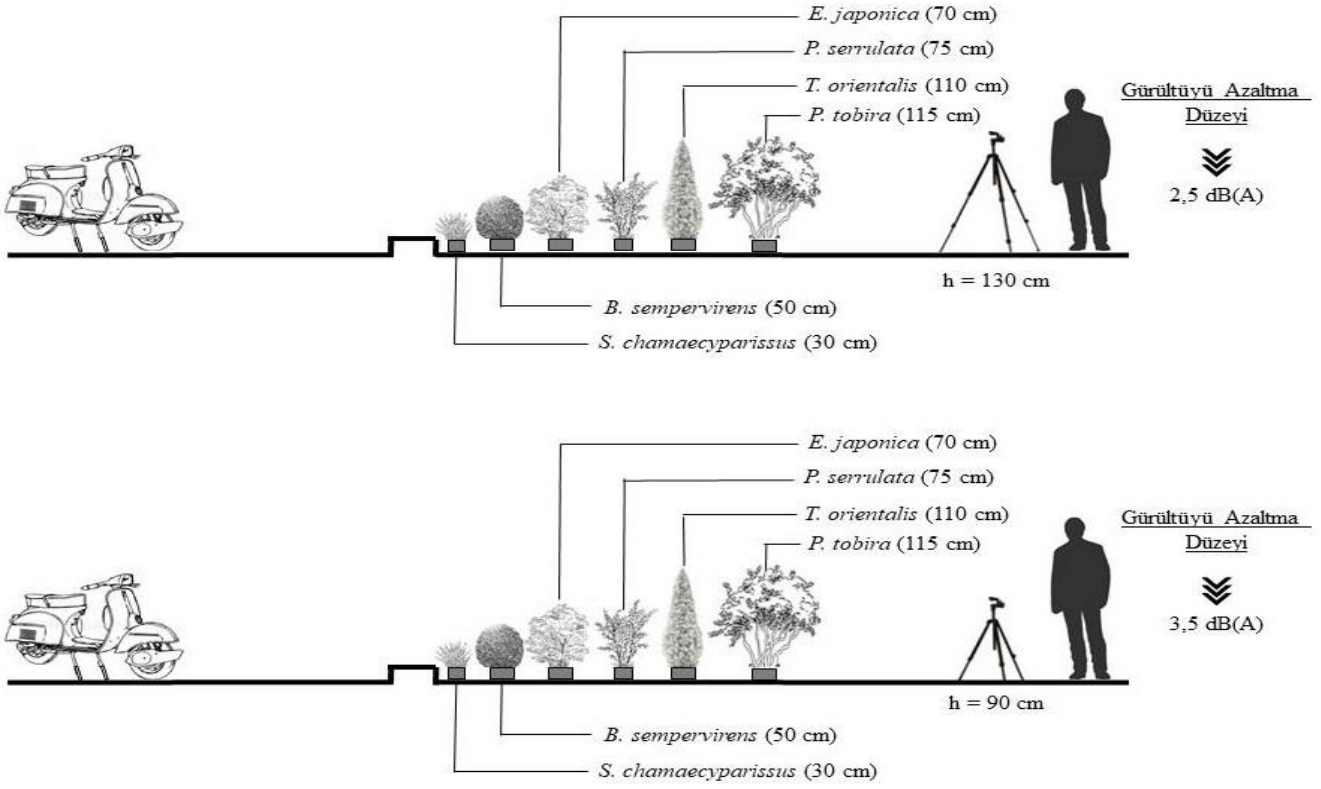
Şekil 3. Bitki perdesinde yükseklik kademelenmesinin gürültü üzerindeki etkisi



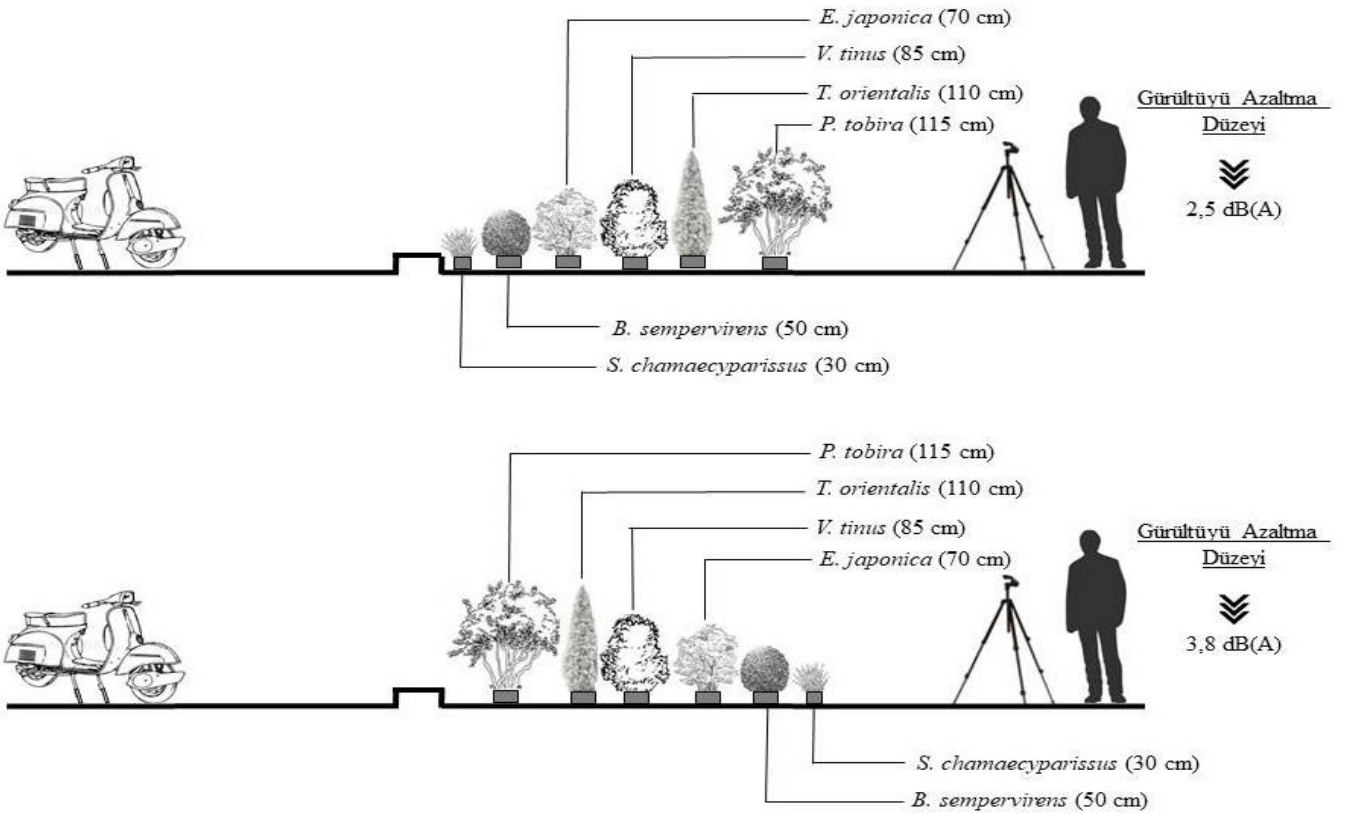
Şekil 4. Beş farklı tür ile oluşturulan bitki perdesine ait ölçüm

Bitki perdesinde farklı boylu türler kullanılarak gerçekleştirilen yükseklik kademelenmesinin gürültü kontrolü üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla, altılı bitki perdesinin dizilimi değiştirilerek farklı bir deneme yapılmıştır (Şekil 6). Önceki denemelerde en alçak boylu bitki gürültü kaynağına doğru yer alırken, bu denemede en yüksek boylu olan tür

gürültü kaynağının olduğu kısma yerleştirilmiş, yani boy sırası tersine çevrilmiştir. Her iki sıralamada da aynı türler kullanılarak gerçekleştirilen bu denemede, bitki perdesinin gürültü düzeyini 3,8 dB(A) azalttığı belirlenmiştir. Bu sonuç, yüksek boylu bitkinin gürültü kaynağına yakın konumlandırılması durumunda, gürültünün daha etkin biçimde kontrol edilebileceğini göstermektedir.



Şekil 5. Ölçüm cihazı yüksekliği değiştirilerek gerçekleştirilen ölçümler



Şekil 6. Yükseklik kademelenmesi değiştirilerek gerçekleştirilen ölçümler

SONUÇLAR

Bu çalışmada, trafik gürültüsünün kontrolünde bazı ağaççık ve çalı formlu bitki türlerinden perdeleme elemanı olarak yararlanma olanaklarının incelenmesi amaçlanmıştır.

Elde edilen sonuçlar, diğer araştırmalar ile benzer şekilde (Ustasüleyman, 1998; Aktaş, 2002; Erdoğan ve Yazgan, 2007; Mutlu, 2010), bitki perdelerinin gürültü kontrolünde etkin bir araç olarak kullanılabilceğini göstermiştir.

Tek başlarına veya farklı kombinasyonlarda kullanılmaları durumunda dahi, bu çalışmada değerlendirilen çalı ve ağaççık türü bitkiler gürültü düzeyinin azaltılmasında etkin rol oynamışlardır (Özer ve ark., 2008).

Çalışma ile elde edilen bulgulardan yola çıkılarak ulaşılan bazı değerlendirmeler ve öneriler, önceki benzer araştırmalara ait sonuçlar da göz önüne alınarak aşağıda özetlenmiştir:

- Tek tür kullanılarak yapılan ölçümlerde *Pittosporum tobira*'nın en etkin sonucu vermesi; geniş yapraklı, gelişmiş ve geniş tepe taç yapısına sahip, yüksek boylu bitkilerin gürültü kontrolünde daha başarılı sonuçlar verebileceğine işaret etmektedir (Posada ve ark., 2009; Mutlu, 2010; Önder ve Koçbeker, 2012).
- *Pittosporum tobira* ile hemen hemen aynı boya ve sık dokuya sahip olmakla birlikte, *Thuja orientalis* "pyramidalis" in gürültü düzeyini azaltmada daha az başarılı olmasının nedeninin, tepeye doğru daralan taç yapısı ve pulsu yaprak dokusu olduğu düşünülmektedir.
- Birden fazla tür ile tesis edilen bitki perdelerinde, gürültü kaynağından alıcıya doğru yükselen bir kademelenmenin oluşturulması, gürültü düzeyinin azaltılmasında önemli bir etki meydana getirmemiştir. Etkin bir perdeleme için, gürültü kaynağına yakın kesimde yüksek boylu bitki türlerine yer verilmesi gerektiği anlaşılmıştır.
- Bitki perdesini meydana getiren sıra sayısının – yani perde genişliğinin – artırılması gürültü düzeyinin azaltılmasında önemli rol oynamıştır (Erdoğan ve Yazgan, 2007; Kalansuriya ve ark., 2009; Önder ve Koçbeker, 2012).
- Bitki perdesinin yüksek boylu bireylerden meydana getirilmesi, gürültü düzeyinin azaltılmasında önemli etkiye sahiptir.
- Gürültü önleyici bitki perdelerinin oluşturulmasında, yörenin doğal bitki örtüsünde yer alan türlere yer verilmesi önerilmektedir. Çünkü doğal türler; çevre koşullarına kolay uyum sağlayabilmekte ve ideal gelişim özellikleri nedeniyle kendilerinden beklenen fiziksel performansları sergileyebilmektedirler (Erdoğan ve Yazgan, 2007; Önder ve Koçbeker, 2012)
- Bitki perdelerinin gürültü kontrolündeki rolünü belirlemede farklı bakış açıları geliştirmek ve

farklı bitki türleri ile sınırsız sayıda kombinasyonlar deneyerek ölçümleri artırmak mümkündür. Bu çalışma kapsamında uygulanan yöntemler ve ortaya konulan bulgular, deneysel bir araştırma ürünü olup gelecekte gerçekleştirilecek benzer çalışmalara ışık tutma niteliği taşımaktadır. Çalışma ile ulaşılan sonuçların ve ortaya konulan değerlendirmelerin, çevre sorunlarının insanlar üzerindeki etkilerinin azaltılmasına yönelik uygulamalara katkı sağlaması beklenmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2017/2-59M nolu araştırma projesi kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akay, A., 2015. Kent İçi Alanlarda Trafik Gürültüsünün Bitki Kullanımı İle Kontrolü: Konya-İstanbul Çevre Yolu Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Aktaş, Y., 2002. Kent İçi Alanlarda Bitki Kullanımı ile Gürültü Kontrolü (İstanbul, Maslak-Zincirlikuyu Hattı Örneğinde). Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Anonymous, 2009a. Ensuring quality of life in Europe's cities and towns: Tackling the environmental challenges driven by European and global change. European Environment Agency, Report no: 5/2009.
- Anonymous, 2009b. HD2010 Integrating Sound Level Meter Spectrum Analyzer, Rev. 3.5, Delta OHM SRL, Italy, Pp. 160.
- Bayramoğlu, E., Işık, Ö. B., Demirel, Ö., 2014. Gürültü Kirliliğinin Kent Parklarına Etkisi ve Çözüm Önerileri: Trabzon Kenti Örneği. İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 4, 9, 35-42.
- Doygun, N., 2016. Analysing Traffic Noise on the Avsar Campus of the Kahramanmaraş Sutcu Imam University. Inonu University Journal of Art and Design, 6(14), 1-11. DOI: 10.16950/iustd.32311
- Doygun, H., Gürün, D. K., 2008. Analysing and mapping spatial and temporal dynamics of urban traffic noise pollution: a case study in Kahramanmaraş, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 142, 65-72.
- Erdoğan, E., Yazgan, M., 2007. Kentlerde Trafik Gürültüsü Sorununu Azaltmada Peyzaj Mimarlığı Çalışmaları: Ankara Örneği. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 4 (2), 201-210.
- Kalansuriya, C. M., Pannila, A. S., Sonnadara, D. U. J., 2009. Effect of roadside vegetation on the reduction of traffic noise levels. Proceedings of the Technical Sessions, Institute of Physics – Sri Lanka, 25, 1-6.
- Morova, N., Şener, E., Terzi, S., Beyhan, M., Harman, B. İ., 2010. Süleyman Demirel Üniversitesi Yerleşkesinin Gürültü Haritalarının Coğrafi Bilgi

- Sistemleri ile Hazırlanması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 14-3, 271-278.
- Mutlu, Z., 2010. Konya Kentiçi Trafik Gürültüsünün Engellenmesinde Kullanılacak Bazı Bitkiler Üzerinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Önder, S., Koçbeker, Z., 2012. Importance of the Green Belts to Reduce Noise Pollution and Determination of Roadside Noise Reduction Effectiveness of Bushes in Konya. *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, 6 (6), 373-376.
- Özer, S., Irmak, M. A., Yılmaz, H., 2008. Determination of roadside noise reduction effectiveness of *Pinus sylvestris* L. and *Populus nigra* L. in Erzurum, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 144:191-197.
- Posada, M. I., Arroyave, M. P., Fernandez, C., 2009. Influencia de la Vegetación en los Niveles de Ruido Urbano. *Revista Escuela de Ingeniería de Antioquia*, 12, 79-89.
- Renterghem, T., Botteldooren, D., 2016. View on outdoor vegetation reduces noise annoyance for dwellers near busy roads. *Landscape and Urban Planning*, 148, 203-215.
- Stanners, D., Bourdeau, P. (Eds.), 1995. Europe's environment: the Dobris assessment. European Environment Agency, EC DG XI and Phare, Copenhagen, Denmark, 676 pp.
- Ustasüleyman, T., 1998. Gürültü Sorunu ve Gürültünün Azaltılmasında Bitkisel Materyalin Kullanımı ile İlgili Ölçüm Yöntemleriyle Yapılmış Çalışmaların Derlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- WHO (World Health Organization), 2012. Methodological guidance for estimating the burden of disease from environmental noise. T. Hellmuth, T. Classen, R. Kimvand, S. Kephelopoulos (Eds.), WHO Regional Office for Europe, 69p.
- Yeşil, M., Atabeyoğlu, Ö., Yeşil, P., 2015. Karayollarının kent içi trafik gürültüsü düzeyine etkisi: Ordu kent merkezi örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 16(2): 177-182.
- Zannin, P. H. T., Ferreira, A. M. C., Szemeretta, B., 2006. Evaluation of noise pollution in urban parks. *Environmental Monitoring and Assessment*, 118, 423-433.
- Zannin, P. H. T., Engel, M. S., Fiedler, P. E. K., Bunn, F., 2013. Characterization of environmental noise based on noise measurements, noise mapping and interviews: A case study at a university campus in Brazil. *Cities*, 31, 317-327.

