



T.C.  
GIDA TARIM VE HAYVANCILIK BAKANLIĞI

Tarla Bitkileri Merkez  
Araştırma Enstitüsü  
**DERGİSİ**

*JOURNAL OF  
Field Crops Central  
Research Institute*

ISSN : 1302-4310  
E-ISSN : 2146-8176

Cilt/Volume **25**  
Sayı/Number **1**

Yıl/Year **2016**

TARLA BİTKİLERİ  
MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ  
DERGİSİ

JOURNAL OF  
FIELD CROPS  
CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

ISSN: 1302-4310  
E-ISSN: 2146-8176

CİLT  
VOLUME **25**

SAYI  
NUMBER **1**

**2016**



TUBİTAK-ULAKBİM Yaşam Bilimleri Veri Tabanı (Tarım Bilimleri) Tarafından Taranmaktadır.

Indexed by TUBİTAK-ULAKBİM Agricultural Sciences Database.

TUBİTAK-ULAKBİM DergiPark Akademik Veri Tabanında Yer Almaktadır.

Hosted by TUBİTAK-ULAKBİM Turkish JournalPark Academic Database.

TUBİTAK-ULAKBİM DergiPark Akademik EBSCO Veri Tabanında Yer Almaktadır.

Hosted by Turkish JournalPark Academic EBSCO Database.

CROSSREF® Veri Tabanı Tarafından Taranmaktadır.

Indexed by CROSSREF Database.

Makaleler DOI numarası ile yayınlanmaktadır.

Articles are published with DOI number.

**TARLA BİTKİLERİ  
MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ**

*JOURNAL OF FIELD CROPS  
CENTRAL RESEARCH INSTITUTE*

**Yayın Sahibinin Adı / Published by**  
**Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Adına**  
**Enstitü Müdürü / Director of Institute**

Dr. Mevlüt ŞAHİN

**Editör / Editor-in-Chief**

Aliye PEHLİVAN

**Yayın Kurulu / Editorial Board**

Dr. Kadir AKAN

Dr. Asuman KAPLAN EVLİCE

**Yayın Türü / Type of Publication:** **Yaygın Süreli Yayın / Widely Distributed Periodical**

**Yayın Dili / Language:** **Türkçe ve İngilizce / Turkish and English**

**Hakemli bir dergidir / Peer reviewed journal**

**Yılda iki kez yayınlanır / Published two times a year**

**İletişim Adresi / Publisher Address:** Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

Şehit Cem Ersever Cad. No: 9-11 06170 Yenimahalle - Ankara

**Tel:** (+90312) 343 10 50 **Belgegeçer / Fax:** (+90312) 327 28 93

**E-posta / E-mail:** tarndergi@gmail.com

**Dergi Web Sayfası / Journal Home Page:**

<http://tarlabitkileri.dergipark.gov.tr/tarbitderg>

<http://arastirma.tarim.gov.tr/tarlabitkileri/Menu/11/Dergi>

**Basım Yeri / Printed:** Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı

Eğitim Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı

İvedik Caddesi Bankacılar Sokak No:10 Yenimahalle - Ankara

**Tel:** (+90312) 315 65 55 **Belgegeçer / Fax:** (+90312) 344 81 40



# TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Journal of Field Crops Central Research Institute

CİLT  
VOLUME **25**

SAYI  
NUMBER **1**

**2016**

ISSN : 1302-4310

E-ISSN : 2146-8176

## Danışma Kurulu\* / Advisory Board\*

Prof. Dr. Ahmet GÜMÜŞCÜ	Selçuk Üniversitesi Çumra Uygulamalı Bilimler Y.O. - Konya
Prof. Dr. Aydın AKKAYA	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üni. Ziraat F. - K. Maraş
Prof. Dr. Ayhan ATLI	Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Şanlıurfa
Prof. Dr. Bilal GÜRBÜZ	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Cafer Sırrı SEVİMAY	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Cemalettin Yaşar ÇİFTÇİ	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Ercüment Osman SARIHAN	Uşak Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi - Uşak
Prof. Dr. Hamit KÖKSEL	Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Hasan Hüseyin GEÇİT	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Hayrettin EKİZ	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Hazım ÖZKAYA	Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Hikmet GÜNAL	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Tokat
Prof. Dr. İlhami BAYRAMİN	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Mehmet Demir KAYA	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Eskişehir
Prof. Dr. Melahat AVCI BİRSİN	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Mevlüt AKÇURA	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat F. - Çanakkale
Prof. Dr. Nilgün BAYRAKTAR	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Nusret ZENCİRCİ	Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen - Edebiyat F. - Bolu
Prof. Dr. Özer KOLSARICI	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Saime İKİNCİKARAKAYA	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Sait ADAK	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Sebahattin ÖZCAN	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Serkan URANBEY	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Suzan ALTINOK	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Ankara
Prof. Dr. Temel GENÇTAN	Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Tekirdağ
Doç. Dr. Ahmet TAMKOÇ	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Konya
Doç. Dr. Alptekin KARAGÖZ	Aksaray Üniversitesi Aksaray Teknik Bilimler Meslek Y.O. - Aksaray
Doç. Dr. Kağan KÖKTEN	Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Bingöl
Doç. Dr. Muharrem KAYA	Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Isparta
Doç. Dr. Taner AKAR	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi - Antalya

\* Bilim danışmanları alfabetik sıraya göre dizilmiştir.



**TARLA BİTKİLERİ  
MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ**

JOURNAL OF FIELD CROPS  
CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT  
VOLUME **25**

SAYI  
NUMBER **1**

**2016**

**ISSN : 1302-4310  
E-ISSN : 2146-8176**

**Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi  
Hakemli Olarak Yılda İki Kez Yayınlanmaktadır**

**Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler**

(Alfabetik Sıraya Göre Yazılmıştır)

**Prof. Dr. Adnan ORAK**

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Ahmet GÜMÜŞCÜ**

Selçuk Üniversitesi Çumra Uygulamalı Bilimler Yüksek Okulu Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü

**Prof. Dr. Ali KOÇ**

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Aydın AKKAYA**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Cafer Olcayto SABANCI**

Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Cafer Sırrı SEVİMAY**

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Cahit BALABANLI**

Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Füsun YÜREKLİ**

İnönü Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü

**Prof. Dr. Hakan GEREN**

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Hayrettin EKİZ**

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Hayrettin KENDİR**

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Hikmet GÜNAL**

Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

**Prof. Dr. Hüseyin ZENGİN**

Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü



**TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ**

JOURNAL OF FIELD CROPS CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT  
VOLUME **25**

SAYI  
NUMBER **1**

**2016**

**ISSN : 1302-4310**

**E-ISSN : 2146-8176**

**Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler**

(Alfabetik Sıraya Göre Yazılmıştır)

**Prof. Dr. İlhan ÜREMİŞ**

Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

**Prof. Dr. Leyla İDİKUT**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Mehmet Kubilay ÖNAL**

Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Doğa ve Çevre Bilimleri Bölümü

**Prof. Dr. Mevlüt AKÇURA**

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Mustafa KIZILŞİMŞEK**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Nusret ZENCİRCİ**

Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen - Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü

**Prof. Dr. Ökkeş ATICI**

Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü

**Prof. Dr. Rukiye TIPIRDAMAZ**

Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü

**Prof. Dr. Saime ÜNVER İKİNCİKARAKAYA**

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Sebahattin ALBAYRAK**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bafra Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

**Prof. Dr. Selman TÜRKER**

Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Semra MİRİCİ**

Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı

**Prof. Dr. Yusuf Ersoy YILDIRIM**

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

**Prof. Dr. Yusuf KURUCU**

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

**TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ**

JOURNAL OF FIELD CROPS CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT  
VOLUME **25**

SAYI  
NUMBER **1**

**2016**

**ISSN : 1302-4310**

**E-ISSN : 2146-8176**

**Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler**

(Alfabetik Sıraya Göre Yazılmıştır)

**Doç. Dr. Kağan KÖKTEN**

Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Doç. Dr. Mustafa İMREN**

Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

**Doç. Dr. Özge KARAKAŞ METİN**

TUBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Enstitüsü

**Doç. Dr. Taner AKAR**

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

**Doç. Dr. Zübeyir DEVRAN**

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü



**TARLA BİTKİLERİ**  
**MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ**

JOURNAL OF FIELD CROPS  
CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT  
VOLUME **25**

SAYI  
NUMBER **1**

**2016**

**ISSN : 1302-4310**  
**E-ISSN : 2146-8176**

**İÇİNDEKİLER (Contents)**

**Araştırmalar (Research Articles)**

**Morphological and Agronomical Characteristics of a Rhizomatous Crested Wheatgrass (*Agropyron cristatum* L. Gaertn.) Collected from Ankara Province**

Ankara İlinden Toplanan Rizomlu Otlak Ayırığının (*Agropyron cristatum* L. Gaertn.) Morfolojik ve Agronomik Karakterleri

**S. Ünal, Z. Mutlu .....1**

**Bitkilerin Sıcağa ve Soğuğa Dayanıklılık Bölgelerinin Türkiye Ölçeğinde Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Haritalanması**

Mapping the Plant Hardiness and Heat Zone at Turkey Scale by Geographic Information System

**M. Peşkircioğlu, K. A. Özaydın, H. Özpınar, Y. Nadaroğlu, Ö. Dokuyucu, G. Aytaç Cankurtaran,**

**S. Ünal, O. Şimşek .....11**

**Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L) Genotiplerinin Trakya Bölgesinde Verim ve Agronomik Özelliklerinin Araştırılması**

Investigation of Grain Yield and Agronomic Characters of the Some Barley (*Hordeum vulgare* L.) Genotypes

**İ. Öztürk, R. Avcı, A. Tülek, T. Kahraman, B. Tuna, Z. Mert, K. Akan .....26**

**Endemik Kaba Navruz Bitkisinin (*Iris galatica* Siehe) In Vitro Çoğaltımı**

In vitro Propagation of Endemic "Kaba Navruz" *Iris galatica* Siehe

**S. Uzun, A. İ. İlbaş, A. İpek, E. Beyzi, S. Uranbey, N. Arslan .....35**

**Isparta Ekolojik Koşullarında Bazı Yonca (*Medicago sativa* L.) Çeşitlerinin Ot Verim ve Kalitelerinin Belirlenmesi**

Determination of Forage Yield and Quality of Some Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Cultivars under Isparta Ecological Conditions

**M. Yılmaz, S. Albayrak .....42**

**TARLA BİTKİLERİ**  
**MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ**

JOURNAL OF FIELD CROPS  
CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT  
VOLUME **25**

SAYI  
NUMBER **1**

**2016**

**İÇİNDEKİLER (Contents)**

**Araştırmalar (Research Articles)**

**Rangeland Condition, Health and Biodiversity Assessments for Two Rangeland Vegetations in the Central Anatolia Region**

Orta Anadolu Bölgesine Ait İki Merada Mera Durumu, Sağlığı ve Biyoçeşitlilikle İlgili Değerlendirmeler

**S. Ünal, A. Mermer, H. Yıldız, Z. Mutlu .....48**

**Azotlu Gübre Dozlarının İtalyan Çimi (*Lolium italicum* L.) Çeşitlerinin Ot Verimi ve Bazı Tarımsal Özelliklerine Etkisi**

The Effects of Different Nitrogen Fertilizer Doses on Yield and Some Agricultural Traits of Italian Ryegrass (*Lolium italicum* L.) Cultivars

**E. Çolak, C. Sancak .....58**

**Eskişehir Meralarında Otlatmanın Planlamasında NDVI Verilerinin Kullanılması**

Use of NDVI Data on Planning of Grazing in Eskişehir Grasslands

**C. Aygün, A. L. Sever, İ. Kara, İ. Erdoğan, A. K. Atalay .....67**

**Makarnalık Buğdayda Ekim Sıklığının Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkileri**

The Effects on Sowing Density to Physiological Parameters in Durum Wheat

**A. Y. Dalkılıç, R. Kara, C. Yürürdurmaz, B. Şimşek, Y. Aldemir, A. Akkaya .....78**

**Türkiye'nin Bitkisel Biyolojik Çeşitliliğinin Korunması ve Sürdürülebilir Kullanımına İlişkin Sorunlar ve Çözüm Önerileri**

Problems Regarding Conservation and Sustainable Use of Turkey's Plant Biodiversity and Proposed Solutions

**A. Karagöz, K. Özbek, N. Sarı .....88**

**TARLA BİTKİLERİ**  
**MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ**

JOURNAL OF FIELD CROPS  
CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT  
VOLUME **25**

SAYI  
NUMBER **1**

**2016**

## İÇİNDEKİLER (Contents)

### Araştırmalar (Research Articles)

**Adi Fiğın (*Vicia sativa* L.) Bazı Yabancı Otların Çimlenmesi ve Gelişmesi Üzerine Allelopatik Etkileri**

Allelopathic Effects of Common Vetch (*Vicia sativa* L.) on Germination and Development of Some Weed Species

**Y. E. Kitiş, O. Kolören, F. N. Uygur .....100**

**Kavuzlu Siyez (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*) ve Ekmeklik (*Triticum aestivum* L.) Buğdaylarda Kurak ve Tuz Stresinin Erken Fide Gelişimi ve Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi**

Effects of Drought and Salinity Stress on Early Seedling Growth and Antioxidant Activity in Hulled Einkorn (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*) and Bread (*Triticum aestivum* L.) Wheats

**F. Pehlivan Karakaş .....107**

### Derlemeler (Reviews)

**Hidrojen Peroksit ve Nitrik Oksit İlişkisinin Bitkilerde Abiyotik Stres Toleransındaki Rolü**

The Role of the Relationship between Hydrogen Peroxide and Nitric Oxide in Plant Tolerance to Abiotic Stresses

**F. Öcal Özdamar, G. Baysal Furtana, Ş. Ş. Ellialtıoğlu, R. Tıprıdamaz .....117**

**Türkiye Patates Üretiminde Önemli Bir Tehdit: Kolombiya Kök-Ur Nematodu [*Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santos & Finley (Nemata: Tylenchida)]**

The Important Threat in Potato Production in Turkey: The Columbia Root-Knot Nematode [*Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santos & Finley (Nemata: Tylenchida)]

**E. Evlice, Ş. Bayram .....132**



## Morphological and Agronomical Characteristics of a Rhizomatous Crested Wheatgrass (*Agropyron cristatum* L. Gaertn.) Collected from Ankara Province

\*Sabahaddin ÜNAL

Ziya MUTLU

\*Central Research Institute for Field Crops, Ankara, Türkiye

\*Corresponding author e-mail (Sorumlu yazar e-posta): sabahaddin2015@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 11.11.2015

Kabul Tarihi (Accepted): 01.04.2016

### Abstract

The use of natural material in ongoing breeding programs provides a unique resource and they have vital importance for the improvement of plant production and the rehabilitation of degraded rangelands. The aim of this study was to improve the new rhizomatous crested wheatgrass (*Agropyron cristatum* L. Gaertn.) collections with high adaptation ability for rangeland improvement using national genetic sources. A total of 8 genotypes collected from the region and from other institutions were tested the morphological and phenological characters. After testing one population, G-466, with rhizome was selected to be evaluated further. The mass selection was implemented in this study. Two trials with G-466 and population were conducted during the years of 2007 to 2010 in Yenimahalle and Gölbaşı locations, Ankara. The observed morphological, and agronomical characteristics were main stem height, main stem diameter, internode length, node numbers per main stem, flag leaf length, flag leaf width, forage yield and hay yield. Data were statistically analyzed and measured characteristics of two genotypes were compared by F test. Correlation analysis was performed to determine the relationship among the characters. The morphological characters as main stem height, main stem thickness, internode distance long, node numbers per main stem, flag leaf length and flag leaf width in G-466 were 58.5 cm, 2.1 mm, 13.2 cm, 3.7, 8.4 cm, 4.9 mm, respectively. There was no significant difference between the studied genotypes in fresh forage and hay yields on the two location-averages. Fresh forage and hay yields in G-466 were 482.2 kg/da and 120.6 kg/da, respectively. High correlation (0.893) found between hay yield and main stem length. There were also high correlation length of internode and node numbers in main stem with hay yield. As considered hay quality, the G-466 had higher crude protein content (11.58-11.33%), than population (9.71-10.58%) in 2009 and 2010. But it was lower relative feeding value than population. In conclusion, the G-466 genotype is recommended for grassland improvement and making artificial pasture as using alone or in mixtures.

**Keywords:** Rhizomatous crested wheatgrass, morphological and agronomical characters

### Ankara İlinden Toplanan Rizomlu Otlak Ayırığının (*Agropyron cristatum* L. Gaertn.) Morfolojik ve Agronomik Karakterleri

#### Öz

İslah programında genetik kaynakların kullanılması bu konuda yürütülen çalışmalarını zenginleştirir ve bitki üretiminin geliştirilmesi ve bozulmuş mera alanlarının iyileştirilmesi için hayati öneme sahiptirler. Bu çalışmada genetik kaynaklardan mera ıslahına yönelik adaptasyon kabiliyeti yüksek yeni rizomlu otlak ayırığı (*Agropyron cristatum* L. Gaertn.) koleksiyonlarının geliştirilmesi, amaçlanmıştır. Diğer enstitülerden ve bölgeden sağlanan 8 adet genotip morfolojik ve fenolojik özellikler açısından incelenmiştir. Bu işlemten sonra G-466 rizomlu genotip daha sonra değerlendirmek üzere seçilmiştir. Bu çalışmada toptan seleksiyon metodu uygulanmıştır. Ankara'nın iki ilçesi Yenimahalle ve Gölbaşı'nda 2007-2010 yılları arasında G-466 ile popülasyon materyallerinin yer aldığı iki deneme tesis edilmiştir. Morfolojik ve tarımsal özellikler ana sap uzunluğu, ana sap kalınlığı, ana saptaki boğum sayısı, bayrak yaprağın uzunluğu ve genişliği ile yeşil ve kuru ot verimleridir. Tüm deneme verileri istatistiksel olarak analiz edilmiş ve iki genotipin incelenen özellikleri F testiyle karşılaştırılmıştır. Özellikler arası ilişkiler belirlenmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Morfolojik özellikler ana sap uzunluğu ve ana sap kalınlığı, boğum arası uzunluk, ana saptaki boğum sayısı, bayrak yaprağının



uzunluğu ve genişliği G-466 genotipinde sırayla 58.5 cm, 2.1 mm, 13.2 cm, 3.7, 8.4 cm, 4.9 mm olmuştur. Her iki lokasyonda yeşil ot ve kuru ot verimleri açısından çalışılan her iki genotip arasında fark bulunmamıştır. Genotip G-466'nın yeşil ot ve kuru ot verimleri sırayla 482.2 kg/da and 120.6 kg/da, olarak tespit edilmiştir. Kuru ot verimi ve ana sap uzunluğu arasında yüksek korelasyon (0.893) bulunmuştur. Boğum arası uzunluk ve ana saptaki boğum sayısı ile kuru ot verimi arasında da yüksek düzeyde korelasyon vardır. Kuru ot kalitesi düşünüldüğünde, 2009 ve 2010 yıllarında genotip G-466 (%11.58 ve %11.33) popülasyondan (%9.71 ve %10.58 ) daha yüksek ham protein oranına sahip olmuştur. Fakat nispi yem değeri popülasyondan daha düşük olmuştur. Sonuç olarak G-466 genotipi mera ıslahı ve suni mera tesisleri için yalın ya da karışımlar halinde kullanılması tavsiye edilir.

**Anahtar Kelimeler:** Rizomlu otlak ayırığı, morfolojik ve tarımsal özellikler

## Introduction

The sown area of forage crops is 1.88 million hectares and the meadow-rangeland area is 14.61 million hectares in Turkey (Anonymous 2015). Moreover, total livestock is 14.19 million large animal units (Anonymous 2015). Turkey, the roughage production, is estimated to be the total 15.90 million tons as mainly generated by both natural pastures (5.84 million tones) and forages crops (10.06 million tones). The amount accounts for only 24.55% of total requirement of good quality forage hay (64.74 million tones).

Therefore, the increasing of forage production and the reducing of shortages would immensely contribute to the improvement of animal husbandry sector.

In the Central Anatolia Region, in addition to widely grown forage crops such as vetches, alfalfa and sainfoin, alternative crops, such as crested wheatgrass (*Agropyron cristatum* L. Gaertn.) should be incorporated mixtures or pure stand for both grazing and forage production.

The crested wheatgrass has good abilities such as a perennial life form, satisfactory production and drought resistance. Moreover, this species possesses some desirable aspects with early growth initiation in spring and good persistence to grazing. For those reasons, native crested wheatgrass cultivars are seeded in rangelands and artificial pastures.

This species is adapted to a wide variety of environmental conditions (Holechek 1981; Rogler and Lorenz 1983) the same authors stated that crested wheatgrass is resistant to heat, drought, cold, and is little damaged by diseases. In addition, crested wheatgrass exhibits palatability, persistence under misuse, good competitive ability, excellent seed production, ease of establishment, and sufficient seedling vigor to volunteer successfully. The crested wheatgrass has good potential for reintroduction of native plants, and follow-up

management to ensure persistence of seeded native species for improving native plants of degraded rangeland areas (Fansler and Mangold 2011).

The local genetic resources play important role as the basic material commonly used in breeding programs (Prosperi et al. 1996). The crested wheatgrass is native to Central Asia, Afghanistan, Turkey and Iran (Nevski 1934; Bor 1970). Turkey is the one of the gene centers of many forage crops, and it is fairly rich in crested wheatgrass diversity as well. It exists in Edirne province in Thrace region (Davis 1970), in Ankara, Çankırı and Kayseri provinces of Central Anatolian Region (Unal et al. 2012a; Unal et al. 2012b; Unal et al. 2013), in provinces of Trabzon and Gümüşhane in Eastern-Blacksea Region, and East Anatolia and Kahramanmaraş province in Mediterranean region (Davis 1970).

The surveys for collection of local materials were carried out in 1999 and 2000 throughout the Central Anatolian Region of Turkey. Crested wheatgrasses with rhizomes were collected from the Polatlı, Ankara.

There are a few rhizomatous varieties in USA called Ephraim, RoadCrest (Asay et al. 1999). Rhizomatous varieties, not weedy or invasive species, spread very slow (Anonymous 2000).

So far many studies on crested wheatgrass were performed and completed by numerous researchers, some of which are related to its morphology (Hull 1972), phenology (Schuster and Ricardo 1973), genetic diversity (Prosperi et al. 1996) and agronomy (Smoliak et al. 1967; Ünal and Eraç 2000).

In this study, the morphologic and agronomic characteristics in the rhizomatous material G-466 crested wheatgrass were studied for adaptation ability, hay yield and quality for the variety development.

## Material and Method

Study materials were collected from the natural flora of Central Anatolian region. Additional materials were provided from Gene Banks of İzmir, Ankara and Erzurum Agricultural Research Institutes.

The soil of the experimental site in Yenimahalle was clay of texture, neutral, poor in organic matter, but moderate in lime content. The soil of Gölbaşı had clay textured, slightly alkaline, poor in organic matter, but high in lime content. Soil features of two sites were detected to be different in pH and lime content (Anonymous 2007; Anonymous 2008).

During the experimental seasons of 2006-2007, 2007-2008, and 2008-2009 in Yenimahalle; 2007-2008, 2008-2009 and 2009-2010 in Gölbaşı total precipitation, average temperatures and average relative humidity were given in Table 1.

Total precipitation and average relative humidity in Yenimahalle location were lower than Gölbaşı location. But its temperature was higher than Gölbaşı. Long term average precipitation and temperatures are 396.1 mm and 11.8°C at Yenimahalle (1975-2006), and 395.5 mm and 10.1°C at Gölbaşı (1990-2006). Two locations received less precipitation to long term averages (Anonymous 2009; Anonymous 2010).

A nursery was found to screen the genotypes morphological and phenological properties. After screening one population, G-447 with rhizomatous (ecotype collected near Ankara province) was selected to characterize further. Mass selection method was applied for choosing 7 promising lines (accession number G-466).

Latter yield experiments with one promising material and check variety, local population, were sown in a randomized complete block design with 8 replications. Seeds were sown by hand. The plot size was 3.2 m x 5.0 m = 16.0 m<sup>2</sup>, consisting of 8 rows spaced at 40 cm for fresh forage. The harvested plot size was 9.6 m<sup>2</sup>. The experiments at the both locations (Yenimahalle and Gölbaşı, Ankara) were established in a fallow field during the years of 2007 to 2010 of The Central Research Institute for the Field Crops.

After seeding (19 October 2007 in Yenimahalle and, 17 April 2008 in Gölbaşı), 18 kg N, and 46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> were broadcasted, mixed into the soil and its surface was pressed with plowing roller.

Weed control was made by hoeing when necessary.

Cutting dates for fresh forage at Yenimahalle and Gölbaşı were at the dates of 27 May 2008-01 June 2009 and 27-29 May 2009 -30 May-01 June 2010. At the blooming period of each accession, randomly selected 5 and 10 plants were sampled and measured from each plot for the plant traits.

Morphological properties such as main stem length, main stem diameter, the length of internode, node numbers in main stem, flag leaf length, and flag leaf width and phenological properties such as heading date, agronomic properties as fresh forage and hay yields were measured.

The 9.6 m<sup>2</sup> of each plot was harvested for green herbage and sampling (each 500 g). The samples were dried at 70°C for 48 h.

All data were analyzed in excel software program of Microsoft office 2010. Variance analysis was performed and averages were compared by the F test.

## Results and Discussions

### Morphological properties

#### Main stem length (MSL)

Significant differences observed between G-466 and population two years averages in Yenimahalle (YM), but no differences in Gölbaşı (GB) (Table 2).

MSL in GB had higher than that of YM. High variation occurred over years at two locations. No difference appeared in overall at two location averages.

The results for MSL were similar to the previously reported results. Plant height was found as 55.78 cm by Gökkuş et al. (2001). Besides it was measured as 79.28 cm (77.80-81.09 cm) (Unal and Eraç 2000), and 57.54 cm (40.50-72.66 cm) (Unal and Fırıncioğlu 2009) in the previous studies. Moreover its plant heights were found as 87-97 cm and 54-65 cm in 1999 and 2000, respectively (Mellish and Coulman 2002). The given values above were similar or higher than this trial's.

#### Main stem diameter (MSD)

G-466 had wider MSD in GB than base population in 2009, 2010 and overall average (Table 2). Two genotypes had similar MSD in YM. Variation in years, was highly significant in GB. High difference ( $P < 0.01$ ) observed in overall at two location averages ( $F_{(0.05)} = 33.0$ ).

MSD ranged between 2.1 and 2.7 mm (Açıkgöz 1982); 2.15 mm (Unal and Eraç 2000), and 2.39 mm (1.60-3.16 mm) (Unal and Fırıncioğlu 2009) in the past trials.

Table 1. Total precipitation, average temperatures and average relative humidity for the experimental seasons and long term in Yenimahalle and Gölbaşı Çizelge 1. Yenimahalle ve Gölbaşı'nda deneme süresince ve uzun dönem toplam yağış, ortalama sıcaklık ve nispi nem değerleri

	Yenimahalle						Gölbaşı			
	2006-07	2007-08	2008-09	Averages	Long term	2007-08	2008-09	2009-10	Averages	Long term
Precipitation (mm)	315.7	295.8	370.8	327.4	396.1	316.6	417.6	360.3	364.8	395.5
Temperatures (°C)	12.90	12.80	9.80	11.80	11.8	10.00	10.00	11.80	10.60	10.1
Relative humidity(%)	55.6	54.8	64.6	58.3	61.3	58.9	70.4	66.2	65.2	73.4

Table 2. Some morphological properties data in main stem length (MSL) (cm) and main stem diameter (MSD) (mm) at two locations in 2008, 2009, 2010 and two year averages Çizelge 2. İki lokasyondaki 2008, 2009, 2010 ve iki yıl ortalama ana sap uzunluğu (ASU) (cm) ve ana sap kalınlığı (ASK) (mm) gibi bazı morfolojik özellik değerleri

	MSD																									
	MSL+							MSD																		
	Gölbaşı			Yenimahalle				Gölbaşı			Yenimahalle															
	2009	2010	Ave.	2008	2009	Ave.	2009	2010	Ave.	2008	2009	Ave.	2008	2009	Ave.	2008	2009	Ave.	2008	2009	Ave.					
G-466	73.8	50.1	62.0	35.7	67.4	51.5	61.1	55.8	58.5	2.3	2.0	2.1	1.8	2.1	2.0	2.1	2.0	2.1	2.0	2.0	2.1	2.0	2.1			
Population	72.9	50.8	61.8	34.7	55.6	45.2	60.2	52.4	56.3	2.0	1.5	1.8	1.9	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.7	1.8			
F <sub>(var)</sub> (0.05)	0.2	0.1	0.0	0.9	16.6*	15.0**	0.0	0.9	2.7	9.5*	70.5**	68.3**	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	1.6	10.8	33.0**	0.2	0.2	0.2			
LSD <sub>(0.05)</sub>	4.5	6.6	3.3	3.2	9.2	3.7	17.5	7.6	2.7	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
F <sub>Year</sub> (0.05)			208.6**			256.6**			23.7**									96.1**						25.1**		
F <sub>loc</sub> (0.05)									60.9**																0.1	
F <sub>var*year</sub> (0.05)			0.3			10.9**			0.9									8.6**							5.6*	
F <sub>var*loc</sub> (0.05)									4.8*																21.0**	
F <sub>year*loc</sub> (0.05)									299.5**																	63.4**
F <sub>var*year*loc</sub> (0.05)									4.7*																	1.3
CV (%)	5.1	11.0	7.3	4.0	6.6	6.7	33.2	16.2	8.1	6.8	6.5	6.1	9.5	2.7	7.3	12.4	12.7	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9

\*, \*\*Significant at 5 an 1 % probability levels, respectively, (\*) % 5 ve (\*\*) % 1 düzeyinde önemli farklılık göstermektedir.

LSD: least significant difference, LSD: en küçük önemli farklılık;

CV (%): coefficient of variation (%), CV (%): varyasyon katsayısı

+ Abbreviations were explained in headline above

Blooming period in Yenimahalle, 27.05.2008, Yenimahalle'deki Başaklanma tarihi, 27.05.2008 Blooming period in Yenimahalle, 01.06.2009, Yenimahalle'deki Başaklanma tarihi, 01.06.2009

Blooming period in Gölbaşı, 27-29.05.2009, Gölbaşı'daki başaklanma tarihi 27-29.05.2009 Blooming period in Gölbaşı, 31.05-01.06.2010, Gölbaşı'ndaki başaklanma tarihi, 31.05-01.06.2010

MSL: Main stem length (cm), MSL: Ana sap uzunluğu (cm),

MSD: main stem diameter (mm), MSD: Ana sap kalınlığı (mm)

Table 3. Some morphological properties data in length of internode (LI) (cm) and node numbers in main stem (NNMS) (number) at two locations in 2008, 2009, 2010 and two year averages

G-466	LI														
	Gölbaşı			Yenimahalle			Two location averages			NNMS					
	2009	2010	Ave.	2008	2009	Ave.	First	Second	Overall	2008	2009	Ave.	First	Second	Overall
Population	17.6	10.4	14.0	9.3	14.0	11.6	14.9	11.55	13.2	3.9	3.6	3.7	3.5	3.7	3.6
F <sub>(var)</sub> (0.05)	15.0	9.2	12.1	8.8	11.2	10.0	12.9	9.87	11.4	4.2	4.5	4.4	3.0	3.8	4.0
F <sub>(Year)</sub> (0.05)	28.5**	4.4	18.1**	0.8	4.3	5.4*	1.4	4.1	23.7**	32.0**	47.2**	29.7**	5.4	1.2	2.3
LSD (0.05)	1.2	1.3	0.9	1.9	4.3	1.6	3.4	1.8	0.8	0.1	0.3	0.2	0.4	0.6	0.4
F <sub>Year</sub> (0.05)			217.3**			23.9**			72.9**			0.0			
F <sub>loc</sub> (0.05)									21.1**						
F <sub>var*Year</sub> (0.05)			2.9			2.4			0.1			6.1*			0.2
F <sub>var*loc</sub> (0.05)									0.1						5.3*
F <sub>Year*loc</sub> (0.05)									161.3**						4.2*
F <sub>var*Year*loc</sub> (0.05)									5.7*						1.3
CV(%)	6.1	11.0	9.5	9.5	15.2	13.3	28.6	18.9	10.5	2.9	6.4	7.9	5.8	6.4	9.3
															11.8
															8.2

\*, \*\*Significant at 5 an 1 % probability levels, respectively, (\*) % 5 ve (\*\*\*) % 1 düzeyinde önemli farklılık göstermektedir.

LSD: least significant difference, LSD: en küçük önemli farklılık; CV (%): coefficient of variation (%), CV (%): varyasyon katsayısı (%)

LI: length of internode (cm), LI: boğum arası uzunluk (cm), NNMS: node numbers in main stem (number), NNMS: ana saptaki boğum sayısı (adet)

Table 4. Some morphological properties data in flag leaf length (FLL) (cm) and flag leaf width (FLW) (mm) at two locations in 2008, 2009, 2010 and two year averages

G-466	FLL														
	Gölbaşı			Yenimahalle			Two location averages			FLW					
	2009	2010	Ave.	2008	2009	Ave.	First	Second	Overall	2008	2009	Ave.	First	Second	Overall
Population	11.3	7.1	9.2	4.9	9.1	7.0	9.2	7.7	8.4	5.5	4.5	5.0	3.8	5.8	4.9
F <sub>(var)</sub> (0.05)	10.9	6.6	8.7	9.1	12.5	10.8	10.3	8.6	9.4	6.1	4.8	5.4	7.0	7.6	6.0
F <sub>(Year)</sub> (0.05)	1.0	0.7	1.6	10.98*	93.63**	42.5**	1.4	4.1	9.4**	4.1	4.3	4.0	14.48*	29.8*	33.8**
LSD (0.05)	1.1	1.3	0.8	4.0	1.1	1.3	3.5	1.8	0.6	0.6	0.4	0.5	2.7	1.1	1.0
F <sub>Year</sub> (0.05)			139.7**			42.0**			25.3**			28.4**			2.9
F <sub>loc</sub> (0.05)									0.1						14.5**
F <sub>var*Year</sub> (0.05)			0.0			0.4			0.1			0.2			2.5
F <sub>var*loc</sub> (0.05)									41.4**						25.4**
F <sub>Year*loc</sub> (0.05)									147.1**						36.4**
F <sub>var*Year*loc</sub> (0.05)									0.3						2.2
CV(%)	8.1	15.9	11.4	25.5	4.7	13.2	28.7	18.9	12.2	9.4	7.0	11.9	22.5	7.0	13.8
															20.9
															12.3

\*, \*\*Significant at 5 an 1 % probability levels, respectively, (\*) % 5 ve (\*\*\*) % 1 düzeyinde önemli farklılık göstermektedir.

LSD: least significant difference, LSD: en küçük önemli farklılık; CV (%): coefficient of variation (%), CV (%): varyasyon katsayısı (%)

FLL: Flag leaf length (cm), FLL: Bayrak yaprağının uzunluğu (cm), FLW: Flag leaf width (mm), FLW: Bayrak yaprağının genişliği (mm)

### Length of internode (LI)

G-466 had longer LI than base population at two locations (Table 3). Significant differences found in 2009 in GB and two-year-averages between them in GB and YM. High variability ( $P<0.01$ ) was measured over year averages at two locations.

Significant difference ( $P<0.01$ ) observed in overall variety, year, location and year\*location interaction at two locations.

### Node numbers in main stem (NNMS)

Significant differences observed in NNMS in GB between two genotypes, base population had more NNMS than G-466 (Table 3). Conversely, no differences was found between them but G-466 had more NNMS than population.

Significant difference ( $P<0.01$  and  $P<0.05$ ) found in overall variety, location, and interactions (variety\*location and year\*location) at two locations.

### Flag leaf length (FLL)

No significant differences found in FLL between two genotypes in YM but significant differences ( $P<0.01$ ) observed on year effects (Table 4). G-466 had longer FLL than base population in GB location.

High differences measured in FLL in 2008, 2009 and two-year- averages in YM location. Base population had longer FLL than G-466.

Significant difference ( $P<0.01$ ) observed in overall variety, year, and interactions (variety\*location and year\*location) at two locations.

### Flag leaf width (FLW)

No significant differences found in FLW

between two genotypes in GB but significant differences ( $P<0.01$ ) observed on year effects (Table 4). Base population had wider FLW than G-466 in GB location.

Significant differences observed in FLW between two genotypes in 2008, 2009 and two-year-average in YM (Table 4).

At the two location averages, significant differences measured in FLW between two genotypes. Moreover, significant difference ( $P<0.01$ ) recorded in locations and interactions (variety\*location and year\*location).

Environmental factors influences leaf growth (including in FLL and FLW) especially higher temperatures resulted in greater leaf mass and leaf surface area for all species (Leffler et al. 2011). Moreover, increasing the photoperiod usually increased leaf length and sometimes leaf width, but decreased rate of production of leaves (Ryle 1966). The same author added that rate of leaf appearance, number of live leaves, number of actively-elongating leaves and leaf length were increased by a high level of N and high temperature, but high temperature reduced leaf width and, in some instances, tiller numbers.

G-466 in Gölbaşı had higher FLL than that of Yenimahalle due to higher precipitation, and relative humidity. But population in Yenimahalle was higher FLL than population in Gölbaşı because of higher temperature. As a result, genotypes are differently influenced by environmental factors.

### Fresh forage yield (FFY)

No difference in fresh forage yield was detected between G-466 genotype and the population in 2009 and 2010 years in Gölbaşı location (Table 5), but significant difference found in two year-averages ( $P<0.05$ ). The G-466

Table 5. Fresh forage yields (kg/da) at the two locations in 2008, 2009 and 2010 years

Çizelge 5. İki lokasyonun 2008, 2009 ve 2010 yılları yeşil ot verimleri (kg/da)

Materials	Gölbaşı location			Yenimahalle location			Two locations		
	2009	2010	Averages	2008	2009	Averages	First season	Second season	Overall
Numbers of replication 8									
G-466	871.1	253.7	562.4	102.0	541.7	321.8	614.7	349.7	482.2
Population	1044.9	354.9	699.9	139.3	336.0	237.6	743.1	348.6	545.8
F <sub>(var)</sub> (0.05)	2.2	3.3	5.9*	2.9	25.0*	5.4*	0.5	0.0	2.2
LSD (0.05)	277.9	131.3	117.6	69.4	130.0	81.1	93.0	38.1	
F <sub>Year</sub> (0.05)			133.6**			78.0**			59.9**
F <sub>loc</sub> (0.05)									42.5**
F <sub>var*year</sub> (0.05)			0.4			11.4**			2.3
F <sub>var*loc</sub> (0.05)									6.0*
F <sub>year*loc</sub> (0.05)									115.8*
F <sub>var*year*loc</sub> (0.05)									0.9
CV(%)	24.5	36.5	25.3	25.6	13.3	25.7	66.5	45.5	28. x 7

\*, \*\*Significant at 5 an 1% probability levels, respectively. (\*) %5 ve (\*\*) %1 düzeyinde önemli farklılık göstermektedir.

LSD: least significant difference, LSD: en küçük önemli farklılık;

CV (%): coefficient of variation (%), CV (%): varyasyon katsayısı (%)

yielded lower than population. Two year averages in FFY of G-466 genotype and population were 562.4 and 699.9 kg/da in Gölbaşı location, respectively. Significant difference in year effect observed.

In Yenimahalle, significant differences observed in 2009 ( $P<0.05$ ), two year averages ( $P<0.05$ ), year effect ( $P<0.01$ ) and variety\*year interaction ( $P<0.01$ ) and moreover G-466 had greater yield than population. In Yenimahalle location, averages in FFY of G-466 genotype and population became 321.8 and 237.6 kg/da, respectively.

No difference appeared in FFY of G-466 and population over two location averages (Table 5).

Significant differences in yield appeared in between years ( $P<0.01$ ), locations ( $P<0.01$ ), year\*location interaction ( $P<0.05$ ) and variety\*location interaction ( $P<0.05$ ).

The FFY in Gölbaşı gave two fold higher yield than that in Yenimahalle. For this reason Gölbaşı location had higher total precipitation, and average relative humidity than Yenimahalle. At the same time it was lower temperature than Yenimahalle.

Unal and Eraç (2000) reported 1485.25 kg/da yield in FFY in Gölbaşı location. This trial values were much lower than study value mentioned above. Specific precipitation patterns accounted for 87% or more of the variation in forage yields of crested wheatgrass grazed at different seasons (Currie and Peterson 1966).

### Hay yield (HY)

No statistically differences between two genotypes in Gölbaşı (GB)location in 2009, 2010 years, but significant differences

( $P<0.05$ ) found between them in two year averages (Table 6). HYS of G-466 and population were 217.8 and 261.2 kg/da; 63.4 and 88.7 kg/da in 2009 and 2010, respectively in Gölbaşı location. Two-year averages in GB of G-466 genotype and population were 140.6 and 174.9 kg/da, respectively.

Statistically differences ( $P<0.05$ ) between two genotypes in Yenimahalle (YM) location in 2009, and two year averages, but no difference seemed between them in 2008 (Table 6). Year effect became significant differences ( $P<0.01$ ) in both locations. G-466 and population were 25.5 and 34.8 kg/da; 135.4 and 83.9 kg/da in HYS during the years of 2008 and 2009, respectively in YM location. Their averages were 80.4 and 59.4 kg/da, respectively.

No difference was observed in HY over two location averages (Table 6).

High significant differences seemed in between years ( $P<0.01$ ), locations ( $P<0.01$ ), variety\*location interaction ( $P<0.05$ ) and year\*location interaction ( $P<0.05$ ).

Crested wheat grass gave 306.6 kg/da in hay yield (Altın 1982a). Hay yield was 137.4 kg/da in perennial grass mixture (Hull 1971), later hay yields ranged from 42.0 to 213.6 kg/da in crested wheat grass (Hull 1972). Hay yields were obtained as 304.8 kg/da (195.5-406.1 kg/da) (Serin 1991) and 627.41 kg/da (Unal and Eraç 2000). Stem yield was found as 388.03 kg/da by Gökkuş et al. (2001). Moreover, HY showed a broad variation depending on variety, year and location effects.

White and Wight (1981) emphasized that crested wheat grass had the highest competitive ability. This feature or ability is highly important for its alone and mixture sowing.

Table 6. Hay yields (kg/da) at the two locations in 2008, 2009 and 2010 years

Çizelge 6. İki lokasyonun 2008, 2009 ve 2010 yılları kuru ot verimleri (kg/da)

Materials	Gölbaşı location			Yenimahalle location			Two locations		
	2009	2010	Averages	2008	2009	Averages	First season	Second season	Overall
Numbers of replication 8									
G-466	217.8	63.4	140.6	25.5	135.4	80.4	153.7	87.4	120.6
Population	261.2	88.7	174.9	34.8	83.9	59.4	185.8	87.2	136.5
F <sub>(var)</sub> (0.05)	2.2	3.3	5.9*	2.9	25.0*	5.4*	0.3	0.0	2.2
LSD (0.05)	69.5	32.8	29.4	17.4	32.7	20.3	104.2	34.5	21.6
F <sub>Year</sub> (0.05)			133.6**			78.0**			59.9**
F <sub>loc</sub> (0.05)									42.5**
F <sub>var*year</sub> (0.05)			0.4			11.4			2.3
F <sub>var*loc</sub> (0.05)									6.0*
F <sub>year*loc</sub> (0.05)									115.8*
F <sub>var*year*loc</sub> (0.05)									0.9
CV(%)	24.5	36.5	25.3	25.6	13.3	25.7	70.2	45.4	28.7

\*, \*\*Significant at 5 and 1% probability levels, respectively. (\*) %5 ve (\*\*) %1 düzeyinde önemli farklılık göstermektedir. LSD: least significant difference, LSD: en küçük önemli farklılık; CV (%): coefficient of variation (%), CV (%): varyasyon katsayısı (%)

Table 7. The correlation coefficients among measured characters  
Çizelge 7. İncelenen özellikler arası korelasyon değerleri

	MSL	MSD	LI	NNMS	FLL	FLW	FFY	HY
MSL	1	-0.036	0.798**	0.654**	-0.144	-0.585**	0.893**	0.893**
MSD		1	0.34	-0.404	0.243	-0.05	-0.221	-0.221
LI			1	0.328	-0.037	-0.609**	0.566**	0.566**
NNMS				1	-0.18	-0.359	0.712**	0.712**
FLL					1	0.735**	-0.053	-0.053
FLW						1	-0.407*	-0.407*
FFY							1	1**
HY								1

\*, \*\*Significant at 5 and 1% probability levels, respectively. (\*) %5 ve (\*\*) %1 düzeyinde önemli farklılık göstermektedir. MSL: main stem length, MSL: ana sap uzunluğu; MSD: main stem diameter, MSD: ana sap kalınlığı, LI: length of internode, LI: boğum arası uzunluk; NNMS: node numbers in main stem, NNMS: ana saptaki boğum sayısı; FLL: flag leaf length, FLL: bayrak yaprağının uzunluğu; FLW: flag leaf width, FLW: bayrak yaprağının genişliği; FFY: fresh forage yield, FFY: yeşil ot verimi; HY: hay yield, HY: kuru ot verimi

Results from this study obtained in 2008-2010 were also similar and lower to those previously discussed. This condition may be occurred from different genotypes and various ecological conditions.

Any study needs to be widened by new materials with high genetic variation. Therefore, the wide geographic areas were scanned and collected native species with broad genetic variability in FFYs and HYs. Otherwise, the narrow genetic variability within the native species in forage yields may also reflected from collections of the limited geographic area (May et al. 1998). They advised that this problem was overcome by more diverse areas collections.

#### Correlation coefficients

The strength of association between characteristics should be known. This point is very important for making a successful selection. Strong relationship between characters were found relevant to high hay yield on wheatgrass.

The observed characters were tested by correlations coefficients (Table 7). High correlation (0.893) found between HY and MSL. Albayrak and Ekiz (2004) stated that main stem length was the one of important characters for high hay yield in crested wheatgrass.

There were also high correlation between LI and NNMS with HY. Significant negative correlation (-0.407) was detected between HY and FLW.

In conclusion the MSL, LI and NNMS properties in crested wheatgrass should be considered as the selection of criteria for high hay yielding varieties in breeding programs.

#### Hay quality properties

Crude protein is the one of significant hay quality parameters properties.

Crude protein has long been considered a measure of quality in forages (George and Lorenz 1969). They stated that while increased emphasis has been placed in recent years on energy derived from forages, protein content still remains a good measure of the relative nutritive value of various types of pasture and forage. Protein content varies depending on growth stages, locations, and years.

Hay quality properties such as crude protein content, ADF, NDF, and relative feeding values (RFV) were observed and analyzed (Table 8).

No significant differences ( $P < 0.05$ ) found between G-466 genotype and base population on quality properties (Table 8).

The G-466 genotype and base population had the values of 11.6%, and 9.7%; 11.3%, and 10.6%; 39.6%, and 37.7%; 70.1%, and 68.5%; 77.0, and 80.8 on crude protein content in 2009 and 2010, ADF, NDF, and relative feeding values in Gölbaşı location, respectively.

In conclusion, G-466 had higher crude protein content than population in 2009 and 2010. But it had lower RFV than population. ADF and NDF of G-466 were higher than that of base population.

Açıkgöz (1982) found that protein contents in various varieties were 29.59% - 33.78% in grazing period and 8.98% - 11.96% in flowering period, decreasing protein contents during the growing period. Altın (1982b) reported as 8.93% and 6.51% in protein contents of crested wheatgrass in 1975 and 1976, respectively. In addition, protein contents were differently found in various studies as 12.20% (10.28-14.47%) (Serin 1991); 6.08% (Unal and Eraç 2000).

#### Conclusions

According to two year and two locations results showed that the native crested

Table 8. Variance analysis results and quality properties of G-466 as crude protein content (%), acit detergent fiber (ADF) (%), neutral detergent fiber (NDF) (%) and relative feeding value (RFV) at the Gölbaşı location  
Çizelge 8. Gölbaşı lokasyonunda G-466'nın ham protein oranı (%), asit deterjan lif (ADL) (%), nötr deterjan lif (NDL) (%) ve nispi yem değerleri (NYD) gibi kalite özellikleri ve varyans analiz sonuçları

	Crude protein content / 2009	Crude protein content /2010	ADF (%)	NDF (%)	RFV
G-466	11.6	11.3	39.6	70.1	77.0
Population	9.7	10.6	37.7	68.5	80.8
F (0.05)	4.1	1.1	5.6	5.4	8.9
LSD <sub>(0.05)</sub>	2.6	1.7	2.6	2.2	4.1
CV(%)	12.5	13.4	3.0	1.4	2.3

\*, \*\*Significant at 5 an 1% probability levels, respectively (\*) %5 ve (\*\*) %1 düzeyinde önemli farklılık göstermektedir  
LSD: least significant difference, LSD: en küçük önemli farklılık; CV (%): coefficient of variation (%), CV (%): varyasyon katsayısı (%) ADF,NDF, and RFV (n=4) in 2010, Crude protein content, Ham protein oranı  
G-466 (n=4 in 2009, n=8 in 2010), Population (n=6 in 2009, n=8 in 2010)

wheatgrass rhizomatous species (G-466) had a high yield ability. Yield potential of the G-466 genotype was found to be adequate for the first stage of breeding program.

In trials, there were no significant differences between the native grass species and population on quality aspects.

Native genetic resources may be used for enriching and developing of breeding programs.

The collection materials with a greater variation should be used in breeding program for fast improving of new cultivars.

## References

- Açıkgöz E., 1982. The researches on some morphological and agronomical characters with flower biology in crested wheatgrass (*Agropyron cristatum* L. Gaertn.) Ankara University, Agriculture Faculty Publications, 802, pp. 62, Ankara
- Albayrak S. and Ekiz H., 2004. Determination of related characters with hay yield using correlations coefficients and path analysis in some perennial grasses. Ankara University, Journal of Agriculture Faculty, 10(3):250-257
- Altın M., 1982a. The yields of hay and crude protein on various sowing methods some forage crops and their mixtures, crude protein content of plant species and botanical compositions of mixtures, 1. hay and crude protein yields, Turk. J. Agric. For. 6:93-107
- Altın M., 1982b. The yields of hay and crude protein on various sowing methods some forage crops and their mixtures, crude protein content of plant species and botanical compositions of mixtures, 2. crude protein contents and botanical compositions of mixtures, Turk. J. Agric. For. 6:109-125
- Anonymous. 2000. USDA, NRCS 2000. The PLANTS database. Version: 000417. National Plant Data Center, Baton Rouge, Louisiana. <http://plants.usda.gov>. (Accessed 29.04.2015)
- Anonymous. 2007. Soil analysis results of Yenimahalle and İkizce-Gölbaşı in Ankara Province. Central Soil, Fertilizer And Water Resources Research Institute, Ankara (unpublished)
- Anonymous. 2008. Soil analysis results of Yenimahalle and İkizce-Gölbaşı in Ankara Province. Central Soil, Fertilizer And Water Resources Research Institute, Ankara (unpublished)
- Anonymous. 2009. The climatic data of of Yenimahalle and İkizce-Gölbaşı in Ankara. The General Director Of State Meteorological Service, Ankara, Turkey (unpublished)
- Anonymous. 2010. The climatic data of of Yenimahalle and İkizce-Gölbaşı in Ankara. The General Director Of State Meteorological Service, Ankara, Turkey (unpublished)
- Anonymous. 2015. Agricultural – crop production statistics, Turkish Statistical Institute. (Accessed date: 26.10.2015)
- Asay K.H., Jensen K. B., Horton W. H., Johnson D. A., Chatterton N. J. and Young S. A., 1999. Registration of 'RoadCrest' Crested Wheatgrass. Crop Science, 39:1535
- Bor N.L., 1970. Gramineae. Tribus VII. Triticeae Dumort. pp. 147-244. In K. H. Rechinger (ed.) Flora Iranica, Vol. 70, Akademische Druck-u. Verlagsanstalt, Graz, Austria
- Currie Pat O. and Peterson G., 1966. Using Growing-Season Precipitation to Predict Crested Wheatgrass Yields. Journal of Range Management, Vol. 19, No. 5 (Sep., 1966), pp. 284-288. Published by: Allen Press and Society for Range Management <http://www.jstor.org/stable/3895721> (Accessed: 15/09/2011)
- Davis P.H., 1970. Flora of Turkey, Vol. 9. University of Edinburgh, Edinburgh University Press, 22 George Square, Edinburg. pp: 204-205
- Fansler V. A. and Mangold J.M., 2011. Restoring Native Plants to Crested Wheatgrass Stands. Restoration Ecology, 19(101):16-23
- George A. R. and Lorenz R. J., 1969. Pasture productivity of crested wheatgrass as



- influenced by nitrogen fertilization and alfalfa, Technical Bulletin No. 1402. Agricultural Research Service U.S. Department of Agriculture, Department of Animal Science North Dakota Agricultural Experiment Station, pp.1-33
- Gökkuş A., Serin Y., Koç A. and Tan M., 2001. The effects of different row spacings, cutting heights and stubble burning on seed yield and yield components of Crested Wheatgrass (*Agropyron cristatum* L. Gaertn.). Turk. J. Agric. For. 25: 71-78
- Holechek J. L., 1981. Crested Wheatgrass. Rangelands 3(4), pp: 151-153
- Hull A.C. Jr., 1971. Grass mixtures for seeding sage brush lands. Journal of Range Management, 24 (2):150-152
- Hull A. C. Jr., 1972. Growth characteristics of crested and fairway wheatgrasses in Southern Idaho. Journal of Range Management, 25 (2):123-125
- Leffler A.J., Monaco T.A. and James J.J., 2011. Morphological and Physiological Traits Account for Similar Nitrate Uptake by Crested Wheatgrass and Cheatgrass. Natural Resources and Environmental Issues, Volume 17, Article 10. <http://digitalcommons.usu.edu/nrei/vol17/iss/10> (Accessed 25.05.2015)
- May K.W., Stout D. G., Willms W. D., Mir Z., Coulman B., Fairey N. A., and Hall J.W. 1998. Growth and forage quality of three Bromus species native to western Canada. Can. J. Plant Sci. 78: 597-603
- Mellish A. and Coulman B., 2002. Morphological characteristics of crested wheatgrass populations of diverse origin. Canadian Journal of Plant Science, 82(4): 693-699.
- Nevski S.A., 1934. Tribe Hordeae. pp. 369-579. In V.L. Marov (editor) Flora of the USSR. Vol. II. Israel Program Scientific Translations, Jerusalem, Israel
- Prosperi J.M., Ronfort J., Angevain M., Bonnin I., Chaulet E., Genier G., Jenczewski E., and Olivieri I., 1996. Genetic diversity, preservation and use of genetic resources of Mediterranean legumes: Alfalfa and Medics. The Genus Medicago in the Mediterranean Region : Current Situation and Prospects in Research, Vol: 18, pp.71-89, Cahiers Options Mediterraneennes, CIHEAM
- Rogler G. A. and Lorenz R. J., 1983. Crested Wheatgrass-Early History in the United States. Journal of Range Management 36 (1):91-93
- Ryle G.J.A., 1966. Effects of photoperiod in the glasshouse on the growth of leaves and tillers in three perennial grasses. Ann. Appl. Biol. 57:257-268
- Schuster J.L. and Ricardo C.D.L.G., 1973. Phenology and forage production of cool season grasses in the Southern Plains. Journal of Range Management, 26(5):336-339
- Serin Y., 1991. The effects of different row spacing and fertilizers on forage and crude protein yields of Crested Wheatgrass (*Agropyron cristatum* (L.) Gaertn.) under the semiarid conditions in Erzurum. Atatürk University, Agriculture Faculty Journal 22(1): 1-12, Erzurum
- Smoliak S., Johnson A. and Lutwick L. E., 1967. Productivity and durability of crested wheatgrass in Southeastern Alberta. Canadian Journal of Plant Science, 47:539-548
- Unal S. and Eraç A., 2000. The researches on the effects of mixture sowing rates of cicer milkvetch (*Astragalus cicer* L.) Wheatgrass (*Agropyron Gaertn.*) for forage yield and botanical composition. Journal of Field Crops Central Research Institute 9 (1-2):32-55
- Unal S. and Fırıncioğlu H. K., 2009. Determination of performance in some crested wheat grass genotypes in the Central Highlands of Turkey. 1<sup>st</sup>. National Desertification and Drought Symposium. 16-18 June 2009, pp. 337-344, Konya
- Unal S., Mutlu Z., Mermer A., Öztekin U., Ünal E., Aydoğdu M., Dedeoğlu F., Özyayın K. A., Avağ A., Aydoğmuş O., Şahin B. and Arslan S., 2012a. A Study on Assessment of Rangelands in Ankara Province. Journal of Field Crops Central Research Institute 21(2):41-49
- Unal S., Mutlu Z., Mermer A., Öztekin U., Ünal E., Özyayın K.A., Avağ A., Yıldız H., Aydoğmuş O., Şahin B. and Arslan S., 2012b. A Study on Determination of Condition and Health of Rangelands in Çankırı Province. Research Journal of Agricultural Sciences 5(2):131-135. (Prof. ,Dr. Selahattin İptaş Agricultural Congress)
- Unal S., Mutlu Z., Mermer A., Urla Ö., Yıldız H. and Şahin B., 2013. Evaluation and determination of rangeland vegetation in Kayseri Province. Journal of Field Crops Central Research Institute 22(2): 86-95
- White L.M. and Wight J.R., 1981. Seasonal dry matter yield and digestibility of seven grass species, alfalfa and cicer milkvetch in Eastern Montana. Agronomy Journal, 73 (3):457-462

## Bitkilerin Sıcağa ve Soğuğa Dayanıklılık Bölgelerinin Türkiye Ölçeğinde Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Haritalanması

\*Meral PEŞKİRCİOĞLU<sup>1</sup> Kadir Aytaç ÖZAYDIN<sup>1</sup> Hüseyin ÖZPINAR<sup>2</sup>  
Yüksel NADAROĞLU<sup>3</sup> Özden DOKUYUCU<sup>3</sup>  
Günseli AYTAÇ CANKURTARAN<sup>4</sup> Sabahaddin ÜNAL<sup>1</sup> Osman ŞİMŞEK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara,

<sup>2</sup>Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, İzmir

<sup>3</sup>Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara

<sup>4</sup>Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ankara

\*Correspondence author (Sorumlu yazar) e-mail: mpeskircioglu@tagem.gov.tr

Geliş Tarihi (Received): 21.01.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 24.05.2016

### Öz

Bitki yetiştiriciliğinde iklimsel faktörler büyük önem arz etmektedir. Bunların başında sıcaklık faktörü gelmektedir. Bu nedenle bu çalışmada sıcaklık parametresi ele alınmış, ülkemizde meyve, sebze, süs bitkileri ve orman ağaçları gibi alanlarda yetiştiricilik yapanların kullanabilecekleri bitkisel üretimde önemli olan sıcaklıkla ilgili alt ve üst sınır değerlerinin dağılımını gösteren haritaların üretilmesi amaçlanmıştır. Gelişmiş ülkelerde bu çalışmalar uzun yıllar önce başlamış ve coğrafi bilgi sistemleri teknikleri de kullanılarak geliştirilmiştir. Bitkiler için çok düşük ve çok yüksek sıcaklıkların dağılımını gösteren haritaların yeni teknolojilerle üretilmesi, ülke kaynaklarının daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlaması açısından önemlidir. Bu çalışmada, 250 iklim istasyonunun 1975-2010 yılları arası, düşük ve yüksek sıcaklık parametreleri kullanılarak veri tabanı hazırlanmış, topoğrafya ve yükseltinin de etkisi yansıtılarak Türkiye için 18 sınıflı bitkilerin soğuğa ve 10 sınıflı sıcağa dayanıklılık bölge haritaları üretilmiştir. Böylece yetiştiriciler kendi bölgelerinin riskli sıcaklık aralığını bu haritalardan öğrenerek daha doğru tür ve çeşit seçimi yapabileceklerdir. Bunun sonucunda yurtdışı ile fidan ticareti yapan yerli şirketler ürünlerin zarar görmeyeceği sıcaklık değerine sahip bölge konusunda dünya ülkeleri ile aynı dili konuşabileceklerdir. Aynı zamanda bitki koruma uzmanları da zararlı risk analizi çalışmalarında üretilen bu haritalardan faydalanabileceklerdir.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki sıcağa dayanıklılık bölgeleri, bitki soğuğa dayanıklılık bölgeleri, günlük sıcaklık 30°C üzeri gün sayısı, tahmin haritalama, yıllık en düşük sıcaklık

## Mapping the Plant Hardiness and Heat Zone at Turkey Scale by Geographic Information System

### Abstract

Climatic factors are of great importance in plant growth. Temperature is leading factor among all. This study was aimed to produce maps showing lower and upper temperature limits required for the production of fruit, vegetable, ornamental plants, and forest trees. In developed countries, these studies have started for a long time and the data have been updated using geographical information systems techniques. Production of maps for low and high temperature resistance regions of plants by new technologies is important for more productive use of the country resources. In this study, database was prepared by using low and high temperature parameters of 250 climate stations between 1975 and 2010. Eighteen class plant hardiness zone and 10-class plant heat zone maps of Turkey were produced reflecting topography and altitude impacts. Thus growers who have trades with abroad will communicate their counterparts more accurately. People who deal with plant protection will also benefit from the Plant protection people will also benefit from the map to evaluate the pest risk. values were obtained with 6 kg N/da fertilizing at all yield and quality parameters except semolina yield.

**Keywords:** Number of maximum temperature is more than 30°C, minimum temperature of a year, plant hardiness zone, plant heat zone, interpolation mapping

## Giriş

İklim; nem, yağış, rüzgâr, güneşlenme gibi parametreleri ile bitki türlerinin dağılım sınırlarını belirleyen önemli faktörlerdendir. İklim parametreleri arasında bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için en etkili olan parametre ise sıcaklıktır (Eser 1986; Ağaoğlu ve ark. 1997). Sıcaklık, ekvatoran kutuplara ve deniz seviyesinden dağlara doğru çıkıldıkça azalma gösterir (Güçlü 1994).

Optimum sıcaklık, bitki yaşamı için en uygun sıcaklık olup, her bitkinin yetiştirilmesi için belirli ölçüde sıcaklığa ihtiyaç vardır. Bu nedenle yeryüzünde bitki örtüsü bölgeleri, sıcaklık bölgelerine uyum göstermektedir. Bitkilerin faaliyet gösterdiği alt ve üst sınır değerleri sırası ile 0 ile 5°C ve 40 ile 50°C' deki sıcaklıklardır. Bunlardan odunsu yapıdaki bitkiler 20 ile 30°C arasındaki sıcaklıktan optimum seviyede yararlanmaktadır (Güçlü 1994). Çünkü bitkilerin optimal sıcaklık sınırı ya da eşiği, bitki tür ve çeşitlerine göre büyük ölçüde farklı olabileceği gibi, bitkilerin içinde buldukları gelişme devrelerine de büyük ölçüde bağlıdır (Ağaoğlu ve ark. 1997).

Abiyotik fiziksel faktörlerden biri olan sıcaklık, yüksek ya da düşük sıcaklık şeklinde bitkiyi etkilemektedir (Büyük ve ark. 2012). Bitkilerin ortalama veriminin %50 den fazla azalmasına neden olan abiyotik stres, dünyadaki tarımsal ürün kaybının birincil nedenidir (Bray et al. 2000).

Yüksek sıcaklık stresi, özellikle optimum büyüme sıcaklığındaki 1.5 - 6.0°C lik artış ile fotosentezin engellenmesine, hücre membranının zararına ve hücre ölümüne neden olarak büyüme ve gelişmeyi sınırlandırıcı etki yapmaktadır (Yıldız ve Terzi 2007).

Düşük sıcaklık stresi, bitkilerde hücreleri ve hücreler arası boşlukları dolduran suyun donma noktasına hatta bu sıcaklığa yakın derecelere düştüğünde, ölümle sonuçlanan zararlar şeklinde etkilemektedir (Ağaoğlu 1997). Bu nedenle yetiştiricilik açısından en önemli sorunlardan birisi şüphesiz düşük sıcaklıklardır. Bitkilerin aşırı kış soğuklarında zarar görmeden ilkbahara çıkmaları görüldüğü kadar basit bir olay değildir. Bu özellik, bitkilerin genetik yapılarına, beslenme ve uygulanan kültürel işlemlere bağlı olduğu kadar, bitkinin mevsimsel fenolojik gelişme durumuyla da yakından ilgilidir. Diğer taraftan, farklı organların soğuşa dayanıklılık ve hassasiyet durumlarının da birbirinden farklı olması bu konuyu daha da

karmaşılaştırmaktadır (Scebba et al. 1998; Vagujfalvi et al. 1999; Szalai et al. 2001; Yazıcı ve ark. 2001).

Soğuk bölgelerde ağaç ve ağaççıkların yetiştirilmesinde birçok faktör etkili olmaktadır. Bu nedenle soğuk iklim bölgelerinde, park ve bahçe ağaçlarının yetiştirilmesinde, teknik bilgi ve beceriye ihtiyaç vardır. Arazinin genel topografik yapısı ve karasal iklimin etkisi bitki yetişmesini sınırlandırıcı en önemli faktörlerdendir (Güçlü 1994).

Pek çok bitki tür ve çeşidi kendi genetik özellikleri çerçevesinde canlılıklarını sürdürebilmek için çoğu kez sınır dereceleriyle karşı karşıya kalabilmektedirler. Dünya üzerinde karasal alanın yaklaşık %25'lik kısmı 15°C'nin altına düşmeyen ve don zararı açısından güvenilir olan bölgelerden oluşmaktadır. Geri kalan %75 lik kısımdaki bölgelerde ise belirli dönemlerde sıcaklık 0°C'nin altına düşmesi nedeniyle özellikle hassas bitkiler zarar görebilmektedirler (Aslantaş ve ark. 2010).

Bazı yıllarda meydana gelen şiddetli donlar geçit bölgeleri ile iç bölgelerde ülke tarımını olumsuz yönde etkilemekte ve çeşitli zararlar meydana getirmektedir. Bunlardan özellikle ilkbahar geç donları ve şiddetli kış soğuklarının etkileri tarımın diğer kesimlerinden ziyade meyve yetiştiriciliğinde kendisini fazlasıyla hissettirmektedir. Çünkü çok yıllık meyve ağaçlarının sadece o yılki ürünü zarar görmeyip bir sene sonraki ürünü de zarar görmektedir. Bu durumun önüne geçebilmek için meydana gelen don olaylarının minimum sıcaklıklarını ve bu sıcaklıkta kaldığı süreleri önceden bilmekte yarar vardır (Yazıcı ve ark. 2001).

Bu sektörde meydana gelebilecek maddi zarar boyutlarını tahmin etmek için 2015 yılının ihracat verilerine bakmak yeterli olacaktır. 2015 yılı toplam ihracat içinde canlı ağaçlar, diğer bitkiler, kesme çiçekler ve süs bitkilerinin %5 oranla 77 milyon 429 bin dolar, yenilen meyveler ve sert kabuklu meyvelerin %3.03 oranla 4 milyar 355 milyon 931 bin dolar pay alması olayın mali boyutunun göz ardı edilemeyeceğini göstermektedir (Anonim 2016).

Meyve ağaçlarının soğuşa dayanıklılıkları türlere göre farklılık göstermektedir. Elma, kiraz, vişne vb. gibi meyve türleri soğuklara daha dayanıklı oldukları halde, kayısı ve badem gibi meyve türleri soğuklardan çok etkilenmektedir. Bu etkide düşük sıcaklığın derecesi, düşme

hızı, süresi gibi faktörler söz konusu olmaktadır (Küden ve ark. 1998).

Gelişmiş ülkeler arasında bitkilerin dayanabileceği düşük ve yüksek sıcaklık bölgelerinin araştırılması çalışmaları çok uzun yıllar önce Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nin öncülüğünde başlatılmış ve ilerleyen yıllarda bu bilgiler güncellenmiştir (Rehder 1927; Kincer 1928; Wyman and Flint 1985). 1990 yılında ABD Tarım Bakanlığı tarafından ABD, Kanada ve Meksika için istatistik tabanlı *bitki soğuğa dayanıklılık haritaları* üretilmiştir (Cathey 1990; Cathey and Heriteau 1990; Del Tredici 1990). Sonraki yıllarda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojisi kullanılarak üretilen haritalar kullanıma sunulmuştur (Ellis 2003; Daly et al. 2012). Benzer çalışmalarla Yeni Zelanda, Rusya, Fransa, Avrupa, Kanada, Avusturalya, Çin Halk Cumhuriyeti gibi ülkelerde ve dünyanın bitki soğuğa dayanıklılık bölgeleri haritaları üretilmiştir (Donadieu 1986; DeGaetano and Shulman 1990; Dawson 1991; Widrechner 1997; McKenney et al. 2001; Magarey et al. 2008).

Bitkiye özgü optimal sıcaklığa sahip alanların belirlenmesi, türlerin ve çeşitlerin daha iyi yetiştirilmesinin sağlanması açısından çok önemlidir. Çünkü her bitki türünün büyüme gösterdiği optimum sıcaklık aralığı bulunduğundan bu aralığın dışında hücresel metabolizma ve dolayısıyla bitki büyümesi olumsuz etkilenmektedir (Burke 1990). Bitkiler için yüksek sıcaklığın olumsuz etkilerine karşı korunmak amacıyla *sıcağa dayanıklılık bölge haritası* çalışmaları dünyada ilk defa ABD'de Amerikan Bahçe Bitkileri Derneği tarafından 4745 meteoroloji istasyonundan alınan, 1974-1995 yılları arası yüksek sıcaklık verileri kullanılarak başlatılmıştır (Paulsen 1994; Anonim 1997). Benzer çalışmalar Meksika'nın *bitki sıcağa dayanıklılık bölge haritalarının* elde edilmesinde uygulanmıştır (Giddings and Esparza 2005). İlgili haritaları üretilmiş olan ülkelerde bölge numarasına göre uygun bitki türleri listeler halinde yayınlanmaktadır (Anonim 2014a, 2014b). Dahası satışa sunulan fide ve fidan belgelerine de o türün uygun olduğu bölge numarası tavsiye amaçlı ilave edilmektedir.

Türkiye'deki üreticiler, gelişmiş ülkelerde uzun zaman önce üretilmiş olan sıcak ve soğuğa dayanıklılık bölge haritalarını gördükten sonra, ürünlerini Türkiye'de satarken, sıcaklık isteklerine göre tavsiye edebilecekleri bölgeyi gösteren bir haritaya ihtiyaç duymaktadır. Bu ihtiyaç bugüne kadar kıta ölçeğinde hazırlanan

ve yeterince detay içermeyen haritalarla giderilmeye çalışılmıştır. Bu konuda duyulan ihtiyaç üzerine ilk defa 2009 yılında Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından meteorolojik verilere dayanarak, *bitki soğuğa dayanıklılık ve bitki sıcağa dayanıklılık bölge haritaları üretilmiştir*. Söz konusu haritaları üretmek için *Surfer 8.0* yazılımı kullanılmış ve ilgili sektörün kullanımına açılmıştır.

Türkiye'de daha sonra aynı konuda yapılan benzer bir çalışma ile 2012 yılında 15 orman ağaç türünün dağılımının incelenmesi için bitki soğuk ve sıcağa dayanıklılık bölge haritaları üretilmiştir (Yılmaz and Tolunay 2012). Haritaların elde edilmesinde RST (Regularized Spline with Tension) metodu ile iklim verilerinin kullanıldığı çalışmanın sonucunda Türkiye'de 7 adet soğuğa, 8 adet sıcağa dayanıklı bölge tespit edilmiştir.

Türkiye, gerek bulunduğu coğrafi konum gerekse topoğrafya özellikleri ile son derece farklı iklim koşullarına sahiptir (Atalay 2011). Bu zengin iklim bölgelerinin dağılımı ve özellikleri farklı iklim sınıflandırmalarıyla incelenmiştir. Bunlardan biri olan *Köppen-Geiger* iklim sınıflandırma sistemine göre Türkiye başlıca Subtropikal, Akdeniz ve Karasal iklim sınıflarının etkisi altındadır (Türkeş 2010). Türkiye, farklı iklim tiplerinin etkisinde olması nedeni ile zengin bitki örtüsüne sahiptir. Bunun en çarpıcı göstergesi 3000'i endemik olan Türkiye'deki bitki türü sayısının toplam 9000 olmasıdır (Uyanık ve ark. 2013; Yücel ve Babuş 2005). İklim sınıflarındaki çeşitlilik, bitki örtüsünü de etkilediği için, yetiştiricilik açısından hangi bitkinin nerede yetişebileceğini bilmek her zaman önemli olmuştur.

Meteorolojik veriler ele alındığında başta sıcaklık olmak üzere yağış, nem gibi meteorolojik değişkenler ile topoğrafya arasında güçlü bir bağlantı olduğundan meteorolojik verilerin çok değişkenli istatistiksel yaklaşımla enterpolasyonunda yardımcı veri olarak yükseklik, eğim ve bakı gibi topoğrafik değişkenlerin kullanılması enterpolasyonun doğruluğunu ve hassasiyetini önemli ölçüde arttırmaktadır (De Pauw 2005). Türkiye'de sıcaklığın dağılımı; enlem, arazinin yönü, eğimi ve yüksekliği, toprak yapısı ile topoğrafik yapının zenginliği ve çeşitliliğinden etkilenmektedir. Dolayısı ile düşük veya yüksek sıcaklık haritaları hazırlanırken topoğrafyanın da etkisinin yansıtılması gerekmektedir. Bu işlemi en iyi gerçekleştirme araçlarından biri de CBS teknolojisidir. Çünkü CBS, konuma dayalı

veri ve bilgilerin işlenmesi, görsel analitik araçlarla analizlerin yapılması ve kullanıcının bilgiyi etkileşimli kullanmasına olanak sağladığı için problem çözümünde etkin bir sistemdir (Aydinoğlu 2003). Son yıllarda CBS teknolojisindeki gelişmelerle istatistiksel analizlerin de CBS'ye entegrasyonu sağlanmış ve istatistiksel enterpolasyon yöntemleri konumsal veriler için klasik yöntemlere güçlü bir alternatif oluşturmuştur (Öztürk ve Batuk 2010). İklim parametresi haritası elde edilmesinde kullanılan yöntemlerden biri enterpolasyondur. Sonuçta ölçülen değerler yardımı ile tahmin edilen değerlerin kullanılması ile harita elde edilmektedir. Ölçülen ve hesaplanan değerler arasında yüksek korelasyon (0,92) bulunması CBS teknolojisi ile elde edilen haritaların uygunluğunu göstermektedir (Daly et al. 2012).

Tohum ve fidan üreticilerinin ürünlerinin sıcaklık açısından adaptasyon alanlarını belirleyebilecekleri, Türkiye için üretilmiş bitki soğuğa ve sıcağa dayanıklılık bölge haritalarına ihtiyaç duyulmuştur. Bu çalışma bu ihtiyaca cevap verebilecek *Bitki soğuğa ve sıcağa dayanıklılık bölge haritalarını* Türkiye ölçeğinde, CBS teknolojisi kullanarak ve enterpolasyon için yeni geliştirilmiş özel bir program yardımıyla, rakım farkından dolayı meydana gelebilecek sıcaklık değişikliklerinin yansıtıldığı yöntemle bir harita üretmek amacıyla yürütülmüştür.

#### Materyal ve Metot

##### Çalışma Alanı ve Veriler

Çalışma alanı Akdeniz, Karadeniz, Marmara Denizi ve Ege Denizi ile çevrilidir (Şekil 1). Türkiye 36°- 42° kuzey paralelleri ve 26°- 45° doğu meridyenleri arasında yer almaktadır. Yüzölçümü 814.578 km<sup>2</sup>' dir. Ülkenin yarısından fazlası, yükseltisi 1.000 m'yi aşan yüksek alanlardan oluşmaktadır.

##### İklim Verileri

Bu çalışmada, Türkiye ölçeğinde gözlem yapılan Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne (MGM) ait 250 adet Büyük Klima İstasyonu'nun 1975-2010 yılları arasındaki günlük en yüksek ve en düşük hava sıcaklığı değerlerini içeren sayısal veriler kullanılmıştır. Çalışmada *bitki soğuğa dayanıklılık haritası* için yıllık "en düşük sıcaklık verisi" ve *bitki sıcağa dayanıklılık haritası* için de "en yüksek sıcaklığı 30°C ve üzeri olan gün sayısı" verisi kullanılmıştır. Veri setine Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) iklim kıstaslarına göre en az 30 ve üzeri yıllık verisi olan gözlem

istasyonları alınmıştır (Anonim 2001). Veriler daha ileri işlemlere başlamadan önce kontrol edilmiş ve hata giderme işlemleri tamamlanmıştır. Bu amaçla Excel programında yazılan ara yazılımlardan yararlanılmıştır.

##### Topoğrafik Veri

CBS analizleri için gerekli girdilerden biri olan Türkiye sayısal yükseklik modelinin (SYM) elde edilmesinde SRTM (*Space Radar Topography Mission*) verisi kullanılmıştır (Farr et al. 2007). SRTM, Amerika'daki NASA tarafından, 90 m çözünürlüklü ve yaklaşık 60° kuzey ve güney enlemleri arasında kalan tüm kara parçalarının sürekli ve yüksek çözünürlüklü sayısal yükseklik modelinin elde edilmesi amacıyla gerçekleştirilmiş bir projedir (Farr and Kobrick 2000).

##### Coğrafi Veriler

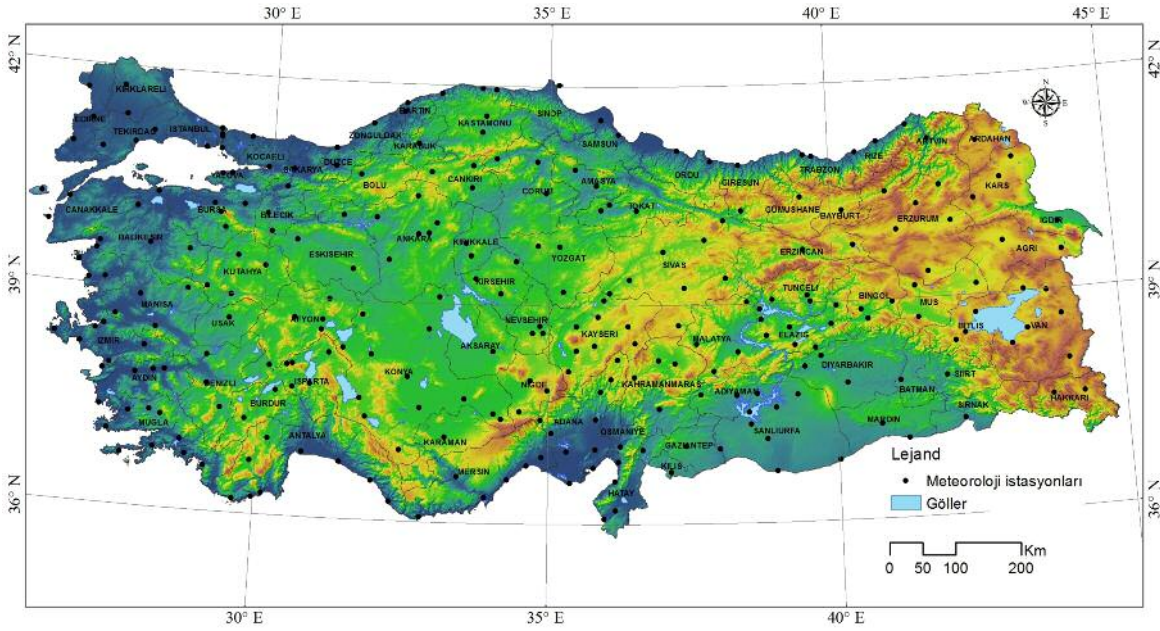
Türkiye'nin illeri, ilçeleri ve göllerine ait verileri içeren 1: 250 000 ölçekli, ESRI shape (.shp) formatındaki vektör verilerdir.

*Bitki soğuğa ve sıcaklığa dayanıklılık haritaları* için başlıca işlem aşamaları;

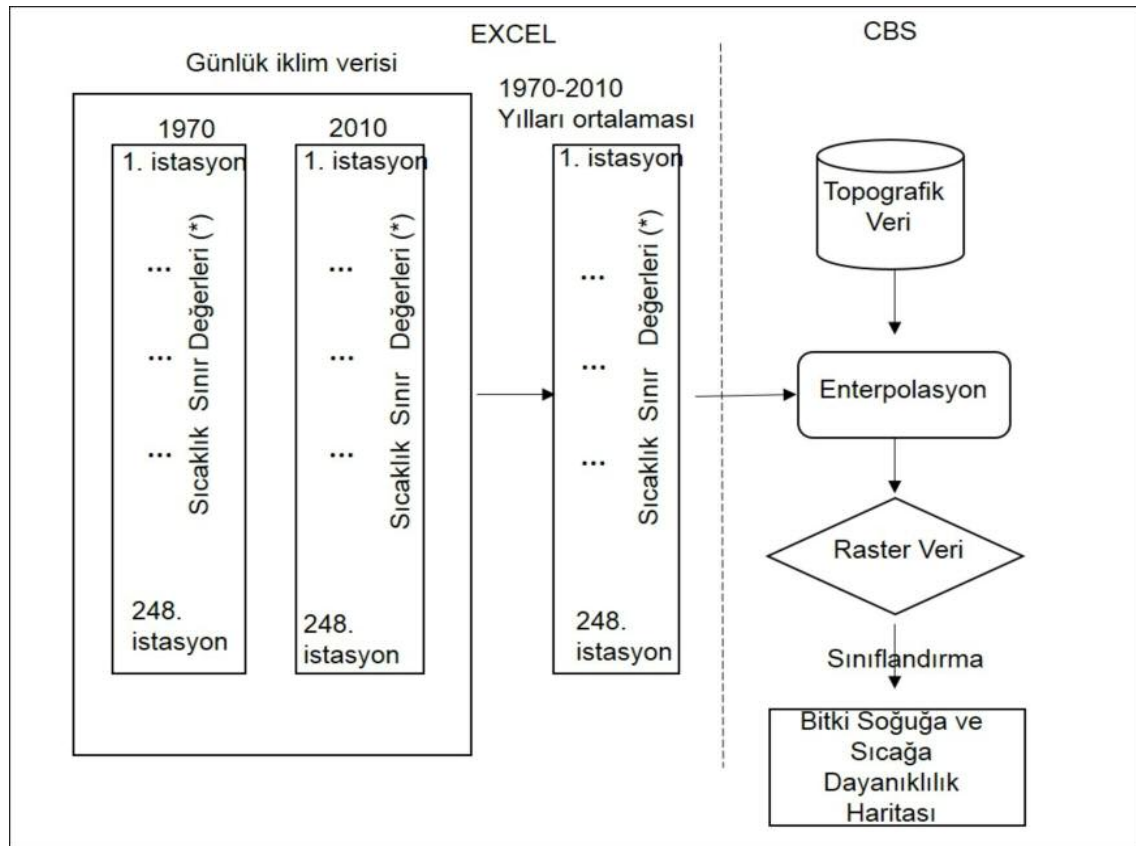
- 1) Veri tabanının hazırlanması,
- 2) SYM hazırlanması,
- 3) Veri tabanı ve SYM'nin birlikte enterpolasyon analizinde işlenmesi ile yüzey haritasının üretilmesi ve
- 4) Yüzey haritasının sınıflandırılması' dır.

*Bitki Soğuğa Dayanıklılık Bölge* (BSDB) *haritasını* üretmek için, öncelikle *Excel* yazılımında 250 iklim istasyonunun enlem, boylam koordinatları ve rakım değerlerinden oluşan temel veri tabanı oluşturularak çalışmalara başlanmıştır. Her bir istasyona ait günlük ölçülen düşük hava sıcaklıklarından, *yıllık en düşük hava sıcaklığı* parametresi belirlenmiştir (Şekil 2). Bunların 1971-2010 yılları arasındaki her yıla ait verileri tek veri tabanında toplanmış, sonra ortalamaları alınarak o istasyona ait *uzun yıllar en düşük minimum sıcaklıklar ortalaması* hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda Excel ortamında veri tabanı oluşturulmuş, sonra CBS ortamında istasyon bazlı koordinatlı verilere bağlı veri tabanı hazırlanmıştır.

Yöntemin diğer girdisi olan topoğrafya verisi için SRTM SYM verisi kullanılmıştır. Bu çalışmada SRTM *raster* verisinden, Türkiye vektör verisi baz alınarak kesme işlemi



Şekil 1. Çalışma alanı ve meteorolojik istasyonların dağılımı  
Figure 1. Study area and distribution of weather stations



Şekil 2. Yöntem akış şeması (\* İklim verisi: Bitki soğuğa dayanıklılık haritası için yılın en düşük sıcaklık derecesi, bitki sıcağa dayanıklılık haritası için günlük en yüksek sıcaklığı 30°C üzerindeki gün sayısı alınmıştır.)

Figure 2. Flow chart (\* Climatic data: Extrem minimum temperature of year for plant hardiness zone map and day with number of maximum temperature is more than 30°C for plant heat zone map.)

uygulanmıştır. Elde edilen "Türkiye topoğrafik raster verisinin" teknik hataları giderilerek ASCII formatına çevrilerek enterpolasyon işlemine hazırlanmıştır.

Meteoroloji istasyonlarından ölçülen parametre değerleri noktasal veri olup, bu çalışmada Türkiye ölçeğinde dağılım gösteren alansal meteorolojik veriye ihtiyaç duyulmuştur. Bunun için CBS tekniklerinin avantajlarından biri olan noktasal veriden alansal veri üretmek amacıyla yapılan analizlerden biri olan *enterpolasyon* için, ANUSPLINE programı tabanlı, Hutchinson (1995)'un "*thin plate smoothing spline*" metodu kullanılmıştır. Böylece *en düşük sıcaklık* dağılımına topoğrafik verinin de işleme dahil edilmesi ile sıcaklık yüzey haritası üretilmiştir.

*Sınıflama* işlemi için, ArcGIS yazılımının "*Spatial Analyst*" modülünden yararlanılmıştır (McCoy and Johnston 2001). ABD Tarım Bakanlığı'nın kullandığı sınıflama sistemine göre, BSDB harita skalası 5.6°C aralıklarla 13 bölgeden oluşmaktadır. Bölgeler kendi içinde a ve b şeklinde her biri 2.8°C'lik iki alt bölgeye ayrılmıştır. 1a bölgesi -48.3°C ile -51.1°C arasında en düşük sıcaklık kuşağını temsil ederken, 13b bölgesi 18.3°C ile 21.1°C arası sıcaklık değerlerini temsil etmektedir (Anonim 2012; Daly et al. 2012).

*Bitki sıcağa dayanıklılık bölge haritasının* üretilmesinde BSDB haritasının üretilmesi için kullanılan yöntem aynen uygulanmıştır. Farklı olarak veri tabanı için günlük en *yüksek sıcaklığı 30°C üzeri olan gün sayısı* parametresi kullanılmıştır (Şekil 2). Sınıflama işlemi için ABD Tarım Bakanlığının standartları esas alınmış ve bu sisteme göre sınıf aralıkları 1, 7, 14, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180 gün olarak belirlenmiştir. Her iki harita önce *float (.flt)* formatında elde edilmiş, daha sonra *grid* formatına çevrilmiştir.

### İstatistik Analizler

Ölçülen değerlerle, hesaplanan değerler arasındaki ilişki korelasyon analizi ile incelenmiştir. Bu amaçla SPSS yazılımı kullanılarak verilerin dağılım grafiği çıkarılmış, değerler *t*-testi ile kıyaslanmıştır. Bu çalışmanın yanında BSDB haritasının üretilmesi için kullanılan meteorolojik veriler ile rakım arasındaki ilişki korelasyon analizleri ile ortaya konmuştur (Kalaycı 2009).

### Bulgular ve Tartışma

CBS teknikleri kullanılarak meteorolojik verilerin topoğrafik verilerle işleme konularak enterpolasyon işlemi sonucunda *Bitki Soğuğa*

*Dayanıklılık Bölge Haritası* (BSDB) üretilmiştir (Şekil 3). Elde edilen sonuç haritası ABD Tarım Bakanlığının belirlediği ve bütün ülkelerde de uygulanan standartlardaki sınıflara ayrılmış ve Türkiye için 2a ile 10b sınıfları arasında yer alan 18 bölge tespit edilmiştir.

BSDB haritası, Türkiye'de geçişli bölgeler şeklinde ortaya çıkmıştır (Şekil 3). Buna karşın başta ABD ve diğer ülkelerin çoğuna ait BSDB haritalarında bölgeler enine kuşaklar şeklinde veya birbirine komşu olan bölgeler şeklindedir (Anonim 2012). Buradaki karmaşık durumun nedeni, Türkiye'de bu yapının birçok faktörün etkisi altında ortaya çıkmış olmasıdır. Türkiye'nin iklim koşulları başlıca dünya genelinde hüküm süren atmosfer dolaşımı ile fiziki coğrafya özelliklerinin etkisi altındadır. Sadece coğrafi konumu dikkate alındığında bile güneyden kuzeyine doğru sıcaklığın giderek azaldığı, kışın az olan güneşlenme süresinin yazın arttığı, özellikle doğrudan gelen güneş radyasyonunu kuzeye bakan eğimli yamaçlarda az aldığı, buna karşın güneye bakan yamaçlarına çok fazla düştüğü ortaya çıkar. Bu durum Türkiye'nin sıcaklık, yağış gibi iklim koşullarında ve bitki örtüsünün yayılışında önemli farklılıkların ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Benzer şekilde yükselti, dağların uzanış doğrultuları ve baktığı yön, denizsel etkiler ve karasallık durumuna bağlı çeşitlilik iklim tiplerinin zenginliğini arttıran faktörler olarak değerlendirilmektedir (Atalay 2011).

BSDB haritasında bazı illerin bölge numaraları Adana: 9b, Ankara: 7b, Antalya: 10a, İstanbul: 9a, Konya: 7a olarak belirlenmiştir. Buna ilave olarak örneğin Ankara il merkezi 7b no'lu bölgede görünürken, Ankara il sınırları içinde 8a, 7a, 6a, 6b, 5a ve 5b bölgelerinin de aynı zamanda dağılım gösterdiği açıkça görülmektedir (Şekil 4). Bunun nedeni haritanın çözünürlüğünün 90m olduğu için ince detayları içermesi ve sonuçta bir il hatta ilçe sınırları içinde birden fazla sayıda BSD bölgesinin yer almasıdır. Yetiştiriciler açısından ilgili alanın hangi bölgeye dahil olduğuna ait en güvenilir bilgi, sayısal haritanın kullanılması ile mümkün olabilecektir.

Elde edilen harita istatistiksel yöntemler ile hesaplanan tahmini bir harita olup doğruluğunun test edilmesi gerekir (Daly et al. 2012). Bu amaçla yapılan analizde, uzun yıllar ortalaması en düşük sıcaklık değeri ile enterpolasyonla *hesaplanan* değer arasında önemli bir korelasyon ( $r=0.99$ ) elde edilmiştir. Bu sonuç dağılım diyagramında noktaların aynı doğru üzerindeki konumundan da açıkça görülmektedir

Çizelge 1. Bitki soğuğa dayanıklılık bölgelerinin alansal dağılımı

Table 1. Spatial distribution of plant hardiness zones

Bölge Kod no	Bölge Alanı (km <sup>2</sup> )	Toplam alan içindeki payı (%)
2a	8.62	0.0011
2b	19.39	0.0025
3a	104.89	0.01
3b	1 248.20	0.16
4a	7 532.09	0.96
4b	36 629.46	4.67
5a	47 202.42	6.02
5b	61 059.76	7.79
6a	62 004.27	7.91
6b	85 779.86	10.95
7a	128 899.76	16.45
7b	89 328.87	11.40
8a	91 880.40	11.73
8b	76 810.31	9.80
9a	59 613.94	7.61
9b	25 761.33	3.29
10a	9 581.60	1.22
10b	96.84	0.01
Toplam	783.562,00	100.00

Bölge Kodu Zone cod, Bölge alanı Coverage area, Toplam alan içindeki payı Percent area

(Şekil 5). Yapılan t testi ölçülen ve hesaplanan değerlerin ortalamaları arasında önemli bir fark olmadığını ( $p=0.63$ ) ortaya çıkarmıştır (Kalaycı 2009). Bu sonuç meteoroloji istasyonu olmayan bütün alanlardaki haritadan hesaplanan değerlerin, ölçülen değerleri doğru temsil ettiğini göstermesi bakımından önemlidir.

18 bölgenin alansal dağılımı incelendiğinde; en geniş alan 7a bölgesinde yer almakta, onu 8a ve 7b bölgeleri takip etmektedir (Çizelge 1). En büyük alana sahip bu üç bölgenin dağılım gösterdiği iller incelenmiştir.

7a bölgesi (-17.8 ile -15°C) en çok Kırıkkale, Ankara, Eskişehir illerinde olmak üzere Kuzeydoğu Anadolu'dan başlayan kıyıya paralel sıradağlar boyunca devam edip, İç Batı Anadolu geçit bölgesinden, Anadolu'nun güney kıyılarına oradan da baraj ve akarsu alanlarını çevreleyip Güneydoğu'da Diyarbakır, Siirt, Şırnak, Hakkari'deki dağların yüksek kesimlerinde son bulmaktadır.

8a bölgesi, en çok Trakya ve Güneydoğu Anadolu'da büyük alanlar halinde yer almış ilave olarak Anadolu yarımadasının kuzey-batı ve güney bölgeleri boyunca 7a bölgesinin hemen dışında ince bir sıra halinde dağılım göstermiştir.

7b bölgesi de 7a bölgesinin sınırları boyunca Anadolu'nun iç kesimine doğru yer almış ve Kırıkkale, Ankara, Eskişehir, Goller yöresi ve Diyarbakır ile baraj ve akarsuların çevresinde dağılım göstermiştir. En az alana sahip bölge olarak 10b bölgesi görünmektedir.

Türkiye geneli incelendiğinde diğer bölgelere göre daha yüksek sıcaklık derecesine sahip 8a - 9b arası bölgeler, Anadolu yarımadasının denizlerle çevrili üç tarafındaki kıyılar ve Güneydoğu Anadolu'da ülke sınırı boyunca dağılım göstermiştir. Diğer yandan Köppen-Geiger'in iklim sınıflandırmasına göre Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri ile İç Anadolu'nun batı ve güney bölümlerinin "Akdeniz iklim sınıfı"na girmesi bu sonuçlarla paralellik göstermektedir (Türkeş 2010).

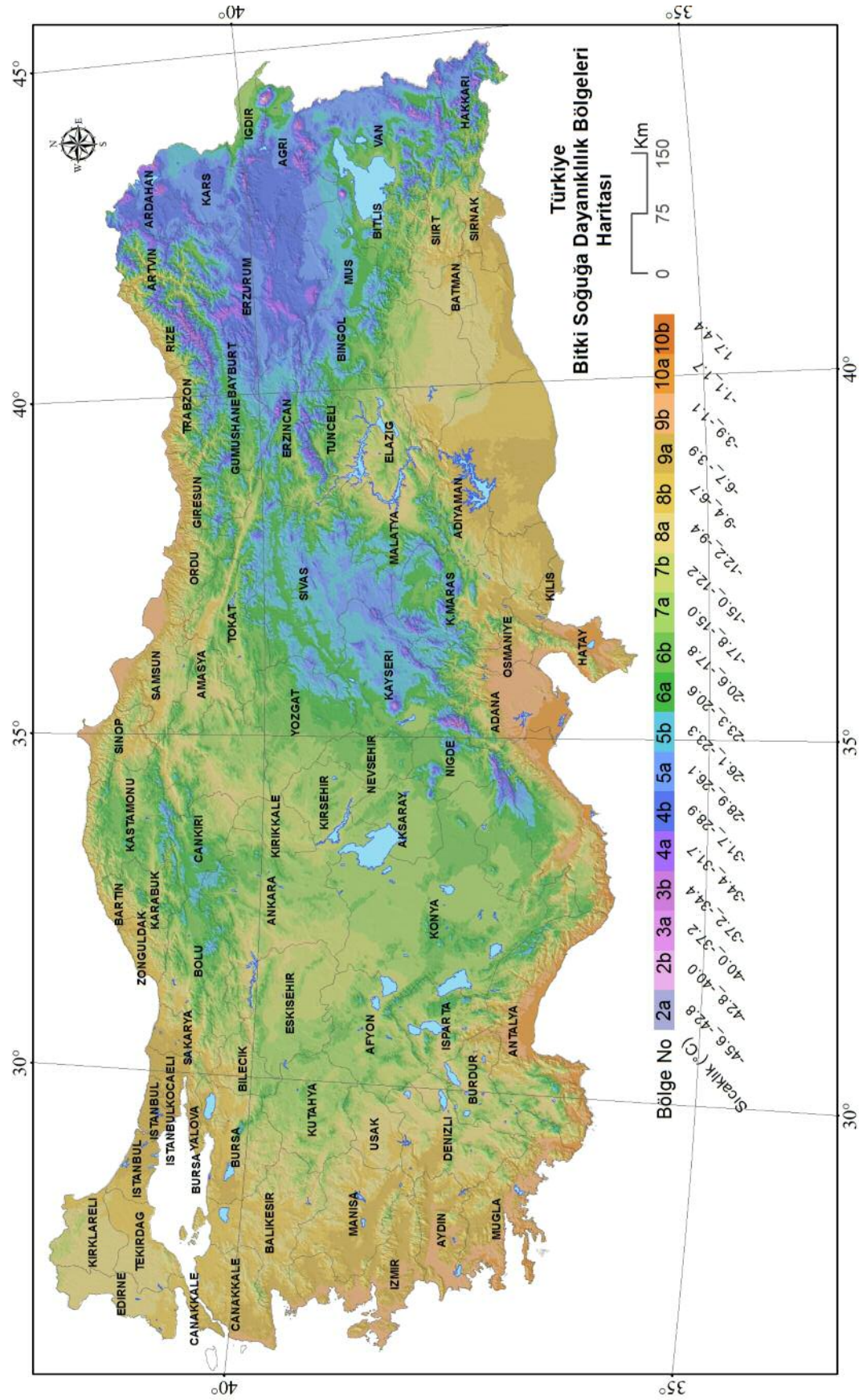
BSDB haritasında 6b - 7b arası bölgeler ağırlıklı olarak Orta Anadolu'da dağılım göstermiştir. Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'de İç Anadolu Bölgesi'nin orta bölümü ve Doğu Anadolu'nun doğusunda Van-İğdır bölümü "subtropikal step iklim sınıfı"nın özelliklerini taşımaktadır (Türkeş 2010).

2a ile 5a bölgesi arası en düşük sıcaklıkların olduğu bölgeler, ağırlıklı olarak Orta Anadolu'nun doğusunda ve Doğu Anadolu Bölgesinde, yüksek dağlık alanların olduğu bölgelerde dağılım göstermiştir. Atalay (2011), sıcaklıkların en fazla düştüğü yerlerin Doğu Anadolu'nun yüksek platoları ve buralardaki çukur alanlar olduğunu, kışın karla kaplı ve havanın sakin olduğu günlerde gece sırasında soğuyarak ağırlaşan havanın çukur kesimlere yığılmasıyla sıcaklığın çok düştüğünü belirtmektedir. Diğer bir yaklaşım olan Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre; İç ve Doğu Anadolu Bölgelerinin genel olarak Orta-Kuzey bölümlerinde uzanan geniş bir bölge yazı kurak nemli karasal (soğuk), olarak tanımlanmıştır. Kuzeydoğu Anadolu'nun (Erzurum - Kars bölümü), ve İç Anadolu'nun Kuzeyindeki dar bir alan ise kurak mevsimi olmayan nemli karasal (soğuk) iklim sınıfında yer almaktadır (Türkeş 2010).

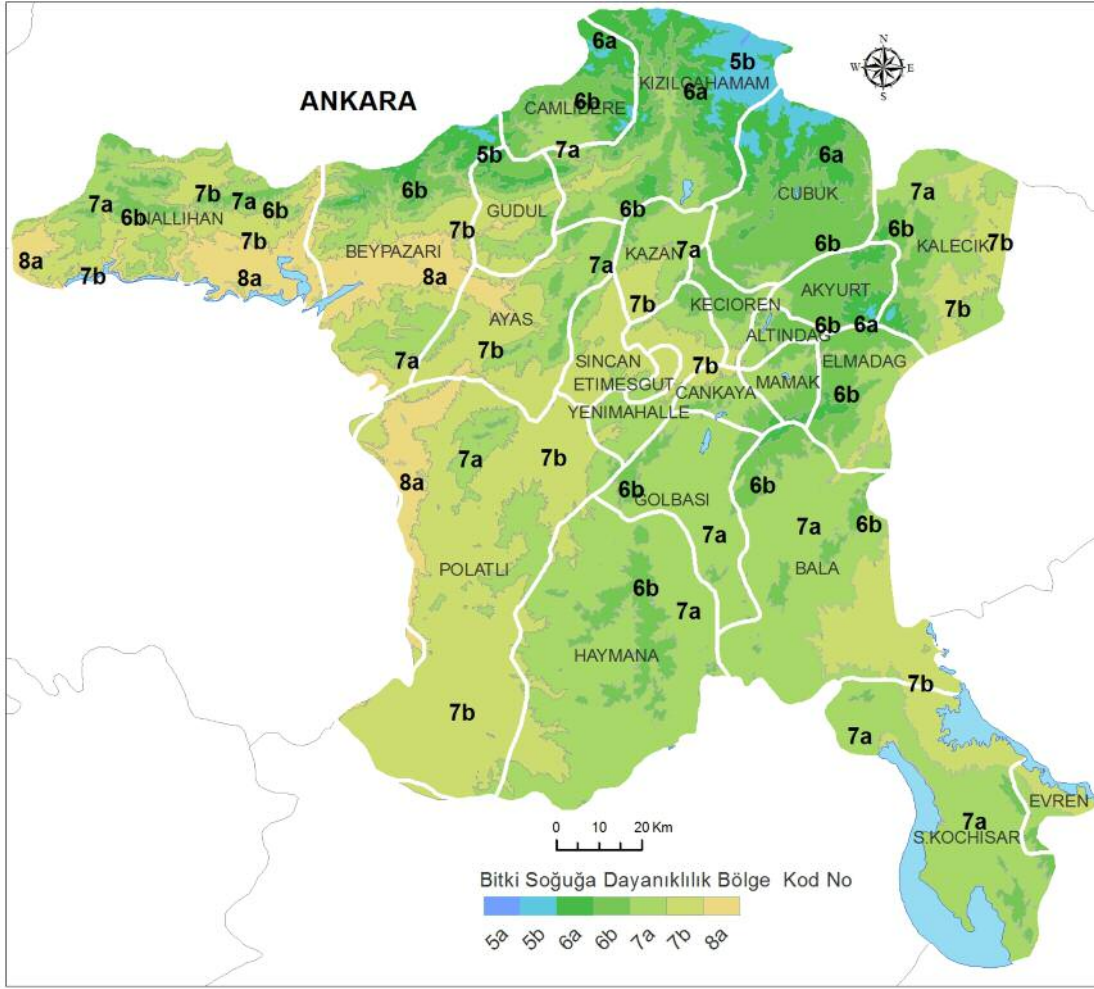
BSDB haritasında bölgelerin dağılımı genel olarak incelendiğinde Anadolu yarımadasının doğusuna gidildikçe yükseltinin arttığı sıcaklıkların da düştüğü görülmektedir. Yükseltinin artması ile sıcaklığın düşmesinin istatistiki açıdan ne derece ilişkili olduğunu araştırmak için en düşük sıcaklık değerleri ile rakım değerleri arasında "korelasyon analizi" yapılmıştır (Kalaycı 2009)

Bu analiz sonucunda rakım ile en düşük sıcaklık arasında kuvvetli negatif yönlü ( $r=-0.881$ ) bir ilişki bulunmuştur. Buradan rakımın yükseldikçe en düşük sıcaklık derecesinin giderek düştüğü sonucuna varılmıştır. Ayrıca en düşük sıcaklık derecesindeki değişmelerin

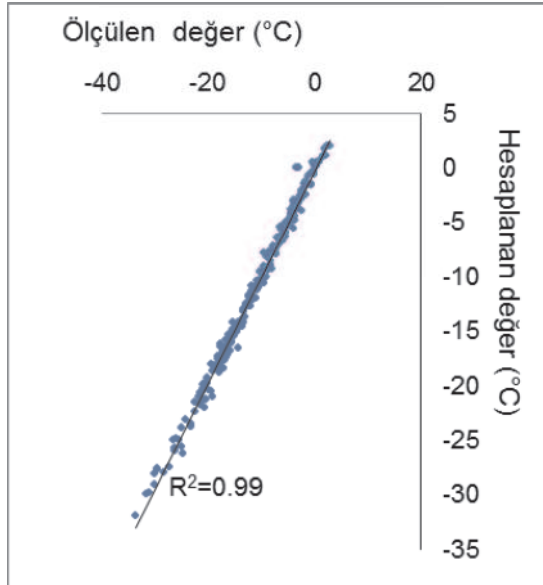




Şekil 3. Türkiye bitki soğuğa dayanıklılık bölgeleri haritası  
Figure 3. Plant hardiness zone map of Turkey



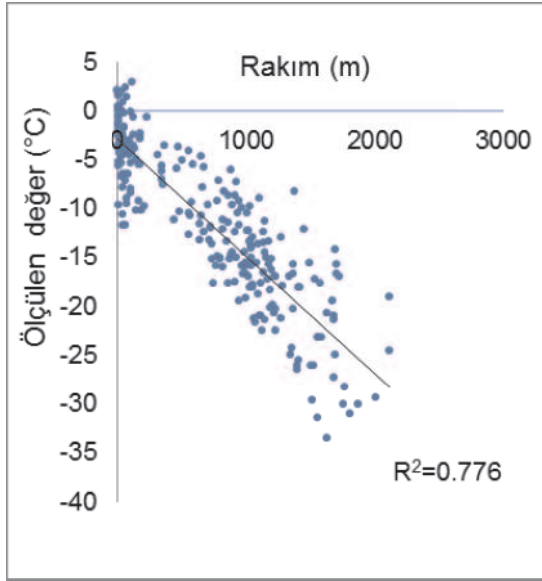
Şekil 4. Ankara ilinin bitki soğuğa dayanıklılık bölgelerinin ilçelere göre dağılımı  
Figure 4. Distribution of plant hardiness zones of based on the districts in Ankara



Şekil 5. Ölçülen değerler ve hesaplanan değerler arasındaki korelasyon grafiği(BSDB haritası için)  
Figure 5. Scatter plot between measured and estimated data (for PHZ map)

( $r^2=0.776$ ) %77.6' sı rakım tarafından açıklandığı sonucuna varılmıştır (Şekil 6). Bu negatif ilişkiye örnek olarak kıyı kesimlerde 12 ile 6°C arasında seyreden Ocak ayı sıcaklığının, İç Anadolu'da -1 ile -3°C' ye düşerken Doğu Anadolu'da -10°C' nin altına kadar düşmesi verilebilir (Atalay 2011). Bunun nedeni arazinin deniz seviyesinden olan yüksekliği arttıkça sıcaklık derecesinde devamlı azalma görülmesi ve bu azalmanın günlük bölgelerde her 1000 m yükseklikte 10°C olarak kabul edilmesidir (Cox and Atkins 1979).

Düşük sıcaklıkların görüldüğü yerler kadar, bu sıcaklıkların kışın bölgelere ve aylara göre dağılımı da önemlidir (Daly et al. 2012). Bu amaçla "en düşük sıcaklıkların aylara göre dağılımını" gösteren harita üretilmiştir (Şekil 7). Bu haritada en düşük sıcaklıkların Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarındaki mekânsal dağılımı ortaya konmuştur. Aralık ayında; Anadolu'nun iç kısımlarındaki geçit bölgelerinde ve Doğu Anadolu bölgesinde kara ikliminin hakim olduğu



Şekil 6. En düşük sıcaklık ile rakım arasındaki korelasyona ait saçılım grafiği (BSDB haritası için)  
Figure 6. Scatter plot between extreme minimum temperatures and altitudes (for PHZ map)

alanlarda görülmektedir. Bu durum yükselti yanında arazilerin kar örtüsüyle kaplı olmasının da bir sonucudur (Atalay 2011).

Ocak ayında, Anadolu yarımadasının Karadeniz, Ege, Marmara ve Akdeniz kıyıları boyunca Akdeniz ikliminin görüldüğü alanlarda ve Güneydoğu Anadolu'daki baraj çevresindeki alanlarda tespit edilmiştir. Coğrafi enlem ve yükseltiye bağlı olarak, aynı enlemdaki kıyı bölgelerde karaya göre denizsel etki altında olması nedeni ile kışlar daha ılımandır. (Atalay 2011).

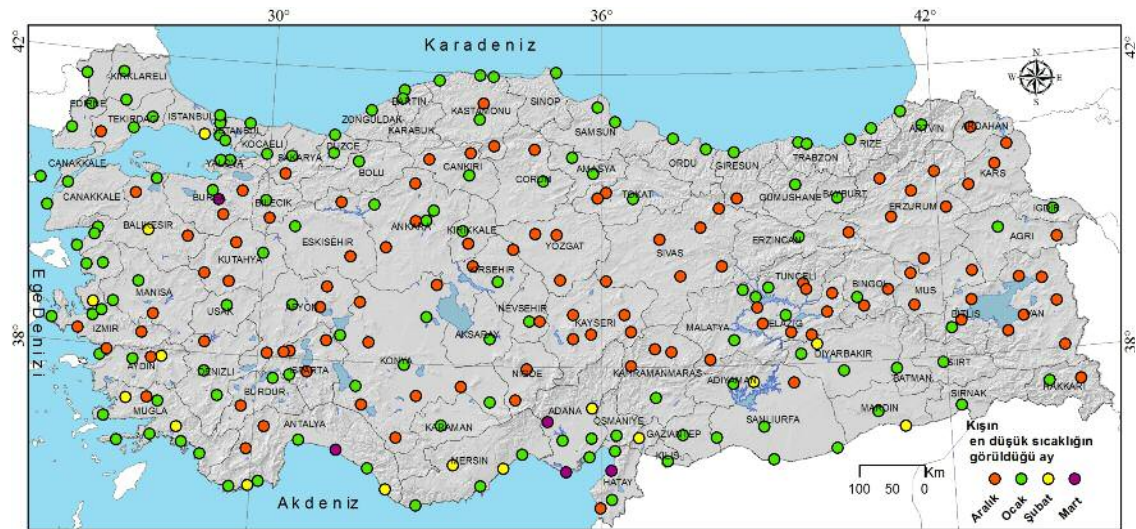
Şubat ayında; en düşük sıcaklıklar Anadolu'nun Batı Güney sınırları boyunca

İstanbul, Balıkesir, İzmir, Aydın, Muğla, Antalya, Mersin, Adana, Gaziantep, Mardin'de gözlenmiştir. Anadolu'da don olaylı günlerin sona ermesi kıyı kuşağında başlayarak İç Anadolu'dan Doğu Anadolu'nun yüksek kesimlerine doğru kaymaktadır (Atalay 2011).

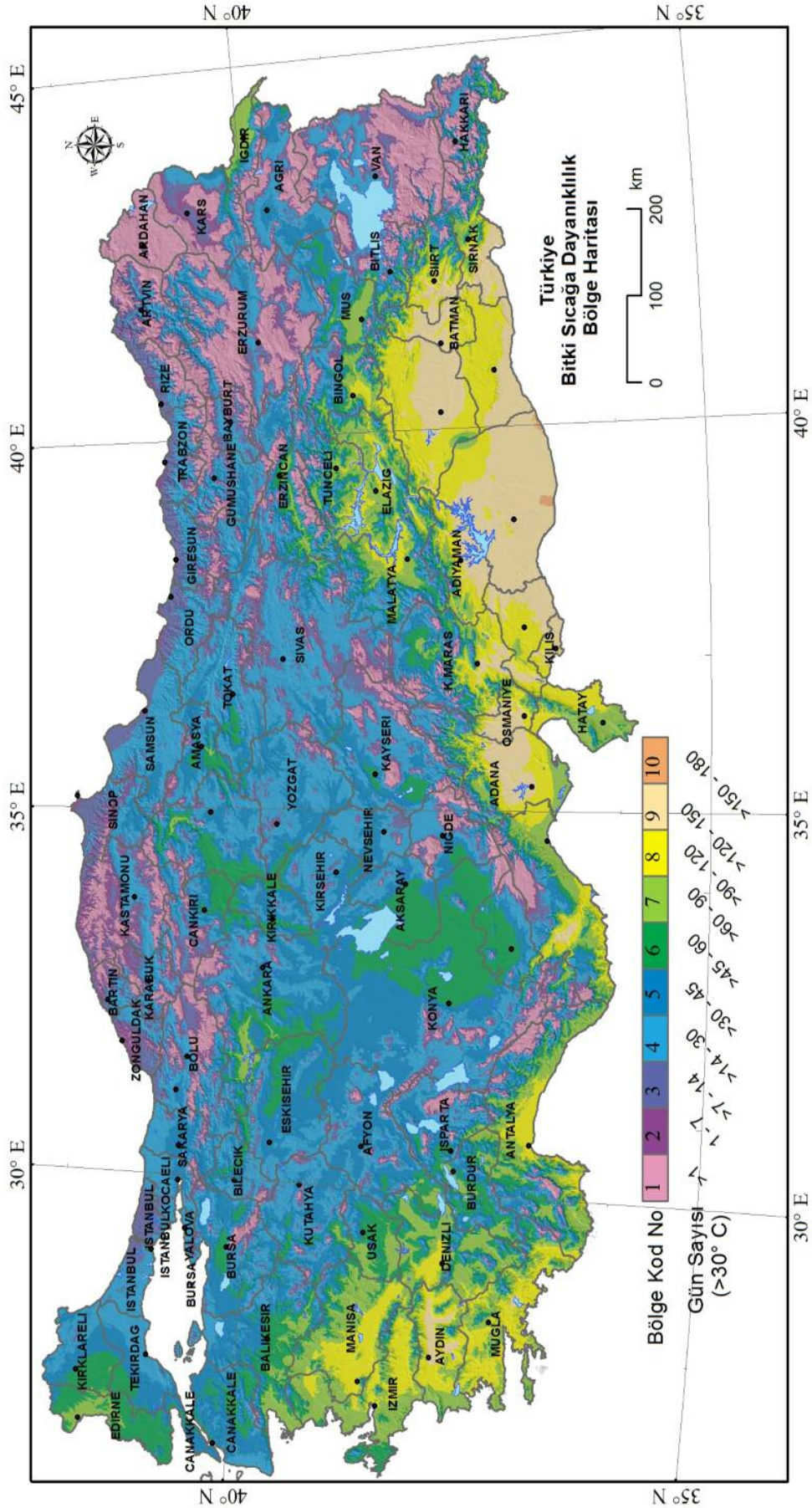
Mart ayında ise sadece Bursa, Antalya, Adana ve Hatay olmak üzere çok az birkaç noktada kaydedilmiştir. Bu veriler don olaylı günleri takip etmek açısından önemlidir.

Meteoroloji istasyonu bazında ölçülen gerçek değerlere dayanan bu harita, yetiştiriciler için kışın bitkiler açısından hayati önemi olan düşük sıcaklıkların zararından korunmak amacıyla Türkiye genelinde aylık dağılımı hakkında fikir sahibi olunması adına önemlidir. Çünkü güneş enerjisi ile ortaya çıkan sıcaklığın derecesi; zamana, enleme, arazinin yönü ve eğimine, yüksekliğine, havanın bulutlu ya da açık oluşuna, toprak rengine, yapısına ve bitki örtüsüne göre değişiklik göstermektedir (Eser 1986).

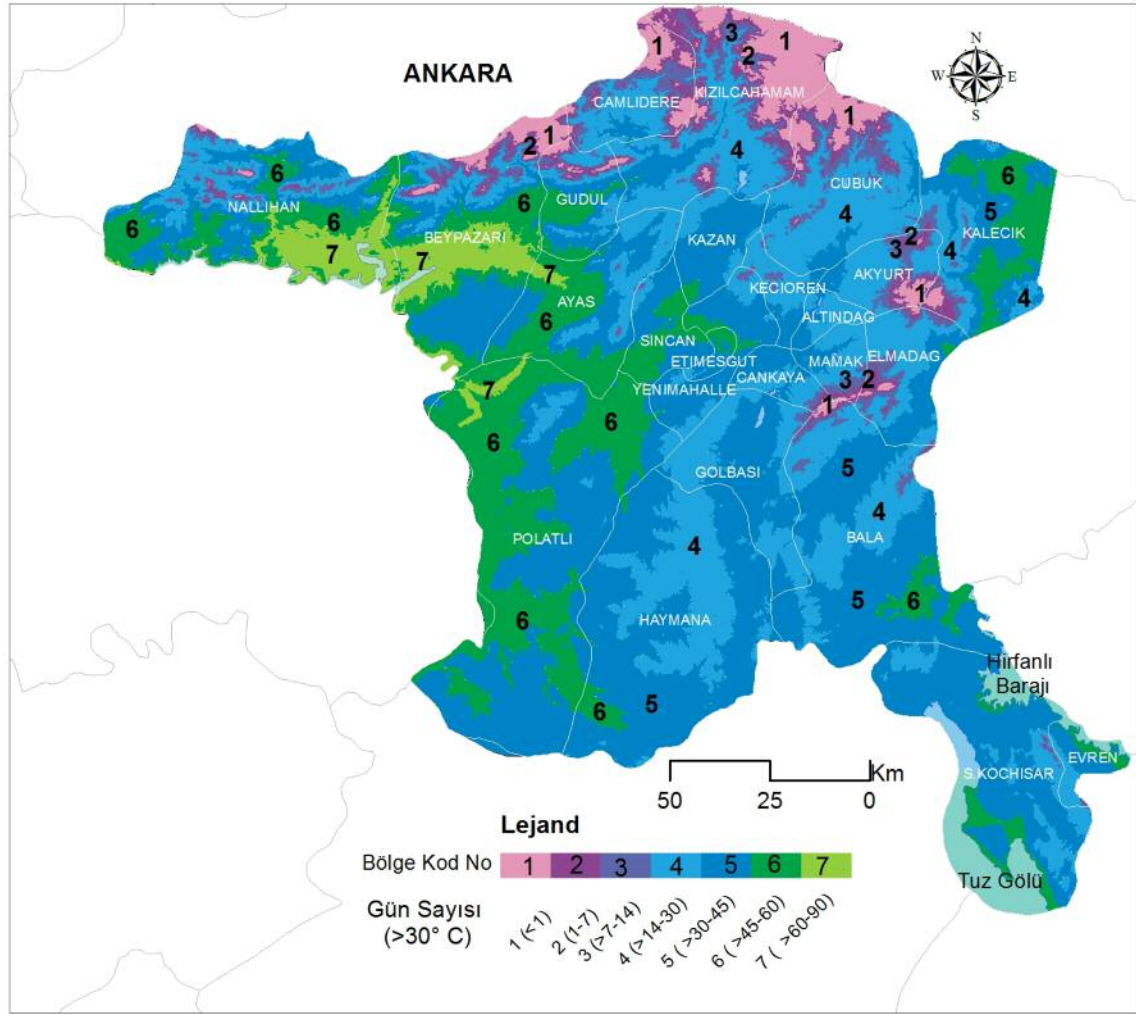
Bitki sıcağa dayanıklılık bölge haritası 10 sınıflı olarak grid formatında elde edilmiştir (Şekil 8). Haritadaki bazı il merkezlerinin konumları incelendiğinde Adana: 9, Ankara: 5, Trabzon: 3 no'lu bölgelerde olduğu tespit edilmiştir. Bölgelerin dağılımını daha yakından incelemek için illerden örnek olarak Ankara haritası incelenmiştir. Ankara il merkezinin 5 no'lu bölgeye dahil olmasına karşın, il sınırları içinde 7, 6, 4, 3, 2, 1 no'lu bölgelerin de dağılım gösterdiği görülmüştür (Şekil 9). Bunun nedeni Türkiye'de enlem, arazinin yönü, yüksekliği, toprak yapısı gibi faktörler çok çeşitli olması nedeni ile bölgelerin dağılımı küçük alanlarda bile değişkenlik göstermesidir (Aydınöğlu 2003).



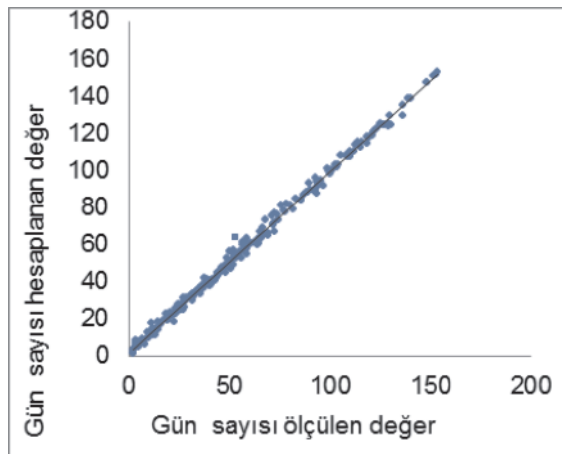
Şekil 7. Yıl içindeki en düşük sıcaklığın kış aylarına göre dağılımı  
Figure 7. Distribution of extreme minimum temperature of year according to winter months



Şekil 8. Türkiye bitki sıcaklığa dayanıklılık bölge haritası  
Figure 8. Plant heat zones map of Turkey



Şekil 9. Ankara ilinin bitki sıcağa dayanıklılık bölgeleri  
Figure 9. Plant heat zones of Ankara Province



Şekil 10. Bitki sıcağa dayanıklılık bölge haritası için ölçülen değerlerle hesaplanan değerler arasındaki korelasyon saçılım grafiği  
Figure 10. Scatter plot between measured values and estimated values (for plant heat zone map)

Bitki sıcağa dayanıklılık haritası için de ölçülen ve hesaplanan değerler arasındaki ilişki incelenmiş ve iki değeri arasında pozitif ve güçlü bir ilişki ( $r=0.97$ ) tespit edilmiştir (Şekil 10). Ayrıca enterpolasyonla hesaplanan değerler ile ölçülen değerler arasındaki farklılığın önemsiz ( $p=0.247$ ) olduğu bulunmuştur (Kalaycı 2009). Tespit edilen 10 bölgenin alansal dağılımı incelendiğinde en büyük alana sahip bölgelerin sırasıyla 4, 5 ve 6 no'lu bölgeler olduğu görülmüştür (Çizelge 2). En küçük alan ise 10 no'lu bölge olarak belirlenmiştir.

En yüksek değerleri içeren 8-9-10 no'lu bölgeler haritada (sarı, krem ve turuncu renklerde) bariz olarak Ege Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde dağılım göstermiştir. Ege bölgesinde tipik *Akdeniz ikliminin* yazları sıcak ve kurak geçen etkisinin yanı sıra, rakım ve enlem etkisi açıkça görülmektedir (Atalay 2011). 9 ve 10 no'lu bölgelerin en çok dağılım gösterdiği diğer bir

Çizelge 2. Bitki sıcağa dayanıklılık bölgelerinin alansal dağılımı

Table 2. Spatial distribution of plant heat zones

Bölge Kodu	Bölge alanı (km <sup>2</sup> )	Toplam alan içindeki payı (%)
1	81 412.09	10.39
2	37 767.69	4.82
3	67 778.11	8.65
4	182 961.73	23.35
5	139 395.68	17.79
6	90 031.27	11.49
7	73 263.05	9.35
8	65 270.71	8.33
9	45 368.24	5.79
10	313.42	0.04
Toplam	783 562.00	100.00

Bölge Kodu Zone cod, Bölge alanı Coverage area, Toplam alan içindeki payı Percent area

bölge olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde görülen aşırı sıcaklık artışı ise bağıl nemin düşük olmasıyla yüzeye gelen doğrudan radyasyonun zemine çarptıktan sonra sezilebilir sıcaklık halinde havaya dahil olmasıyla ilgilidir (Atalay 2011).

Anadolu'nun çevresini saran yüksek dağlar boyunca ve Doğu Anadolu'nun yüksek dağlık kısımlarında 1 ve 2 no'lu bölgeler (açık ve koyu mor renklerde) dağılım göstermiştir.

En düşük değerlerin çıktığı bölgeler yüksek sıradağların en yüksek noktalarının bulunduğu alanlar olarak belirlenmiştir. Anadolu'nun kuzey kısmının düşük enlemlerde olması, yüksek sıradağların rakım etkisi, Karadeniz Bölgesindeki yıllık yağış miktarı yüksek olan kesimlerde sürekli bulutlu havanın bulunması nedenleri ile bu alanlarda 30°C üzerindeki sıcaklık gösteren gün sayısı bakımından oldukça düşük olan bölgeler dağılım göstermiştir (Atalay 2011).

Söz konusu bitki türü için düşük ve yüksek sıcaklık eşiklerine göre zarar görmeyeceği bölgelerin tavsiye edilmesinde, bu çalışma ile üretilen haritalardaki bölge numaraları, tohum, fide ve fidan ticaretinde ortak dili konuşmayı sağlaması açısından büyük kolaylık sağlayacaktır. Sektörde sadece ihracat kısmında 25 bin kişi istihdam edilmekte olup, dolaylı istihdam ise yaklaşık 300.000 kişidir. Sektör ülkedeki sosyal yapıya yeni iş alanlarının yaratılması ve istihdam edilen kesimlere barınma ve eğitim imkanları sağlanması ile katkı sağlamaktadır. Sektörün ihracatdaki payı da göz önünde bulundurulursa üretilen bu haritaların önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

## Sonuç

Bu çalışma ile, uluslararası standartlara uygun Bitki Soğuklara Dayanıklılık ve Bitki Sıcağa Dayanıklılık bölge haritaları Türkiye ölçeğinde elde edilmiştir. İlk harita 18 sınıflı, ikincisi de 10 sınıflıdır.

Böylece bahçe bitkileri, meyve ağaçları, orman ağaçları, süs bitkileri yetiştiricileri, bitki bilimcileri ve araştırmacıların adaptasyon çalışmaları yanısıra bitki korumacıların hastalık ve zararlıların risk analizinde kullanabileceği önemli bir veri üretilmiştir.

Bundan sonraki çalışmalarda ülkemizde yetişen bitkilerin, çeşit bazında dayanabileceği en düşük ve en yüksek sıcaklık aralıkları belirlenmelidir. Buna ilave olarak her bir bölgedeki sıcaklık aralıklarında zarar görmeyecek bitkilerin listelerinin hazırlanması gerekmektedir.

## Kaynaklar

- Ağaoğlu S., Çelik H., Çelik M., Fidan Y., Gülşen Y., Günay A., Halloran N., Köksal İ. ve Yanmaz R., 1997. Genel Bahçe Bitkileri, A.Ü. Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:4. Ankara
- Anonim, 1997. ASHS, Plant Heat-Zone Map. American Society for Horticulture Science. Virginia, USA (<http://www.ahs.org/gardening-resources/gardening-maps/heat-zone-map>) (Erişim tarihi: 1.12.2015)
- Anonim, 2001. Guide to climatological practices (No:100). World Meteorological Organization (WMO), Geneva, Switzerland
- Anonim, 2012. USDA Plant Hardiness Zone Map. Agricultural Research Service. US Department of Agriculture 3 (<http://planthardiness.ars.usda.gov/PHZMWeb/Default.aspx>) (Erişim tarihi: 15.11.2012)
- Anonim, 2014a. The Garden.org Plants Database/Details.[http://www.garden.org/plantfinder/index.php?keyword=&sort=botanical&type=AN&hardiness=07&moisture=&light=&heightRange=&shape=&soil\\_condition=&q=search&search.x=64&search.y=3](http://www.garden.org/plantfinder/index.php?keyword=&sort=botanical&type=AN&hardiness=07&moisture=&light=&heightRange=&shape=&soil_condition=&q=search&search.x=64&search.y=3) (Erişim tarihi: 01.10.2014)
- Anonim, 2014b. The United States National Arboretum. Indicator plant examples. Listed by zone.<http://www.usna.usda.gov/Hardzone/hrdzo4.html> (Erişim tarihi:1.10.2014)
- Anonim, 2016. TÜİK. 2015-2016 İstatistik Tabloları. Yıllara göre dış ticaret. Fasillara göre İhracat. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1046](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1046). (Erişim tarihi: 03.03.2016)

- Aslantaş R., Karakurt H., Karakurt Y., 2010. Bitkilerin Düşük Sıcaklıklara Dayanımında Hücresel ve Moleküler Mekanizmalar. Journal of Agricultural Faculty of Atatürk University, 41(2): 157-167
- Aydinoğlu A. Ç., 2003. İnternet Tabanlı CBS Uygulaması: Trabzon İli Örneği. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 9:305-314
- Atalay İ., 2011. Türkiye'nin İklim Koşulları. Türkiye İklim Atlası. İnkılap Yayınları, s. 9-54
- Bray E. A., Bailey-Serres J., and Weretilnyk E., 2000. Responses to abiotic stresses. In: Buchanan B, Gruissem W, Jones R (Eds), Biochemistry and molecular biology of plants, pp. 1158-1203
- Burke J. J., 1990. High Temperature Stress and Adaptation in Crops, In: Alscher, RG, Cummings JR (Eds), Stress Response in Plants: Adaptation and Acclimation Mechanisms, pp. 295-309, Wiley, New York
- Büyük İ., Soydam-Aydın S. ve Aras S., 2012. Bitkilerin Stres Koşullarına verdiği Moleküler Cevaplar. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 69 (2): 97-110
- Cathey H.M., 1990. USDA Plant Hardiness Zone Map. USDA Misc. Publ. 1475. (<http://www.usna.usda.gov/Hardzone/hzmne1.html>) (Erişim tarihi: 15.11.2015)
- Cathey H.M. and Heriteau J., 1990. Mapping it out. Amer. Nurseryman, 171(5):55-59 and 1-63
- Cox G.W. and Atkins M.D., 1979. Agricultural Ecology. Printed in the United States of America, pp. 721
- Daly C., Widrechner M.P., Halbleib M.D., Smith J.I. and Gibson W.P., 2012. Development of New USDA Plant Hardiness Zone Map for the United States. Journal of Applied Meteorology and Climatology, Volume 51:242-264
- DeGaetano A.T. and Shulman M.D., 1990. A climatic classification of plant hardiness in the United States and Canada. Agric. For. Meteorol., 51:333-351
- De Pauw E., 2005. "Monitoring Agricultural Drought in the Near East", in: V.K. Boken, A.P. Cracnell and R.L. HEATHCOTE (eds.), Monitoring and Predicting Agricultural Drought: A Global Study, Oxford University Press, New York, Chapter 16, pp. 208-224
- Dawson I., 1991. Plant Hardiness Zones for Australia. Aust. Hort., 90(8):37-39
- Del Tredici P., 1990. The new USDA plant hardiness zone map. Arnoldia, Vol.50, No:3, pp. 16-20
- Donadieu P., 1986. Geographical determination of the cold hardiness of plants. P.H.M.- Revue Horticole. No: 272, pp. 13-17
- Ellis D., 2003. The USDA Plant hardiness zone map, 2003 edition. Amer. Gard. 82(3):30-35
- Eser D., 1986. Tarımsal Ekoloji. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 975, Ders Kitabı:287, Ankara
- Farr T.G. and Kobrick M., 2000. Shuttle radar topography mission produces a wealth of data, Eos Trans. AGU, 81(48):583-585
- Farr T.G., Rosen P.A., Caro E., Crippen R., Duren R., Hensley S., Kobrick M., Paller M., Rodriguez E. And Roth L., 2007. The Shuttle Radar Topography Mission, Rev Geophys., 45, RG2004, doi: 10.1029/2005RG000183. An edited version of this paper was published by AGU. Copyright 2007 American Geophysical Union
- Giddings E.L. and Esparza S.M., 2005. Plant Heat Zones of Mexico. Revista Chapingo Serie Horticulture 11(2):365-369
- Güçlü K., 1994. Soğuk İklim Bölgelerinde Ağaç Yetiştiriciliği. Journal of the Faculty of Agriculture, 25(1):118-126
- Hutchinson M.F., 1995. Interpolating mean rainfall using thin plate smoothing splines. International Journal of Geographic Information Systems 9: 385-403
- Kalaycı Ş., 2009. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Asil Yayın Dağıtım, Ankara, pp. 74-79 and 115-120
- Kincer J.B., 1928. Atlas of American Agriculture-Climatic: Temperature, Sunshine and Wind. U.S. Government Printing Office, pp. 34
- Küden Ayzın, Küden Ali, Paydaş S, Kaşka N, ve İmrak B., 1998. Bazı iklim Meyve Tür ve Çeşitlerinin Soğuğa Dayanıklılığı Üzerinde Çalışmalar. Tr. J. of Agriculture and Forestry. 22, pp. 101-109
- Magarey R.D., Borchert D.M., Schegel J.W., Sentelhas P.C. and Reichardt K., 2008. Global plant hardiness zones for phytosanitary risk analysis. Universidade de Sao Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Piracicaba, Brazil, Scientia Agricola, 2008, 65, Special, pp. 54-59
- McCoy J. and Johnston K., 2001. Environmental systems research institute. Using ArcGIS spatial analyst: GIS by ESRI. Environmental Systems Research Institute
- McKenney D.W., Hutchinson F.M., Kesteven L.J., and Venier L.A., 2001. Canada's plant hardiness zones revisited using modern climate interpolation techniques. Can. J. Plant Sci. 81:129-143

- Öztürk D. ve Batuk F., 2010. Meteorolojik verilerin CBS ve Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz Yöntemleriyle Konumsal Enterpolasyonu. Uluslararası Katılımlı "Meteoroloji Sempozyumu, Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, s. 27-28
- Uyanık M., Kara M.Ş., Gürbüz B. ve Özgen Y., 2013. Türkiye'de Bitki Çeşitliliği ve Endemizm. Ekoloji 2013 Sempozyumu, Tekirdağ. 02-04
- Paulsen G.M., 1994. High temperature response of crop plants. Physiology and determination of crop yield (physiologyandde), pp. 365-389
- Rehder A., 1927. Manual of cultivated trees and Shurbs. Macmillan, pp. 209
- Scebba F., Sebastiani L., and Vitagliano C., 1998. Changes in activity of antioxidative enzymes in wheat (*Triticum aestivum*) seedlings under cold acclimation. Physiologia Plantarum, 104(4):747-752
- Szalai G., Jvea T., Paldi E. and Dubacq J.P., 2001. Changes in the fatty acid unsaturation after hardening in wheat chromosome substitution lines with different cold tolerance. J. Plant Physiol., 158: 663-666
- Türkeş M., 2010. 29. Bölüm İklimlerin Sınıflandırılması. Klimatoloji ve Meteoroloji. Kriter Yayın, 63:559-574, İstanbul
- Vagujfalvi A., Kerepesi I., Galiba G., Tischner T. and Sutka J., 1999. Frost hardiness depending on carbohydrate changes during cold acclimation in wheat. Plant Sci., 144:85-92
- Widrechner M. P., 1997. Hardiness zones in China Color map. USDA-ARS North Central Regional Plant Introduction Station, Ames, Iowa
- Wyman D. and Flint H.L., 1985. Plant Hardiness-zone maps. Arnoldia, 45(4): 32-34
- Yazıcı K., Dal B. ve Baktır İ., 2001. Meyve Yetiştiriciliğinde Don ve Soğuk Zararının Etki Mekanizmaları. Derim, 18(4):169-179
- Yıldız M. ve Terzi H., 2007. Bitkilerin Yüksek Sıcaklık Stresine Toleransının Hücre Canlılığı ve Fotosentetik Pigmentasyon Testleri ile Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 23 (1-2): 47-60
- Yılmaz O. Y. and Tolunay D., 2012. Distribution of the major forest tree species in Turkey within spatially interpolated plant heat and hardiness zone maps. Forest - Biogeosciences and Forestry (2012) 5:83-92
- Yücel M. ve Babuş D., 2005. Doğa Korumanın Tarihçesi ve Türkiye'deki Gelişmeler. Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü DOA Dergisi (Journal of DOA), Sayı:11, s.151-175



## Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Genotiplerinin Trakya Bölgesinde Verim ve Agronomik Özelliklerinin Araştırılması

\*İrfan ÖZTÜRK<sup>1</sup> Remzi AVCI<sup>1</sup> Adnan TÜLEK<sup>1</sup> Turhan KAHRAMAN<sup>1</sup>  
Bülent TUNA<sup>1</sup> Zafer MERT<sup>2</sup> Kadir AKAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Edirne

<sup>2</sup>Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): irfanozturk62@hotmail.com

Geliş Tarihi (Received): 02.02.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 06.04.2016

### Öz

Bu araştırma ıslah çalışmaları sonucu geliştirilen ileri kademe bazı arpa genotiplerinde tane verimi ve bazı agronomik karakterlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırma 2008-2009 üretim yılında, Edirne ve Tekirdağ lokasyonlarında, 25 genotip ile tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada; tane verimi, bitki boyu, yatmaya dayanıklılık, başaklanma gün sayısı, olgunlaşma gün sayısı, arpa ağbenek ve külleme hastalıklarına reaksiyonları ile bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı ve protein oranı ve bu karakterler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Araştırmada ortalama verim 524.1 kg/da, Edirne lokasyonu ortalama verimi 488.3 kg/da, Tekirdağ'da ise 560.0 kg/da, en yüksek verim 619.5 kg/da ile Martı çeşidinde belirlenmiştir. Bitki boyu 89.5 ile 108.5 cm arasında ölçülmüştür. Trakya Bölgesinin yaygın hastalıklarından birisi arpa ağbenek (*Drechslera teres* f. *teres*) hastalığına genotipler orta hassas reaksiyon göstermiştir. En yüksek bin tane TEA1619-20 hattında ve en yüksek hektolitreye ağırlığı TEA1619-17 hattında tespit edilmiştir. Protein oranı genotipler arasında önemli farklılık göstermiş olup en yüksek protein Lord (%12.3) çeşidinde saptanmıştır. Araştırmadaki uzun boylu ve erkenci çeşitler daha yüksek verim vermiştir. Yatmaya dayanıklılık ile bitki boyu arasındaki yüksek olumlu ilişki belirlenmesi ( $r=0.871^{**}$ ) bu karakterin yatmaya dayanıklılık için kullanılabileceğini göstermiştir. Araştırmada tane verimi ve incelenen bazı özelliklere göre Martı, Hasat, TEA1619-17 ve TEA1619-20 genotipleri öne çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Arpa, genotip, verim, agronomik karakter

### Investigation of Grain Yield and Agronomic Characters of the Some Barley (*Hordeum vulgare* L.) Genotypes in Trace Region

#### Abstract

This research was carried out to determination yield and some agronomic traits of the cultivar and advanced lines developed by breeding works. Experiment was set up in 2008-2009 growing season in Edirne and Tekirdağ locations with 25 genotypes in randomized completely blocks design with four replications. Grain yield, plant height, lodging resistance, date of heading and maturity, resistance to powdery mildew and net blotch, 1000 kernel weights, test weight and protein ratio and relationship among these characters were investigated. The results showed that there were significant difference among the genotypes than grain yield and some other investigated characters. Mean grain yield of the genotypes was 524.1 kg/da, and the highest grain yield with 619.5 kg/da was determined in Martı cultivar. Mean yield was 488.3 kg/da and 560.0 kg/da in Edirne and Tekirdağ locations respectively. Plant height ranged between 89.5 cm and 108.5 cm. In Trakya region mainly widely disease is net blotch (*Drechslera teres* f. *teres*) and it was determined that almost all genotypes were medium susceptible to net blotch. The highest 1000 kernel wight was determined in TEA1619-20 and test weight in TEA1619-17 lines. According to protein ratio there was significant differences among genotypes and highest protein was determined with 12.5% in Lord cultivar. The highest grain yield was determined in genotypes with early maturing and tall plant height. Identifying positive relationship between lodging resistance and plant height ( $r=0.871^{**}$ ) it was showed that this character can be used for lodging resistance. Martı, Hasat, TEA1619-17 and TEA1619-20 had most prominent genotypes based on yield and some other investigated characters.

**Keywords:** Barley, genotype, yield, agronomic characters

## Giriş

Arpa, Türkiye'de 2009 Yılında 3.1 milyon hektarda 7.3 milyon ton üretimle 243 kg/da ortalama verim sağlanmıştır. Arpa, tahıllar içerisinde buğdaydan sonra ikinci sırada yer alan ve üretimi yıldan yıla artış gösteren önemli bir kültür bitkisidir (Anonim 2009). Trakya Bölgesinde yaklaşık olarak 70.000 ha'lık bir alanda arpa ekimi yapılmakta olup arpa ekim alanları artmıştır. Arpanın dane ürününün yaklaşık %90'ı hayvan beslenmesinde, diğer kısmı ise malt endüstrisinde kullanılmaktadır (Anonim 2009). Bölgede hayvancılığın gelişmesi, arpa bitkisinin erkenciliği sulu alanlarda arpadan sonra ikinci ürün (silajlık mısır) ekiminin yaygınlaşması arpa ekim alanlarının sürdürülebileceğine işaret etmektedir. Bu nedenle arpa yetiştiriciliğinde erkencilik Trakya Bölgesi için önemli ve öncelikli bir seleksiyon karakteridir. Ayrıca yatmaya dayanıklılık da tarımsal üretimde önemli kriter olup bu nedenle bitki boyu ıslah çalışmalarında verimden sonra en fazla dikkate alınan seleksiyon karakteridir. Trakya Bölgesinde bitki boyunun özellikle 85 cm'den uzun olması, fazla tohum ve gübre kullanımının da etkisi ile üründe yatmanın meydana geldiği bu durumlarda kök ve kök boğazı ile yaprak hastalıklarının artışı ile birlikte verim ve kalite özelliklerinde istenmeyen yönde kayıplarının olduğu bilinmektedir (Anonim 2008). Bölgede arpa üretim alanlarının yaklaşık olarak %60'ında Sladoran, Bolayır ve Martı çeşitleri ekildiği tahmin edilmektedir. Sladoran, Bolayır, Martı ve Harman çeşitleri yüksek verim potansiyeline sahip olup bu çeşitlerden Bolayır istenilen malt kalitesine sahiptir.

Türkiye buğday ve arpa yetiştirme alanlarında başta fungal hastalıklar olmak üzere birçok hastalık etmeni üretimde sorunlara yol açmaktadır (Aktaş 2001). Ağ benek hastalığı (Ağ formu; *Dechslera teres* f. *teres*), arpa yaprak lekesi (*Rhynchosporium commune*), külleme (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*), arpa çizgili yaprak leke (*Pyrenophora graminea*) ile bazı kök ve kök boğazı hastalıkları tane verimi ve kalitesini etkileyen bölgenin önemli fungal biyotik stres faktörleridir. Arpada farklı zamanlarda görülen hastalıklar nedeniyle önemli verim ve kalite kayıplarının olduğu yapılan farklı çalışmalarla ortaya konulmuştur. Kavak ve Katircioğlu (1998) tarafından yürütülen bir çalışmada arpa yaprak lekeli hastalığı nedeniyle %30.5 verim kaybı oluşabildiği belirlenmiştir. Arpada tane verimi; bir bitkinin bütün gelişme dönemi süresince

genotip özellikleri ve çevre koşullarının etkisinin sonucu olan bileşenlerinin özelliğidir. Farklı çevre koşulları altında biyotik ve abiyotik stres koşullarına kabul edilebilir düzeyde dayanıklılık gösteren ve olumlu karakterleri taşıyan çeşitler geliştirmek çok zordur (Przulj et al. 1998; Knezevic et al. 2007; Öztürk ve ark. 2014; Kendal 2016). Arpa ıslah programlarının belirli hedeflere yönelik olarak planlı yürütülmeye başladığı yıllardan itibaren zararlılara karşı tolerans, yatma, tane dökme, verim ve malt kalitesi dahil olmak üzere çeşitlerde birçok özellikleri geliştirmek için çalışmalar yapılmıştır (Rasmussen 2000). Son yıllarda yapılan çalışmalarda ya da günümüzde yapılan ıslah çalışmalarında verim ve tane iriliği ile ekonomik açıdan önemli hastalıkların (ağ benek, yaprak leke, kahverengi pas, arpa sarı cücelik virüs) etkisi değerlendirilmiştir. Farklı çevresel koşullar altında tane verimi artışına farklı karakterlerin etkisi arpa çeşidinin özelliklerine bağlı olarak değişebilir. Arpada tarımsal özellikler ile tane verimi arasında önemli ve pozitif ilişki vardır (Tomer et al. 1999; Öztürk ve ark. 2014; Kendal 2016). Başak yapısı iki sıralı olan genotiplerde verim ile başak uzunluğu, başaklanma gün sayısı ve olgunlaşma gün sayısı arasında olumsuz ilişki tespit edilmesi bu karakterlerin genotipler ile ilişkili olduğu kadar çevre koşulları ile de ilişkisinin olduğunu göstermiştir. Uzun başaklı genotiplerde yüksek verime ulaşamaması verim için başakta tane sayısının fazla olmasının yeterli olmadığı, tane iriliği ve ağırlığının ve verim artışına katkı yapan diğer faktörlerinde olduğunu göstermiştir (Öztürk ve ark. 2014).