Farklı Yem Sunum Yöntemlerinin Siyah Alaca Buzağuların Büyüme Performansı, Yem Tüketimi ve Bazı Davranış Özellikleri Üzerine Etkileri

Recep AYDIN¹, Mete YANAR¹, Abdülkerim DİLER², Rıdvan KOÇYİĞİT¹, Olcay GÜLER³, Mehmet AVCI¹

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, ²Atatürk Üniversitesi Erzurum Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, ³Atatürk Üniversitesi, Hıms Meslek Yüksekokulu, Laborant ve Veteriner Sağlığı Bölümü
✉ : mtyanar@gmail.com

DOI:10.18016/ksudobil.381128

Makale Tarihi

Received : 19.01.2018

Accepted : 19.02.2018

Anahtar Kelimeler

Siyah Alaca, buzağı, yem sunum yöntemleri, canlı ağırlık artışı, davranış özellikleri

Araştırma Makalesi

ÖZET

Bu çalışma, iki farklı yem sunum metodunun Siyah Alaca buzağularının büyüme performansı, yem alımı, yemden yararlanma ve bazı davranış özellikleri üzerine etkilerini araştırmak üzere yürütülmüştür. Yem sunum grupları: 1. Kıyılmış kuru çayır otu ve kesif yem karışımı (KR), 2. Doğal formda kuru çayır otu ve kesif yem iki ayrı yemlikte sunumu (AAR) şeklinde oluşturulmuştur. Toplam 25 adet Siyah Alaca buzağı (14' ü KR grubunda, 11'i AAR grubunda olmak üzere) araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, buzağuların 3 ay (P<0.05) ve 6 ay (P<0.01) ağırlıkları ile sütten kesim-3 ay arası (P<0.05), 3-6 ay arası (P<0.01) günlük canlı ağırlık artışlarının AAR lehine olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca doğum-6 aylık yaş periyodunda, AAR yöntemiyle beslenen buzağuların, KR ile yemlenenlere göre daha fazla (P<0.01) yem tükettikleri, ancak yemden yararlanma dereceleri bakımından muamele grupları arasında önemli bir farkın bulunmadığı da belirlenmiştir. İki farklı yemleme yönteminin, doğum-6 aylık yaş periyodunda göğüs derinliği ve göğüs çevresi gelişimi açısından AAR lehine önemli (P<0.05) etkileri olmuştur. Deneme süresince AAR yöntemiyle yemlenen buzağularda daha az (P<0.01) oranda ayakta durma ve daha fazla (P<0.01) yem yeme ile su içme (P<0.05) davranışları gösterdikleri de saptanmıştır. Sonuç olarak, Siyah Alaca buzağularına doğal formda ve kesif yemden ayrı olarak verilen kaba yem (AAR yöntemi), karışık rasyonla yemlemeye göre daha fazla ağırlık artışı ve yem tüketimine neden olduğu, yemden yararlanma derecesini olumsuz yönde etkilemediği tespit edilmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi koşullarında yetiştirilen Siyah Alaca buzağularını AAR yöntemiyle yemlemenin daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Effects of Different Feed Presentation Methods on the Growth Performance, Feed Intake and Some Behavioral Traits of Holstein Friesian Calves

ABSTRACT

This study was carried out to investigate effects of the two different feed presentation methods on the growth performance, feed intake, feed efficiency and some behavioral traits of Holstein Friesian calves. Feed presentation groups are: 1. Mixture of chopped dry hay and concentrate (MR), 2. Presentation of the concentrate and dry hay at natural form in two different feed bunks (SR). A total of 25 Holstein Friesian calves (14 heads in MR group; 11 heads in SR group) was used as research material. Results of the study revealed that 3 months (P<0.05) and 6 months (P<0.01) weights as well as weight gains between weaning and 3 months of age (P<0.05) and between 3 and 6 months (P<0.01) were in favor of SR. Additionally, calves fed according to SR method consumed higher (P<0.01) amount of feed compared to those in MR group, but it was also found out that there was no

Article History

Geliş : 19.01.2018

Kabul : 19.02.2018

Keywords

Holstein Friesian, calf, feed presentation methods, weight gain, behavioral traits

Research Article

significant difference between treatment groups concerning feed efficiency values. Two different feed presentation methods had significant influence ($P<0.05$) on the gains of hearth depth and hearth girth in a period between birth and 6 months of age in favor of MR. It was also determined that calves fed according to SR method had lower ($P<0.01$) percentage of time spent for standing behavior and greater percentage of time spent for feeding ($P<0.01$) and drinking water ($P<0.05$) during the trial. As a result, presentation of the concentrate and dry hay at natural form in two different feeders (SR) to the Holstein Friesian calves resulted in higher weight gain as well as feed intake compared to MR feeding, and it did not affect adversely feed efficiency value. For that reasons, it was concluded that SR method was more appropriate for the Holstein Friesian calves raised under conditions of the Eastern Anatolian Region.

To Cite : Aydın R, Yanar M, Diler A, Koçyiğit R, Güler O, Avcı M. 2018. Farklı Yem Sunum Yöntemlerinin Siyah Alaca Buzağuların Büyüme Performansı, Yem Tüketimi ve Bazı Davranış Özellikleri Üzerine Etkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(4):607-614, DOI:10.18016/ksudobil.381128.

GİRİŞ

Pre-ruminant hayvanların fonksiyonel ruminant haline geçişinde, buzağuların kaba ve kesif yemleri tüketmeye başlamaları hayati bir öneme sahiptir (Coverdale ve ark. 2004). Buzağı rasyonlarında yer alacak kaba yemin içeriği ve miktarı yanı sıra, rumen içi koşullarını, uçucu yağ asitlerinin üretimini, rumen papillaların yapıları ile fonksiyonlarını etkilemesi bakımından kaba yemlerin parçacık büyüklüklerinin de ayrı bir önemi bulunmaktadır (Montoro ve ark., 2013). Çok kısa kaba yem partikül boyutlarına sahip rasyonlarla beslenen buzağularda rumen asiditesi süratle artmakta, bu durum da ruminasyonun ve salya üretiminin azalmasına yol açabilmektedir. Ayrıca, aşırı derecede kısa doğranmış kaba yemler, bu hayvanlarda rumen papillalarında keratinizasyon indensinde artışlara neden olmaktadır (Beharka ve ark., 1998). Bunun sonucu olarak, metabolik olarak aktif papilla dokusundaki azalma uçucu yağ asitlerinin absorpsiyonunun da azalmasına yol açabilmektedir. Bununla birlikte, metabolik açıdan azalan aktif dokunun telafisi için, bu tip hayvanların rumen papillalarında dallanmaların oluşmaya başladığı da Coverdale ve ark., (2004) tarafından ifade edilmiştir.

Süt sığırlarında beslenme davranışları, yemin sunulduğu şekildedir de etkilenebilmektedir. Düvelere ve ineklere kaba ve kesif yemin ayrı ayrı verildiği yemleme sistemlerinde, kaba yemin sunum öncesi bu tarz bir uygulamanın konsantre yem tüketiminin hızla gerçekleşmesini teşvik ettiği Greter ve ark., (2010) ve Maekawa ve ark., (2002) tarafından bildirilmiştir. Öte yandan, kaba ve kesif yemin karışım olarak yedirildiği düvelerde ve ergin sığırlarda, söz konusu yemlerin ayrı ayrı sunulduğu ve kaba yemin doğranmadan doğal olarak verildiği uygulamalara göre, günlük yem yeme süreleri daha uzun, ancak yem tüketim hızının daha düşük olduğu bildirilmiştir (DeVries ve von Keyserlingk, 2009; Maekawa ve ark., 2002). Yem alımı

üzerine olan bu etkiler rumen sağlığını etkileyebilir. Ayrıca fiziksel etkinliği yetersiz selüloz tüketimi sonucunda da hayvanın rumeninde hızlı bir fermentasyon ve bunu takiben pH daki hızlı düşüş ve artan asidosis riskinin de ortaya çıkması da olasıdır (Coverdale ve ark., 2004; Krause ve Oetzel, 2006).

Kaba ve kesif yemlerin yedirildiği buzağı yetiştirme programlarında, genellikle bu yemler ayrı ayrı yemliklerde buzağulara sunulur (Vasseur ve ark., 2010). Bununla birlikte, buzağulara kaba ve kesif yem maddelerinin serbest seçimli olarak buzağuların tüketim tercihine bırakıldığı serbest yemleme; toplam yem karışımı olarak adlandırılan öğütülmüş kaba yem ile kesif yemin karışımından oluşan rasyonlarla besleme; kaba yemin üzerine kesif yemin dökülerek sunulduğu yemleme yöntemi ve ayrıca kaba ve kesif yemin bir arada peletlenerek hazırlanan rasyonlarla yapılan alternatif yetiştirme yöntemleri de mevcuttur (Atwood ve ark., 2001; Miller-Cushon, 2013; Hassani ve ark., 2017).

Kaba yemin kıyılarak veya genellikle patoza vurularak ot samanı şeklinde (5 cm den kısa) kesif yemlerle birlikte karıştırılarak genç ve ergin sığırların yemlemesinde kullanılma alışkanlığı yurdumuzun birçok bölgesinde yetiştiriciler arasında yaygın olarak yapılan bir uygulamadır (Bakır ve Demirel 2001; Hozman, 2014; Diler ve ark., 2016). Bununla beraber kaba yemin doğal formda buzağı başlatma ve büyütme yemlerinden ayrı olarak ta verildiği özel sektöre ve devlete ait sığırcılık işletmeleri de mevcuttur. Bu çalışma, ülkemiz koşullarında uygulamaları mevcut olan söz konusu iki ayrı yemleme sisteminin erkek ve dişi Siyah Alaca buzağularda 6 aylık büyüme periyodun da büyüme ve gelişme performansları ile bazı davranış özellikleri üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Araştırmannın hayvan materyalini Atatürk

Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Sığırcılık Şubesi'nde doğan Siyah Alaca buzağular teşkil etmiştir. Araştırma materyali olarak deneme grubunda 14 (7 erkek, 7 dişi), kontrol grubunda ise 11 (5 erkek, 6 dişi) olmak üzere toplam 25 baş buzağı kullanılmıştır. Deneme süresince buzağular yemliklerin ve suluğun bulunduğu bireysel buzağı bölmelerinde tutulmuşlardır.

Bu çalışmada, kıyılmış kaba yem ile kesif yem karıştırılarak bir yemlikte (KR) veya kaba ve kesif yem karıştırılmadan 2 ayrı yemlikte (AAR) olmak üzere 2 farklı şekilde buzağuların tüketimine sunulmuştur. Oluşturulan KR grubunda, kaba yem olarak buzağulara verilen kuru çayır otu, ot kesme makinesiyle ortalama 5 cm uzunlukta kıyılmıştır. KR grubundaki buzağulara doğum ile 3 aylık yaş arasında verilen rasyon % 20'si kıyılmış kuru çayır otu ve % 80'ni buzağı başlatma yeminden, 3-6 aylık yaşlar arasında ise % 30'u kıyılmış kuru çayır otu ve % 70'i buzağı büyütme yeminin karıştırılmasıyla oluşturulmuştur. Diğer muamele grubundaki (AAR) buzağulara ise, kuru çayır otu kıyılmadan doğal formda olmak üzere kesif yemden ayrı olarak farklı yemliklerde sunulmuştur. Kuru çayır otu her iki grupta 0-3 aylık dönemde maksimum 0.750 kg/gün, 3-6 aylık dönemde de en çok 1.280 kg/gün olarak verilmiş, kesif yem ise her iki grupta 3 kg/gün olarak sınırlandırılmıştır. Buzağulara günlük olarak verilen yem miktarları ile bir önceki günden yemlikte kalan yemler tartılarak günlük yem tüketimleri de belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan yemlerin besin madde oranları Çizelge 1. de sunulmuştur.

Buzağulara doğum ağırlığının % 8'i kadar sabit miktarlarda süt biberonla içirilerek 49 günde süttten kesilmişlerdir. Buzağuların doğum, süttten kesim, 3 ve 6 aylık yaşlardaki ağırlıkları (100 g. hassasiyette)

hayvan baskülü yardımı ile tartılarak belirlenmiştir. Vücut gelişimlerini belirlemek üzere doğum ve 6 aylık yaşta buzağuların vücut uzunluğu, göğüs çevresi, göğüs derinliği, ön incik çevresi ve cidago yüksekliği gibi vücut ölçüleri alınmıştır.

Davranış parametreleri olarak; 1=Uzanma (Buzağının vücudu çevre veya altlıkla temasta), 2=Ayakta durma (Pasif olarak dikilme), 3=Yem yeme (Buzağının kafası yem kovaşında) ve 4=Su içme (Buzağının kafası su kovaşında) davranışları belirlenmiştir. Davranış parametreleri haftada bir defa, saat 09:00-12:00 arasında her saat başı 15 dakikada bir kez olmak üzere ahır boyunca dolaşarak ve bölmelerden en az 2.1 m uzaklıkta durularak kaydedilmiştir (Hunter ve Houpt 1989; Chua ve ark., 2002). Anlık örnekleme yöntemine göre örnekleme anında oluşan davranışlar kayıt edilerek bu özellikler için verilen kodlar sayılarak her bir davranış için harcanan zaman oransal olarak hesaplanmıştır (Martin ve Bateson 1993).

Araştırmada incelenen özellikler ile ilgili olarak elde edilen veriler SPSS istatistik paket programında general linear modelde univariyet seçeneği kullanılarak analiz edilmiştir SPSS (2004). Veriler önce cinsiyet ve yem sunum metodu interaksiyonun da bulunduğu istatistiksel modele göre faktöriyel düzenlemede 2x2 tam şansa bağlı deneme planına göre analiz edilmiş, ancak ele alınan özelliklerde interaksiyonların önemsiz olması nedeniyle interaksiyon matematiksel modelden çıkarılmıştır.

Analizlerde kullanılan matematiksel model; $Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + e_{ijk}$ şeklinde olup; Y_{ijk} : Gözlem değeri, μ : İncelenen populasyonun ortalaması, a_i : Yem sunum metodunu etkisi (KR, AAR), b_j : Cinsiyetin etkisi (Dişi, Erkek), e_{ijk} : Ortalaması sıfır, varyansı σ^2_e olan şansa bağlı hatayı göstermektedir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan yemlerin besin madde oranları (%)

Besin maddeleri	Süt	Buzağı Başlatma Yemi	Buzağı Büyütme Yemi	Kuru Çayır Otu
Kuru madde	12.0	88.0	88.0	88.0
Ham protein	3.8	18.0	17.0	7.1
Ham yağ	4.1	4.8	4.5	3.8
Ham kül	0.7	8.0	10.0	8.4
Ham selüloz	-	12.0	12.0	28.4

BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı muamele gruplarındaki erkek ve dişi buzağuların çeşitli büyüme dönemlerinde saptanan canlı ağırlıklara ait en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları Çizelge 2'de verilmiştir. Doğum ağırlıkları ve süttten kesim ağırlıkları bakımından KR ve AAR gruplarındaki buzağular arasındaki farklar, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Erkek ve dişi buzağuların doğum ağırlıkları arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemli olup ($P < 0.05$), erkek buzağular dişilerden 4.76 kg daha fazla doğum ağırlığına sahip oldukları belirlenmiştir. Benzer

şekilde, erkek buzağularda cinsiyetin doğum ağırlığı artışı üzerine yaptığı önemli etkide bulunduğu Özlütürk ve ark., (2006) tarafından da bildirilmiştir.

KR ve AAR gruplarının 3 ay ($P < 0.05$) ve 6 ay ($P < 0.01$) ağırlıkları arasındaki farklar ise istatistiksel olarak önemli olup, doğal formda kuru çayır otu ve kesif yemin verildiği gruptaki buzağular, KR grubundaki buzağulardan 3 aylık yaşta 6.63 kg, 6 aylık yaşta 13.51 kg daha fazla canlı ağırlığa sahip oldukları saptanmıştır (Çizelge 2). Bu sonuçlar, AAR grubundaki Siyah Alaca buzağuların KR grubundakilere göre daha fazla yem tüketimine

atfedilebilir. Benzer şekilde, doğal formda uzun saplı kuru yonca otu ile yemlenen Siyah Alaca buzağlarının, peletlenmiş yonca alan gruptakilere göre daha fazla canlı ağırlığa sahip oldukları Kincaid (1980) tarafından da bildirilmiştir. Öte yandan Plaza ve ark., (2009) karışık rasyonla yemlenen Siyah Alaca x Zebu melezi buzağlarının 6. ay ağırlıklarının daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Altı aylık yaş döneminde erkek buzağların dişilere göre 7.6 kg daha ağır oldukları ve bu farkın da istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli olduğu belirlenmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi koşullarında yetiştirilen Siyah Alaca buzağları, 6. ay ağırlıkları

bakımından karşılaştırıldığında, erkek ve dişilerin canlı ağırlıkları arasında önemli farkın (4.8 kg) olduğu Güler ve ark., (2003) tarafından da bildirilmiştir.

Sütten kesim öncesi ve sonrası günlük ağırlık artışlarına ait en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları Çizelge 3'te sunulmuştur. Günlük ağırlık artışı bakımından sütten kesim öncesi muamele grupları arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Sütten kesim öncesi dönemde AAR ile KR grupları arasındaki günlük canlı ağırlık artışı bakımından önemli saptanamayan fark bakımından elde edilen sonuçlar Hill ve ark., (2010)'nın bulgularıyla paralellik arz etmektedir.

Çizelge 2. Buzağların büyümenin değişik dönemlerinde canlı ağırlıklarına (kg) ait en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları

	N	Doğum Ağırlığı	Sütten Kesim Ağırlığı	3 Ay Ağırlığı	6 Ay Ağırlığı
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Genel ortalama	25	36.64±0.97	51.17±1.20	78.00±1.76	150.28±2.19
Yem Sunum Metotları		ÖS	ÖS	*	**
KR ¹	14	36.09±1.29	50.83±1.60	74.67±2.34	143.53±2.92
AAR ²	11	37.19±1.46	51.51±1.83	81.30±2.67	157.04±3.33
Cinsiyet		*	ÖS	ÖS	*
Dişi	13	34.26±1.35	49.97±1.65	77.21±2.42	146.48±3.01
Erkek	12	39.02±1.42	52.36±1.77	78.77±2.58	154.08±3.22

* $P<0.05$, ÖS: Önemli değil ($P>0.05$). ¹KR: Kıyılmış kaba yem ile kesif yemin karıştırılarak aynı yemlikte sunumu. ²AAR: Doğal formda kaba yemin, kesif yem ile karıştırılmadan ayrı yemliklerde sunumu.