Başaklanma ve olgunlaşması geç olan genotiplerde verim potansiyelinin düşmesi tane dolum döneminde yağış miktarı öncelikli olmak üzere çevre koşullarının verimde önemli etkisi vardır (Öztürk ve ark. 2014).

Bir buğday ıslah programının başarısı biyotik ve abiyotik streslere dayanıklılığı yönünden hedef bölgeler için geliştirilmiş, çeşitlerin bölgesel adaptasyonuna bağlı (Altay 2012) olup, genotip x çevre etkileşimini yorumlamak için çeşitli analiz ve yöntemler geliştirilmiştir (Lin et al. 1986; Piepho 1998). Bu çalışmada, ıslah çalışmaları sonucu geliştirilen ileri kademe bazı arpa genotiplerinde tane verimi, bazı agronomik karakterler ve bazı yaprak hastalıklarına reaksiyonları ile bu karakterler arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma 2008-2009 üretim yılında Trakya Bölgesinde Edirne ve Tekirdağ'da yürütülmüştür. Araştırmada 25 genotip (17 hat, 8 çeşit) tesadüf blokları deneme deseninde göre 4 tekrarlamalı olarak ekilmiştir. Araştırmada; tane verimi, bitki boyu, yatmaya dayanıklılık, başaklanma, olgunlaşma gün sayısı, arpa ağbenek leke hastalığı, külleme, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve protein oranı ile bu karakterler arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Deneme, 6 sıra ve 17 cm sıra arası parsellere deneme ekim mibzeri ile yapılmıştır. Ekimde kullanılan tohumluk miktarı her çeşidin bin tane ağırlığı tespit edildikten sonra m<sup>2</sup>'ye 450 tane tohum olacak şekilde yapılmıştır. Ekimde parsel alanı 7 m<sup>2</sup> ve hasatta ise 6 m<sup>2</sup> olacak şekilde düzenlenmiştir. Deneme parsel hasat makinesi hasat edilmiştir.

Bin tane ağırlığı otomatik tohum sayıcı ile 1000 tane sayılarak, hektolitre ağırlığı ise otomatik tartım aleti ile tespit edilmiştir (Köksel ve ark. 2000; Elgün ve ark. 2001; Anonim 1990). Genotiplerde protein miktarı tayini (%) NIR AACC 39-10 metoduna göre belirlenmiştir.

Külleme ve yaprak leke hastalıklarında değerlendirmeler tarla koşullarında hastalıklı bitki ve yapraklarda iki basamaklı ıskala kullanılarak hastalığın bitkide ulaştığı en üst seviye ve kapladığı alan şeklinde belirlenmiştir (Aktaş 2001; Peterson et al. 1948).

Araştırma lokasyonlarının bazı iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir. Başaklanma ve olgunlaşma gün sayısı 1 Ocak tarihi dikkate alınarak belirlenmiştir. Başaklanma gün sayısı için her parselde bitkilerin %50'sinde başaklanmanın olduğu, olgunlaşma gün sayısı ise bitkilerin tamamının sarardığı zaman olarak belirlenmiştir. Bitki boyu her parselde sarı olum döneminde parselin farklı yerlerinden alınan 10 adet bitkinin kök boğazı ile başağın en üst noktası arasındaki mesafe ölçülerek belirlenmiştir. Yatmaya dayanıklılık için 1-9 ıskalasını kullanılmış olup 1-3 ıskala değeri dayanıklı, 4-6 ıskala değeri toleranslı ve 7-9 ıskala değeri hassas olarak değerlendirilmiştir (Anonim 2009). Ortalamalar F testinden sonra Asgari Önemli Fark (AÖF) ile karşılaştırılmıştır (Kalaycı 2005).

## Bulgular ve Tartışma

Araştırmada tane verimi lokasyonlar ve genotipler arasında (P<0.01) farklı bulunmuştur. Araştırmada verimler özellikle Nisan ve Mayıs aylarındaki düşük yağıştan (Çizelge 1) dolayı bölge ortalama veriminin altında kalmıştır. Denemede genotiplerin iki lokasyon genel ortalama verimi 524.1 kg/da olmuştur. Araştırmada Edirne lokasyonu ortalama verim 488.3 kg/da ve Tekirdağ verimi 560.0 kg/da olmuştur. En yüksek verim 619.5 kg/da ile Martı çeşidinde belirlenirken, Hasat ve TEA1676-24 diğer yüksek verimli genotipler olmuştur.

Çizelge 1. 2008-2009 yılları Edirne ve Tekirdağ lokasyonunun bazı iklim verileri

Table 1. Some climate value in Edirne and Tekirdağ locations in 2008-2009 growing period

Aylar	Lokasyon	Aylık Yağış (mm)	Nisbi Nem (%)	Sıcaklık °C		
				En düşük	En yüksek	Ortalama
Ekim 2008	Edirne	17.0	72.6	3.5	26.5	14.9
	Tekirdağ	55.1	75.7	7.7	26.9	16.2
Kasım 2008	Edirne	29.2	77.8	-2.0	18.3	15.3
	Tekirdağ	36.0	80.0	1.7	21.7	17.0
Aralık 2008	Edirne	35.6	82.2	-6.9	20.4	6.4
	Tekirdağ	23.7	79.9	-2.1	20.8	7.9
Ocak 2009	Edirne	48.6	87.8	-11.2	17.5	6.5
	Tekirdağ	76.4	87.0	-3.3	16.7	6.1
Şubat 2009	Edirne	83.2	81.3	0.1	13.5	5.2
	Tekirdağ	56.6	86.4	-0.5	19.7	6.1
Mart 2009	Edirne	44.1	77.5	3.0	17.9	7.8
	Tekirdağ	64.4	86.6	0.5	16.7	7.9
Nisan 2009	Edirne	15.8	68.8	-0.4	25.9	12.3
	Tekirdağ	32.2	82.7	3.8	21.4	11.5
Mayıs 2009	Edirne	27.7	66.1	7.5	32.1	19.1
	Tekirdağ	13.2	81.0	9.3	28.2	17.5
Haziran 2009	Edirne	25.9	62.5	9.3	36.4	22.6
	Tekirdağ	11.5	77.3	15.1	30.1	22.0
Toplam	Edirne	327.1	75.2	-11.2	36.4	12.2
Ortalama	Tekirdağ	369.1	81.8	-3.3	30.1	12.5

Bitki boyu ölçümlerinde genotipler arasında istatistiki olarak önemli ( $P<0.01$ ) fark bulunmuştur. Bitki boyu Trakya Bölgesi için yağışlı yıllarda ve taban su seviyesinin daha yüksek olduğu yetiştiricilik alanlarında yatmaya neden olduğu için seleksiyon ve yetiştiricilikte önemli bir karakter olup, arpa bitkisinde bölge için en uygun bitki boyunun 85-95 cm arasında olduğu bildirilmiştir (Anonim 2008; Öztürk ve ark. 2014). Araştırmada bitki boyu sırasıyla; TEA1619-12 (89.5 cm), TEA1525-3 (90,5 cm) TEA1592-8 (90.5 cm) ve CBSS97M0021T-B-9 (90.5 cm) genotiplerinde ölçülmüştür

Trakya Bölgesi'nde yürütülen araştırmada başaklanma ( $P<0.01$ ) ve olgunlaşma gün sayısı ( $P<0.05$ ) özellikleri bakımından yapılan değerlendirmeler de genotipler arasında farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Erkencilik Trakya Bölgesi yetiştiricilik alanları için arpa hasadından sonra ekilecek ikinci ürün silajlık yem bitkilerinin üretimi için oldukça önemlidir. Bunun yanı sıra erkenci çeşitlerin daha yüksek verim potansiyeline sahip olduğu bölgede yapılan

önceki çalışmalarda belirlenmiştir (Anonim 2008). Araştırmada en erken başaklanma 3 (TEA1525-3), 4 (TEA1466-4) ve 8 (TEA1592-8) numaralı hatlarda, en erken olgunlaşma ise 9 (CBSS97M0021T-B-9), 14 (TEA1500-14) ve 16 (TEA1500-16) numaralı hatlarda belirlenmiştir. Araştırmada erken olgunlaşan genotiplerin verim potansiyelinin daha yüksek olduğu bu çalışmada da yine belirlenmiştir (Çizelge 3 ve 4, Şekil 1).

Genotiplerde bin tane ağırlığı özelliği yönünden önemli farklılıklar olmamakla birlikte (Çizelge 3) ortalama bin tane ağırlığı 36.4 gr, en yüksek bin tane ağırlığı 39.5 gr (21 numaralı hat TEA1619-21), en düşük bin tane ağırlığı ise 30.8 gr (11 numaralı hat CBSS9700617T-D-11) olarak belirlenmiştir.

En yüksek hektolitre ağırlığı 74.1 kg ile TEA1619-17 hattında belirlenirken, ortalama hektolitre ağırlığı 70.9 kg olmuştur (Çizelge 3). Bin tane ve hektolitre ağırlığı arasında olumlu ilişki ( $r=0.325$ ), bin tane ağırlığı ile tane verimi arasında düşük oranda olumsuz ilişki belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 2. Araştırmada genotiplerin 2008-2009 yılı lokasyonlara göre ortalama verimleri

Table 2. Mean yield value of the genotypes according to locations in 2008-2009

No	Genotipler	Deneme lokasyonları		Ortalama verim (kg/da)
		Edirne	Tekirdağ	
1	Sladoran	512.5 a-f	561.8 b-f	537.1 b-g
2	TEA1602-2	381.0 ghı	618.5 a-d	499.8 d-ı
3	TEA1525-3	405.5 e-ı	605.9 a-e	505.7 d-ı
4	TEA1466-4	432.8 c-ı	527.8 e-h	480.3 f-ı
5	Bolayır	537.4 a-d	515.3 f-ı	526.3 c-h
6	TEA1466-6	468.3 b-h	535.6 d-h	502.0 d-ı
7	Hasat	555.0 abc	668.5 a	611.8 ab
8	TEA1592-8	443.0 c-ı	460.4 hı	451.7 hij
9	CBSS97M0021T-B-9	521.8 a-e	573.5 b-f	547.6 a-f
10	Balkan-96	363.8 hı	516.4 fgh	440.1 ij
11	CBSS9700617T-D-11	569.5 ab	623.9 abc	596.7 abc
12	TEA1619-12	506.0 b-f	535.3 d-h	520.7d-h
13	TEA1500-13	583.0 ab	544.8 b-h	563.9 a-e
14	TEA1500-14	501.1 b-g	529.9 e-h	515.5 d-ı
15	Lord	391.7 f-ı	536.5 c-h	464.1 ghı
16	TEA1500-16	428.4 d-ı	552.9 b-g	490.6 e-ı
17	TEA1619-17	524.6 a-e	672.3 a	598.4 abc
18	TEA1619-18	519.6 a-e	629.8 ab	574.7 a-d
19	TEA1619-19	516.9 a-e	538.1 c-h	527.5 c-g
20	Martı	631.8 a	607.2 a-e	619.5 a
21	TEA1619-21	470.3 b-h	544.3 b-h	507.3 d-ı
22	TEA1619-22	488.5 b-h	570.3 b-f	529.4 c-g
23	Harman	543.0 a-d	472.9 ghı	507.9 d-ı
24	TEA1676-24	581.5 ab	630.5 ab	606.0 ab
25	Epona	330.2 ı	427.9 ı	379.1 j
Ortalama		488,3	560.0	524.1
VK (%)		18,1	11.1	14.6
AÖF (0.05)		124,8	87.3	75.5
F		**	**	**

\*; Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında %5 seviyesinde önemli farklılıklar yoktur.

\*; There is no significant difference between the groups with the same letters at 5% level, respectively.

Çizelge 3. Araştırmada genotiplerde incelenen karakterlere göre tespit edilen ortalama değerler  
Table 3. Average value of the genotypes as to investigated characters

No	Genotipler	BOY	YTD	BTA	HLT	PRT	BGS	OGS	AABL	KÜL
1	Sladoran	95.0 d-g	3.5 bcd	36.8 abc	72.2 abc	11.4 a-d	108.5 fgh	150.5 b-e	59.5 ab	16.0 ef
2	TEA1602-2	93.5 d-g	3.0 cde	36.5 abc	72.2 abc	11.0 cde	108.0 ghi	150.5 b-e	50.0 ab	10.5 f
3	TEA1525-3	90.0 fg	2.5de	37.0 abc	66.9 de	11.3 a-e	104.5 j	148.5 de	59.5 ab	65.0 ab
4	TEA1466-4	97.5 cde	3.5 bcd	35.5 a-d	69.8 b-e	11.3 a-d	106.5 i	149.0 de	69.5 ab	27.5 def
5	Bolayır	100.0 bcd	3.5 bcd	37.4 abc	70.9 a-e	12.2 ab	110.0 c-f	149.0 de	53.5 ab	44.0 a-e
6	TEA1466-6	99.0 b-e	4.0 abc	37.5 abc	70.1 a-e	11.7 abc	109.0 e-h	149.5 cde	60.0 ab	42.5 b-e
7	Hasat	98.0 cde	4.0 abc	37.2 abc	70.0 a-e	11.7 abc	110.0 c-f	150.0 cde	53.0 ab	28.0 def
8	TEA1592-8	90.5 fg	2.0 e	33.4 cd	71.2 a-d	10.8 c-f	107.5 hi	148.5 de	61.0 ab	48.0 a-d
9	CBSS97M0021T-B-9	90.5 fg	2.0 e	34.8 a-d	71.3 abc	10.9 c-f	108.5 fgh	147.0 e	45.5 b	33.5 c-f
10	Balkan-96	94.0 d-g	3.5 bcd	36.1 a-d	69.8 b-e	11.4 a-d	114.0 b	154.0 abc	59.0 ab	11.0 f
11	CBSS9700617T-D-11	108.5 a	4.5 ab	30.8 d	66.7 e	10.9 c-f	110.5 cde	151.0 b-e	60.0 ab	32.0 def
12	TEA1619-12	89.5 g	2.5 de	37.5 abc	72.2 abc	10.6 d-g	111.5 c	153.0 a-d	65.5 ab	48.0 a-d
13	TEA1500-13	105.0 ab	4.0 abc	39.0 ab	72.3 abc	10.4 d-g	109.5 d-g	150.5 b-e	64.5 ab	48.0 a-d
14	TEA1500-14	104.0 abc	4.5 ab	37.8 abc	70.4 a-e	10.8 c-f	108.5 fgh	148.0 e	63.0 ab	39.5 b-f
15	Lord	99.5 b-e	4.0 abc	38.4 abc	70.1 a-e	12.3 a	115.5 b	155.0 ab	59.5 ab	10.5 f
16	TEA1500-16	104.0 abc	4.5 ab	37.6 abc	70.3 a-e	11.2 b-e	108.0 ghi	148.0 e	59.0 ab	44.5 a-e
17	TEA1619-17	94.0 d-g	3.0 cde	34.6 a-d	74.1 a	10.6 d-g	110.5 cde	151.0 b-e	58.0 ab	62.0 abc
18	TEA1619-18	96.5 def	3.0 cde	34.2 a-d	73.8 ab	10.4 d-g	109.0 e-h	149.5 cde	57.5 ab	72.5 a
19	TEA1619-19	96.5 def	3.5 bcd	39.2 ab	73.3 abc	10.6 d-g	109.0 e-h	148.5 de	66.5 ab	65.0 ab
20	Martı	103.5 abc	5.0 a	33.9 bcd	69.1 cde	9.9 fg	109.0 e-h	148.5 de	55.5 ab	33.0 c-f
21	TEA1619-21	96.5 def	3.5 bcd	39.5 a	72.5 abc	10.6 d-g	108.5 fgh	148.5 de	80.5 ab	66.5 ab
22	TEA1619-22	93.0 efg	3.5 bcd	37.3 abc	72.5 abc	10.5 d-g	109.0 e-h	148.5 de	82.0 a	54.5 a-d
23	Harman	93.0 efg	3.5 bcd	36.6 abc	69.7 b-e	10.2 efg	109.0 e-h	149.0 de	48.5 ab	10.5 f
24	TEA1676-24	98.5 b-e	4.0 abc	37.5 abc	72.3 abc	10.4 d-g	111.0 cd	150.0 cde	48.5 ab	16.0 ef
25	Epona	95.5 d-g	3.0 cde	34.1 a-d	70.5 a-e	9.6 g	123.0 a	157.0 a	53.5 ab	16.0 ef
	Ortalama (Mean)	97.0	3.5	36.4	70.9	10.9	109.9	150.1	59.7	37.8
	V.K (%) (CV)	3.4	16.4	7.3	2.9	4.6	0.7	1.5	28.7	37.5
	A.Ö.F ( 0.05) (LSD)	6.9	1.2	5.4	4.3	1.1	1.6	4.7	35.4	29.3
	F	**	**	öd	öd	**	**	*	öd	**

Not: \*: P<0.05, \*\*: P<0.01, öd: önemli değil, BOY: Bitki boyu (cm), YTD: Yatmaya dayanma (1-9), BTA: Bin tane ağırlığı (gr), HLT: Hektolitre ağırlığı (kg), PRT: Protein oranı (%), BGS: Başaklanma gün sayısı (gün), OGS: Olgunlaşma gün sayısı (gün), AYL: Arpa ağbenek hastalığı (00-99), KÜL: Kütleme (00-99)

Note: \*: P<0.05, \*\*: P<0.01, öd: not significant, BOY: Plant height (cm), YTD: Lodging resistance (1-9), BTA: 1000 kernel weight (gr), HLT: Test weight (kg), PRT: Protein ratio (%), BGS: Days of heading (days), OGS: Date of maturity (days), AABL: Net blotch (00-99), KÜL: Powdery mildew (00-99)

Arpada protein oranı tanenin yemlik veya maltlık olarak değerlendirilmesine kullanılan çok önemli bir kalite kriteridir. Tanede protein oranı genotip, çevre şartları ve kültürel uygulamalara göre farklılık gösterir. Araştırmada ortalama protein oranı %10.9 olarak belirlenmiş olup en yüksek % 12.3 ile Lord, %12.2 ile Bolayır ve %11.7 ile Hasat çeşitleriyle 6 numaralı (TEA1466-6) genotipinde saptanmıştır. Ayrıca bu çalışma için protein oranı ile tane verimi arasında düşük oranda olumsuz ilişki ( $r=-0.103$ ) belirlenmiştir (Çizelge 4).

Arpa ağ benek leke hastalığı (*Drechslera teres* f. *teres*) ve külleme (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) Trakya Bölgesi arpa üretim alanlarında bazı yıllarda epidemi oluşturan önemli fungal biyotik stres faktörleridir. Araştırmanın yürütüldüğü 2008-2009 ürün yılında da hastalık kısmi epidemi oluşturmuş ve genotiplerin hastalığa reaksiyonları 45.5 - 82.0 iskala değerleri arasında belirlenmiştir. Ağ benek leke hastalığı yönünden genotipler arasında önemli fark belirlenmemiş olmakla birlikte genotipler genellikle orta hassas (56-75) ve hassas (76-99) olarak değerlendirilmiştir. Ağ benek leke hastalığı ile verim arasında düşük oranda da olsa negatif ilişki belirlenmiş olup (Çizelge 3 ve 4) genotiplerdeki verim potansiyelinin diğer agronomik karakterlerle de ilişkili olduğu düşünülmüştür. Bu sonuç arpada tane veriminin bütün gelişme dönemi süresince genotipik ve çevre koşullarının etkisinin bir sonucu olan karmaşık bir özellik olduğunu belirten (Przulj et al. 1998; Knezevic et al. 2007) araştırma sonuçları ile uyumludur.

Külleme hastalığı, Trakya Bölgesinde özellikle Nisan ayı yağış, nem ve sıcaklık gibi

iklim özelliklerine bağlı olarak hassas çeşitler üzerinde epidemi oluşturabilen bir hastalıktır. Araştırmanın yürütüldüğü yıl ve lokasyonlar dikkate alındığında 2 numaralı genotip (TEA1602-2) (10.5), Lord (10.5), Harman (10.5) ve Balkan-96 (11.0) çeşitleri külleme hastalığı popülasyonuna dayanıklı reaksiyon gösteren genotipler olarak belirlenirken genotiplerin çoğunluğunun toleranslı olduğu saptanmıştır. Küllemenin bitkilerde başaklanma ve olgunlaşma süreleri ile negatif ilişki içerisinde olup geç olgunlaşan genotiplerde hastalığın daha düşük epidemi yaptığı gözlenmiştir (Çizelge 3 ve Çizelge 4).

Araştırmada genotiplerde incelenen karakterler yönünden korelasyon katsayıları değerlendirilmiştir. Tane verimi ile bitki boyu ( $r=0.322$ ) arasında düşük oranda olumlu ilişki bulunmuştur. Araştırmada tane veriminin başaklanma gün sayısı ( $r=-0.412^*$ ) ve olgunlaşma gün sayısı ile ( $r=-0.433^*$ ) negatif ilişki saptanması erkenci çeşitlerin daha yüksek verim potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir (Çizelge 4). Bin tane ağırlığı ile hektolitre ağırlığı ve protein oranı arasında düşük oranda olumlu ilişki belirlenmiştir. Bitki boyu ile yatmaya dayanıklılık arasında yüksek oranda olumlu ilişki saptanması ( $r=0.871^{**}$ ) bitki boyu, sap sağlamlığı ve elastikiyeti gibi unsurlara göre belirlenen yatmaya dayanıklılık ıslah çalışmalarında seleksiyonda kullanılacak bir değerlendirme kriteri olduğunu göstermiştir (Çizelge 4).

Araştırmada karakterler arasında regresyon katsayıları belirlenmiş (Finlay and Wilkinson 1963; Eberhart and Russell 1966) olup genotiplerin çevre değişimlerinin verime

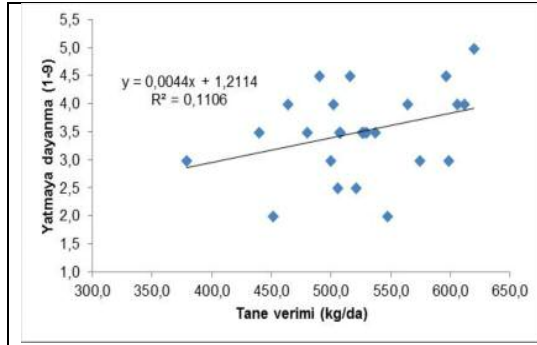
Çizelge 4. Karakterler arasında belirlenen korelasyon katsayıları

Table 4. Correlation coefficient between investigated characters

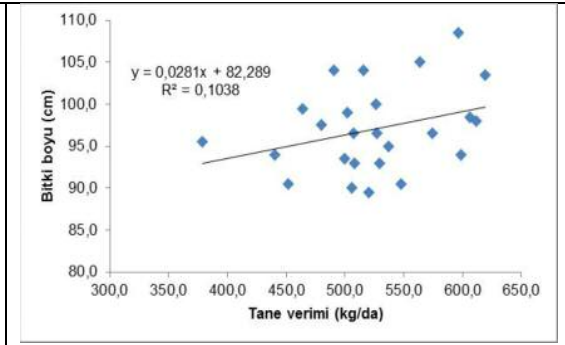
Karakter	VRM	BOY	YTD	BTA	HLT	PRT	BGS	OGS	AABL
BOY	0.322								
YTD	0.333	0.871**							
BTA	-0.103	-0.039	0.142						
HLT	0.131	-0.282	-0.286	0.325					
PRT	-0.103	0.065	0.062	0.270	-0.252				
BGS	-0.412*	0.053	0.043	-0.133	0.030	-0.187			
OGS	-0.433*	-0.047	-0.034	-0.110	-0.041	-0.007	0.876**		
AABL	-0.135	0.029	0.086	0.324	0.184	-0.042	-0.181	-0.116	
KÜL	0.244	-0.072	-0.214	0.123	0.317	-0.150	-0.422*	-0.457*	0.514**

Not: \*:  $P<0.05$ , \*\*:  $P<0.01$ , VRM: Verim (kg/da), BOY: Bitki boyu (cm), YTD: Yatmaya dayanma (1-9), BTA: Bin tane ağırlığı (gr), HLT: Hektolitre ağırlığı (kg), PRT: Protein oranı (%), BGS: Başaklanma gün sayısı (gün), OGS: Olgunlaşma gün sayısı (gün), AABL: Arpa ağbenek leke (00-99), KÜL: Külleme (00-99)

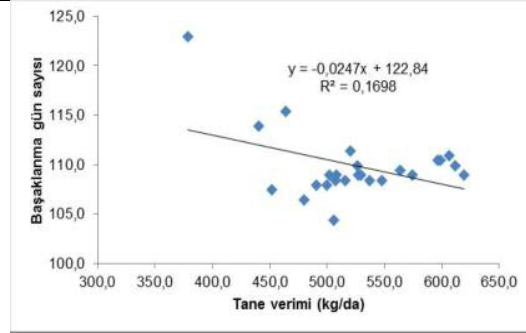
Note: \*\*:  $P<0.01$  \*:  $P<0.05$ ; VRM: Grain yield (kg/da), BOY: Plant height (cm), YTD: Lodging resistance (1-9), BTA: 1000 kernel weight (g), HLT: Test weight (kg), PRT: Protein ratio (%), BGS: Heading days, OGS: Date of maturity, AABL: Net blotch (00-99), KÜL: Powdery mildew (00-99)



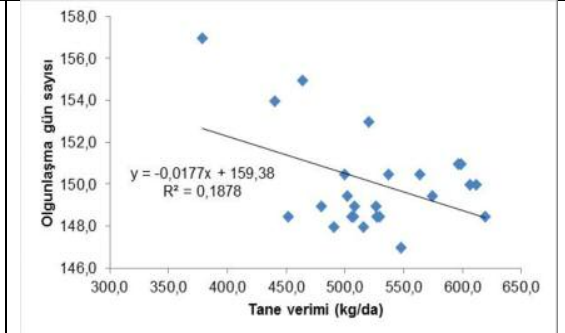
Şekil 1a. Tane verimi ve yatmaya dayanma  
Figure 1a. Grain yield and lodging resistance



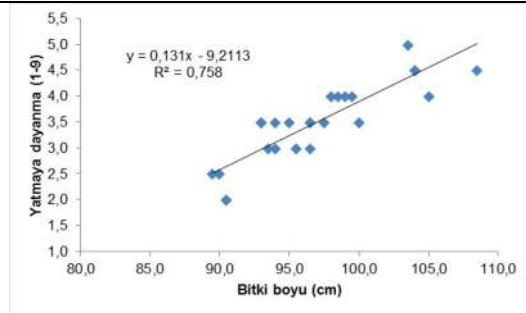
Şekil 1b. Tane verimi ve bitki boyu  
Figure 1b. Grain yield and plant height



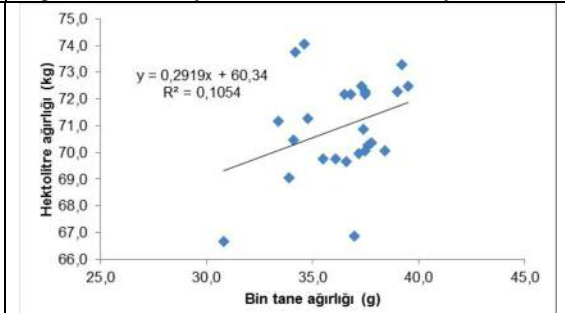
Şekil 1c. Tane verimi başaklanma gün sayısı  
Figure 1c. Grain yield and days of heading



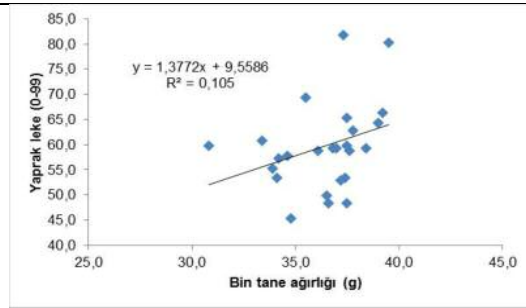
Şekil 1d. Tane verimi olgunlaşma gün sayısı  
Figure 1d. Grain yield and date of maturity



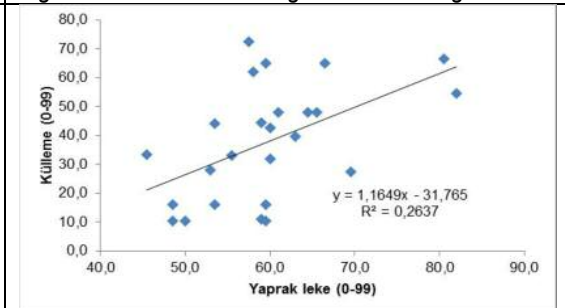
Şekil 1e. Yatmaya dayanma ve bitki boyu  
Figure 1e. Lodging resistance and plant height



Şekil 1f. Bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı  
Figure 1f. 1000 kernel weight and test weight



Şekil 1g. Ağ benek hastalığı ve bin tane ağırlığı  
Figure 1g. Net blotch and 1000 kernel weight



Şekil 1h. Yaprak leke hastalığı ve küllleme  
Figure 1h. Net blotch and Powdery mildew

Şekil 1. Araştırmada incelenen bazı karakterler arasındaki ikili ilişkiler  
Figure 1. The comparison of the some characters investigated in this research

yansıtma oranının belirtisi olan determinasyon katsayısı değeri yüksek olması hedeflenmektedir (Pinthus 1973). Araştırmada genotiplerin bazı karakterlerin ikili ilişkileri incelenmiştir (Şekil 1). Tane verimi ile yatmaya dayanma ( $R^2=0.110$ ) ve tane verimi ile bitki boyu ( $R^2=0.103$ ) arasında düşük oranda pozitif ilişki belirlenmesi bitki boyu orta uzunlukta, yatmaya dayanıklı olan çeşitlerde daha fazla verim alınabileceği analiz sonuçlarına göre belirlenmiştir. Tane veriminin başaklanma ve olgunlaşma gün sayısı ile negatif ilişkide olması erkenci çeşitlerin daha yüksek verim potansiyeline sahip olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Hektolitreye ağırlığı fazla olan çeşitlerde bin tane ağırlığında da artış olduğu ( $R^2=0.105$ ) saptanmıştır. Ayrıca beklenildiği gibi bitki boyu ile yatmaya dayanma arasında ( $R^2=0.758$ ) yüksek oranda olumlu ilişki belirlenmiştir (Şekil 1). Bitki boyu kısa ve sap yapısı sağlam olan genotiplerin yatmaya daha dayanıklı olabileceği yorumu yapılmıştır.

### Sonuç

Araştırmada genotiplerin verim potansiyelinin bölge ortalama verimini yansıtmamasında en önemli faktör tane dolun dönemindeki yağışın uzun yıllar ortalamasına göre düşük miktarı olmuştur. Tane veriminin başaklanma ve olgunlaşma ile negatif ilişkide olması ise erkenci çeşitlerin daha yüksek verim potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Bitki boyu ile yatmaya dayanıklılık arasında yüksek oranda olumlu ilişki saptanması, yatmaya dayanıklılığın ıslah çalışmalarında seleksiyonda kullanılacak bir değerlendirme kriteri olduğu görülmüştür. Arpa ağ benek leke hastalığı ile küllleme arasında pozitif ilişki saptanması, arpada mantari hastalıkların bitkide gelişimi, her iki hastalığın genotiplerde benzer çevre koşullarında birlikte epidemiy oluşturabileceğini göstermiştir.

Bu araştırmada kullanılan Hasat ve Harman çeşitleri çalışmanın yürütüldüğü yılda sırasıyla TEA1256 ve TEA1500 pedigrisi numaraları ile yer almış, Harman çeşidi 2008, Hasat çeşidinin 2011 yılında tescil denemeleri başlamış, Harman 2011 ve Hasat 2014 yıllarında tescil edilmiştir.

### Kaynaklar

Aktaş H., 2001. Önemli Hububat Hastalıkları ve Survey Yöntemleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı. 74 s., Ankara

- Altay F., 2012. Yield stability of some Turkish winter wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes in the western transitional zone of Turkey. Turkish Journal of Field Crops, 2012, 17(2): 129-134
- Anonim, 1990. AACCC Approved Methods of the American Association of Cereal Chemist, USA
- Anonim, 2008. Yılı Araştırma Projeleri Raporu. 2008. (Basılmamış) Edirne.
- Anonim, 2009. Yılı Araştırma Projeleri Raporu. 2009. (Basılmamış) Edirne.
- Anonim, 2009. TÜİK <http://www.tuik.gov.tr/Start.do?jsessionid=> (Erişim tarihi 2.12.2010)
- Anonim, 2009. DMİ web sitesi. Ankara. <http://www.meteor.gov.tr> (Erişim tarihi 26.03.2009)
- Eberhart S.A. and Russell W.A., 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sci.6: 36-40
- Elgün A., Türker S. ve Bilgiçli N., 2001. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Gıda Müh. Böl. Yay. No: 2. Konya
- Finlay K.W. and Wilkinson G.N., 1963. The Analysis of Adaptation in a Plant Breeding Programme. Aust. J. Agric.Res., 14: 742-754
- Kalaycı M., 2005. Örneklerle JUMP Kullanımı ve Tarımsal Araştırma için Varyans Analiz Modelleri. Anadolu Tarımsal Araştırma Enst. Müd. Yayınları. Yayın No: 21. Eskişehir
- Kavak H. ve Katırcıoğlu Z., 1998. Arpa Yaprak Yanıklığı (*Rhynchosporium secalis* (Oud.) Davis)'nın Arpada Farklı Enfeksiyon Şiddetine Bağlı Olarak Meydana Getirdiği Verim Kayıplarının Belirlenmesi. Türkiye VIII. Fitopatoloji Kongresi, 34-38 Ankara
- Kendal E., 2016. GGE biplot analysis of multi-environment yield trials in barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics. 2(1):90-99
- Knezevic D., Paunovic A., Madic M. and Dukic N., 2007. Genetic analysis of nitrogen accumulation in four wheat cultivars and their hybrids. Cereal Research Communications, 35:2.633-636
- Köksal H., Sivri D., Özboy O., Başman A. ve Karacan H.D., 2000. Hububat Laboratuvarı El Kitabı. Hacettepe Üni. Müh. Fak. Yay. No:47, Ankara
- Öztürk İ., Avcı R., Kaya R., Vulchev D., Popova T., Valcheva D. and Dimova D., 2014. Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Genotiplerinin Edirne Koşullarında Verim ve Bazı Tarımsal Özelliklerinin İncelenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 23(2):41-48



- Peterson R.F., Campbell A.B. and Hannah A.E., 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. Canadian Journal of Research Section C. 26, 496-500
- Pintus M.J., 1973. Estimates of Genotypic Value: Proposed Method. Euphytica 22:345-351
- Przulj N., Dragovic S., Malesevic M., Momcilovic V. and Mladenov N., 1998. Comparative performance of winter and spring malting barleys in semiarid growing conditions. Euphytica. 101: 377-382
- Rasmussen D.C., 2000. Breeding Barley. Learning about barley breeding. Proceeding of on International Symposium. 13-14 March 2000 p:1-6. Obregon, Sonora Mexico
- Tomer S.B. and Prasad G.H., 1999. Path coefficient analysis in barley. Department of Agricultural Botany, S.D.J. Post Graduate College Chandesar Azamgarh. 276128, U.P. India "R". Vol 8: 1-2

## Endemik Kaba Navruz Bitkisinin (*Iris galatica* Siehe) In Vitro Çoğaltımı

\*Satı UZUN<sup>1</sup>      Ali İrfan İLBAŞ<sup>2</sup>      Arif İPEK<sup>3</sup>      Erman BEYZİ<sup>1</sup>  
Serkan URANBEY<sup>4</sup>      Neşet ARSLAN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kayseri, Türkiye

<sup>2</sup>Kyrgyzstan-Türkiye Manas Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bişkek, Kırgızistan

<sup>3</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü Çankırı, Türkiye

<sup>4</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara, Türkiye

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author; e-mail): scocu@erciyes.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 19.02.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 16.05.2016

### Öz

Bu çalışma kapsamında, endemik *Iris galatica* türünün in vitro çoğaltılması için bir protokol geliştirilmiştir. Bu amaçla *Iris galatica* türüne ait olgunlaşmamış embriyolar ve in vitro gelişen sürgünlerden elde edilen yapraklar farklı konsantrasyon ve kombinasyonlarda thidiazuron (TDZ), 6-benzilaminopurin (BAP) ve  $\alpha$ -naftalenasetik asit (NAA) içeren Murashige ve Skoog (MS) besin ortamlarında kültüre alınmıştır. Eksplant başına olgunlaşmamış embriyolardan 4.85, yapraklardan ise 3.04 adet sürgün elde edilmiştir. Rejenere olan sürgünler 3-5 cm uzunluğa ulaştığı zaman köklendirmeye alınmıştır ve en iyi köklenme 1 mg/l IBA veya 1 mg/l NAA içeren ortamlardan elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Iris galatica*, doku kültürü, in vitro sürgün rejenerasyonu, olgunlaşmamış embriyo, köklenme

### In Vitro Propagation of Endemic “Kaba Navruz” *Iris galatica* Siehe

#### Abstract

In this study, a protocol for in vitro propagation of endemic *Iris galatica* species was developed. For this purpose, immature embryo and leaf explants of *I. galatica* were cultured on Murashige ve Skoog (MS) media supplemented with various concentrations and combination of thidiazuron (TDZ), and  $\alpha$ -naphthalenacetic acid (NAA). 4.85 shoot per embryo and 3.04 shoot per leaf explant were obtained. 3-5 cm regenerated shoots were rooted and the best medium for rooting was obtained from 1 mg/l IBA or 1 mg/l NAA.

**Keywords:** *Iris galatica*, tissue culture, in vitro shoot regeneration, immature embryo, rooting

#### Giriş

Türkiye; gerek farklı iklimlere ve coğrafi kesimlere sahip olması gerekse üç floristik bölgenin (Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan fitocoğrafik) kesişme noktasında bulunması sebebiyle bitki türlerinin çokluğu bakımından dünyanın en zengin ülkelerinden birisidir (Akgündüz ve ark. 2012). Biyolojik zenginliklerimiz içerisinde yer alan bitki gruplarından birisi her biri ayrı bir güzellikte çiçeğe sahip olan türlerin yer aldığı yumrulu, rizomlu ve soğanlı bitkilerdir (Geofitler). Ülkemizde 1056 adet geofit taksonu bulunmakta ve bunlardan 424 adedi endemiktir (Özhatay 2013). Bu gruba dâhil bitkilerden bazıları da Iridaceae familyasından *Iris* türleridir.

Yurt dışında çok tanınan *Iris* türleri, sahip oldukları birbirinden farklı renk ve tonları nedeniyle özellikle bahçelerde olmak üzere peyzaj planlama çalışmalarında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Dekoratif özelliği ilaç, kozmetik ve parfüm yapımında hammadde olarak kullanımından dolayı *Iris* türleri uzun yıllardan beri yetiştirilmektedir (Aşur 2006). Kuzey yarımkürede 250'den fazla türü bulunmaktadır. Türkiye florasında 43 *Iris* türü olup, bunlardan 13'ü (%30.2) ülkemize endemiktir (Aslan ve Karataş 2012). Ülkemizde endemik *Iris* türleri içerisinde yer alan kaba navruz (*Iris galatica* Siehe) 400-1700 m.'de Amasya, Erzincan, Kayseri, Nevşehir, Sivas,

Tokat, Karaman illerinde doğal olarak bulunmakta olup, çiçeklenme zamanı 3.-4. aylardır (Tubives 2015). *Iris galatica* bitkisinin yaprak, kök ve çiçek kısımları iyi bir antioksidan, DNA koruyucu özelliğe ve süs bitkisi olarak önemli bir potansiyele sahiptir (Ertürk ve ark. 2014; Eker ve ark. 2015).

*Iris* türlerinin tohum ekiminde çiçek açacak zamana kadar geçen sürenin 4-5 yıl gibi uzun olması, vejetatif üretim hızlarının ise düşük olması kültüre alınarak geniş alanlarda üretilmelerinin önündeki en büyük engeli teşkil ederken, endemik olan türlerin ise habitat tahribi ve doğadan toplama nesillerinin devamlılığını tehlikeye atmaktadır. Bundan dolayı kültüre alınabilmeleri için alternatif hızlı çoğaltım tekniklerinin geliştirilmesi önem kazanmaktadır. Son yıllarda kullanımı giderek artan in vitro doku kültürü teknikleri ile soğanlı bitkiler çok kısa zamanda çoğaltılabilmektedir (Mirici et al. 2005; Nasırcılar et al. 2011). Ascough et al. (2009)'un bildirdiğine göre *Iris* türlerinde yapılan ilk çalışma 1945 yılında Randolph tarafından yürütülen embriyo kültürüdür. *I. ensata* (Yabuya et al. 1991; Boltenkov et al. 2007), *I. germanica* (Shimizu et al. 1997; Wang et al. 1999a, 1999b), *I. nigricans* (Shibli and Ajlouni 2000), *I. pumila* (Jevremovic and Radojevic 2002), *I. ensata*, *I. setosa*, *I. sanguinea* (Boltenkov and Zarebno 2005), *I. hollandica* (Fidalgo et al. 2005), *I. atrofusca*, *I. petrana*, *I. vartanii* (Al-Gabbiesh et al. 2006), *I. adriatica* (Keresa et al. 2009), *I. sari* ve *I. schachtii* (Uzun et al. 2014) gibi birçok *Iris* türünde kök, yaprak, çiçek organları, soğan segmentleri, olgunlaşmamış embriyo ve zigotik embriyo gibi birçok eksplant kullanılarak rejenerasyon çalışmaları yapılmıştır. Ancak *Iris galatica* ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Değişik araştırmacılar tarafından da belirtildiği gibi *Iris* türlerinin çoğunun, tohum ekiminden çiçek açacak zamana ulaşması ortalama 4-5 yıl süre alması ve vejetatif çoğaltım hızının da düşük olması nedeniyle bir takım hızlı çoğaltım tekniklerinin bu bitkiler üzerinde geliştirilmesi gerekmektedir (Boltenkov et al. 2007; Shibli and Ajlouni 2000; Wang et al. 1999a; Wang et al. 1999b). Bu çalışmada da endemik ve az tehdit altında bulunan *Iris galatica* türünün doku kültürü teknikleri ile in vitro çoğaltım amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Araştırma Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Laboratuvarlarında yürütülmüş olup, çalışmada doğal yayılış alanlarından toplanarak Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri deneme alanlarında koruma altına alınmış *I. galatica* türüne ait bitkiler kullanılmıştır.

Olgunlaşmamış embriyoları içeren kapsül şeklindeki meyveleri %50'lik ticari çamaşır suyunda (5% (v/v) sodium hipoklorit, ACE, Turkey) 10 dakika yüzey sterilizasyonuna tabi tutulduktan sonra 3 kez 5'er dakika steril saf su ile durulanmıştır. Daha sonra steril ortamda tohumlar meyvelerin içerisinde çıkartılmış (tohumlara herhangi bir sterilizasyon işlemi uygulanmamıştır) ve bir pens yardımıyla sıkılmak suretiyle çıkartılan olgunlaşmamış embriyolar 0.5 ve 1 mg/l thidiazuron (TDZ) ile 0.50 mg/l  $\alpha$ -naftalenasetik asit (NAA), %3 sukroz ve %0.7'lik agar (w/v, Duchefa, the Netherlands) ile katılaştırılan Murashige ve Skoog (MS, Murashige and Skoog 1962) besin ortamında kültüre alınmıştır.

In vitro da gelişen 3-4 cm uzunluğundaki sürgünlerden elde edilen yapraklar ise yalnız 0.5, 1 mg/l TDZ, 1 mg/l 6-benzilaminopurin (BAP) ile 0.5, 1 mg/l TDZ, 1mg/l BAP ve 0.5 mg/l NAA, %3 sukroz ve %0.7'lik agar ile katılaştırılan MS besin ortamı içeren 6 farklı ortam kombinasyonunda kültüre alınmıştır. Sürgün gelişimine kadar eksplantlar her ay aynı ortamlarda alt kültüre alınmıştır. Sürgün gelişiminden sonra %3 sukroz ve %0.7'lik agar ile katılaştırılan MS içeren besin ortamında büyümeye bırakılmıştır.

Her iki denemede de rejeneren olan sürgünler 3-5 cm uzunluğa ulaştığı zaman kesilerek büyümeyi düzenleyici içermeyen, 1 mg/l indol-3-bütirik asit (IBA) veya 1 mg/l NAA (naftelin asetik asit), %3 sukroz ve %0.7 agar içeren MS besin ortamında köklendirilmeye alınmıştır. Köklenen sürgünler içerisinde torf bulunan saksılara aktarılmış, üzerleri şeffaf plastik poşetlerle kapatılmış ve poşetler üzerinde küçük delikler açılmak suretiyle dış koşullara alıştırılmaya çalışılmış ancak başarılı olunamamıştır.

Tüm kültürler beyaz floresan ışığında 16 saat ışık ve 8 saatlik karanlık fotoperiyotta 24°C'de tutulmuştur. Kullanılan tüm besin ortamlarının pH'sı 1 N NaOH ya da 1 N HCl kullanılarak 5.6-5.8'e ayarlanmıştır. Sterilizasyon ve tüm doku kültürü işlemleri steril kabin içinde yürütülmüştür. Kapların, saf su ve ortamın sterilizasyonunda 1.2 atmosfer, 121°C ve 20 dakikaya ayarlı otoklav, petri kutuları ise 160°C'de 2 saat süre

ile etüv kullanılarak steril edilmiştir. Denemeler 4 tekerrürlü olarak Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre kurulmuş olup her bir deneme için her tekerrüre 5 adet olgunlaşmamış embriyo, 7 adet yaprak, veya 5 adet sürgün yerleştirilmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler bilgisayarda "SPSS for Windows 16.0" programı ile tesadüf parselleri deneme desenine göre analiz edilmiştir. Uygulama ortalamaları Duncan testi ile karşılaştırılmıştır. Yüzde değerleri istatistik analizi yapılmadan önce "arcsin transformasyon"una tabi tutulmuştur (Snedecor and Cochran 1967).

### Bulgular ve Tartışma

#### *Iris galatica*'da olgunlaşmamış embriyolardan adventif sürgün rejenerasyonu

*Iris galatica*'da adventif sürgün rejenerasyonu elde etmek amacıyla olgunlaşmış tohumların normal iriliğini aldığı ancak endospermin hala yumuşak olduğu dönemde, olgunlaşmamış embriyolar izole edilerek farklı oranlarda TDZ ve NAA içeren ortamlarda kültüre alınmıştır. Kültür başlangıcından 10-15 gün sonra eksplantlar üzerinde kallus oluşumu başlamış ve 5-6 hafta sonra da bu kalluslar üzerinde sürgün gelişimi gözlenmiştir (Şekil 1a).

*Iris galatica*'da farklı TDZ ve NAA oranlarının olgunlaşmamış embriyo eksplantından sürgün oluşturan eksplant yüzdesi ve eksplant başına sürgün sayısına etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre sürgün oluşturan eksplant yüzdesine farklı TDZ ve NAA dozlarının etkisi önemsiz bulunurken,

eksplant başına sürgün sayısına etkisi istatistiksel olarak 0.05'e göre önemli bulunmuştur. En fazla sürgün oluşturan eksplant oranı %100 ile 1 mg/l TDZ içeren ortamdan, en düşük ise %75 ile 1 mg/l TDZ ve 0.5 mg/l NAA içeren ortamdan elde edilmiş ancak diğer ortamlarla aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsiz olmuştur (Çizelge 1). Eksplant başına sürgün sayısında ise en yüksek değer 4.85 adet ile 0.5 mg/l TDZ ve 0.5 mg/l TDZ NAA içeren ortamlardan elde edilirken bunu 4.50 adet ile 0.5 mg/l TDZ, 3.48 adet ile 1 mg/l TDZ ve 0.5 mg/l NAA içeren ortamlar izlemiştir. En düşük değer ise 2.25 adet ile 1 mg/l TDZ içeren ortamdan elde edilmiştir.

#### *Iris galatica*'da yapraklardan adventif sürgün rejenerasyonu

*Iris galatica*'da adventif sürgün rejenerasyonu elde etmek amacıyla in vitro sürgünlerden gelişen yaprak eksplantları farklı oranlarda TDZ, NAA veya BAP içeren ortamlarda kültüre alınmıştır. Kültür başlangıcından 2-3 hafta sonra eksplantlar üzerinde kallus ve bu kalluslar üzerinde sürgün rejenerasyonu gözlenmiştir (Şekil 1b, c). Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre ortamların sürgün oluşturan eksplant oranına ve eksplant başına sürgün sayısına etkisi sırasıyla 0.01 ve 0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çizelge 2 incelendiğinde en fazla sürgün oluşturan eksplant oranı %57.14 ile 0.5 g/l TDZ ve 0.5 mg/l NAA içeren ortamdan elde edilirken bunu sırasıyla %50 ve %39.28 ile 0.5 mg/l TDZ, 1 mg/l TDZ ve 0.5 mg/l NAA ile 1 mg/l TDZ içeren ortamlar izlemiştir. En düşük sürgün oluşturan eksplant oranı %17.86

Çizelge 1. Farklı büyüme düzenleyici konsantrasyonlarının *Iris galatica*'da olgunlaşmamış embriyodan adventif sürgün rejenerasyonuna etkisi

Table 1. Effect of different concentrations of growth regulators on adventitious shoot regeneration from immature embryos of *Iris galatica*

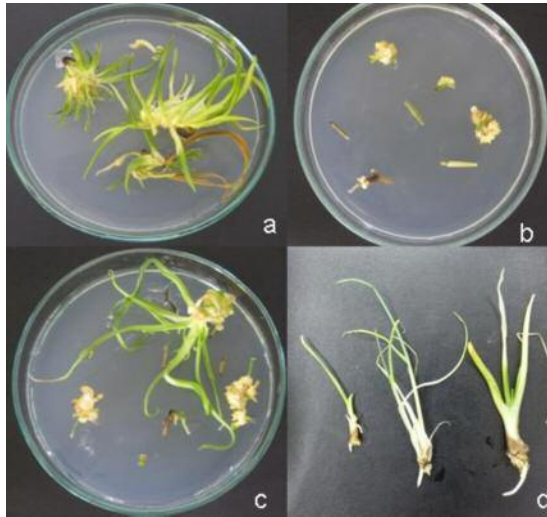
Büyüme Düzenleyicileri (mg/l)		Konular	
TDZ	NAA	Sürgün Oluşturan Eksplant Yüzdesi (%)	Eksplant Başına Sürgün Sayısı (Adet)
0.5	-	95 (83.359)	4.50 a <sup>1</sup>
1	-	100 (90.00)	2.25 b
0.5	0.5	95 (83.359)	4.85 a
1	0.5	75 (63.743)	3.48 ab
Varyans Analizi			
Hata Kareler Ortalaması		173.730	1.527
Hata Serbestlik Derecesi		12	12
Önemlilik		Öd (önemli değil)	*

\* 0.05 düzeyinde önemli, \* Significant at the 0.05 probability level.

<sup>1</sup> Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemlidir.

<sup>1</sup> Values with in column followed by different letters are significantly different at 0.05 probability level.

Parantez içleri transformasyon değerlerini göstermektedir. Data given in brackets showed transformation values



Şekil 1. *Iris galatica*'da adventif sürgün rejenerasyonu ve köklendirme: a) olgunlaşmamış embriyolardan sürgün gelişimi b, c) yapraklardan sürgün gelişimi d) kök gelişimi

Figure 1. Adventitious shoot regeneration and rooting of *Iris galatica*: a) shoot regeneration from immature embryos b, c) shoot regeneration from leaves d) rooting

ve %25 ile 1 mg/l BAP ile 1 mg/l BAP ve 0.5 mg/l NAA içeren ortamlardan elde edilmiştir.

Eksplant başına sürgün sayısına ait değerler incelendiğinde en yüksek değerler 2.86 ve 3.04 adet ile 0.5 mg/l TDZ ve 0.5 mg/l NAA ile 1 mg/l TDZ ve 0.5 mg/l NAA içeren ortamlardan elde edilmiştir. En düşük değer ise 1.36 adet ile 1 mg/l BAP ve 0.5 mg/l NAA içeren ortamdan elde edilmiştir.

Daha önce geofitlerde olgunlaşmamış

embriyo eksplantı kullanılarak yapılan *in vitro* çalışmalarda *Sternbergia fischeriana*'da eksplant başına 80 adet soğancık gelişimi (Mirici et al. 2005), *Muscari mirum*'da eksplant başına 9 adet soğancık gelişimi (Nasırcılar et al. 2011), *Muscari azureum*'da eksplant başına 13 adet soğancık gelişimi (Uranbey 2010), *Iris sari* ve *I. schachtii*'de 9.55 ve 11.34 adet (Uzun et al. 2014) sürgün gelişimi elde edilmiştir. Bu çalışmada ise, olgunlaşmış embriyolar kullanılarak sürgün gelişimi gerçekleştirilmiştir. Tek bir embriyodan 4.85 adet sürgün elde edilmiştir. Gerek daha önce yapılan çalışmalar gerekse bu çalışmadan elde edilen veriler geofitlerin olgunlaşmamış embriyolarının çok sayıda *in vitro* bitkicik üretimi için önemli bir potansiyel olduğunu ortaya koymaktadır.

Sürgün rejenerasyonu çalışmalarında bitki büyüme düzenleyicinin tipi ve konsantrasyonu büyük bir öneme sahiptir. Çalışılan tür, çeşit, hatta eksplant tipine uygun olmayan konsantrasyonlarda ortama ilave edilen büyüme düzenleyicileri organogenesis veya embriyogenesis yoluyla bitki rejenerasyonunu olumsuz yönde etkilemektedir. Nasırcılar et al. (2011) ve Mirici et al. (2005) *in vitro* bitki rejenerasyonunda eksplant ve büyüme düzenleyicilerin çok önemli bir yere sahip olduğunu bildirmektedir. Suzhen et al. (1999) *Iris xiphium* L var *hybridum*'da soğan segmentlerini kullanarak yaptıkları *in vitro* rejenerasyon çalışmasında en iyi rejenerasyon oranını 1 mg/l BA ve 0.2 mg/l NAA ile 2 mg/l BA ve 0.2 mg/l NAA içeren MS ortamlarından elde

Çizelge 2. Farklı büyüme düzenleyici konsantrasyonlarının *Iris galatica*'da yaprak eksplantında adventif sürgün rejenerasyonuna etkisi

Table 2. Effect of different concentrations of growth regulators on adventitious shoot regeneration from leaf explant of *Iris galatica*

Büyüme Düzenleyicileri (mg/l)			Konular	
TDZ	BAP	NAA	Sürgün Oluşturan Eksplant Yüzdesi (%)	Eksplant Başına Sürgün Sayısı (Adet)
0.5	-	-	50.00 (45.00) a <sup>1</sup>	1.90 ab <sup>1</sup>
1	-	-	39.28 (38.66) ab	1.50 b
0.5	-	0.5	57.14 (49.20) a	2.86 a
1	-	0.5	50.00 (45.00) a	3.04 a
-	1	-	17.86 (21.71) c	1.46 b
-	1	0.5	25.00 (29.41) bc	1.36 b
Varyans Analizi				
Hata Kareler Ortalaması			78.382	0.620
Hata Serbestlik Derecesi			18	18
Önemlilik			**	*

\* 0.05 düzeyinde önemli, \*\*0.01 düzeyinde önemli

\* Significant at the 0.05 probability level, \*\* Significant at the 0.01 probability level

<sup>1</sup>Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemlidir

<sup>1</sup>Values with in column followed by different letters are significantly different at 0.05 probability level

Parantez içleri transformasyon değerlerini göstermektedir. Data given in brackets showed transformation values

etmişlerdir. Boltchenkova and Zarembo (2005) *Iris sensata*, *I. setosa* ve *I. sanguinea*'nin çiçek organlarının *in vitro* rejenerasyon kapasitelerini incelemiştir. Eksplantlardan organogenesis veya kallus oluşumunun türlerine ve kullanılan hormon içeriğine göre değişim gösterebileceğini bildirmişlerdir. BAP ve NAA ile *I. ensata*'da, 2.4 D ve BAP ile *I. setosa* ve *I. sanguinea*'da direkt organogenesis ile bitki elde ederlerken, 2.4 D uygulaması ile kallus oluşumu elde etmişlerdir. *Iris* türlerinin çiçek organlarında adventif sürgün elde etmenin gelişme ortamında BAP varlığında olduğunu belirtmişlerdir. Jevremovic and Radojevic (2002)'de *Iris pumila*'da *in vitro* gelişen bitkilerin yaprak tabanlarından 2.4-D, Zeatin, BAP ve Kinetin içeren ortamlarda organogenesis veya embriyogenesis ile bitki rejenerasyonu elde etmişlerdir. Rejenerasyon sürecinde organogenesis veya embriyogenesis ile bitki rejenerasyonunun kullanılan sitokinin tipine bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da eksplant başına en fazla sürgün olgunlaşmamış embriyolardan 0.5 mg/l TDZ ve 0.5 mg/l NAA, yapraklardan ise 1 mg/l TDZ ve 0.5 mg/l NAA içeren ortamlardan elde edilmiştir. Benzer şekilde *Iris sari* ve *I. schachtii*'de en fazla sürgün rejenerasyonu TDZ ve NAA içeren ortamlardan elde edilmiştir (Uzun et al. 2014). Sitokinin benzeri etki gösteren TDZ'nin son yıllarda değişik bitki türlerinde adventif sürgün rejenerasyonu çalışmalarında başarılı bir şekilde kullanıldığı farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmektedir (Erişen et al. 2011; Uzun 2012; Uzun et al. 2014).

#### *Iris galatica*'da sürgünlerin köklendirilmesi

*Iris galatica*'da rejenere kalluslar üzerinde gelişen sürgünler 3-5 cm uzunluğa geldiği

zaman MSO, 1 mg/l IBA veya 1 mg/l NAA içeren ortamlarda köklendirilmeye alınmıştır. Köklenmeye alınan sürgünlerde ortalama 2 ay sonunda kök sistemi gelişmiş ve köklenme oranı, sürgün başına kök sayısı ve kök uzunluğu parametreleri kaydedilerek varyans analizine tabi tutulmuştur (Şekil 1d). Varyans analizi sonucunda ortamların köklenme oranına, sürgün başına kök sayısına etkisi istatistiksel olarak önemsiz çıkarken, kök uzunluğuna etkisi 0.01 düzeyinde önemli çıkmıştır. Kök uzunluğu üzerine ortamların etkisini belirlemek üzere yapılan Duncan analiz sonuçlarına göre en fazla kök uzunluğu 2.68 cm ile 1 mg/l IBA içeren ortamdan elde edilirken 2.33 cm ile 1 mg/l NAA içeren ortamla arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. En düşük kök uzunluğu ise 1.20 cm ile hormon içermeyen ortamdan elde edilmiştir. Köklenme oranı %30-50 arasında, eksplant başına kök sayısı ise 1.75-2.75 adet arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3).

*Iris* türlerinde daha önce yapılan çalışmalarda en iyi köklenme *Iris xiphium* L. var. *hybridum*'da 0.2 mg/l BA ve 0.5 mg/l NAA içeren ortamdan (Suzhen et al. 1999), *Iris lactea*'da ½ MS ve 0.5 mg/l IBA veya 0.5 mg/l IBA ve 0.5 mg/l NAA içeren ortamlardan (Meng ve ark. 2009), *Iris germanica*'da 0.3 mg/l NAA içeren ortamdan (Zhang et al. 2009), *Iris pumila*'da hormon içermeyen MS ortamından (Jevromovic et al. 2010), *Iris sari* ve *I. schachtii*'de ise 1mg/l IBA veya 1 mg/l IBA ve 0.2 mg/l NAA içeren ortamlardan elde edilmiştir. Farklı bitki türlerinin en iyi köklendiği büyüme düzenleyici de farklı olabilmektedir. Bu çalışmada da en iyi köklenme 1 mg/l IBA veya 1 mg/l NAA içeren ortamlardan elde edilmiştir.

Çizelge 3. Farklı büyüme düzenleyici konsantrasyonlarının *Iris galatica*'dan elde edilen adventif sürgünlerin köklenmesine etkisi

Table 3. Effect of different concentrations of growth regulators on rooting of adventitious shoot of *Iris galatica*

Büyüme Düzenleyicileri (mg/l)		Konular		
IBA	NAA	Kök oluşturan sürgün yüzdesi (%)	Sürgün başına kök sayısı (adet)	Kök uzunluğu (cm)
-	-	(32.90) 30	1.75	1.20 b <sup>1</sup>
1	-	(45.00) 50	2.50	2.68 a
-	1	(48.17) 55	2.75	2.33 a
Varyans Analizi				
Hata Kareler Ortalaması		77.012	0.278	0.174
Hata Serbestlik Derecesi		9	9	9
Önemlilik		Öd	Öd	**

\*\*0.01 düzeyinde önemli \*\* Significant at the 0.01 probability level

<sup>1</sup>Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemlidir

<sup>1</sup>Values with in column followed by different letters are significantly different at 0.05 probability level

Parantez içleri transformasyon değerlerini göstermektedir. Data given in brackets showed transformation values

## Sonuç

Ülkemiz tür zenginliği içerisinde *Iris* türleri önemli bir yere sahiptir. Geofitlerin çoğunda olduğu gibi *Iris* türlerinde de tohumların çimlenme oranlarının düşük olması, tohumdan çiçek açabilecek bir soğan boyutuna ulaşabilmesi için uzun yıllara gerek duymaları ve vejetatif olarak çoğaltım hızlarının düşük olması bu bitkiler için alternatif hızlı çoğaltım tekniklerinin geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. *Iris galatica*'da olgunlaşmamış embriyo ve in vitro gelişen fidelerden elde edilen yaprak eksplantlarının farklı oranlarda BAP, TDZ ve NAA içeren besin ortamlarında kültüre alındığı bu çalışmada sürgün oluşumu ve köklendirilmede başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Eksplant başına en fazla sürgün olgunlaşmamış embriyolardan 4.85 adet ile 0.5 mg/l TDZ ve 0.5 mg/l NAA, yapraklardan ise 3.04 adet ile 1 mg/l TDZ ve 0.5 mg/l NAA içeren ortamlardan elde edilmiştir. Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar gerek üzerinde çalışılan *Iris* türünün gerekse diğer geofitlerin çoğaltılmasında önemli katkılar sağlayacaktır. Elde edilen köklü sürgün sayısı az olduğu için dış koşullara alıştırmada başarılı olunamamıştır. Ancak, bu çalışmalardan elde edilen verilerin ışığında ileride yapılacak çalışmalarla doku kültürü ile elde edilen sürgünlerin dış koşullarda geliştirilmesi üzerine araştırmalara ağırlık verilmesi oldukça önemlidir.

## Teşekkür

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FBA-10-3206.

## Kaynaklar

- Akgündüz E., Karauz E.S., Özüdoğru E., Çekiç, A.O. ve Kalaycı K., 2012. Türkiye Biyolojik Çeşitliliğinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla İzlenmesi: Nuh'un Gemisi Biyolojik Çeşitlilik Veritabanı. Biyoçeşitlilik Sempozyumu, 22-23 Mayıs 2012 Ankara
- Al-Gabbiesh A., Hassaei D.S. and Afifi F.U., 2006. In vitro propagaion of endangered *Iris* species. Journal of Biological Sciences, 6(6): 1035-1040
- Ascough G.D., Erwin J.E. and Staden J.S., 2009. Micropropagation of iridaceae-a review. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 97:1-19
- Aslan S. ve Karataş A., 2012. *Iris tuberosa* var. *longifolia* (Iridaceae) üzerine sistematik notlar ve yeni bir yayılış alanı. In: Proceedings of the 21<sup>st</sup> Ulusal Biyoloji Kongresi, September, 2012; İzmir, Turkey

- Aşur F., 2006. Van ve yakın çevresindeki rizomlu irislerin (*Iris* spp.) peyzaj mimarlığı bitkilendirme çalışmalarında kullanım olanaklarının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, 100. Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Van
- Boltenkov E.V., Mironova N. and Zarembo, E.V., 2007. Effect of phytohormones on plant regeneration in callus culture of *Iris ensata* Thunb. Biology Bulletin, 34(5): 446-450
- Boltenkov E.V. and Zarembo V., 2005. In vitro regeneration and callogenesis in tissue culture of floral organs of the genus *Iris* (Iridaceae). Biology Bulletin, 32(2): 174-179
- Eker İ., Vural M. ve Aslan S., 2015. Ankara ilinin damarlı bitki çeşitliliği ve korumada öncelikli taksonları. Bağbahçe Bilim Dergisi, 2(3): 57-114
- Erişen S., Atalay E. and Yorgancılar M., 2011. The effect of thidiazuron on the in vitro shoot development of Endemic *Astragalus cariensis* in Turkey, Turkish Journal of Botany, 35:521-526
- Ertürk O., Gezici S., Karaduman A., Karagöz I.D., Erdoğan N., Özasan M., Kılıç İ.H. ve Selvi B. 2014. Kaba navruz (*Iris galatica*) bitkisinin antioksidan ve DNA koruyucu aktivitesinin araştırılması. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi, 23-27 Haziran 2014, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye.
- Fidalgo F., Santos A., Oliveira N., Santos I. and Salema R., 2005. Induction of somatic embryogenesis in *Iris hollandica* Hort. cv. "Bronze Queen". Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 80: 135-138
- Jevremovic S. and Radojevic L., 2002. Plant regeneration from suspension cultures of *Iris pumila* L. Proc. XX EUCARPIA symp. On New Ornamental II, Eds. J. Huylenbroeck et al. ISHS Acta Horticulturæ 572
- Jevremovic S., Calic D., Subotic A., Trifunovic M., Petric M. and Bohanec B., 2010. Ploidy variation and flowering of dwarf *Iris* derived from tissue culture. ISHS Acta Horticulturæ 855: XXIII International EUCARPIA Symposium, Section Ornamentals, Colourful Breeding and Genetics-Part II
- Keresa S., Mihovilovic A., Curkovic-Perica M., Mitic B., Baric M., Vrsek I. and Marchetti S., 2009. In vitro regeneration of the Croatian endemic species *Iris adriatica* Trinajstic ex Mitic. Acta Biologia Cracoviensia Series Botanica, 51(2):7-12

- Meng L., Xiao K., Zhao M.L. and Zhang G.F., 2009. Technological system of tissue culture and rapid propagation of *Iris lactea* Pall. var. *chinensis* (Fisch.) Koidz. Bulletin of Botanical Research, 29(2): 193-197
- Mirici S., Parmaksiz I., Ozcan S., Sancak C., Uranbey S., Sarihan E.O., Gümüşcü A., Gurbuz B. and Arslan N., 2005. Efficient in vitro bulblet regeneration from immature embryos of endangered *Sternbergia fischeriana*. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 80: 239-246
- Murashige T. and Skoog F., 1962. A revised for rapid growth and bioassays with tobacco cultures. Physiologia Plant, 15, 473-497
- Nasırcılar A., Mirici S., Karagüzel Ö., Eren Ö. and Baktır I., 2011. In vitro propagation of endemic and endangered *Muscari mirum* from different explant types, Turkish Journal of Botany, 35: 37-43
- Özhatay N., 2013. Türkiye'nin süs bitkileri potansiyeli: Doğal monokotil geofitler. V. Süs Bitkileri Kongresi, Cilt-I 06-09 Mayıs 2013, Yalova.
- Randolph L.F., 1945. Embryo culture of *Iris* seed. Bull Am Soc., 98:33-45
- Shibli R. and Ajlouni M.M., 2000. Somatic embryogenesis in the endemic black *Iris*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 61: 15-21
- Shimizu K., Nagaike H., Yabuya T. and Adachi T., 1997. Plant regeneration from suspension culture of *Iris germanica*. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 50: 27-31
- Snedecor G.W. and Cochran W.G., 1967. Statistical Methods. The Iowa State Univ Press, Iowa USA
- Suzhen H., Mingyun X., Haiying T., Yulin H., Yin G. and Li J., 1999. The tissue culture of *Iris xiphium* L. var. *hybridum*. Journal of Plant Resources and Environment, 8(3): 48-52
- Tubives, 2015. [http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax\\_id=9366](http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax_id=9366), erişim tarihi, 05.01.2015.
- Uranbey S., 2010. In vitro bulblet regeneration from immature embryos of *Muscari azureum*. African Journal of Biotechnology, 9(32): 5121-5125
- Uzun S., 2012. Korunganın (*Onobrychis viciifolia* Scop.) hipokotil ve kotiledon eksplantlarından adventif sürgün rejenerasyonu. Türk Doğa ve Fen Dergisi, 1(2): 126-130
- Uzun S., İlbaş A.İ., İpek A., Arslan N. and Barpete S., 2014. Efficient in vitro plant regeneration from immature embryos of endemic *Iris sari* and *Iris schachtii*. Turkish Journal of Agriculture & Forestry, 38: 348-353
- Yabuya T., Ikeda Y. and Adachi T., 1991. In vitro propagation of Japanese garden *Iris. Iris ensata* Thunb. Euphytica, 57:77-81
- Wang Y., Jeknic Z., Ernst R.C. and Chen T.H.H., 1999a. Efficient plant regeneration from suspension-cultured cells of tall bearded *Iris*. HortScience, 34(4): 730-735
- Wang Y., Jeknic Z., Ernst R.C. and Chen, T.H.H., 1999b. Improved plant regeneration from suspension-cultured cells of *Iris germanica* L. "Skating party". HortScience, 34(7): 1271-1999
- Zhang Y. and Yang J., 2009. Tissue culture and rapid propagation of *Iris germanica* cv. Lovely Again. Journal of Hebei Agricultural Science, 05



## Isparta Ekolojik Koşullarında Bazı Yonca (*Medicago sativa* L.) Çeşitlerinin Ot Verim ve Kalitelerinin Belirlenmesi

Murat YILMAZ<sup>1</sup>

\*Sebahattin ALBAYRAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Uşak Üniversitesi, Sivaslı Meslek Yüksekokulu, Uşak

<sup>2</sup>Ondokuzmayıs Üniversitesi, Bafra Meslek Yüksekokulu, Samsun

\* Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): sebahattinalbayrak@omu.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 08.03.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 17.04.2016

### Öz

Bu araştırma, Isparta koşullarında yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin ot verimi ile tarımsal karakterlerini belirlemek amacıyla 2010-2012 yıllarında yürütülmüştür. Denemede Bilensoy, Verko, Gea, Prosementi ve Aday çeşit olmak üzere 5 adet yonca çeşidinin verim ve kalite özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda; En yüksek kuru ot ve ham protein verimleri Bilensoy ve Aday çeşitte (sırasıyla, 2355-2368 kg/da, 381.24-410.00 kg/da arasında) bulunmuştur. Yonca çeşitlerinde en yüksek ham protein oranı %17.37 ile Aday çeşitte belirlenmiştir. Araştırmada en düşük ADF ve NDF oranları ise Bilensoy (sırasıyla, %34.50 ve %42.20) çeşidinde tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre yüksek kuru ot ve ham protein verimi bakımından Bilensoy ve Aday çeşit Isparta ve benzeri ekolojik koşullara tavsiye edilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Yonca, ham protein, kuru ot verimi, ADF, NDF

## Determination of Forage Yield and Quality of Some Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Cultivars under Isparta Ecological Conditions

### Abstract

This research was carried out to determine forage yield and agricultural characters of different alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars under Isparta conditions in 2010-2012. In present study, 5 different alfalfa varieties including Bilensoy, Verko, Gea, Prosementi and candidate were used. End of the present research; The highest hay and crude protein yields were obtained from Bilensoy and candidate (2355-2368 kg/da, 381.24-410.00 kg/da, respectively). In alfalfa cultivars, the highest crude protein ratio was determined in candidate (17.37%). The least ADF and NDF contents were obtained from Bilensoy (34.50% and 42.20%, respectively). Bilensoy and candidate varieties can be recommended in similar ecologies because of their high forage and crude protein yields.

**Keywords:** Alfalfa, crude protein, hay yield, ADF, NDF

### Giriş

Yonca (*Medicago sativa* L.) oldukça geniş bir adaptasyon kabiliyetine sahip olan Dünyanın en önemli yem bitkilerinin başında gelmektedir. Yonca Türkiye’de de yaklaşık 660 bin hektar alanda ekimi yapılmakta olup, ekonomik değeri oldukça yüksek olan kaliteli bir hayvan yemidir (Anonim 2015). Yonca birçok kaynaktan diğer yem bitkilerinden ayrı bir yere konarak “Yem bitkilerinin kraliçesi” olarak isimlendirilmektedir (Elçi 2005). Bunun başlıca sebebi yoncanın, geniş adaptasyon kabiliyetine sahip olması, toprağa azot bağlaması, birim

alandan kaldırdığı protein miktarının fazla olmasıdır. Buna ilave olarak yonca otu mineral madde ve vitaminler bakımından da çok zengin bir besin kaynağıdır (Manga ve ark. 1995). Yoncada kuru ot verimleri Karadeniz koşullarında 766-1456 kg/da (Töngel ve Ayan 2010), Doğu Anadolu’da 1023-1899 kg/da (Şengül ve Tahtacıoğlu 1996), Güney Doğu Anadolu’da 1594-2219 (Gülcan ve Anlarsal 1992), Orta Anadolu’da 873-1205 kg/da (Altınok ve Karakaya 2002), Akdeniz koşullarında 1467-1806 kg/da (Avcı ve ark. 2010), Ege

koşullarında ise 1102-1266 kg/da (Cevheri ve Avcioğlu 1998) arasında değim gösterdiği farklı araştırıcılar tarafından bildirilmektedir. Bu çalışmada ülkemizde ticari olarak ekimi yapılan Bilensoy, Gea, Verko, Prosementi eşitleri ile çeşit adayı yoncanın Isparta ekolojik şartlarına uyum ve verimlerinin belirlenmesi amacıyla planlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, 2010-2012 yılları arasında Süleyman Demirel Üniversitesi Araştırma ve Uygulama iftliği arazisinde yer alan araştırma parsellerinde yürütülmüştür. Deneme alanı toprağının tınlı, hafif alkali, elverişli fosfor ve potasyum yönünden zengin, organik madde bakımından ise fakir olduğu görülmektedir.

Denemenin yürütüldüğü 2010, 2011 ve 2012 yılları toplam yağış miktarı 583 mm, 512 mm ve 681 mm olurken uzun yılların toplam yağış miktarı ise 563 mm olmuştur. Aynı yıllara ait sıcaklık ortalamaları ise 12.1-12.3 C arasında belirlenmiştir.

Araştırma materyallerini oluşturan Aday eşit, Bilensoy, Gea, Verko ve Prosementi isimli yonca (*Medicago sativa* L.) eşitleri Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'nden temin edilmiştir. Aday eşit, Prof. Dr. şahabettin Elçi hocamızın Kahramanmaraş koşullarında yetiştirmiş olduğu Elçi yoncası içerisinden seçerek yeni bir çeşit adayı olarak sunmuş olduğu çeşit adaydır.

Deneme, Isparta koşullarında, 13 Mart 2010 tarihinde tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Araştırmada sıra arası 20 cm olup her parsel 8

sıradan oluşmuş ve parsel sıra uzunluğu 5 m olarak alınmıştır. Buna göre parsel alanı her bir çeşit için 8 m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Dekara kullanılan tohum miktarı ise 2 kg'dır.

Araştırmada, kuru ot verimi (kg/da), ham protein oranı (%), ham protein verimi (kg/da), asit çözücülerde çözünmeyen lif (ADF) ve nötr çözücülerde çözünmeyen lif (NDF) değerleri belirlenmiştir.

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuş olup, birleştirilmiş analizde Bölünen bölünm parsel deneme deseni kullanılmıştır (Albayrak ve Türk 2013). Yıllar ana parselde, biçimler alt ve çeşitler alt-alt parselde yer almıştır. Denemeye ait veriler SAS (1998) bilgisayar programından yararlanılarak değerlendirilmiştir. İstatistiki analiz sonucunda önemli farklılık ortaya çıktığında, ortalamaların karşılaştırılması için %5 önemlilik düzeyinde Asgari Önemli Fark (LSD) testi uygulanmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Araştırmada incelenmiş olan kuru ot verimi, ham protein oranı ve verimi ile ADF ve NDF içeriklerine ait yıl birleştirmesi yapılarak hazırlanmış olan varyans analiz sonuçları izelge 1'de verilmiştir.

#### Kuru ot verimi

Kuru ot verimi üzerine, yıllar, biçimler, çeşitler ve yıl x biçim interaksiyonunun etkileri çok önemli bulunmuştur (izelge 1).

Araştırmanın birinci yılında en yüksek verim 2. Biçim (642.63 kg/da) ve 4. Biçimlerde (576.62 kg/da) elde edilirken, 1. (328.05 kg/da) ve 5. (327.13 kg/da) biçimlerde en düşük kuru ot verimleri elde edilmiştir (izelge 2).

Çizelge 1. Varyans analiz sonuçları ve incelenen özelliklerin kareler ortalaması değerleri

Table 1. Results of variance analysis and mean square of parameters

	SD	Kuru ot verimi	HPO	HPV	ADF	NDF
Yıl (Y)	1	230460**	11.03**	88.27**	599**	10.62
Blok	3	5177	0.34	135	6.05	1.70
Hata 1	3	2403	0.08	21	4.62	18.88
Biçim (B)	4	377075**	71.58**	8466**	433**	511**
Y x B	4	168810**	49.97**	4170**	188**	163**
Hata 2	24	2321	1.97	67	5.09	4.73
eşit ()	4	64305**	12.79**	3159**	28.19**	43.33**
Y x 	4	1486	0.45	91	10.01**	3.49
B x 	16	6228	0.83	204	7.13**	9.53**
Y x B x 	16	4967	0.95	194	7.76**	6.76**
Hata 3	120	2823	1.02	132	2.14	2.72
VK (%)		12.30	6.18	16.39	4.40	3.77

Her bir satır ve sutunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

There are no significant differences between the groups with the same letters and columns at the 0.05 probability levels.

HPO: Ham protein oranı; HPV: Ham protein verimi; ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lif; NDF: Nötr çözücülerde çözünmeyen lif

HPO: Crude protein content, HPV: Crude protein yield; ADF: Acid detergent fiber, NDF: Neutral detergent fiber

Birinci yılda, yonca hortumlu böceğinin yoğun zararından dolayı 1. Biçim erken yapılmıştır. Bu durum kuru ot veriminin 1. Biçimde düşük olmasının nedeni olarak görülmüştür. Aynı yıl en yüksek kuru ot verimleri dekara 2567 ve 2556 kg ile Aday ve Bilensoy çeşitlerinde tespit edilmiştir. Araştırmanın ikinci yılında ise, en yüksek kuru ot verimleri 1. Biçim (474.59 kg/da), 2. Biçim (461.15 kg/da) ve 4. Biçim (429.38 kg/da)'lerde belirlenirken, 5. Biçim (280.98 kg/da) en düşük kuru ot veriminin belirlendiği biçim olmuştur. Çeşit ortalamalarında ise Bilensoy, Aday ve Verko çeşitleri (sırasıyla, 2155, 2169 ve 2018 kg/da) diğer çeşitlerden daha yüksek kuru ot verimi vermişlerdir. Yoncada kuru ot verimleri Karadeniz koşullarında 766-1456 kg/da (Töngel ve Ayan 2010), Doğu Anadolu'da 1023-1899 kg/da (Şengül ve Tahtacıoğlu 1996), Güney Doğu Anadolu'da 1594-2219 (Gülcan ve Anlarsal 1992), Orta Anadolu'da 873-1205 kg/da (Altınok ve Karakaya 2002), Akdeniz koşullarında 1467-1806 kg/da (Avcı ve ark. 2010), Ege koşullarında ise 1102-1266 kg/da (Cevheri ve Avcıoğlu 1998) arasında değişim gösterdiği farklı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir. Araştırma sonuçlarındaki bu farklılıklar, söz konusu denemelerin kışlık ve yazlık ekilmelerinden, denemelerde kullanılan çeşit farklılıklarından ve denemelerin yürütüldüğü ekolojik koşullardan, özellikle de vejetasyon süresince düşen toplam yağış ve sıcaklık farklılıkları ile sulama durumundan kaynaklandığı söylenebilir.

#### **Ham protein oranı**

Ham protein oranı üzerine, yıllar, biçimler, çeşitler ve yıl x biçim interaksyonunun etkileri çok önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Araştırmanın her iki yılında da en yüksek ham protein oranı 5. Biçimlerden elde edilmiştir (sırasıyla, %19.05 ve %18.34). Çeşitlerin ortalaması incelendiğinde ise Aday çeşit her iki yılda da ham protein ortalaması en yüksek çeşit olarak tespit edilmiştir (sırasıyla, %17.53 ve %17.20) (Çizelge 3).

Yoncada ham protein oranı üzerinde yapılan çalışmalarda; Altınok ve Karakaya (2002) %18.6-20.6, Tessama and Baars (2006) %23.6, Başbağ ve ark. (2009) %17.3-23.2, Töngel ve Ayan (2010) %20.62-21.99 arasında değiştiğini bildirmektedirler. Araştırmamızda elde edilen ham protein oranındaki farklılıklar, çeşit, lokasyon ve uygulamalardaki

değişimlerden kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.

#### **Ham protein verimi**

Ham protein verimi üzerine, yıllar, biçimler, çeşitler ve yıl x biçim interaksyonunun etkileri çok önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

Araştırmanın birinci yılında en yüksek ham protein verimi Biçim (113.32 kg/da)'de elde edilmiştir. Aynı yıl en yüksek ham protein verimleri dekara 449.73 ve 423.89 kg ile Aday ve Bilensoy çeşitlerinde tespit edilmiştir.

Araştırmanın ikinci yılında ise, en yüksek ham protein verimi 4. Biçim (73.96 kg/da)'de belirlenirken, 3. Biçim (55.56 kg/da) ve 5. Biçim (51.60 kg/da) en düşük ham protein veriminin belirlendiği biçimler olmuştur. Çeşit ortalamalarında ise Aday ve Bilensoy çeşitleri (sırasıyla, 370.27 ve 338.58 kg/da) diğer çeşitlerden daha yüksek ham protein verimi vermişlerdir.

Ham protein veriminin belirlenmesinde bitkilerin ham protein oranları ve kuru ot verimi değerleri birlikte değerlendirildiğinden ortaya çıkan farklılıklar özellikle bu iki verim ögesinin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Nitekim kuru ot verimi yüksek bulunan Aday çeşit ve Bilensoy çeşitleri yüksek ham protein verimine sahip olmalarının nedeni olarak açıklanabilir.

#### **ADF oranı**

ADF oranı üzerine, yıllar, biçimler, çeşitler, yıl x biçim, yıl x çeşit, biçim x çeşit ve yıl x biçim x çeşit interaksyonlarının etkileri çok önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

Araştırmanın her iki yılında da en düşük ADF oranı 5. Biçimlerden elde edilmiştir (sırasıyla, %26.34 ve %30.46). Çeşitlerin ortalaması incelendiğinde ise, birinci yıl Gea çeşidi en düşük ADF oranına sahip olurken (%30.26), ikinci yılda ise çeşitlerin ADF oranları arasında istatistiki olarak farklılıklar bulunmamıştır.

Yoncada ADF oranını belirlemek için yapılan çalışmalarda; Kamalak ve ark. (2005) %27.36, Tessama and Baars (2006) %36.2, Başbağ ve ark. (2009) %16.8-33.33, arasında değiştiğini bildirmektedirler. Yoncada bildirilen ADF oranları arasındaki farklılıklar, denemelerde kullanılan çeşit farklılıklarından ve denemelerin yürütüldüğü ekolojik koşullardan kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 2. Farklı biçimlerde yonca çeşitlerine ait kuru ot verimi ortalamaları (kg/da)

Table 2. Hay yield means of alfalfa cultivars at different cutting (kg/da)

Çeşitler	1.biçim	2. biçim	3.biçim	4.biçim	5.biçim	Toplam
2011						
Bilensoy	434.12 a	733.67	488.20	565.86 b	333.67 b	2556 a
Aday	315.08 bc	695.16	452.00	673.19 a	431.46 a	2567 a
Verko	369.09 ab	629.89	479.26	519.44 b	288.15 c	2286 b
Gea	250.85 c	572.37	436.84	596.24 ab	291.90 bc	2148 b
Prosementi	271.11 c	582.07	424.85	528.38 b	290.48 bc	2097 b
Ortalama	328.05 c	642.63 a	456.23 b	576.62 ab	327.13 c	2331 A
VK (%)	16.67	14.42	10.36	9.19	8.97	6.27
2012						
Bilensoy	524.35	500.93 ab	377.30	441.01 ab	311.14	2155 a
Aday	470.16	508.30 a	382.98	501.89 a	306.04	2169 a
Verko	492.33	427.21 bc	349.05	448.33 ab	301.15	2018 ab
Gea	455.92	462.72 ac	322.54	365.24 c	253.13	1860 bc
Prosementi	430.22	406.58 c	293.67	390.44 bc	233.43	1754 c
Ortalama	474.59 a	461.15 a	345.11 b	429.38 ab	280.98 c	1991 B
VK (%)	9.93	10.87	13.51	10.80	14.64	7.67

Çizelge 3. Farklı biçimlerde yonca çeşitlerine ait ham protein oranı ortalamaları (%)

Table 3. Crude protein rate means of alfalfa cultivars at different cutting (%)

Çeşitler	1.biçim	2. biçim	3.biçim	4.biçim	5.biçim	Ortalama
2011						
Bilensoy	16.34	18.37	14.94	14.73 b	18.46 c	16.57 b
Aday	18.06	18.05	15.60	16.63 a	19.35 ab	17.53 a
Verko	15.64	16.96	15.20	14.00 bc	19.53 a	16.27 b
Gea	16.45	17.28	14.95	14.16 bc	19.21 ab	16.41 b
Prosementi	16.78	17.20	15.06	13.41 c	18.69 bc	16.23 b
Ortalama	16.65bc	17.57 b	15.15 c	14.59 c	19.05 a	16.60 A
VK (%)	7.04	14.58	4.12	3.66	2.47	3.06
2012						
Bilensoy	13.98 b	14.63 b	15.92 b	17.04	18.18	15.95 b
Aday	15.63 a	16.27 a	17.19 a	17.90	18.99	17.20 a
Verko	13.90 b	14.46 b	15.53 b	17.19	18.29	15.87 b
Gea	13.72 b	14.48 b	15.55 b	16.53	17.95	15.65 b
Prosementi	13.60 b	14.78 b	16.21 ab	17.10	18.27	15.99 b
Ortalama	14.17 d	14.92 d	16.08 c	17.15 b	18.34 a	16.13 B
VK (%)	2.38	2.77	4.13	3.67	2.92	2.01

Çizelge 4. Farklı biçimlerde yonca çeşitlerine ait ham protein verimi ortalamaları (kg/da)

Table 4. Crude protein yield means of alfalfa cultivars at different cutting (kg/da)

Çeşitler	1.biçim	2. biçim	3.biçim	4.biçim	5.biçim	toplam
2011						
Bilensoy	70.91 a	134.69	73.57	83.34 b	61.39 a	423.89 a
Aday	56.86 b	126.98	70.50	112.06 a	83.35 a	449.73 a
Verko	57.46 ab	107.77	72.76	72.43 b	56.26 b	366.67 b
Gea	40.83 c	98.80	65.39	84.45 b	56.15 b	345.61 b
Prosementi	45.51 bc	98.38	63.89	70.98 b	54.31 b	333.07 b
Ortalama	54.31 c	113.32 a	69.22 c	84.65 b	62.29 c	383.79 A
VK (%)	16.09	23.72	12.16	10.39	9.24	8.33
2012						
Bilensoy	73.29 a	73.31 ab	60.17 ab	75.20 ac	56.62 ab	338.58 ab
Aday	73.48 a	82.61 a	65.83 a	90.21 a	58.15 a	370.27 a
Verko	68.44 ab	61.75 bc	53.94 ac	77.09 ab	55.06 ab	316.28 bc
Gea	62.67 ab	67.04 bc	50.27 bc	60.43 c	45.50 bc	285.90 cd
Prosementi	58.47 b	60.13 c	47.61 c	66.87bc	42.69 c	275.77 d
Ortalama	67.27 b	68.96 b	55.56 c	73.96 a	51.60 c	317.36 B
VK (%)	10.87	11.28	14.32	13.38	15.53	8.27

Her bir satır ve sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

There are no significant differences between the groups with the same letters and columns at the 0.05 probability levels.

Çizelge 5. Farklı biçimlerde yonca çeşitlerine ait ADF oranı ortalamaları (%)

Table 5. ADF rate means of alfalfa cultivars at different cutting (%)

Çeşitler	1.biçim	2. biçim	3.biçim	4.biçim	5.biçim	ortalama
2011						
Bilensoy	25.40 b	32.89 c	38.78 ab	28.80 b	25.72 bc	30.32 c
Aday	29.11 a	35.40 b	37.14 bc	29.47 b	28.11 a	31.84 b
Verko	29.65 a	39.31 a	39.98 a	32.23 a	26.02 ac	33.44 a
Gea	29.80 a	32.63 c	36.19 c	28.21 b	24.47 c	30.26 c
Prosementi	29.18 a	31.04 c	38.47 ab	33.06 a	27.39 ab	31.83 b
Ortalama	28.63 c	34.26 b	38.11 a	30.35 c	26.34 d	31.54 B
VK (%)	3.90	3.97	3.64	3.88	5.18	0.81
2012						
Bilensoy	38.26	35.97 b	35.04 c	33.45	60.64	34.67
Aday	38.43	36.05 b	35.36 bc	33.49	30.30	34.72
Verko	39.28	38.01 a	35.88 ab	34.06	31.43	35.73
Gea	37.61	37.05 ab	36.14 a	33.61	30.11	34.90
Prosementi	38.09	36.84 ab	35.84 ab	34.27	29.81	34.97
Ortalama	38.33 a	36.78 b	35.65 b	33.78 c	30.46 d	34.99 A
VK (%)	2.48	2.23	1.34	2.68	10.66	2.21

Çizelge 6. Farklı biçimlerde yonca çeşitlerine NDF oranı ortalamaları (%)

Table 6. NDF rate means of alfalfa cultivars at different cutting (%)

Çeşitler	1.biçim	2. biçim	3.biçim	4.biçim	5.biçim	ortalama
2011						
Bilensoy	37.76 b	45.38 b	48.14	41.92	38.17 b	42.27 c
Aday	43.12 a	47.61 b	47.89	42.30	41.42 a	44.46 ab
Verko	42.28 a	50.71 a	50.73	43.94	37.26 b	44.98 a
Gea	42.85 a	45.96 b	47.32	44.69	37.58 b	43.68 b
Prosementi	42.58 a	45.65 b	49.34	45.76	38.28 b	44.32 ab
Ortalama	41.72 b	47.06 a	48.68a	43.72 b	38.54 c	43.94
VK (%)	4.89	3.79	3.71	4.61	4.75	1.61
2012						
Bilensoy	46.38 c	44.50 c	42.65 c	39.12 b	38.03	42.13 b
Aday	48.61 b	46.97 ab	45.78 ab	42.71 a	39.92	44.80 a
Verko	50.86 a	48.31 a	46.45 a	39.52 b	37.24	44.48 a
Gea	46.96 bc	44.79 bc	44.66 b	39.29 b	37.89	42.91 b
Prosementi	46.65 bc	45.95 bc	45.07 ab	39.74 b	38.11	43.10 b
Ortalama	47.89 a	46.30 ab	44.92 b	40.07 c	38.23 c	43.48
VK (%)	2.77	2.73	2.37	3.97	3.83	1.94

Her bir satır ve sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

There are no significant differences between the groups with the same letters and columns at the 0.05 probability levels.

### NDF oranı

NDF oranı üzerine, biçimler, çeşitler, yıl x biçim, biçim x çeşit ve yıl x biçim x çeşit etkilerinin etkileri çok önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

Araştırmanın birinci yılında en düşük NDF oranı 5. Biçim (%38.54)'de elde edilmiştir. Aynı yıl en düşük NDF oranları ise %42.27 ile Bilensoy çeşidinde tespit edilmiştir. Araştırmanın ikinci yılında ise, en düşük NDF oranları 5. Biçim (%38.23) ve 4. Biçim (%40.07)'lerde belirlenmiştir.

Çeşit ortalamalarında ise Bilensoy, Gea ve

Prosementi çeşitleri (sırasıyla, %42.13, %42.91 ve %43.10) diğer çeşitlerden daha düşük NDF oranına sahip olmuşlardır.

Yoncada NDF oranını belirlemek için yapılan çalışmalarda; Kamalak ve ark. (2005) %42.40, Tessama and Baars (2006) %51.5, Başbağ ve ark. (2009) %24.5-35.2, Avcı ve ark. (2010) %47.5-50.4 arasında değiştiğini bildirmektedirler. Yoncada bildirilen NDF oranları arasındaki farklılıklar, denemelerde kullanılan çeşit farklılıklarından ve denemelerin yürütüldüğü ekolojik koşullardan kaynaklandığı söylenebilir.

## Sonuç

Isparta ekolojik koşullarında farklı kaynaklardan temin edilen Bilensoy, Prosementi, Gea, Verko ve Aday çeşit isimli yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin ot verimi ile tarımsal karakterleri incelenerek bölgeye en uygun yonca çeşitlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada; En yüksek kuru ot ve ham protein verimleri Bilensoy ve Aday çeşitte bulunmuştur. Yonca çeşitlerinde en yüksek ham protein oranı Aday çeşitte belirlenmiştir. Araştırmada en düşük ADF oranı Bilensoy çeşidinde, en düşük NDF oranı ise Bilensoy, Gea ve Prosementi çeşitlerinde tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre yüksek kuru ot ve ham protein verimi bakımından Bilensoy ve Aday çeşit Isparta ve benzeri ekolojik koşullara tavsiye edilebilir.

## Teşekkür

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalında yürütülen yüksek lisans çalışmasının bir bölümünü içermektedir. 2347-YL-10 proje numarası ile yürütülen bu çalışmayı destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine de teşekkürlerimizi sunarız.

## Kaynaklar

- Albayrak S. and Türk M., 2013. Changes in the forage yield and quality of legume-grass mixtures throughout the vegetation period. *Turk J. Agriculture and Forestry*. 17(2): 139-147
- Altınok S. ve Karakaya, A., 2002. Forage Yield of Different Alfalfa Cultivars Under Ankara Conditions. *Turk.J. of Agric*. 26. Vol. P. 11-16
- Anonim, 2015. TÜİK raporları. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)
- Avcı M., Çınar S., Yücel C. ve İnal İ., 2010. Evaluation of Some Selected Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Lines for Herbage Yield and Forage Quality. *Çukurova Agricultural Research Institute, Adana, Turkey*. Vol.8 (3&4) :545-549
- Başbağ M., Demirci R. ve Avcı M., 2009. Determination of Some Agronomical and Quality Properties of Wild Alfalfa (*Medicago*

- sativa* L.) Clones in Turkey. Department of Field Crops, Agricultural Research Institute of Çukurova/Adana, Turkey, Vol.7 (2) : 357-359
- Cevheri A.C. ve Avcıoğlu R., 1998. Bornova Koşullarında Farklı Yonca Çeşidinin Verim ve Diğer Bazı Verim Özellikleri Üzerinde Araştırmalar, Ege Üniv. Fen Bil. Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bornova-İzmir, 34 s. (Basılmamış)
- Elçi Ş., 2005. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. ISBN 975-407-189-6. Mart Matbaası- İstanbul. Ankara
- Gülcan H. ve Anlarsal A. E., 1992. GAP Bölgesinde Sulu Koşullarında Yetiştirilecek Yonca Çeşitlerinin Saptanması Üzerinde Araştırmalar, Ç.Ü.Z.F. Genel Yay. No:32, GAP Yay. No: 61, Adana
- Kamalak A., 2005. Bazı Kaba Yemlerin Gaz Üretim Parametreleri ve Metabolik Enerji İçerikleri Bakımından Karşılaştırılması, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(2):20-30
- Manga İ., Acar, Z. ve Ayan İ., 1995. Baklagil Yembitkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders notu no: 7
- SAS Institute, 1998. INC SAS/STAT users' guide release 7.0, Cary, NC, USA
- Şengül S. ve Tahtacıoğlu L., 1996. Şark Yoncasında (*Medicago sativa* L.) Ot ve Ham Protein Veriminin Belirlenmesi, Atatürk Ü. Z. F. Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi, 17-19 Haziran s. 615-620, Erzurum
- Tessama Z. and Baars R.M.T., 2006. Chemical Composition, Dry Matter Production and Yield Dynamics of Tropical Grasses Mixed with Perennial Forage Legumes. Department of Animal Sciences, Alemaya University, Dire Dawa, Ethiopia. Larenstein University for Professional Education, Deventer, The Netherlands, 40: 150 -156
- Töngel M.Ö. ve Ayan İ., 2010. Nutritional Contents and Yield Performances of Lucerne (*Medicago sativa* L.) Cultivars in Southern Black Sea Shores. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(15):2067-2073

## Rangeland Condition, Health and Biodiversity Assessments for Two Rangeland Vegetations in the Central Anatolia Region

\*Sabahaddin ÜNAL      Ali MERMER      Hakan YILDIZ      Ziya MUTLU

\*Central Research Institute for Field Crops, Ankara, Türkiye

\*Corresponding author e-mail (Sorumlu yazar e-posta): sabahaddin2015@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 11.03.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 01.04.2016

### Abstract

Improvement and management of rangelands are highly important to sustain and maintain for nowadays and next generations. The first step in vegetation studies is to determine its current vegetation status. For this reason vegetation surveys were performed on the rangelands of Kırıkkale-Akçaağaç village and Sivas-Çelebiler village in 2008. A modified wheel point method was used for vegetation survey. The results of research indicated that vegetation cover and bare ground were found as 47.10% and 52.90%; 69.43% and 30.57% in Akçakavak (21 survey sites) and Çelebiler (22 survey sites), respectively. The rangeland health class was found unhealthy and risky for rangeland in Akçakavak and Çelebiler, respectively. The 73 species in Akçakavak and 179 species in Çelebiler were counted on rangeland vegetation community. Desired plant species were also found in a satisfactory level for rehabilitation of rangelands. Simpsons' index of diversity was calculated to evaluate biological diversity of rangelands vegetation. Vegetation biodiversity was higher in rangelands of Çelebiler than that of Akçakavak. As a results it is suggested that proper management and improvement techniques should be conducted for both village rangelands.

**Keywords:** Rangeland health, Simpsons' index, biodiversity

### Orta Anadolu Bölgesine Ait İki Merada Mera Durumu, Sağlığı ve Biyoçeşitlilikle İlgili Değerlendirmeler

#### Öz

Meraların yönetimi ve iyileştirilmesi, günümüz ve gelecek nesiller için sürdürülmesi ve korunması oldukça önemlidir. Mera çalışmalarının birinci basamağı mevcut mera durumunun belirlenmesidir. Bu nedenle 2008 yılında Kırıkkale - Akçaağaç ve Sivas - Çelebiler köylerinde mera vejetasyon etüdüleri yapılmıştır. Modifiye edilmiş tekerlekli nokta metodu vejetasyon etüdülerinde kullanılmıştır. Araştırma sonuçları Akçakavak'ta (21 etüd noktası) ve Çelebiler'de (22 etüd noktası) bitki ile kaplı alan ve çıplak alan oranının sırayla %47.10 ve %52.9 ; %69.43 ve %30.57 olduğu görülmüştür. Mera sağlık durumu Akçakavak'ta sorunlu Çelebiler'de riskli olarak bulunmuştur. Akçakavak mera vejetasyonunda 73 tür, Çelebiler'de 179 tür sayılmıştır. Mera ıslahı için istenen bitki türleri yeterli düzeyde bulunmuştur. Mera vejetasyonlarının biyolojik çeşitliliğini değerlendirmek üzere Simpson indeksi hesap edilmiştir. Çelebiler meralarının vejetasyon biyoçeşitlilik değeri Akçakavak'tan daha yüksek olmuştur. Sonuç olarak iki köy merasında uygun yönetim ve ıslah teknikleri uygulanması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Mera sağlığı, Simpson indeksi, biyoçeşitlilik

#### Giriş

Rangeland is a multi-dimensional and deep content issue. Human can employ it for multiple purposes as animal feeding, watershed, wildlife and recreation area. It has got high diversity of flora, fauna and wild animals. Its use should be assessed in meaning of past, present and future applications due to its environmental importance for next generations.

Since the act of rangeland law, 25 February 1998, rangeland studies have been increased throughout Turkey. These activities were supported by different organizations (eg. TUBITAK, Universities) and government (Ministry of Food and Agriculture).

Rangeland description is based on determination of present plant species and

relevant environmental features. Required information is collected as botanical composition, climatic and environmental variables on rangelands (Bakır 1969). Plant species were observed on rangelands in this study. Species were categorized as decreaseers, increaseers and invaderes in terms of animal preference or palatability, later rangeland condition and health were calculated.

First of all, rangeland condition (excellent, good, fair, poor) and health (healthy, risky and unhealthy) should be determined (Bakır 1969; Koç et al. 2003) in rangeland studies. After that, the carrying capacity should be also figured out by yield for management system. In frame work of National Rangeland Management Project (TUBİTAK, 106G017), vegetation surveys on 469 sites, were completed in the 9 provinces of the Central Anatolia Region from 2007 to 2011 year. The rangeland condition and health class of Ankara, Çankırı, Kayseri and Sivas provinces were in a fair and at risky, respectively (Ünal et al. 2012a; Ünal et al. 2012b; Ünal et al. 2013; Ünal et al. 2014). Vegetation cover and bare ground rates in Ankara, Çankırı, Kayseri and Sivas were also found as 60.55% and 39.45%; 65.19% and 34.81%, 57.85% and 42.15%; 60.68% and 39.32%, respectively. The cover rates of decreaseers and increaseers at the same vegetation surveys were calculated from 10.24% to 25.71% and from 14.72% to 24.80%, 12.62% and 19.98%; 15.53% and 22.23% in the provinces of Ankara, Çankırı, Kayseri and Sivas, respectively. The floristic composition included in 287, 327, 263 and 422 plant species in rangelands of Ankara, Çankırı, Kayseri and Sivas, respectively.

Some plant species observed in previous studies were summarized as the followings. Ankara and Çankırı have the same decreaseers such as *Agropyron cristatum*, *Bromus tomentellus*, *Dactylis glomerata*, *Elymus repens*, *Koeleria cristata*, *Lotus aegaeus*, *L. corniculatus*, *Onobrychis cana*, *O. oxydonta*, *Trifolium pratense* and *Vicia cracca*. Some increaseers such as *Cynodon dactylon*, *Plantago lanceolata*, *Poa bulbosa*, *Stipa holosericea*, and *Teucrium polium* were found at the same provinces. The rangeland vegetation of Ankara province has got some other increaseers such as *Hordeum bulbosum*, *Poa alpine*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Ebenus hirsuta*, *Hedysarum cappadocicum*.

Some decreaseers such as *Dactylis glomerata*, *Elymus hispidus*, *Lolium perenne*,

*Poa pratensis*, *Koeleria cristata*, *Sanguisorba minor* were in Sivas province. This rangeland has increaseers such as *Cynodon dactylon*, *Plantago lanceolata*, *Poa bulbosa*, *Stipa holosericea*, *Hordeum bulbosum*, *Bromus cappadocicus*, *Teucrium polium*, *Coronilla varia*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Ebenus laguroides*, and *Hedysarum varium*.

Kayseri possesses some decreaseers such as *Agropyron cristatum*, *Bromus tomentellus*, *Elymus hispidus*, *Koeleria cristata*, *Poa pratensis*, *Onobrychis cana*, *O. oxydonta*, *O. occulta*, *Trifolium pratense*, *Medicago sativa*, and *Sanguisorba minor*. These increaseers such as *Cynodon dactylon*, *Poa bulbosa*, *Festuca calieri*, *F. valesiaca*, *Stipa holosericea*, *Hordeum bulbosum*, *Ebenus laguroides*, *Hedysarum cappadocicum*, *H. varium* and *Teucrium polium* existed in Kayseri (Ünal et al. 2012a; Ünal et al. 2012b; Ünal et al. 2013; Ünal et al. 2014).

Since continuous grazing is implemented in the region, it is necessary to know biodiversity status of rangelands vegetation. West (1993) stated that livestock grazing effects appeared by two different ways, one was to increase the chances of survival of some species, the other was to enhance community and landscape-level diversity in many instances. The same author claimed that sustainable development would depend on finding balance between use and protection, from range sites to landscapes, and even on a global basis. Anonymous (1991) reported that the threat of global environmental change, accelerated species extinctions, and changing societal values has caused biodiversity to become a topic that has captured the attention of the public as well as the scientific community. Biodiversity, consisting of species diversity, ecosystem diversity, and genetic diversity, is often used as a measure of the health of biological systems (West 1993). The same author added that species occurrences and their relative abundances can be altered due to management actions, such as changes in livestock grazing systems.

Species diversity relates to the number of the different species and the number of individuals of each species within any one community (Anonymous 2015). It takes into account the abundance of each species. Species richness is the number of different species present in an area. The more species present in a sample the 'richer' the area (Anonymous 2015). Understanding the mechanism that maintain biodiversity in various



ecosystems enables the development of management practices that prevent degradation (Canals and Sebastian 2000).

The goals of this study were to detect rangeland condition and health based on plant species, and also to interpret current vegetation status of rangelands with ecological approaches and observe their biodiversity.

## Material and Method

### Study area

Two pilot areas (the villages of Akçakavak and Çelebiler in the provinces of Kırıkkale and Sivas, respectively) were selected as a representative for semiarid conditions of Central Anatolia Region (Figure 1). Step vegetation has been dominated on The Central Anatolia Region. Rangeland average altitudes of Akçakavak and Çelebiler are 933.0 and 1571.9 m, respectively.

Annual feed requirements of livestock on villages of Akçakavak and Çelebiler were 866 and 1364 tons for 190 and 299 LU (Livestock Unit), respectively. Rangelands biomass yields were 24 and 78 kg/da, respectively (Anonymous 2009)

### Soil features

Soil of Akçakavak is low in organic matter, clay-loam and loam texture, low  $P_2O_5$ , high  $K_2O$  and neutral-alkaline, slightly neutral of pH. Soil of Çelebiler has good organic matter, clay texture, little  $P_2O_5$ , more  $K_2O$  and neutral-alkaline, slightly neutral of pH (Anonymous 2009).

### Climate : Kırıkkale – Akçakavak

It is hot, dry in summer and cold in winter. Average temperature is 12.3°C, hottest and coldest temperatures are 39.7°C (25.07.1972) and -22.3°C, respectively. Mean annual rainfall is 329.9 mm, it rains 35, 36, 13 and 16% of total rainfall, in winter, in spring, in summer and in autumn, respectively. Average relative humidity is 59%, highest and lowest of its are 79 and 39%, on December and on July, respectively (Anonymous 2009, Figure 2).

### Climate : Sivas – Çelebiler

It is hot, dry in summer and cold, snow in winter. Average temperature is 9.0°C and hottest and coldest temperatures (for last decade) are 38.2°C and -29.6°C, respectively. Mean annual rainfall is 415.0 mm, but it rains mostly out of vegetation period, especially in winter times (Anonymous 2009, Figure 2).

### Sampling description

Vegetation survey was conducted during June and July 2008 in Akçavak and Çelebiler. The sample plots were representative of different condition states based on the spectral reflectance of the satellite images of the villages. Wheel point apparatus with modified loop was used to measure the percentage cover for each species in the selected sites (Koç and Çakal 2004). For each site, 400 points were observed on the two transect lines in different directions. All data were recorded in data sheets. The vegetation surveys were made in 21 sites, 22 sites and total 8400

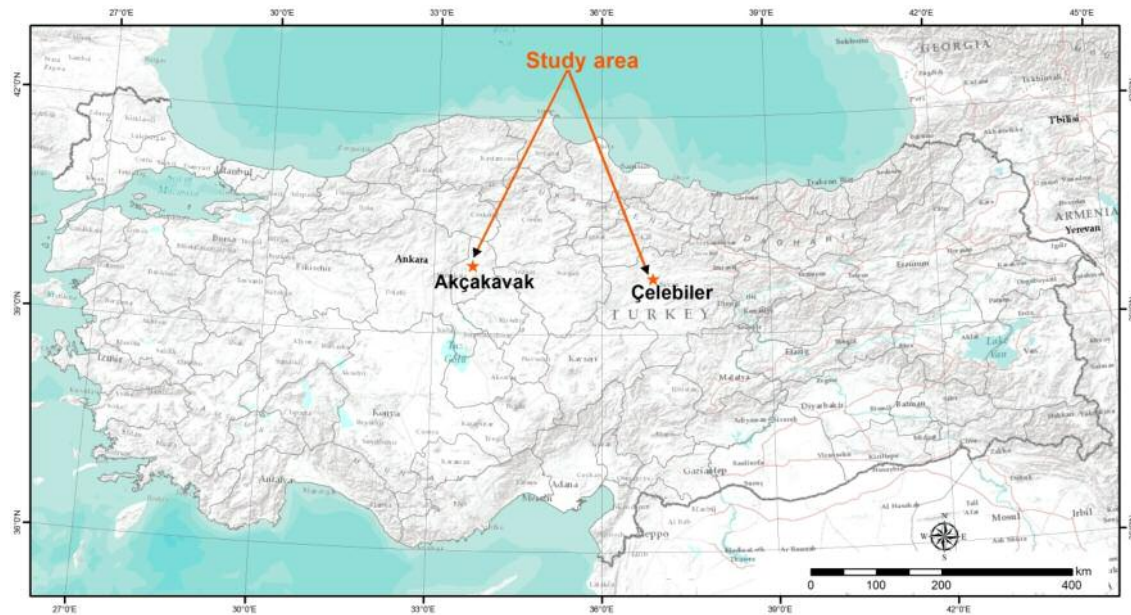
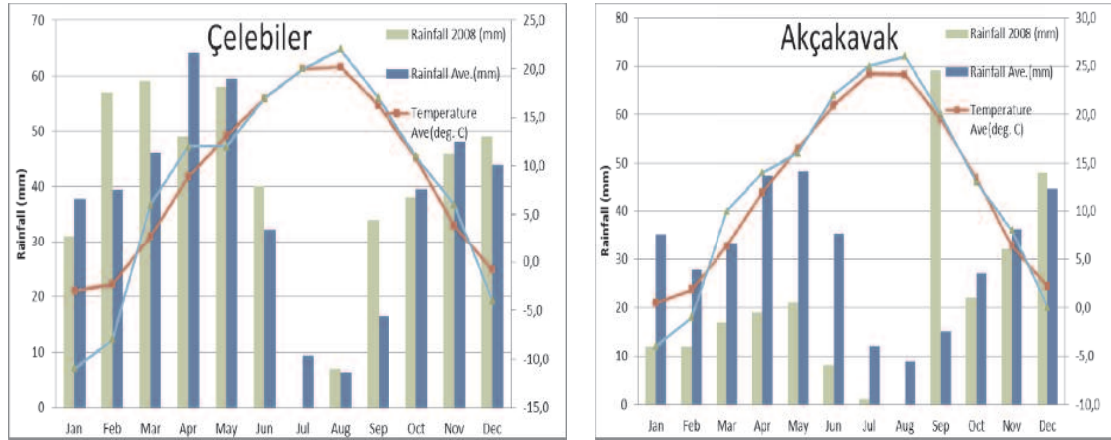


Figure 1. Study areas on the Turkey map

Şekil 1. Türkiye haritasında çalışma alanları



\*Long term data 1981-2007 Uzun dönem verileri 1981-2007

Figure 2. Average rainfall and temperature for Kırıkkale and Sivas provinces

Şekil 2. Kırıkkale ve Sivas illerinde ortalama yağış ve sıcaklık

points, 8800 points were observed and recorded as plant covering area and bare ground in Akçakavak village of Kırıkkale province and in Çelebiler village of Sivas province, respectively.

Plant samples, which were unknown while making survey, were picked up and dried up for making identification at office. They were detected with using Davis 1965-1985, Davis et al. 1988, Güner et al. 2000. Moreover, environmental factors (altitude, aspect, slope) and current state of rangeland use (grazing intensity, hay yield) with soil properties (pH, organic matter, N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O etc) and erosion impact were recorded for each study site. Plant species, bare ground and stoniness rates on rangelands were detected.

The rangeland condition (based on decrease and increase in vegetation) were classified as excellent, good, fair, poor and the rangeland health were also graded as healthy, at risky, and unhealthy with the basal covering of vegetation (Koç et al. 2003).

Data Analysis: Data analysis were performed with available computer software programs. The identification of rangeland health and condition were calculated from vegetation cover and plant species cover. Vegetation survey was conducted in addition plant species and environmental variables were filled in two forms of site information and vegetation survey.

The rangeland condition (only cover of decrease and increase limited used) and health (vegetation cover) of villages were computed with the basal cover of vegetation community.

Plant species observed were categorized into three groups as decrease, increase and

invaders (Anonymous 2005). Rangeland condition was arranged as poor (1-25%), fair (26-50%), good (51-75%) and excellent (76-100%). Rangeland health was placed in one of three categories: healthy (>71%), at risky (56-70%), and unhealthy (55% >) (Koç et al. 2003; Anonymous 2012).

Biodiversity index: Simpson's index (D) (Simpson 1949) is used to investigate vegetation diversity of Akçakavak and Çelebiler grasslands. This index takes into account both species richness, and an evenness of abundance among the species present. The formula for calculating Simpson's index is:

$$D = \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

where n<sub>i</sub> = the number of individuals of each individual species

N = the total number of organisms of all species

The value of D ranges between 0 and 1. With this index, the value 0 represents infinite diversity and, the value 1, no diversity. That is, the bigger the value, the lower the diversity in other words. To calculate index, frequency of all species record on each sampling point was adjusted so that the total frequency would be made up to 100.

## Results and Discussions

### General assessment for rangelands condition and health

Rangeland health and condition in Akçakavak and Çelebiler were calculated as unhealthy and fair; risky and fair, respectively (Table 1).

Table.1 Bare ground, decreaseers, increaseers, and invader species percentages on sites of the two villages  
Çizelge 1. İki köye ait duraklarda çıplak alan, azalıcılar, çoğalıcılar ve istilacı türlerin oranları

Akçakavak*								
Descriptive statistics	VC	BG	D	IC	IV	Dec.URC	IncURC	SURC
Minimum	31.66	28.65	0.53	11.06	7.71	1.23	20.48	21.23
Maximum	71.35	68,34	23.08	36.56	42.78	32.34	72.49	52.34
Average	<b>47.10</b>	<b>52.90</b>	7.67	19.86	19.57	15.78	43.11	<b>36.26</b>
SE	10.24	10.24	5.12	5.83	7.82	8.22	12.18	8.28
CV (%)	21.74	19.35	66.83	29.34	39.97	52.08	28.25	22.83

Çelebiler								
Descriptive statistics	VC	BG	D	IC	IV	Dec.URC	IncURC	SURC
Minimum	4.01	19.59	1.20	9.73	25.29	2.18	16.60	15.57
Maximum	69.36	44.82	28.75	32.43	49.69	36.79	45.08	48.75
Average	<b>58.04</b>	<b>30.57</b>	10.54	23.08	35.80	14.62	33.17	<b>29.63</b>
SE	20.31	7.22	7.79	5.06	6.96	9.88	6.32	8.74
CV (%)	34.99	23.62	73.87	21.93	19.43	67.60	19.06	29.49

\*Explanation: VC: Vegetation cover, Dec.URC: Decreasers Used for Range Condition, BG: Bare Ground, IncURC: Increaseers Used for Range Condition, D: Decreasers, SURC: Species Used for Range Condition, IC: Increaseers, SE: Standart error, IV: Invaders, CV (%):Coefficient variation

\*Açıklama: VC: Bitkiyle kaplı alan, Dec.URC: Mera Durumunun Tespitinde Kullanılan Azalıcı Türler, BG: Çıplak Alan, IncURC: Mera Durumunun Tespitinde Kullanılan Çoğalıcı Türler, D: Azalıcılar, SURC: Mera Durumunun Tespitinde Kullanılan Bitki Türleri, IC: Çoğalıcılar, SE: Standart hata, IV: İstilacılar, CV (%):Değişim katsayısı (%)

Table.2 Sites of healthy, risky and unhealthy in Akçakavak  
Çizelge 2. Akçakavak'ta sağlıklı, riskli ve sorunlu duraklar

Health class	Site numbers	Descriptive statistics	Vegetation cover	Bare ground
Healthy	1	Minimum		
		Maximum		
		Average		
		SE	28.65	71.35
		CV%		
Risky	2	Minimum	34.72	59.95
		Maximum	40.05	65.28
		Average	37.39	62.61
		SE	3.77	3.77
		CV%	10.08	6.02
Unhealthy	18	Minimum	45.60	31.66
		Maximum	68.34	54.40
		Average	55.98	44.02
		SE	7.04	7.04
		CV%	12.58	15.99

The percentages of vegetation cover and bareground of Akçakavak and Çelebiler were found as 47.10%, and 52.90%; 58.04% and 30.57%, respectively. The percentages of decreaseers, and increaseers in botanical composition of Akçakavak and Çelebiler were 15.78%, and 43.11%; 14.62% and 33.17%, respectively. A value of the range condition is

also 36.26% and 29.63% in Akçakavak and Çelebiler, respectively.

Ankara, Çankırı, Kayseri, and Sivas provinces had similar status for range condition and health, in a fair and at risky, respectively (Ünal et al. 2012a; Ünal et al. 2012b; Ünal et al. 2013; Ünal et al. 2014).

Table 3 Sites of good, fair and poor in Akçakavak  
Çizelge 3. Akçakavak'ta iyi, orta ve zayıf duraklar

Condition class	Site numbers	Descriptive statistics	D	IC	IV	SURC
Good	1	Minimum				
		Maximum				
		Average				
		SE	32.34	33.09	34.57	52.34
		CV%				
Fair	18	Minimum	6.74	20.48	15.28	26.74
		Maximum	29.52	72.49	65.53	49.52
		Average	16.28	42.61	41.11	36.83
		SE	6.61	12.55	11.47	6.64
		CV%	40.59	29.46	27.89	18.04
Poor	2	Minimum	1.23	51.54	41.46	21.23
		Maximum	4.88	53.66	47.23	24.88
		Average	3.05	52.60	44.35	23.05
		SE	2.58	1.49	4.08	2.58
		CV%	84.58	2.84	9.19	11.20

Table 4 Sites of healthy, risky and unhealthy in Çelebiler  
Çizelge 4. Çelebiler'de sağlıklı, riskli ve sorunlu duraklar

Health class	Site numbers	Descriptive statistics	Vegetation cover	Bare ground
Healthy	9	Minimum	73.57	19.59
		Maximum	80.41	26.43
		Average	76.55	23.45
		SE	2.54	2.54
		CV%	3.32	10.82
Risky	12	Minimum	58.64	30.64
		Maximum	69.36	41.36
		Average	65.27	34.73
		SE	4.01	4.01
		CV%	6.15	11.55
Unhealthy	1	Minimum		
		Maximum		
		Average		
		SE	55.18	44.82
		CV%		

Table 5. Sites of good, fair and poor in Çelebiler  
Çizelge 5. Çelebiler'de iyi, orta ve zayıf duraklar

Condition class	Site numbers	Descriptive statistics	D	IC	IV	SURC
Good	--	Minimum				
		Maximum				
		Average				
		SE	--	--	--	-
		CV%				
Fair	13	Minimum	6.80	28.98	25.29	25.47
		Maximum	36.79	45.08	49.69	48.75
		Average	20.18	35.33	32.59	34.91
		SE	9.20	4.83	6.35	7.32
		CV%	45.57	13.68	19.48	20.97
Poor	9	Minimum	2.18	16.60	34.64	15.57
		Maximum	9.96	35.83	49.01	24.91
		Average	6.59	30.04	40.45	21.99
		SE	2.61	7.16	5.05	2.97
		CV%	39.63	23.83	12.49	13.52

Rangeland status of Sivas - Çelebiler was almost the same those provinces mentioned above. But Kırıkkale - Akçakavak had the similar range condition and different range health class. As a result over-grazing and mismanagement have recently undergone on regional rangelands.

#### **Akçakavak village**

##### **Rangelands health**

Rangeland health values of the study sites were given in Table 2. The 18 sites out of 21 sites found unhealthy, which is very high. It means that the rangeland degradation continues in Akçakavak.

##### **Rangeland condition**

The condition data of survey sites were presented in Table 3. Three different classes of

rangeland conditions were detected as good (1 site), fair (18 sites), and poor (2 sites) in the village of Akçakavak. Most of observed sites was at fair condition. It indicates that rangeland degradation occurs. Maintenance and rehabilitation measures should be immediately implemented in Akçakavak rangelands.

#### **Çelebiler village**

##### **Rangelands health**

Rangeland health values of the study sites in Çelebiler village were given in Table 4. The plant cover and bare ground were calculated as 76.55% and 23.45%; 65.27% and 34.73%; 55.18% and 44.82% at healthy (9 sites), risky (12 sites), and unhealthy (one site), respectively. This means that degradation is continuing on this rangeland.

Table 6. Plant species found rangelands vegetation in Akçakavak and Çelebiler villages  
Çizelge 6. Akçakavak ve Çelebiler köyleri mera vejetasyonunda bulunan türler

<b>Akçakavak</b>
Total plant species 73
<b>Legumes: Annual</b> <i>Trigonella</i> spp., <i>Trifolium arvense</i>
<b>Legumes: Perennial</b> <i>Astragalus</i> spp., <i>Medicago</i> spp., <i>Onobrychis cana</i>
<b>Grasses: Annual</b> <i>Aegilops</i> spp., <i>Bromus sterilis</i> , <i>Taeniatherum caput-medusae</i> , <i>Vulpia</i> spp.
<b>Grasses: Perennial</b> <i>Agropyron</i> spp., <i>A. cristatum</i> , <i>Andropogon ischaemum</i> , <i>Bromus tomentellus</i> , <i>Crypsopogon gryllus</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Elymus</i> spp., <i>Festuca ovina</i> , <i>Koelaria cristata</i> , <i>Stipa</i> sp., <i>Poa bulbosa</i>
<b>Others: 50 plant species</b> <i>Artemesia fragrans</i> , <i>Thymus sipleus</i> , <i>Achanthus</i> spp., <i>Achilla</i> spp., <i>Anthemis</i> spp., <i>Centauria virgata</i> , <i>Teucrium chamedrys</i> , <i>T. polium</i> , <i>Xantheranum annum</i>
<b>Çelebiler</b>
Total plant species 179
<b>Legumes: Annual</b> <i>Trifolium</i> spp., <i>Trigonella fisheriana</i> ., <i>Vicia</i> spp.
<b>Legumes: Perennial</b> <i>Astragalus</i> spp., <i>Genista albida</i> , <i>Dorycynium pentaphillium</i> , <i>Ebenus lagaroides</i> , <i>Coronilla varia</i> , <i>C. orientalis</i> , <i>Hedysarum varium</i> , <i>Medicago falcate</i> , <i>Lotus</i> spp., <i>Medicago varia</i> , <i>Onobrychis cana</i> , <i>O. cornuta</i> , <i>Vicia cracca</i>
<b>Grasses: Annual</b> <i>Aegilops</i> spp., <i>A. trunciata</i> , <i>Bromus japonicus</i> , <i>B. tectorum</i> , <i>Taeniatherum caput-medusae</i> , <i>Phleum exaratum</i> , <i>Setaria viridis</i>
<b>Grasses: Perennial</b> <i>Agropyron</i> spp., <i>Bromus tomentellus</i> , <i>Koelaria cristata</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Festuca ovina</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Elymus</i> spp., <i>Poa bulbosa</i> , <i>Stipa lessingiana</i> , <i>S. hohencokeriana</i>
<b>Others: 124 plant species</b> <i>Adonis aestivalis</i> , <i>Artemesia fragrans</i> , <i>Thymus urgeus</i> , <i>T. callieri</i> , <i>Acanthalimon acerosum</i> , <i>Achanthus hirsutus</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Globloria orientalis</i> , <i>G. tricosantha</i> , <i>Bungea trifida</i> , <i>Bunium miccartum</i> , <i>Cardus</i> spp., <i>Carex</i> spp., <i>Centauria deprasa</i> , <i>Centauria iberica</i> , <i>Centauria solstitialis</i> , <i>Centauria virgate</i> , <i>Setaria viridis</i> , <i>Condorrilla</i> spp., <i>Circium</i> spp., <i>Convolvulus cantabrychus</i> , <i>Crepis sancta</i> , <i>Curiciata coronata</i> , <i>Daphne ceracea</i> , <i>Dianthus zonatus</i> , <i>Draba burinicofoia</i> , <i>Echinum</i> spp., <i>Eryngium campestre</i> , <i>Globloria orientalis</i> , <i>Globloria tricosantha</i> , <i>Heliantemum canum</i> , <i>Helichrysum orentale</i> , <i>Holosteum umbellatum</i> , <i>Minuartia anatolica</i> , <i>Onosma</i> spp., <i>Anthemis tinctoria</i> , <i>Paranchia kurdica</i> , <i>Phlomis armenica</i> , <i>Phlomis pungens</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Poligala anatolica</i> , <i>Poliganum</i> spp., <i>Potentilla recta</i> , <i>Rezeda lutea</i> , <i>Rosa canina</i> , <i>Salvia criptantha</i> , <i>Salvia scleria</i> , <i>Scabiosa rotate</i> , <i>Scandix aucheri</i> , <i>Scutellaria orientalis</i> , <i>Sedum acre</i> , <i>Sideris tinctoria</i> , <i>Silene italica</i> , <i>Stachys annua</i> , <i>Stachys bupescens</i> , <i>Tanacetum armenum</i> , <i>Teucrium chamaedrys</i> , <i>Teucrium polium</i> , <i>Thesium</i> spp., <i>Torilis arvensis</i> , <i>Tragopogon</i> spp., <i>Valerianella viciaria</i> , <i>Verbascum cheiranthifolium</i> , <i>Veronica multifida</i> , <i>Xarantenum annum</i> , <i>Ziziphora capitata</i> , <i>Ziziphora tenior</i>

### Rangelands condition

The condition data of survey sites are in Table 5. Two different classes of rangeland conditions were identified as fair (13 sites), and poor (9 sites) in the village of Çelebiler. The existence of rangeland degradation should be immediately stopped by implementation of rehabilitation methods.

### Plant species

There were 73 species and 179 species on vegetation in Akçakavak and Çelebiler, respectively (Table 6).

Ankara, Çankırı, Kayseri and Sivas provinces contained 287, 327, 263 and 422 plant species in their rangelands vegetation, respectively (Ünal et al. 2012a; Ünal et al. 2012b; Ünal et al. 2013; Ünal et al. 2014). High species number indicates plant species richness of regional rangelands vegetation community. The existence of desired plant species on range vegetation is a good potential for over-seeding and improving of rangelands.

Some plant species encountered in the previous studies are as follows: *Agropyron*

*cristatum*, *Bromus tomentellus*, *Koeleria cristata* (Ünal et al. 2012a; Ünal et al. 2012b; Ünal et al. 2013) *Dactylis glomerata*, *Elymus repens*, *Lotus aegaeus*, *L. corniculatus*, *O. armena*, *O. oxyodonta*, *Trifolium pretense*, and *Vicia cracca*. (Ünal et al. 2012a; Ünal et al. 2012b) *Agrostis stolonifera*, *Elymus hispidus*, *Phleum montanum* and *Poa pratensis* (Ünal et al. 2013), *Onobrychis occulta* and *O. oxyodonta*, *Hedysarum pestalozzae* (Ünal et al. 2013), *Andropogon gryllus*, (Bakır 1970; Tokluoğlu 1979; Ünal et al. 2013) and *Festuca ovina* (Bakır 1970; Özmen 1977; Uluocak 1977; Ünal et al. 2010; Ünal et al. 2011; Ünal et al. 2013) *Poa bulbosa*, *Cynodon dactylon*, (Bakır 1970; Ünal et al. 2012a; Ünal et al. 2012b; Ünal et al. 2013), *Hedysarum varium* (Bakır 1970; Tokluoğlu 1979; Ünal et al. 2013), *Medicago sativa* (Bakır 1970; Uluocak 1977; Ünal et al. 2013), *Onobrychis cana* (Bakır 1970; Ünal et al. 2010) and *Onobrychis sativa*, *O. alba*, *O. tenuifolia* (Uluocak 1977), *Stipa holosericea* (Ünal et al. 2012a; Ünal et al. 2012b; Ünal et al. 2013). *Poa alpine*, *Hordeum bulbosum* and *Hedysarum cappadocicum* (Ünal et al. 2012a; Ünal et al. 2013), *Plantago lanceolata*, and *Teucrium polium* (Ünal et al. 2012a; Ünal et al.

Table 7. Simpson's index values (D for Çelebiler-Sivas and Akçakavak-Kırıkkale  
Çizelge 7. Çelebiler-Sivas ve Akçakavak-Kırıkkale'de Simpson's index değerleri (D)

Çelebiler-Sivas		Akçakavak-Kırıkkale	
Sites	D	Sites	D
1	0.092	1	0.151
2	0.150	2	0.139
3	0.194	3	0.185
4	0.076	4	0.225
5	0.087	5	0.150
6	0.154	6	0.088
7	0.083	7	0.159
8	0.121	8	0.208
9	0.071	9	0.163
10	0.049	10	0.148
11	0.120	11	0.318
12	0.101	12	0.119
13	0.106	13	0.129
14	0.087	14	0.127
15	0.030	15	0.094
16	0.104	16	0.138
17	0.114	17	0.212
18	0.128	18	0.095
19	0.072	19	0.167
20	0.043	20	0.107
21	0.087	21	0.233
22	0.095	-	-
Average	0.098		0.160
Minimum	0.030		0.088
Maximum	0.194		0.318
Standart deviation	0.038		0.056
CV (%)	38.363		34.797

2012b) *Dorycnium pentaphyllum*, *Ebenus hirsuta*, (Ünal et al. 2012a) *Briza media*, *Ebenus laguroides*, *Puccinellia koeieana* (Ünal et al. 2013).

Some invader species were found in Kayseri province as *Alyssum desertorum*, *A. pateri*, *Taeniatherum caput-medusae*, *Eryngium campestre*, *Euphorbia macroclada*, *Noaea mucronata*, *Phlomis armeniaca*, *Potentilla recta*, *Salvia cryptantha*, *Scabiosa argentea*, *Teucrium chamaedrys*, *Thymus sipyleus*, *Vicia ervilia*, *Ziziphora capitata* (Ünal et al. 2013).

At the regional native steppe vegetation, dominant plant species are as follows *Thymus squarrosus* (*Thymus sipyleus*) (Bakır 1970; Özmen 1977; Tokluoğlu 1979; Ünal et al. 2010; Ünal et al. 2011), *Artemisia fragrans* (*Artemisia santonicum*) (Özmen 1977; Tokluoğlu 1979; Ünal et al. 2010; Ünal et al. 2011; Ünal et al. 2013).

#### Biodiversity of Rangelands

Simpson's index values were calculated for each sampling site of two villages (Table 7). According to index values species diversity is high in vegetation of both villages. Average Simpson index for Çelebiler (0.098) is less than average index of Akçakavak (0.160). Low index values indicate better diversity in Çelebiler than other. There are higher index values up to  $D=0.3$  at Akçakavak village. Because of high grazing pressure on Akçakavak, we can see that only one or two species as *Festuca ovina* or several annual species are dominant in grassland vegetation. Low species diversity suggests that environment is quite stressful. Species diversity is low in dry areas Bello et al., (2005). This may be another reason for low vegetation diversity (higher D value) at Akçakavak grassland as rainfall in Kırıkkale province is less than that of Çelebiler/Sivas. Understanding the mechanism for maintaining biodiversity in various ecosystems enables the development of management practices that prevent ecological degradation (Canals and Sebastian 2000).

The results of vegetation surveys showed that rangeland health and condition classes were unhealthy and fair; risky and fair on the rangelands of Kırıkkale - Akçaağaç village and Sivas -Çelebiler village, respectively. Palatable plant species were also existed in a satisfactory level for rangelands restoration. The calculated

biodiversity indices showed that vegetation biodiversity was higher in rangelands of Çelebiler than that of Akçakavak. The study results indicate that rangeland degradation occurs, existence of rangeland degradation should be immediately stopped and implementation of rehabilitation methods should be immediately applied.

#### Acknowledgement

This study was carried out under the project "Sustainable Rangeland Management in Turkey" with the finance of government of Netherland (Project no:G2G07/TR/9/3)

#### References

- Allan B. and Lowther B., 1992. Pasture grazing management. Guide to Tussock Grassland Farming (Editor: Mike Floate). AgResearch, Invermay, New Zealand Pastoral Agriculture Research Institute Ltd. Mosgiel, New Zealand
- Altın M., 1999. Fertilizer Applications on Meadow and Rangeland. Training and Application Handbook of Range Act. 1. The Turkish Ministry of Agricultural And Rural Affairs. General Director of Agricultural Production and Development
- Anonymous, 1991. Threats to biodiversity in the United States. U.S. Environ. Protection Agency, Washington, D.C.
- Anonymous, 2005. Meadow and Range Plants Handbook. The General Directorate of Agricultural Production and Improvement, The Turkish Ministry of Agriculture and Rural Affairs, page: 317
- Anonymous, 2009. The challenge of the rangelands in Turkey (Towards a sustainable rangeland economy). Government to government project G2G07/TR/9/3 Turkey – The Netherlands, Final report of the G2G project: sustainable rangeland management in Turkey, 2008 and 2009, p: 57
- Anonymous, 2012. The Result Report of National Rangeland Use and Management Project, project no:106G017. The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) Support Programme for Research and Improvement Projects of Public Institutions (1007 Programme), Public Research Grant Committee, (Unpublished Report)
- Anonymous, 2015. Biodiversity. Measuring biodiversity, Student and Teachers guide www.rewardinglearning.org.uk A2AS-BIOOL-REVISED-Support-5925.doc (Access date, 20.12.2015)

- Bakır Ö., 1969. Studies on the ecological factors affecting growth and improvement of major forage crops. Ankara University, Agricultural Faculty Press, 327. Ankara, page:116
- Bakır Ö., 1987. Grazing Period. Management of Meadow and Rangeland. Ankara University, Agricultural Faculty Presses, 992, p: 114-132
- Campbell M., 1997. Pasture weeds. Pasture Production and Management (Editors: J.V. Lovett and J.M. Scott). Reel International Books Australia Pty Ltd trading as Inkata Press, pp. 254-268
- Canals R.M. and Sebastia M.T., 2000. Analyzing mechanisms regulating diversity in rangelands through comparative studies: a case in the South-western Pyrennes. Biodiversity and Conservation, 9: 964-984
- Davis P.H., 1965 - 1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. 1 – 9, Edinburgh Univ. Press., Edinburgh
- Davis P.H., Mill R.R. and Tan K., 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Edinburgh Univ. Press., (supple. 1), Vol. 10, Edinburgh Univ. Press, Edinburgh
- De Bello F., Leps J. and Sebastia M.T., 2005. Do species and functional diversity indices reflect change in grazing regimes and climatic conditions in northeastern Spain? XX<sup>th</sup> Int. Grassland Congress, 26 June-1 July, 2005 Dublin, Ireland, page : 620
- Filet P.G., 1994. State and transition models for rangelands. 3. The impact of the state and transition model on grazing lands research, management and extension: A review. Tropical Grasslands Vol. 28:214-222
- Güner A., Özhatay N., Ekim T. and Başer K.H.C., 2000. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, (supple. 2), Vol. 11, Edinburgh Univ. Press., Edinburgh
- Koç A., Gökkuş A. and Altın M., 2003. Comparison of commonly used determination methods of rangeland condition in the world and a suggestion for Turkey. Turkey V. Field Crops Congress, 13-17 October, Diyarbakır, p: 36-42
- Koç A. and Çakal Ş., 2004. Comparison of some rangeland canopy coverage methods. Int. Soil Cong. On Natural Resource Manage. For Sustainable. Development, June 7-10, 2004, Erzurum, Turkey, D7, 41-45
- Simpson E. H., 1949. "Measurement of diversity". Nature 163:(4148):688 doi:10.1038/163688a0
- Ünal S., Mutlu Z., Mermer A., Öztekin U., Ünal E., Aydoğdu M., Dedeoğlu F., Özaydın K. A., Avağ A., Aydoğmuş O., Şahin B. and Arslan S., 2012a. A study on assessment of rangelands in Ankara Province. Journal of Field Crops Central Research Institute 21 (2): 41-49
- Ünal S., Mutlu Z., Mermer A., Öztekin U., Ünal E., Özaydın K.A., Avağ A., Yıldız H., Aydoğmuş O., Şahin B. and Arslan S., 2012b. A study on determination of condition and health of rangelands in Çankırı Province. TABAD-Research Journal of Agricultural Sciences 5(2):131-135. (Prof. Dr. Selahattin İptaş Agricultural Congress)
- Ünal S., Mutlu Z., Öztekin U., Hakan Y. and Şahin B., 2013. Evaluation and determination of rangeland vegetation in Kayseri Province. Journal of Field Crops Central Research Institute 22 (2): 86-95
- Ünal S., Mutlu Z., Öztekin U., Hakan Y., Aydoğdu M., Şahin B., and Arslan S., 2014. improvement possibilities and effects of vegetation subjected to long-term heavy grazing in the steppe rangelands of Sivas. Journal of Field Crops Central Research Institute 23 (1): 22-30
- West N.E., 1993. Biodiversity of rangelands. J. Range Manage. 46 (1): 2-13



## Azotlu Gübre Dozlarının İtalyan Çimi (*Lolium italicum* L.) Çeşitlerinin Ot Verimi ve Bazı Tarımsal Özelliklerine Etkisi

\*Ergül ÇOLAK<sup>1</sup>

Cengiz SANCAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Eğitim Yayım ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): ergulcolak66@hotmail.com

Geliş Tarihi (Received): 25.03.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 13.05.2016

### Öz

Bu araştırma, İtalyan çimi çeşitlerinin verimi ve kalitesini yükseltmede önemli bir potansiyeli olan azotlu gübrelerin değişik dozlarının etkilerini belirlemek üzere yapılmıştır. Orta Anadolu bölgesi kıraç koşullarında, 2008-2009 yıllarında yürütülmüştür. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme tarlasında tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulan çalışmada, azotlu gübre olarak amonyum nitrat (%33) gübresinin 0, 4, 8, 12, 16, 20 ve 24 kg/da dozları ve Gemini, Tetraflorum ile Lolita İtalyan çimi çeşitleri kullanılmıştır. Erken ilkbaharda 30 cm sıra arası verilerek ekilen parsellerde gerektiği dönemlerde elle yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Parsellerdeki bitkiler çiçeklenme-başaklanma dönemine geldiğinde gözlemler ve hasat yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; İtalyan çimi çeşitleri arasında incelenen özelliklerden bitki boyu ve yeşil ot verimi bakımından önemli farklılıklar belirlenmiştir. Azotlu gübre dozları bitki boyu, sap kalınlığı, yeşil ve kuru ot verimi üzerine etkili olmuştur. Çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda, bitki boyu, sap kalınlığı, yeşil ve kuru ot verimi arasında farklılık bulunmuştur. Ankara koşullarında yapılacak İtalyan çimi yetiştiriciliğinde yüksek verim ve kaliteli yem elde etmek için 8 kg/da azot dozu kullanılması tavsiye edilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** İtalyan çimi, azotlu gübre, bitki boyu, ot verimi

## The Effects of Different Nitrogen Fertilizer Doses on Yield and Some Agricultural Traits of Italian Ryegrass (*Lolium italicum* L.) Cultivars

### Abstract

This research is conducted to determine the effects of different doses of nitrogen fertilizers which has a potential to increase the quality and quantity of Italian ryegrass cultivars. It was carried out at the experimental area of Field Crops Department of Agricultural Faculty of Ankara University between the years of 2008 and 2009. The experiment was designed in split blocks with three replicates in the experimental plots of Field Crops Department of Agricultural Faculty of Ankara University. Nitrogen in ammonium nitrate (33% N) form was applied on main blocks with the amount of 0, 4, 8, 12, 16, 20 and 24 kg/da doses. Italian ryegrass cultivars Gemini, Tetraflorum and Lolita were placed in sub-plots. Hand seeding was performed in early spring on the rows which was 30 cm apart each other. Weeds were taken out on the plots manually whenever needed. When the plants were at anthesis stage, observations were made and plants were harvested for hay. According to the results; statistical differences were found among Italian ryegrass cultivars for plant height and fresh herbage yield. Nitrogen fertilizer doses affected plant height, stem diameter, fresh and dried hay yield. Between the experimental years, statistical differences for plant height, stem diameter, fresh and dried hay yield also were detected. Nitrogen doses increased plant height, stem diameter, fresh and dry hay yield. Significant differences were detected among yield characters of Italian ryegrass herbage. In order to get higher forage yield in the Italian ryegrass cultivation in Ankara conditions, 8 kg/da nitrogen fertilizer is recommended according to results of this research.

**Keywords:** Italian ryegrass, nitrogen, fertilizer, plant height, hay yield

### Giriş

**B**eslenme insanın doğumundan önce başlayıp yaşamı boyunca devam eden en temel gereksinimlerinden biridir. Sağlıklı ve dengeli

beslenmede insan günlük vücut ağırlığının her bir kg'ı için yaklaşık 1 g protein almalıdır. Bunun yarısı hayvansal kaynaklı protein olmalıdır (Tayar 2010).