Çizelge 3. Buzağlarda günlük ağırlık artışlarına (kg) ait en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları

	N	Sütten	Kesim	Sütten Kesim-3 ay	3-6 Ay Arası	Doğum-6 Ay
		Öncesi	Arası	Arası Dönem	Dönem	Arası Dönem
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Genel Ortalama	25	0.296±0.017	0.654±0.025	0.803±0.016	0.631±0.015	
Yem Sunum Metotları		ÖS	**	*	**	
KR ¹	14	0.301±0.022	0.582±0.033	0.765±0.021	0.597±0.015	
AAR ²	11	0.292±0.025	0.727±0.038	0.841±0.025	0.666±0.016	
Cinsiyet		ÖS	ÖS	*	ÖS	
Dişi	13	0.321±0.023	0.664±0.034	0.770±0.022	0.623±0.015	
Erkek	12	0.272±0.025	0.644±0.036	0.837±0.024	0.639±0.016	

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, ÖS: Önemli değil ($P>0.05$). ¹KR: Kıyılmış kaba yem ile kesif yemin karıştırılarak aynı yemlikte sunumu. ²AAR: Doğal formda kaba yemin, kesif yem ile karıştırılmadan ayrı yemliklerde sunumu.

Sütten kesim sonrası dönemde ise, canlı ağırlık artışları bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. AAR grubunda bulunan buzağların günlük ağırlık artış değerleri KR grubundakilere göre sütten kesim-3 ay arasında % 24.9 ($P<0.01$), 3-6 ay arasında % 9.9 ($P<0.05$) ve doğum-6 ay arasında % 11.5 ($P<0.01$) daha yüksek bulunmuştur. Benzer yönde Kincaid (1980) kaba yemin doğal formda yedirildiği buzağların 12 haftalık deneme süresince % 16 oranında daha fazla canlı ağırlık artışı sağladıklarını rapor etmişlerdir. Atwood ve ark. (2001)'de karışık rasyon alan

buzağların canlı ağırlık artışlarının, kaba ve kesif yemlerin ayrı yemliklerde sunulduğu gruba göre daha yavaş olduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan, Nissanka ve ark., (2010) buzağlara kıyılmış kaba yemle kesif yemin karıştırılarak sunulduğunda kaba ve kesif yemi ayrı alan gruba göre daha yüksek günlük canlı ağırlık artışı yaptığını bildirmişlerdir.

Cinsiyet grupları açısından incelendiğinde, 3-6 ay arası dönemde erkek buzağlar, dişilerden % 8.7 daha fazla ($P<0.05$) ağırlık kazandıkları saptanmıştır. Bu sonuç, Turgut ve ark., (1997) ile uyum içerisinde olup

erkek buzağuların dişi buzağulara göre önemli derecede yüksek ($P<0.05$) günlük canlı ağırlık artışı (% 8) yaptıklarını bildirmişlerdir.

KR ve AAR gruplarındaki erkek ve dişi buzağularca tüketilen yem miktarlarına (kuru madde cinsinden) ait en küçük kareler ortalamaları ile standart hataları Çizelge 4'te sunulmuştur. Yem tüketimi bakımından süttten kesim öncesi ($P<0.05$) ve süttten kesim sonrası ($P<0.01$) dönemlerde yem sunum grupları (KR ve AAR) arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. AAR grubundaki buzağuların KR grubundakilere göre toplam yem tüketimi daha fazla olmuştur. Bu farklılıklar süttten kesim öncesi % 15.9, süttten kesim-3 ay arası % 18.5, 3-6 ay arası % 14.2, doğum-6 ay arasında ise % 18.1 olarak saptanmıştır. Benzer şekilde, Turgut ve ark., (1997) kıyılmış formda kuru çayır otu ile yemlenen buzağuların doğal formda kaba yem alan gruba göre, süttten kesim-6 aylık yaş döneminde önemli derecede ($P<0.05$) daha az miktarda yem alımı yaptıklarını rapor etmişlerdir. Karışık rasyonlarla beslenen süt ırkı buzağuların yem tüketim miktarlarının önemli ölçüde azaldığı DeVires ve von Keyserlingk (2009) ve Miller-Cushon ve ark., (2013) tarafından da saptanmıştır. Paralel bulgular Iraitra ve ark., (2012) tarafından da bildirilmiş olup, kesif ve kaba yemin ayrı yemliklerde verildiği ortalama 114 baş Sarı Alaca dişi dananın günlük canlı ağırlık artışlarının, bu yemlerin karıştırılarak bir yemlikte sunulan hayvanlara nazaran önemli derecede ($P<0.05$) fazla olduğu saptanmıştır.

Büyümenin farklı devrelerinde cinsiyet grupları arasında yem tüketimi açısından istatistiksel anlamda önemli bir fark belirlenememiş olup, bu sonucun

Turgut ve ark., (1997)'nin bulgularıyla uyum içerisinde olduğu saptanmıştır.

Deneme gruplarında 1 kg ağırlık artışı için tüketilen yem miktarları Çizelge 5'te sunulmuştur. Yemden yararlanma değerlerine bakıldığında tüm deneme süresi içinde yemden yararlanma bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık gözlenmemiştir. KR grubundaki yüksek canlı ağırlık artışı ve yüksek yem tüketiminin sonucunda yemden yararlanma dereceleri her iki deneme grubunda benzer olarak bulunmuştur. Bu sonucun Iraitra ve ark., (2012)'nin bulguları ile de uyum içerisinde olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde, Hill ve ark., (2010), 56 gün süre ile yürütülen bir çalışmada, kıyılmış ot ile doğal formda kuru çayır otu ve kesif yem alan buzağularda yemden yararlanma değerleri arasında önemli bir fark bulunmadığını rapor etmişlerdir.

Altı aylık dönemde, büyümenin diğer bir göstergesi olan buzağuların çeşitli vücut ölçülerinde sağlanan artışlara ait en küçük kareler ortalamaları ile standart hataları Çizelge 6'da sunulmuştur.

Muamele grupları arasında göğüs derinliği (3.1 cm) ve göğüs çevresinde (4.3cm) AAR lehine önemli ($P<0.05$) farklılıklar saptanmıştır. Genel olarak incelendiğinde, vücut ölçülerindeki artışlar bakımından AAR grubundaki buzağuların, KR grubuna göre 6 aylık periyotta vücut ölçülerinde rakamsal olarak nispeten daha fazla bir gelişme sağladığı belirlenmiştir. Hill ve ark., (2010)'da vücut ölçülerindeki artış bakımından, kıyılmış veya natürel formda kaba yem alan deneme grupları arasında önemli bir fark tespit edememişlerdir.

Çizelge 4. Buzağularda tüketilen yem miktarlarına (kg) ait en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları

	N	Süttten Kesim Öncesi	Süttten Kesim-3 Ay Arası Dönem	3-6 Ay Dönem	Ayası Arası Dönem	Doğum-6 Ay Arası Dönem
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Genel Ortalama	25	30.45±1.09	80.48±2.12	323.16±5.57	437.09±12.04	
Yem Sunum Metotları		*	**	**	**	
KR ¹	14	28.21±1.46	73.68±2.82	301.79±6.76	400.77±16.04	
AAR ²	11	32.69±1.66	87.29±3.22	344.53±7.71	473.41±18.30	
Cinsiyet		NS	NS	NS	NS	
Dişi	13	31.06±1.51	82.62±2.92	319.96±6.99	424.74±16.58	
Erkek	12	29.84±1.61	78.34±3.12	326.36±7.46	449.44±17.71	

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, ÖS: Önemli değil ($P>0.05$). ¹KR: Kıyılmış kaba yem ile kesif yemin karıştırılarak aynı yemlikte sunumu.

²AAR: Doğal formda kaba yemin, kesif yem ile karıştırılmadan ayrı yemliklerde sunumu.

Çizelge 5. Buzağılarda 1 kg ağırlık artışı için tüketilen yem miktarlarına ait en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları

	N	Sütten Öncesi	Kesim Sütten Arası	Kesim-3 Ay 3-6 Ay Dönem	Doğum-6 Ay Arası Dönem
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Genel Ortalama	25	2.28±0.18	3.10±0.15	4.50±0.09	3.84±0.08
Yem Sunum Metotları		ÖS	ÖS	ÖS	ÖS
KR ¹	14	2.04±0.24	3.23±0.19	4.44±0.13	3.75±0.10
AAR ²	11	2.52±0.27	2.96±0.22	4.56±0.14	3.93±0.12
Cinsiyet		ÖS	ÖS	ÖS	ÖS
Dişi	13	2.14±0.24	3.05±0.20	4.64±0.13	3.79±0.11
Erkek	12	2.41±0.26	3.09±0.22	4.36±0.14	3.89±0.11

ÖS: Önemli değil (P>0.05). ¹KR: Kıyılmış kaba yem ile kesif yemin karıştırılarak aynı yemlikte sunumu. ²AAR: Doğal formda kaba yemin, kesif yem ile karıştırılmadan ayrı yemliklerde sunumu.

Çizelge 6. Buzağılarda doğum 6 ay arası vücut ölçülerindeki artışlara (cm) ait en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları

	N	Vücut Uzunluğu	Cidago Yüksekliği	Göğüs Derinliği	Göğüs Çevresi	Ön İncik Çevresi
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Genel Ortalama	25	32.4±0.9	26.4±1.0	13.8±0.6	45.1±1.1	3.3±0.2
Yem Sunum Metotları		ÖS	ÖS	*	*	ÖS
KR ¹	14	31.0±1.2	24.8±1.2	12.3±0.8	42.9±1.4	3.3±0.2
AAR ²	11	33.8±1.4	28.0±1.4	15.4±0.9	47.2±1.7	3.3±0.3
Cinsiyet		*	ÖS	ÖS	ÖS	ÖS
Dişi	13	34.3±1.2	28.0±1.2	14.4±0.8	45.3±1.4	3.0±0.2
Erkek	12	30.5±1.4	24.8±1.4	13.3±0.9	44.8±1.7	3.5±0.3

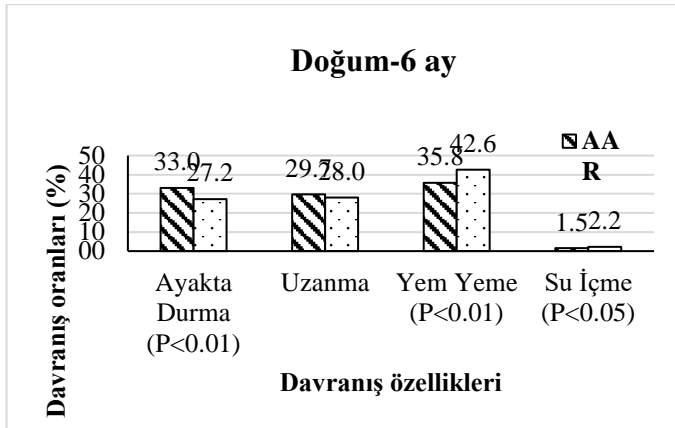
*P<0.05, ÖS: Önemli değil (P>0.05). ¹KR: Kıyılmış kaba yem ile kesif yemin karıştırılarak aynı yemlikte sunumu. ²AAR: Doğal formda kaba yemin, kesif yem ile karıştırılmadan ayrı yemliklerde sunumu.

Buzağılarda doğum-6 ay arası tespit edilen davranış özelliklerine ait sonuçlar Şekil 1'de sunulmuştur. Buzağılık dönemi süresince farklı yem sunumları ile yemlenen buzağılar arasında ayakta durma, yem yeme (P<0,01) ve su içme davranışlarında önemli (P<0,05) farklılıklar saptanmıştır. AAR grubundaki buzağılar, KR grubundakilere göre günlük % 19.0 oranında daha sık yem yeme, % 46.7 oranında da daha sık su içme davranışları gösterdikleri saptanmıştır. Bu sonuçlar, Çizelge 4 te sunulan söz konusu grubun yüksek yem tüketimini değerlerini açıklayan bir bulgu mahiyetindedir. Benzer sonuç, Greter ve ark. (2010) tarafından da bildirilmiş olup yemlemeyi takip eden zaman dilimi içerisinde, orjinal formda sunulan kaba yemle birlikte kesif yemin, kıyılmış kuru ot ve kesif yem karışım rasyonuna göre daha uzun süre buzağılarda yem yeme davranışına neden olduğu rapor edilmiştir. Miller-Cushon ve ark., (2013) da yem dağıtımının yapıldığı saatte KR grubundaki buzağuların, yem yeme için, kaba ve kesif yemlerin ayrı ayrı sunulduğu buzağılara göre daha az zaman harcadıklarını bildirmişlerdir. Öte yandan, buzağılara ait bulguların aksine, düvelerde ve ineklerde karışık rasyonlarla beslenmenin bu hayvanlarda yem yeme davranışlarında bir artışa neden olduğu Maekawa ve

ark., (2002) ile DeVires ve von Keyserlingk (2009) tarafından da ifade edilmiştir. Ayrıca, KR grubundaki buzağuların günün önemli bir kısmını ayakta geçirirken, AAR grubundakiler daha ziyade yatma davranışı sergilemişlerdir. Bu sonuçun Iraira ve ark., (2012)'nin bulgularıyla uyum içerisinde olduğu görülmüştür.

SONUÇ

Bu çalışmada kaba yemlerle kesif yemlerin ayrı yemliklerde sunulmasının Siyah Alaca buzağuların 3 ve 6. aylarda saptanan canlı ağırlıkları ile sütten kesim sonrası canlı ağırlık artışları üzerine pozitif yönde önemli etki yaptığı, yem tüketimini artırırken yemden yararlanma derecesi üzerine olumsuz etki yapmadığı da tespit edilmiştir. Ayrıca doğal formdaki kaba yem ile kesif yemin karıştırılmadan verilmesinin yem yeme, su içme gibi beslenmeye yönelik davranışların görülme sıklığında bir artışa, ayakta durma davranışında da azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, Siyah Alaca buzağulara kaba yemlerin doğal formuyla ve kesif yemden ayrı olarak sunulmasının daha uygun olacağı kanaatine varılmıştır.



Şekil 1. Buzagalarda doğum-6 ay arası davranış özellikleri

KAYNAKLAR

- Atwood SB, Provenza FD, Wiedmeier RD, Banner RE 2001. Influence of Free-Choice vs Mixed-Ration Diets on Food Intake and Performance of Fattening Calves. *Journal of Animal Science*, 79: 3034-3040.
- Bakır G, Demirel M 2001. Van İli ve İlçelerindeki Sığırcılık İşletmelerinde Kullanılan Yem Çeşitleri ve Hayvan Besleme Alışkanlıkları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(1): 29-37.
- Beharka AA, Nagaraja TG, Morrill JL, Kennedy GA, Klemm, RD 1998. Effect of Form of Diet on Anatomical Microbial and Fermentative Development of The Rumens Neonatal Calves. *Journal of Dairy Science*, 81:1946-1955.
- Chua B, Coenen E, Delen J, Weary DM 2002. Effects of Paired Versus Individual Housing on The Behaviour and Performance of Dairy Calves. *Journal of Dairy Science*, 85:360-364.
- Coverdale JA, Tyler HD, Quigley JD, Brumm JA 2004. Effect of Various Levels of Forage and Form of Diet on Rumens Development and Growth in Calves. *Journal of Dairy Science*, 87: 2554-2562.
- DeVries TJ, von Keyserlingk MA G 2009. Feeding Method Affects The Feeding Behavior of Growing Dairy Heifers. *Journal of Dairy Science*, 92:1161-1168.
- Diler A, Koçyiğit R, Yanar M, Aydın R, Güler O, Avcı M 2016. Erzurum İli Hınıs İlçesi Sığırcılık İşletmelerinde Sığır Besleme Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma. *Anadolu Tarım Bilim. Derg. Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 31(1):149-156.
- Greter AM, Leslie KE, Mason GJ, McBride BW, DeVries TJ 2010. Effect of Feed Delivery Method on The Behavior and Growth of Dairy Heifers. *Journal of Dairy Science*, 93: 1668-1676.
- Güler O, Yanar M, Bayram B 2003. Effect of Different Milk Feeding Schedules on the Growth and Feed Conversion Efficiencies in Holstein Friesian and Brown Swiss Calves. *Indian Journal of Animal Science*, 73(11):1278-1280.
- Hassani MW, Görgülü M, Göncü S 2017. Effect of Choice Feeding in The Pre-Weaning Period on The Growth Performance of Calves During The Pre- and Post-Weaning Periods. *Asian Research Journal of Agriculture*, 5(1): 1-8.
- Hill TM, Bateman HG, Aldrich JM, Schlotterbeck RL 2010. Roughage Amount, Source, and Processing for Diets Fed to Weaned Dairy Calves. *The Professional Animal Scientist*, 26:181-187.
- Hozman SB 2014. Sivas İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Üye Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Hayvan Besleme Uygulamaları. *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 144 s.
- Hunter L, Houpt KA 1989. Bedding Material Preferences of Ponies. *Journal of Animal Science*, 67:1986-1991.
- Iraira S, Ruiz de la Torre J, Rodríguez-Prado M, Manteca X, Calsamiglia S, Ferret A 2012. Effect of Feeding Method on Intake and Behaviour of Individually Reared Beef Heifers Fed Concentrate Diet from 115 to 185 kg of Body Weight. *Animal*, 6:1483-1490.
- Kincaid RL 1980. Alternate Methods of Feeding Alfalfa to Calves. *Journal of Dairy Science*, 63: 91-94.
- Krause KM, Oetzel GR 2006. Understanding and Preventing Subacute Ruminal Acidosis in Dairy Herds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 126: 215-236.
- Martin P, Bateson P 1993. *Measuring Behaviour*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Maekawa M, Beauchemin KA, Christensen DA 2002. Effect of Concentrates Level and Feeding Management on Chewing Activities, Saliva Production and Ruminal pH of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 85:1165-1175.
- Miller-Cushon EK, Bergeron R, Leslie KE, Mason GJ, DeVries TJ 2013. Effect of Early Exposure to Different Feed Presentations on Feed Sorting of Dairy Calves. *Journal of Dairy Science*, 96(7): 4624-4633.
- Montoro C, Miller-Cushon EK, DeVries TJ, Bach A 2013. Effect of Physical Form of Forage on Performance, Feeding Behavior, and Digestibility of Holstein Calves. *Journal of Dairy Science*, 96(2): 1117-1124.
- Nissanka N, Bandara R, Disnaka K 2010. A Comparative Study on Feeding of Total Mixed Ration vs Conventional Feeding on Weight Gain in Weaned Friesian Heifers Under Tropical Environment. *Journal of Agricultural Sciences*, 5(1):42-51.
- Özlütürk A, Yanar M, Tüzemen N, Kopuzlu S 2006. Calving and Preweaning Growth Performance Traits of Calves Sired by Charolais, Simmental and

- Eastern Anatolian Red Bulls. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 30: 257-263.
- Plaza J, Martínez Y, Ibalmea R 2009. Roughage Handling in The Feeding of Reposition Female Calves. Cuban Journal of Agricultural Science, 43(1): 17-19.
- SPSS (2004). SPSS 13.0 for Windows, Release 13.0. SPSS Inc. Chicago, IL, USA.
- Turgut L, Yanar M, Tüzemen N, 1997. Kaba Yem Formunun Esmer Buzağlarda Büyüme ve Yemden Yararlanma Özelliklerine Etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12 (3):11-22.
- Vasseur E, Borderas F, Cue RI, Lefebvre D, Pellerin D, Rushen J, Wade KM, de Passillé AM 2010. A Survey of Dairy Calf Management Practices in Canada that Affect Animal Welfare. Journal of Dairy Science, 93:1307–1315.