Hayvancılığın en önemli sorunu olan kaliteli kaba yem açığının kapatılması, çayır ve meraların ıslah edilerek yem verimlerinin yükseltilmesi ve tarla tarımı içerisinde yem bitkileri ekim alanlarının artırılması ile gerçekleştirilebilecektir. Buğdaygil yem bitkilerinden kuru ot üretimi, silaj yapımı, toprak muhafazası ve yeşil saha tesisinde faydalanılır. Yem bitkilerinden beklenen verimin alınabilmesi için bitkiler ihtiyaç duydukları dönemde uygun çeşit ve miktarlarda gübrelerle gübrenmelidir. Buğdaygillerin en önemli özelliklerinden biri de gübrelemeye karşı verdikleri olumlu yüksek tepkidir. Gübreleme verimin yanında otun kalitesi ve otu yiyen hayvanın sağlığı açısından da önemlidir (Serin ve Tan 1999). Bitkilerde kuru maddenin büyük bir bölümünü oluşturan azot, bitki besin maddeleri arasında en önemli olanlardan birisidir. Azot bitkilerde protein, klorofil, enzim ve vitaminlerin yapısında yer almaktadır. Proteinin %15-18'i azottan oluşmuştur (Zabunoğlu ve Karaçal 1986). Bitki bünyesinde fazla miktarda bulunduğu için, bitkilerin kuvvetli bir şekilde büyümesini sağlar. Yem bitkileri üretimi ve çayır mera tarımında, bitkilerin gövdelerinden yararlanıldığından verim artışında azot çok büyük bir öneme sahiptir. Azot bitkilerde vejetatif gelişmeyi teşvik eder. Yeşil aksamından yararlanan bitkilerde azotlu gübreleme kaçınılmazdır. Özellikle buğdaygillerde en fazla kullanılan besin maddesidir. Azot baklagiller dışındaki yem bitkilerinden yüksek verim alınması için toprakta bulunması gerekli bir besin maddesidir, azotlu gübreler yem bitkilerinde sadece yeşil aksamı artırmaz, aynı zamanda bileşimlerinde bulunan azotu da artırarak protein içeriğini de yükseltmekte, azotlu gübreler suda kolayca eridiğinden bitkiler üzerinde hemen etkileri görülür ve yaklaşık olarak 1 kg azot ile kuru ot veriminde 18-22 kg artış sağlanabilmektedir (Bakır 1985).

Güney Avrupa orijinli olan İtalyan çimi, çim cinsi içerisinde, kültürü yapılan tek yıllık türdür. Serin ve ılıman iklim bölgelerinde, kışlık serin iklim tahıllarından arpa ve yulafın yem üretimi amacıyla yetiştirildiği alanlarda önemli bir alternatif kaba yem kaynağıdır. İtalyan çimi ince saplı oluşu, otlatma veya biçim sonrası tekrar gelişme özelliğine sahip olması nedeniyle tercih edilmekte ve genelde yalnız

olarak ekilmektedir. Baklagil yem bitkilerinden İskenderiye üçgülü, yaygın fiğ, Macar fiği ve mürdümük ile karışım halinde yetiştirilerek daha yüksek verim ve ham protein bakımından zengin ve dengeli kaba yem elde edilmektedir. Sulanan alanlarda geçici otlak amacıyla tesis edilen İtalyan çimi, azotlu gübrelere ve sulamaya iyi tepki vermekte, ilkbaharda uzun süre otlatılabilmektedir. Erken ekimlerde hızlı çimlenme ve gelişme gücüne sahip olduğundan yabancı bitkilerle mücadele gerektirmemektedir. İtalyan çimi çiçeklenme başlangıcında biçildiğinde hayvanların iştahla tükettiği kaliteli kuru ot üretimi sağlamaktadır. Normal koşullarda bir biçimde dekaradan 1500-2500 kg arasında değişen yeşil ot ve 500-800 kg arasında kuru ot verimi elde edilebilmektedir. Sulu şartlarda veya yağışın yeterli olduğu bölgelerde 2-3 biçim alınarak 4-6 ton/da yeşil, 750-1500 kg/da arasında kuru ot ürünü alınabilmektedir. Ülkemizde son yıllarda İtalyan çimi yetiştiriciliği, yem bitkilerine verilen teşviklerle yeni yeni benimsenmektedir (Baytekin ve ark. 2009). İtalyan çiminin protein, mineral madde ve suda çözünen karbonhidrat içeriği bakımından zenginliği, biçime kadar tazeliğini koruyup çabuk sertleşmemesi nedeniyle yüksek besin maddesi sindirilebilirlik değerine sahip oluşu ile süt ve besi hayvanlarında verim artışı sağladığı yapılan araştırmalarla belirlenmiştir. İtalyan çimi yüksek büyüme hızına ve gübrelemede fazla azot absorbe etme yeteneğine sahiptir (Özkul ve ark. 2012)

İtalyan çimi Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nin 2014 yılı yem bitkileri istatistiklerinde 4.832 dekar ekiliş alanı ve 17.023 ton yeşil ot üretim miktarı ile yerini almıştır (Anonim 2014). İtalyan çimi bütün bu olumlu özellikleri nedeniyle, hayvancılığımızın ihtiyaç duyduğu kaliteli kaba yem üretimi amacıyla tarla tarımı içerisinde çok geniş yer alabilecek bir yem bitkisi olarak öne çıkmaktadır. Bu araştırma, Orta Anadolu şartlarında, İtalyan çiminin tetraploid çeşitlerinden Gemini, Tetraflorum ve Lolita çeşitlerine azotlu gübrenin 0, 4, 8, 12, 16, 20 ve 24 kg/da dozları uygulanarak yürütülmüş ve ot verim ve bazı tarımsal özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

#### Materyal ve Yöntem

Araştırmada materyal olarak Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri

Bölümü'nden temin edilen İtalyan çimi (*Lolium italicum* L. Syn. *L. multiflorum* Lam)'nin Gemini, Tetraflorum ve Lolita çeşitleri kullanılmıştır.

Azotlu gübre olarak amonyum nitratın (%33 N) 0 (kontrol), 4, 8, 12, 16, 20 ve 24 kg/da saf azot dozları uygulanmıştır.

Bu araştırma Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme tarlalarında 2008 ve 2009 yıllarında yürütülmüştür. Araştırma yerinin denizden yüksekliği 891 m olup, 39°57' kuzey enlem ve 32°53' doğu boylam dereceleri arasında yer almaktadır.

Araştırma yerinin yağış, sıcaklık ve nispi nem uzun yıllar ortalaması ve denemenin yürütüldüğü yıllara ait sıcaklık (°C), aylık toplam yağış (mm) ve aylık ortalama nispi nem (%) değerleri Çizelge 1'de gösterilmiştir (Anonim 2009).

Çizelge 1'de görüldüğü gibi yıllık toplam yağış miktarı; denemenin kurulduğu ilk yılda (2008) 323.2 mm, uzun yıllar ortalamasından düşük ve ikinci yılında (2009) 452.6 mm, uzun yıllar ortalamasından (400.2 mm) daha yüksek olmuştur.

Yıllık ortalama sıcaklık değerleri uzun yıllar ortalaması 11.8°C iken 2008 yılı ortalama

sıcaklık değeri 12.7°C ve 2009 yılında 12.9°C olarak gerçekleşmiştir. Yıllık ortalama nispi nem değerleri ise, uzun yıllar ortalaması %61.4 iken 2008 yılı ortalama nispi nem %57.0 ve 2009 yılında %59.9 olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2009).

Deneme alanından ekimden önce 0-30 ve 30-60 cm (Zabunoğlu ve Karaçal 1986) derinliklerden alınan toprak örnekleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarında fiziksel ve kimyasal analize tabi tutulmuş (Güneş ve ark. 2010) ve sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Araştırma alanının toprağı killi-tınlı bir yapıdadır. Çalışma yapılan sahadaki toprak; tuzsuz, hafif alkali, orta kireçli, fosfor bakımından az, potasyum bakımından yüksek, organik madde bakımından az olarak değerlendirilmektedir (Eyüpoğlu 1999).

Bu araştırma Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme tarlasında 2008-2009 yıllarında yürütülmüştür. Araştırma, tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak planlanmıştır. Ana parsellere gübre dozları alt parsellere ise İtalyan çimi çeşitleri yerleştirilmiştir. Her bir deneme parseli 4.8 m<sup>2</sup>lik (1.2 m x 4.0 m = 4.8 m<sup>2</sup>) alana sahip ve toplam 63 parselden (3 çeşit x 7 gübre dozu x 3 tekerrür) oluşmuştur.

Çizelge 1. Araştırma alanının uzun yıllar (1975-2006) ortalaması ile 2008-2009 yıllarına ait iklim verileri  
Table 1. The climate data of the experimental area in 2008, 2009 and long term period (1975-2006)\*

Aylar	Aylık Toplam Yağış (mm)			Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)			Aylık Ortalama Nispi Nem (%)		
	Uzun Yıllar	2008	2009	Uzun Yıllar	2008	2009	Uzun Yıllar	2008	2009
Ocak	40.6	20.1	61.5	0.3	-4.0	2.4	76.2	76.3	76.2
Şubat	33.4	6.5	69.5	1.8	0.1	4.3	70.8	68.9	75.4
Mart	35.4	54.9	55.6	5.9	10.1	5.3	63.8	57.6	69.0
Nisan	53.1	32.7	71.0	11.2	13.7	11.0	60.8	54.8	60.8
Mayıs	50.5	45.4	24.8	15.9	15.5	15.8	58.2	50.9	55.9
Haziran	33.6	10.3	28.0	19.9	22.0	21.9	53.4	41.0	44.4
Temmuz	15.2	0.0	13.9	23.3	24.9	23.6	47.7	35.7	46.6
Ağustos	12.7	0.7	0.4	23.0	26.6	23.2	47.4	34.5	37.3
Eylül	17.0	61.6	10.3	18.5	19.9	18.2	51.2	50.3	49.4
Ekim	30.8	18.6	13.7	12.8	13.3	16.7	61.4	63.8	49.8
Kasım	36.5	43.6	43.1	6.6	8.7	7.3	70.4	72.1	75.0
Aralık	41.4	28.8	60.8	2.2	2.0	5.4	76.0	78.6	80.0
Ortalama	-	-	-	11.8	12.7	12.9	61.4	57.0	59.92
Toplam	400.2	323.2	452.6	-	-	-	-	-	-

\* :Veriler Meteoroloji İşler Bölge Müdürlüğü'nden alınmıştır.

\*: Data were obtained from Ankara Directorate of State Meteorology Affairs.

Çizelge 2. Deneme alanı toprak örneklerinde yapılan bazı kimyasal analiz sonuçları  
Table 2. Some chemical analysis results of experimental area

Toplam tuz (%)	pH	Kireç (%)	Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (kg/da)	Potasyum (K <sub>2</sub> O) (kg/da)	Organik madde (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
0.130	7.43	5.75	3.75	110.0	1.04	22.01	28.95	47.52

Çizelge 3. İtalyan çimi çeşitlerinde farklı azot dozu uygulamalarının incelenen özelliklere etkisine ait (p) değerleri

Table 3. Probability (p) values regarding examined characteristic of different nitrogen doses applications on Italian ryegrass cultivars

Varyasyon kaynağı	Bitki boyu	Sap kalınlığı	Yeşil ot verimi	Kuru ot verimi
Yıl	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0001**
Blok (yıl)	0.8802	0.0036**	0.0001**	0.0010**
Azot Dozu	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0001**
Yıl x Azot Dozu	0.9737	0.1968	0.0007**	0.0005**
Azot Dozu x Blok	0.2818	0.4757	0.2316	0.0821
Çeşit	0.0015**	0.6562	0.1345	0.1086
Yıl x Çeşit	0.7108	0.5243	0.7353	0.8733
Azot Dozu x Çeşit	0.0426*	0.7735	0.1901	0.0586
Yıl x Azot Dozu x Çeşit	0.9994	0.8724	0.3150	0.3609

\*: 0.05 düzeyinde önemli. \*\*: 0.01 düzeyinde önemli.

\*: Significant at the 0.05 probability level. \*\*: Significant at the 0.01 probability level.

Toplam deneme alanı ise 302.4 m<sup>2</sup> (4.8 m<sup>2</sup> x 63 parsel) yer kaplamıştır. Her parselde 4 sıra, her birinde 21 parsel bulunan 3 blok ve bloklar arasında 3 m boşluk bırakılmıştır. Tohumluk miktarı 4 kg/da olarak uygulanmıştır (Erkun ve ark. 1960).

Ekim erken ilkbaharda (Gençkan 1983, Eraç ve Ekiz 1985, 1990) (15 Mart-15 Nisan) 30 cm sıra arası mesafe bırakılarak açılan sıralara el ile 3-4 cm derinliğe yapılmış, araştırmada kullanılan %33 N içeren amonyum nitrat gübresinin 0 (kontrol), 4, 8, 12, 16, 20 ve 24 kg/da saf azot dozlarının tamamı bir seferde ekim esnasında uygulanmıştır. Azotlu gübre sıra aralarına saçılmış, üzerine tırmıkla toprak atılmış ve üzeri bastırılmıştır. Çıkışa yardımcı olması için sulama yapılmıştır. Gelişen yabancı bitkilerle el ve çapa ile mücadele edilmiştir. Türlerle göre oldukça büyük değişimler olmakla beraber, buğdaygil yem bitkilerinin başaklanma ile çiçeklenme arasında biçilmeleri genel kuraldır (Bakır 1987). Biçim İtalyan çiminin en besleyici ve verimli olduğu başaklanma döneminde, kenar tesiri dikkate alınarak parsellerin tamamı biçilip tartılarak yeşil ot verimi belirlenmiştir (Erkun ve ark. 1960). Her parselden 500 g örnek alınarak 70°C'de kurutulup tartılarak kuru ot verimleri tespit edilmiştir (Işık 1990). Deneme, incelenen özelliklerin farklı iklim şartlarında değişimini görmek amacıyla 2 yıl olarak yürütülmüştür.

## Bulgular ve Tartışma

İki yıllık birleştirilmiş sonuçlara göre İtalyan çimi çeşitlerine uygulanan farklı azot dozlarının incelenen özelliklere etkisine ait olasılık (p) değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde azot dozlarının bitki boyu, sap kalınlığı, yeşil ot verimi ve kuru ot veriminde istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir (p<0.01). Aynı şekilde çeşitler incelenecek olursa azot dozlarının sap kalınlığı, yeşil ot verimi ve kuru ot veriminde önemli olmadığı, bitki boyunda önemli olduğu görülmektedir (p<0.01). Çalışmada çeşit x azot dozu interaksyonunda sap kalınlığı, yeşil ot verimi ve kuru ot verimi özelliklerinde önemli olmadığı, bitki boyu özelliğinin istatistiksel olarak önemli (p<0.05) olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3). Araştırmada yıl x azot dozu interaksyonunun bitki boyu ve sap kalınlığı özelliklerinde istatistiksel olarak önemli olmadığı, yeşil ot verimi ve kuru ot verimi üzerine istatistiksel olarak önemli (p<0.01) olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3). İtalyan çimi çeşitlerine uygulanan farklı azot dozu uygulamalarında, incelenen özellikler bakımından iki yıllık ortalama verileri içeren Çizelge 4 incelendiğinde;

## Bitki Boyu

Araştırmada elde edilen bitki boyunun Gemini çeşidinde 60.6 cm, Tetraflorum çeşidinde 59.5 cm ve Lolita çeşidinde ise 61.3 cm olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Azot dozu

uygulamalarında bitki boyu değerleri 50.1 cm ile 68.3 cm arasında değişmiştir. En uzun bitki boyu (68.3 cm) 16 kg/da azot dozu uygulamasından en kısa bitki boyu (50.1 cm) dekara 24 kg/da azot dozu uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 5). Bitki boyunda, kontrole göre 16 kg/da azot uygulamasında %23.95 oranında artış, en yüksek azot dozunda (24 kg/da) kontrole göre %9.9 oranında azalış görülmüştür.

Araştırma sonucunda 50.1 ile 68.3 cm arasında bulunan İtalyan çimi çeşitlerine ait bitki boyu ortalama değerleri; Wheeler (1950)'in 66.32 cm, Schoth and Veihing (1951)'in 60-90 cm, Schoth (1953)'un 66-99 cm, Erkun (1954)'un 60-90 cm, Thomas and Davies (1964)'in 33-66 cm, Bakır (1970)'in 40-100 cm, Ehlig and Hageman (1982)'in 36-61 cm, Avcıoğlu ve Geren (1996)'in 40-120 cm, Kuşvuran ve Tansı (2004)'nin 65.68 – 68.56 cm, Demiroğlu ve ark. (2007)'nin 48.4 cm, Darvıshı (2009)'nin 52.25 cm ve Kesiktaş (2010)'in 64.5 cm olarak elde ettikleri veriler ile uyum göstermekte, Elçi (1978)'nin 100-125 cm, Gençkan (1983)'in 100 cm, Parlak (2005)'in 95.56 cm, Ürem (1985)'in 90-130 cm, Sağlamtimur ve ark.(1986)'nin 71.0 cm, Sağlamtimur ve ark.(1988)'nin 80-150 cm, Türemen (1988)'in 69.84 cm, Serin ve Gökkuş (1993)'un 130 cm, Altın ve ark. (1994)'nin 104.97 cm, Akgün ve ark. (2008)'nin 76.35 cm ve Kuşvuran ve ark. (2014)'nin 107.6 cm bitki boyu ile uyuşmamaktadır.

### Sap Kalınlığı

Çeşitlerin iki yıllık ortalama sap kalınlıklarına bakıldığında Tetraflorum çeşidinde 3.30 mm ile en ince, Gemini çeşidinde 3.35 mm ile en kalın, sap kalınlığı değeri tespit edilmiştir. Lolita çeşidinde ise 3.33 mm ile bu iki çeşit arasında sap kalınlığı değeri belirlenmiştir (Çizelge 4).

Farklı azot dozu uygulamalarında çeşitlerin sap kalınlığı 2.92 mm ile 3.69 mm arasında değişmiştir. En yüksek sap kalınlığı değeri (3.69 mm) 12 kg/da azot dozu uygulamasından elde edilmiş, en düşük sap kalınlığı (2.92 mm) değeri ise 24 kg/da azot dozu uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 5). Sap kalınlığında, kontrole göre 12 kg/da azot uygulamasına kadar sırasıyla %10.19, %12.50 ve %21.38 oranında artış gözlenmiş bundan sonra azalmış ve en yüksek doz olan 24 kg/da azot uygulamasında kontrole göre %4.1 oranında düşüş olmuştur.

Sap kalınlığı olarak tespit edilen 2.92 mm ile 3.69 mm arasındaki değer Kuşvuran ve

Tansı (2004)'nin Çukurova koşullarında gerçekleştirdiği araştırma sonucunda elde ettiği 3.15 – 3.46 mm ve Darvıshı (2009)'nin Ankara şartlarında yaptığı araştırmadan elde etmiş olduğu 3.30 mm'lik bitki sap kalınlığı değeri ile uyum içerisinde bulunmaktadır.

### Yeşil Ot Verimi

Çizelge 4'ün incelenmesinden de görüleceği gibi iki yıllık birleştirilmiş sonuçlara göre yeşil ot verimi Gemini çeşidinde 1551.8 kg/da, Tetraflorum çeşidinde 1557.8 kg/da ve Lolita çeşidinde ise 1625.4 kg/da elde edilmiştir. Azot dozlarının çeşitlerin dekara yeşil ot verimleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Çeşitler değişen azot dozlarından benzer şekilde etkilenmişlerdir.

Değişik azot dozu uygulamalarında çeşitlerin yeşil ot verimleri 845.4 kg/da ile 1931 kg/da arasında değişmiştir. En fazla yeşil ot verimi 4, 8 ve 12 kg/da azot dozu uygulamalarından sırasıyla 1927.4, 1931.7 ve 1931.7 kg/da olarak elde edilmiştir. En az yeşil ot verimi ise 24 kg/da azot dozu uygulamasından alınmıştır (Çizelge 5). Kontrole göre 4, 8 ve 12 kg/da azot uygulamaları benzer etki göstermiş, yeşil ot verimini ortalama %39.48 oranında artırmıştır. En yüksek azot uygulamasında (24 kg/da) kontrole göre %38.63 oranında azalış gözlenmiştir.

Araştırmadan 845.4 kg/da ile 1931.7 kg/da arasında alınan yeşil ot verimleri değerlendirildiğinde, elde edilen verilerin Sağlamtimur (1988)'un güney bölgelerimizde yaptığı araştırmadan elde ettiği 1500-2500 kg/da arasında değişen yeşil ot verimi, Karakurt ve Ekiz (1991)'in Ankara'da elde ettiği 1479.17 kg/da ve Kallenbach et al. (2003)'in Amerika'nın güneyinde yürüttüğü araştırma sonucunda alınan 1350 kg/da verim değeri ile uyum gösterdiği ancak Türemen (1988)'in Çukurova'da yaptığı araştırmada ulaştığı 3076 kg/da, Çelen (1991)'in Ege bölgesinde yürüttüğü araştırmada aldığı 2412-3502 kg/da, Altın ve ark. (1994)'nin Trakya şartlarında gerçekleştirdiği araştırma sonucunda elde ettiği 2168.06-2880.83 kg/da arasındaki yeşil ot verimi, Kuşvuran ve Tansı (2004)'nin Çukurova'da yaptığı araştırmadan alınan 6014.51- 8075.37 kg/da, Parlak (2005)'in Çukurova şartlarında elde ettiği 4583.33 kg/da, Darvıshı (2009)'nin Ankara'da yaptığı araştırmada elde ettiği 3439.0 kg/da, Kesiktaş (2010)'in Karaman'da aldığı 2479.7 kg/da ve Kuşvuran ve ark. (2014)'nin tespit ettiği 2810 kg/da yeşil ot verimi ile benzerlik göstermeyip

daha düşük kaldığı görülmüştür. Araştırmada kontrolden sonra ilk üç dozda elde edilen yeşil ot verim ortalama artış oranı (%39.48), Akgül (2001)'in aynı bölgede yaptığı araştırmada uyguladığı 5, 10 ve 15 kg/da azot dozu uygulaması sonucu elde ettiği yeşil ot verim ortalama artış oranı (%37.42) ile uyum göstermektedir.

### Kuru Ot Verimi

Denemede ele alınan özelliklerden kuru ot verimine ilişkin iki yıllık ortalama değerler incelendiğinde, kuru ot veriminin çeşitlere göre 366.6-385.1 kg/da arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek kuru ot verimi (385.1 kg/da) Lolita çeşidinden elde edilirken, en düşük kuru ot verimi (366.6 kg/da) Tetraflorum çeşidinden alınmıştır. Gemini çeşidinin kuru ot verimi (370.3 kg/da) ise bu iki çeşidin kuru ot verimi arasında gerçekleşmiştir. Kuru ot veriminde kontrole göre 4, 8 ve 12 kg/da azot dozu uygulamalarında benzer etkiler görülmüş, sırasıyla %40.51, %41.10 ve %38.59 oranında artış sağlanmıştır. 16 kg/da azot dozundan itibaren artışta azalma görülmeye başlamış, 20 kg/da azot uygulamasından kontrol ile aynı verim

elde edilmiştir. En yüksek azot dozu uygulamasında ise kontrolden %30.55 oranında daha düşük kuru ot verimi alınmıştır (Çizelge 4).

İtalyan çimi çeşitlerine uygulanan değişik azot dozlarının iki yıllık ortalama kuru ot verimlerine bakıldığında istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. Kuru ot verimi değerleri 224.4-455.9 kg/da arasında değişim göstermiştir. En fazla kuru ot verimi 4, 8 ve 12 kg/da azot dozu uygulamalarından sırasıyla 454.0, 455.9 ve 447.8 kg/da elde edilirken, en az kuru ot verimi (224.4 kg/da) 24 kg/da azot dozu uygulamasından alınmıştır. Azot dozu uygulanmayan kontrolden elde edilen 323.1 kg/da kuru ot veriminin 24 kg/da azot dozu uygulamasından alınan 224.4 kg/da fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 5).

Araştırma sonucunda belirlenen 224.4 kg/da ile 455.9 kg/da kuru ot verimi Karakurt ve Ekiz (1991)'in Ankara şartlarında yaptıkları araştırmada elde ettikleri 418.50 kg/da ve Akgül (2001)'ün 383.6 kg/da kuru ot verimi ile uyum sağlarken, Serin ve ark. (1996)'nın Erzurum'da yaptığı araştırma sonucunda elde ettiği 822 kg/da, Açıkgöz (2001)'ün elde ettiği 1250-2000

Çizelge 4. İtalyan çimi çeşitlerinin incelenen özellikler bakımından iki yıllık ortalamaları ve önemlilik grupları  
Table 4. Two-year averages and the significance groups of traits on Italian ryegrass cultivars

Çeşit	Bitki boyu (cm)	Sap kalınlığı (mm)	Yeşil ot verimi (kg/da)	Kuru ot verimi (kg/da)
Gemini	60.6 ab	3.35	1551.8	370.3
Tetraflorum	59.5 b	3.30	1557.8	366.6
Lolita	61.3 a	3.33	1625.4	385.1

Değişik harflerle (a-b) gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılıklar vardır (p< 0.01)  
There are significant differences between the averages indicated by different letters(a-b)

Çizelge 5. Araştırmada uygulanan azot dozlarının incelenen özellikler bakımından iki yıllık ortalamaları ve önemlilik grupları  
Table 5. Two-year averages and the significance groups of treats of nitrogen doses used in the research

Azot dozu (kg/da)	Bitki boyu (cm)	Sap kalınlığı (mm)	Yeşil ot verimi (kg/da)	Kuru ot verimi (kg/da)
0	55.1 d	3.04 d	1377.5 c	323.1 c
4	58.8 c	3.35 bc	1927.4 a	454.0 a
8	63.6 b	3.42 bc	1931.7 a	455.9 a
12	64.9 b	3.69 a	1905.1 a	447.8 ab
16	68.3 a	3.56 ab	1650.0 b	392.5 b
20	62.7 b	3.31 c	1311.4 c	320.2 c
24	50.1 e	2.92 d	845.4 d	224.4 d

Değişik harflerle (a-e) gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılıklar vardır (p< 0.01)  
There are significant differences between the averages indicated by different letters(a-e)

Çizelge 6. İtalyan çimi çeşitlerinde farklı azot dozu uygulamalarında bitki boyuna ilişkin azot x çeşit etkileşimi  
Table 6. Interaction between nitrogen and cultivars related to plant height at different doses of nitrogen application in Italian ryegrass cultivars

Çeşit	Azot dozu (kg/da)						
	0	4	8	12	16	20	24
Gemini	54.9 hij	60.4 efg	63.0 cdef	64.8 abcde	68.3 ab	61.7 ef	51.3 jk
Tetraflorum	53.8 ij	56.5 ghi	63.0 cdef	62.8 cdef	67.4 abc	62.5 def	50.6 jk
Lolita	56.6 ghi	59.5 fgh	64.8 abcde	67.9 abcd	69.2 a	63.8 bcdef	48.5 k

Değişik harflerle (a-k) gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılıklar vardır (p< 0.05)  
There are significant differences between the averages indicated by different letters(a-k)

kg/da, Kuşvuran ve Tansı (2004)'nin Çukurova koşullarında yürüttükleri araştırmada elde ettikleri 1187.09 – 1493.21 kg/da, Parlak (2005)'in Çukurova şartlarında yaptığı çalışmada elde ettiği 1243.23 kg/da, Darvishi (2009)'nin Ankara'da almış olduğu 1643.2 kg/da, Kesiktaş (2010)'in Karaman şartlarında elde ettiği 737.8 kg/da ve Kuşvuran ve ark. (2014)'nin Çankırı'da yapmış oldukları araştırma da aldıkları 630 kg/da kuru ot verimi ile uyumlu olmadığı tespit edilmiştir. Araştırmada kontrolden sonra ilk üç dozda elde edilen kuru ot verim ortalama artış oranı (%38.59), Akgül (2001)'in aynı bölgede yaptığı araştırmada uyguladığı 5, 10 ve 15 kg/da azot dozu uygulaması sonucu elde ettiği yeşil ot verim ortalama artış oranı (%31.95)'dan daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 6'da verilen azot dozu x çeşit interaksyonu yönünden ortalama bitki boyu 48.5 cm ile 69.2 cm arasında değişim göstermiştir. En uzun bitki boyu her üç çeşitte de 16 kg/da azot dozu uygulamasında elde edilmiştir. En kısa bitki boyu yine her üç çeşitte de 24 kg/da azot dozu uygulamasında görülmüştür (Çizelge 6).

Araştırmada incelenen özelliklerden yeşil ot verimine ilişkin yıl x azot dozu interaksyonu istatistiksel olarak önemli ( $p<0.01$ ) olmuştur. Yeşil ot verimleri incelendiğinde, en yüksek 4, 8 ve 12 kg/da azot uygulamalarından sırasıyla 2105.0, 2196.0 ve 2240.5 kg/da olarak elde edildiği görülmektedir. En az yeşil ot verimi ise dekara 24 kg azot dozu uygulamasından alınan 1319.1 kg/da yeşil ot veriminden daha az olarak elde edilmiştir (Çizelge 7).

Kuru ot verimine ilişkin yıl x azot dozu interaksyonu incelendiğinde en yüksek kuru ot veriminin 4, 8 ve 12 kg/da azot dozu uygulamasından sırasıyla 509.1, 532.5 ve 540.1 kg/da olarak elde edildiği, en düşük kuru ot veriminin ise kontrol uygulaması değeri olan 302.9 kg/da kuru ot veriminden daha düşük olarak 24 kg/da azot uygulamasından 218.2 kg/da kuru ot ürünü alındığı gözlemlenmiştir (Çizelge 8).

### Sonuç

Bu çalışma, Orta Anadolu bölgesinde kuru (sulama yapılmaksızın) şartlarda İtalyan çimi yetiştiriciliğinde daha yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek için kullanılması gereken azotlu gübre miktarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. İki farklı yılda yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre benzer şartlarda yapılacak yetiştiricilikle ilgili aşağıdaki önerilere ulaşılmıştır. Yağışın daha az olduğu ekolojilerde veya dönemlerde, 4 veya 8 kg/da azotlu gübre kullanmak, verimi önemli derecede attırmaktadır. Azotlu gübrelerin daha fazla verilmesi, verim ve kaliteye etki eden özelliklerde anlamlı bir yükselme sağlamadığı gibi, genel olarak yüksek azotlu gübre dozları İtalyan çiminde yem verimini azaltıcı etki göstermektedir. Yağışın nispeten iyi olduğu ekolojilerde veya dönemlerde 8 kg/da azotlu gübre kullanmak birim alandan en yüksek kuru ot verimi alınmasını sağlamıştır. Yüksek dozlarda (20 ve 24 kg/da) verilen azotlu gübreler, İtalyan çiminin ot verimini olumsuz yönde azaltıcı bir etkiye sahip olmuştur.

Çizelge 7. İtalyan çimi çeşitlerinde farklı azot dozu uygulamalarında yeşil ot verimine ilişkin yıl x azot dozu interaksyonu

Table 7. Interaction between nitrogen and cultivars related to herbage yield at different doses of nitrogen application in Italian ryegrass cultivars

Yıl	Azot dozu (kg/da)						
	0	4	8	12	16	20	24
2008	1319.1 efg	1749.3 bcd	1667.5 cde	1569.7 de	1362.6 ef	1125.3 fgh	928.8 h
2009	1436.0 def	2105.5 ab	2196.0 a	2240.5 a	1937.5 abc	1498.5 de	962.0 bgh

Değişik harflerle (a-h) belirtilen ortalamalar arasında önemli farklılıklar vardır ( $p<0.01$ )

There are significant differences between the averages indicated by different letters(a-h)

Çizelge 8. İtalyan çimi çeşitlerinde uygulanan farklı azot dozlarının kuru ot verimine ilişkin yıl x azot dozu interaksyonu

Table 8. Interaction between year and nitrogen dose belong to hay yield on different nitrogen doses in Italian ryegrass cultivars

Yıl	Azot dozu (kg/da)						
	0	4	8	12	16	20	24
2008	302.9 def	399.0 bc	379.2 bcd	355.6 cde	324.2 cde	278.3 ef	218.2 f
2009	343.3 cde	509.1 a	532.5 a	540.1 a	460.8 ab	362.2 cde	230.5 f

Değişik harflerle (a-f) belirtilen ortalamalar arasında önemli farklılıklar vardır ( $p<0.01$ )

There are significant differences between the averages indicated by different letters(a-f)

## Teşekkür

Bu çalışma Ergül Çolak tarafından Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalında yapılan doktora tezinin bir kısmını kapsamaktadır. Tez İzleme Komitesi üyeleri; Prof. Dr. Cengiz Sancak, Prof. Dr. İbrahim Çiftçi ve Prof. Dr. Hayrettin Kendir'e teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Açıköz E., 2001. Yem bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları 182, VİPAŞ Yayın No.58, Bursa, 180-187
- Akgül F., 2001. Ankara şartlarında farklı sıra aralığı ile ekim ve azotla gübrelemenin tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* Lam.)'in ot verimi ve kalitesine etkileri. Yüksek lisans tezi (Basılmamış). Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Çanakkale
- Akgün İ., Tosun M. and Şengül S., 2008. Comparison of agronomic characters of *Festulolium*, *Festuca pratensis* Huds. and *Lolium multiflorum* Lam. genotypes under high elevation conditions in Turkey. Bangladesh Journal Botany 37(1):1-6
- Altın M., Orak A. ve Tuna M., 1994. Farklı ekim normu ve sıra arası mesafenin İtalyan çiminin (*Lolium multiflorum* Lam.) önemli bazı verim ve verim unsurları üzerine etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(1-2):183-187
- Anonim, 2009. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. Aylık iklim rasat cetveli Ankara
- Anonim, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 20.02.2014)
- Avcioğlu R. ve Geren H., 1996. Yem Bitkileri. Hasat yayıncılık, İzmir
- Bakır Ö., 1970. Buğdaygil Yem Bitkileri. Hasat yayıncılık, İzmir
- Bakır Ö., 1985. Çayır ve Mera Islahı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 947, Ankara
- Bakır Ö., 1987. Çayır Mera Amenajmanı Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 992, s. 308 Ankara
- Başbuğ S., 1990. Bursa şartlarında bazı çok yıllık ve tek yıllık buğdaygil yem bitkilerinin ot verimi ve kalitesi üzerine araştırmalar. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmıştır) Bursa
- Baytekin H., Kızılsimşek M. ve Demiroğlu G., 2009. Çim ve Ayrık Türleri s. 561-572. Editör: R. Avcioğlu, R. Hatipoğlu, Y. Karadağ. Yem Bitkileri Genel Bölüm Cilt III. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, İzmir
- Çelen A. E., 1991. Ege bölgesi koşullarında İtalyan çimi (*Lolium multiflorum* var. *westerwoldicum*)'nden yararlanma olanakları. Türkiye 2. Çayır Mera ve Yem Bitkileri Kongresi (28-31 Mayıs 1991), Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 424-429
- Darvıshı A., 2009. Bazı tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* L.) çeşitlerinin morfolojik özellikleri ve yem verimleri. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara
- Demiroğlu G., Avcioğlu R., Kır B., Geren H., Budak B. ve Kavut Y.T., 2007. Bazı buğdaygil yem bitkileri çeşitlerinin Akdeniz iklim koşullarındaki performansları üzerine bir araştırma. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007, Erzurum
- Ehlig C.F. and Hagemann, R.V., 1982 Nitrogen management for irrigated annual ryegrass in Southwestern United States. Agronomy Journal, 74(5); 820-823
- Elçi Ş., 1978. Çim (*Lolium*) tarımı. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü yayınları. A. 160. Ankara
- Eraç A. ve Ekiz H., 1985. Yem bitkileri yetiştirme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1164. Ankara
- Eraç A. ve Ekiz H., 1986. Çayır Mera Amenajmanı Uygulama Kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:990. Ankara
- Eraç A. ve Ekiz H., 1990. Yem bitkileri yetiştirme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 964. Ders Notu. 16. Ankara
- Erkun V., 1954 Çayır Mera Bitkilerinin Tohum Üretme Usulleri. Hayvancılık Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Ankara
- Erkun V., Bakır Ö. ve Alınoğlu N., 1960. Çayır, Mera ve Yem Nebatları. Ziraat Vekaleti Meslek Kitapları Serisi D-12, Ankara
- Eyüpoğlu F., 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak-Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Genel Yayın No:220, Ankara
- Gençkan M.S., 1983. Yem Bitkileri Tarımı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir
- Genç-Lermi A., 2009. Bartın ili orman içi meralarının ot verimi ve kalitesi ile botanik kompozisyonu üzerine azotlu ve fosforlu gübrelerin etkileri. Doktora tezi Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Ankara
- Güneş A., Alpaslan M. ve İnal A., 2010. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi ders kitabı 533. Yayın no:1581. Ankara



- Işık B.S., 1990. Değişik azot dozlarının doğal çayırın yem verimi ve botanik kompozisyonuna etkileri üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Ankara
- Kallenbach R., Massie M. and Crawford R., 2003. Nitrogen fertilization strategies for annual ryegrass pastures. University of Missouri Extension
- Karakurt E. ve Ekiz H., 1991. İskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum* L.) ile İtalyan çimi (*Lolium multiflorum* Lam.) karışım oranlarının ot verimine etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1999 44(1-2):97-104
- Kesiktaş M., 2010. Karamanda farklı ekim zamanları ve azotlu gübre dozu uygulamalarının İtalyan çimi (*Lolium multiflorum westervoldicum* caramba)'nin yem verimlerine etkileri. Yüksek lisans tezi Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Adana
- Kuşvuran A. ve Tansı V., 2004. Çukurova koşullarında farklı sıra aralıklarının tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* cv. caramba)'in ot ve tohum verimine etkisi üzerine bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi ZF/2002/BAP/72 Nolu Proje Sonuç Raporu. Adana, s.53
- Kuşvuran A., Kaplan M. ve Nazlı R. İ., 2014. Effects of ratio and row spacing in hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) and annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) intercropping system on yield and quality under semiarid climate conditions. Turkish Journal of Field Crops. 19(1):118-128
- Özkul H., Kırkpınar F. ve Tan K., 2012. Ruminant beslemede Karamba (*Lolium multiflorum* cv. caramba) otunun kullanımı. Hayvansal Üretim, 53(1):21-26
- Parlak E.L., 2005. Çukurova koşullarında bakla (*Vicia faba* L.)'nın arpa (*Hordeum vulgare* L.) triticale (*Triticale*), buğday (*Triticum aestivum* L.) ve tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* Lam.) ile karışımlarının biomas üretim kapasitelerinin saptanması üzerine bir araştırma. Yüksek lisans tezi Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Adana
- Sağlamtimur T., Gülcan H., Tükel T., Tansı V., Anlarsal A. E. ve Hatipoğlu R., 1986. Çukurova koşullarında yem bitkileri adaptasyon denemeleri. Buğdaygil yem bitkileri. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(3):26-37
- Sağlamtimur T., Tansı V. ve Baytekin H., 1988. Yem bitkileri yetiştirme. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:74. s:238, Adana
- Schoth H.A. and Veihing R.M., 1951. The Ryegrass Forages. Chapter, 28 336-340
- Schoth H.A., 1953 Forages Iowa State Collage. Collage Pres. Ames Iowa
- Serin Y. ve Gökkuş A., 1993. Buğdaygil yem bitkileri uygulama kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi 154, Erzurum
- Serin Y., Tan M. ve Şeker H. 1996. Azotla gübreleme ve ekim oranının tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* Lam.)'de ot ve ham protein verimi ile otun ham protein oranına etkileri. Türkiye 3. Çayır Mera ve Yem Bitkileri Kongresi. 17-19 Haziran, Erzurum, 732-738
- Serin Y. ve Tan M., 1999. Buğdaygil Yem Bitkileri Tarımı, Çayır Mera Amenajmanı ve İslahı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları:1. 35-39 Ankara
- Tayar M., 2010. Beslenmemizde Hayvansal Gıdaların Yeri ve Önemi. www.abvizyon.com (Erişim tarihi 24.02.2010)
- Thomas J.O. and Davies L.J., 1964. Common British Grasses and Legumes. Longmans, Gren and Co. Ltd. London
- Türemen S., 1988. Çukurova koşullarında kışlık ara ürün olarak İtalyan çiminin bazı baklagil yem bitkileri ile karışım halinde yetiştirme olanakları üzerine araştırmalar. Doktora Tezi (Basılmamış), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- Ürem A., 1985. Türkiye'de önemli yem bitkilerinin üretimi, yetiştirilmesi ve bazı tescilli çeşitlerin özellikleri ile tohumluk sorunları. Ege Bölge Ziraat Araştırma Enstitüsü Yayınları:58. İzmir
- Wheeler W.A., 1950 Forage and Pasture Crops D, Van Nostrand Company, Inc., Newyork, 59(2):53
- Zabunoğlu S. ve Karaçal İ., 1986. Gübreler ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:993. Ankara

## Eskişehir Meralarında Otlatmanın Planlamasında NDVI Verilerinin Kullanılması

\*Celalettin AYGÜN, A. Levent SEVER, İsmail KARA  
İlker ERDOĞDU, A. Kadri ATALAY

Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir  
\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): aydadas@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 30.03.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 29.04.2016

### Öz

İl meralarında bitki örtüsünün 10'ar günlük aralıklarla yoğunluğunun dağılımı, vejetasyonun büyümeye başlama, en yüksek yoğunluğa erişme, buna bağlı olarak otlatmaya başlama ve son verme tarihleri gibi mera yönetiminin zamana bağlı olarak değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada SPOT-Veg NDVI verileri kullanılmıştır. Bu veriler VAST yazılımı ile analiz edilmiş olup buna göre vejetasyon aktivitesi şubat ayının son haftasında (7. periyotta) başlamış, pik noktaya Mayıs ayının birinci ve ikinci haftasında (14. ve 15. periyotlarda) ulaşmıştır. Temmuz ayının son haftasına kadar devam etmiş ve 20. dönemden sonra tedrican azalmaya başlamıştır. Eskişehir ilinde meraların ortalama otlatma gücü 0.81 hektara hayvan otlatma sayısı (HOA) olarak hesaplanmıştır. Buna göre mera vejetasyonunun yıl içerisindeki değişimi izlenerek meraların yönetiminde kullanılabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** NDVI, uzaktan algılama, mera, bitki örtüsü, otlatma zamanı

### Use of NDVI Data on Planning of Grazing in Eskişehir Grasslands

#### Abstract

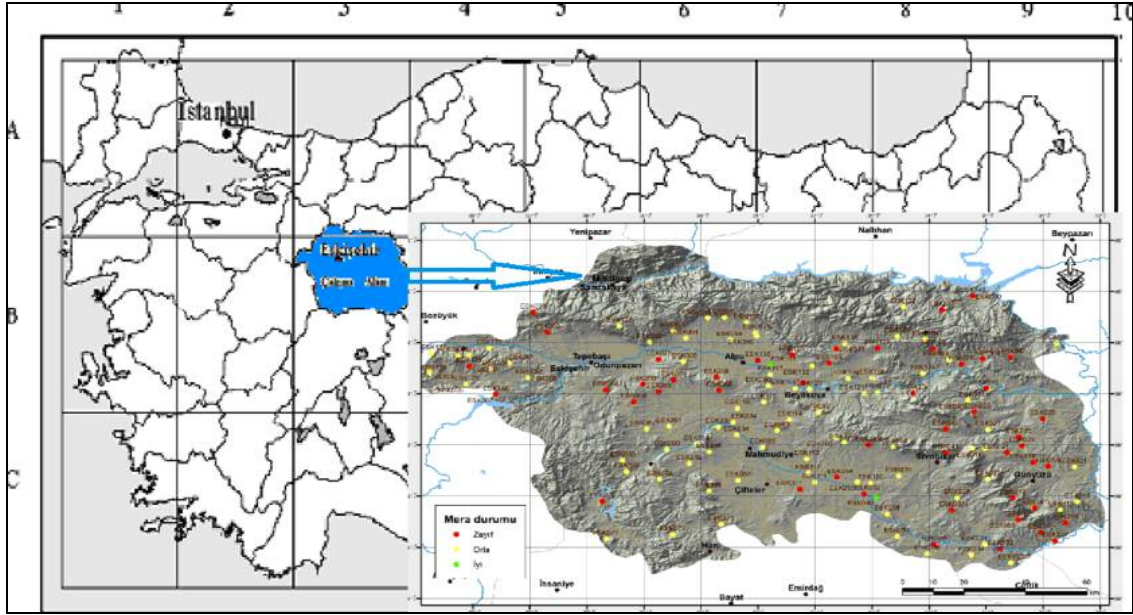
The aim of the study is to determine change of grassland management depending on the time, such as distribution of vegetation intensity with 10-days intervals, time of vegetation growth start and reach of highest density and grazing starting and ending dates. SPOT-Veg NDVI data were used in the study. These data were analyzed by VAST software. Accordingly, vegetation activity started in the (period 7) and reached the highest point in the first and second week of May (period 14.15). Vegetation activity continued, but gradually decreased until second week of July (period 20). Average grazing capacity of rangelands in Eskişehir Province was calculated as livestock grazing number per 0.81 hectare. Accordingly, it was concluded that monitoring data of rangeland vegetation during the year can be used in rangeland management.

**Keywords:** NDVI, remote sensing, grassland, vegetation, grazing date

#### Giriş

NDVI (normalize edilmiş bitki indeksi) ile ilgili ilk zamansal kompozit veriler 1980'lerin başlarında kullanılabilir hale gelmiş ve zamanla bu serinin geniş çaplı/çok amaçlı kullanımı ortaya çıkmıştır. Ekolojik çalışmalar yanında meraların uzaktan algılanması çalışmalarında; meraların haritalanması, izlenmesi ve sınıflandırılması ile meralardaki değişimin analizi olarak kabaca üç grupta üzerinde çalışılmış, ikinci grupta çalışmalar bilinen mera alanlarındaki çalışmaların izlenmesi, mera türlerinin analizi, biokütle tahmini, stres algılama, yangın riski gibi geniş bir tematik alan içermiştir. Arazi yüzeyinin ve geniş

alanların dinamik değişiminin (bitki örtüsünün) analizi özellikle mevsimsel değişim ve bitki canlılığındaki uzun vadeli değişim ağırlıklı olarak NDVI verileri kullanılarak incelenmiştir. NDVI zaman serisi biomas, tüm üretim öğeleri, bitki fenolojisi, sezonlar arası değişim ve en yaygın olarak mevsimselliği karakterize etmenin yanında mera hayvan ilişkilerinin incelenmesi için kullanılmıştır (Pettorelli et al. 2005; Halabuk 2011; Beck et al. 2008). Belirli bir zaman sürecinde kanopideki klorofil miktarı, bitkinin yeşil olan ve olmayan değişkenlerinin fonksiyonu olarak yorumlanabilir.



Şekil 1. Eskişehir mera alanları haritası

Figure 1. Map of Eskişehir showing grassland areas

Bitkilerin spektral özellikleri, kendi fenoloji takvimleri içinde değişim göstermektedir. Mera vejetasyonunda da topografyadaki değişime ve iklime bağlı olarak bio-küttele değişiklikler meydana gelmektedir.

Bitki örtüsü indisleri kullanılarak bitki örtüsü miktarı ve dağılımı belirlenebilir. En yaygın kullanılan bitki örtüsü indislerinden biri normalize edilmiş bitki indeksi (NDVI) olup, yakın kızıl ötesi ve kırmızı bölgede algılama yapmış olan bantlardan faydalanılarak hesaplanır. Oran sonucu piksel değeri parlaksa; sağlıklı bitki örtüsü miktarı daha çoktur. Farklı tarihlerde elde edilen NDVI görüntüleri kullanılarak, bitki örtüsünün mevsimsel değişimleri ortaya konulabilmekte, bitki örtüsü değişimi ile iklim arasındaki ilişki kurulabilmektedir. Kızıl ötesi ve kırmızı bölgede algılama yapan her uydu sisteminden NDVI bilgileri türetilebilmektedir.

Bir bölgedeki meralarda NDVI değerinin yüksek olması o merada bitki yoğunluğunun fazla olduğu ve yine buna bağlı olarak bitki kaplama oranı yüksek erozyon etkisinin az olduğu şeklinde yorumlanabilir. Genel bir kabul olarak yüksek NDVI değerine sahip meraların daha iyi olduğu söylenebilir. Ancak ortamdaki bitki yoğunluğunu oluşturan türlerin mera açısından arzu edilmeyen türlerden de oluşabileceği göz ardı edilmemelidir.

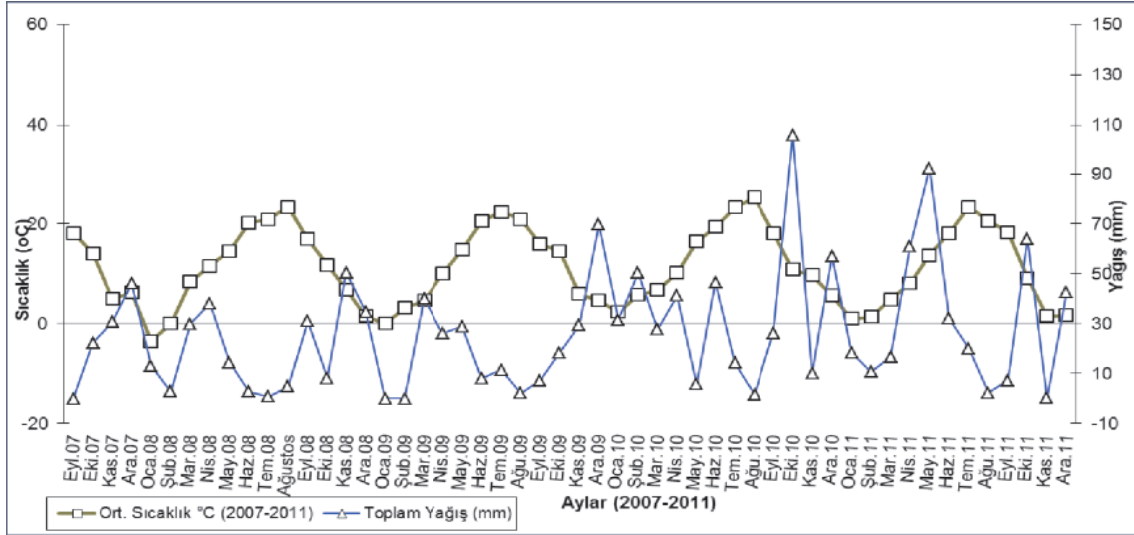
NDVI verileri ile meraların vejetasyon

değişiminin izlenmesinde bitkilerin NDVI piksel değeri özellikleri mevsime bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Mera yönetimi yanında topografyadaki farklılıklar ve iklim faktörleri de vejetasyonda değişiklikler meydana getirmektedir. Vejetasyonun yeşermesinden sararmasına kadar olan bu değişimler vejetasyon indeksleri yardımıyla tespit edilerek izlenebilmektedir. Bu amaçla uydu görüntülerinden oluşturularak elde edilen normalleştirilmiş vejetasyon indeksi en sık kullanılan yöntemlerden biridir. NDVI arazide bulunan fotosentetik olarak aktif biokütlenin miktarını göstermektedir.

Dünya'da otlatılarak değerlendirilen gerçek doğal meralar yaklaşık 3.357 milyar ha. alan ile dünya kara alanlarının %26'sına karşılık gelmektedir. Mera alanları ülkemizde 14.616.687 ha. Orta Anadolu bölgesinde ise 4.902.000 ha. ile geniş bir yer kaplamaktadır (Altın ve ark. 2011).

Eskişehir mera alanları, Orta Anadolu ve Marmara bölgeleri arasında batı geçit bölgesinde kurak ve yarı kurak mera ekosistemi özelliğindedir.

Eskişehir ilinin toplam yüzölçümü 1.347.971 ha. olup, bunun 581.610 ha'lık (%43.1) kısmı işlenen tarım arazisi 337.178 ha'lık (%25.0) kısmı ormanlık ve fundalık alan, 320.966 ha.'lık (%23.8) alan ise mera alanı olarak 22.914 ha. (%1.7) daimi çayır ve



Şekil 2. Eskişehir 2007-2011 yılları arası iklim değerleri

Figure 2. Long-term meteorological data of 2007-2011 years in Eskişehir

tarıma elverişsiz arazi (taşlık, bataklık, çorak vb. arazi) 289.722 ha. (%21.5) şeklinde dağılım göstermektedir (Anonim 2016). Eskişehir ili, Davis, (1965)'in Türkiye kareleme sistemine göre A3 ve B3 kareleri içerisinde İran-Turan flora bölgesinde yer almakta olup (Şekil 1), çalışma alanı meraların yüksekliği 515-1319 m. arasında değişmekle birlikte ortalama 946.8 m'dir (Aygün ve ark. 2013). Uzun yıllar ortalama yağış 347.1 mm. ve uzun yıllar ortalama sıcaklıklar ise 13.7°C olup, 2007-2011 yılları arası aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerleri Şekil 2'de verilmiştir (Anonim 2011).

Bitki örtme oranları ile NDVI değerleri arasında ve kızıl ötesi ışın kullanımları arasında da yüksek regresyon saptanmıştır (Genç ve ark. 2008). NDVI endeksleri ile farklı bitki rotasyonları, sulama sistemleri ve gübre uygulamaları için algoritmalar geliştirilebileceği ve bu tür uygulamalar için kullanılabileceği bildirilmiştir (Yin et al. 2010). Optik algılamalar bitkilerin ihtiyacı olan gübre uygulamaları için hassas ölçüm yöntemlerinden olup, maliyeti en aza indiren bir araç olarak değerlendirilmiştir (Raun et al. 2001; Raun et al. 2002; Teal et al. 2006; Tubana et al. 2008). Bu değişik çözümlükteki teknoloji ile gübre uygulamalarının da aynı hassasiyette kullanılabileceği bildirilmiştir. Bu uygulamaların daha çok tarla bitkileri üzerine yoğunlaşarak verimlerde %15'lere varan

artışlar sağladığı belirtilmiştir (Raun et al. 2002).

Uzaktan algılama verileri ile bitki klorofil içeriğinin tahmin edilmesi amacıyla kullanılan yöntemler, yakın kızıl ötesi ve kırmızı ışık bandında algılanan uydu verilerine dayanmaktadır. NDVI temel olarak, sağlıklı bitki örtüsünden yansıyan radyasyonun, diğer tüm kaynaklardan yansıyan radyasyona oranıdır.

Tarımın yoğun olduğu bölgeler gözlemlendiğinde, düşük NDVI değerlerine sahip alanlar kuraklık, aşırı rutubet, hastalık ve zararlılar gibi çeşitli nedenlerle zayıf bitki gelişiminin olduğu alanları işaret etmektedir. Yüksek NDVI değerleri ise sağlıklı bitki gelişiminin olduğu alanları göstermektedir.

Çevresel ve doğal kaynakların yönetimi, küresel ve bölgesel arazi örtüsü/kullanımı değişimlerinin belirlenmesi gibi bir çok uygulama yanında global olarak hazırlanmış olan arazi örtüsü verileri kullanılmaktadır (Sertel 2008; Pitman 2003; Sellers et al. 1996; Skole and Tucker 1993; Sertel ve Örmeci. 2009; Loveland et al. 2000).

### Materyal ve Yöntem

NDVI= (IR-RED)/(IR+RED) formülünde belirtildiği gibi bu iki dalga boyunun matematiksel modellemesi ile oluşturulan vejetasyon indeksi (NDVI) bitkilerin canlı biyokütle miktarı ve yaprak alan indeksi değerinin ana göstergesi olarak kabul edilir ve yetiştirme döneminde bitki gelişiminin izlenmesi

ve verim tahmini amacıyla kullanılır. NDVI indeks değerleri teorik olarak (-1) ile (+1) arasında değişir. Yeşil bitki örtüsünün fazla olduğu alanlarda indeks değeri +1'e doğru yaklaşırken, bulutlar, su ve kar düşük (eksi) NDVI indeks değerlerine neden olur. Çıplak toprak ve zayıf vejetasyon ise sifıra yakın NDVI değeri gösterir.

Mera vejetasyonunun yıl içerisinde gelişimini izlediğimizde kışın indeks değerleri 0 ve -1'e yakın iken ilkbaharda bitki örtüsünün canlanması ile indeks değerleri artmakta ve daha sonra yaz kuraklığı ile tekrar azalarak çan eğrisine benzer bir değişim göstermektedir. SPOT-VEG verileri 1 km'lik mekânsal çözünürlüğe sahip olduklarından hem küresel hem de bölgesel çalışmalarda sıklıkla kullanılabilir. Bu çalışmada Dünya Gıda Örgütü'nün (FAO), vejetatif gelişimin izlenmesi amacıyla yürüttüğü ARTEMIS projesi kapsamında kullandığı SPOT-VEG uydu görüntülerinden üretilmiş 10'ar günlük maksimum vejetasyon indeks (NDVI) verileri kullanılmıştır.

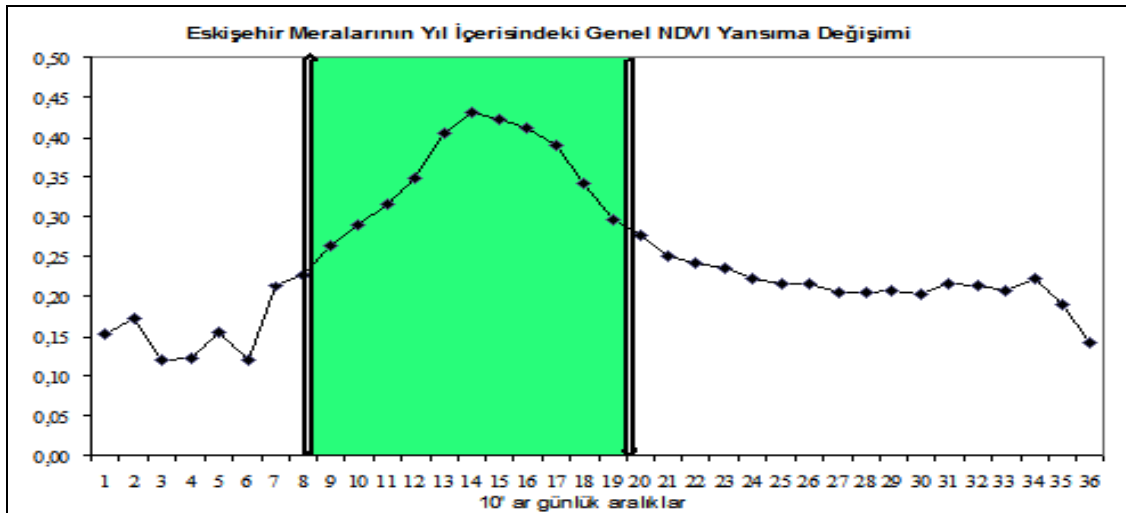
1999–2009 yıllarına ait 10 yıllık, 10'ar günlük SPOT-VEG (1km<sup>2</sup>) uydu görüntülerinden elde edilen NDVI görüntüleri bu analiz için kullanılmıştır. Bu görüntüler her yıl için 36 adet olup yılın her on günlük dilimini temsil etmektedir. 10 yıllık görüntüler kullanılarak her bir on günlük dönemler için bir ortalama görüntü üretilmiştir. 10 yılı temsil eden bu görüntüler üzerine gidilen mera duraklarına ait koordinatlar bindirilerek her bir

mera noktasının görüntüdeki NDVI piksel değeri alınmış ve mera ziyaretlerinden elde edilen koordinat verileri kullanılarak farklı bölgeler için mera vejetasyonunun takibi yapılmıştır. Daha sonra bu noktaları temsil eden NDVI değerlerinin aritmetik ortalaması alınıp grafikler ve tablolar üretilmiştir. NDVI grafikleri yardımıyla mera durum ve kalitesi yorumlanmış, ayrıca otlatma yönetimi de belirlenmeye çalışılmıştır. Uzaktan algılanmış veriler kullanılarak yeryüzü özellikleri hakkında hızlı, ekonomik ve güncel bilgiler üretilebilmekte, uydu sistemleri ile gerek geçmişin gerekse mevcut durumun analizine yönelik olarak çok zamanlı veri elde edebilme imkânı sağlanmaktadır (Sertel ve Örmeci 2009; Saroğlu 2004).

### Bulgular ve Tartışma

Otlatma yönetiminin NDVI grafikleri ile meralara göre değerlendirilmesinde Eskişehir genel, iyi, orta ve zayıf meraları için 10'ar günlük dönemler halinde NDVI indeks değerleri hesaplanmış olup, açık yeşilden koyu yeşile doğru renkler vejetasyon canlılığında normale göre artış olduğunu göstermektedir.

Belirli bir zaman sürecinde kanopideki klorofil miktarı, bitkinin yeşil olan ve olmayan değişkenlerinin fonksiyonu olarak yorumlanabilir. Bitkilerin spektral özellikleri, kendi fenoloji takvimleri içinde değişim göstermektedir. Mera vejetasyonunda da topografyadaki değişime ve iklime bağlı olarak bioküttele değişiklikler meydana



Şekil 3. Eskişehir meralarının yıl içerisindeki 10'ar günlük NDVI piksel değeri değişimi

Figure 3. Ten-day-pixel values reflection changes on NDVI in Eskişehir grasslands

gelmektedir. Ülkemizin çok farklı topoğrafik ve iklimsel değişkenliğe sahip olması mera vejetasyonu takviminde (vejetasyon başlangıcı, en yüksek seviye vb.) farklılıklar oluşturmaktadır.

NDVI zaman serisi grafiklerinden faydalanılarak mera vejetasyonundaki mevsimsel döngü zamana bağlı olarak izlenebilir. Bir bölgedeki meralarda otlatmaya başlama ve otlatmaya son verme tarihlerine karar verirken NDVI bilgisinden yardımcı veri olarak faydalanılabilir (Koç ve Gökkuş 1999; Terzioğlu ve Yalvaç 2004). Ekili alanlarda bitki gelişimini takip etmek için uydu verileri kullanılmaktadır (Karayusufoğlu ve ark. 2011).

Eskişehir meralarının geneline bakıldığında; beklendiği gibi kış aylarında özellikle Aralık, Ocak ve Şubat aylarında NDVI değerleri en düşük olmuştur. Bunun nedeni; 2010 yılı dışında toplam yağış ve sıcaklıklar düşük olduğundan kış aylarında vejetasyonun uykü döneminde olması arazide çıplak toprak, taş ve kar örtüsünün hâkim olmasıdır. İndeks değerlerinin genellikle 7. on günlük dönemde yani Şubat sonu Mart ayının birinci haftasında yükselmeye başladığı görülmektedir. Bu dönemlerde hem sıcaklık hemde yağış nispeten artmaktadır. Bu durum meralarda ilkbahar dönemi vejetasyon aktivitesinin başladığını göstermektedir (Şekil 3).

NDVI indeks değerleri 14. ve 15. dönemde yani Mayıs ayının başından itibaren en yüksek değerlere ulaşmış olup, bu değerler Temmuz ayının son haftasına kadar devam etmiş ve 20. dönemden sonra nispeten azalmaya başlamıştır. İlkbahar yağışlarını alan mera alanları sıcaklığın yükselmesiyle bereber vejetasyonda artış başlamıştır. NDVI grafiklerine baktığımızda meralara göre değişmekle birlikte en yüksek NDVI piksel değeri 14. ve 15. Dönem (Mayıs ayı ortaları) erişilmekte olup otlatma başlangıç tarihleri olarak 9. ve 10. Dönem (Mart ayı sonu, Nisan ayı başı) alınabilir. Durumun genel değerlendirilmesinde; Eskişehir meralarının yüksek NDVI değeri gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 1).

İyi meralar için oluşan NDVI değerleri 0.13-0.42 arasında değişmiş (Tablo 2), Redis mera durum sınıfına göre Eskişehirde 15 adet iyi meranın vejetasyonun gelişmesi Mart ayı başı, yani 7. dönemde gelişmeye başlamış

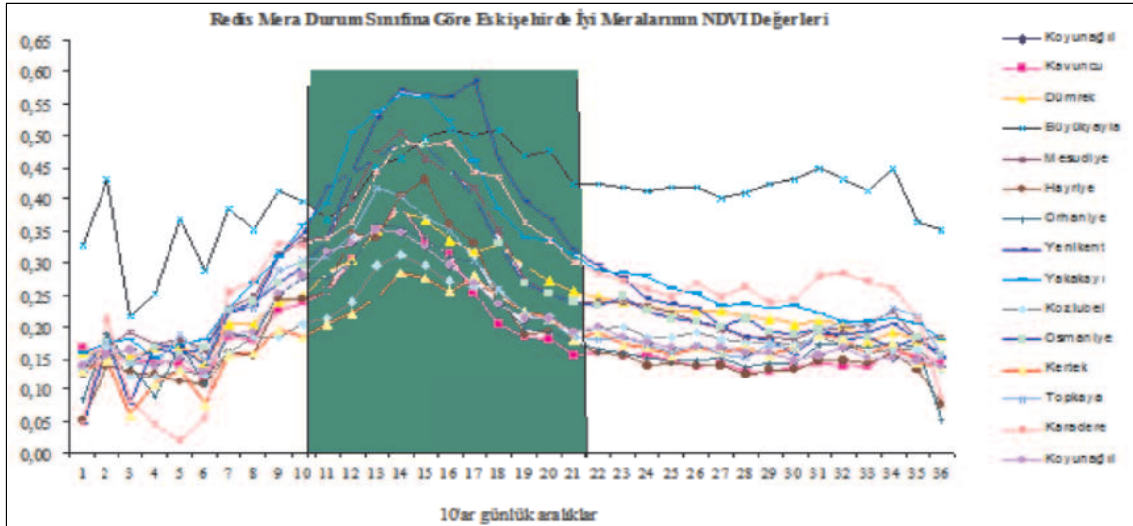
olup (0.21) bu dönem vejetasyonun yarısına ulaşıldığı dönem olmaktadır. Bu dönemde toplam aylık yağışla birlikte sıcaklıkta artmakta dolayısıyla vejetasyon uyanmaktadır (Şekil 4).

Otlatma olgunluğuna Mart ayı sonu, Nisan ayı başına 9. 10. ve 11. dönemlerde ulaşmakta olup, Nisan ayındaki sıcaklık ve yağış ortalamasının üzerinde seyretmektedir. 2010 yılı dışında Mayıs ayı yağışı uzun yıllar ortalamalarında olup sıcaklıkta sürekli yükselme eğilimi göstermektedir. Mayıs ayı ortalarında 14. dönemde en yüksek (0.42) seviyesine ulaşmaktadır. Nisan ayının son haftasından (12. dönem), Haziran ayının ikinci haftası (17. dönem) arasında yükselmekte ve Haziran ayının son haftasından (18 dönem) Ağustos ayının ikinci haftasına (23. dönem) kadar çok fazla değişmeden kalmaktadır. Bu dönemlerde

Çizelge 1. Eskişehir meralarının 10 günlük dönemsel NDVI piksel değeri değişimi

Table 1. Ten-day- pixel values changes on NDVI in Eskişehir grasslands

Aylar	Haftalar	Genel Mera
Ocak	1	0.13
	2	0.16
	3	0.11
Şubat	4	0.13
	5	0.15
	6	0.12
Mart	7	0.20
	8	0.21
	9	0.25
Nisan	10	0.28
	11	0.30
	12	0.34
Mayıs	13	0.38
	14	0.41
	15	0.40
Haziran	16	0.38
	17	0.35
	18	0.31
Temmuz	19	0.26
	20	0.25
	21	0.23
Ağustos	22	0.22
	23	0.22
	24	0.20
Eylül	25	0.20
	26	0.20
	27	0.19
Ekim	28	0.19
	29	0.19
	30	0.18
Kasım	31	0.20
	32	0.20
	33	0.19
Aralık	34	0.20
	35	0.17
	36	0.14



Şekil 4. Eskişehirde iyi mera durumu sınıfına ait meraların NDVI verileri

Figure 4. NDVI data of Eskişehir grasslands occupying good conditions

ise yüksek sıcaklık ve düşük yağış vejetasyonu durağan kılmıştır. Ağustos ayı sonu, 24. dönemden itibaren ise hızla düşmeye başlamış (0.21), 2008 yılı Ekim ayı dışında alınan yağışlar nedeniyle 28. 29. ve 30. dönemde tekrar otlatma olgunluğuna ulaşarak bir aylık dönemde otlatmaya elverişli duruma ulaşmıştır.

Orta sınıf meralarda NDVI değerleri 0.10-0.40 arasında değişmiş (Tablo 3) Redis mera durum sınıfına göre 47 adet orta sınıf meralarda (Şekil 5) vejetasyonun gelişmesi Mart ayı başında (0.21) toplam vejetasyonun yarısına ulaştığı dönemde (7. dönem) başlamış ve otlatma olgunluğuna ise Mart ayı sonu (0.26) (9. dönem) de ulaşmıştır.

Nisan ayının sonu itibariyle yükselmeye başlayan vejetasyon Haziran ayının 17. dönemine kadar yükselmeye devam etmiştir. 2007-2011 yıllarında Nisan ayındaki sıcaklık ve yağış ortalamasının üzerinde seyretmekte olup, 2010 yılı dışında Mayıs ayı yağışı uzun yıllar ortalamalarında olup, sıcaklık sürekli yükselme eğilimi göstermiştir. Vejetasyon en yüksek noktaya ise Mayıs ayı ortasında (0.43), 14. dönem de ulaşmıştır. Haziran ayının son haftasından (18. dönem), Ağustos ayını ikinci haftasına kadar sabit kalmıştır. Bu dönemlerde ise yüksek sıcaklık ve düşük yağış vejetasyonun gelişmesini engellemiştir.

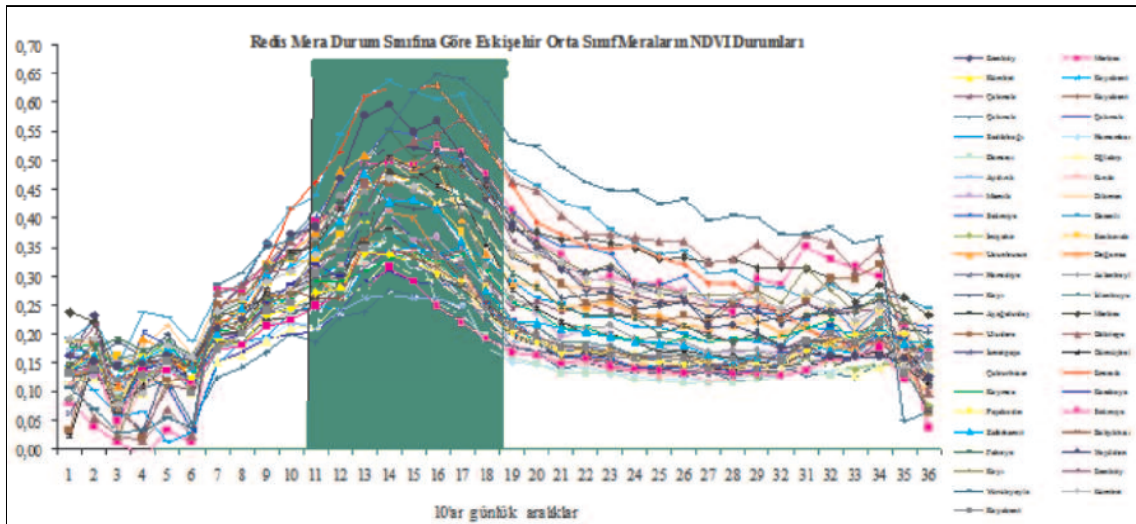
Ağustos ayı sonu (24. dönem) hızla düşmeye başlayan vejetasyon tekrar sezon başına kadar gelişme göstermemiştir.