Tanenlerin Kanatlı Hayvan Beslemede Etkileri

Süleyman ÇALIŞLAR 

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Kahramanmaraş
✉ : scalislar@ksu.edu.tr

ÖZET

Tahıl, baklagil, sebze ve meyvelerde bulunan en önemli ikincil metabolitlerden birisi de tanenlerdir. Tanenler, azot içermeyen, hidrolize ve kondense şekillerde olan, amorf yapıdaki polimerik fenolik bileşiklerdir. Hidrolize olabilen tanenler bitkilerde daha az miktarlarda bulunurlar. Kondense tanenler ise, hidroliz ile parçalanmaya dayanıklı flavonoid ünitelerinden meydana gelmiştir. Tanenler, antioksidan, antikanserojen, antimikrobiyal ve antiparaziter fonksiyonlara sahiptirler. Diğer yandan anti besinsel özellikleri nedeniyle kanatlı hayvanlar üzerinde bazı olumsuz etkileri vardır. Ruminantlarla karşılaştırıldığında kanatlı hayvanlar, tanenlere karşı daha hassastırlar. Yüksek miktardaki tanenler, kanatlı hayvanlarda iştahın azalması ve buna bağlı olarak yem tüketiminin düşmesi, besin emiliminin kötüleşmesi vb. gibi performans kayıplarına yol açarlar. Ayrıca güçlü bir karaciğer ve böbrek zehiri olarak da bilinen tanenler, kanatlı hayvanların yemek borusunda tahrişe, kursak, taşlık ve duodenumda nekrozlara, kemik bozukluklarına ve dokularda çeşitli düzeyde patolojik değişimlerin meydana gelmesine neden olurlar.

Bu derlemede, tanenin özellikleri, sınıflandırılması, kanatlı hayvanlarının beslenmesindeki genel etkileri ve tanen miktarını azaltan uygulamalar incelenmiştir.

DOI:10.18016/ ksudobil.359982

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 01.12.2017
Kabul tarihi : 15.01.2018

Anahtar Kelimeler

Tanen,
Fenolik bileşik,
kanatlı besleme

Derleme Makale

Effects of Tannins on Poultry Nutrition

ABSTRACT

One of the most important secondary metabolite found in cereals, legumes, vegetables and fruits is tannins. Tannins are polymeric phenolic compounds in the amorphous structure which are nitrogen-free, hydrolyzed and condensed forms. Tannins that can be hydrolyzed are found in smaller amounts in plants. Condensed tannins have flavonoid units resistant to hydrolysis.

Tannins have antioxidant, anticarcinogenic, antimicrobial and antiparasitic functions. On the other hand, due to their anti-nutritional contents, they have some negative effects on poultry. According to ruminants, poultry are more sensitive to tannins. High amounts of tannins lead to performance losses in poultry, such as reduced appetite, reduced feed intake, and poor absorption of nutrients etc. Tannins, also known as potent liver and kidney poisons, cause poultry to develop bone disorders and pathological changes at various levels in tissues, irritation in esophagus, necrosis in crop, gizzard, and duodenum.

In this review, the characteristics of tannins, their classification, the general effects of tannins on feeding of poultry and practices that reduce the amount of tannins have been examined.

Article History

Received : 01.12.2017
Accepted : 15.01.2018

Keywords

Tannin,
Phenolic compound,
Poultry nutrition

Review Article

To cite : Çalışlar S 2018. Tanenlerin Kanatlı Hayvan Beslemede Etkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(4): 615-623, 2018.
DOI:10.18016/ ksudobil.359982

GİRİŞ

Tanenlerin fizyolojik etkilerine, fayda veya zararlarına (toksikite) ilişkin çeşitli bilgiler mevcuttur. Yapılan

araştırmalarda, tanenlerin, antioksidan (McCune ve Johns, 2002; Yılmaz ve Toledo, 2004) antikanserojen (Goun ve ark., 2002) antibakteriyel (Akiyama ve ark.,

2001; Funatogawa, 2004), antiviral (Lin ve ark., 2004), iltihaplanmayı önleyici (Kaur ve ark., 2004) ve antiparaziter (Kolodziej ve Kiderlen, 2005) etkilere sahip oldukları belirtilmiştir.

Tahıl taneleri, baklagil tohumları, kestane, meşe palamudu, sumak, sorgum gibi bitkilerde fazla miktarda bulunan tanenler, besinsel etkilerin yanında antibesinsel etkiler de gösterirler (Khanbabaee ve Ree, 2001; Ağma Okur, 2010). Tohuma göre tohum kabuğu 10 kat daha fazla tanen içerir (Yalçın, 2013). Buruk ve acı bir tada sahip olan tanenler, tohumun ve neslin muhafazasını sağlar (Aktaş ve Akkan, 2011).

Tanenler yüksek sayıda serbest hidroksil grubu içerdiklerinden proteince, karbonhidratlara (Olomu, 1995; Hagerman, 2002; Goel ve ark., 2005) kalsiyum, fosfor, magnezyum ve B12 vitaminine bağlanmak suretiyle (Silanikove ve ark., 2001; Min ve ark., 2013) besinlerden yararlanmayı azaltırlar (Arigator ve Samman, 1994; Aydın ve Üstün, 2007; Yalçın, 2013).

Kanatlı hayvanlar, ruminantlara göre tanene karşı daha hassastırlar (Yalçın, 2013). Yüksek oranda tanen içeren yemler ile beslenen kanatlı hayvanlarda, yem tüketiminde azalma, gelişmede gerileme, yemden yararlanmada kötüleşme, canlı ağırlıkta azalma gibi verim kayıpları meydana gelmektedir (Reyes Sanchez ve ark., 2000; Kumar ve ark., 2007). Güçlü bir karaciğer ve böbrek zehiri olarak da bilinen tanenlerin yüksek miktarları, kanatlı hayvanların akciğer, karaciğer, kalp, ince bağırsak ve pankreas dokularında patolojik değişikliklere neden olurlar (Ortiz ve ark., 1994). Tanenlerin iritan etkisine (Reed, 1995) bağlı olarak kanatlı hayvanların yemek borusunda tahriş, kursak, proventrikulus ve duodenumda ise nekrozlar oluşmaktadır (Nyachoti ve ark., 1997). Tanen miktarına bağlı olarak etlik piliçlerin bacak kemiklerinde dışa doğru eğilme, eklemlerde şişmeler ve ayakta durmada zorlanma davranışları meydana gelmektedir (Yalçın, 2013).

Bu derlemede, tanenlerin temel özellikleri ve kanatlı hayvan beslenmesindeki genel etkileri incelenmiştir.

Tanenlerin Yapısı, Sınıflandırılması ve Etki Şekli

Tanenlerin biyosentezi, yapısı, sınıflandırılması, fonksiyonu ve hayvan beslenmesindeki etkilerine ilişkin çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Deri ve boya endüstrisinde yaygın olarak kullanılmasına (Gnanamani ve ark., 2001; Aydın ve Üstün, 2007) bağlı olarak tanen terimi ilk kez hayvan derilerini tabaklamada ortaya çıkmıştır.

Tanenler, molekül ağırlığı 500 ile 20.000 dalton arasında değişen bileşiklerdir. Protein, amino asit, alkaloid gibi çeşitli organik bileşiklere bağlanabilen, çöktürücü, büzüştürücü etkiye sahip olan ve azot içermeyen tanenler; polifenolik biyomoleküllerdir (Zivkovic ve ark., 2009). Suda koloidal çözelti

oluşturan, kristal yapıda olmayan renksiz bileşiklerdir (Martin ve Michael, 1983).

Tanenler; galo, elajik, kompleks ve kondense olmak üzere dört ana gruba ayrılırlar. Galloil üniteleri veya bunların türevlerinin; şeker, kateşin veya triterpenoid ünitelerine bağlanmasıyla "galo tanenler" oluşur. "Elajik tanenler", kateşin ünitesi içermezler ve en az iki galloil ünitesi C-C bağı ile birbirine bağlanmış durumdadır. Kateşin ünitelerinin glikozidik bağı ile galo tanenlere ya da elajik tanenlere bağlanmak suretiyle "kompleks tanenler" meydana gelir (Lewis ve Yamamoto, 1989). "Kondense tanenler" (proantosiyanidin) ise kateşin ünitelerinin 4., 6. veya 8. karbonlar üzerinden birbirlerine bağlanmasıyla oluşmuştur. Hidrolize olabilir tanen (HT) molekülünün ortasında bulunan bir adet karbonhidratın (D-glukoz) hidroksilleri zayıf asit ve zayıf bazlar tarafından kısmen veya tamamen hidrolize edilerek fenolik gruplar (galik asit vb) üretilir (Khanbabaee ve Ree, 2001; Ashok ve Upadhyaya, 2012). Tanen, tannenaz enzimi vasıtasıyla hidrolize edilir ve hidrolize tanenler toksik bileşiklerden %20 daha fazla zehir etkisine sahiptirler (Reed, 1995). Kondense tanenlere göre hidrolize olabilir tanenler bitkilerde daha az miktarlarda bulunurlar (Hassanpour ve ark., 2011).

Tanenler, sindirim sisteminde yıkılmak suretiyle toksisitesi daha fazla olan galik asit, pirogalol ve pirokateşol gibi fenolik yapılara dönüşürler. Bu fenolik yapılar sindirim sisteminden daha hızlı absorbe edilirler (Schofield ve ark., 2001). Tanene göre, tanenin hidrolizinden meydana gelen galik asit 1.5 kat, pirogalol ise 5 kat daha zehirlidir (Şener ve Yıldırım, 2000).

Birçok bitki çeşidinde yaygın olarak bulunan tanenler, sanki bir ilaçmış gibi bitkileri böceklerle karşı korur ve onların büyümelerinin düzenlenmesinde rol oynarlar (Katie ve ark., 2006).

Tanenler etkilerini değişik şekillerde gösterirler. Tükürük salgısındaki proteinler ile bileşik yapan tanenler büzüştürücü etki yapmak suretiyle tükürüğün kayganlaştırıcı etkisini azaltırlar (Gawel, 1998). Tanenler, kanatlı hayvanların sindirim sisteminde görev yapan birçok enzimi engellemek suretiyle geniş yelpazeli bir etki meydana getirirler (Longstaff ve McNab, 1991).

Tanenler, buruk ve acı tat nedeniyle kanatlı hayvanlarda iştahın azalmasına, yem tüketiminin düşmesine (Kumar ve ark., 2005), besinlerin sindirim ve emiliminin kötüleşmesi gibi enerji ve mineral metabolizması üzerinde çeşitli antibesinsel olumsuzluklara yol açarlar (Atteh, 2002; Ebadi ve ark., 2005). Tanenin yüksek miktarları, mide ve bağırsak yangısına neden olabilmektedir (Aydın ve Üstün, 2007).

Kanatlı hayvanların beslenmesinde yaygın olarak kullanılan tahıllarda ve baklagillerde bulunan tanenler, proteinlerden yararlanmayı azaltmakta ve büyümeyi geriletmektedir (Kaya ve Yavuz, 1993). Ayrıca sindirim sistemindeki epitel hücresi zarlarının dış yüzeyindeki mukoid salgıdaki proteinlerin çöktürülmesi sonucu kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum, potasyum demir ve kobalt gibi mineraller ile glikoz ve metiyonin emilimi engellenmektedir (Hassan ve ark., 2003). Besinlerden yararlanmanın olumsuz etkilemesine, tanenin pankreatik tripsin ve amilaz aktivitesinde meydana getirdiği azalmanın etkisi olduğu sanılmaktadır (Silanikove ve ark., 1994).

Hidrolize edilebilir tanenler (HT) zayıf asit, zayıf baz, sıcak su, bakteri, maya, mantar ve enzimler (esteraz vb) tarafından parçalanabilirler (Kuloğlu, 2007). HT'nin sindirim kanalından emilmesi ile birlikte zehirli etkiler ortaya çıkar (Yalçın, 2013). Çözünbilir tanene en iyi örnek tanik asittir. Bu asit enzimatik olarak ya da kendiliğinden glikoz ve galik asite ayrılmaktadır. Bu gruba ait diğer tanenler hidrolize olduklarında ise galik asit yerine elajik asit oluşmaktadır (Hagerman, 2002; Edwin-Jarald, 2007; Bele ve ark., 2009).

Kondense tanenler (KT), suda çözünmüş olarak çok az miktarda bulunurlar ve büyük bir kısmı ise suda çözünmezler (Ashok ve Upadhyaya, 2012). Yemlerde serbest halde bulunan KT, sindirim kanalında selüloz ve protein gibi yapılarla bağlandıklarından emilerek kana geçemezler. Bundan dolayı KT'nin karaciğer, dalak ve böbrek gibi hayati organlarda meydana getirdiği hasar, HT'ye göre daha düşük olmaktadır (Makkar, 2003). HT ise daha az salgılamaya neden olmak suretiyle iştahın azalmasına ya da aşırı salgılama yaptırarak mide-bağırsak yangılarına neden olmaktadır (Üstün ve Aydın, 2007).

Tanenlerin Kanatlı Hayvanlar Üzerindeki Genel Etkileri

KT genellikle meyveler, otlar, tahıllar ve baklagillerde ağırlıklı olarak bulunur. Çeşide göre değişmekle birlikte bitkiler, kuru ağırlığının %5 ile %50'si kadar tanen içermektedir. Tanenler çift çenekli bitkilerde ve özellikle baklagillerde çok fazla bulunurlar. Tahıllar ve baklagillerdeki tanen miktarı %2 ile %4, kırmızı sorgum çeşitlerinde ise %6 ile %8 arasında değişmektedir (Doka ve ark., 2004). Yemlerdeki tanen miktarı ise %0 ile %5.7 arasında değişmektedir (Akar ve ark., 1994). Yüksek miktardaki tanen, tavukların performansını olumsuz etkilemekte (Hassan ve ark., 2003; Medugu ve ark., 2012) ve muhtelif sağlık sorunlarına yol açabilmektedir (Tablo 1). Kanatlı hayvanların tolere edebileceği tanen düzeyi ile ilgili değişik veriler mevcuttur. %0.75 ve %1.5 arasında tanen içeren yem ile beslenen genç piliçlerin canlı ağırlığında sırasıyla %16 ve %41 oranında azalma meydana gelmiştir (Kubena ve ark., 2001). %0.5 ile %2

arasındaki tanen miktarının ise tavukların yumurta verimini azalttığı (Martin-Tanguy ve ark., 1977), iştahı baskılamak suretiyle civcivlerin büyüme performansını gerilettiği bildirilmiştir (Ebrahim ve ark., 2015). %5 ve üzerindeki tanen miktarları kanatlı hayvanlarda ölümlere neden olmuştur (Kaya ve Yavuz, 1993; Akar ve ark., 1994; Yavuz ve ark., 1997). Yüksek miktardaki tanen yemlerin tadını acılaştırdığından, kanatlı hayvanların yem tüketimi olumsuz etkilenmekte (Kumar ve ark., 2005) buna bağlı olarak canlı ağırlık azalmakta ve yemden yararlanmada kötüleşme meydana gelmektedir (Reyes Sanchez ve ark., 2000).

Tanen içeriği 16 g/kg olan kırmızı sorgumun etlik piliçlerde N, Ca, ve P tutulumuna etkisi olmamakla birlikte, 23 g/kg tanen içeren rasyonlarla beslenen aynı etlik piliçlerin karaciğer ve böbrek yapılarında orta düzeyde histopatolojik bulgular gözlenmiştir (Kumar ve ark., 2007). Tanenler, besinlerin sindirimini negatif etkilemek suretiyle tavukların büyümesinde, yemden yararlanmasında ve yumurta veriminde düşüşe neden olmuşlardır (Marquardt, 1989). Tanen içeriğindeki artışa (0, 5, 15, 20 ve 25 g/kg yem) bağlı olarak etlik piliçlerin yem tüketimi ve canlı ağırlık kazancında azalma meydana gelmiştir. 20 g/kg tanen içeren rasyon piliçlerin enerji, protein, arjinin ve lösin'in sindirilebilirliğini, 25g/kg tanen içeren rasyon ise metiyonin ve fenilalaninin sindirilebilirliğini olumsuz etkilemiştir. Yüksek tanen düzeyine bağlı olarak fosforun sindiriminde iyileşme olmuştur (Iji ve ark., 2004). Yüksek miktarda tüketilen tanen, kanatlı hayvanlarda nişastanın sindirilebilirliğini olumsuz etkilemiştir (Flores ve ark., 1994; Mahmood ve ark., 2006; Selle ve ark., 2010).