Eskişehir'de Redis mera durum sınıfına göre çalışılan 80 adet zayıf merada (Şekil 6) NDVI

Çizelge 2. Eskişehir iyi meralarının 10 günlük dönemsel NDVI piksel değeri

Table 2. Figure 10. Ten-day-pixel values changes on NDVI in Eskişehir grasslands occupying good conditions

Aylar	Haftalar	Eskişehir
	1	0.13
Ocak	2	0.19
	3	0.14
	4	0.14
Şubat	5	0.16
	6	0.14
	7	0.21
Mart	8	0.22
	9	0.27
	10	0.29
Nisan	11	0.31
	12	0.35
	13	0.40
Mayıs	14	0.42
	15	0.41
	16	0.38
Haziran	17	0.36
	18	0.32
	19	0.27
Temmuz	20	0.26
	21	0.24
	22	0.23
Ağustos	23	0.23
	24	0.21
	25	0.21
Eylül	26	0.21
	27	0.20
	28	0.30
Ekim	29	0.29
	30	0.27
	31	0.21
Kasım	32	0.20
	33	0.19
	34	0.21
Aralık	35	0.19
	36	0.15



Şekil 5. Eskişehirde orta mera durumu sınıfına ait meraların NDVI verileri

Figure 5. NDVI data of Eskişehir grasslands occupying moderate conditions

Çizelge 3. Eskişehir orta meralarının 10 günlük dönemsel NDVI piksel değeri

Table 3. Figure 10. Ten-day-pixel values changes on NDVI in Eskişehir grasslands occupying moderate conditions

Aylar	Haftalar	Eskişehir
Ocak	1	0.14
	2	0.16
	3	0.1
Şubat	4	0.13
	5	0.14
	6	0.12
Mart	7	0.21
	8	0.22
	9	0.26
Nisan	10	0.29
	11	0.31
	12	0.35
Mayıs	13	0.40
	14	0.43
	15	0.40
Haziran	16	0.40
	17	0.38
	18	0.33
Temmuz	19	0.28
	20	0.26
	21	0.24
Ağustos	22	0.23
	23	0.22
	24	0.21
Eylül	25	0.21
	26	0.21
	27	0.19
Ekim	28	0.19
	29	0.19
	30	0.19
Kasım	31	0.21
	32	0.21
	33	0.20
Aralık	34	0.22
	35	0.17
	36	0.14

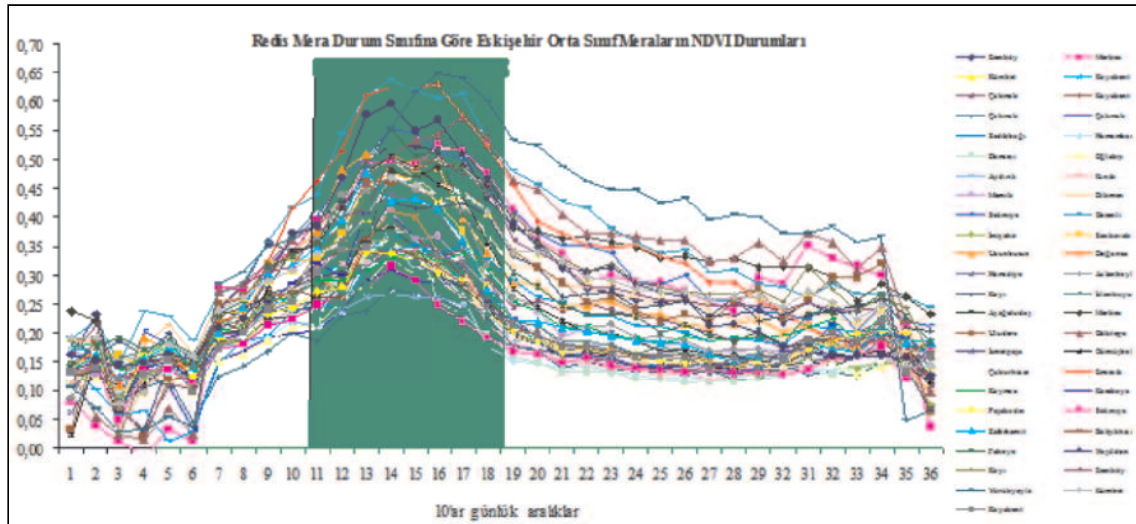
Çizelge 4. Eskişehir orta meralarının 10 günlük dönemsel NDVI piksel değeri

Table 4. Figure 10. Ten-day-pixel values changes on NDVI in Eskişehir grasslands occupying moderate conditions

Aylar	Haftalar	Eskişehir
Ocak	1	0.12
	2	0.16
	3	0.11
Şubat	4	0.13
	5	0.16
	6	0.12
Mart	7	0.20
	8	0.21
	9	0.25
Nisan	10	0.27
	11	0.29
	12	0.33
Mayıs	13	0.37
	14	0.40
	15	0.38
Haziran	16	0.37
	17	0.34
	18	0.30
Temmuz	19	0.25
	20	0.24
	21	0.24
Ağustos	22	0.21
	23	0.21
	24	0.20
Eylül	25	0.19
	26	0.19
	27	0.18
Ekim	28	0.18
	29	0.18
	30	0.18
Kasım	31	0.19
	32	0.19
	33	0.18
Aralık	34	0.20
	35	0.17
	36	0.14

NDVI: Normalized edilmiş bitki indeksi  
NDVI: Normalized Difference Vegetation Index





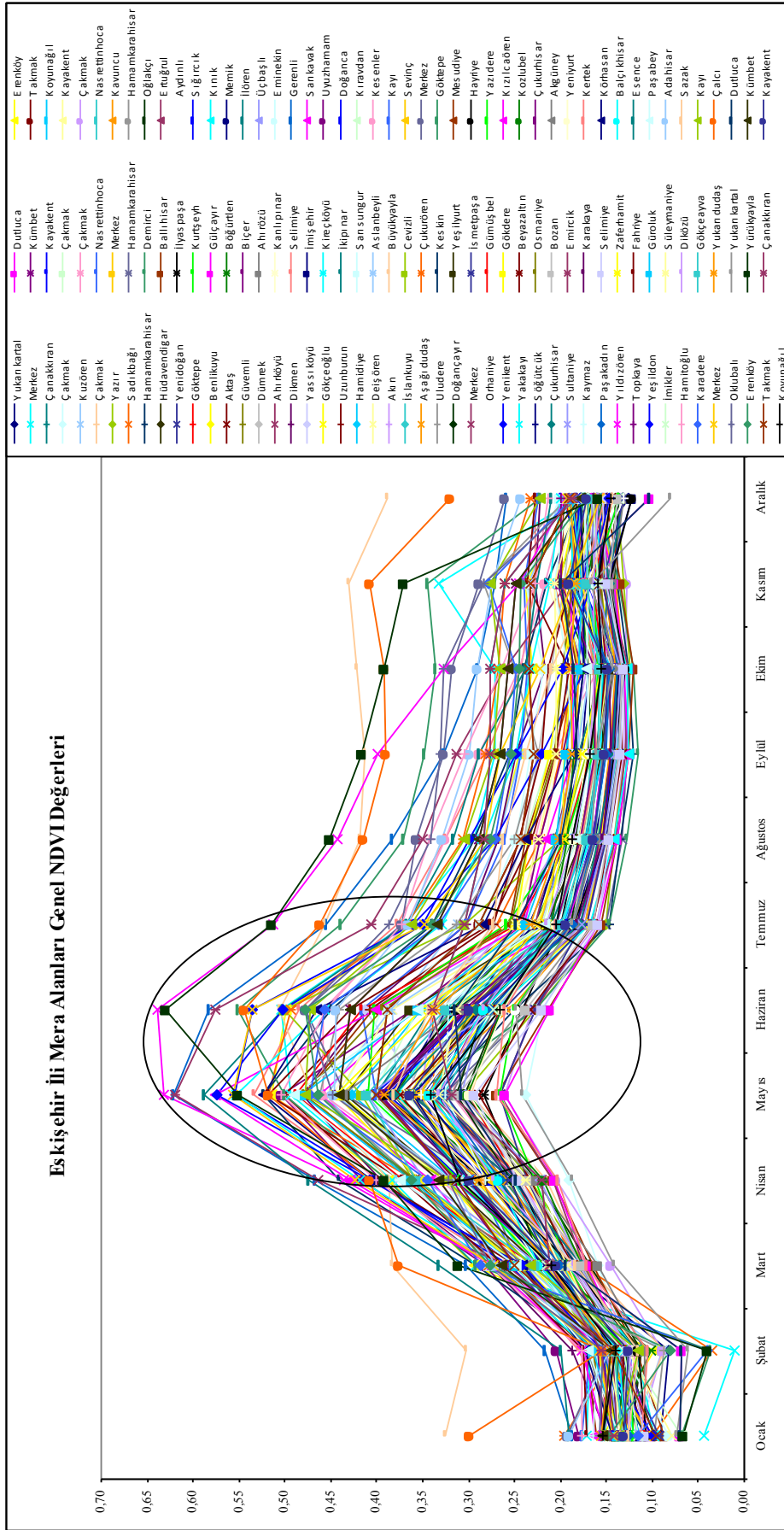
Şekil 6. Eskişehirde zayıf mera durumu sınıfına ait meraların NDVI verileri

Figure 6. NDVI data of Eskişehir grasslands occupying poor conditions

Çizelge 5. Eskişehir meralarının 10'ar günlük dönemsel NDVI piksel değeri değişimi

Table 5. Ten-day-pixel values changes on NDVI in Eskişehir grasslands

Aylar	Haftalar		Eskişehir İli Meralarının NDVI Piksel Değeri Değişimleri			
			Genel Mera	İyi Mera	Orta Mera	Zayıf Mera
Ocak	1	Vejetasyon uykü dönemi (Çıplak alan, kar örtüsü gibi)	0.13	0.13	0.14	0.12
	2		0.16	0.19	0.16	0.16
	3		0.11	0.14	0.10	0.11
Şubat	4		0.13	0.14	0.13	0.13
	5		0.15	0.16	0.14	0.16
	6		0.12	0.14	0.12	0.12
Mart	7	Vejetasyon aktivitesi	0.20	0.21	0.21	0.20
	8		0.21	0.22	0.22	0.21
	9		0.25	0.27	0.26	0.25
Nisan	10		0.28	0.29	0.29	0.27
	11		0.30	0.31	0.31	0.29
	12		0.34	0.35	0.35	0.33
Mayıs	13		0.38	0.40	0.40	0.37
	14		0.41	0.42	0.43	0.40
	15		0.40	0.41	0.40	0.38
Haziran	16		0.38	0.38	0.4	0.37
	17		0.35	0.36	0.38	0.34
	18		0.31	0.32	0.33	0.30
Temmuz	19	0.26	0.27	0.28	0.25	
	20	0.25	0.26	0.26	0.24	
	21	0.23	0.24	0.24	0.24	
Ağustos	22	0.22	0.23	0.23	0.21	
	23	0.22	0.23	0.22	0.21	
	24	0.20	0.21	0.21	0.20	
Eylül	25	Vejetasyon uykü dönemi (Çıplak alan, kar örtüsü gibi)	0.20	0.21	0.21	0.19
	26		0.20	0.21	0.21	0.19
	27		0.19	0.20	0.19	0.18
Ekim	28		0.19	0.19	0.19	0.18
	29		0.19	0.19	0.19	0.18
	30		0.18	0.19	0.19	0.18
Kasım	31		0.20	0.21	0.21	0.19
	32		0.20	0.20	0.21	0.19
	33		0.19	0.19	0.20	0.18
Aralık	34		0.20	0.21	0.22	0.2
	35		0.17	0.19	0.17	0.17
	36		0.14	0.15	0.14	0.14



Şekil 7. Eskişehir köy meralarının yıl içerisindeki NDVI piksel değeri değişimi  
Figure 7. Changes in NDVI pixel values during the year in Eskişehir village grasslands

değerleri 0.11-0.40 arasında değişmiş (Tablo 4). Vejetasyonun gelişmesi Mart ayı başlarında (0.20), (7. dönem) iyi ve orta meralara göre daha geç başlamış ve Nisan ayının ikinci haftasına (11. dönem) kadar sabit kalmış olup yağış Mart ayında düşük ve Nisan ayında artmaya başlamış, sıcaklıkla birlikte vejetasyon Nisan ayının son haftasından (12. dönem) Haziran ayının ikinci haftasına kadar hızlıca gelişmeye devam etmiş, Mayıs ayının ikinci haftasında 14. dönemde en yüksek seviyeye ulaşmıştır.

Vejetasyonda azalma Temmuz ayının ilk haftasından (19. dönem) itibaren Ağustos ayının ikinci haftası da dahil (23. dönem) sabit kalmış, yaz döneminde hatta Eylül ayında da yağış düşük sıcaklık ise en yüksek derecede olup, 24. dönemden itibaren hızla azalmaya başlamış ve tekrar sezon sonuna kadar otlatmaya imkan tanımamıştır.

Genel olarak ise; Tablo 5'de görüldüğü üzere vejetasyonun uyku dönemi Ocak ayının birinci döneminden Şubat ayının üçüncü yani 6. döneme kadar devam etmekte olup, bu dönemde meralar otlatma için yeterli ve uygun değildir. Otlatmaya başlama zamanı Mart ayının birinci haftasından yani 7. dönemden başlamaktadır. Mera durum sınıflarına göre en yüksek noktaya 14 ve 15 dönemlerde ulaşmakta, Ağustos ayının ortlarından itibaren (23. dönem) ise otlatma dönemi sona ermektedir. 24. dönemden itibaren bitkilerde yağışa bağlı olarak nispi bir büyüme olsa bile bu durum otlatma için yeterli değildir.

### Sonuç

NDVI grafiklerinden otlatmanın planlanması amacıyla kullanılması gerektiğinde; toplam NDVI piksel değerinin yarısına ulaşıldığı yer otlatmaya başlama tarihi, sonbaharda NDVI piksel değeri hızla azalmaya başladığı noktanın 3-4 hafta öncesi de son verme tarihi olarak değerlendirilebilir. Yine meralarda gerek verim ve buna bağlı olarak otlatma süresinin uzatılmasında etkili yöntemlerden olan gübreleme çalışmalarında farklı sezonlardaki bitki boyları ve canopy yükseklikleri üzerinden değişik gübre uygulamaları için algoritmalar geliştirilerek kullanılabilir. Meralarda toprağı kaplama ile ilgili çalışmalarda NDVI değerleri ile zeminde ölçülen değerler arasında yüksek ilişki (0.71 ve 0.86) değerleri belirlenmiştir (Hill et al. 2006; Jiang et al. 2006; Piao et al. 2006). Meralarda karbon stokları hususunda Piao et al. (2006) NDVI bilgileri ile tespitlerde bulunmuşlardır. Meralarda biokütle, yüksek çözünürlüklü NDVI ve RPM verilerinden elde

edilen çayır mera ve otlatma sistemlerinin yönetilmesine yardım ile karar verme durumunu değerlendirmek için kullanılabilir sonucuna varılmıştır. NDVI veritabanı, önceden tespit edilmiş üretim fonksiyonları için ya da daha sonra coğrafik referanslı veri tabanı gibi, sıvı gübre uygulama hızını düzenlemek için kullanılmaktadır (Flynn 2006). Arazi şeklindeki değişkenliğin belirlenmesi, verimlilik, kronik çıplak alanların belirlenmesi, gibi (örneğin gübre, sulama, tarım ilaçları, mera yenileme) etkisinin tahmini ve daha fonksiyonel bir alanda, mera ve otlak yönetimi kararları gibi özel durumlarda yol gösterici olabilmektedir (Hill et al. 1999). Mera çalışmalarında NDVI bilgilerinin kullanılması tarımsal ekonomiye yeni boyut kazandıracığı gibi sonuçların hızlı takibi ve değerlendirilmesi de önem arz etmektedir.

### Teşekkür

Desteklerinden dolayı TÜBİTAK (KAMAG Proje No: 106G017) teşekkürlerimizi sunarız.

### Kaynaklar

- Altın M., Gökkuş A. ve Koç A., 2011. Çayır ve Mera Yönetimi. Cilt 1. (Genel İlkeler). T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. Ankara. Cilt 1. 64-65
- Anonim. 2011. Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü İklim İstasyonu Verileri. (Basılmamış) Eskişehir
- Anonim. 2016. Genel Tarım Sayımı www.tuik.gov.tr. DİE. 2001 Erişim tarihi: (03.03.2016)
- Aygün C., Kara İ., Sever A. L., Erdoğdu İ., Atalay A. K., Avağ A., Mermer A., Özyaydınlı A., Yıldız H., Urla Ö., Aydoğdu M., Ünal E., Aydoğmuş O., Dedeoğlu F., Tuğaç M. G., Torunlar H., Cebel H., Başkan O., Keçeci M., Depel G. ve Bozkurt M., 2013. Eskişehir İli Mera Topraklarının Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. 3. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi. 22-24 Ekim 2013. Tokat. s.193-200
- Beck P. S. A., Wang T., Skidmore A. K., Liu X. H. and Norut IT A. S., 2008. Displaying remotely sensed vegetation dynamics along natural gradients for ecological studies. International Journal of Remote Sensing. 29(14): 4277-4283
- Davis P. H. 1965 (ed 1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vols. 1-9. Edinburgh: Edinburgh University Press
- Flynn E.S., 2006. Using NDVI as a Pasture Management Tool. Master's Thesis. University of Kentucky p.53. (Unpublished)
- Genç L., Turhan H., Demirel K., Çamoğlu G., Aşar B. ve Saçan M., 2008. Bitki Örtme Oranının Spektral Filtreler Yardımıyla Belirlenmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi. 45(1):57-63

- Halabuk A., 2011. European Biodiversity Observation Network: Design of a plan for an integrated biodiversity observing system in space and time. D5.2: Report on the use of phenology related measures and indicators for selected sites at varying spatial scales. Ver 1.3.1-27
- Hill M J., Donald G.E., Vickery P.J., Moore A.D. and Donnelly J. R., 1999. Combining satellite data with a simulation model to describe spatial variability in pasture growth at a farm scale. *Aust. J. Exp. Agric.* 39: 285-300
- Hill M. J., Held A. A., Leuning R., Coops N. C., Hughes D. and Cleugh H. A., 2006. MODIS spectral signals at a flux tower site: relationships with high-resolution data and CO<sub>2</sub> flux and light use efficiency measurements. *Remote Sens Environ* 103:351-368
- Jiang Z., Huete A. R., Chen J., Chen Y., Li J., Yan G. and Zhang X., 2006. Analysis of NDVI and scaled difference vegetation index retrievals of vegetation fraction. *Remote Sens Environ* 101:366-378
- Karayusufoğlu S., Şaylan E L., Çaldağ B., Çaylak O., Semizoğlu E. ve Özkoca Y., Bakanoğulları F., 2011. Uzaktan algılamanın tarımsal meteoroloji'de kullanılması: Kırklareli örneği. 5. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu 27-29 Nisan 2011. İstanbul. s. 415-422
- Koç A. and Gokkus A., 1999. The effect of topographical factors on forage and grazing periods and carrying capacity in Eastern Anatolia Region of Turkey. *Proc. XVIII Int. Grassl. Congr.* (Ed: J.G. Buchanan-Smith. L.D. Bailey and P. McCaughery). 2: 18-21
- Loveland T.R., Reed B.C.; Brown J.F., Ohlen D.O., Zhu J., Yang L. and Merchant J W., 2000. Development of a Global Land Cover Characteristics Database and IGBP DISCover from 1km AVHRR Data. *International Journal of Remote Sensing*.21.13031330
- Pettorelli N., Vık J. O., Mysterud A., Gaillard J. M., Tucker C. J. and Stenseth N.C., 2005. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology and Evolution*.20(9):503-510
- Piao S., Mohammat A., Fang J., Cai Q. and Feng J., 2006. NDVI-based increase in growth of temperate grasslands and its response to climate changes in China. *Global Environ Change* 16:340-348
- Pitman A.J., 2003. The Evolution of. and Revolution in. Land Surface Schemes Designed for Climate Models. *International Journal of Climatology*. 23, 479510
- Raun W.R., Johnson G.V., Stone M.L., Solie J.B., Lukina E. V. and Thomason W.E., 2001. In-season prediction of potential grain yield in winter wheat using canopy reflectance. *Agron. J.* 93: 131-178
- Raun W.R., Solie J. B., Johnson G. V., Stone M. L., Mullen R. W., Freeman K. W., Thomason W. E. and Lukina E.V., 2002. Improving nitrogen use efficiency in cereal grain production with optical sensing and variable rate application. *Agron. J.* 94: 815-820
- Saroğlu E., 2004. Farklı Çözünürlükteki Uydu Görüntülerinin Geometrik Dönüşümü ve Dönüşüm Sonucunda Elde Edilen Görüntülerin Dış Doğruluğunun Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. (Basılmamış) İstanbul
- Sertel E., 2008. Remote Sensing and Regional Climate Modeling of the Impacts of land Cover Changes on the Climate of the Marmara Region of Turkey, Doktora Tezi İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) İstanbul
- Sertel E. ve Örmeci C, 2009. Uzaktan Algılama Verilerinin İklim Biliminde Kullanım Olanakları, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 1115 Mayıs 2009, Ankara
- Sertel E. ve Örmeci C., 2009. Bölgesel İklim Modellemede Kullanılan Arazi Örtüsü Verilerinin Doğruluğunun Araştırılması, İTÜ Dergisi 8 (3): 29-38
- Sellers P.J., Los O. L., Tucker C. J., Justice C.O., Dazlich D. A., Collatz G.J. and Randall D. A., 1996. A Revised Land Surface Parameterization (Sib2) for Atmospheric Gcms. Part II: The Generation of Global Fields of Terrestrial Biophysical Parameters From Satellite Data. *Journal of Climate*, sayı: 9, sayfa: 706737
- Skole D.L. and Tucker C.J., 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988. *Science* 260, 190-1910
- Teal R.K., Tubana B., Girma K.; Freeman K.W., Arnall D.B., Walsh O. and Raun W.R., 2006. In-season prediction of corn grain yield potential using normalized difference vegetation index. *Agron. J.* 98: 1488-1494
- Terzioğlu Ö. ve Yalvaç N. 2004. Van yöresi doğal meralarında otlatmaya başlama zamanı kuru ot verimi ve botanik kompozisyonun belirlenmesi üzerine bir araştırma. *YYU. Ziraat Fakültesi Tarım Bil. Derg.* (J. Agric. Sci.) 14(1): 23-26
- Tubana B.S., Arnall D.B., Walsh O., Chung B., Solie J.B., Girma K. and Raun W.R., 2008. Adjusting midseason nitrogen rate using a sensor-based optimization algorithm to increase use efficiency in corn. *J. Plant Nutr.* 31: 1393-1419
- Yin X., Mc Clure A. and Tyler D., 2010. Relationships of plant height and canopy NDVI with nitrogen nutrition and yields of corn. 19<sup>th</sup> World Congress of Soil Science. Soil Solutions for a Changing World 1 – 5 August 2010. Brisbane. Australia

## Makarnalık Buğdayda Ekim Sıklığının Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkileri

A. Yasin DALKILIÇ<sup>1</sup> \*Rukiye KARA<sup>1</sup> Cengiz YÜRÜRDURMAZ<sup>2</sup> Bekir ŞİMŞEK<sup>2</sup>  
Yağmur ALDEMİR<sup>2</sup> Aydın AKKAYA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı, Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kahramanmaraş  
<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Kahramanmaraş  
\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): rkara46@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 05.04.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 15.04.2016

### Öz

Kahramanmaraş koşullarında, 2012-2013 ürün yılında yapılan bu çalışmada, Zenith ve Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşitlerinde ekim sıklıklarının (200, 300, 400, 500, 600 ve 700 tane/m<sup>2</sup>) fizyolojik özellikler üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Araştırma, tesadüf blokları deneme planına göre faktöriyel düzenleme yapılarak 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada çeşitlerin üç dönemde (gebecik, çiçeklenme ve tane dolum başlangıcı) klorofil içeriği (Ki), bitki örtüsü sıcaklığı (Bös), net fotosentez hızı (Pn), stoma iletkenliği (gs), Ci/Ca oranı (hücre içi CO<sub>2</sub> konsantrasyonu/atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonu), mezofil iletkenliği (Mi), yaprak sıcaklığı (Ys), transpirasyon hızı (Tr) ve tane verimi (TV) incelenmiştir. Çeşitler yönünden tane dolum dönemi Tr, gs ve Ci/Ca, ekim sıklığı yönünden tane dolum dönemi yaprak sıcaklığı, ekim sıklığı x çeşit etkileşimi yönünden tane dolum dönemi Bös ile gebecik dönemi Ci/Ca oranı arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur. Gelişme dönemine bakıldığında, gebecik döneminden tane dolum dönemi arasında klorofil içeriği, yaprak sıcaklığı ve Mi özelliklerinde kademeli olarak düşüşler olmuştur. Bunun tersine gs ve Ci/Ca özelliklerinde bu dönemler arasında artışlar meydana gelmiştir. Zenith çeşidinin tane verimi (634 kg/da), Kunduru 1149 çeşidinden (334 kg/da) önemli derecede yüksek olmuştur. Ekim sıklığında 600 tane/m<sup>2</sup> ye kadar olan artış tane verimini önemli derecede artırmış, ancak bundan sonra artan ekim sıklığı tane veriminde önemli bir artış sağlamamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Makarnalık buğday, ekim sıklığı, verim ve fizyolojik parametreler

### The Effects on Sowing Density to Physiological Parameters in Durum Wheat

#### Abstract

The effects on physiological parameters of sowing densities (200, 300, 400, 500, 600 and 700 seed/m<sup>2</sup>) in durum wheat cultivars (Zenith and Kunduru 1149) were investigated in 2012-2013 growing season in Kahramanmaraş. The research with factorial arrangement was carried out by randomized complete block design with four replications. The chlorophyll content (Ki), canopy temperature (Bos), net photosynthetic rate (Pn), stomatal conductance (gs), Ci/Ca, mesophyll conductance (Mi), leaf temperature (Ys), transpiration rate (Tr) and grain yield (TV) were investigated for the durum wheat cultivars in three period (booting, anthesis and grain filling period) in the research. Differences among the cultivars Tr, gs and Ci/Ca at grain filling period, among the sowing density Ys at grain filling period, Bos and Mi at anthesis, among the sowing density x cultivars interaction Ci/Ca at booting stage, Bos at grain filling period were significantly important. Regarding the stage of development, chlorophyll content, leaf temperature and Mi declined gradually between booting and grain filling. On the contrary, gs and Ci/Ca increased between booting and grain filling. The grain yield of Zenith cultivar (634 kg/da) was significantly superior to Ceyhan-99 (334 kg/da). The planting frequency of 600 grain/m<sup>2</sup> increased the grain yield significantly, but further increases in the frequency didn't make sense.

**Keywords:** Durum wheat, sowing density, yield and physiological parameters

#### Giriş

**B**uğday tarımında birim alandan elde edilen verimin artırılması için öncelikle ekolojide uygun iyi bir çeşit belirlenmelidir. Çeşitlerin tane verimi ise ekim zamanı ve birim alana ekilecek tohum miktarına bağlıdır (Kazan ve Doğan 2005).

Üstün verim potansiyeli olan, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı, yetiştirme tekniklerine tepkisi olumlu çeşitlerin ıslah edilmesi ve bu çeşitlerin en uygun ekolojik koşullarda yetiştirilmesi ile birim alandan elde edilen verim dolayısıyla üretim artışı gerçekleşebilecektir (Atak ve ark. 2004). Üretimi artırmak için yapılması gereken bir diğer çalışmada uygun ekim sıklığının belirlenmesidir. Herhangi bir çeşitten belli çevre koşullarında birim alanda daha fazla verim alabilmek için ilk şart uygun bitki sıklığının sağlanmasıdır (Ertekin 2011). Bitki sıklığı belirli bir seviyenin üzerine çıktığında tane veriminde azalma olduğu birçok araştırmacı tarafından saptanmıştır (Şimşek 2014; Joseph et al. 1985; Çölkesen ve ark. 1994). Tahıllarda verimi etkileyen verim unsurları fertil başak sayısı, başaktaki tane sayısı ve başaktaki tane ağırlığı, birim alandaki bitki sıklığına göre değişen değerlerdir. Bu nedenle çevre şartları ve çeşide göre en uygun bitki sıklığının belirlenmesi önemlidir. Bununla birlikte tohumun tarlaya tek düze bir şekilde dağıtılması ve her bitki için eşit büyüme alanı sağlanması gerekir (Kaydan ve ark. 2012).

Gerek ülkemizde ve gerekse dünyada buğday yetiştiriciliği konusunda yapılan araştırmalarda ele alınan faktörlerin etkisi incelenirken agronomik, fenolojik, fizyolojik, ekolojik, genetik vb. bir çok özellik esas alınmaktadır. Tarla denemelerinde buğdayda tane verimi, toplam verim ve hasat indeksi yanında bitki boyu, başak boyu, başaktaki tane sayısı ve ağırlığı gibi morfolojik özellikler yapılan bilimsel araştırmalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Son yıllarda yürütülen çalışmalar, stoma iletkenliği, fotosentez hızı, bitki örtüsü serinliği ve klorofil içeriği gibi fizyolojik özelliklerin bir seleksiyon kriteri olarak kullanılmasının buğday veriminde ilerleme sağladığını göstermektedir (Fischer et al. 1998; Bavec and Bavec 2001; Reynolds et al. 2001; Koc ve ark. 2003). Topraktaki su yönünden bir sıkıntı olmadığında, sıcaklık azalması buhar basıncı azalmasıyla doğrusal ilişki vermekte (Idso et al. 1984), toprakta su azaldıkça ve stomalar kapanmaya başladıkça yaprak sıcaklığı artarak sonuçta hava sıcaklığını bile geçebilmektedir. Bu nedenle, birden fazla yörede, bitki örtüsü ve bayrak yaprak stoma iletkenliği bitkilerin tarla performansıyla doğrusal ilişkiler vermiştir (Reynolds et al. 1994). Bitki örtüsü sıcaklığı ve yaprak iletkenliği birbirleriyle ve verimle ilişkili olduğundan (Amani et al. 1996) bu iki özelliğin kombinasyonu üzerinden yapılan

seleksiyonlar ilgi çekmeye başlamıştır. Sıcaklıkla ilgili ölçümler, verimle en kuvvetli ilişkiyi, suyun kısıtlı olmadığı, ancak sıcaklık baskısının olduğu koşullarda vermektedir (Reynolds et al. 1994). Bitki örtüsü sıcaklığında başaklanma öncesi okumalardan daha yüksek değerler elde edilmekle birlikte, verim potansiyeliyle en yakın ilişkinin, tane doldurma dönemindeki okumalarından alındığı belirtilmektedir (Reynolds et al. 1998). Çukurova Bölgesinde yapılan çalışmalar, bayrak yaprak fotosentez hızı ve stoma iletkenliği gibi özelliklerin yüksek sıcaklığa tolerans yönünden ön plana çıktığını göstermiştir (Koc ve ark. 2008). Bu çalışmada, Kahramanmaraş koşullarında yapılan tarla denemesinde, yaygın olarak kullanılan 2 makarnalık buğdayda farklı ekim sıklıkları esas alınarak, verim yanında fizyolojik parametrelerinde kıyaslanması amaçlanmıştır.

#### Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2012–2013 ürün yılında, Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü deneme alanında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü Kahramanmaraş ili Türkiye'nin Doğu-Akdeniz Bölgesinde, 37° 38' kuzey paralelleri ve 36° 37' doğu meridyenleri arasında yer almakta olup, rakımı 568 m'dir. Deneme alanının uzun yıllar ve denemenin yapıldığı yıla ait bazı iklim verileri Çizelge 1'de, deneme alanından alınan toprak örneklerine ait analiz sonuçları ise Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 1'den görüldüğü gibi, Kahramanmaraş'ta uzun yıllar ortalamasına göre toplam yağış 452.8 mm olup, araştırmanın yürütüldüğü 2012-13 ürün yılındaki toplam yağış 479.1 mm olmuştur. Uzun yıllar ortalamasına göre, deneme yılında 26.3 mm daha fazla yağış düşmüştür. Yağış miktarı yanında, vejetasyon periyodu içerisindeki dağılımı da yıllar arasında önemli farklılık göstermiştir. Bitkilerin generatif gelişme (gebecik, başaklanma, çiçeklenme) gösterdikleri Mart ve Nisan aylarındaki yağış miktarı uzun yıllar ortalaması ürün yılına göre daha fazla olmuştur. Tane doldurma dönemine denk gelen Mayıs ayındaki yağış deneme yılında ortalamasının üzerinde olmuştur. Uzun yıllar ortalamasına göre 14.9°C olan yıllık ortalama sıcaklık, araştırma yılında 16.4°C olmuştur.

Araştırma tesadüf blokları deneme planına göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. İki çeşit ve 6 ekim sıklığı faktöriyel düzenleme yapılarak oluşturulan 12 kombinasyon her blokta şansa bağlı olarak dağıtılmıştır. Araştırmada, Zenith ve Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşitleri

Çizelge 1. Deneme yılı ve uzun yıllar (1975-2011) ortalamasına ait bazı iklim verileri  
Table 1. Some climate data belong to research and long terms (1975-2011)

İklim Faktörleri	Yıllar	Kasım	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Top./Ort.
Yağış (mm)	2012-13	36.4	131.9	77.5	65.9	76.5	16.3	479.1
	Uzun Yıl.	90.9	112.3	94.8	76.1	39.3	5.9	452.8
Ort. Sıcak. (°C)	2012-13	13.4	8.6	11.3	17.1	22.4	25.4	16.4
	Uzun Yıl.	11.5	6.3	10.6	15.4	20.4	25.2	14.9

Çizelge 2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri  
Table 2. Some physical and chemical properties of soil of trial area)

Yıllar	Bünye	pH	Kireç (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	K <sub>2</sub> O (kg/da)	Organik Madde (%)
2012-2013	Tınlı	8.17	5.5	62.8	65.2	1.38

kullanılmıştır. Ekim sıklığı olarak 200, 300, 400, 500, 600 ve 700 tane/m<sup>2</sup> sıklıkları esas alınmıştır. Ekim, 03.01.2013 tarihinde, parsel ekim makinesiyle, 6 m uzunluğundaki parsellere, 20 cm sıra arası mesafe olacak şekilde yapılmış ve her parsel 6 bitki sırası içermiştir. Ekimle birlikte 8 kg N ve 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> olacak şekilde gübreleme yapılmış, kardeşlenme döneminde ilave olarak 10 kg da<sup>-1</sup> azot olacak şekilde üst gübreleme yapılmıştır. Deneme yılında sulama yapılmamış, yabancı ot mücadelesi yabancı ot ilacı kullanılarak yapılmıştır.

Klorofil içerikleri ve bitki örtüsü sıcaklığı değerleri gebecik, çiçeklenme ve tane tolum dönemi olmak üzere 3 dönemde ölçülmüştür. Klorofil içeriğinin ölçümünde taşınabilir klorofil photometer kullanılarak (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan), bitki örtüsü sıcaklığı ise infrared termometre kullanılarak ölçülmüştür. Gaz değişim ölçümleri de 3 dönemde LCpro+ Portable Gas Analyser cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Her parselden rastgele seçilen bitkilerin ana sapına ait bayrak yaprakta yapılan ölçümler, tam güneşli havada yapılmıştır. Yaprak sıcaklığı (Ys), Ci, Ca, net fotosentez hızı (Pn), stoma iletkenliği (gs), mezofil iletkenliği (Mi) ve transpirasyon hızının (Tr) ölçümleri esnasında havanın oransal nemi, sıcaklık, CO<sub>2</sub> değerleri ve aktif fotosentetik radyasyon, fotosentez cihazı tarafından ölçülmüştür. Yaprak yüzeyine gelen aktif fotosentetik radyasyon (PAR) 1000 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> olacak şekilde ışık yoğunluğu ayarlanmıştır. Oransal nem %15.0-21.9, sıcaklık 25.0-44.2°C, CO<sub>2</sub> miktarı 348-392 ppm arasında belirlenmiştir. Ci (hücre içi CO<sub>2</sub> konsantrasyonu) değerinin Ca (atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonu) değerine oranlanması sonucu Ci/Ca oranı, net fotosentez hızının hücre içi CO<sub>2</sub> konsantrasyonuna oranlanması sonucu mezofil iletkenliği tespit edilmiştir. Verilerin varyans analizi, SAS paket programı kullanılarak yapılmış, ortalamaların karşılaştırılmasında LSD çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Anonim 1999).

## Bulgular ve Tartışma

Çizelge 3'den görüldüğü gibi klorofil içerikleri bakımından her üç gelişme döneminde de çeşitler, ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı interaksyonu önemli olmamıştır. Gebecik döneminde klorofil içeriği 50.4 ile 54.5 mg/m<sup>2</sup> arasında, çiçeklenme 46.9 ile 52.3 mg/m<sup>2</sup>, tane dolum döneminde ise 42.6 ile 50.4 mg/m<sup>2</sup> arasında değişim göstermiştir. Gelişme dönemine bakıldığında, gebecik döneminden tane dolum periyodu süresi arasında klorofil içeriğinde kademeli olarak düşüşler olmuştur. Gelişme dönemlerinin ilerlemesi ile birlikte klorofil içeriği, artan sıcaklık nedeniyle oldukça düşmüştür. Yüksek sıcaklık stresi altındaki bitkilerde, kloroplastların yapısal ve fonksiyonel olarak zarar gördükleri ve klorofil içeriğinde azalma olduğu, buna bağlı olarak fotosentez hızının azaldığı belirlenmiştir (Xu et al. 1995). Başka bir araştırmada yine, bitkilerin yüksek sıcaklıklara maruz kalması halinde klorofil biyosentezinin olumsuz etkilendiği vurgulanmıştır (Havaux 1993; 1998).

Bitki örtüsü sıcaklığı yönünden çeşitler ve ekim sıklığı arasındaki farklar önemsiz olmuştur. Sadece tane dolum dönemindeki bitki örtüsü sıcaklığı yönünden çeşit x ekim sıklığı interaksyonu önemli olmuştur (P ≤ 0.01). Üç dönemde de 500 ve 600 tane/m<sup>2</sup> sıklığındaki ekimlerde bitki yoğunluğunun artmasıyla birlikte bitki örtüsü daha sıcak olmuştur. Ekim sıklığının bitki örtüsü sıcaklığı üzerine etkisi her iki çeşitte de 500 tane/m<sup>2</sup>'ye kadar kararlı bir durum gösterirken, bu sıklıkta özellikle Zenith çeşidi daha düşük değer göstermiştir (Şekil 1 ve Çizelge 3). Çeşitlerin ekim sıklığına gösterdikleri bu farklı tepki, çeşit x ekim sıklığı interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur. Gebecik döneminde bitki örtüsü sıcaklığı 25.4-26.9°C, çiçeklenme döneminde bitki örtüsü sıcaklığı 19.5-20.9°C ve tane dolum döneminde bitki örtüsü sıcaklığı 26.2-28.2°C arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3).

Fahlani and Assad (2003), İran'da 9 ekmeklik buğday çeşidinde, sapa kalkma, gebecik ve çiçeklenme dönemlerinde bitki örtüsü sıcaklığını ölçmüşlerdir. Araştırmacılar, sapa kalkma dönemi (bu dönemde elverişli koşullar etkili olmuştur) dışındaki dönemlerde çeşitlerin bitki örtüsü sıcaklığı değerlerinin önemli farklılıklar gösterdiğini belirtmişlerdir. Koç ve ark. (2008), 15 buğday genotipi ile 3 yıl süre ile yaptıkları çalışmada, bitki örtüsü sıcaklığını ilk başakçığin görüldüğü dönemden süt olum başlangıcına kadar ölçmüşler ve çeşitler arasındaki farklılıkları önemsiz bulmuşlardır.

Gebecik ve çiçeklenme dönemi Tr çeşitler, ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı interaksyonu yönünden önemsiz bulunmuştur. Tane dolum dönemi Tr ise çeşitler yönünden önemli olurken ( $P \leq 0.01$ ), ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı yönünden önemsiz olmuştur (Çizelge 3). Transpirasyon hızı gebecikten çiçeklenme dönemine kadar artmış, tane dolum döneminde ise hızlı bir azalma göstermiştir. Transpirasyon hızı gebecik döneminde  $5.18 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , çiçeklenme döneminde  $5.44 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  ve tane dolum döneminde  $3.56 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  olmuştur.

Ölçümlerin yapıldığı Mayıs ayında özellikle ölçümlerden önce gerçekleşen yağış,

çiçeklenme döneminde ölçülen Tr'nin daha yüksek çıkmasına neden olmuştur. Qui et al. (2008), iki yıllık denemede transpirasyon hızını ilk yıl  $4.8-5.8 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , ikinci yıl  $7.3-8.4 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  olarak belirlemişler ve transpirasyon hızının sulama sıklıklarından önemli derecede etkilendiğini belirtmişlerdir.

Gebecik ve çiçeklenme dönemi gs çeşitler, ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı interaksyonu yönünden önemsiz olurken, tane dolum dönemi gs çeşitler yönünden önemli ( $P \leq 0.01$ ), ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı yönünden önemsiz olmuştur (Çizelge 4). Ekmeklik buğdayla yapılan bir çalışmada, stoma iletkenliğinin çeşitlere göre çiçeklenme öncesi  $0.412-0.664 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , çiçeklenme sonrası  $0.273-0.647 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  arasında değiştiği bildirilmiştir (Rees et al. 1993). Jiang et al. (2000), stoma iletkenliğinin çiçeklenme döneminde  $0.250-0.590$ , süt olum döneminde  $0.080-0.330$ , geç sarı olum döneminde  $0.210-0.570 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Kuşçu (2006) stoma iletkenliğini  $0.30-0.37 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  arasında bulurken, Monneveux et al. (2006), stoma iletkenliğini  $0.26-0.34 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  arasında bulmuşlardır. Genotiplerin ortalaması olarak gs gebecikten tane dolum dönemine doğru giderek

Çizelge 3. İki makarnalık buğday çeşidinin farklı ekim sıklıklarında gebecik (Geb), çiçeklenme (Çiç) ve tane dolum dönemlerine (TDD) ait klorofil içeriği, bitki örtüsü sıcaklığı ve transpirasyon hızları

Table 3. Chlorophyll content, canopy temperature and transpiration rate belong to booting (Geb.), anthesis (Çiç.) and grain filling stage (TDD) of two durum wheat varieties in different sowing rates

Çeşitler	Ekim Sık.	Klorofil içeriği ( $\text{mg/m}^2$ )			Bitki Örtüsü Sıcaklığı ( $^{\circ}\text{C}$ )			Transpirasyon Hızı ( $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )		
		Geb	Çiç	TDD	Geb	Çiç	TDD	Geb	Çiç	TDD
Zenith	200	51.6	51.9	50.4	26.3	20.6	27.2	5.83	5.34	3.71
	300	52.1	48.8	42.6	25.4	19.5	28.1	5.79	5.70	4.09
	400	52.8	50.3	49.2	26.0	19.9	27.5	4.89	5.22	3.55
	500	52.5	51.2	48.9	26.6	19.7	26.2	4.73	5.79	3.75
	600	50.4	52.1	47.5	26.0	20.9	27.8	4.15	5.25	3.75
	700	54.5	46.9	47.9	26.7	20.1	27.3	5.04	5.79	3.64
Ortalama		52.4	50.2	47.7	26.2	20.1	27.3	5.07	5.51	3.75
Kundururu 1149	200	53.2	49.2	48.5	26.6	20.0	27.1	5.37	5.94	3.50
	300	52.9	52.3	47.4	25.7	20.3	27.1	4.82	4.81	3.35
	400	51.7	51.0	44.9	26.2	20.4	27.6	5.42	4.84	3.34
	500	53.1	49.2	49.1	26.9	19.7	28.2	5.24	5.43	3.77
	600	51.6	50.6	49.4	26.0	19.8	27.6	5.09	4.99	2.93
	700	51.8	50.3	45.1	26.1	19.9	27.0	5.76	6.12	3.36
Ortalama		52.4	50.4	47.4	26.3	20.0	27.4	5.28	5.36	3.37
Çeşit x Ek. Sık. Ort.		52.4	50.3	47.6	26.3	20.1	27.4**	5.18	5.44	3.56
LSD çeşit		1.31	1.75	3.20	0.53	0.58	0.41	0.47	0.52	0.27**
LSD ekim sıklığı		2.27	3.02	5.55	0.92	1.01	0.71	0.80	0.90	0.47
VK		4.25	5.90	11.5	3.44	4.95	2.53	15.3	16.3	12.9

\*\*  $P < 0.01$  düzeyinde önemli,

\*\*, Significant at the 0.01 probability level



artış göstermiştir. Stoma iletkenliğinin gelişme dönemi ilerledikçe azalması beklenirken Mayıs ayının yağışlı geçmesi tersi bir durum yaratmıştır. Reynolds et al. (2000), bu dönemlerdeki stoma iletkenliğinin sırasıyla 0.680, 0.590 ve 0.320 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> olduğunu, gelişme dönemi ilerledikçe yapraklardaki yaşlanmaya bağlı olarak stoma iletkenliğinin azaldığını belirtmişlerdir.

Net fotosentez hızı bakımından her üç gelişme döneminde de çeşitler, ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı interaksyonu önemli olmamıştır (Çizelge 4). Net fotosentez hızı gebecik dönemde 18.0-21.5 µmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, çiçeklenme döneminde 14.5-18.0 µmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> ve tane dolum döneminde ise 15.2-17.2 µmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Gelişme dönemi ilerledikçe, yaprağın yaşlanmasına bağlı olarak genotiplerin Pn giderek azalma gösterirken çiçeklenme ve tane dolum dönemi benzerlik göstermiştir. Net fotosentez hızının klorofil kaybıyla da çok yakından ilişkili olduğu; buğdayın verim potansiyelinde yaprak yaşlanması kadar, gelişme dönemleri boyunca fotosentez hızındaki değişimlerin de etkili olduğu belirtilmiştir (Reynolds et al. 2000).

Yaprak sıcaklığı gebecik ve çiçeklenme döneminde çeşitler, ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı interaksyonu yönünden önemsiz olurken, tane dolum döneminde ekim sıklığı yönünden önemli (P≤ 0.01), çeşit ve çeşit x ekim sıklığı yönünden önemsiz olmuştur (Çizelge 4). Yaprak sıcaklığı gebecik döneminde 32.6°C, çiçeklenme döneminde 32.7°C ve tane dolum döneminde 28.3°C olmuştur. Tane dolum döneminde Tl ölçümünün yapıldığı dönemdeki günlük sıcaklık değerinin

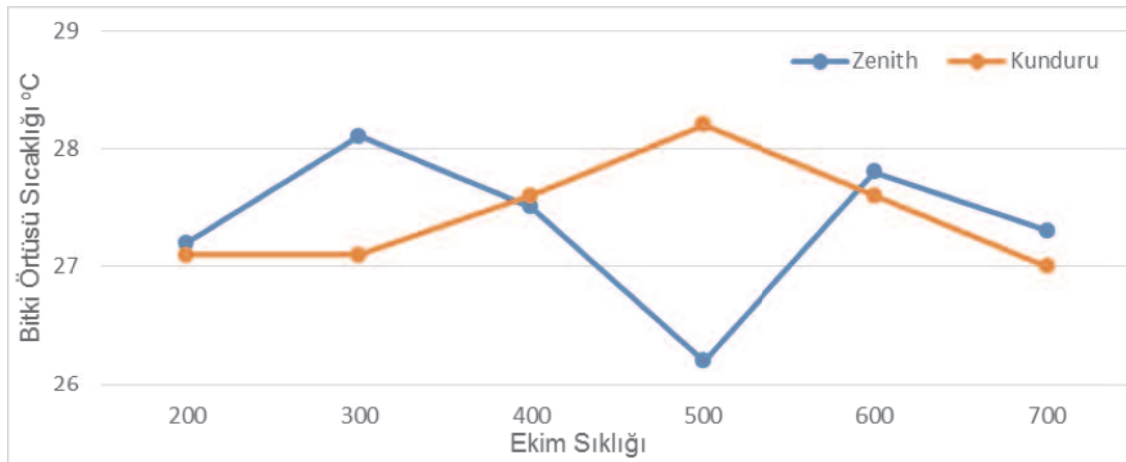
düşük olması makarnalık buğday çeşitlerinin yaprak sıcaklığının düşük çıkmasına neden olmuştur.

Delgado et al. (1994), ekmeklik buğdaylarda iki yıl süre ile yaptıkları çalışmada, ortalama günlük maksimum sıcaklıkların ilk ve ikinci yıl sırasıyla 32 ve 36°C olduğunu, yaprak sıcaklıklarının da buna paralel bir şekilde ilk yıl 31.7°C iken, ikinci yıl 34.7°C'ye yükseldiğini belirtmişlerdir.

Ci/Ca oranı; gebecik döneminde çeşitler ve ekim sıklığı, çiçeklenme döneminde çeşitler, ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı, tane dolum döneminde ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı yönünden önemsiz olmuştur. Gebecik döneminde çeşit x ekim sıklığı (P≤ 0.05), tane dolum döneminde de çeşit (P≤ 0.01) yönünden önemli olmuştur (Çizelge 5).

Ekim sıklığının gebecik dönemi Ci/Ca oranı üzerine etkisi her iki çeşitte de 300 tane/m<sup>2</sup>'den 600 tane/m<sup>2</sup>'ye kadar kararlı bir durum gösterirken, bu sıklıkta özellikle Zenith çeşidi daha düşük değer göstermiştir (Şekil 2 ve Çizelge 5). Çeşitlerin ekim sıklığına gösterdikleri bu farklı tepki, çeşit x ekim sıklığı interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur. Genotiplerin ortalaması olarak Ci/Ca oranı gebecik dönemde 0.544, çiçeklenme döneminde 0.641 ve tane dolum döneminde 0.669 olmuştur.

Gebecik döneminde meydana gelen yetersiz yağış (özellikle Nisan ayı sonu, Çizelge 1) sonucu bitki strese girmiş ve bunun sonucu olarak, bitki bünyesinde bulunan suyu kaybetmemek için stomalarını kapatmış, buna paralel olarak yapraklardaki CO<sub>2</sub> difüzyonu sınırlanmıştır.



Şekil 1. Tane dolum dönemi bitki örtüsü sıcaklığına ilişkin çeşit x ekim sıklığı interaksyonu  
Figure 1. Variety x sowing rate interaction at canopy temperature of grain filling stage

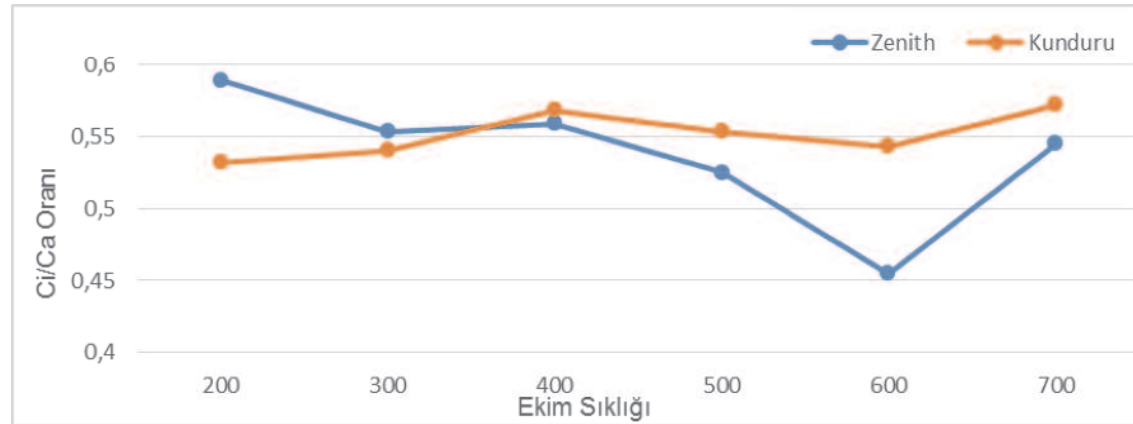
Çizelge 4. İki makarnalık buğday çeşidinin farklı ekim sıklıklarında gebecik, çiçeklenme ve tane dolum dönemlerine ait stoma iletkenliği, net fotosentez hızı ve yaprak sıcaklığı

Table 4. Stomatal conductance, net photosynthetic rate and leaf temperature belong to booting, anthesis and grain filling stage of two durum wheat varieties in different sowing rates

Çeşitler	Ekim Sık.	Stoma iletkenliği (mol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )			Net fotosentez hızı (µmol CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )			Yaprak sıcaklığı (°C)		
		Geb.	Çiç.	TDD	Geb.	Çiç.	TDD	Geb.	Çiç.	TDD
Zenith	200	0.355	0.373	0.430	19.4	16.6	16.8	32.6	32.7	28.5
	300	0.340	0.393	0.580	21.5	17.8	16.7	32.8	32.4	28.2
	400	0.278	0.325	0.443	18.7	15.8	16.1	32.3	32.8	28.1
	500	0.258	0.375	0.460	18.3	15.7	16.6	32.6	32.9	28.5
	600	0.225	0.338	0.478	19.2	16.5	16.4	32.3	32.5	28.1
	700	0.263	0.385	0.420	18.1	17.7	15.2	32.5	32.8	28.5
Ortalama		0.286	0.364	0.468	19.2	16.7	16.3	32.5	32.7	28.3
Kunduru 1149	200	0.290	0.425	0.365	20.3	17.3	16.7	32.5	32.8	28.6
	300	0.250	0.288	0.378	18.0	14.8	17.2	32.3	33.3	28.1
	400	0.303	0.330	0.398	18.5	15.5	18.2	32.7	32.1	28.1
	500	0.283	0.345	0.428	19.0	18.0	16.9	32.5	32.7	28.5
	600	0.260	0.318	0.310	18.4	14.5	15.5	32.6	32.4	28.0
	700	0.330	0.400	0.355	20.1	17.1	17.2	32.7	33.0	28.5
Ortalama		0.285	0.350	0.372	19.1	16.2	16.9	32.6	32.7	28.3
Çeşit x Ek. Sık. Ort.		0.286	0.357	0.420	19.2	16.5	16.6	32.6	32.7	28.3
LSD çeşit		0.04	0.06	0.05**	1.55	1.30	1.20	0.19	0.49	0.17
LSD ekim sıklığı		0.07	0.11	0.09	2.69	2.26	2.08	0.33	0.86	0.29**
VK		23.1	30.8	21.4	13.8	13.5	12.3	1.01	2.57	1.02

\*\* P<0.01 düzeyinde önemli,

\*\*, Significant at the 0.01 probability level



Şekil 2. Gebecik dönemi Ci/Ca oranına ilişkin çeşit x ekim sıklığı interaksyonu

Figure 3. Variety x sowing rate interaction at Ci/Ca ratio of booting stage

Nitekim Cornic (2000), yetersiz nem koşullarında stomaların kapandığını ve buna bağlı olarak hücre içi CO<sub>2</sub> konsantrasyonunda bir azalmanın söz konusu olduğunu, sonuçta Ci/Ca oranının da düştüğünü belirtmiştir.

Üç gelişme döneminde de çeşitler, ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı interaksyonunu yönünden mezofil iletkenlikleri önemsiz olmuştur (Çizelge 5). Mezofil iletkenliği gebecik döneminde 87.7 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, çiçeklenme döneminde 64.7 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> ve tane dolum

döneminde 64.4 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> olmuştur. Koç ve ark. (2003), tane dolum döneminde çeşitlerin Mi eski çeşitlerde 69.7-81.3 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, yeni çeşitlerde ise 65.9-68.9 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> arasında belirlemişlerdir. Mezofil iletkenliğinde meydana gelen azalma Ci den daha fazla Pn de meydana gelen azalmadan kaynaklanmaktadır (Allahverdiyev et al. 2015).

Tane verimi yönünden çeşit ve ekim sıklığı arasındaki farklar istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerin ortalaması

Çizelge 5. İki makarnalık buğday çeşidinin farklı ekim sıklıklarında gebecik, çiçeklenme ve tane dolum dönemlerine ait Ci/Ca oranı ve mezofil iletkenliği

Table 5. Ci/Ca ratio and mesophyll conductance belong to booting, anthesis and grain filling stage of two durum wheat varieties in different sowing rates

Çeşitler	Ekim Sık.	Ci/Ca			Mezofil iletkenliği (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )		
		Geb.	Çiç.	TDD	Geb.	Çiç.	TDD
Zenith	200	0.589	0.645	0.680	81.4	64.1	63.2
	300	0.553	0.640	0.730	96.1	69.7	58.3
	400	0.559	0.627	0.698	83.2	64.4	59.3
	500	0.525	0.678	0.686	86.9	58.7	62.1
	600	0.455	0.631	0.695	108.2	65.6	60.3
	700	0.545	0.639	0.709	82.6	70.4	55.2
Ortalama		0.537	0.643	0.699	89.7	65.5	59.7
Kunduru 1149	200	0.532	0.663	0.638	96.4	65.5	68.5
	300	0.540	0.608	0.644	81.4	62.5	69.9
	400	0.568	0.640	0.630	80.4	59.7	74.4
	500	0.553	0.607	0.671	85.1	75.0	64.2
	600	0.543	0.644	0.609	83.2	56.3	69.4
	700	0.572	0.667	0.639	87.1	64.1	68.3
Ortalama		0.551	0.638	0.638	85.6	63.9	69.1
Çeşit x Ek. Sık. Ort.		0.544 *	0.641	0.669	87.7	64.7	64.4
LSD çeşit		0.03	0.04	0.04**	1.0	7.0	8.0 *
LSD ekim sıklığı		0.04	0.06	0.06	20.0	10.0	10.0
VK		7.93	9.64	8.95	17.9	18.6	20.0

\*\* P<0.01 düzeyinde önemli, \* P<0.05 düzeyinde önemli,  
\*, \*\*, Significant at the 0.05 and 0.01 probability level

olarak, en yüksek tane verimi (634 kg/da) 600 tane/m<sup>2</sup> ekim sıklığından alınırken, en düşük tane verimi (334 kg/da) 200 tane/m<sup>2</sup> ekim sıklığından alınmıştır (Çizelge 6). Ekim sıklığında çeşitler arasında ters ilişki görülmektedir. Zenith çeşidi için 600 tane/m<sup>2</sup> ye kadar olan artış tane verimini önemli derecede artırmış, ancak bundan sonra artan ekim sıklığı tane veriminde önemli bir artış sağlamamıştır. Kunduru 1149 çeşidi için en yüksek verim 400 tane/m<sup>2</sup> ekim sıklığında elde edilmiştir. Şimşek (2014), Özdemir ve Olgun (2011) ve Ertekin (2011) ekim sıklığının tane verimi üzerindeki etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğunu, ekim sıklığındaki artışa paralel olarak tane veriminin arttığını belirtmişlerdir.

Çizelge 6'dan görüldüğü gibi, tane verimi yönünden çeşit x ekim sıklığı interaksyonu istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Zenith çeşidinde ekim sıklığının 600 tane/m<sup>2</sup>ye kadar artmasına bağlı olarak tane verimi artmış, ekim sıklığının 700 tane/m<sup>2</sup>ye çıkması durumunda azalmıştır. Kunduru 1149 çeşidinde ise ilk ekim sıklıklarında genellikle yatay bir durum olmuş, 400 tane/m<sup>2</sup> ekim sıklığından sonra tane verimi azalmıştır (Şekil 3). Ekim sıklığındaki artışa karşı tane

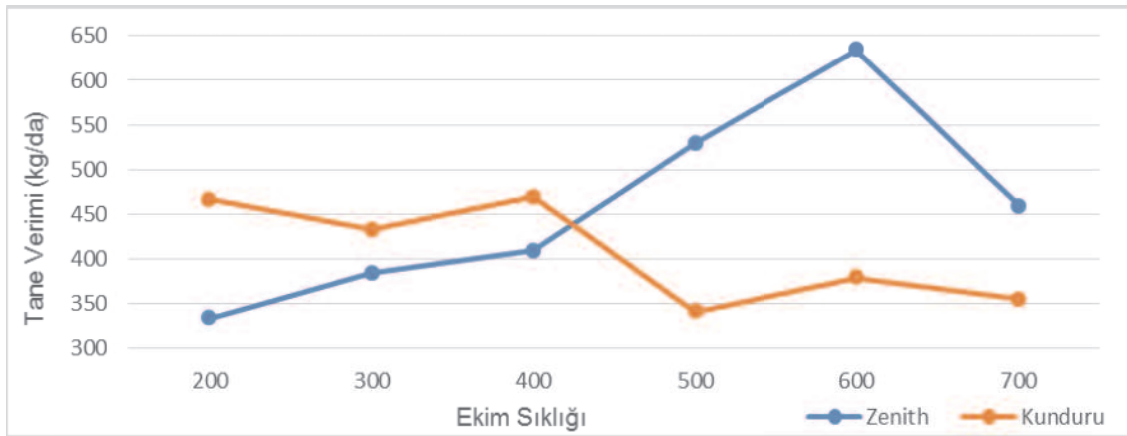
verimi yönünden çeşitlerin gösterdiği tepki farklı olduğundan çeşit x ekim sıklığı interaksyonu istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Yerel çeşitlerden seçilmiş ve uzun bolu bir çeşit olan Kunduru 1149 çeşidi seyrek ekimlerde daha iyi sonuç vermiştir. Bu durum bu çeşidin farklı bitki sıklıklarını tolere etme yeteneğinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Klorofil içeriği ile Tr, Ys ve Mi; Tr ile Ys; gs ile Pn ve Ci/Ca; Pn ile Mi arasında olumlu ve önemli ilişki belirlenmiştir. Klorofil içeriği ile gs ve Ci/Ca; gs ile Ys ve Mi; Pn ile Ys ve Ci/Ca oranı; Ys ile Ci/Ca ve Mi; Ci/Ca ile Mi arasında olumsuz ve önemli ilişki tespit edilmiştir. Önemli olmamakla birlikte tane verimi ile Bös, gs, Pn, Ci/Ca oranı ve Mi arasında ters bir ilişki söz konusu olmuştur (Çizelge 7).

Meksika'da kısa boylu yazlık buğday genotipleri ile yürütülen bir araştırmada, yaprak fotosentez hızı ile stoma iletkenliğinin olumlu ilişkili; çiçeklenme öncesi fotosentez hızı ile verim ve verim unsurlarının ilişkisiz olduğu, ancak tüm ölçüm dönemlerinin ortalaması olarak fotosentez hızı ile tane verimi ve birim alandaki tane sayısı arasında olumlu ilişkiler

olduğu belirtilmiştir (Fischer et al. 1981). Tane veriminin; çiçeklenme sonrası klorofil kaybıyla olumsuz, klorofil içeriği ile olumlu, çiçeklenme öncesi, çiçeklenme dönemi ve çiçeklenme sonrası stoma iletkenliği ve bitki topluluğu sıcaklık düşüşü ile olumlu ilişkili olduğu belirtilmiştir (Reynolds et al. 1994). Net fotosentez hızı ile Ci/Ca oranı arasında olumsuz ilişki olduğu belirtilmiştir (Del Pozo et al. 2005). Tavakoli et al. (2011) Tr ve gs arasında olumlu korelasyonlar olduğunu belirtmişlerdir. Koç ve ark. (2003) ve Del Pozo et al. (2005), stoma iletkenliği ile Ci/Ca oranı arasında önemli ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Fischer et al. (1998) ve Del Blanco et al. (2000) yaptıkları çalışmalarda

mezofil iletkenliği ile net fotosentez hızı arasında olumlu ve önemli ilişkiler belirlemişlerdir. Ayrıca, transpirasyon hızı ile fotosentez hızı arasında bizim bulgularımızın aksine olumlu bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir (Guo et al. 2008). Delgado et al. (1994), Bahar (2004) ve Monneveux et al. (2006) gibi araştırmacılar, tane verimi ile net fotosentez hızı arasındaki ilişkiyi önemli, Fischer et al. (1981), önemsiz bulmuştur. Rees et al. (1993), fotosentez hızının, tane verimi ile çiçeklenme öncesi ve sonrasında olumlu, Reynolds et al. (2000), gebecik, çiçeklenme ve tane dolumu olmak üzere 3 gelişme devresinde, net fotosentez hızı ile tane veriminin önemli derecede ilişkili olduğunu saptamışlardır.



Şekil 3. Tane verimine ilişkin çeşit x ekim sıklığı interaksiyonu

Figure 3. Variety x sowing rate interaction of grain yield

Çizelge 6. Zenith ve Kunduru 1149 çeşitlerinde farklı ekim sıklıklarına göre tane verimleri

Table 6. Grain yields of Zenith and Kunduru 1149 varieties according to sowing rates

Çeşitler	Ekim Sıklığı						Ortalama
	200	300	400	500	600	700	
Zenith	334	384	409	529	634	459	458a
Kunduru	466	433	469	341	379	355	419b
Ortalama	400b	409b	439b	435b	506a	407b	

Çizelge 7. Tane verimi (TV) ile fizyolojik karakterler arası ilişkiler

Table 7. Relationships between grain yield (TV) and physiological characters

Özellik	TV	Ki	Bös	Tr	gs	Pn	Ys	Ci/Ca
Ki	0.09							
Bös	-0.01	-0.04						
Tr	0.06	0.22**	-0.24**					
gs	-0.13	-0.35**	0.06	0.04				
Pn	-0.09	0.06	0.12	-0.10	0.21*			
Ys	0.12	0.30**	-0.23**	0.87**	-0.36**	-0.31**		
Ci/Ca	-0.05	-0.34**	-0.08	0.07	0.73**	-0.38**	-0.23**	
Mi	-0.02	0.19*	0.19	-0.09	-0.24**	0.82**	-0.05	-0.80**

\*\* P<0.01 düzeyinde önemli, \* P<0.05 düzeyinde önemli

, \*\*, Significant at the 0.05 and 0.01 probability level

## Sonuç

Çeşitler yönünden tane dolun dönemi Tr, gs ve Ci/Ca, ekim sıklığı yönünden tane dolun dönemi yaprak sıcaklığı, ekim sıklığı x çeşit interaksyonu yönünden tane dolun dönemi Bös ile gebecik dönemi Ci/Ca oranı arasında istatistiki olarak önemli farklar bulunmuştur. Gelişme dönemine bakıldığında, gebecik döneminden tane dolun dönemi arasında klorofil içeriği, yaprak sıcaklığı ve Mi özelliklerinde kademeli olarak düşüşler olmuştur. Bunun tersine gs ve Ci/Ca özelliklerinde bu dönemler arasında artışlar meydana gelmiştir. Tane verimi yönünden en uygun çeşit Zenith çeşidi olmuş ve en yüksek tane verimine ulaşmak için 600 tane/m<sup>2</sup> ekim sıklığı yeterli olup, daha sık ekim tane veriminde önemli artış sağlamamıştır.

## Kaynaklar

- Allahverdiyev T.I., Talai J.M., Huseynova I.M. and Aliyev J.A., 2015. Effect of drought stress on some physiological parameters, yield, yield components of durum (*Triticum durum* desf.) and bread (*Triticum aestivum* L.) wheat genotypes. Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics, 1-1; 50-62
- Amani I., Fischer R.A. and Reynolds M.P., 1996. Canopy Temperature Depression association with yield of irrigated spring wheat cultivars in a hot climate. J. Agron. Crop Sci., 176(2):119-129
- Anonim, 1999. SAS Inst., 1999, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
- Atak M., Çiftçi C., Y. ve Ünver S., 2004. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin verim ve verim öğeleri üzerine bir araştırma. Anadolu, J of AARI 14 (1), 41-61
- Bahar B., 2004. Çukurova taban ve kıraç koşullarında bazı ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinde stoma iletkenliği ve diğer yaprak özellikleri ile verim ve verim unsurları arasındaki ilişkiler üzerine bir araştırma. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enst, Doktora Tezi, Adana, (yayınlanmamış)
- Bavec F. and Bavec M., 2001. Chlorophyll meter readings of winter wheat cultivars and grain yield prediction. Commun. Soil Sci. Plant Anal. Res., 32: 2709–2719
- Cornic G. 2000. Drought Stress inhibits photosynthesis by decreased stomatal aperture-not by affecting ATP synthesis. Trends in Plant Science, 5:187-188
- Çölkesen M., Eren N. ve Öktem A., 1994. Harran Ovası kuru koşullarında farklı ekim sıklığının ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde verim ve verim unsurlarına etkisi üzerinde bir araştırma. İzmir Türkiye 1. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan 1994, Cilt I, Agronomi Bildirileri, 341-344
- Delgado M.I., Reynolds M.P., Larque-Saavedra A. and Nava S.T., 1994. Genetic diversity for photosynthesis in wheat under heat stressed field environments and its relation to productivity. Wheat Special Report, No.30, 17 pages, Mexico
- Del Blanco, I.A., Rajaram, S., Kronstad, W.E. and Reynolds, M.P. 2000. Physiological Performance of Synthetic Hexaploid Wheat-Derived Populations. Crop Sci., 40(5):1257-1263
- Del Pozo A., Perez P., Morcuende R., Alanso A. and Martinez-Carrasco R., 2005. Acclimatory Responses of Stomatal Conductance and photosynthesis to elevated CO<sub>2</sub> and temperature in wheat crops grown at varying levels of n supply in a Mediterranean environment. Plant Science, 169:908-916
- Ertekin M.C., 2011. Sırtta ekim yönteminde farklı ekim sıklıklarının makarnalık buğdayın (*T. durum* L.) verim ve verim unsurlarına etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Diyarbakır s. 14-18
- Fahlani R.A. and Assad M.T., 2003. Evaluation of Three physiological criteria for selecting drought resistant wheat genotypes, Proceedings of the Ten<sup>th</sup> International Wheat Genetics Symposium, 1-6 September 2003, Poestum, Italy, 664-666
- Fischer R.A., Bidinger F, Syme J.R and Wall P.C. 1981. Leaf Photosynthesis, leaf permeability, crop growth, and yield of short spring wheat genotypes under irrigation. Crop Sci., 21(3):367-373
- Fischer R.A., Rees D., Sayre K.D., Lu Z.M., Condon A.G. and Larque-Saavedra A., 1998. Wheat yield progress is associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. Crop Sci., 38:1467-1475
- Guo S., Tang Y., Gao F., Ai W. and Qin L. 2008. Effects of low pressure and hypoxia on growth and development of wheat. Acta Astronautica, 63:1081-1085
- Havaux M. 1993. Rapid photosynthetic adaptation to heat stress triggered in potato leaves by moderately Elevated Temperatures, Plant Cell Environ., 16:461-467
- Havaux M. 1998. Carotenoids as membrane stabilizers in chloroplasts. Trends Plant Sci., 3:147-151
- Idso S.B., Reginate R.J., Hatfield J.I. and Pinter P.J.Jr. 1984. Measuring yield reducing plant water potential depression in wheat by infrared thermometry. Irrig. Sci., 2: 205-212

- Jiang G.M., Hao N.B., Bai K.Z., Zhang Q.D., Sun J.Z., Guo R.J., Ge Q.Y. and Kuang, T.Y. 2000. Chain Correlation between variables of gas exchange and yield potential in different winter wheat cultivars. *Photosynthetica*, 38(2):227-232
- Joseph K. D. S. M., M. Alley M., D. Brann E. W. and Grawella D., 1985. Row Spacing and Seeding Rate Effects on Yield and Yield Components of Soft Red Winter Wheat. *Agronomy J.*, 77(2):211-214
- Kaydan D., Tepe I., Yağmur M. ve Yergin R., 2012. Ekim yöntemi ve sıklığının buğdayda tane verimi, bazı verim öğeleri ve yabancı otlar üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 310-323
- Kazan, T. ve Doğan R., 2005. Pehlivan ekmeçlik buğday (*Triticum aest. var. ast. L.*) çeşidinde ekim zamanı ve ekim sıklığı üzerine araştırma. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 19 (1):63-76
- Koc M., Barutcular C. and Genc İ., 2003. Photosynthesis and Productivity of Old and Modern Durum Wheats in a Mediterranean Environment. *Crop Science*; 43:6, 2089-2097
- Koc M., Barutcular C. and Tiryakioğlu M., 2008. Possible heat-tolerant cultivar improvement through the use of flag leaf gas exchange Traits in a Mediterranean Environment. *J. Sci Food Agric. Res.*, 88:1638 1647
- Kuşcu A. 2006. Yazlık ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.) veriminde son çeyrek yüzyılda gerçekleşen ilerlemelerin morfolojik ve fizyolojik esasları. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, (Basılmamış) Adana,
- Monneveux P., Rekika D., Acevedo E. and Merah O. 2006. Effect of drought on leaf gas exchange, carbon isotope discrimination, transpiration efficiency and productivity in field grown durum wheat genotypes. *Plant Sci.*, 170:867-872
- Özdemir S. ve Olgun M., 2011. Farklı lokasyonlar da ekilen buğday çeşitlerinin optimum ekim sıklığının belirlenmesi. eskişehir osmangazi üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Eskişehir s. 23-29
- Şimşek B., 2014. Makarnalık buğdayda ekim sıklığının değerlendirilmesinde geleneksel bir ölçünün kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Kahramanmaraş, s. 14-27
- Qiu G.Y., Wang L., He X., Zhang X., Chen S., Chen J. and Yang Y. 2008. Water use efficiency and evapotranspiration of winter wheat and its response to irrigation regime in the North China Plain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148:1848-1859
- Rebetske G.J., Condon A.G. and Richards R.A., 2002. Selection for reduced carbon isotope discrimination increases aerial biomass and grain yield of rainfed wheat. *Crop Sci.*, 42:739-745
- Rees D., Sayre K., Acevedo E., Navas T., Lu Z., Zeiger E. and Limon A. 1993. Canopy temperatures of wheat: relationship with yield and potential as a technique for early generation selection, *Wheat Special Report No. 10*, 32 Pages, Mexico
- Reynolds M.P, Balota M, Delgado M.I.B., Amani I. and Fischer R.A. 1994. Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions. *Australian J. of Plant Physiology*, 21(6): 717-730
- Reynolds M.P, Singh R.P., Ibrahim A., Ageeb, O.A.A., Larqué-Saavedra A. and Quick, J.S., 1998. Evaluating physiological traits to complement empirical selection for wheat in warm environments. *Euphytica*, 100:84-95
- Reynolds M.P., Delgado M.B., Gutierrez-Rodriguez, M. and Larque-Saavedra A. 2000. Photosynthesis of wheat in a warm, irrigated environment - i: genetic diversity and crop productivity. *Field Crops Research*, 66(1): 37-50
- Reynolds M.P., Nagarajan S., Razzaque M.A. and Ageeb O.A.A., 2001. Heat tolerance. Application of physiology in wheat breeding. (Editorler: M.P. Reynolds, I. Ortiz-Monasterio., A. McNab). Mexico, DF, CIMMYT
- Shao H.B., Shao M.A. and Liang Z.S., 2006. Change of Several Physiological indexes of 10 wheat genotypes at soil water deficits at tilling stage. *Biointerfaces*, 53:113-119
- Tavakoli A, Ahmadi A., Saeidi M. and Madah Hossani S., 2011. Study of water relation and gas exchange in drought tolerant and susceptible wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under post-anthesis drought stress condition. 2<sup>nd</sup> Iranian Conference on Plant Physiology, Yazd, 124
- Xu Q., 1995. Structural organization of photosystem I, In: Mathis, P. (Ed.), *Photosynthesis: From Light to Biosphere*, pp.87-90, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, (1995)
- Wang W.X., Vinocur B. and Altman A., 2003. Plant Responses to Drought, Salinity and Extreme Temperatures: towards Genetic Engineering for Stress Tolerance. *Planta*, 218:1-14

## Türkiye'nin Bitkisel Biyolojik Çeşitliliğinin Korunması ve Sürdürülebilir Kullanımına İlişkin Sorunlar ve Çözüm Önerileri

\*Alptekin KARAGÖZ<sup>1</sup>, Kürşad ÖZBEK<sup>2</sup>, Nurgül SARI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aksaray Üniversitesi, Aksaray Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Aksaray

<sup>2</sup>Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): akaragoz@aksaray.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 05.04.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 26.05.2016

### Öz

Bu çalışma Türkiye'de bitkisel biyolojik çeşitliliğin uzmanlarca öngörülen sorunları ve çözüm yollarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma, Ankara'da Mayıs ve Eylül 2015 tarihlerinde 2 kez düzenlenen toplantılara katılan toplam 120 civarındaki katılımcının görüş ve düşünceleri alınarak belirlenen sorunlar ve bu sorunların her biri için çözüm önerileri içeren listelerdeki faktörlerin, Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) istatistik yöntemiyle öncelik verilmesi şeklinde yapılmıştır. Çalışma sonunda katılımcılarca öncelik verilen sorunlar ve bunların çözümü için belirlenen önlem ve faaliyetlerden en önemlileri sıralanmıştır. Belirlenen sorunların ilk beşi şunlardır: Arazi bozulması, yasal düzenlemelerin / yaptırımların yetersizliği, plan ve programlarla ilgili sorunlar, doğadan aşırı bitki hasadı, kapasite ve yetişmiş insan eksikliği. Bu sorunlardan "arazi bozulmasına" karşı, alanların, amacı dışında kullanımını önleyecek yasal düzenlemelerin yapılması; yatırımlarda biyolojik çeşitliliğin dikkate alınması gibi hususlar ön plana çıkmıştır. "Yasal mevzuatla" ilgili sorunların giderilmesinde; araştırma izinleri yerine sürekli yetkiyi belgeleyen kart verilmesi, toplama izinlerinde yerli araştırmacı lehine düzenlemeler yapılması istenmiştir. "Plan ve programlarla" ilgili olarak; plan ve projelerin Ulusal Biyoçeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı'na (UBSEP) uygun olması; plan ve projelerde kaynakların etkin kullanılması önerileri geliştirilmiştir. "Doğadan aşırı toplama" sorununa karşı; soğanlı bitkiler dışında da toplama kotaları listesi hazırlanması ve doğadan toplanan türlerde kültüre alma çalışmaları yapılması önerilmiştir. "Kurumsal kapasitelerimizin" eksikliklerinin giderilmesi konusunda da; kurumlar arası iş birliği yapılması; BGK araştırma enstitülerinin kurulması gündeme getirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye, bitkisel biyoçeşitlilik, sorunlar, çözüm önerileri, AHP

### Problems Regarding Conservation and Sustainable Use of Turkey's Plant Biodiversity and Proposed Solutions

#### Abstract

Aim of this research was to determine the challenges and solutions to the existing problems of plant genetic resources in Turkey. For this purpose, 2 days meetings were organized in Ankara twice, with participation of total 120 experts. Expert opinions on challenges and likely solutions were identified and the listed matters were analysed by means of Analytic Hierarchy Process to determine the magnitude of each factor on the problems and the solutions. As a result, most important problems and likely solutions were listed with priority rankings. First five prior problems were listed as the following; land degradation, inadequacy of legislative arrangements; lack of proper planning; over harvesting from nature; and lack of capacities. Suggested remedies for "land degradation" were enacting legislation against misuse of lands and the consideration of biodiversity in investments. Regarding the "legislative arrangements", priority was given to research permits given by the government bodies. The researchers demand "researcher's identity cards" to replace research permits that are given by several government bodies, and they wish to have legal arrangements, in favour of local researchers for collecting activities. Regarding the "environmental planning", they wish the plans to be in harmony with National Biodiversity Strategy and Action Plan, and effective use of resources. Concerning "over harvesting from nature", the experts offered widespread quota application on plants similar to that of for bulb plants, and field cultivation of wild plants. Regarding "institutional capacity gaps", the experts recommend strong collaboration between institutions, and establishment of a Plant Genetic Resources Institute.

**Keywords:** Turkey, plant biodiversity, challenges, remedies, AHP

## Giriş

Ülkemiz, bitkisel biyolojik çeşitlilik bakımından Avrupa kıtasıyla kıyaslanacak kadar zengin olup, bu zenginliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımı için geçmişten günümüze değin altyapı oluşturma/geliştirme, araştırma, ilgili yasal düzenlemeler, eleman ve bütçe tahsisi gibi konularda bölgesinde lider konumundadır.

Günümüzde Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı bünyesinde, biri Ankara'da Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Biyolojik Çeşitlilik Genetik Kaynaklar Bölümündeki Türkiye Tohum Gen Bankası, diğeri de İzmir'de Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde yer alan Ulusal Gen Bankası olmak üzere iki adet gen bankası faaliyet göstermektedir.

*Ex-situ* koruma kapsamında yöntemler çeşitlenmektedir. Bakanlık tarafından özellikle uygulanan koruma yöntemleri; botanik bahçeleri ve tohum ve arazi gen bankalarıdır. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne (TAGEM) bağlı iki Tohum Gen Bankasında muhafaza edilmekte olan materyal sayısı şöyledir: Ankara'daki Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'ne (TARM) bağlı Türkiye Tohum Gen Bankasında 463 türe ait 63.269 örnek; İzmir'deki Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü (ETAE) gen bankasında 3.244 türe ait 57.726 örnek olmak üzere her iki gen bankasında toplam 120.995 örnek saklanmaktadır. Aynı zamanda TAGEM önderliğinde TARM ve ETAE işbirliği ile "Dijital Herbarium" faaliyete geçmiştir (<http://herbarium.tagem.gov.tr/>).

Tarımsal biyolojik çeşitlilik ulusal sorumlusu olan Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Genetik kaynaklar veri tabanı oluşturulması programı kapsamında çatı proje altında "Bitki Genetik Kaynaklarının Dokümantasyonu" projesini yürütmektedir.

Bitki Genetik Kaynaklarının (BGK) survey / toplama, üretim / yenileme, muhafaza, karakterizasyon ve değerlendirme çalışmalarına ait bilgilerin derlenmesi, işlenmesi, saklanması amacıyla BGK konusunda yürütülen çalışma ve araştırmalardan elde edilen veriler standart olarak kaydedilmektedir.

TAGEM'e bağlı 17 Araştırma Enstitüsünde bulunan Arazi Gen Bankalarında 162 türe ait 18.490 materyal (meyve ve asma, süs bitkisi, geofit gibi tüm vegetatif materyal) muhafaza

edilmektedir. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü sorumluluğundaki meyve türleri veri tabanında ise 115 türe ait 8.121 adet materyal bilgisi kayıtlıdır.

Ülkemizde biyoçeşitliliğin durumu, mevcut ve olası riskler ve alınması gereken önlemler üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Karagöz ve ark. (2010) Türkiye'de biyolojik çeşitliliği en fazla tehdit eden faktörler olarak tarımsal çalışmalar (mera alanlarının sürülmesi, aşırı otlatma, anızın yakılması, aşırı gübre ve tarımsal ilaç kullanımı, yüksek verimli çeşitlerin çiftçi çeşitlerinin yerini alması), şehirleşme, endüstrileşme, yol ve baraj yapımları, doğadan aşırı bitki toplama ve sökümü, aşırı orman kesimi ve orman yangınları, ikinci konut edinimi, turizm sektöründeki hızlı gelişmeler ve yetişmiş insan eksikliği gibi faktörleri sıralamışlardır.

Ülkemiz biyolojik çeşitlilikle ilgili çok sayıda uluslararası anlaşma, antlaşma ve sözleşmelere taraftır. Ayrıca koruma ve sürdürülebilir kullanım konusunda her düzeyde yasal düzenlemeler de zamanı içinde yapılmıştır. Ancak, taraf olduğumuz uluslararası düzenlemeler de dâhil olmak üzere, değişen ülke ve dünya koşulları göz önüne alındığında koruma ve sürdürülebilir kullanım konusunda ülkemizin bulunduğu durumun belirli dönemlerde gözden geçirilmesi, güncellenmesine gerek duyulan yasal düzenlemeler varsa bunların da günün koşullarına uydurulmasına gerek vardır.

Türkiye'de bitki genetik kaynaklarının toplanması ve değerlendirilmesi konusunda çalışmalar XX. Yüzyılın ilk çeyreğinde başlamıştır. Türk bilim adamı Mirza Gökgöl, Dünya'da genetik kaynakların öneminin henüz anlaşılmaya başlandığı dönemlerde, bu konuda söz sahibi olan Vavilov, Harlan ve Zhukovsky gibi ilim adamları ile eş zamanlı olarak, Türkiye'nin her yanından topladığı binlerce buğday örneklerini karakterize ederek 18.000'in üzerinde farklı tip ve bunların arasından da 256 adet yeni buğday varyetesi belirlemiştir. Gökgöl, "Türkiye'de bulunan çiftçi çeşitlerinin, bitki ıslahçıları için sonsuz bir hazine" olduğunu belirtmiştir (Gökgöl 1935; 1939; Gökgöl ve Taşan 1978).

Güner ve ark. (2012) Türkiye'de her 10 günde yeni bir bitki türü belirlendiğinden bahisle florada 3.649 tanesi endemik olmak üzere toplam 11.707 bitki taksonu olduğunu bildirmektedir.

2010 Ekim ayında Japonya'nın Nagoya kentinde gerçekleştirilen BM Biyolojik Çeşitlilik



Sözleşmesi (BÇS) 10. Taraflar Konferansı'nda 2011-2020 yılları arası Uluslararası Biyolojik Çeşitlilik Onyılı olarak ilan edilmiştir. Toplantıda 2020 yılına kadar dünyada biyolojik çeşitlilik kaybının durdurulması temel amacıyla Biyoçeşitlilik Stratejik Planı ve kısaca "Aichi Hedefleri" olarak anılan 2020 Biyoçeşitlilik Hedefleri kabul edilmiştir (Anonim, 2016b). Aichi hedefleri toplam 5 stratejik amaç ve 20 hedeften oluşmaktadır.

Young et al. (2005) insan kaynaklı etmenlerle biyoçeşitlilik muhafaza çalışmaları arasındaki çatışmanın tüm Avrupa ekosistemlerinde giderek artan bir şekilde devam ettiğini; bildirerek 3 konunun altını çizmişlerdir. Bunlar; "tarımsal ve silvikültürel faaliyetlerin yoğunlaşması veya arazilerin terk edilmesi", "rekreatiyonel kullanım ve avcılık faaliyetleri" ve "politikayla bağlantılı tehditler" olarak sıralanmıştır. Çatışmaların önlenmesinde ilk adım olarak da sorunlar çıkmadan önce bunları oluşturan sebeplerin ortadan kaldırılması önerilmekte, bu açıdan da etkilenen habitatlar ve türlerin ihtiyaçları konusunda artan bir farkındalık oluşturmanın ardından, çatışmaların sosyal ve kültürel boyutuna çözüm getirecek yönetim planlarının devreye sokulması önerilmektedir.

Henle et al. (2008) Avrupa'nın tarım yapılan alanlarında biyoçeşitliliğin giderek azalmakta olduğunu, bunun en büyük nedenlerinin ise yoğun tarım uygulamaları, bir zamanlar verimsiz olup şimdilerde terk edilmiş durumda olan Yüksek Doğa Değerli Çiftlikler ve son olarak da tarımsal işlemlerin boyutunda meydana gelen değişimler olduğunu bildirmektedir.

Maes et al. (2012) Avrupa Birliği'nde biyoçeşitliliğin muhafazasının habitat ve türler bazında ele alındığını, korunan alanlar oluşturma çalışmalarının 92/43/ECC kodlu Habitat Direktifi doğrultusunda gerçekleştirildiğini bildirmektedir. Biyolojik çeşitliliğin muhafazasının aynı zamanda ekosistem hizmetlerini de destekler nitelikte olmasına karşın, biyoçeşitlilikle bağlantılı olan ekosistem hizmetlerinin Avrupa'da çok geri bir düzeyde değerlendirildiği de ifade edilmektedirler.

Avrupa Çevre Ajansı tarafından yayınlanan bir raporda (Anonim 2015) Avrupa Birliğinde sınırlı sayıda türler ve habitatların, 2020 biyoçeşitlilik hedeflerinde belirtilen uygun koşullarda koruma statüsüne sahip olduğu, bu

bakımdan belirlenen hedeflere ulaşılmadığından bahisle, geçmişte Natura 2000 ağı içinde uygun koruma statüsü verilen alanların Avrupa Birliği karasal alanlarının %18'ini, deniz alanlarının da %4'ünü başarılı bir şekilde koruma altına aldığını bildirilmektedir. Raporda ayrıca Avrupa Birliği içindeki tehdit altındaki türlerden % 25'inin yok olma tehlikesine maruz olduğuna işaret edilmektedir.

Hood (2010) dünya biyoçeşitliliğini tehdit eden önemli faktörleri doğal alanların bozularak tarım alanına dönüştürülmesi, ormanların yok edilmesi, iklim değişikliği, doğal kaynakların aşırı tüketimi, kimi alanlara dışarıda yabancı yayılımcı türler getirilmesi olarak sıralamaktadır. Bu faktörlerin etkileri bulunulan coğrafi konuma göre değişmektedir. Hayvan türlerinin kaybının 1600 yılından bu yana % 39'unun yabancı yayılımcı türlerin istilası, % 23'ünün aşırı avlanmadan kaynaklandığı ifade edilmiştir. Biyoçeşitlilik kaybının ikincil nedenleri olarak da insan nüfusunun aşırı artışı, aşırı tüketim, aşırı atık üretme, şehirleşme ve uluslararası çatışmalar olduğu bildirilmektedir.

Afrika kıtasında biyoçeşitliliği tehdit eden çok sayıdaki faktörle başa çıkmak için biyoçeşitliliğin ulusal gelişme planlamaları ve politikalarına dâhil edilmesi önerilmektedir. Hâlihazırdaki gidişat biyoçeşitliliğin muhafazasında ekosistem temelli, sürdürülebilir kullanıma dayalı, biyoçeşitlilikten kaynaklanan yararların eşit ve adil paylaşımının dikkate alınmasını gerektirmektedir. Bu konuda tarım ve madencilik faaliyetlerinin etkilerinin azaltılması, bozulmuş ekosistemlerin restorasyonu, yerel topluluklar için alternatif geçim kaynaklarının oluşturulması, özel sektörle ve muhafaza üzerinde çalışan diğer kuruluşlarla işbirliğinin sağlanması (Anonim 2010).

Doğal alanların yerleşimlerce işgal edilmesi suretiyle ortaya çıkan arazi bozulması ve orman ürünleri, kömür, su ürünleri ve su gibi doğal kaynakların aşırı tüketiminin biyolojik çeşitliliği tehdit eden en önemli faktörler olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2016c).

Biyoçeşitlilik bir dizi insan kaynaklı faaliyetlerden olumsuz etkilenmektedir. Bu faaliyetlerin başında aşırı avlanma, habitat bozulması, yabancı türlerin yaygınlaşması ve işgali, domino etkileri, kirlilik ve iklim değişikliği gelmektedir (Anonim, 2016d).

Petronzio (2015), biyoçeşitlilik üzerinde en önemli 6 tehdidin iklim değişikliği, orman

tahribatı, habitat kaybı, aşırı kullanım, yayılımcı türler ve kirlenme olduğunu bildirmiştir.

Biyçeşitliliğin sorunlarına çözüm olmak üzere Şehirli ve Özgen (1987) ile Şehirli ve ark. (2005) genetik kaynaklar konusunda çalışacak kadroların doldurulması ulusal sistem geliştikçe sistemde görev alanlara uygun yetki ve sorumlulukların verilmesi; sistemin çalışmasını sağlamak için iyi eğitilmiş nitelikli insanlar için çekici hale getirilmesi; Hükümet, Enstitüler ve halkın bitki koleksiyonlarının oluşturulması ve saklanması önemini daha iyi kavramasıyla, tüm bunların kendiliğinden gerçekleşeceği; insanoğlunun gelecekteki varlığı ve refahı için tarımsal üretimi koruma ve iyileştirmenin tek yolunun genetik çeşitliliğin devamlılığının sağlanması olduğunu bildirmektedirler.

Çakmak (2008) biyolojik çeşitliliği tehdit eden unsurlar olarak aşırı avlanma, istilacı türler, erozyon, çevre sorunları, habitat tahribatı, doğal tehlikeler ve felaketler, genetiği değiştirilmiş organizmalar ve nesli tükenen canlılar olduğunu bildirmiştir. Yazar ayrıca biyolojik çeşitliliğin korunmasının kamu yararına bir durum olduğunu da belirtmiştir.

#### **Materyal ve Yöntem**

Proje bitkisel biyçeşitlilikle ilişkili tüm kamu ve özel kuruluşları temsilcilerinin, bu kaynakların korunması ve sürdürülebilir kullanımı konularında karşılaştıkları sorunların listelenmesi, bu sorunların ağırlıklarının belirlenmesi, öncelikli sorunlara çözüm önerileri geliştirmesi ve bu önerilerin de derecelendirilmesi yoluyla yapılmıştır. Paydaşların katılımı üç farklı yolla sağlanmıştır.

#### **Üst düzey bürokratlarla görüşmeler**

Türkiye'de bitkisel biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımı konusunda söz sahibi olan Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan birer bürokratla görüşerek, BGK ile ilgili sorunların çözümü için önerileri ve varsa bu konularda yapmayı planladıkları yasal ve idari düzenlemeler kayıt edilmiştir.

#### **Sektör temsilcileriyle görüşmeler**

Ülkemizde bitkisel genetik kaynakları doğadan toplayarak veya yetiştirmek yoluyla ham madde olarak yurt içine satan, ihraç eden ve/veya işleyerek mamul ve yarı mamul madde olarak pazarlayan özel sektör kuruluşlarının

sorunları ve çözüm önerilerini belirlemek üzere, Türkiye'de bu işlerin en yoğun olarak yapıldığı Akdeniz ve Ege bölgelerine giderek sektör temsilcileriyle yüz yüze görüşmeler yapılmıştır.

#### **Grup toplantıları**

Çalışmanın grup toplantıları iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada tüm paydaşların ülkemizin bitkisel biyolojik çeşitliliğinin sorunları hakkındaki görüş ve düşüncelerini ortaya koydukları iki günlük bir toplantı düzenlenmiş, bunun ardından yine tüm paydaşların ortaya konan sorunlara karşı geliştirilecek çözüm önerilerini görüştükleri iki günlük bir toplantı daha yapılmıştır.

Projenin materyalini yukarıda sözü edilen toplantılar ve görüşmelerde belirlenen görüşler oluşturmuştur. Grup toplantıları sırasında belirlenen sorunlar ve çözüm önerilerinin öncelikleri ve yüzde önem dağılımları Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yöntemiyle hesaplanmıştır. Yöntemin kısa tanımı aşağıda verilmektedir.

#### **Analitik Hiyerarşi Proses**

Analitik Hiyerarşi Proses (AHP), ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya atılmış ve 1977 de ise Saaty tarafından bir model olarak geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir. AHP, karar hiyerarşisinin tanımlanabilmesi durumunda kullanılan, kararı etkileyen faktörler açısından karar noktalarının yüzde dağılımlarını veren bir karar verme ve tahminleme yöntemi olarak açıklanabilir. AHP bir karar hiyerarşisi üzerinde, önceden tanımlanmış bir karşılaştırma skalası kullanılarak, gerek kararı etkileyen faktörler ve gerekse bu faktörler açısından karar noktalarının önem değerleri açısından, birebir karşılaştırmalara dayanmaktadır. Sonuçta önem farklılıkları, karar noktaları üzerinde yüzde dağılıma dönüşmektedir (Saaty 1990).

Bir karar verme probleminin AHP ile çözümlenebilmesi için gerçekleştirilmesi gereken aşamalar aşağıda tanımlanmıştır. Her bir aşamada, formülasyon ile birlikte ilgili açıklamalar yapılmıştır.

Adım 1: Karar verme problemi tanımlanır

Adım 2: Faktörler arası karşılaştırma matrisi oluşturulur

Adım 3: Faktörlerin yüzde önem dağılımları belirlenir

Adım 4: Faktör kıyaslamalarındaki tutarlılık ölçülür

Adım 5: Her bir faktör için karar noktasındaki yüzde önem dağılımları bulunur

Adım 6: Karar noktalarındaki sonuç dağılımı bulunur.

Çalışma sonunda gözden geçirilen faktörlerin ana çözüm aranan sorun üzerindeki ağırlıklı etkileri % değer olarak verilir. AHP yöntemi, projenin ikinci aşamasında her bir konuya getirilen çözüm önerileri için ayrı ayrı uygulanarak her sorun için çözüm önerileri önceliklendirilmiş ve derecelendirilmiş olarak sunulmuştur. AHP uygulaması sübjektif bir değerlendirme yöntemi olarak bitkisel biyolojik çeşitliliğin sorunlarını, bu sorunlar için önerilen çözüm alternatiflerini uzman grubu görüşüne dayanarak önceliklendirme ve faktörlerin önemine nümerik değerler verebilmek açısından kullanılmış ve uygulanmıştır. AHP yönteminde tutarlılık oranının (consistency ratio) % 10'dan daha küçük olması durumunda yapılan analizin güvenilir olduğu kabul edilir. Yaptığımız çalışmada tüm AHP analizlerinin tutarlılık oranı % 10'un altındadır. Bu çalışmada sorunlar ve çözüm önerileriyle ilgili hususların belirlenmesinde 9 faktöre kadar AHP analizi yapılmış olmakla beraber burada sadece 7 ve 5 faktör üzerinden yapılan analizlere yer verilmiştir.

### **Bulgular ve Tartışma**

#### **Üst düzey bürokratlarla görüşmeler sonucu belirlenen hususlar**

Sözü edilen üç Bakanlığın ilgili üst düzey bürokratlarıyla yapılan görüşmeler sonucu aşağıda sıralanan hususlar ön plana çıkmıştır:

- Mevzuat hazırlanırken doğa koruma perspektifli gözetilmemektedir,
- Yabancı bilim adamlarıyla ortak çalışma yapmak isteyen Türk araştırmacıların önüne çok fazla engel çıkarılmaktadır,
- Step koruma alanları yoktur, bu yönde yasal düzenleme de eksiktir,
- Bakanlıklar arasında ve aynı bakanlığın farklı kurumları arasında statü çatışması ve çakışması vardır,
- Biyoçeşitlilik envanteri çıkarılması işleri de birden fazla bakanlık elinde olduğundan bu konuda da sorunlar yaşanmaktadır,
- Müstakbel Tabiatı ve Biyolojik

Çeşitliliği Koruma Kanunu, çakışan yetki ve sorumluluklarla ilgili çözüm getirmekten uzaktır,

- Koruma statüsü atanması süreçleri çok uzun ve yorucudur,
- Korunan alanların yönetimi çok başlıdır,
- Korunan alan statüleri atanırken sosyal boyut ihmal edildiği gibi, sosyal bilim uzmanlarının görüşleri de alınmamaktadır,
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın bitki genetik kaynaklarıyla ilgili düzenleme getiren, 1992 Yönetmeliği geçerliliğini yitirmiştir ve revizyonuna gerek vardır, revize edilirken araştırma izinleri konusu da ele alınmalıdır,
- Nagoya Protokolüne taraf olabilmek için ek mevzuat gereklidir, bu konuda çalışılmalıdır,
- Araştırma izinleri konusu gözden geçirilmelidir,
- Bitki genetik kaynaklarını muhafaza eden enstitülerin alt yapıları eskimiş ve yetersizdir,
- Yerel çeşitlerin halk elinde ıslahı çalışmaları yoktur,
- Yerel çeşitlerin kayıt altına alınmasıyla ilgili çalışma ve kayıt altına almayı kolaylaştırıcı bir yasal düzenlemeye gerek vardır.

#### **Özel sektör temsilcileriyle yapılan görüşmeler sonucu belirlenen hususlar**

Antalya, Isparta ve İzmir illerinde toplam 6 özel firmanın yetkilileriyle yapılan görüşmelerde sektör temsilcileri özellikle doğadan toplamalar, yetiştiricilik, maliye ile ilişkiler, üretilen mamul maddenin pazarlanması konularında çok sayıda sorundan söz etmiştir. Sektörün dile getirdiği sorunlar aşağıda özetlenmektedir.

- Doğadan materyal toplayan kırsal kesim nüfusu azalmakta, gençler turizm sektörüne yönelmektedir. Bu durumda toplayıcı sayısı her geçen gün azalmaktadır,
- Toplayıcılara devlet teşviki yoktur,
- Toplayıcılar kimi yerlerde doğayı ve biyolojik çeşitliliği tahrip ederek toplamaktadır,
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı bazı yerlerde keyfi olarak toplamayı yasaklayabilmektedir,

- Arı üreticileri kimi yerlerde çiçeklenme devresi bitmeden alandan bitki toplanmasını engellemektedir,
- Toplanacak miktarlara kota koyan orman idaresinin kotaları hangi esasa göre koyduğu belirli değildir, bu konuda standart yoktur,
- Piyasadaki tıbbi yağların içeriği konusunda bir standart yoktur, işini doğru yapanla yanlış yapan kurumlar aynı ölçütlere tabidir,
- Resmi kurumlar arasında yetki ve sorumluluk çatışması vardır,
- Endüstriyel yetiştiricilik için alan yoktur, diğer ürünlerin daha kârlı olduğu yerlerde Orman Bakanlığından arazi kiralama imkânı olmamaktadır,
- Tıbbi yağlarla ilgili mevzuat eksiktir,
- Dünyada tıbbi yağlar seyrek olarak satıldığı halde bizde tam safiyette olması istenmektedir,
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı araştırma kuruluşları ile özel sektör arasında yeterli işbirliği ve bilgi alış verışı yoktur,
- Merdiven altı üretim yapan firmalarla ciddi firmalar aynı terazide tartılmaktadır,
- Ciddi firmalar daha yoğun bir denetleme kısıncı altında tutulmaktadır, denetleme işleri her ilde aynı ciddiyette yapılmamaktadır
- Alo 174 hattına rakip firmalarca yapılan şikâyetler vardır. Bu şikâyetlerin usulsüz olması durumunda şikâyeti yapan kişilere yaptırım uygulanmamaktadır,
- Kimi firmalar uydurma ödüller aldığına dair bir takım işaretler kullanarak haksız rekabete neden olmaktadır,
- Gıda takviyeleri yönetmeliğine ihtiyaç vardır,
- İnternet üzerinden yapılan satışlarda ilaç algısı yaratılarak haksız rekabet oluşturulmaktadır,
- Dünyada sektörle ilgili gelişmelerin özel sektöre aktarıldığı bir yapıya ihtiyaç vardır,
- Doğadan toplanan ürünlerin içine toplayıcıların başka bitkileri karıştırmaları sorun yaratmaktadır,
- İhracatta KDV iadesinde sorunlar yaşanmaktadır,

- Toplayıcı kooperatifleri kimi yerlerde keyfi olarak toplamaya izin vermemektedir,
- Yeterince defne bulunmamaktadır,
- Anason ve kimyonda kalite çok düşüktür,
- Tescilli geliştirilmiş çeşit yoktur.
- Kesim izinleri verilirken yükselti farkı gözetilmemekte, tüm alan birden verilmektedir,
- Kültüre alma çalışmaları tüm türlerde yapılmamıştır,
- Üretim materyali, fide, fidan yoktur,
- Ham madde kaynakları yetersizdir,
- Konunun kırsal kalkınmayla olan ilişkisi dikkate alınmamaktadır,
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı defne alanlarına sadece orman gözüyle bakmaktadır.

#### **Grup çalışmaları sonuçları**

Gruplar tarafından Türkiye'nin bitkisel biyolojik çeşitliliğine ilişkin sorunlar önce kabaca sıralanmış ve sorun olarak görülen hususlar grup tarafından AHP yöntemi uygulanarak önceliklendirilmiş ve ağırlıkları belirlenmiştir. AHP analizi sonucu Çizelge 1'de belirtilen hususların, Türkiye'deki bitkisel biyolojik çeşitliliğinin en öncelikli 7 sorunu olduğu belirlenmiştir. Çizelgede %5'in altında ağırlığa sahip son iki önceliği alan faktörler elimine edilmiş ve Türkiye'deki bitkisel biyolojik çeşitliliğin en önemli görülen 5 sorunu yeniden değerlendirilip Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'te de görüldüğü gibi en önemli ilk 5 faktör olarak sıralananlardan arazi bozulması tek başına % 51.7 gibi önemli bir pay almıştır.

#### **Çözüm önerileri**

Gruplarca belirlenen ve ağırlıkları hesaplanan sorunların her biri, ikinci toplantı boyunca tartışılmış ve her sorun için çözüm önerileri listelenmiş, AHP yöntemiyle önceliklendirilmiş ve ağırlıkları belirlenmiştir.

#### **"Arazi bozulması" sorunu için çözüm önerileri**

Öncelikli sorunların en başında gelen ve kısaca "arazi bozulması" olarak adlandırılan sorun için yapılan değerlendirmeler sonucu, tüm grupların çözüm önerileri olarak ortaya koydukları önlemlerden ağırlıklı olarak öne çıkan ilk 7 önlem Çizelge 3'de sıralanmaktadır.

Çizelge 1.Sorunlarla ilgili 7 faktör üzerinden yapılan AHP değerlendirmesi

Table 1. The AHP evaluation carried out on 7 factors related to the problems

Sorunlar	Öncelik sırası	Ağırlığı (%)
Arazi bozulması	1	43.1
Yasal düzenlemelerin / yaptırımların yetersizliği	2	20.6
Plan ve programlarla ilgili sorunlar	3	15.6
Doğadan aşırı bitki hasadı /söküm/aşırı orman kesimi	4	7.5
Kapasite ve yetişmiş insan eksikliği	5	6.4
Yerel çeşitlerin kaybı	6	4.5
Doğal felaketler	7	2.3

Çizelge 2. Sorunlarla ilgili 5 faktör üzerinden yapılan AHP değerlendirmesi

Table 2. The AHP evaluation carried out on 5 factors related to the problems

Sorunlar	Öncelik sırası	Ağırlığı (%)
Arazi bozulması	1	51.7
Yasal düzenlemelerin / yaptırımların yetersizliği	2	21.2
Plan ve programlarla ilgili sorunlar	3	15.5
Doğadan aşırı bitki hasadı /söküm/aşırı orman kesimi	4	7.1
Kapasite ve yetişmiş insan eksikliği	5	4.5

Çizelge 3. Arazi bozulması sorununu çözmek için belirlenen çözüm önerileri için 7 faktör üzerinden yapılan AHP değerlendirmesi

Table 3. The AHP evaluation carried out on 7 proposals to solve the land degradation problem

Çözüm önerileri	Öncelik sırası	Ağırlığı (%)
Amacı dışı alan kullanımını önleyecek yasal düzenlemelerin yapılması	1	40.5
Yatırımlarda biyolojik çeşitliliğin dikkate alınması	2	21.0
Kentsel gelişim planlarının yapılmasında biyolojik çeşitliliğin korunmasına ve sürdürülebilir kullanılabilirliğine yönelik risklerin dikkate alınması	3	13.2
Kentsel dönüşüm/gelişim planları hazırlanırken ekolojik kentsel tasarım yaklaşımının belirlenmesi ve hazırlanacak multi disiplinler planların merkezi teşkilat tarafından göz önüne alınması	4	11.0
Farkındalık, halkın bilinçlendirilmesi çalışmalarının yapılması	5	6.0
Kiralamaya uygun orman alanlarında o bölgeye uygun doğal bitkilerin yetiştirilmesinin tercih edilmesi,	6	4.8
Mera ve orman işgallerinin, yapılaşmaların durdurulması	7	3.6

Çizelge 4. Arazi bozulması sorununu çözmek için belirlenen çözüm önerileri için 5 faktör üzerinden yapılan AHP değerlendirmesi

Table 4. The AHP evaluation carried out on 5 proposals to solve the land degradation problem

Çözüm önerileri	Öncelik sırası	Ağırlığı (%)
Amacı dışı alan kullanımını önleyecek yasal düzenlemelerin yapılması	1	49.3
Yatırımlarda biyolojik çeşitliliğin dikkate alınması	2	23.4
Kentsel gelişim planlarının yapılmasında biyolojik çeşitliliğin korunmasına ve sürdürülebilir kullanılabilirliğine yönelik risklerin dikkate alınması	3	11.4
Kentsel dönüşüm/gelişim planları hazırlanırken ekolojik kentsel tasarım yaklaşımının belirlenmesi ve hazırlanacak multi disiplinler planların merkezi teşkilat tarafından göz önüne alınması	4	8.7
Farkındalık, halkın bilinçlendirilmesi çalışmalarının yapılması	5	7.2

Çizelge 5. Mevzuat sorununu çözmek için belirlenen çözüm önerileri için 7 faktör üzerinden yapılan AHP değerlendirmesi

Table 5. The AHP evaluation carried out on 7 proposals to solve the problems related to legislative arrangements

Çözüm önerileri	Öncelik sırası	Ağırlığı (%)
Araştırma izinleri yerine sürekli yetkiyi belgeleyen kart verilmesi	1	40.4
Toplama izinlerinde yerli araştırmacı lehine düzenlemeler	2	19.7
Araştırma prosedürünün net ve basit hale getirilmesi	3	12.6
Tabiatı ve Biyolojik Çeşitliliği Koruma Kanununun çıkarılması	4	10.2
1992 Yönetmeliğinin güncellenmesi	5	7.5
Biyçeşitlilik Üst Kurulunun oluşturulması	6	6.1
Yönetmelik hazırlanmasında paydaşların görüşlerinin alınması	7	3.5

Arazi bozulmasının önüne geçmede gruplar tarafından belirlenen liste içinde en etkin 5 önlem olarak Çizelge 4'de yer alan çözüm önerileri ortaya konmuştur.

Çizelge 4'den anlaşılacağı üzere katılımcılar arazilerin amaç dışı kullanımının önüne geçilmesinde başta gelen çözüm olarak yasal düzenlemelerin yapılmasını görmektedir.

#### "Mevzuat" konusunda çözüm önerileri

Gruplar tarafından bitkisel biyolojik çeşitliliğimizin en önemli ikinci sorunu olarak belirlenen "yürürlükteki mevzuatın eksikliği, yetersizliği, uygulanmasında yaşanan güçlükler ve güncelliğini yitirmiş olması" (kısaca "mevzuat") konusunda en fazla yakınma, araştırmacılarca arazi çalışmaları sırasında her yıl, her yöre için farklı Bakanlıklardan alınması gereken ve kısaca "araştırma izinleri" olarak ifade edilen konuda olmuştur. Bu konuya ve aynı başlık altında dile getirilen diğer çözüm önerileri Çizelge 5'de sıralanmaktadır. Mevzuat konusuna getirilen çözüm önerilerinin 5 adede indirilmesi durumunda listede araştırma izinleri dışında sadece Biyçeşitlilik Üst Kurulu ve Biyçeşitlilik Enstitüsü kurulması ile Tabiatı ve Biyolojik Çeşitliliği Koruma Kanununun çıkarılması ile 1992 Yönetmeliğinin güncellenmesi konuları kalmıştır (Çizelge 6).

#### "Plan ve programlar" için çözüm önerileri

Grup tarafından üçüncü önemli sorun olarak belirlenen ve kısaca "plan ve programlar" olarak adlandırılan "doğal kaynak koruma ve

sürdürülebilir kullanımına yönelik yönetim ve planlamayla ilgili sorunlar" ile ilgili olarak Ulusal Biyçeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı (UBSEP) konusuna çok atıfta bulunulmuştur. Öncelikli olarak önerilen ilk 7 konu Çizelge 7'de verilmektedir.

Çözüm önerilerinin sayısı 5'e düşürülünce en önemli faktör olarak %46.6 ile plan ve programların UBSEP'e uygun olması faktörü öne çıkmıştır (Çizelge 8).

#### "Doğadan aşırı toplama" için çözüm önerileri

Dördüncü en önemli sorun olarak belirlenen "doğadan aşırı ve usulüne uygun olmayan toplama (kısaca "doğadan aşırı toplama") sorununa çok farklı konularda çözüm önerileri ortaya konmuştur.

Bu konuda yapılan AHP analizinde öncelikli çözüm önerisi olarak Çizelge 9'daki hususlar ön plana çıkmıştır.

Doğadan aşırı toplama sorunu için belirlenen çözüm önerilerinden son ikisi çıkarılarak yapılan AHP analizi sonucu Çizelge 10'da verilmektedir.

Görülebileceği üzere grup yarıyı aşkın bir şekilde öncelikli çözüm önerisi olarak soğanlı bitkiler dışındaki ürünlerde de her yıl toplama kotaları belirlenmesinden yanadır.

#### "Kurumsal kapasite" konusundaki sorunlar için çözüm önerileri

Kısaca "kurumsal kapasite" olarak nitelenen konu başlığı altında ilk 7 sırada yer alan çözüm

Çizelge 6. Mevzuat sorununu çözmek için belirlenen çözüm önerileri için 5 faktör üzerinden yapılan AHP değerlendirmesi

Table 6. The AHP evaluation carried out on 5 proposals to solve the problems related to legislative arrangements

Çözüm önerileri	Öncelik sırası	Ağırlığı (%)
Araştırma izinleri yerine sürekli yetkiyi belgeleyen kart verilmesi	1	47.3
Toplama izinlerinde yerli araştırmacı lehine düzenlemeler	2	20.6
Araştırma prosedürünün net ve basit hale getirilmesi	3	13.3
Tabiatı ve Biyolojik Çeşitliliği Koruma Kanununun çıkarılması	4	9.4
1992 Yönetmeliğinin güncellenmesi	5	9.4

Çizelge 7. Plan ve programlar ile ilgili sorununu çözmek için belirlenen çözüm önerileri için 7 faktör üzerinden yapılan AHP değerlendirmesi

Table 7. The AHP evaluation carried out on 7 proposals to solve problems related to plans and programs

Çözüm önerileri	Öncelik sırası	Ağırlığı (%)
Plan ve projelerin UBSEP'e uygun hazırlanması	1	38.1
Plan ve projelerde kaynakların etkin kullanılması	2	17.6
Plan ve programlar hazırlanırken ekosistem hizmetlerinin dikkate alınması	3	17.6
UBSEP'in revize edilmesi	4	9.4
Plan ve program uygulamalarında yetki ve sorumluluklar belirlenmesi	5	6.3
Envanter projesi sonucunda özelleşecek ikincil projelerin tasarlanması	6	5.5
UBSEP ile diğer sektörlerin gelişme planları ile uyumlu olması	7	5.5

Çizelge 8. Plan ve programlar ile ilgili sorununu çözmek için belirlenen çözüm önerileri için 7 faktör üzerinden yapılan AHP değerlendirmesi

Table 8. The AHP evaluation carried out on 7 proposals to solve problems related to plans and programs

Çözüm önerileri	Öncelik sırası	Ağırlığı (%)
Plan ve projelerin UBSEP'e uygun olarak hazırlanması	1	46.6
Plan ve projelerde kaynakların etkin kullanılması	2	19.4
Plan ve programlar hazırlanırken ekosistem hizmetlerinin dikkate alınması	3	19.4
UBSEP'in revize edilmesi	4	7.3
Plan ve program uygulamalarında yetki ve sorumluluklar belirlenmesi	5	7.3

Çizelge 9. Doğadan aşırı toplama ile ilgili sorununu çözmek için belirlenen çözüm önerileri için 7 faktör üzerinden yapılan AHP değerlendirmesi

Table 9. The AHP evaluation carried out on 7 proposals to solve the problems related to over harvesting from nature

Çözüm önerileri	Öncelik sırası	Ağırlığı (%)
Kurumlar arası iş birliği yapılması	1	22.1
BGK araştırma enstitülerinin kurulması	2	22.1
Kurumların bölgelerindeki ihtiyaca göre özelleşme / uzmanlaşmaya gitmesi	3	22.1
Tüm enstitülerde yeterli uzman personel ve ara elemanı istihdam edilmesi	4	16.1
Personel altyapısının eğitimle güçlendirilmesi	5	10.1
Tüm enstitülerde BÇ bölümlerinin açılması	6	5.1
Üniversitelerde konu hakkında master/doktora yapan araştırmacıların bakanlıklarda istihdamına öncelik verilmesi	7	3.3

Çizelge 10. Doğadan aşırı toplama ile ilgili sorununu çözmek için belirlenen çözüm önerileri için 5 faktör üzerinden yapılan AHP değerlendirmesi

Table 10. The AHP evaluation carried out on 5 proposals to solve the problems related to over harvesting from nature

Çözüm önerileri	Öncelik sırası	Ağırlığı (%)
Soğanlı bitkiler dışında da toplama kotaları listesi hazırlanması,	1	50.4
Doğadan toplanan türlerde kültüre alma çalışmaları yapılması,	2	24.5
Tıbbi aromatik bitkilerde tescilli çeşitler geliştirilmesi,	3	10.2
Kırmızı listenin güncellenmesi,	4	10.2
Toplayıcıların sertifikalandırılması,	5	4.6

önerileri ve ağırlıkları Çizelge 11'de yer almaktadır. Çizelge 11'de görüldüğü üzere ilk 3 sırayı alan çözüm önerileri eşit ağırlığa sahiptir. Analizin bir de 5 faktör üzerinden yapılması durumunda yine ilk 3 sırayı alan öneriler eşit ağırlıkta bulunmuştur (Çizelge 12).

#### "Yerel çeşitler" konusunda çözüm önerileri

Kısaca "yerel çeşitler" olarak söz edeceğimiz yerel çeşitler ve geleneksel bilginin kaybı

konusunda grubun hazırladığı çözüm önerilerinden öne çıkan 7 tanesi Çizelge 13'de verilmektedir.

Çizelge 13'de görüldüğü üzere yerel çeşitlerin korunmasında devletin destek vermesi talebi yarıdan daha büyük bir ağırlığa sahiptir. Son iki faktörün çıkarılmasıyla faktör sayısı 5'e düşürülmüş ve yapılan AHP analizi sonuçları Çizelge 14'de verilmiştir.

Çizelge 11. Kurumsal kapasitelerle ilgili sorununu çözmek için belirlenen çözüm önerileri için 7 faktör üzerinden yapılan AHP değerlendirmesi

Table 11. The AHP evaluation carried out on 7 proposals to solve problems related to institutional capacities

Çözüm önerileri	Öncelik sırası	Ağırlığı (%)
Yerel çeşitlerin üretimine yönelik devlet desteği verilmesi	1	43.4
Yerel bilgilerin kayıt altına alınması	2	23.0
Yerel çeşit envanteri çıkarılması	3	11.6
Tohumculuk Kanunu revize edilerek yerel çeşitler önündeki engellerin kaldırılması	4	11.2
Yerel çeşitlerin <i>in-situ</i> korumaya alınması	5	4.7
Etnobotanik veri tabanının oluşturulması	6	3.3
Yerel çeşit toplama programlarının artırılması	7	2.8

Çizelge 12. Kurumsal kapasitelerle ilgili sorununu çözmek için belirlenen çözüm önerileri için 5 faktör üzerinden yapılan AHP değerlendirmesi

Table 12. The AHP evaluation carried out on 5 proposals to solve problems related to institutional capacities

Çözüm önerileri	Öncelik sırası	Ağırlığı (%)
Yerel çeşitlerin üretimine yönelik devlet desteği verilmesi	1	52.5
Yerel bilgilerin kayıt altına alınması	2	23.6
Yerel çeşit envanteri çıkarılması	3	10.0
Tohumculuk Kanunu revize edilerek yerel çeşitler önündeki engellerin kaldırılması	4	9.4
Yerel çeşitlerin <i>in-situ</i> korumaya alınması	5	4.5

Çizelge 13. Yerel çeşitler ve geleneksel bilgi ilgili sorununu çözmek için belirlenen çözüm önerileri için 7 faktör üzerinden yapılan AHP değerlendirmesi

Table 13. The AHP evaluation carried out on 7 proposals to solve problems related to landraces and traditional knowledge

Çözüm önerileri	Öncelik sırası	Ağırlığı (%)
Muhafaza edilen materyalin emniyet yedeklenmesinin yapılması	1	53.5
Acil durum eylem planları ve erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi	2	19.3
Felaketlerin BÇ teşviki yoluyla engellenmesi,	3	16.6
Orman yönetim planlarının hazırlanması ve doğru uygulanması,	4	7.2
Tohumla üretilmesinde zorluklar olan türlerde DNA ve krayo muhafaza uygulanması	5	3.5

Çizelge 14. Yerel çeşitler ve geleneksel bilgi sorununu çözmek için belirlenen çözüm önerileri için 5 faktör üzerinden yapılan AHP değerlendirmesi

Table 14. The AHP evaluation carried out on 5 proposals to solve problems related to landraces and traditional knowledge

Çözüm önerileri	Öncelik sırası	Ağırlığı (%)
Yerel çeşitlerin üretimine yönelik devlet desteği verilmesi	1	52.5
Yerel bilgilerin kayıt altına alınması	2	23.6
Yerel çeşit envanteri çıkarılması	3	10.0
Tohumculuk Kanunu revize edilerek yerel çeşitler önündeki engellerin kaldırılması	4	9.4
Yerel çeşitlerin <i>in-situ</i> korumaya alınması	5	4.5

Çizelge 15. Doğal felaketlerle ilgili sorununu çözmek için belirlenen çözüm önerileri AHP değerlendirmesi

Table 15. The AHP evaluation carried out on the proposals to solve problems related to natural disasters

Çözüm önerileri	Öncelik sırası	Ağırlığı (%)
Muhafaza edilen materyalin emniyet yedeklenmesinin yapılması	1	53.5
Acil durum eylem planları ve erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi	2	19.3
Felaketlerin BÇ teşviki yoluyla engellenmesi,	3	16.6
Orman yönetim planlarının hazırlanması ve doğru uygulanması,	4	7.2
Tohumla üretilmesinde zorluklar olan türlerde DNA ve krayo muhafaza uygulanması	5	3.5



### **Doğal felaketler" konusunda çözüm önerileri**

Gruptan doğal felaketlerin bitkisel biyolojik çeşitlilik üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması için sadece 5 faktör listelenebilmiştir. Bu nedenle AHP hesaplaması sadece 5 faktör üzerine yapılmış olup Çizelge 15'de verilmektedir

Doğal felaketler karşısında bitkisel biyolojik çeşitliliğin zarar görmemesi açısından emniyet yedeklerinin oluşturulması konusu öncelik kazanmıştır.

### **Sonuç**

Çalışma ile (a) Türkiye'deki bitkisel biyolojik çeşitliliğin sorunları belirlenmiş, (b) Türkiye'deki bitkisel biyolojik çeşitliliğin sorunlarını çözmek için öneriler geliştirilmiştir. Proje sonunda Türkiye'deki bitkisel biyolojik çeşitliliğin öncelikli sorunları olarak arazi bozulması konusu ilk sırada yer almıştır. Bu konu her üç Rio sözleşmesinde de benzer şekilde değerlendirilmektedir. Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesinde biyolojik çeşitlilik tanımı içinde "habitat çeşitliliği" de yer almaktadır (Anonim 2016e). Bununla yanında Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi'nin ana konusu arazi bozunumu olup (Anonim 2016f), İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinde de iklim değişikliğiyle arazi bozulması arasında ilişki kurulmuştur (Anonim 2016g). Sorunlar arasında yer alan yasal düzenlemelerin yetersizliği ve etkin olmayışı, plan ve programlarla ilgili konular kurumsal ve bireysel kapasitelerin yetersizliği konuları da UBSEP'te (Anonim 2007) aynı şekilde yer almaktadır.

Aichi Hedefleri (Anonim 2016b) içinde yer alan Stratejik Amaçlardan ilki biyoçeşitliliği hükümet ve toplum içinde hâkim anlayış haline getirmektir. Bunu gerçekleştirmek için eğitim ve bilinçlenme çalışmalarının büyük önemi vardır. Bu çalışmada da halkın bilinçlendirilmesi konusu en önemli sorun olarak görülen arazi bozulmasına karşı geliştirilen çözüm önerilerinden biri olmuştur. Buna karşılık son dönemlerde giderek daha fazla ilgi çeken bir kavram olan biyoçeşitliliğin sağlamış olduğu ekosistem hizmetleri konusu toplantılar boyunca görüşülmüş olmakla beraber, ekosistem hizmetlerinin devamlılığı veya geliştirilmesi konularında çizelgelere giren bir husus olmamıştır. Benzer şekilde çalışmalar boyunca GDO'nun ve yabancı yayılımcı türlerin olası olumsuz etkilerinden söz edilmiş olmakla

beraber tehditler arasında GDO konusu 9. sırada yer almıştır, yabancı yayılımcı türler konusu önem sıralamasında ilk 9 içine girmemiştir. Aslen Türkiye'de yürürlükte olan 5977 sayılı Biyogüvenlik Kanunu (Anonim 2016h) Türkiye'de genetiği değiştirilmiş canlıların üretilmesine izin vermemektedir.

Türkiye'de bir yandan doğa korumayla ilgili yasaların etkisiz ve caydırıcı olmaktan söz edilirken, diğer yandan da en önemli sorun olarak gösterilen "mevzuat" konusunda farklı anlamlarda yorumlar getirilmiştir. Tüm doğa koruma işlerini adeta tek bir düzenlemeyle yerine getirmesi istenen ve üzerine çok fazla görev bindirilen Tabiatı ve Biyolojik Çeşitliliği Koruma Kanununun bir an önce çıkarılması gerektiğinden sıkça söz edilmiştir. Ayrıca katılımcıların mevzuat başlığı altında diğer bir beklentisi de yapılacak düzenleme ile araştırma çalışmalarını kolaylaştırıcı yönde bir "araştırma izinleri" yasal düzenlemesi beklentisi güçlü şekilde dile getirilmiştir. Diğer bir beklenti de UBSEP'in revize edilmesi olmuştur.

Doğadan aşırı hasadın bitkisel BÇ üzerine olumsuz etkilerinden birçok çalışmada söz edilmektedir (Anonim 2007; Çakmak 2008; Karagöz ve ark., 2010). Çalışmamızda da bu duruma işaret edilmiş olup çözüm önerileri olarak doğa üzerine baskıların azaltılması için kültüre alma çalışmaları, toplayıcıların eğitimi ve sertifikalandırılması, çeşit geliştirilmesi gibi öneriler ön plana çıkmıştır.

Kurumsal kapasitelerin yetersizliği konusu UBSEP'te olduğu gibi bu çalışmada da altı çizilen konulardandır. Bu konuda kurumlar arası işbirliği yanında BGK araştırma kuruluşlarının daha yaygınlaştırılması önerilmiştir. Kurumsal kapasitelerle de bağlantılı olan yerel çeşitlerin sürekliliğinin sağlanması konusunda yasal düzenleme (Tohumculuk Kanununun revizyonu) ve üretim desteği yanında yerel çeşitlerin kayıt altına alınması çalışmalarına yasal ve teknik zemin hazırlanması da istenmiştir.

### **Teşekkür**

Bu çalışma TAGEM 14 AR-GE 56 numaralı proje kapsamında TAGEM tarafından desteklenmiştir. Proje boyunca katkıları için TAGEM Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dairesi Başkanlığına, Tarla Bitkileri Araştırmaları Daire Başkanlığına, Biyoçeşitlilik ve Genetik Kaynaklar Araştırmaları Koordinatörü Dr. Esin Dilbirliği'ne, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Biyoçeşitlilik ve Genetik Kaynaklar

Bölümü teknik elemanlarına, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünden Dr. Saadet Tuğrul Ay'a ve çalışmaya katkıda bulunan tüm katılımcılara teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Anonim, 2007. Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Doğa Koruma Dairesi Başkanlığı
- Anonim, 2010. <http://www.unep.org/delc-Portals/119/State%20of%20biodiversity%20in%20Africa.pdf> (Erişim tarihi: 25.04.2016)
- Anonim, 2015. [http://iucn.org/news\\_homepage/all\\_news\\_by\\_region/news\\_from\\_europe/?21358/EU-State-of-Nature-Report-points-to-continued-loss-of-biodiversity-but-success-of-Natura-2000](http://iucn.org/news_homepage/all_news_by_region/news_from_europe/?21358/EU-State-of-Nature-Report-points-to-continued-loss-of-biodiversity-but-success-of-Natura-2000) (Erişim tarihi: 25.04.2016)
- Anonim, 2016a. <http://herbaryum.tagem.-gov.tr/> (Erişim tarihi: 25.04.2016)
- Anonim, 2016b. <https://www.cbd.int/sp/targets/> (Erişim tarihi: 25.04.2016)
- Anonim, 2016c. Major threats to biodiversity. <http://www.globalchange.umich.edu/globalchange2/current/lectures/biodiversity/biodiversity.htm> (Erişim tarihi: 21.01.2016)
- Anonim, 2016d. <https://www.khanacademy.-org/partner-content/CAS-biodiversity/why-is-biodiversity-threatened/local-threats-to-biodiversity/> (Erişim tarihi: 25.04.2016)
- Anonim, 2016e. <https://www.cbd.int/> (Erişim tarihi: 25.04.2016)
- Anonim, 2016f. <http://www.unccd.int/en/Pages/default.aspx> (Erişim tarihi: 25.04.2016)
- Anonim, 2016g. <http://unfccc.int/2860.php> (Erişim tarihi: 25.04.2016)
- Anonim, 2016h. <http://www.resmigazete.-gov.tr/eskiler/2010/03/20100326-7.htm> (Erişim tarihi: 25.04.2016)
- Çakmak M., 2008. Conservation of Biological Diversity by Law and Public Interest, AÜHFD, 133-166
- Gökgöl M., 1935. Türkiye'nin Buğdayları. Tom I. 436 s, İstanbul
- Gökgöl M., 1939. Türkiye'nin Buğdayları. Tom II. 955 s, İstanbul
- Gökgöl M. ve Taşan R., 1978. Yeşilköy Zirai Araştırma Enstitüsü'nün (Marmara-Trakya Bölge Zirai Araştırma Enstitüsü) 50. Yılı, 1926-1976. İstanbul
- Güner A., Aslan S., Ekim T., Vural M. ve Babaç M.T., 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, 1290 s. İstanbul
- Henle K., Alard D., Clitherow J., Cobb P., Fribank L., Kull T., McCracken, D., Moritz R.F.A., Niemela J., Rebenej M., Walcher D., Watt A., Young J., 2008. Identifying and managing the conflicts between agriculture and biodiversity conservation in Europe—A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 124: 60–71
- Hood L., 2010. Biodiversity: Facts and Figures. <http://www.scidev.net/global/biodiversity/feature/biodiversity-facts-and-figures-1.html>
- Karagöz A., Zencirci N., Tan A., Taşkın T., Köksel H., Sürek M., Toker C. ve Özbek K., 2010. Bitki Genetik Kaynaklarının Korunması ve Kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. Bildiriler (I): 11-15 Ocak, Ankara, s. 155-177
- Maes J., Paracchini M.L., Zuliana G., Dunbara M. B., Alkamade R., 2012. Synergies and trade-offs between ecosystem service supply, biodiversity, and habitat conservation status in Europe. *Biological Conservation* 155: 1–12
- Petronzio . M., 2015. 5 major threats to biodiversity, and how we can have curb them. <http://mashable.com/2015/05/23/biodiversity-threats/>
- Saaty T. L., 1990. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *Decision making by the analytic hierarchy proces: Theory and applications*, European Journal of Operational Research, 48(1): 9-26
- Şehirali S. ve Özgen M., 1987. Bitki genetik kaynakları. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 1020. Ders Kitabı: 294, Ankara
- Şehirali S., Özgen M., Karagöz A., Sürek M., Adak S., Güvenç İ., Tan A., Burak M., Kaymak H.Ç., Kenar D., 2005. Bitki genetik kaynaklarının korunma ve kullanımı. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası VI. Teknik Kongresi. Cilt 1. Kozan Ofset, Ankara. 253- 273.
- Young J, Watt A., Norwick P., Alard D., Clitherow J., Henle K., Johnson R., Laczko E., McCracken, D., Matouch S., Niemela J. and Richards C., 2005. Towards sustainable land use: identifying and managing the conflicts between human activities and biodiversity conservation in Europe. *Biodiversity and Conservation* 14: s: 1641–1661

## Adi Fiğın (*Vicia sativa* L.) Bazı Yabancı Otların Çimlenmesi ve Gelişmesi Üzerine Allelopatik Etkileri

\*Yasin Emre KİTİŞ<sup>1</sup>

Onur KOLÖREN<sup>2</sup>

Feyzullah Nezihi UYGUR<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya

<sup>2</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ordu

<sup>3</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author; e-mail): emrekitis@akdeniz.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 05.05.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 23.05.2016

### Öz

Adi fiğ (*Vicia sativa* L.) gerek ülkemizde, gerekse dünyada yaygın olarak yetiştirilen bir baklagil yem bitkisi olmasının yanı sıra, yabancı ot mücadelesinde canlı malç olarak en çok tercih edilen bitkilerden biridir. Hızlı gelişmesi, toprak yüzeyini çok iyi örtmesi ve ortam kaynaklarından fırsatçı bir şekilde yararlanması nedeniyle yabancı ot rekabetinde önemli avantajlara sahiptir. Adi fiğın yabancı otları baskı altına almasında etkili diğer bir özelliğın sahip olduğu allelopatik potansiyel olduğu düşünölmektedir. Bu bağlamda *V. sativa*'nın ülkemizde sorun olan bazı yabancı ot türlerinin tohum çimlenmesi ve gelişimi üzerine allelopatik etkisi araştırılmıştır. Bunun için 8 farklı yabancı ot türü ile 2 farklı test bitkisine ait tohumlara, *V. sativa*'nın farklı konsantrasyondaki yaprak özsuğu ve su ekstraktı uygulanmıştır. Denemede adi fiğın %25, % 50 ve %100'lük öz suyu ile 1, 3 ve 7 gün suda bekletilen su ekstraktları uygulanmıştır. Petri denemeleri 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve iki kez tekrarlanmıştır. Diğer taraftan adi fiğ köklerinden çıkan salgıların yabancı ot gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla saksı denemeleri kurulmuştur. Bunun için merdiven sistemi adı verilen bir düzenek yardımıyla fiğ köklerinden çıkan salgılar toplanmış ve denemeye alınan 2-4 yapraklı dönemdeki dört farklı yabancı ot türüne eşit miktarda uygulanmıştır. Saksı denemeleri ilk yıl 4, ikinci yıl 6 tekerrürlü olarak yürütölmüştür. Sonuç olarak, adi fiğ yapraklarından elde edilen özsuğu ve su ekstraktının denemede kullanılan yabancı ot türlerinin birçoğunun tohum çimlenmesini önemli ölçüde azalttığı, ancak fiğ kök salgılarının yabancı ot gelişimini baskı altına almada çok etkili olmadığı görölmüştür. Çalışma sonunda adi fiğın yabancı otları baskı altına almasında tohum çimlenmesi üzerine sahip olduğu allelopatik potansiyelin etkili olduğu anlaşılmıştır. Bu bağlamda yabancı ot yoğunluğunun azaltılmasında adi fiğın gerek örtücü bitki, gerekse münavebe bitkisi olarak kullanılmasının etkili olacağı düşünölmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Adi fiğ, allelopati, biyoherbisit, çimlenme, yabancı ot

### Allelopathic Effects of Common Vetch (*Vicia sativa* L.) on Germination and Development of Some Weed Species

#### Abstract

Common vetch (*Vicia sativa* L.) is a legume forage crop which is widely grown both in our country and the world. Besides, it is one of the most preferred plants as living mulch crop for weed control. It has important advantages in terms of weed competition because of fast growing, very good covering of the soil surface and getting the opportunistic manner of the media sources. It is considered that another feature of common vetch to control weeds is having allelopathic potential. In this context, the effects of *V. sativa* on seed germination and growth of some problematic weed species in our country were investigated. Therefore, water-extracts and sap of *V. sativa* leaves in different concentrations were applied on seeds of 8 different weeds and 2 different test plants species. In the experiment, sap of common vetch at the rate of 25%, 50% and 100% and water-extracts that were kept waiting in water at 1, 3 and 7 days were applied. Experiment was set up with four replicates and replicated two times. On the other hand, pot experiments were set up to determine the effects of common vetch root secretion on weed growth. The secretion of vetch root was collected via an assembly is named ladder system and applied at equal amount on four different weed species at 2-4 leaf stages. Pot trials were carried out with 4 replicates for the first year and 6 replicates for the second years. As a result, water-extracts and sap of *V. sativa* leaves inhibited seed germination of the

most weed species which used in the experiment. But, root exudates of vetch have not suppressive effects on weed growth. At the end of the study, it is concluded that, common vetch has allelopathic potential on seed germination and through this way it suppresses weeds. In this context, common vetch could be used to reduce weed populations both as cover crop and as rotation plant.

**Keywords:** Allelopathy, bio-herbicide, common vetch, germination, weed

## Giriş

Ülkemizde yetiştirilen önemli yem bitkilerinden biri olan adi fiğ (*Vicia sativa* L.) eski çağlardan beri tarımı yapılan tek yıllık serin iklim baklagil bitkisidir. Adi fiğ çok çeşitli iklim ve toprak şartlarında yetişebilen adaptasyon yeteneği yüksek bir bitkidir (Soya ve ark. 1997; Gülcan ve Anlarsal 2001). Adi fiğın toprak yüzeyinde sık bir örtü oluşturarak yoğun bir gölgeleme yaptığı, ortamdaki kaynaklardan hızlı bir şekilde faydalandığı ve sahip olduğu fırsatçı karakteri sayesinde birçok yabancı ot türü ile rekabette üstün özelliklere sahip olduğu, yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Kolören 2004; Kitiş 2009). Sahip olduğu bu özelliklerden dolayı adi fiğ, tüm dünyada yabancı otlara karşı canlı malç olarak en çok tercih edilen bitkilerden biridir (Mohammadi, 2012). Ülkemizde de adi fiğın yabancı otlara karşı canlı malç olarak kullanımıyla ilgili çalışmalar yürütülmüş ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Örneğin, Kitiş ve ark. (2011)'nin yapmış olduğu çalışmada örtücü bitki olarak adi fiğın yabancı otların yoğunluğu ve kaplama alanını sırasıyla %42.8 ve %45.9 oranında azalttığı saptanmıştır. Benzer şekilde diğer birçok araştırmada da canlı malç olarak kullanılan fiğ türlerinin yabancı otları baskı altına aldığı belirtilmektedir (Palada et al.1982; Oliver et al. 1992; Hoffman et al.1993; Reddy and Koger 2004; Mohammadi 2010). Canlı malç olarak kullanılan bitki türlerinin yabancı otları baskı altına alma mekanizmalarından birinin de sahip oldukları allelopatik potansiyel olduğu belirtilmektedir (Fuji 2001). Bu çalışmada, adi fiğın ülkemizde sorun olan bazı yabancı ot türlerinin çimlenmesi ve gelişmesi üzerine allelopatik etkisi araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Çalışma 2004-2006 yıllarında, Çukurova Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Herboloji Laboratuvarı ve Araştırma-Deneme Parselinde iki kısımda yürütülmüştür. İlk aşama laboratuvarda petri kaplarında çimlenme denemeleri şeklinde yürütülmüştür. İkinci aşama ise adi fiğın kök salgılarının genç yabancı otların gelişimine etkisini belirlemek üzere saksı denemeleri şeklinde yürütülmüştür. Laboratuvar çalışmalarında adi fiğın (*Vicia*

*sativa* L.) öz suyu ile su ekstraktı kullanılmıştır. Adi fiğın öz suyunu çıkartmak amacıyla fiğ ekili araziden alınan örnekler aynı gün laboratuvarda temizlenip ayıklandıktan sonra kök bölgesi kesilerek ayrılan yaprakları önce çeşme suyunda yıkanmış daha sonra saf sudan geçirilerek üzerindeki suyun süzülmesi beklenmiştir. Daha sonra yapraklar blenderdan geçirilip, tülbentten sıkılarak saf ekstrakt elde edilmiştir. Elde edilen ana stokun bir bölümü ½ ve ¼ oranında saf suyla sulandırılarak %50 ve %25'lik konsantrasyonlar elde edilmiştir. Böylece toplam üç farklı konsantrasyonda (%100, %50 ve %25) ekstrakt hazırlanmıştır. Adi fiğın su ekstraktını hazırlamak için ise aynı şekilde temizlenen fiğ yapraklarından 500 g tartılarak 3 litre saf su içerisinde 1, 3 ve 7 gün süreyle +10 °C'de bekletilmiş ve seyreltilmeden tohumlara uygulanmıştır. Çalışmada 8 farklı yabancı ot türü ile 2 farklı test bitkisine ait tohumlar kullanılmıştır (Çizelge 1). Yapılan ön denemelerle elde edilen tohum popülasyonlarından en yüksek çimlenme oranına sahip olanları belirlenmiş ve bu tohumlar denemede kullanılmıştır. Bunun için 9 cm çapındaki steril petri kaplarının tabanına çift katlı filtre kağıdı yerleştirilmiş ve her petriye 100 adet (*Avena sterilis* 25 tohum) aynı büyüklük ve renkteki tohumlar konulmuştur. Petrilere, hazırlanan öz su ve ekstraktlardan 5'er ml uygulanmış ve her tür için optimum çimlenme sıcaklığına ayarlı inkübatörlere yerleştirilmiştir (Çizelge 1). Tüm kontrollerde sadece saf su kullanılmıştır. Denemenin başlangıçtan itibaren 1., 3., 5., 7., 14., 21. ve 28. günlerde sayımlar yapılmış ve radikula uzunluğu 0.5 cm'ye ulaşan tohumlar çimlenmiş kabul edilerek petrinin dışına alınmıştır. Denemeler 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve iki kez tekrarlanmıştır.

Adi fiğ köklerinden çıkan salgıların yabancı ot gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla saksı denemeleri kurulmuştur. Bunun için fiğ ekilecek saksıların altına sızdırmaz şekilde hortumlar bağlanarak suyun bir kaptan toplanması sağlanmıştır (Şekil 1). Daha sonra aynı hacimdeki saksılara eşit miktarda yıkanmış kum konulmuştur. Bir saksının yüzey alanı

Çizelge 1. Denemeye alınan yabancı ot ve test bitkisi türleri ile kullanılan çimlenme sıcaklıkları  
Table 1. Weed and test plant species used in treatment and germination temperatures

Tür	Türkçe Adı	Tohum Yaşı (Yıl)	Çimlenme Sıcaklığı
<i>Avena sterilis</i> L.	Kısır yabancı yulaf	1	10 °C
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Yabancı hardal	2	10 °C
* <i>Lactuca sativa</i> L.	Marul	2	15 °C
* <i>Lepidium sativum</i> L.	Tere	1	15 °C
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Kırmızı köklü horozibiği	5	30 °C
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link.	Benekli darıcan	2	30 °C
<i>Chenopodium album</i> L.	Sirken	4	35 °C
<i>Corchorus olitorus</i> L.	Yabancı jüt	1	35 °C
<i>Setaria verticillata</i> (L.) P.Beauv.	Yapışkan kirpi darı	4	35 °C
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Semizotu	3	35 °C

\*Test bitkileri

\*Test plants



Şekil 1. Adi fiğ kök salgılarının toplanması için kullanılan düzenek  
Figure 1. The assembly to collect of common vetch root exudate

hesaplanarak, normal ekim sıklığında aynı alana düşmesi gereken tohum miktarının iki katı fiğ tohumu ekilmiş ve çıkışlar tamamlandıktan sonra seyreltilerek yarıya yani normal ekim sıklığına düşürülmüştür. Yabancı ot türlerinin şaşırtılacağı eşit hacimdeki saksılara 1:1:1 oranında yanmış ahır gübresi + kum + toprak karışımından eşit miktarda konulmuş ve 2-4 yapraklı erken gelişme dönemindeki ve eşit büyüklükteki *Sinapis arvensis* (yabancı hardal), *Cyperus rotundus* (topalak), *Avena sterilis* (kısır yabancı yulaf) ve *Capsella bursa-pastoris* (çoban çantası) türleri şaşırtılmıştır.

Daha sonra aynı türleri içeren iki saksı grubu oluşturulmuş ve birinci grup fiğ köklerinden toplanan suyla, ikinci grup ise normal çeşme suyuyla ölçü silindiri yardımıyla deneme süresince eşit miktarda sulanmıştır. Denemenin başında ve sonunda yabancı otların yaprak sayısı, boyu (toprak seviyesinden bitkinin en uç kısmı) ve gövde çapı (toprak seviyesinden 1 cm

yukarısı) belirlenmiştir. Deneme birinci yıl 4, ikinci yıl 6 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Gerek petri denemeleri, gerekse saksı denemelerinde her iki yıla ait sonuçlar birleştirilerek verilmiştir.

Uygulamaların etkisini araştırdığımız bağımlı değişkenlerin varyans analizleri SPSS paket programı yardımıyla yapılmış, ortalamalara ait değerlerin çoklu karşılaştırması %95 güven düzeyinde Duncan testiyle belirlenmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

#### Fiğ Öz Suyunun Allelopatik Etkisi

Adi fiğın yapraklarından sıkılarak çıkartılan öz suyun, denemeye alınan test bitkisi türlerinden *Lactuca sativa*'nın çimlenme oranını, uygulama dozuyla doğru orantılı olarak azalttığı ve %100'lük konsantrasyonda hiç çimlenmenin meydana gelmediği görülmüştür. Test bitkisi olarak denemeye alınan diğer türün (*Lepidium sativum*) çimlenme oranı ise ilk iki konsantrasyondan

(%25 ve %50) etkilenmemiş ve %100'e yakın bir oranda çimlenme gerçekleşmiştir. Fakat %100'lük konsantrasyonda çimlenme oranı kontrole göre %60 oranında azalmıştır. Test edilen sekiz yabancı ot türünden fiğ öz suyuna karşı en büyük hassasiyeti *Sinapis arvensis* ve *Setaria verticillata* türlerinin gösterdiği görülmüştür. Her iki türde de %25'lik konsantrasyondan itibaren çimlenmede %90'nın üzerinde bir azalma meydana gelmiştir. Bu iki türü *Portulaca oleracea* takip etmiş ve ilk dozdan itibaren çimlenme oranında önemli azalmalar söz konusu olmuştur. *Chenopodium album* ve *Corchorus olitorus* haricindeki diğer yabancı ot türlerinin çimlenme oranı ilk dozdan itibaren azalırken, bu iki türe karşı fiğ öz suyunun etkisinin nispeten düşük kaldığı gözlenmiştir (Çizelge 2).