Tanen içeriği %1 olan yemle beslemede tavukların yem tüketimi, yumurta verimi ve yemden yararlanma oranlarında önemli bir fark oluşmadığı ancak tanen içeriği %2 ve %4 arasındaki yemlerin ise tavukların yem tüketimi, yumurta verimi ve yemden yararlanmasında bir azalma meydana getirdiği görülmüştür (Gualtieri ve Rappaccini, 1990; Kaya ve Yavuz, 1993; Akar ve ark., 1994; Yavuz ve ark., 1997). Rasyondaki tanen miktarının %1'den fazla olması durumunda, tavukların yumurta veriminde düşüş ve yumurta sarısının dış kısmında yeşil renk meydana gelmiştir (Nyachoti ve ark., 1997; Yalçın, 2013). %1.3 KT içeren yemlerin etlik piliçlerin yem tüketimine etkisinin önemsiz olduğu belirtilmiştir (Musharaf ve Latshaw, 1991).

KT metiyonin ve sistinin emilimini azaltmak suretiyle hayvanı toksik bileşiklere ve zehirlenmelere karşı daha duyarlı hale getirmektedir (Reed, 1995). Bundan dolayı yüksek miktarlardaki tanenin hidrolizi sonucu açığa çıkan galik asidin 4-O- metil galik aside dönüştürülerek etkisiz hale getirilebilmesi için kolin ve metiyonin gibi metil vericilerine ihtiyaç olduğundan rasyonlara metiyonin ve kolin ilavesinin yapılması ile

tanenden kaynaklanan problemler minimize edilmektedir (Atteh, 2002).

Tablo 1. Tanenlerin etlik piliçler üzerine etkileri

Kaynak	Tanen çeşidi	Hayvan	Uygulama oranı, %	Etki	Kaynak
Tanik asit	HT	Etlik piliç (1-35 gün)	0.50	Büyüme performansında ve kan glikoz düzeyinde azalma, kalça ve göğüs eti yağ içeriğinde artış, karaciğer kolesterol oranında azalma meydana gelmiştir	Starcević ve ark., 2015
Tanik asit	HT	Etlik piliç (1-12 gün)	1.0	Yem tüketiminde ve ağırlık kazancında azalma; tekli doymamış yağ asitlerini azaltarak sıcaklık stresi altındaki piliçlerin göğüs kası yağ asitleri profilinde iyileşme olmuştur	Ebrahim ve ark., 2015
Tanik asit	HT	Etlik piliç (1-12 gün)	0.75-1.5	Civcivlerin dışkı içeriğindeki Salmonella typhimurium sayısına ya da dışkı Salmonella pozitif kültürüne etkisi yok	Kubena ve ark., 2001
Tanik asit	HT	Etlik piliç	2.5-3.0	Bursa fabricius, timus, dalak ağırlıklarında, canlı ağırlık kazancında ve protein verimlilik oranında azalma; toplam immünoglobulin (IgG), M, IgG immünoglobulin, toplam beyaz kan hücreleri ve lenfositlerin düzeyinde azalma olmuştur	Marzo ve ark., 1990
Tatlı kestane	HT	Etlik piliç (0-42 gün)	0.025, 0.05, 0.1	% 0.025 ve %0.05'lik düzeylerin büyüme ve yemden yararlanma üzerine bir etkisi yok; %0.1'lik düzeyin karkas kalitesi üzerinde etkisi yok; İnce bağırsakta E. coli ve koliform bakterilerde azalma olmuştur	Jamroz ve ark., (2009)
Tatlı kestane	HT	Etlik piliç (21-23 gün)	0.07, 0.2, 0.05, 0.15	Büyüme performansına, organik madde, ham protein, Ca ve P kullanımı üzerinde herhangi bir etkisi yok; dışkı kuru madde içeriğinde artış olmuştur	Rezar ve Salobir, 2014
Mimosa	KT	Etlik piliç (21-23 gün)	0.5, 1.5, 2.0, 2.5	Yem tüketimi ve vücut ağırlık kazancında azalma; yemden yararlanmada %1,5'dan daha düşük bir iyileşme; ileumda enerji, protein ve amino asitlerin sindirilebilirliğinde azalma; pankreatik ve jejunal enzimlerin aktivitelerine etkisi olmamıştır	Iji ve ark., 2004
Üzüm ezmesi	KT ve diğer fenolikler	Etlik piliç (1-21 gün)	5, 10	Büyüme performansı üzerine etkisi yok; but etinin PUFA içeriği ve oksidatif stabilitesini artırmıştır	Chamorro ve ark., 2015

HT: Hidrolize tanen; KT:Kondense tanen; PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri

Ağız yoluyla verilen çok düşük miktardaki tanik asitin akut toksit etkisi vardır. LD50 dozu (popülasyonun yarısını öldüren) fare, rat ve tavşanlar için 2.25 ile 6

g/kg vücut ağırlığı arasındadır (Singleton ve Kratzer, 1969). Karma yeme %0.5 tanik asit ilavesi civcivlerde

büyümenin gerilemesine ve %5 düzeyindeki tanik asit ise ölüme neden olmuştur (Salunkhe ve ark., 1989).

Tanenlerin toksisitesi, astrenjan etkiye (inatçı kabızlık) ilave olarak iritan ve hemoliz yapıcı özellik gösteren galik asit, pirogallol gibi hidroliz ürünlerinden kaynaklanmaktadır (Şener ve Yıldırım, 2000).

Fenolik bileşikler iyi bir hidrojen vericisi olmalarından dolayı antioksidan özelliğe sahiptirler (Dillon, 1994). Fenolik bileşiklerden biri olan tanen serbest radikal kabul edicisi gibi davranarak henüz başlangıç aşamasında oksidasyon işlemine engel olur (Mayes, 1993). Tanenlerin mutajenlerin sebep olduğu zararlı etkiyi azalttığı (Chung ve ark., 1998), DNA hasarlarına karşı koruyucu etki gösterdiği düşünülmektedir (Aydın ve Üstün, 2007).

Tanenlerin metal iyonları ile bileşik oluşturmaları sonucunda (daha toksik) antibakteriyel özellik kazandıkları sanılmaktadır (Kaya ve Yalçın, 1999). Demir ile kompleks oluşturan tannik asit, biyofilm oluşturan bakteriler de dahil birçok mikroorganizmanın gelişimini engellemektedir (Hatano ve ark., 2005; Aydın ve Üstün, 2007). Kondense tanenin, gram negatif bakterilere göre gram pozitif bakterilerin gelişimini engellemede çok daha etkili olduğu belirtilmiştir (Bae ve ark., 1993; Jones ve ark., 1994). KT içeren yemlerin tüketimiyle bağırsaklardaki parazitlerinin sayısının azalabileceği belirtilmiştir (Min ve Hart, 2003).

Yüksek tanen içeren yemlerle beslemenin sentetik antioksidan butilen hidroksi toluen'e (BHT) göre piliç etinde oksidatif bozulmaya karşı daha uzun süreli bir koruma sağladığı belirtilmiştir (Naveena ve ark., 2008).

Yemlerdeki Tanen Miktarını Azaltan Uygulamalar

Kurutma, ıslatma, öğütme, peletleme ve ısıl işlem gibi uygulamalar yem hammaddelerindeki tanen'in etkisini azalmaktadır (Atteh, 2002). Güneşte kurutma (Makkar ve Singh, 1991) ve kurutulmuş halde bekletme ile yemlerin tanen içerikleri zamanla azalmakta (Makkar ve Singh, 1993), ıslatılma sonucunda ise yemdeki kondense tanen suyla birlikte uzaklaşmaktadır (Wina ve ark., 2005). Etlik piliçlerin beslenmesinde kullanılan mango çekirdek küspesinin tanen içeriğinin kaynatmanın etkisi ile %75 kadar düştüğü görülmüştür (Diarra ve Usman, 2008). Isıl işlem uygulaması sonucunda ise fasulyenin tanen içeriğinde %55 ile %71 kadar bir azalma olmuştur (Ogundipe ve ark., 2008; Ferruzzi ve ark., 2009).

Çeşitli funguslarla fermantasyona uğratılmasıyla yemlerdeki KT parçalanarak daha zararsız küçük moleküllere dönüştürülmektedir (Gamble ve ark., 1996). Üre, kül, kalsiyum hidroksit ve sodyum hidroksit gibi alkalilerle muamele sonucunda yemlerdeki tanen oksitlenerek quinine dönüştüğünden KT miktarında önemli miktarda bir

azalma meydana gelmektedir (Rojas ve ark., 2002; Makkar, 2003). Ancak alkalilerle muamelede yemlerin besleme değerini olumsuz yönde etkilemektedir (Alain ve ark., 2005; Vitti ve ark., 2005). Bu olumsuzluğu gidermek amacıyla kullanılan polyethylene glycol (PEG) tanen ile kompleks oluşturarak onun proteinle birleşmesi önlenmeye çalışılmaktadır (Silanikove ve ark., 2001).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Kanatlı kümes hayvanlarının beslenmesinde kullanılan yem hammaddeleri değişik oranlarda tanen içermektedir. Tanenler, kanatlı hayvanların iştahına, tükürük salgılamasına, yem tüketimine, yemden yararlanmasına, et ve yumurta verimine, besinlerin sindirim ve emilimine, ayak problemlerine, çeşitli vücut dokularında patolojik değişimlerin meydana gelmesine kadar birçok aşamada etkili olmaktadır.

Yemlerin yapısında bulunan tanen miktarı %0 ile %5.7 arasında değişmektedir. %1 tanen içeren yemlerle beslenen tavukların yumurta verimi olumsuz etkilememiş, %1'den daha fazla tanen bulunması civciv düzeyindeki kanatlı hayvanların gelişmesini engellemiştir. %2 düzeyindeki tanen ise yumurta veriminin düşmesine neden olmuştur. %2-4 arasındaki tanen içeren yemlerin tavukların yumurta verimini düşürdüğü görülmüştür. Yemlerdeki, %5 düzeyinde tanen ise kanatlı hayvanlarda yüksek ölümlerin meydana gelmesine neden olmuştur.

Kanatlı kümes hayvanlarının beslenmesinde tanen içeriği çok yüksek olan yem hammaddelerinin (sorgum vb.) kullanılması zorunlu olduğu durumlarda bunların önceden hiç olmazsa ısıl işleme tabi tutulması, yemlerin protein, demir ve kalsiyum içeriklerinin artırılması tanenin olumsuz etkilerinin minimize edilmesini sağlayacaktır. Tanenlerin olumsuz etkilerinin yanında faydalı etkilerinin de olduğu unutulmamalıdır. Birçok ilacın yasaklandığı bir yüzyılda, tanenlerin kanatlı hayvan beslemede daha önemli hale geleceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ağma Okur A 2010. Etlik piliçlerde yemlere aromatik yağlar ve vitamin E ilavesinin bağırsak mikrobiyolojisi ve oksidatif stabilite üzerine etkileri. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 99 s.
- Akar F, Kaya S, Filazi A, Yarsan E 1994. Yem ve yem ham maddelerinde bulunan bazı doğal olumsuzluk faktörleri: 1. Tanen ve siyanür düzeyleri. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 41 (1): 119-131.
- Akiyama H, Fujii K, Yamasaki O, Oono T, Iwatsuki K 2001. Antibacterial action of several tannins against staphylococcus aureus. Journal of Antimicrobial Chemother, 48(4): 487-491.

- Aktaş B, Akkan S 2011. Sığır besi yemine ilave edilen meşe palamudu tanenin rumen fermantasyonuna etkilerinin rumen simulasyon tekniği (Rusitek) ile saptanması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(3): 249-254.
- Alain MR, Kabir Akma, Amin MR, McNeill DM 2005. The effect of calcium hydroxide treatment oil the nutritive and feeding value of Albiza procera for growing goats. *Animal Feed Science and Technology*, 122(3): 134-148.
- Arigator V, Samman S 1994 Intestinal nutrient interactions and significance. *Journal of Clinical Nutrition*, 48(1):198-204.
- Ashok PK, Upadhyaya K 2012. Tannins are astringent. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. IC Journal No: 8192, 1(3): 45-50.
- Atteh JO 2002. Principles and practice of livestock feed manufacturing. Aldek Printers, Ilorin, Nigeria, 10-30 s.
- Aydın SA, Üstün F 2007. Tanenler I kimyasal yapıları, farmakolojik etkileri, analiz yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 33(1): 21-31.
- Bae HD, Mcallister TA, Yanke J, Cheng KJ, Muir AD 1993. Effects of condensed tannins on endoglucanase activity and filter paper digestion by *Fibrobacter succinogenes* S85. *Applied and Environmental Microbiology*, 59(7):2132-2138.
- Bele AA, Varsha JM, Nikam SR, Vilasrao JK 2009. Antibacterial potential of herbal formulation. *Research Journal of Microbiology*, 4 (4): 164-167.
- Chamorro S, Viveros A, Rebolé A, Rica BD, Arija I, Brenes A 2015. Influence of dietary enzyme addition on polyphenol utilization and meat lipid oxidation of chicks fed grape pomace. *Food Research International*, 73 (1): 197-203.
- Chung KT, Wei CI, Johnson MG 1998. Are tanens a double-edged sword in biology and health? *Trends in Food Science and Technology*, 9(4):168-175.
- Diarra SS, Usman BA 2008. Growth performance and some blood variables of broiler chickens fed raw or boiled mango kernel meal. *International Journal of Poultry Science*, 7(4): 315-318.
- Dillon, YM 1994. Natural antimicrobial systems and food preservation. CAB International, Oxon, 167-179 s.
- Doka O, Bicanic DD, Dicko MH, Slingerland MA 2004. Photoacoustic approach to direct determination of the total phenolic content in red sorghum flours. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (8): 2133-2136.
- Ebadi MR, Pourreza J, Jamalian J, Edriss MA, Samie AH, Mirhadi SA 2005. Amino acid content and availability in low, medium and high tannin sorghum grain for poultry. *International Journal of Poultry Science*, 4 (1): 27-31.
- Ebrahim R, Liang JB, Jahromi MF, Shokryazdan P, Ebrahimi M, Chen WL 2015. Effects of tannic acid on performance and fatty acid composition of breast muscle in broiler chickens under heat stress. *Italian Journal of Animal Science*, 14 (4):572-577.
- Edwin-Jarald E 2007. *Pharmacognosy and Phytochemistry*. 1st Edn., Lavoisier, New York, 377 s.
- Ferruzzi G, Pistoia A, Balestri G, Casarosa L, Poli P 2009. Effect of different processing methods on the nutritional characteristics and tannin content of fababean seed (*Vicia faba minor*), *Italian Journal of Animal Science*, 8(2): 298-300.
- Flores MP, Castonin JIR, McNab JM 1994. Effect of tannins on starch digestibility and TME of tritriclate and semi purified starches from tritriclate and field beans. *British Poultry Science*, 35(2):281-286.
- Funatogawa K, Hayashi S, Shimomura H, Yoshida T, Hatano T, Ito H, Hirai Y 2004. Antibacterial activity of hydrolyzable tannins derived from medicinal plants against *Helicobacter pylori*. *Microbiology and Immunology*, 48(4):251-261.
- Gamble GR, Akin DE, Makkar HPS, Becker K 1996. Biological degradation of tannin in *Sericea lespedeza* by the white fungi *Ceriporiopsis subvermispora* and *Cyatlm sfercoreus* analysed by solid state ¹³C NMR spectroscopy. *Applied and Environmental Microbiology*, 62(10): 3600-3604.
- Gawel R. 1998. Red wine astringency: a review. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 4(2): 74-95.
- Gnanamani A, Sekaran G, Babu M 2001. Removal of tannin from cross-linked and open chain polymeric tannin substrates using heme peroxidases of *Phanerochaete chrysosporium*. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 24(4): 211-217.
- Goel G, Puniya AK, Singh K 2005. Interaction of gut microflora with tannins in feeds. *Naturwissenschaften*, 92(11): 497-503.
- Goun EA, Petrichenko VM, Solodnikov SU, Suhinina TV, Kline MA, Cunningham G, Nguyen C, Miles H 2002. Miles, "Anticancer and antithrombin activity of Russian plants", *Journal of Ethnopharm*, 81(3): 337-342.
- Gualtieri M, Rappaccini S 1990. Sorghum grain in poultry feeding. *World's Poultry Science Journal*, 46(3): 246-254.
- Hagerman AE 2002. *The tannin handbook*. Miami University Oxford, OH 45056, <http://chemistry.muohio.edu/hagerman> (Erişim tarihi:01.11.2017).
- Hassan IAG, Elzubeir EA, El Tinay AH 2003. Growth and apparent absorption of minerals in broiler chickens fed diets with low and high tannin contents. *Tropical Animal Health and Production*, 35(2):189-196.
- Hassanpour S, Sadaghian M, Maheri Sis N, Eshratkhab B, Chaichi Semsari M 2011. Effect of condensed tannin on controlling faecal protein

- excretion in nematode-infected sheep: in vivo study. *Journal of American Science*, 7(5): 896- 900.
- Hatano T, Kusudo M, Inada K, Ogawa T, Shiota, S, Tsuchiya T, Yoshida T 2005. Effects of tannins and related polyphenols on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Phytochemistry*, 66(17): 2047-2055.
- Iji PA, Khumalo K, Slippers S, Gous RM 2004. Intestinal function and body growth of broiler chickens on maize-based diets supplemented with mimosa tannins and a microbial enzyme. *Journal of Science Food and Agriculture*, 84 (12): 1451-1458.
- Jamroz D, Wiliczekiewicz A, Skorupinska J, Orda J, Kuryszko J, Tschirch H 2009. Effect of sweet chestnut tannin (SCT) on the performance, microbial status of intestine and histological characteristics of intestine wall in chickens. *British Poultry Science*, 50(6):687-699.
- Jones GA, Mcallister TA, Muir AD, Cheng KJ 1994. Effects of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) condensed tannins on growth and proteolysis by four strains of ruminal bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 60(4): 1374-1378.
- Katie E, Ferre LL, Thorindton, RW 2006. *Squirrels: The animal answer guide* Baltimore. Johns Hopkins University press, 91 s. ISBN 0-8018-8402-0.
- Kaur G, Hamid H, Ali A, Alam MS, Athar M 2004. Antiinflammatory evaluation of alcoholic extract of galls of *Quercus infectoria*. *Journal of Ethnopharm*, 90(2-3): 285-292.
- Kaya İ, Yalçın S 1999. Baklagil tane yemleri ve ruminant rasyonlarında kullanımı. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 39(1): 101-114.
- Kaya S, Yavuz H 1993. Yem ve yem hammaddelerinde bulunan olumsuzluk faktörleri ve hayvanlara yönelik etkileri. 1: Organik nitelikli olumsuzluk faktörleri. *Ankara Veteriner Fakültesi Dergisi*, 40 (4): 586-614.
- Khanbabaee K, Ree T 2001. Tannins: Classification and definition. *Natural Product Reports*,18(6): 641-649.
- Kolodziej H, Kiderlen AF 2005. Antileishmanial activity and immune modulatory effects of tannins and related compounds on *Leishmania* parasitised RAW 264.7 cells. *Phytochemistry*, 66(17): 2056-2071.
- Kubena LF, Byrd JA, Young CR, Corrier DE 2001. Effects of tannic acid on cecal volatile fatty acids and susceptibility to *Salmonella typhimurium* colonization in broiler chicks. *Poultry Science*, 80(9): 1293-1298.
- Kuloğlu R 2007. Tanik asidin rumen bakterilerinin bazı fibrolitik enzimlerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni ABD, Yüksek Lisans Tezi*, 37 s.
- Kumar V, Ecangovan AV, Mandal AB 2005. Utilization of reconstituted high tannin sorghum in the diet of broiler chickens. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 18(4): 538-544.
- Kumar V, Elangovan AV, Mandal AB, Tyagi PK, Bhanja SK, Dash BB 2007. Effects of feeding raw or reconstituted high tannin red sorghum on nutrient utilisation and certain welfare parameters of broiler chickens. *British Poultry Science*, 48 (2): 198-20.
- Lewis NG, Yamamoto E 1989. Tannins: Their place in plant metabolism. In: chemistry and significance of condensed tannins. Hemingway RW and Karchesy JJ (eds). Plenum Press, New York, 22-46 s.
- Lin MK, Chang BY, Liao JT, Lin NS, Hsu YH 2004. Arg-16 and Arg-21 in the N-terminal region of the triple-gene-block protein 1 of Bamboo mosaic virus are essential for virus movement. *Journal of General Virology*, 85(Pt 1): 251-259.
- Longstaff MA, McNab JM 1991. The inhibitory effects of hull polysaccharides and tannins of field beans (*Vicia faba* L.) on the digestion of amino acids, starch and lipid and on digestive enzyme activities in young chicks. *British Journal of Nutrition*, 65(2): 199-216.
- Mahmood S, Khan MA, Sarwar M, Nisa M 2006. Chemical treatments to reduce antinutritional factors in salseed (*Shorea robusta*) meal: Effect on nutrient digestibility in colostomized hens and intact broilers. *Poultry Science*, 85(12): 2207-2215.
- Makkar HPS, Singh B 1991. Distribution of condensed tannins in various fibre fractions in young and mature leaves of some oak species. *Animal Feed Science and Technology*, 32(4):253-260.
- Makkar HPS, Singh B 1993. Effect of dosage and urea addition on detannification and in sacco dry matter digestibility of mature oak leaves. *Animal Feed Science and Technology*, 41(3):247-259.
- Makkar HPS 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin rich feeds. *Small Ruminant Research*, 49(3): 241-256.
- Marquardt RR 1989. Dietary effects of tannins, vicine and convicine. In: Huisman, J., van der Poel, A.F.B. and Liener, I.E. (Eds.), Recent advances research. antinutritional factors in legume seeds, Proc. 1st Int. Workshop, Wageningen, The Netherlands, 141-155 s.
- Martin JS, Michael MM 1983. Tannin assays in ecological studies precipitation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase by tannic acid, quebracho, and oak foliage extracts, *Journal of Chemical Ecology*, 9(2): 285-294.
- Martin-Tanguy J, Guillaume J, Kossa A 1977. Condensed tannins in horse bean wed: chemical structure and apparent effect on poultry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 28(8): 757-766.

- Marzo F, Tosar A, Santidrian S 1990. Effect of tannic acid on the immune response of growing chickens. *Journal of Animal Science*, 68 (10): 3306-3312.
- Mayes PA 1993. Lipitlerin fizyolojik önemi. Harper'ın biyokimyası, Ed. R. Murray, P.A. Mayes, D.K. Granner, V.W. Rodwell, Çeviri: Prof. Dr. Gülriz Menteş, Prof. Dr. Biltan Ersöz, Barış Kitabevi; ISBN: 975-95 331-1-1, 171- 185 s.
- McCune ML, Johns T 2002. Antioxidant activity in medicinal plants associated with the symptoms of diabetes mellitus used by the indigenous peoples of the North American boreal forest, *Journal of Ethnopharmacology*, 82(2-3): 197-205.
- Medugu CI, Saleh B, Igwebuikue JU, Ndirmbita RL 2012. Strategies to improve the utilization of tannin-rich feed materials by poultry. *International Journal of Poultry Science*, 11(6): 417-427.
- Min BR, Barry TN, Attwood GT, McNabb WC 2013. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 106(3): 3-19.
- Musharaf NA, Latshaw JD 1991. Effect of tannin extraction on the feeding value of grain sorghum in broiler starter diets. *Sudan Journal of Animal Production*, 4(1): 53-64.
- Naveena BM, Sen AR, Vaithiyanathan S, Babji Y, Kondaiah N 2008. Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder and BHT in cooked chicken patties. *Meat Science*, 80(4):1304-308.
- Nyachoti CM, Atkinson JL, Leeson S 1997. Sorghum tannins:A review. *World's Poultry Science Journal*, 53(1):5-21.
- Ogundipe, SO, Damang PJ, Dafwang II, Abu EA, 2008. Biochemical evaluation of raw and cooked African locust bean seeds (*Parkia spp*) for poultry feeding. *Proceedings of the 13th Annual Conference of the Animal Science Association of Nigeria (ASAN), 15th-19th Sept., 2008. ABU, Zaria, Nigeria, 586-589 s.*
- Olomu JM 1995. *Monogastric Animal Nutrition: Principles and practice. A Jackem Publication Benin City (1st Edn.)*, 285 s.
- Ortiz LT, Alzueta C, Trevino J, Castano M 1994. Effects of faba bean tannins on the growth and histological structure of the intestinal tract and liver of chicks and rats. *British Poultry Science*, 35(5): 743-754.
- Reed JD 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *Journal of Animal Science*, 73(5): 1516-1528.
- Reyes Sanchez E, Cortez Cuevas A, Morales Barrera E, Avila Gonzalez E 2000. DL-methionine addition in high tannin sorghum grain diets for broilers. *Tecnica Pecuaria on Mexico*, 38(1):1-8.
- Rezar V, Salobir J 2014. Effects of tannin-rich sweet chestnut (*Castanea sativa mill.*) wood extract supplementation on nutrient utilisation and excreta dry matter content in broiler chickens. *European Poultry Science*;78(1):1-10.
- Rojas JBU, Verreth JAJ, Van Weer JH, Huisman EA 2002. Effect of different chemical treatments on the nutritional and antinutritional properties of coffee pulp. *Animal Feed Science and Technology*, 99(1):195-204.
- Salunkhe, DK, Chavan JK, Kadam SS 1989. *Dietary tannins: Consequenses and Remedies. CRC Press, Boca Raton, Florida, 208 s.*
- Schofield P, Mbugua DM, Pell AN 2001. Analysis of condensed tannins: a Review. *Animal Feed Science and Tecnology*, 91(1): 21-40.
- Selle PH, Cadogan DJ, Li X, Bryden WL 2010. Review; Implications of sorghum in broiler chicken nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 156 (3-4): 57-74.
- Silanikove N, Nitsan Z, Perevolotsky A 1994. The effect of daily supplementation of polyetyhelene glycol on intake and digestion of tannin-containing leaves (*Ceratonia siliqua*) by sheep. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(12): 2844-2847.
- Silanikove N, Perevolotsky A, Provenza FD 2001. Use of tannin-binding chemicals to assay for tannins and their negative postingestive effects in ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 91(1-2): 69-81.
- Singleton VL, Kratzer FH 1969. Toxicity and related physiological activity of phenolic substances of plant origin. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 17 (3):497-512.
- Starčević K, Krstulović L, Brozić D, Maurić M, Stojević Z, Mikulec Ž, Bajić M, Mašek T 2015. Production performance, meat composition and oxidative susceptibility in broiler chicken fed with different phenolic compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(6): 1172-1178.
- Şener S, Yıldırım M 2000. *Veteriner Toksikoloji. Teknik Yayıncılık*, 221-223 s.
- Üstün F, Aydın SA 2007. Tanenler. 2. Toksisiteleri, beslenme üzerine etkileri, detannifikasyon. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 33(1): 33-41.
- Vitti, DMSS, Nozella EF, Abdalla AL, Bueno ICS, Silva Filho JC, Costa C, Bueno MS, Longo C, Vieira MEQ, Cabral Filho SLS, Godoy PB, Mueller-Harvey I 2005. The effect of drying and urea treatment on nutritional and anti-nutritional components of browses collected during wet and dry seasons. *Animal Feed Science and Technology*, 122(1-2): 123-133.
- Wina E, Tangendjaja B, Susana IWR 2005. Effects of chopping and soaking in water, hydrochloric acidic and calcium hydroxide solutions on the nutritional value of *Acacia villosa* for goats. *Animal Feed Science and Technology*, 122(1-2): 79-92.

- Yalçın S 2013. Yemlerde antinutrisyonel faktörler, yemler ve yem hijyeni ve teknolojisi, genişletilmiş 5. baskı. Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, 261-286 s.
- Yavuz H, Akar F, Kerman M, Şanlı Y, Yarsan E, Filazi A 1997. Türkiye’de üretilen veya ithal edilen yem ve yem ham maddelerinin hayvan sağlığı ve verimliliği yönünden önem taşıyan nitrat-nitrit, tannik asit ve siyanür içerikleri üzerine araştırmalar. Etlik Veterinerlik Mikrobiyoloji Dergisi, 9 (1): 57-88.
- Yılmaz Y, Toledo RT 2004. Major flavonoids in grape seeds and skins: Antioxidant capacity of catechin, epicatechin and gallic acid.. Journal Agriculture and Food Chemistry, 52 (2): 255-260.
- Živković J, Mujić I, Zeković Z, Nikolić G, Vidović S, Mujić A 2009. Extraction and analysis of condensed tannins in *Castanea sativa* Mill. Journal of Central European Agriculture, 10 (3): 283-288.

Türkiye’de Sürdürülebilir Tarım ve İyi Tarım Uygulamaları

Gamze AYDIN ERYILMAZ¹, Osman KILIÇ²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, ²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun

✉ : gamzeaydin@omu.edu.tr

ÖZET

Dünyada iyi tarım uygulamaları, gıda güvenliği ve kalitesinin sağlanması amacıyla ilk defa Avrupa’da başlamıştır. Türkiye’de 2007’de 18 ilde başlayan iyi tarım uygulamaları, verilen desteklerin etkisiyle son üç yılda büyük gelişme göstermiştir. Ancak iyi tarım uygulamalarının devamlılığı açısından, bu ürünlere olan talebi artırmanın önemi büyüktür. İyi tarım uygulamalarında tüketiciyi dikkate alan bir pazarlama anlayışının benimsenmesi firmalar arasındaki rekabeti hızlandıracak, buna bağlı olarak iyi tarım ürünlerinin üretimi artacaktır. Bu makalede, dünyada iyi tarım uygulamalarının gelişimi ve Türkiye’deki yansımaları ortaya konulmuştur.

DOI:10.18016/ ksudobil. 345137

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 19.10.2017

Kabul tarihi : 15.01.2018

Anahtar Kelimeler

Sürdürülebilir tarım,
iyi tarım uygulamaları,
konvansiyonel tarım

Derleme Makale

Sustainable Agriculture and Good Agricultural Practices in Turkey

ABSTRACT

Good agricultural practices (GAP) first initiated in Europe to provide food security and quality. Good agricultural practices in Turkey have been started at 18 provinces in 2007 and it showed great development due to increasing subsidies within the last three years. However, it is important to increase the demand to these products in order to sustain GAP. Adoption of a marketing strategy considering consumers’ preferences will probably increase the production as well as competition among companies involved in this process. In this paper, developments of GAP in the world and its reflections over Turkey have been examined.

Article History

Received : 19.10.2017

Accepted : 15.01.2018

Keywords

Sustainable agriculture,
good agricultural practices,
conventional agriculture

Review Article

To cite : Aydın Eryılmaz G, Kılıç O 2018. Türkiye’de Sürdürülebilir Tarım ve İyi Tarım Uygulamaları. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(4): 624-631. DOI:10.18016/ ksudobil. 345137

GİRİŞ

Dünya nüfusundaki artışla birlikte, artan tarım ve gıda ürünleri ihtiyacının karşılanmasında, yoğun girdili tarımsal uygulamalar önem kazanmıştır. Bu durum, konvansiyonel tarım olarak adlandırılan üretim şeklinin yaygınlaşmasını hızlandırmıştır. Tarımda yoğun girdi kullanımına dayanan hızlı değişim, tarımsal üretimin daha az işgücüyle yapılabilmesine olanak sağlamış, ancak konvansiyonel tarımdan kaynaklanan önemli çevresel maliyetlerin de ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Yoğun kimyasal girdi kullanımının yol açtığı çevresel sorunlar, doğal kaynakların kendini yenileyebilir olduğuna dair varsayımlar nedeniyle, uzun süre dünya gündeminden uzak kalmıştır. Diğer taraftan İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra ülkelerin önceliğini; ekonomik kalkınmanın hızlandırılması, işsizliğin önlenmesi ve enflasyonun kontrol altına alınması gibi konular belirlemiştir. Bu çerçevede oluşturulan

kalkınma politikalarında ağırlık üretim artışına

verildiği için, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde çevre bilincinin oluşması gecikmiştir (Dulupçu, 2000). Çevresel sorunlar, İkinci Dünya Savaşı sonrası yoğun tarımsal faaliyetler sonucunda, insan ve doğa arasındaki dengenin giderek doğa aleyhine bozulmasıyla (Tıraş, 2012) bütün ülkelerde önem kazanmaya ve tartışılmaya başlanmıştır.

Çevresel sorunların uzun vadede öngörülen etkileri küresel nitelikte olup, bu durum sosyal ve ekonomik sorunları beraberinde getirmektedir. Doğal kaynakların tahrip olmasıyla birlikte, tarımsal ürünlerde dışa bağımlılık, kırsal alandan kentlere göç, kırsal toplum özelliğinin yok olması, kırsal ve kentsel nüfus dengesizliğinin artması gibi başlıca sorunlar ortaya çıkmaktadır. Konvansiyonel tarımla gündeme gelen bu sorunlar, gelecek nesiller için doğal kaynakları koruyan ve çevreye zarar vermeyen tarımsal üretim tekniklerinin kullanıldığı sürdürülebilir tarım anlayışını ortaya çıkarmıştır. Tarım ve çevre arasında dengeli bir ilişkinin varlığını

açıklayan sürdürülebilir tarım, doğal kaynakların gelecekte de yarar sağlayacak şekilde yönetilmesini zorunlu kılmaktadır (Dişbudak, 2008).

Sürdürülebilir tarım konusunun dünyada önem kazanmasıyla birlikte, son yıllarda bu konuda yapılan bilimsel çalışmaların sayısında artış olmuştur. Sürdürülebilir tarımın tanımını, prensiplerini ve dünyadaki gelişimini kavramsal olarak ortaya koyan çalışmaların (Safley, 1998; Aerni, 2009) yanı sıra, özellikle sürdürülebilir tarımı çevresel, ekonomik ve sosyal etkileriyle ele alan çalışmaların sayısı artmıştır. Sürdürülebilir tarım sistemlerinden biri olan iyi tarım uygulamaları konusunda da çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda; iyi tarım uygulamalarına yönelik politikalar (Ataseven, 2014), çiftçilerin tutum ve davranışları (Marine ve ark., 2016; Amekawa ve ark., 2017), iyi tarım uygulamaları yapan ve yapmayan işletmelerin çeşitli yönlerden karşılaştırılması (Subaşı ve ark., 2016) gibi konular incelenmiştir. Bu makalede; sürdürülebilir tarım ve iyi tarım uygulamalarıyla ilgili kavramsal bilgilere yer verilmiş, iyi tarım uygulamalarının dünyadaki gelişimi ile bu gelişmelerin Türkiye'deki etkileri ortaya konulmuştur.

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM

Dünyada sürdürülebilirlik kavramının yaygın olarak kullanılması 1980'li yıllara dayanmaktadır. Kökeni Latince "*Sustinere*" kelimesinden gelen kavram; sürdürmek, sağlamak, devam ettirmek, desteklemek ve var olmak anlamlarında kullanılmaktadır (Onions, 1964). Üretim, tüketim, ticaret ve büyüme gibi ekonomik alanlar ile kültürel, siyasal, sosyal ve çevresel alanlarda kullanılan sürdürülebilirlik kavramı, kısaca bugünkü kaynakların gelecek nesillere kayıpsız bir şekilde aktarılması anlamına gelmektedir (Kuşat, 2013).

Sürdürülebilirlik kavramı yeni bir fikir olarak görünmesine rağmen, geçmişi sosyal adalet, korumacılık, enternasyonalizm gibi hareketlere dayanmaktadır. Bu hareketler, yirminci yüzyılın sonuna doğru sürdürülebilir kalkınma adıyla bir araya getirilmiştir. Sürdürülebilir kalkınma; genel olarak sağlıklı, gelişen ve kazanımların büyük ölçüde dengeli dağıtılmasını sağlayan bir ekonomi sayesinde, insan hakları ve özgürlüğü garanti altına alan politik bir sistemi hedeflerken, etkili liderlik sayesinde de çevrenin korunmasını göz önünde bulandıran politikaların oluşturulmasını amaçlamaktadır (Çelik, 2006). Doğanın her türlü dış müdahaleye karşı koyabilme ve maruz kaldığı hasarlara karşı kendini yenileyebilme kapasitesi sınırlıdır. Bu yüzden kalkınma sürecinin her aşamasında çevreyi ve doğal kaynakları korumak, insana yüklenen sosyal sorumlulukların başında gelmektedir (Boz ve ark., 2013).

Çevre sorunu, ilk defa 1968'de Roma Kulübü'nün

İnsanlığın Geleceğinin Tahmini Projesi ve daha kapsamlı olarak 1972'de Birleşmiş Milletler tarafından Stockholm'de düzenlenen İnsan-Çevre Konferansı'yla resmi olarak dünya kamuoyuna duyurulmuştur (Davran, 2007). Uluslararası boyuttaki bu konferans, çevresel sorunların küresel boyutu ve kapsamı bakımından bir dönüm noktası olmuştur. Nitekim ekonomik ve sosyal gelişmenin çevreyle bağlantısını vurgulayan ilkelerin geliştirilmesi, birçok ülkenin çevre politikalarını etkilemiştir. Çevresel sorunların çözümünü içine alan sürdürülebilir kalkınma kavramı, resmi olarak ilk defa 1987'de Gro Harlem Brundtland tarafından Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu için hazırlanan Ortak Geleceğimiz Raporu'nda tanımlanmıştır (Özmehmet, 2008). Raporda sürdürülebilir kalkınma, genel olarak bugünkü nesillerin gıda maddeleri gereksinimlerini karşılarken, gelecek nesillerin gıda maddeleri gereksinimlerini karşılama talepleri üzerine ipotek koymamalarını gerektiren bir kalkınma şekli olarak ifade edilmiştir (Anonim, 1987). Bu tanımdan hareketle Tatlıdil ve ark. (2009), günümüz nesillerinin kendi ihtiyaçlarını karşılarken, gelecek nesillerin yaşam kalitesini azaltma haklarının olmadığı ve her türlü ekonomik kalkınma girişiminde, doğal kaynaklar ile çevrenin korunmasına azami özen göstermeleri gerektiğini belirtmektedirler.

Dünyadaki en önemli çevresel sorunların başında yer alan iklim değişikliği ve çölleşme konuları, Birleşmiş Milletler tarafından 1992'de düzenlenen Rio Konferansı'nda gündeme getirilmiştir. Konferansta küresel ısınmayı durdurmak amacıyla, atmosfere salınan sera gazı miktarının sınırlandırılmasını hedefleyen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 21 Mart 1994'de imzaya açılmıştır. Çerçeve sözleşmesinin ilkeler başlığı altında verilen 3'üncü maddesinde; " *taraflar, iklim değişikliğinin nedenlerini önceden tahmin etmek, önlemek veya en aza indirmek ve zararlı etkilerini azaltmak için önleyici önlemler almalıdır*" ifadesi yer almaktadır (Anonim, 2002).

Rio Konferansı'ndan sonraki on yılın değerlendirmesini yapmak ve ileriye dönük kalkınma stratejilerini belirlemek amacıyla, 2002'de Güney Afrika Cumhuriyeti'nin Johannesburg kentinde Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi yapılmıştır. Toplumun tüm kesimlerinin katılımına öncelik verilen zirvede, çevre koruma ve yoksullukla mücadelede yeni veriler ortaya konulmuştur. Zirve kararlarının uygulanmasında, sivil toplum kuruluşlarının önemi ve işbirliğinin sağlanması konusu üzerinde durulmuştur (Yıldırım ve Öner, 2003). Zirve sonrası yayınlanan bildiriye, ekonomik ve sosyal kalkınma ile çevrenin korunması başta olmak üzere sürdürülebilir kalkınmanın bileşenleri belirlenmiştir (Tıraş, 2012). Birleşmiş Milletler öncülüğünde, 2012'de yapılan Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma

Konferansı sonunda İsteddiğimiz Gelecek isimli sonuç bildirgesi yayınlanmıştır. Bildirge metninde, Rio prensipleri ve geçmiş eylem planları tekrar onaylanmıştır (Yeşil, 2016).

Sürdürülebilir kalkınma konusunda, Birleşmiş Milletler üyesi ülkeler ile paydaşların ortak hareket etmesini sağlayan Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi 2015'de New York'ta gerçekleştirilmiştir. Zirvede, 193 ülke tarafından 2030 yılı sürdürülebilir kalkınma hedefleri kabul edilmiştir. Dünya barışının sağlanmasının amaçlandığı zirvede, sürdürülebilir kalkınma için küresel ortaklığın güçlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Anonim, 2016a). Yeni bir dönemin kapılarını açan sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle; yoksulluğun ana nedenlerinin ortadan kaldırılması, ekonomik büyümenin ve refahın desteklenmesi, halk sağlığı, eğitim ve sosyal ihtiyaçların karşılanması için adımlar atılmış, aynı zamanda çevrenin korunması için yeni önlemler de alınmıştır (Anonim, 2016b).

Çevrenin ve doğal kaynakların tahrip edilmeden kullanılması amacıyla toprak işlemeden başlayarak, üretimin her aşamasında girdi kullanımının kontrol edilebildiği sürdürülebilir tarım, son yıllarda daha çok önem kazanmıştır. Kavramla ilgili farklı tanımlamalar yapılmakla birlikte, genel olarak bugün ve gelecek nesiller için gerekli olan doğal kaynakları koruyarak, insanların besin ihtiyacını karşılayan bir tarımsal üretim şekli olarak ifade edilmektedir. Sürdürülebilir tarımı; Turhan (2005) uzun dönemde doğal kaynakların korunduğu ve çevreye zarar vermeyen tarımsal teknolojilerin kullanıldığı tarımsal bir yapı, Menalled ve ark. (2008) gelecekte gıda, enerji ve doğal kaynak ihtiyacını karşılamakla birlikte toprak, su ve biyo-çeşitliliği koruyan bir uygulama şekli, Hess (1991) sadece insan sağlığını ve çevreyi koruyan bir üretim sistemi değil, aynı zamanda teknolojinin dengeli kullanılması ve doğru işletme yönetimini de kapsayan sistemler bütünü olarak tanımlamışlardır. Sürdürülebilir tarımda konuların ele alınması ve uygulanmasındaki öncelikler, ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre farklılık göstermektedir. Sürdürülebilir tarım, gelişmekte olan ülkelerde gıda güvenliği ve yoksullukla mücadelenin önemli bir unsuru iken (Adenle ve ark., 2012), gelişmiş ülkelerde daha çok çevre kalitesi ve kullanılan kaynakların insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri, küçük işletmelerden kaynaklanan zorluklar ile kırsal alanda çölleşme gibi konular olarak ifade edilmektedir (Marsh, 1997; Gafsi ve ark., 2006).

Sürdürülebilir tarımın sosyal, ekonomik ve çevresel olmak üzere küresel düzeyde etkilere sahip üç temel bileşeni bulunmaktadır. Sürdürülebilirliğin sağlanması, bu bileşenler arasındaki dengenin korunmasıyla mümkün olmaktadır. Bu sayede tarımsal faaliyetlerin çevreye verdiği zararlar azaltılmakta ve tarımsal üretimin ülke ekonomisine

katkısı devam etmektedir. Aynı zamanda geçimini tarımdan sağlayan nüfus yerinde istihdam edilerek, tarımsal nüfusun kırsal toplum olma özelliği korunmaktadır.

Sürdürülebilir tarımın bileşenlerinden olan sosyal sürdürülebilirlik; işletme çalışanlarının ücretleri, üreticilerin yaşam kalitesi ve işletmedeki etik konuları, ekonomik sürdürülebilirlik; tarım işletmesinin kârlılığı, işletme masrafları, gelir değişkenliği, finansal riskler, gıda masrafları ve yatırım konularını içermektedir. Çevresel sürdürülebilirlik ise; enerji etkinliği, toprak ve su kalitesi, yaban hayatın korunması, gıda ve yem güvenliği ile işletme güvenliğini kapsamaktadır (Atış, 2004). Çevresel sürdürülebilir tarımın sağlanması, tarımsal faaliyetlerin ekonomik olmasıyla mümkün olmaktadır. Çevreyi ve doğal kaynakları koruyan tarımsal uygulamaların üreticiye yükleyeceği ilave maliyet, sürdürülebilir tarımın gelişimini etkileyecektir. Bu nedenle çevresel ve ekonomik bileşenleri birlikte değerlendirmek, sürdürülebilir tarımın uzun dönemde uygulanabilirliği açısından önemlidir.

DÜNYADA İYİ TARIM UYGULAMALARI

Dünyada artan nüfusun besin ihtiyacını karşılamak için, kimyasal girdilerin yoğun kullanıldığı ileri teknolojik uygulamalara yer veren yöntemler geliştirilmiştir. Ancak bu yöntemlerin üretimi artırıcı etkilerine karşın, neden olduğu çevresel sorunlar 1960'ların sonu ile 1970'lerin başında artma eğilimi göstermiştir. Kalkınma sürecinin başında yerel ölçekli görülen çevresel sorunlar, daha sonra ülke sınırlarının ötesine taşmış, ortaya çıkan zararlar ise bölgesel ve uluslararası boyuta ulaşmıştır (Kaypak, 2011). Zamanla artan bu çevresel sorunlar, mevcut doğal kaynakların etkin kullanımına odaklanan sürdürülebilir tarım sistemlerinin geliştirilmesinin ilk adımını oluşturmuştur. Daha sonraki süreçte insan sağlığını ve çevreyi koruyan tarımsal üretimin sağlanmasında, sürdürülebilir tarım sistemlerinin yaygınlaştırılması önemli hale gelmiştir. Bu bağlamda, günümüzün en yaygın sürdürülebilir tarım sistemlerinden biri olan iyi tarım uygulamaları her geçen gün artmaktadır.

İyi tarım uygulamaları kavramı, son yıllarda hızlı bir şekilde değişen ve küreselleşen gıda ekonomisiyle ilgili paydaşların gıda üretimi ve kalitesi, gıda güvenliği, tarımın çevresel sürdürülebilirliği hakkındaki taahhütleri bağlamında ortaya çıkmıştır. Bu paydaşlar; orta ve uzun vadede gıda güvenliği, gıda kalitesi, üretim etkinliği, çevresel kazanımların belirli hedeflerini karşılayan gıda işleme ve perakende firmaları, çiftçiler, tarım işçileri ve tüketicileri kapsamaktadır (İçel, 2007). İyi tarım uygulamalarında kimyasal girdi kullanımı söz konusu olmakla birlikte, girdiler insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyecek şekilde tatbik edilmektedir (Hasdemir, 2011). İyi

tarım uygulamaları kontrollü bir tarımsal faaliyet olup, tüm uygulamaların kayıt altına alınmasını esas almaktadır. Bu kayıtlar; ürünün tür ve çeşidi, kullanılan gübre ve zirai ilacın uygulama nedeni, zamanı, miktarı, öneriyi yapanın ve uygulayıcının ismi, bu konudaki yetkinliği, ürünün kaç gün sonra hasat edileceği ve su kalitesini de kapsayan sulamayla ilgili tüm detayları içermektedir. Böylelikle iyi tarım uygulamalarında, izlenebilirlik ve sürdürülebilirlik yerine getirilmiş olmaktadır (Aksoy ve ark., 2013).

İyi tarım uygulamalarının çerçevesini belirlemek üzere, Avrupa perakendeciler ürün çalışma grubunun (EUREP), 1997'deki girişimiyle tarladan sofraya gıda güvenliği ve kalitesinin sağlanması hedeflenmiştir (Polat, 2014). EUREP, öncelikle yaş meyve ve sebze için iyi tarım uygulamalarına ilişkin esasları belirlemiştir, 1999'da ise EUREPGAP protokolünü yayınlamıştır. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), iyi tarım uygulamalarını 2002'deki Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde tarım ve kırsal kalkınmanın prensiplerinden biri olarak benimsemiştir. Aynı zamanda FAO, Dünya Ticaret Örgütü üyesi olan ülkelere EUREPGAP standartlarını referans ilke olarak kabul etmelerini önermiştir (Aba ve Işın, 2014). Avrupa ülkelerinin öncülük ettiği bu uygulama, yıllar içinde diğer ülkelere de yayılmıştır.

EUREPGAP ismi, protokolün küresel ticaret modeline uyum sağlaması amacıyla, Eylül 2007'de düzenlenen sekizinci yıllık konferansta GLOBALGAP olarak değiştirilmiştir. GLOBALGAP kapsamında; bitkisel ürünlere (meyve, sebze, çiçek, süs bitkileri, yeşil kahve, çay vb.), çiftlik hayvanlarına (sığır, koyun, süt hayvancılığı vb.) ve su ürünlerine (somon, karides, köpek balığı vb.) standartlar uygulanmaktadır (Öner ve Işın, 2010). GLOBALGAP, tarım ürünlerinin sertifikasyonu için gönüllülük esasına bağlı standardizasyon oluşturulmasını sağlayan özel bir protokoldür. Bu protokol, iyi tarım uygulamaları için gerekli işlemlerin ve standartların sertifikasyonunu kurmak isteyen üretici ve pazarlamacıların eşit ortaklığından meydana gelmektedir. GLOBALGAP, tohum ekiminden başlayıp ürünlerin işletmeden ayrılıncaya kadarki standartlaştırma sertifikasyonunu kapsamaktadır (Baghasa, 2008). Avrupa Birliği ülkeleri, iyi tarım uygulamalarını içeren GLOBALGAP protokolüyle, dış alım yaptıkları meyve ve sebzelerin kontrollü ve sertifikalı olarak üretilmesi şartını getirmiştir. Günümüzde bu sertifika, dünya genelinde tarım ürünleri ticaretinde talep edilen en yaygın sertifikadır (Hasdemir, 2011).

Tarımda bilinçsiz ve aşırı girdi kullanımının ürünlerde bıraktığı kalıntıları en aza indirmek ve sürdürülebilir çevreyi sağlamak amacıyla, gelişmiş ülkeler başta olmak üzere birçok ülkede sürdürülebilir tarım sistemleri desteklenmektedir. Finlandiya'da 2007-2013 yılları arasında tarımsal faaliyetlerde kullanılan su kaynaklarının yol açtığı kirliliği azaltmak için,

Agri-Environmental Payments (AEP) adı altında parasal destekler verilmiştir. Almanya, Fransa, Hollanda ve İsviçre'de tarıma daha az elverişli alanların üretime katılmalarına yönelik olarak, 2009'da Payment-By-Results (PBR) ve Agricultural Environmental Schemes (AES) kapsamında destekler verilmeye başlanmıştır. Ayrıca Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) üyesi ülkelerde, 2010'dan beri çevrenin korunması ve kültürel uygulamaların devamına yönelik olarak, Payments for Environmental Services (PES) adıyla çiftçilere teşvik ödemeleri yapılmaktadır (Türkten ve ark., 2014).

TÜRKİYE'DE İYİ TARIM UYGULAMALARI

Dünyada çevrenin korunmasına yönelik çalışmaların Türkiye'deki ilk yansımaları, 1972'de Stockholm'de düzenlenen konferansla gerçekleşmiştir. Bu gelişmeler, 1973-1977 dönemini kapsayan üçüncü beş yıllık kalkınma planında somutlaştırılmıştır (Davran, 2007). Kalkınma planında, sanayi ve yoğun kentleşme alanlarında hava, su ve kıyı kesimlerdeki kirlenme gibi çevresel sorunların yanında, eğitim ve gelir yetersizliği nedeniyle doğal kaynakların gerekli biçimde ve yeterince kullanılmamasıyla ortaya çıkan sorunlara değinilmiştir (Anonim, 1973). Konvansiyonel tarımın çevre üzerindeki etkilerine ilişkin senaryolar, son yıllarda daha çok tartışılmaya başlanmıştır. Senaryolarda, özellikle toprak ve su kaynaklarının tükenmesine bağlı olarak yaşanacak kıtlıklar, biyolojik çeşitliliğin zarar görmesi ve orman alanlarının yok olması gibi önemli çevresel sorunlar yer almaktadır. Dolayısıyla insanlığın ortak kaygısı haline gelen tarımsal kaynaklı çevresel sorunların azaltılmasında, sürdürülebilir tarım ve buna yönelik tarımsal uygulamalar öncelikli konular olarak ortaya çıkmaktadır.

Türkiye'de iyi tarım uygulamalarına ilişkin ilk yönetmelik, 08.09.2004 tarih ve 25577 sayılı Resmi Gazetede yayınlanmıştır. Yönetmeliğin 1'inci maddesine göre iyi tarım uygulamalarının amacı; insan ve hayvan sağlığına zarar vermeyen, çevre dostu tarımsal bir üretimin benimsendiği, tarımda izlenebilirlik ve sürdürülebilirliğin sağlandığı, doğal kaynakların korunmasının ve gıda güvenliğinin amaçlandığı bir üretim modelinin gerçekleştirilmesidir (Anonim, 2004). Yönetmelik, iyi tarım uygulamalarıyla ilgili standartların kural ve koşullarını, belgelendirme işlemlerinin şeklini, kişi ve kuruluşların görev ve sorumluluklarını belirlemektedir (Hasdemir, 2011).

Türkiye'de 2007'de başlayan iyi tarım uygulamalarında, üretici sayısı ve üretim alanı bakımından özellikle 2013 sonrasında önemli gelişmeler olmuştur. İyi tarım uygulamalarının yapıldığı il sayısı 2007'de 18 iken, 2016'da 64'e çıkmıştır. İyi tarım uygulanan alan ise 10 yılda yaklaşık 88 kat artış göstermiştir (Çizelge 1).

Türkiye’de 2016 yılı itibariyle, en fazla iyi tarım uygulanan alana sahip bölge %48.89 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesidir. Bunu %16.56 ile Akdeniz, %12.76 ile Ege Bölgesi takip etmektedir. En fazla iyi tarım

uygulanan alana sahip iller sırasıyla Gaziantep (%23.38), Şanlıurfa (%16.86) ve Adana (%7.85)’dir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Türkiye’de iyi tarım uygulamaları

	İl sayısı	Üretici sayısı	Üretim alanı (da)
2007	18	651	53,607
2008	19	822	60,231
2009	42	6,020	1,702,804
2010	48	4,540	781,741
2011	49	3,042	499,632
2012	47	3,676	837,171
2013	56	8,170	985,099
2014	53	21,332	2,147,705
2015	61	39,740	3,465,695
2016	64	55,609	4,741,075

Kaynak: Anonim, 2016c

Türkiye’de iyi tarım uygulamaları desteği, ilk defa 29 Aralık 2010 tarih ve 27800 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “İyi Tarım Uygulamaları Destekleme Ödemesi Yapılmasına Dair Tebliğ”le başlamıştır. Tebliğin 5’inci maddesinde ödeme yapılacak çiftçilerde aranan şartlar; “*bireysel veya grup halinde meyve sebze üretiminde veya örtü altında iyi tarım uygulamaları yapan, yetkilendirilmiş kuruluşlarca düzenlenmiş iyi tarım uygulamaları sertifikasına sahip olan, çiftçi kayıt sistemine kayıtlı olan, örtü altında iyi tarım uygulamaları yapan çiftçilerden örtü altı kayıt sistemine kayıtlı olan ve iyi tarım uygulamalarıyla ilgili belirtilen usul ve esaslara göre başvuru yapan*” şeklinde belirlenmiştir. Buna göre 2010’da iyi tarım uygulamaları desteği olarak, meyve ve sebze üretimi için dekara 20 TL ve örtü altı üretimi için dekara 80 TL ödeme yapılmıştır (Anonim, 2010). Daha sonra 13.06.2011 tarih ve 2011/006 sayılı “*Bitkisel Üretimde İyi Tarım Uygulamaları Kriterleri Genelgesi*”, 11.07.2011 tarih ve 2011/8 sayılı “*Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde İyi Uygulamalar Kriterleri Genelgesi*”, 14.10.2011 tarih ve 2011/007 sayılı “*Hayvansal Üretimde İyi Tarım Uygulamaları Kriterleri Genelgesi*” yayınlanmıştır (Ataseven, 2014). İyi tarım uygulamaları desteği, 25 Mayıs 2013 tarih ve 28657 sayılı “*İyi Tarım Uygulamaları Destekleme Ödemesi Yapılmasına Dair Tebliğ*”le, meyve ve sebze üretimi için dekara 25 TL ve örtü altı üretimi için dekara 100 TL olarak düzenlenmiştir (Anonim, 2013). Destek, 12.04.2014 tarih ve 28970 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “*2014 Yılında Yapılacak Tarımsal Desteklemelere İlişkin Karar*”la değiştirilmiştir. Bu karara göre 2014’de destekleme

ödemesi, meyve ve sebze üretimi için dekara 50 TL ve örtü altı üretimi için dekara 150 TL şeklinde belirlenmiştir (Anonim, 2014). Destekler, 2017 yılı itibariyle meyve ve sebze üretiminde dekara 50 TL, örtü altı yetiştiricilikte dekara 150 TL, süs bitkileri ve tıbbi aromatik bitkilerde ise dekara 100 TL olarak verilmektedir (Anonim, 2017).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Ülkelerin beslenme ve rekabet gücü kazanmalarına yönelik üretimlerini arttırma çabaları, tarımda yoğun girdi kullanımının giderek artmasına yol açmıştır. Dünyada yoğun girdi kullanımına dayanan konvansiyonel tarıma gösterilen bu ilgi uzun yıllar devam etmiştir. Ancak konvansiyonel tarımdan kaynaklanan çevresel sorunların ortaya çıkmasıyla, kimyasal girdi kullanımının sürdürülebilir tarım üzerindeki etkileri tartışılmaya başlanmıştır. Bunun sonucu olarak konvansiyonel tarımın zararlı etkilerini azaltmak amacıyla, sürdürülebilir tarım sistemlerinden biri olan iyi tarım uygulamaları önem kazanmıştır.

Türkiye’de gıda güvenliği ve yoksulluk sorunlarının tam olarak çözülememesi, çevresel konuların gündeme gelmesini ve buna bağlı olarak iyi tarım uygulamalarının yaygınlaşmasını geciktirmiştir. İyi tarım yapan üretici sayısı ve uygulanan alana göre, Güneydoğu Anadolu bölgesi ilk sırada yer almaktadır. İnsan sağlığı ve çevrenin korunması göz önüne alındığında, diğer illerde de iyi tarım uygulamalarına yönelik çiftçi bilincinin artırılması gerekmektedir.

Çizelge 2. Türkiye’de iyi tarım uygulayan üretici sayısı ve üretim alanı (2016)

	Üretici sayısı	Üretim alanı	
		(da)	(%)
Balıkesir	1,377	158,098.88	3.33
Çanakkale	524	62,760.23	1.32
Edirne	89	63,596.34	1.34
Sakarya, Bursa, Tekirdağ, Yalova, Kırklareli, Kocaeli, İstanbul, Bilecik	501	69,508.73	1.47
Marmara Bölgesi	2,491	353,964.18	7.46
Giresun	1,782	20,482.75	0.43
Samsun	1,453	143,154.14	3.02
Ordu	893	59,034.84	1.25
Artvin, Düzce, Trabzon, Sinop, Kastamonu, Çorum, Tokat, Amasya, Bartın	722	28,513.90	0.60
Karadeniz Bölgesi	4,850	251,185.63	5.30
Elazığ	204	17,027.10	0.36
Siirt	236	18,155.81	0.38
Erzurum, Bitlis, Ağrı, Erzincan	25	2,417.12	0.05
Doğu Anadolu Bölgesi	465	37,600.03	0.79
Gaziantep	14,133	1,108,242.22	23.38
Malatya	5,482	273,829.00	5.78
Şanlıurfa	9,956	799,383.86	16.86
Kilis, Adıyaman, Mardin	1,692	136,676.98	2.88
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	31,263	2,318,132.05	48.89
Ankara	401	44,386.98	0.94
Konya	733	242,962.69	5.12
Niğde	161	34,000.85	0.72
Karaman, Kayseri, Eskişehir, Aksaray, Çankırı, Sivas, Yozgat, Kırşehir, Nevşehir, Kırıkkale	360	68,802.82	1.45
İç Anadolu Bölgesi	1,655	390,153.34	8.23
Adana	1,115	372,321.24	7.85
Kahramanmaraş	809	106,093.84	2.24
Mersin	2,272	198,085.42	4.18
Isparta, Antalya, Hatay, Burdur, Osmaniye	1,400	108,610.08	2.29
Akdeniz Bölgesi	5,596	785,110.58	16.56
Aydın	1,940	129,028.15	2.72
Denizli	4,153	176,681.27	3.73
Manisa	849	107,516.20	2.27
İzmir, Muğla, Afyon, Uşak, Kütahya	2,347	191,703.75	4.04
Ege Bölgesi	9,289	604,929.37	12.76

Kaynak: Anonim, 2016c

İyi tarım uygulamalarının yaygınlaşmasında verilen desteklerin önemli olduğu bir gerçektir. Ancak çiftçilerin alışlagelmiş üretimlerini bırakmaları, iyi tarım uygulamaları desteğinin işletmeler için ekonomik avantaj sağlamasına bağlıdır. Bu nedenle Türkiye’de konvansiyonel tarımdan iyi tarım uygulamalarına geçen işletmelerde, gelirdeki değişimin analiz edilip, desteklerin bu sonuçlar çerçevesinde yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Zira ekonomik olmayan hiçbir üretim faaliyetinin sürdürülebilir olmasını beklemek gerçekçi olmayacaktır.

Türkiye’de iyi tarım uygulamalarında ürün ve üretici sayısının artırılmasında, iyi tarım uygulamaları desteğiyle birlikte bu ürünlere olan pazarın da

genişletilmesi gerekmektedir. İyi tarım ürünlerini konvansiyonel ürünlerden ayıran özelliklere dikkat çekilerek, tüketici bilincinin artırılmasında reklam faaliyetleri önemli oranda etkili olacaktır. Bu kapsamda televizyon başta olmak üzere kitle iletişim araçlarının kullanılması, çok sayıda tüketiciye daha kısa sürede ulaşma imkânı sağlayacaktır. Türkiye’de iyi tarım uygulamalarındaki gelişmeler sonucu, artan üretimle birlikte iç ve dış pazarlara daha sağlıklı ve güvenilir ürünler sunulacaktır. Bununla birlikte iyi tarım uygulamalarında kimyasal girdi kullanımına getirilen kısıtlamalarla, doğal kaynaklar korunacak ve gelecek nesiller için sürdürülebilir bir üretim arzı da garanti altına alınmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- Aba GÖ, Işın Ş 2014. Dünyada ve Türkiye’de İyi Tarım Uygulamalarının Gelişimi. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül, Samsun.
- Adenle AA, Sowe SK, Parayil G, Aginam O 2012. Analysis of Open Source Biotechnology in Developing Countries: An Emerging Framework for Sustainable Agriculture. *Technology in Society*, 34 (3): 256–269.
- Aerni P 2009. What is Sustainable Agriculture? Empirical Evidence of Diverging Views in Switzerland and New Zealand. *Ecological Economics*, 68 (6): 1872–1882.
- Aksoy A, Dıvrak BB, Sütlü E 2013. İyi Tarım Uygulamaları El Kitabı. http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/itu_w eb_son.pdf. (Erişim tarihi: 29.09.2017).
- Amekawa Y, Chuanb NC, Lumayagc LA, Tand GH, Wongd CS, Abdulra’ufe LB, Tanf HB, Taig WX, Tanh SM, Liui CH, Cheej JL 2017. Producers’ Perceptions of Public Good Agricultural Practices and their Pesticide Use: The Case of MyGAP for Durian Farming in Pahang, Malaysia. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 7 (1): 1-16.
- Anonim 1973. Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı. <http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/Kalknma%20Planlar/Attachments/7/plan3.pdf>. (Erişim tarihi: 12.09.2017).
- Anonim 1987. World Commission on Environment and Development. *Our Common Future*. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>. (Erişim tarihi: 12.09.2017)
- Anonim 2002. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi. http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Mevzuat/BM_iklimcerceve.pdf. (Erişim tarihi: 14.10.2017).
- Anonim 2004. İyi Tarım Uygulamalarına İlişkin Yönetmelik. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2004/09/20040908.htm>, (Erişim tarihi: 14.10.2017).
- Anonim 2010. İyi Tarım Uygulamaları Destekleme Ödemesi Yapılmasına Dair Tebliğ. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/12/20101229M6-11.htm>, (Erişim tarihi: 06.11.2017).
- Anonim 2013. İyi Tarım Uygulamaları Destekleme Ödemesi Yapılmasına Dair Tebliğ. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/05/20130525-2.htm>, (Erişim: 06.11.2017).
- Anonim 2014. 2014 Yılında Yapılacak Tarımsal Desteklemelere İlişkin Karar. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/04/20140412-2.htm>, (Erişim tarihi: 07.11.2017).
- Anonim 2016a. 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri. <http://unesco.org.tr/dokumanlar/duyurular/skh.pdf>. (Erişim tarihi: 22.11.2017).
- Anonim 2016b. <http://www.bmdergi.org/tr/?s=sürdürülebilir+kalkınma+hedefleri>, (Erişim tarihi: 22.11.2017).
- Anonim 2016c. İyi Tarım Uygulamaları İstatistikleri. <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Iyi-Tarim-Uygulamaları/Istatistikler>, (Erişim tarihi: 12.11.2017).
- Anonim 2017. Alan Bazlı Destekler. <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Tarimsal-Destekler/Alan-Bazli-Destekler>, (Erişim tarihi: 01.12.2017).
- Ataseven Y 2014. Türkiye’de İyi Tarım Uygulamaları’na Yönelik Politikalardaki Gelişmeler. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül, Samsun.
- Atış E 2004. Çevre ve Sürdürülebilirlik Boyutuyla Organik Tarım. http://www.bugday.org/portal/haber_detay.php?hid=466, (Erişim tarihi: 07.11.2017).
- Baghasa H 2008. European System Related to Good Agricultural Practice (EUREPGAP). National Agricultural Policy Center, No: 26.
- Boz İ, Şahin A, Paksoy M, Giray FH, Direk M 2013. Çevre Amaçlı Tarımsal Arazilerin Korunması Programının (ÇATAK) Yayılması ve Benimsenmesi. TÜBİTAK Proje No: 110O747.
- Çelik Y 2006. Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı ve Sağlık. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 9 (1):19-37.
- Davran MK 2007. Türkiye’de Kalkınma Sürecinde Kırsal Çevre Sorunları ve Toplumsal Bilinç Düzeyi. *Sosyoloji Araştırmaları Dergisi*, 10 (2): 37-52.
- Dişbudak K 2008. Avrupa Birliği’nde Tarım-Çevre İlişkisi ve Türkiye’nin Uyumu. AB T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Dış İlişkiler ve AB Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, Uzmanlık Tezi, 79 s.
- Dulupçu M 2000. Sürdürülebilir Kalkınma Politikasına Yönelik Gelişmeler. *Dış Ticaret Dergisi*, 20: 46-70.
- Gafsi M, Legagneux B, Nguyen G, Robin P 2006. Towards Sustainable Farming Systems: Effectiveness and Deficiency of the French Procedure of Sustainable Agriculture. *Agricultural Systems*, 90: 226–242.
- Hasdemir M 2011. Kiraz Yetiştiriciliğinde İyi Tarım Uygulamalarının Benimsenmesini Etkileyen Faktörlerin Analizi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 209 s.
- Hess CE 1991. The US Department of Agriculture Commitment to Sustainable Agriculture (in Banr’s Sustainable Agriculture Research and Education in the Field: A Proceeding). National Academy Press. Washington D.C.
- İçel CD 2007. Avrupa Birliği Ülkelerinde İyi Tarım Uygulamaları ve Türkiye ile Karşılaştırılması. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı,

- AB Uzmanlık Tezi, 114 s.
- Kaypak Ş 2011. Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Bir Kalkınma İçin Sürdürülebilir Bir Çevre. KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 13 (20): 19-33.
- Kuşat N 2013. Yeşil Sürdürülebilirlik için Yeşil Ekonomi: Avantaj ve Dezavantajları-Türkiye İncelemesi. Journal of Yaşar University, 29 (8): 4896 – 4916.
- Marine SC, Martin DA, Adalja A, Mathew S, Everts KL 2016. Effect of Market Channel, Farm Scale, and Years in Production on Mid-Atlantic Vegetable Producers' Knowledge and Implementation of Good Agricultural Practices. Food Control, 59: 128-138.
- Marsh JS 1997. The Policy Approach to Sustainable Farming Systems in the EU. Agriculture, Ecosystems and Environment, 64 (2): 103–114.
- Menalled F, Bass T, Buschena D, Cash D, Malone M, Maxwell B, McVay K, Miller P, Soto R, Weaver D 2008. An Introduction to the Principles and Practices of Sustainable Farming. <http://msuextension.org/publications/AgandNaturalResources/MT200813A.G.pdf>. (Erişim tarihi: 12.11.2017).
- Onions CT 1964. The Shorter Oxford English Dictionary, Oxford: Clarendon press.
- Öner G, Işın Ş 2010. Globalgap Eşdeğerlik Sertifikasyon Sisteminin Dünyadaki Örnekleri ve Türkiye’de Uygulanabilirliğinin İrdelenmesi. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, 22-24 Eylül, Şanlıurfa.
- Özmehmet E 2008. Dünyada ve Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları. Journal of Yaşar University, 12: 3.
- Polat F 2014. Azerbaycan’da Global G.A.P Tarım Uygulamalarının Gıda Güvenliği Bakımından Değerlendirilmesi, Azersun Örneği. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül, Samsun.
- Safley M 1998. How Traditional Agriculture is Approaching Sustainability. Biomass and Bioenergy, 14 (4): 329-332.
- Subaşı OS, Uysal O, Aktaş E, Aydın B 2016. Turunçgil Üretiminde İyi Tarım Uygulamalarının Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi: Mersin İli Örneği. XII. Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Mayıs, Isparta.
- Tatlıdil FF, Boz İ, Tatlıdil H 2009. Farmers’ Perception of Sustainable Agriculture and its Determinants: A Case Study in Kahramanmaraş Province of Turkey. Environment, Development and Sustainability, 11(6): 1091-1106.
- Tıraş HH 2012. Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre: Teorik Bir İnceleme. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2 (2): 57-73.
- Turhan Ş 2005. Tarımda Sürdürülebilirlik ve Organik Tarım. Tarım Ekonomisi Dergisi, 11(1): 13 – 24.
- Türkten H, Eryılmaz GA, Ceyhan V, Kılıç O 2014. Bafra İlçesinde Çevre Amaçlı Tarım Arazilerin Korunması Programının Değerlendirilmesi ve İyi Tarım Uygulamalarının Etkilerinin Sürdürülebilirliği. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül, Samsun.
- Yeşil M 2016. Doğa Koruma Yaklaşımlarındaki Değişimlerin Dünyada ve Türkiye’deki Tarihsel Süreci. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4 (10): 867-876.
- Yıldırım U, Öner Ş 2003. Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımının Türkiye’ye Yansımaları: GAP’ta Sürdürülebilir Kalkınma ve Yerel Gündem 21. Çağdaş Yerel Yönetimler, 12 (4): 6-27.