#### Fiğ Su Ekstraktının Allelopatik Etkisi

Adi fiğ yapraklarının bir, üç ve yedi gün suda bekletilmesiyle elde edilen su ekstraktının en çok *S. arvensis*'in çimlenmesi üzerine etkili olduğu görülmüştür. Bu türde, 24 saat suda bekletme sonucu elde edilen ekstrakt da bile çimlenme oranı kontrole oranla %70'in üzerinde azalmıştır. Benzer şekilde, *A. sterilis*, *S. verticillata*, *P. oleracea* ve *C. olitorus*'un çimlenme oranı, suda bekletme süresiyle doğru orantılı olarak azalmıştır. *C. album*'da *S. arvensis* gibi fiğ su ekstraktından etkilenmiştir. Ancak her iki türde de çimlenme oranındaki azalma bakımından

uygulamalar arasında istatistik olarak fark bulunamamıştır. Yani her iki türün çimlenme oranındaki azalma ilk dozda da son dozda da istatistik açıdan aynı olmuştur. *Amaranthus retroflexus*'un çimlenme oranı yedi gün suda bekletilerek elde edilen su ekstraktı dışında azalış göstermemiştir. Denemeye alınan yabancı ot türlerinden sadece *Echinochloa colonum*'un çimlenmesi hiçbir dozda azalmamıştır. Test bitkisi türleri fiğ öz suyunda olduğu gibi benzer reaksiyon göstermiş ve *L. sativa*'nın çimlenme oranı ilk dozdan itibaren azalma gösterirken, *L. sativum*'un çimlenmesi yedi gün suda bekletilerek elde edilen su ekstraktında bir miktar azalmıştır (Çizelge 3).

Çimlenme denemeleri neticesinde, denemeye alınan yabancı ot türlerinin çoğunun adi fiğ yaprak özsu ve su ekstraktından etkilendiği ve doza bağlı olarak çimlenme oranlarında azalışların meydana geldiği görülmüştür. Her iki uygulama (öz su ve su ekstraktı) çimlenme oranına etki bakımından karşılaştırıldığında; fiğ öz suyunun, su ekstraktına göre daha etkili olduğu görülmüştür. Her iki uygulamada da tüm türlerin ve dozların ortalaması alındığında fiğ öz suyunun çimlenme oranını %53.7, su ekstraktının ise %40.4 oranında azalttığı belirlenmiştir. Doğrudan fiğ yapraklarından ezilerek çıkarılan öz suyun, belirli bir süre suda bekletme yoluyla elde edilen su ekstraktına göre daha fazla miktarda, çimlenme üzerine etkili bileşik içerdiği için etkinin öz su uygulamasında yüksek çıktığı düşünülmektedir.

Çizelge 2. Adi fiğ öz suyunun yabancı ot ve test bitkisi tohumlarının çimlenmesine etkisi  
Table 2. Effect of vetch sap on reduction of germination rate of weed and test plant's seeds

Fiğ Öz Suyu	Uygulama Dozları ve Çimlenme Oranındaki Azalma (%) <sup>†</sup>			
	Kontrol	% 25	% 50	% 100
<i>Avena sterilis</i>	0 <sup>a</sup>	17.9 <sup>b</sup>	47.8 <sup>c</sup>	73.1 <sup>d</sup>
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0 <sup>a</sup>	1.8 <sup>a</sup>	48.8 <sup>b</sup>	80.2 <sup>c</sup>
<i>Chenopodium album</i>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	61.7 <sup>b</sup>
<i>Corchorus olitorus</i>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	21.4 <sup>b</sup>
<i>Echinochloa colonum</i>	0 <sup>a</sup>	32.7 <sup>ab</sup>	55.8 <sup>b</sup>	98.1 <sup>c</sup>
<i>Lactuca sativa</i>	0 <sup>a</sup>	33.7 <sup>b</sup>	45.4 <sup>c</sup>	100 <sup>d</sup>
<i>Lepidium sativum</i>	0 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	60.0 <sup>b</sup>
<i>Portulaca oleracea</i>	0 <sup>a</sup>	59.4 <sup>b</sup>	84.1 <sup>c</sup>	99.6 <sup>c</sup>
<i>Setaria verticillata</i>	0 <sup>a</sup>	97.3 <sup>b</sup>	100 <sup>b</sup>	100 <sup>b</sup>
<i>Sinapis arvensis</i>	0 <sup>a</sup>	91.5 <sup>b</sup>	100 <sup>b</sup>	100 <sup>b</sup>

\*Satırlarda aynı harfle gösterilen değerler Duncan çoklu karşılaştırma testine göre 0.05 önem seviyesinde istatistik olarak farklıdır.

<sup>†</sup>The values within line followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level.

Çizelge 3. Adi fiğ su ekstraktının yabancı ot ve test bitkisi tohumlarının çimlenmesine etkisi  
Table 3. Effect of vetch water-extract on reduction of germination rate of weed and test plant's seeds

Fiğ Su Ekstraktı	Suda Bekletme Süreleri ve Çimlenme Oranındaki Azalma (%) <sup>*</sup>			
	Kontrol	1 gün	3 gün	7 gün
<i>Avena sterilis</i>	0 <sup>a</sup>	8.7 <sup>ab</sup>	36.2 <sup>bc</sup>	50.0 <sup>c</sup>
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	46.0 <sup>b</sup>
<i>Chenopodium album</i>	0 <sup>a</sup>	38.4 <sup>b</sup>	44.2 <sup>b</sup>	42.9 <sup>b</sup>
<i>Corchorus olitorus</i>	0 <sup>a</sup>	16.2 <sup>b</sup>	72.9 <sup>c</sup>	80.3 <sup>c</sup>
<i>Echinochloa colonum</i>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
<i>Lactuca sativa</i>	0 <sup>a</sup>	40.3 <sup>b</sup>	44.8 <sup>b</sup>	84.2 <sup>c</sup>
<i>Lepidium sativum</i>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	9.6 <sup>b</sup>
<i>Portulaca oleracea</i>	0 <sup>a</sup>	8.4 <sup>a</sup>	49.3 <sup>b</sup>	74.0 <sup>c</sup>
<i>Setaria verticillata</i>	0 <sup>a</sup>	17.5 <sup>b</sup>	84.4 <sup>c</sup>	92.2 <sup>c</sup>
<i>Sinapis arvensis</i>	0 <sup>a</sup>	72.4 <sup>b</sup>	91.9 <sup>b</sup>	100 <sup>b</sup>

\*Satırlarda aynı harfle gösterilen değerler Duncan çoklu karşılaştırma testine göre 0.05 önem seviyesinde istatistik olarak farksızdır.

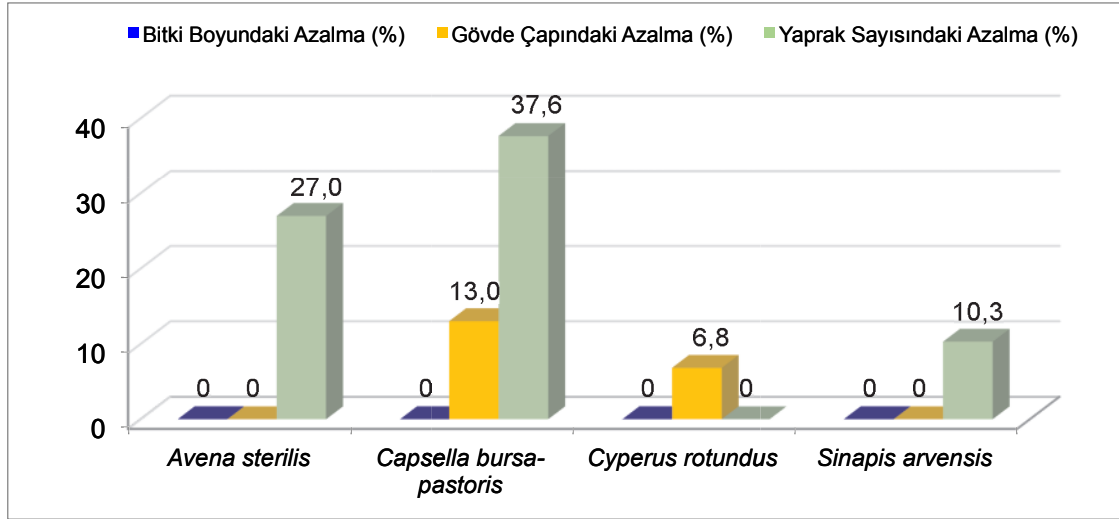
\*The values within line followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level.

*Vicia sativa*'nın su ekstraktından yapılan HPLC analizi sonucunda; ferulic asit, 4-hidroxy-3-methoxybenzoic asit ve p-coumaric asit olmak üzere üç önemli fenolik bileşik tespit edilmiştir (Zohaib et al. 2014a). Aynı araştırmacıların yaptığı çalışmada, bazı baklagil türlerinin çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine *V. sativa*'nın su ekstraktının etkili olduğu ve denemeye alınan *Vigna radiata* ve *V. mungo* türlerinin çimlenme oranını, sürgün ve kök uzunluğunu yüksek konsantrasyonlarda önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir (Zohaib et al. 2014a). Benzer şekilde, adi fiğın (*V. sativa*) yapraklarından elde edilen dört farklı konsantrasyondaki (%100, 75, 50 ve 25) su ekstraktının marul (*Lactuca sativa* cv. White Boston) tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisi araştırılmış ve en yüksek iki dozda, marul tohumlarının hiç çimlenmediği, diğer dozlarda ise çimlenme ve kök gelişiminin yavaşladığı bildirilmiştir (Medeiros and Lucchesi 1993). Benzer şekilde içlerinde *V. sativa*'nın da olduğu beş farklı baklagil bitkisine ait su ekstraktının, çeltiğin çimlenme ve fide gelişimine etkisinin araştırıldığı çalışmada, çeltik tohumlarının çimlenmesi üzerine adi fiğın inhibitör etkisinin olduğu bulunmuştur (Zohaib et al. 2014b). Kunz et al. (2016) örtücü bitki olarak kullandıkları adi fiğın (*V. sativa*) allelopatik özelliğini araştırmak için yürüttükleri çalışmada, adi fiğın 125 mg/ml dozdaki su ekstraktının, deneme alanında yaygın olarak bulunan yabancı ot türlerinin çimlenme oranı, süresi ve kök gelişimini önemli ölçüde azalttığını belirlemişler ve örtücü bitkilerin yabancı otları kontrol etmede biyokimyasal etkisinin son derece önemli

olduğunu vurgulamışlardır. Adi fiğın allelopatik etkisiyle ilgili daha önce yapılan çalışmalar, elde ettiğimiz bulgularla büyük benzerlik göstermektedir. Bu bakımdan ülkemizde yaygın bir yem bitkisi olarak da yetiştirilen adi fiğın yabancı ot kontrolü amacıyla doğrudan örtücü bitki olarak kullanılması ya da en azından ekim nöbeti içerisine sokularak, yabancı ot populasyonunun azaltılmasında etkili olacağı düşünülmektedir.

#### Fiğ Kök Salgılarının Allelopatik Etkisi

Adi fiğın (*V. sativa*) kök salgılarının dört farklı yabancı ot türünün gelişimi üzerine olan etkisinin araştırıldığı saksı denemelerinde, yabancı ot türlerinden hiçbirinin boyunda azalma meydana gelmemiştir. Benzer şekilde *A. sterilis* ve *S. arvensis* türlerinin gövde kalınlıklarında bir azalma meydana gelmezken, *Capsella bursa-pastoris* ve *Cyperus rotundus* türlerinde sırasıyla %13.0 ve % 6.8 oranında kontrole göre bir azalma tespit edilmekle birlikte, bu azalışın istatistik açıdan önemsiz olduğu anlaşılmıştır. Bu bakımdan fiğ kök salgılarının denemeye alınan yabancı ot türlerinden hiçbirinin bitki boyu ve gövde çapında istatistik açıdan önemli bir azalma meydana getirmediği görülmüştür. Diğer taraftan, *C. bursa-pastoris* ve *A. sterilis* türlerinde yaprak sayısı bakımından sırasıyla %37.6 ve %27.0 oranında azalma meydana gelmiştir. *S. arvensis*'te bu oran %10.3 seviyesinde kalırken, istatistik açıdan da kontrolden farklı bulunmamıştır. *C. rotundus*'ta ise fiğ kök salgılarının yaprak sayısı üzerine bir etkisi görülmemiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Adi fiğ kök salgılarının yabancı otların bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayısına etkileri  
Figure 2. Effect of vetch root exudates on plant height, trunk diameter and leaf number of weeds

Adi fiğ kök salgılarının doğrudan yabancı ot türlerinin gelişimi üzerine allelopatik etkisi ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamakla birlikte, Fuji (2001) adlı araştırmacının kendi geliştirdiği ve bitki kutusu (plant box) adını verdiği yöntemle yaptığı çalışmalarda *V. sativa*'nın kök salgılarının marul (var. Great Lakes 366) tohumlarının radikula uzunluğunu %75 oranında azalttığını belirlemiştir. Yine kök bölgesi toprak metodu adı verilen bir yöntemle, donör bitkilerin köklerinden salgılanan kimyasalları içeren kök bölgesi toprağı üzerinde çimlendirilen marul bitkilerinin çimlenme ve gelişimini bir başka fiğ türü olan *V. villosa*'nın önemli ölçüde baskıladığı bildirilmiştir (Fuji et al., 2005). Ancak her iki çalışmada da test bitkisi olarak yabancı ot değil, biyoaktif maddelere yüksek hassasiyeti nedeniyle marul bitkisi kullanılmıştır. Diğer taraftan adi fiğ kök salgılarının araştırıldığı bazı çalışmalarda, *V. sativa* köklerinden liquiritigenin, naringenin, homoeriodictyol, hesperitin ve isoliquiritigenin gibi bir çok flavanoidin salgılandığı tespit edilmiştir (Van Brussel et al., 1986; Zaat et al., 1989; Recourt et al., 1991).

### Sonuç

Sonuç olarak, adi fiğ yapraklarından elde edilen özsu ve su ekstraktının denemede kullanılan yabancı ot türlerinin birçoğunun tohum çimlenmesini önemli ölçüde azalttığı, ancak fiğ kök salgılarının yabancı ot gelişimini baskı altına almada etkili olmadığı görülmüştür. Ancak önceki çalışmalara bakıldığında kök salgılarının da tohum çimlenmesi üzerine inhibitör etkisinin olduğu anlaşılmaktadır. Bu bakımdan arazi şartlarında canlı malç olarak

kullanılan adi fiğ, yabancı otları baskı altına almasında toprak yüzeyinde sık bir habitus oluşturarak gölgeleme yapmasının yanı sıra tohum çimlenmesi üzerine sahip olduğu allelopatik potansiyelin de etkili olduğu anlaşılmaktadır. Bu itibarla, adi fiğ gerek örtücü bitki olarak, gerekse münavebe bitkisi olarak kullanılması yabancı ot yoğunluğunun azaltılmasında etkili olacağı gibi bir baklagil bitkisi olması nedeniyle de toprak yapısının iyileşmesine ve verimliliğin artmasına da yardımcı olacaktır. Bu bakımdan ülkemizde özellikle sıra araları boş bırakılan meyve bahçelerinde adi fiğ örtücü bitki olarak yetiştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

### Teşekkür

Bu çalışmayı maddi olarak destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK Proje no: 104O183) teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Fuji Y., 2001. Screening and future exploitation of allelopathic plants alternative herbicides with special reference to hairy vetch. J. Crop Prod. 4, 257-275
- Fuji Y., Furubayashi A. and Hiradate S., 2005. Rhizosphere soil method: a new bioassay to evaluate allelopathy in the field. Proceeding of the 4<sup>th</sup> World Congress on Allelopathy. New South Wales, Australia, pp:490-492
- Gülcan H. ve Anlarsal, A.E., 2001. Yem Bitkileri II (Baklagil Yem Bitkileri). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 5, Ders Kitapları Yayın No: A-3, 95 s. Adana



- Hoffman M. L., Regnier E. E. and Cardina J., 1993. Weed and corn (*Zea mays*) responses to a hairy vetch (*Vicia villosa*) cover crop. Weed Technol. 7, 594-599
- Kitiş Y.E., 2009. Çukurova Bölgesi turunçgil bahçelerinde canlı ve cansız malç uygulamalarının entegre yabancı ot kontrolü açısından değerlendirilmesi. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Adana
- Kitiş Y.E., Kolören O. and Uygur F.N., 2011. Evaluation of common vetch (*Vicia sativa* L.) as living mulch for ecological weed control in citrus orchards. African Journal of Agricultural Research. 6(5), 1257-1264
- Kolören O., 2004. Turunçgil bahçelerinde yabancı otlar ile mücadelede örtücü bitkilerin kullanılması olanaklarının araştırılması. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Adana
- Kunz C., Sturm D.J., Varnholt D., Walker F. and Gerhards R., 2016. Allelopathic effects and weed suppressive ability of cover crops. Plant Soil Environ., 62(2): 60-66
- Medeiros A.R.M., Lucchesi A.A., 1993. Allelopathic effects of common vetch (*Vicia sativa* L.) on lettuce in laboratory tests. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 28(1): 9-14
- Mohammadi G.R., 2010. Weed control in corn (*Zea mays* L.) by hairy vetch (*Vicia villosa* L.) interseeded at different rates and times. Weed Biology and Management 10, 25-32
- Mohammadi, G.R., 2012. Weed Control, Chapter 4; Living mulch as a tool to control weeds in agroecosystems: A review. Editor; Price, A.J., Published by In Tech, Croatia, 264 p. ISBN: 978-953-51-0159-8
- Oliver L.R., Klingaman T.E. and Eldridge I. L., 1992. Influence of hairy vetch on weed control and soybean yield. Arkansas Farm Res. Arkansas Exp. Stn 41: 8-9
- Palada M.C., Ganser S., Hofstetter R., Volak B. and Culik M., 1982. Association of interseeded cover crops and annual row crops in year-round cropping systems. In, (Ed. By Lockeretz W.). The Fourth IFOAM Conference, Cambridge, MA, USA, pp:193–213
- Recourt K., Schripsema J., Kijne J.W., Van Brussel A.A.N. and Lugtenberg B.J.J., 1991. Inoculation of *Vicia sativa* subsp. *nigra* roots with *Rhizobium leguminosarum* biovar *vicia* results in release of *nod* gene activating flavanones and chalcones. Plant Molecular Biology 16: 841-852
- Reddy K.N. and Koger C.H. 2004. Live and killed hairy vetch cover crop effects on weeds and yield in glyphosate-resistant corn. Weed Technology 18:835-840
- Soya H., Avcioğlu R. ve Geren, H., 1997. Yem Bitkileri. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., 223 s. İstanbul
- Van Brussel, A.A.N., Zaat S.A.J., Canter Cremers H.C.J., Wijffelman C.A., Pees E., Tak T. and Lugtenberg, B.J.J., 1986. Role of plant root exudate and Sym plasmid-localized nodulation genes in the synthesis by *Rhizobium leguminosarum* of Tsr factor which causes thick and short roots on common vetch. J. Bact. 165:517-522
- Zaat S.A.J., Schripsema J., Wijffelman C.A., Van Brussel A.A.N. and Lugtenberg B.J.J., 1989. Analysis of the major inducers of the *Rhizobium nodA* promoter from *Vicia sativa* root exudate and their activity with different *nodD* genes. Plant Molecular Biology 13:175-188
- Zohaib A., Ehsanullah Tabassum T., Abbas T. and Rasool T., 2014a. Influence of water soluble phenolics of *Vicia sativa* L. on germination and seedling growth of pulse crops. Sci. Agri. 8 (3):148-151
- Zohaib A., Tanver A., Khaliq A. and Safdar M E., 2014b. Phytotoxic effect of water soluble phenolics from five leguminous weeds on germination and seedling growth of rice. Pak. J. Weed Sci. Res., 20(4):417-429

## Kavuzlu Siyez (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*) ve Ekmeklik (*Triticum aestivum* L.) Buğdaylarda Kurak ve Tuz Stresinin Erken Fide Gelişimi ve Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi

\*Fatma PEHLİVAN KARAKAŞ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bolu

<sup>2</sup>Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bolu

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding autor; email): fatmapehlivan@abant.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 14.05.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 31.05.2016

### Öz

Bu çalışma, ülkemizde yetiştirilen 2 kavuzlu siyez (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*; AA; 2n=14) buğday populasyonu (Populasyon-1 ve Populasyon-2) ve 4 tescilli ekmeklik (*Triticum aestivum* L.; AABBDD; 2n=42) buğday çeşidinde (Gerek-79, İkizce, Demir-2000 ve Gün-91) kurak ve tuz stresinin erken fide gelişimi ve antioksidan aktivite [toplam fenolik içeriği, toplam flavonoid içeriği ve 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) serbest radikal giderici etki] üzerine olan etkilerini belirleyebilmek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada 2 farklı tuz konsantrasyonu [0.0 (saf su) ve 50 mM NaCl] ve polietilen glikolle (PEG-600) oluşturulan 3 farklı osmotik basınç (0 MPa., -0.5 MPa. ve -1.0 MPa.) kullanılmıştır. Deneme başlangıcından 10 gün sonra çim uzunluğu, kök uzunluğu, çim yaş ağırlığı, çim kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı ölçülmüştür. -1.0 MPa.'lık osmotik basınç altında bazı çeşitler çimlenmelerine karşın fide geliştirememişlerdir. Buğday çeşitleri arasında erken fide gelişim parametreleri ve antioksidan aktiviteleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Çim uzunluğu ( $15.01 \pm 2.53$  cm), kök uzunluğu ( $9.67 \pm 1.75$  cm), çim yaş ( $100.58 \pm 22.47$  mg) ve çim kuru ( $10.47 \pm 2.46$  mg) ağırlığı en fazla Demir-2000 buğday çeşidinin kontrol grubunda, en yüksek kök yaş ( $95.30 \pm 15.94$  mg) ve kök kuru ( $9.66 \pm 1.6$  mg) ağırlık Gün-91'in kontrol grubunda, en yüksek toplam fenolik madde içeriği Gerek-79'un ( $31.23 \pm 1.81$  mg GAE/gr), en yüksek flavonoid madde içeriği ise Demir-2000'in ( $84.00 \pm 6.01$  mg KE/gr) tuz stresi altındaki gruplarında belirlenmiştir. En iyi antioksidan aktivite, en düşük  $IC_{50}$  ( $13.98 \pm 0.25$  mg/L) değeriyle tuz stresi altındaki Demir-2000'de görülmüştür. Demir-2000'in tuz stresi altında çimlendirilmesiyle antioksidan aktivitesinin anlamlı bir şekilde artması, bu çeşidin tuz stresi altında antioksidan savunma mekanizmasını diğer buğday çeşitlerinden daha etkin kullandığı şeklinde değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Buğday, kuraklık stresi, tuz stresi, Gerek-79, İkizce, Demir-2000, Gün-91

## Effects of Drought and Salinity Stress on Early Seedling Growth and Antioxidant Activity in Hulled Einkorn (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*) and Bread (*Triticum aestivum* L.) Wheats

### Abstract

This study was conducted to determine the effects of drought and salinity stress on early seedling growth and antioxidant activity [total phenolic content, total flavonoid content and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenger activity] of 2 hulled einkorn (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*; AA; 2n=14) populations (Pop-1 and Pop-2) and 4 bread wheat (*Triticum aestivum* L.; AABBDD; 2n=42) cultivars (cv. Gerek-79, İkizce, Demir-2000 ve Gün-91) grown in Turkey. Two different salt concentrations [0.0 (distilled water) and 50 mM NaCl] and 3 different osmotic pressures (0 MPa., -0.5 MPa. and -1.0 MPa), which were created by polyethylene glycol (PEG-600) were used. After ten days, early seedling growth parameters such as shoot length, root length, shoot fresh weight, shoot dry weight, root fresh weight, and root dry weight were measured. Although some seeds germinated under -1.0 MPa. osmotic pressure, none of them reached early seedling growth. Statistically significant differences for early seedling growth parameters and antioxidant activities of wheats were recorded ( $p < 0.05$ ). The maximum shoot length ( $15.01 \pm 2.53$  cm), root length ( $9.67 \pm 1.75$  cm), shoot fresh weight ( $100.58 \pm 22.47$  mg), and shoot dry weight ( $10.47 \pm 2.46$  mg) were in the control group of Demir-2000. The highest root fresh weight ( $95.30 \pm 15.94$  mg) and root dry weight ( $9.66 \pm 1.6$  mg) were in the control group of Gün-91. The highest total phenolic content ( $31.23 \pm 1.81$  mg GAE/gr) and

total flavonoid ( $84.00 \pm 6.01$ mg QE/gr) contents were in Gerek-79 and Demir-2000 under salt stress, respectively. When free radical scavenging antioxidant activities were compared, Demir-2000 had the lowest  $IC_{50}$  values ( $13.98 \pm 0.25$  mg/L) under salt stress among all entries. The highest antioxidant activity of Demir-2000 under salt stress demonstrated that antioxidant defense of that was more effective than other available wheat cultivars.

**Keywords:** Wheat, drought stress, salt stress, Gerek-79, İkizce, Demir-2000, Gün-91

## Giriş

Buğday, insan beslenmesinde çok önemli yeri olan protein, nişasta (Vida ve ark. 2014), lif, fitokimyasal ve antioksidan maddeleri bünyesinde bulunduran bir tahıldır (Andersson et al. 2013). Protein ve nişastasıyla günlük besin gereksinimlerini karşılarken, lifleriyle sindirimi kolaylaştırır ve böylece kolon kanserine yakalanma riskini azaltır (Huang et al. 2015). Fitokimyasallarıyla ise serbest radikalleri yok ederek, DNA ve diğer hücre komponentlerini oksidasyon hasarından korur. Biyoaktif fenolik asitler, E vitamini (tokoller) ve karotenoitleriyle tip-2 diyabet, iskemik kalp rahatsızlıkları, kolon ve meme kanseri gibi rahatsızlıkları önler ve bu hastalıklara yakalanma riskini düşürür (Giambanelli et al. 2013; Visioli et al. 2000). Bunlara ilave olarak, insan sağlığı açısından önemli değere sahip olan bazı biyoaktif maddeleri de (fenolik asitler, antioksidanlar, E vitamini vs) modern buğday çeşitleri yanında daha çok yabani türlerde bulunmaktadır (Hidalgo et al. 2006; Abdel-Aal et al. 2008).

Buğdayın (*Triticum* ssp.) kavuzlu atalarından olan siyez buğdayının (*Triticum monococcum* spp. *monococcum*) insan beslenmesi ve sağlığına önemli katkılarda bulunduğu bilinmektedir (Pirgozliev et al. 2015). Kavuzlu siyez buğdayı, Diyarbakır'daki Karacadağ eteklerinde kültüre alınmış ilk buğday türüdür (Heun et al. 2002). Günümüzde kullanılan modern makarnalık ve ekmeklik buğdaylar kavuzlu siyezden daha sonra kültüre alınmışlardır (Salamini et al. 2002). Kavuzlu siyez buğdayından, modern buğday türlerine geçilmesi daha sonra olmuştur. Kavuzlu siyez buğdayı üretimi bugün Türkiye'de ne yazık ki yalnızca Kastamonu, Bolu, Bilecik ve Sinop illerindeki sınırlı alanlara sınırlı bulunmaktadır (Karagoz and Zencirci 2005).

Bitkileri olumsuz etkileyen stres faktörleri biyotik ve abiyotik olarak ikiye ayrılmaktadır. Biyotik stres faktörleri hastalıklar, yabancı otlar, böcekler; abiyotik stres faktörleri ise kuraklık, tuzluluk, soğuk, sıcak, besin eksikliği, ağır

metaller, radyasyon, hava kirliliği ve benzerleridir. Stres faktörlerinin hepsi bitkinin biyosentetik kapasitesini azaltarak, yaşam fonksiyonlarını düşürmekte, verimini azaltmakta ve sonuç olarak ölümüne yol açmaktadır (Kalefetoğlu and Ekmekçi 2005). Kuraklık; düşük yağış ya da yüksek sıcaklık nedeniyle dünya genelinde buğday üretimini sınırlayan en önemli abiyotik stres faktörüdür (Narouni et al. 2012). Beklenen iklim değişikliğinden veya iklim düzensizliklerinden dolayı sıcaklıkların daha da artması kuraklığı kaçınılmaz hale getirecektir. Kuraklık; tohumun çimlenmesini, bitkinin büyümesini, gelişmesini DNA'yı, RNA'yı, protein sentezini ve hücre bölünmesini olumsuz etkiler (Abdoli and Saeidi 2012). Buğday üretimi genel olarak kuru tarım alanlarında yapıldığından kuraklık buğdayın üretiminde ciddi problemlere yol açmaktadır (Öztürk 1990). Kuraklık stresinde, önce toprağın, sonra bitkinin su potansiyeli azalmakta, bitkinin turgor basıncı düşmekte, stomalar kapanmakta, CO<sub>2</sub> alımı azalmakta, fotosentez yavaşlamakta ve büyüme gerilemektedir. Bir genotipin yüksek sıcaklıkta hayatta kalması bitkinin türüne ve çeşidine, bitkinin hangi evrede sıcaklığa maruz kaldığına, hücrelerinin hassasiyetine göre değişmektedir (Yıldız ve Terzi 2007). Buğday tohumu kuraklık stresine maruz kaldığında, tohumdaki yeşil alan azalmakta, büyüme oranı düşmekte bu da buğdayın verimini olumsuz yönde etkilemektedir (Khakwani et al. 2011).

Tuzluluk; kurak ve yarı kurak bölgelerde yikanarak yeraltı suyuna karışan çözünebilir tuzların yüksek taban suyu nedeniyle kılcal yollarla toprak yüzeyine çıkması, buharlaşma sonucu toprak yüzeyinde birikmesi ya da bazı bölgelerde yapılan yanlış sulama sonucunda oluşmaktadır (Akgül 2003). 21. yüzyılın ortalarında tuzlanma nedeniyle tarlaların yarısının kullanılamayacağı öngörülmektedir (Radi et al. 2013). Topraktaki tuz miktarı Türkiye'de de üretimi olumsuz etkilemektedir (Eker et al. 2006). Fazla tuz hiper-ozmotik strese sebep olarak bitkinin ölmesine yol açmaktadır.

Topraktaki tuz; ilk olarak bitkinin büyüme evresinde su alımını engelleyerek ozmotik stresi artırmakta ve kuraklığa sebep olmaktadır. Tuz stresi fizyolojik olarak buğday çimlenmesini, tohumun büyümesini, hücre bölünmesini etkileyerek erken çiçeklenme döneminde kuru madde birikmesini azaltmakta, kök miktarını arttırmakta ve verimi düşürmektedir. Tuz miktarı bitkide aşırı miktarda artmaya devam ederse, hücreler arası Na, Cl dengesi bozulmakta ve bu da sitoplazmada zehirli etkiye sebep olmaktadır (Datta et al. 2009). Bu durum buğdayda besin maddesi taşınmasını azaltarak büyümeyi durdurmaktadır (Radi et al. 2013). Tuza karşı bitkilerin tolerans gösterdiği bilinmektedir. Bitkide tuz toleransı varsa bitki çeşitli çözülebilir tuzların yüksek konsantrasyonunda büyüme ve hayat döngüsünü tamamlayabilmekte, buğday ise tuz stresinde biyokimyasal ve moleküler mekanizmalarını aktif hale getirerek ozmotik Na ve Cl dengesini düzenleyebilmektedir (Yılmaz et al. 2011).

Flavonoit, fenolik asit ve antosiyanin gibi maddelerin biyosentezi ve bitki bünyesinde birikimi, bitki materyalinin antioksidan aktivitesini güçlendirmektedir (Serpen et al. 2008; Karakas and Turker, 2013). Serbest radikaller kanser, şeker, iskemi, iltihap, astım, Parkinson, hafıza zayıflığı ve yaşlanma gibi birçok önemli hastalıklara neden olmaktadır. Bitkisel kökenli doğal antioksidan içeren yiyeceklerin kullanımı serbest radikallerin zararlı etkilerini azaltarak ya da yok ederek, bu hastalıklara yakalanma riskini azaltmaktadır. Doğal bitkisel kaynaklı besin maddeleri kimyasal içerikli ilaçlara göre daha güvenilir, daha etkili ve daha ucuz olmalarından dolayı ilgi her geçen daha da artmaktadır (Babbar et al. 2011; Karakas and Turker, 2013).

Abiyotik stres faktörlerinin pek çok bitki türünde, fenolik madde sentezini ve birikimini değiştirerek antioksidan aktivitelerini etkilediği bilinmektedir. Yapılan literatür araştırmasında, ülkemize ait bazı yerel buğday çeşitlerinin, strese bağlı fenolik ve flavonoit madde birikiminde meydana gelen değişimlerle antioksidan aktivitelerinin ilişkilendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle; bu çalışmada, 2 tane kavuzlu siyez populasyonunda (Pop-1 ve Pop-2) ve 4 tane tescilli ekmeklik buğday çeşidinde (Gerek-79, İkizce, Demir-2000 ve Gün-91) kurak ve tuz stresinin erken fide gelişimi parametreleri (çim uzunluğu, kök uzunluğu, çim yaş ağırlığı, çim kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı) ve antioksidan aktivite (DPPH

serbest radikalini süpürücü etki, toplam fenolik içeriği ve toplam flavonoit içeriği) üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Bu araştırma: 2014-2015 döneminde Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Alper Karakas Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Tescilli ekmeklik buğdaylardan (*Triticum aestivum* L.) "Gerek-79" Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü/Eskişehir, "İkizce", "Demir-2000" ve "Gün-91" Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü/Ankara, kavuzlu siyez (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*) "Populasyon-1" Haccağız Köyü, Seben/Bolu ve "Populasyon-2" Kavaklı Yazı Köyü, Seben/Bolu'dan temin edilmiştir.

### Tohum Sterilizasyonu ve Çimlenme

Denemeye alınan 6 farklı buğday çeşidi ayrı ayrı sayılarak (100 adet), 250 ml'lik beherlere konulmuştur. Üzerlerine yüzey sterilizasyonunu sağlamak için %5'lik sodyum hipoklorit (NaClO) çözeltisinden 100 ml ilave edilerek 15 dk. bekletilmiştir. Süre bitiminde tohumlar steril distile suyla 4-5 defa çalkalanarak, iyice yıkanmıştır. Steril edilmiş tohumlar, petrilere içine yerleştirilen steril filtre kağıtlarının arasına 10'ar adet konulmuştur. Kontrol grubu için petrilere 10 ml saf su, kuraklık stresi grupları için 10 ml -0.0 MPa., -0.5 MPa. veya -1.0 MPa. polietilen glikol (PEG 600) ve tuz stresi grubu için de 10 ml 50 mM sodyum klorit (NaCl) solüsyonu konulmuştur. Uygulanan tüm solüsyonların pH'sı 5.8'e ayarlanmıştır. Her grup için 4 tekrarlı petri kapları hazırlanmıştır (5 petri × 10 tohum). Solüsyonların buharlaşmasını önlemek için petri kaplarının etrafı parafilm ile sarılmıştır. Tüm petri kapları iklim odasına alınarak, 4 gün karanlıkta ve sonraki 6 gün 16 saat ışık rejiminde, 20 ± 2°C'de tutulmuştur. Petri kaplarındaki filtre kağıtları ve deney solüsyonları gün aşırı yenilenmiştir. Ekimden 10 gün sonra rasgele seçilmiş 15 bitkide "çim uzunluğu (cm)", "kök uzunluğu (cm)", "çim yaş ağırlığı (mg)", "çim kuru ağırlığı (mg)", "kök yaş ağırlığı (mg)" ve "kök kuru ağırlığı (mg)" gibi morfolojik ve biyokütle üretimi parametreleri belirlenmiştir. Çimlenen tohumların kuru ağırlık ölçümleri 105°C'ye ayarlanmış etüvde 2 saat bekletildikten sonra alınmıştır.

### Özütlerin Hazırlanması

Kontrol (saf su), kuraklık stresi (-0.5 MPa.'lık osmotik basınç) ve tuzluluk stresi (50 mM NaCl)

koşulları altında çimlendirilen 10 günlük fidecikler ayrı ayrı toplanarak, porselen havan içine konulmuştur. Fideciklerin sıvı kısmını uçurmak için üzerlerine yavaş yavaş sıvı azot ilave edilip porselen havan tokmağıyla hızlıca ezilmişlerdir. Fidecikler iyice parçalanıp, kuru toz haline gelinceye kadar sıvı azot ilavesi ve ezme işlemine devam etmiştir. Özütleme işlemi başlatmak için kuru toz haline getirilmiş her buğday çeşidinden 1'er gr tartılıp, cam deney tüplerine konulmuştur. Her birinin üzerine 10 ml %80 metanol ilave edilip, çalkalamalı sıcak su banyosunda, 35°C'de, bir gece bekletilmiştir. Ertesi gün test tüpler ultrasonik banyoda 15 dk. bekletilmişlerdir. Daha sonra, 5000 rpm de, 10 dk. santrifüj edilerek üstte kalan sıvı berrak kısımları toplanıp, 0.45 µm por büyüklüğüne sahip Whatman şırınga filtresinden geçirilmiştir. Filtre edilen buğday özütleri analiz edilinceye kadar ependorf tüplere konularak, -20°C'de muhafaza edilmiştir.

#### Toplam Fenol Tayini

Toplam fenolik madde içeriği Dewonto et al. (2002)'lerinin tanımladığı yönteme göre Folin-Ciocalteu ayırıcı kullanılarak yapılmıştır. Referans fenolik madde olarak gallik asit standartı kullanılmıştır. Stok solüsyonlarının hazırlanması için 1 mg fenolik standart 10 ml %80 metanolde çözülmüştür. Gallik asit kalibrasyon eğrisini oluşturmak için bu stok solüsyondan daha farklı konsantrasyonlar da hazırlanmıştır (12.5-250 mg/l). Ayrı ayrı etiketlenmiş cam deney tüplerine 125 µl her kalibrasyon solüsyonu, özüt ya da kör (%80 metanol) konulmuştur. Her bir tüpe 500 µl distile su ve 125 µl Folin-Ciocalteu ayırıcı (Sigma®) ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. 5 dk. beklendikten sonra, 125 µl %10'luk sodyum karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) solüsyonundan ilave edilmiş ve tüplerdeki solüsyon, toplam hacim 3 ml olacak şekilde distile su (2125 µl) ile tamamlanmıştır. Tüm test edilen deney tüpleri vortex yardımıyla iyice çalkalanmıştır. Solüsyonlar oda sıcaklığında (22 ± 2°C), 90 dk. karanlıkta inkübe edilerek, her örneğin absorbansı, 760 nm'ye ayarlanmış spektrofotometrede (Hitachi U-1900, UV-VIS Spectrophotometer 200V, JAPAN) ölçülmüştür. Buğdayların toplam fenolik madde içerikleri, 1 gr kuru bitki materyalinde bulunan, mg cinsinden gallik aside eşdeğer (GAE) miktar olarak verilmiştir. Hesaplamalar gallik asit kalibrasyon eğrisine göre yapılmıştır (R<sup>2</sup>= 0.998). Her bir ölçüm 3 kere tekrarlanmıştır.

#### Toplam Flavonoit Tayini

Özütlerin toplam flavonoit tayini alüminyum klorit (AlCl<sub>3</sub>) kolorometrik yöntemine göre yapılmıştır (Chang et al. 2002). Kuersetin referans flavonoit madde olarak kullanılmıştır. Test tüplerine ayrı ayrı 500 µl özüt veya kuersetinin kalibrasyon solüsyonundan konulmuştur. Üzerlerine 2 ml distile su ve 150 µl %5'lik sodyum nitrat (NaNO<sub>2</sub>) ilave edilerek, vorteks ile iyice çalkalanmıştır. Altıncı dakikada, 150 µl %10'luk AlCl<sub>3</sub> ve 1000 µl 1M sodyum hidroksit (NaOH) ilave edilerek, tüpler tekrar çalkalanmıştır. Reaksiyon tüplerinin üzerlerine 1200 µl distile su konulup, solüsyon hacmi 5 ml'ye tamamlanmıştır. Karışımların absorbansı 510 nm'de ölçülmüştür. Özütlerin toplam flavonoit madde içerikleri, 1 gr kuru bitkideki mg cinsinden kuersetine eşdeğer (KE) miktarlarının kalibrasyon eğrisine göre hesaplanmıştır (R<sup>2</sup>= 0.9962). Her bir ölçüm 3 kere tekrarlanmıştır.

#### Serbest Radikal Giderici Etki Tayini

Buğday özütlerin DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich Chemie, Steinheim, Germany) üzerindeki serbest radikali giderici etkileri Brand-Williams (1995) metoduna göre yapılmıştır. Özütlerin stok solüsyonlarına %80 metanol ilave edilerek, kalibrasyon eğrisi oluşturmak için farklı konsantrasyonlarda (25, 50, 100, 150, 200, 250, 300 ve 400 µg/ml) solüsyonlar hazırlanmıştır. DPPH solüsyonu 1.5 × 10<sup>-5</sup> M olacak şekilde %80 metanol içinde çözümlenerek hazırlanmıştır. 0.5 ml DPPH solüsyonu 1.5 ml özüt solüsyonuyla karıştırılıp karanlıkta 30 dak. oda sıcaklığında, bekletilmiştir. Süre bitiminde örneklerin ve pozitif kontrolün (1.5 ml %80 metanol ve 0.5 ml DPPH solüsyonu) absorbansı köre (%80 metanol) karşı 517 nm'de ölçülmüştür. Özütlerin DPPH üzerinden serbest radikal süpürücü etkileri, IC<sub>50</sub> (mg/L) değerleri (DPPH absorbansının %50'sini düşürmek için gerekli olan özüt miktarı) hesaplanarak verilmiştir.

#### İstatistiksel analiz

Her deney birbirinden bağımsız 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Sonuçların istatistiksel analizleri SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programıyla yapılmıştır. Sonuçlar ortalama ve standart sapma (ortalama ± SS) olarak verilmiştir. Ortalamalar arasındaki anlamlı farklılıklar (p<0.05) "Duncan's Multiple Range Testi" kullanılarak, belirlenmiştir. Tablo ve şekiller üzerinde bulunan birbirinden farklı küçük harfler

(a, b, c, d, e) ortalamalar arasındaki istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

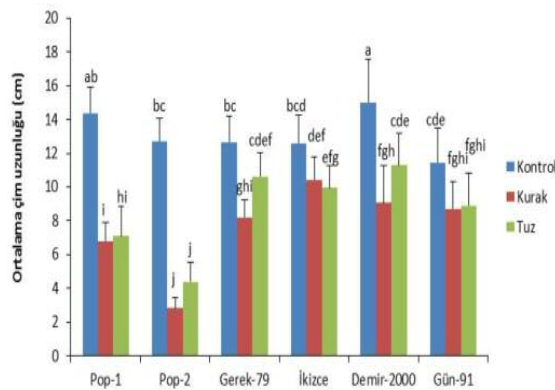
### Bulgular ve Tartışma

Kuraklık, tuzluluk, besin eksikliği, ağır metal birikimi, sıcaklık ve UV radyasyon gibi çevresel etmenler bitkilerin büyüme, gelişme ve ürün verimliliğini etkileyen abiyotik stres etmenlerindedir (Chaudhary et al. 1997; McMaster and Wilhelm 2003). Bu nedenlerle bu çalışmada, kuraklık ve tuzluluk stresinin 2 kavuzlu siyez popülasyonu ve 4 ekmeçlik buğday çeşidinin erken fide gelişimi ve antioksidan aktivitesi üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

### Erken Fide Dönemi Gelişim Parametreleri

Biyotik ve abiyotik stres etmenleri, çoğu bitki türünde büyüme ve gelişmeyi sınırlandırmaktadır (Keles and Oncel 2002). Kuraklık, buğdayın tüm büyüme aşamalarını etkilerken (McMaster and Wilhelm 2003; Majid et al. 2007; Geerts et al. 2008) tuz stresi de bitkiler üzerinde kuraklık benzeri sonuçlara yol açmaktadır (Mahajan and Tuteja, 2005). Bu çalışmada, kuraklık, tuzluluk ve kontrol koşullarında çimlendirilmiş 10 günlük fidelerin ortalama çim uzunluğu (Şekil 1), kök uzunluğu (Şekil 2), çim yaş ağırlığı (Şekil 3A), çim kuru ağırlığı (Şekil 3B), kök yaş ağırlığı (Şekil 4A) ve kök kuru ağırlığı (Şekil 4B) ölçülmüştür.

Buğday çeşitlerinin kontrol, kurak ve tuz gruplarındaki ortalama çim uzunlukları 2.84 - 15.01 cm arasında değişmiştir. En uzun çim boyunu kontrol grubundaki Demir-2000 göstermiştir (Şekil 1). Her buğday çeşidinde kontrol gruplarının çim boyu stres uygulananlardan daha uzun olmuştur (Şekil 1).

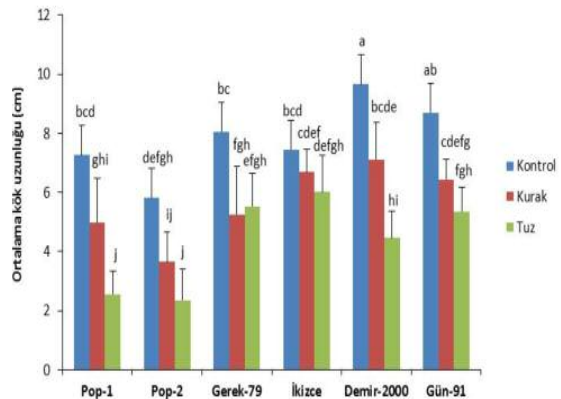


Şekil 1. Kontrol, kuraklık ve tuzluluk koşullarında çimlenen buğdayların ortalama çim uzunluğu. Sonuçlar ortalama değer  $\pm$  SS ( $p < 0.05$ ) olarak gösterilmiştir.

Figure 1. Average shoot length of germinated wheats under control, drought and salt conditions. Results are presented as means  $\pm$  SD.

Çim uzunluğu bakımından kurak ( $2.84 \pm 0.63$  cm) ve tuz ( $4.4 \pm 1.14$  cm) stresinden en çok etkilenen Pop-2 olurken, Gerek-79 tuz stresinden ( $10.61 \pm 1.41$ ), İkizce ise kurak stresinden ( $10.42 \pm 1.38$  cm) en az etkilenen buğday çeşitleri olmuştur (Şekil 1). Gerek-79 ve Demir-2000'in çim uzunluğu, tuzluktan ( $10.61 \pm 1.41$  cm ve  $11.3 \pm 1.86$  cm) daha çok kuraklık stresinden ( $8.2 \pm 1.06$  cm ve  $9.06 \pm 1.32$  cm) etkilenmişlerdir (Şekil 1).

Kök uzunluklarının ortalamaları ve önem grupları Şekil 2.'de verilmiştir. En fazla kök uzunluğu Demir-2000 çeşidinin kontrol grubunda ( $9.67 \pm 1.75$  cm), en az ise Pop-1 ( $2.55 \pm 0.8$  cm) ve Pop-2 ( $2.36 \pm 1.06$  cm)'nin tuz stresi altındaki grubunda görülmüştür (Şekil 2). Bizim bulgularımızla paralellik gösteren çalışmalarda da, kök uzunluğunun tuz stresinden önemli ölçüde etkilendiği bildirilmiştir (Dumlupınar ve ark. 2007; Benlioğlu ve Özkan 2015). İkizce çeşidinin kök uzunluğu, çim uzunluğunda da olduğu gibi diğer buğday çeşitlerine göre kurak ve tuz koşullarından daha az etkilenmiştir (Şekil 2). Çalışmamız genel olarak değerlendirildiğinde, tescilli ekmeçlik buğday çeşitleri (Gerek-79, İkizce, Demir-2000 ve Gün-91) kurak ve tuz stresi altında kavuzlu siyez popülasyonlarından (Pop-1 ve Pop-2) daha iyi çim ve kök gelişimi göstermişlerdir (Şekil 1 ve 2). Bitkilerde kuraklık ve tuzluluk toleransının geliştirilmesi, bitki ıslahında ürün verimliliğinin artırılması bakımından oldukça önem arz etmektedir (Turkan and Demiral 2009). Gerek-79, İkizce, Demir-2000 ve Gün-91'in çim ve kök uzunluğu bakımından tuza toleranslı olmaları Orta Anadolu Bölgesi'nde uzun yıllar test edilerek ıslah edilmelerinden ve



Şekil 2. Kontrol, kuraklık ve tuzluluk koşullarında çimlenen buğdayların ortalama kök uzunluğu. Sonuçlar ortalama değer  $\pm$  SS ( $p < 0.05$ ) olarak gösterilmiştir.

Figure 2. Average root length of germinated wheats under control, drought and salt conditions. Results are presented as means  $\pm$  SD ( $p < 0.05$ ).

özellikle Gerek-79'un taşıdığı yerel buğday genetik özelliklerinden kaynaklanıyor olabilir (Zencirci 1998).

Buğday çeşitlerinin ortalama çim yaş ve kuru ağırlıkları karşılaştırıldığında: en yüksek değerlerin sırasıyla Demir-2000 ( $100.58 \pm 18.47$  mg ve  $10.47 \pm 2.36$  mg) ve Gerek-79'un ( $97.42 \pm 10.53$  mg ve  $10.33 \pm 1.43$  mg) kontrol gruplarında, en düşük değerinde Pop-2'nin tuz stresi grubunda ( $11.26 \pm 5.53$  mg ve  $1.32 \pm 0.23$  mg) olduğu görülmüştür (Şekil 3).

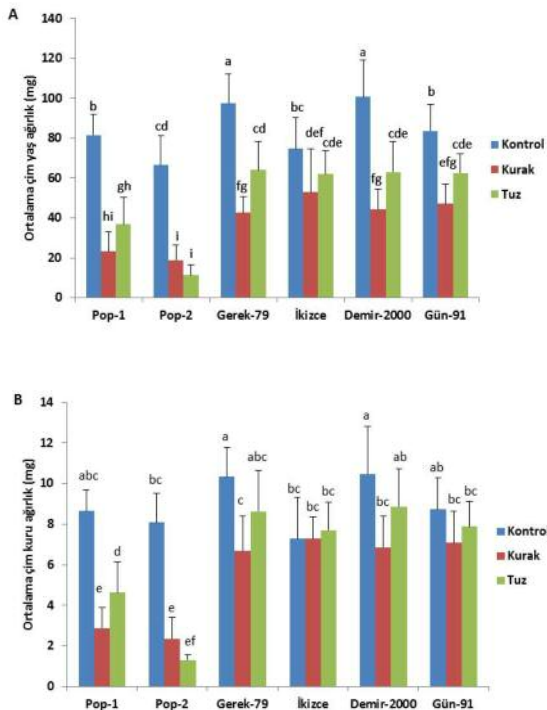
Kurak ve tuzlu ortamlarda çimlenen buğdayların hepsinde çim yaş ağırlıkları, kontrol gruplarına göre azalmıştır (Şekil 3A). Bu sonuçlar kurak ve tuz stresinin yaş ve kuru ağırlıkları azalttığını gösteren önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Karakullukçu ve Adak 2009; Benlioğlu ve Özkan 2015). İkizce çeşidi, çim kuru ağırlığı bakımından kurak ve tuz stresinden etkilenmemiştir (Şekil 3B). Ekmeklik buğday çeşitleri ve Populasyon-1 çim ağırlığı bakımından, tuzluluk stresinden çok kuraklık stresinden etkilenmişlerdir (Şekil 3).

Altı farklı buğdayın ortalama kök yaş ağırlıkları karşılaştırıldığında, en yüksek değer Gün-91'in kontrol grubunda ( $95.3 \pm 15.94$  mg), en düşük

değerinde ise Pop-2'nin tuz grubunda ( $26.01 \pm 7.5$  mg ve  $3.12 \pm 0.85$  mg) tespit edilmiştir (Şekil 4A). Kök kuru ağırlıklarının ortalamaları karşılaştırıldığında ise en yüksek değeri tuz stresi altında çimlenen İkizce ( $10.98 \pm 1.78$  mg) ve Demir-2000 ( $10.21 \pm 1.34$  mg) çeşitleri göstermiştir. En düşük değeri ise yine tuz stresindeki Pop-2 ( $3.12 \pm 0.85$  mg) göstermiştir (Şekil 4B). Bunun sebebi, bu çalışmada kullanılan kavuzlu siyez buğdaylarının tuz birikiminin daha az olduğu beklenen Batı Karadeniz'in dağlık tepelik yörelerinde yetiştirilmesinden kaynaklanıyor olabilir diye değerlendirilmektedir.

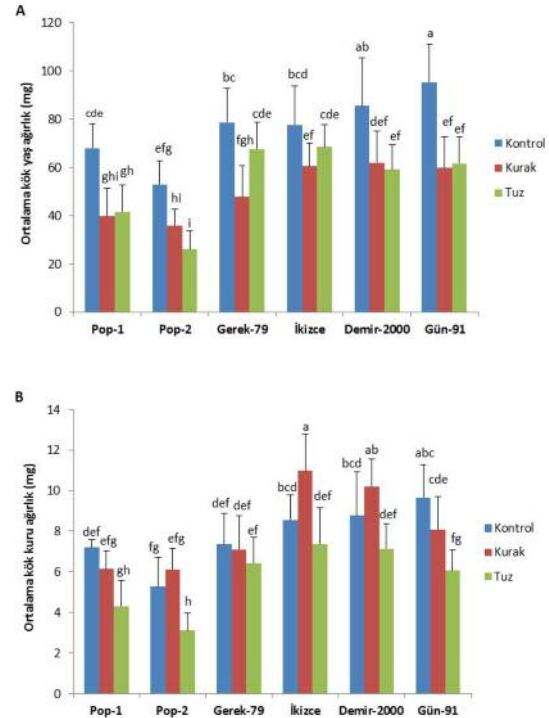
Çim uzunluğu, kök uzunluğu, çim yaş ağırlık, çim kuru ağırlık, kök yaş ve kök kuru ağırlık ile ilgili bulgularımız buğday gelişimini sınırlandıran en önemli etmenlerin kuraklık (Balkan ve Geçtan 2013) ve tuzluluk (Begum et al. 1992) olduğunu bildiren daha önceki çalışmalarla uyum göstermektedir.

Kuraklığa (Balkan ve Gençtan 2013) ve tuza (Begum et al. 1992) toleranslı buğday genotiplerinin belirlenmesinde, tohumlara çimlenme ve erken fide gelişim süresince osmotik basınç ve tuz uygulamalarının, bu çalışmada da uygulandığı gibi hızlı ve etkin bir teknik olduğu bildirilmektedir.



Şekil 3. (A) Ortalama çim yaş ağırlık ve (B) çim kuru ağırlık. Sonuçlar ortalama değer  $\pm$  SS ( $p < 0.05$ ) olarak gösterilmiştir.

Figure 3. (A) Mean fresh weight and (B) dry weight of shoots. Results are presented as means  $\pm$  SD ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4. Ortalama kök yaş ağırlık ve (B) kök kuru ağırlık. Sonuçlar ortalama değer  $\pm$  SS ( $p < 0.05$ ) olarak gösterilmiştir.

Figure 4. (A) Mean fresh weight and (B) dry weight of roots. Results are presented as means  $\pm$  SD ( $p < 0.05$ ).

### Antioksidan Aktivite

On günlük farklı stres koşullarında çimlenmiş buğdayların metanol özütlerinin toplam fenolik madde içerikleri 5.71 - 31.23 mg/gr GAE, toplam flavonoit madde içerikleri 17.33 - 84.00 mg/gr KE değişmiştir (Çizelge 1). Yapılan bu çalışmada, tuz stresi altında çimlendirilen Gerek-79, en yüksek toplam fenolik ( $31.23 \pm 1.81$  mg/gr GAE), Demir-2000 de en yüksek flavonoit ( $84.00 \pm 6.01$  mg/gr KE) madde içeriğine ve kuraklık stresi altında çimlenen Demir-2000 en düşük toplam fenol ( $5.12 \pm 0.71$  mg/gr GAE) ve flavonoit ( $16.22 \pm 0.95$  mg/gr KE) madde içeriğine sahip olmuştur (Çizelge 1). Pop-1, Gerek-79 ve Demir-2000'in tuz stresi altında toplam fenolik madde içerikleri artarken, Pop-2, İkiçce ve Gün-91'inde azalma tespit edilmiştir (Çizelge 1). Çalışmada kullanılan ekmeklik buğday çeşitleri kuraklık ve tuzluluk stresine farklı tepkiler göstermiştir. Bunun nedeni: çeşitlerin genetik yapısının, orijininin, büyüdüğü abiyotik ve biyotik çevre şartlarının farklılığından kaynaklanıyor olabilir (Karakas and Turker 2013).

Bu çalışmada; 50 mM tuz uygulaması Pop-1, Gerek-79 ve Demir-2000'in toplam fenol içeriğini artırırken, kuraklık uygulaması tüm çeşitlerde toplam fenol içeriğini kontrol gruplarına göre azaltmıştır (Çizelge 1). Toplam flavonoit madde içeriği kuraklık uygulanan Pop-2'de, tuz uygulanan Gerek-79 ve Demir-2000'de artarken, diğer gruplarda düşmüştür (Çizelge 1). Birçok çalışmada kurağa maruz bırakılan bitkilerin, normal sulanan bitkilere göre daha yüksek miktarda sekonder metabolit biriktirdikleri gösterilmiştir (Kleinwachter and Selmar, 2015). Bu çalışmaların aksine, bizim çalışmamızda kuraklık stresi genellikle tüm parametreleri olumsuz etkilemiştir. Bu sonuçlar; tuz ve kurak stresinin fenolik, flavonoit ve antioksidan enzimlerinin biyosentezlerinin indüklenmesinde önemli uyaranlar olduğunu göstermektedir. Polifenol sentezi gibi antioksidan savunma sistemlerinin aktivasyonunu sağlamak için her bitki türünün kendine özel abiyotik koşullara ihtiyaç duyduğunu gösteren benzer çalışmalar da bulunmaktadır (Falk et al. 2007).

Buğdayların DPPH serbest radikalininin %50'sini yok eden  $IC_{50}$  değerleri 13.98-63.03 mg/L arasında değişmiştir (Çizelge 1). DPPH metoduna göre en yüksek serbest radikal giderim aktivitesi en düşük  $IC_{50s}$  ( $13.98 \pm 0.25$  mg/L) değerine sahip olarak, tuz stresi altında

çimlendirilen Demir-2000'de bulunmuştur (Çizelge 1). Bunu takiben yine tuz stresi uygulanan Gerek-79 ( $IC_{50} = 17.67 \pm 0.08$  mg/L) ve İkiçce ( $IC_{50} = 18.02 \pm 0.30$  mg/L) çeşitlerinin yüksek oranda antioksidan aktiviteye sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 1). Kuraklık stresi uygulanan tüm buğdaylar, kontrol grubundan daha düşük antioksidan aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur (Çizelge 1). Demir-2000 ve Gerek-79'un tuz stresi altında en yüksek antioksidan aktiviteyi göstermesi, içerdikleri yüksek fenol ve/veya flavonoit madde miktarından kaynaklanıyor olabilir. Tuz stresi altında çimlenen Gerek-79'un fenolik bileşenler bakımından, Demir-2000'in de flavonoit bileşenler bakımından oldukça zengin oldukları görülmüştür. Yapılan daha önceki çalışmalarda da, yüksek antioksidan potansiyeline sahip olan bitki özütlerinin serbest radikalleri yok etme kabiliyetlerinin içerdikleri fenolik ve flavonoit madde miktarlarıyla ilişkili olduğu bulunmuştur (Tepe et al. 2011). İncelenen buğday çeşitlerinden Demir-2000'in en yüksek çim uzunluğu, kök uzunluğu, çim yaş ağırlığı, çim kuru ağırlığı ve DPPH serbest radikalini giderici etkiye sahip olması, çimlenme parametreleri ile antioksidan aktiviteler arasında pozitif bir ilişkinin olabileceğini düşündürmektedir. Bu konuda; daha detaylı çalışmaların yapılması konunun yeterince anlaşılabilmesi açısından yararlı olabilecektir.

### Sonuç

Bu çalışmanın sonuçları; 2 kavuzlu siyez buğday populasyonu ve 4 tescilli ekmeklik buğday çeşidinin erken fide gelişimi dönemindeki büyüme parametrelerinin ve antioksidan aktivitelerinin, kuraklık ve tuzluluk stresinden etkilendiği hipotezini desteklemektedir. Tuz stresi altında çimlendirilen Demir-2000 ve Gerek-79 içerdikleri yüksek flavonoit ve fenolik madde miktarlarıyla, antioksidan savunma mekanizmalarını en çok aktive eden ve böylelikle tuza toleranslarını sekonder metabolit üretimiyle arttıran buğday çeşitleri olmuşlardır. Pop-2 ise kurak ve tuz stresinden en çok etkilenen buğday çeşidi olmuştur. Genel olarak, tescilli ekmeklik buğday çeşitleri (Gerek-79, İkiçce, Demir-2000 ve Gün-91) kuraklık ve tuzluluğa, gösterdikleri erken fide gelişim parametreleri ve antioksidan aktiviteleri bakımından kavuzlu siyez buğday çeşitlerinden (Pop-1 ve Pop-2) daha toleranslıdır.



Çizelge 1. Kavuzlu ve tescilli buğday popülasyon ve çeşitlerinin toplam fenol içeriği, toplam flavonoit içeriği ve DPPH serbest radikalının % 50'sini yok eden değer (IC<sub>50</sub>)

Table 1. Total phenolic content, total flavonoid content and the amount of hulled and registered wheat samples necessary to decrease the absorbance of DPPH in 50% (IC<sub>50</sub>)

Buğdaylar	Uygulamalar	Toplam Fenol İçeriği <sup>x</sup>	Toplam Flavonoit İçeriği <sup>y</sup>	IC <sub>50</sub> mg/L
Pop-1	Kontrol	18.68 ± 2.63 <sup>de</sup>	47.14 ± 1.95 <sup>c</sup>	39.78 ± 1.27 <sup>j</sup>
	Kurak	17.26 ± 2.88 <sup>ef</sup>	38.44 ± 1.92 <sup>e</sup>	63.03 ± 0.24 <sup>m</sup>
	Tuz	27.14 ± 1.88 <sup>b</sup>	39.00 ± 1.67 <sup>e</sup>	26.26 ± 0.14 <sup>e</sup>
Pop-2	Kontrol	26.42 ± 0.71 <sup>b</sup>	30.11 ± 3.47 <sup>gh</sup>	38.61 ± 0.22 <sup>i</sup>
	Kurak	23.57 ± 0.71 <sup>bc</sup>	44.92 ± 2.31 <sup>cd</sup>	46.88 ± 0.22 <sup>i</sup>
	Tuz	21.66 ± 0.54 <sup>cd</sup>	29.74 ± 3.89 <sup>h</sup>	31.02 ± 0.29 <sup>f</sup>
Gerek-79	Kontrol	13.21 ± 2.92 <sup>g</sup>	26.77 ± 0.95 <sup>i</sup>	26.16 ± 0.22 <sup>e</sup>
	Kurak	5.71 ± 0.71 <sup>i</sup>	17.88 ± 0.96 <sup>j</sup>	34.52 ± 0.10 <sup>g</sup>
	Tuz	31.23 ± 1.81 <sup>a</sup>	47.89 ± 5.35 <sup>c</sup>	17.67 ± 0.08 <sup>b</sup>
İkizce	Kontrol	20.23 ± 2.15 <sup>cde</sup>	48.44 ± 3.46 <sup>c</sup>	21.68 ± 0.03 <sup>c</sup>
	Kurak	14.64 ± 2.14 <sup>fg</sup>	32.70 ± 1.15 <sup>g</sup>	36.36 ± 0.10 <sup>h</sup>
	Tuz	15.00 ± 2.69 <sup>fg</sup>	42.33 ± 3.64 <sup>de</sup>	18.02 ± 0.31 <sup>b</sup>
Demir-2000	Kontrol	7.38 ± 0.54 <sup>h</sup>	17.33 ± 1.66 <sup>j</sup>	22.78 ± 0.03 <sup>cd</sup>
	Kurak	5.12 ± 0.20 <sup>ij</sup>	16.22 ± 0.95 <sup>jk</sup>	23.63 ± 0.19 <sup>d</sup>
	Tuz	23.45 ± 1.60 <sup>bc</sup>	84.00 ± 6.01 <sup>a</sup>	13.98 ± 0.25 <sup>a</sup>
Gün-91	Kontrol	20.59 ± 1.43 <sup>cde</sup>	64.37 ± 2.79 <sup>b</sup>	32.97 ± 0.17 <sup>fg</sup>
	Kurak	5.71 ± 0.94 <sup>i</sup>	36.41 ± 5.16 <sup>ef</sup>	41.16 ± 0.17 <sup>k</sup>
	Tuz	18.92 ± 0.71 <sup>de</sup>	67.51 ± 4.31 <sup>b</sup>	19.12 ± 0.04 <sup>bc</sup>

Sonuçlar ortalama (n=3) ± SS (standart sapma) olarak verilmiştir. Aynı sütundaki farklı küçük harflerle gösterilen ortalama değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

<sup>x</sup>Gallik asit eşdeğer (GAE), <sup>y</sup> Quercetin eşdeğer (QE)

Results are presented as means (n=3) ± SD (p < 0.05). Mean values followed by different superscript letters in a column are significantly different (p < 0.05).

<sup>x</sup>Galic acid equivalents (GAE), <sup>y</sup> Quercetin equivalents (QE)

## Teşekkür

Deneylerin yapılmasında emeği geçen Bihter Gökçe Bozat ve Didem Aslan'a teşekkür ederim.

## Kaynaklar

- Abdel-Aal E.S.M. and Rabalski I., 2008. Bioactive compounds and their antioxidant capacity in selected primitive and modern wheat species. *Open Agriculture Journal*. 2:7-14
- Abdoli M. and Saeidi, M., 2012. Effects of water deficiency stress during seed growth on yield and its components, germination and seedling growth parameters of some wheat cultivars. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 4(15):1110-1118
- Akgül H., 2003. Tuzluluk. Eğiridir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Ziraat Mühendisliği Dergisi. Sayı 340, Ankara.
- Andersson A.A.M., Andersson R., Piironen V., Lampi A.M., Nystrom L., Boros D., Fras A., Gebruers K., Courtin C.M., Delcour J.A.,

Rakszegi M., Bedo Z., Ward J.L., Shewry P.R. and Aman P., 2013. Contents of dietary fibre components and their relation to associated bioactive components in whole grain wheat samples from the healthgrain diversity screen. *Food Chemistry*. 136:1243-1248

- Babbar N., Oberoi H.S., Uppal D.S. and Patil R.T., 2011. Total phenolic content and antioxidant capacity of extracts obtained from six important fruit residues. *Food Research International*. 44:391-396
- Balkan A., ve Gençtan T., 2013. Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) osmotik stresin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 10:44-52
- Begum F., Karmoker J.L., Fattah Q.A. and Maniruzzaman AFM., 1992. The effect of salinity and its correlation with K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> accumulation in germinating seeds of *Triticum aestivum* L. cv. Akbar. *Plant Cell Physiology* 33:1009-1114

- Benlioğlu B., ve Özkan U., 2015. Bazı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) çimlenme dönemlerinde farklı dozlardaki tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 24(2):109-114
- Brand-Williams W., Cuvelier M.E. and Berset C.L.W.T., 1995. Use of a free-radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food Science and Technology 28(1):25-30
- Chang C.C., Yang M.H., Wen H.M. and Chern J.C., 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. J. Food Drug Analysis. 10:178-182
- Chaudhary, M.T., Merrett, M.J. and Wainwright, S.J., 1997. Growth, ion content and proline accumulation in NaCl-selected and non-selected cell lines of lucerne cultured on sodium and potassium salts. Plant Science. 127:71-79
- Datta J. K., Banerjee A. and Mondal N. K., 2009. Impact of salt stress on five varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under laboratory condition Journal of Applied Sciences and Environmental Management 13(3):93-97
- Dewanto V., Wu X.Z., Adom K.K. and Liu R.H., 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. Journal of Agricultural Food Chemistry. 50:3010-3014
- Dumlupınar Z., Kara R., Dokuyucu T. ve Akkaya A., 2007. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetiştirilen bazı makarnalık buğday genotiplerinin çimlenme ve fide karakterlerine elektrik akımı ve tuz konsantrasyonlarının etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. 10(2):100-110
- Eker S., Cömertpay G., Konuşkan Ö., Ülger A.C., Öztürk L. and Çakmak İ., 2006. Effect of salinity stress on dry matter production and ion accumulation in hybrid maize varieties. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. (30):365-373
- Falk K.L., Tokuhisa J.G. and Gershenzon J., 2007. The effect of sulfur nutrition on plant glucosinolate content: physiology and molecular mechanisms. Plant Biology. 9:573-581
- Geerts S., Raes D., Garcia M., Vacher J., Mamani R., Mendoza J., Huanca R., Morales B., Miranda R., Cusicanqui J. and Taboada C., 2008. Introducing deficit irrigation to stabilize yields of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). European Journal of Agronomy. 28:427-436
- Giambanelli E., Ferioli F., Kocaoglu B., Jorjadze M., Alexieva I., Darbinyan N. and D'Antuono L.F., 2013. A comparative study of bioactive compounds in primitive wheat populations from Italy, Turkey, Georgia, Bulgaria and Armenia. Journal of the Science of Food and Agriculture. 93:3490-3501
- Heun M., Schafer-Pregl R., Klawan D., Castagna R., Accerbi, M., Borghi B. and Salamini F., 1997. Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. Science. 278:1312-1314
- Hidalgo A., Brandolini, A., Pompei, C. and Piscozzi, R., 2006. Carotenoids and tocopherols of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum* L.). Journal of Cereal Science. 44:182-193
- Huang T., Xu M., Lee A., Cho S. and Qi L., 2015. Consumption of whole grains and cereal fiber and total and cause-specific mortality: prospective analysis of 367,442 individuals. BMC Medicine, 13:59
- Kalefetoğlu T. and Ekmekçi Y., 2005. The effect of drought on plants and tolerance mechanisms. Gazi University Journal of Science. 18 (4):723-740
- Karagoz A., and Zencirci N., 2005. Variation in wheat (*Triticum* spp.) landraces from different altitudes of three regions of Turkey. Genetic Resources and Crop Evolution. 52:775-785
- Karakas F.P. and Turker A.U., 2013. An efficient *in vitro* regeneration system for *Bellis perennis* L. and comparison of phenolic contents of field-grown and *in vitro*-grown leaves by LC-MS/MS. Industrial Crops. and Products. 48:162-170
- Karakullukçu E. ve Adak M.S., 2008. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin tuza toleranslarının belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 14(4):313-319
- Keles Y. and Oncel I., 2002. Response of antioxidative defence system to temperature and water stress combinations in wheat seedlings. Plant Sci. Lett. 163:783-790
- Khakwani A.A., Dennett M.D. and Munir M., 2011. Drought tolerance screening of wheat varieties by inducing water stress conditions Songklanakarin. Journal of Science and Technology. 33(2):135-142
- Kleinwachter M. and Selmar D., 2015. New insights explain that drought stress enhances the quality of spice and medicinal plants: potential applications. Agronomy for Sustainable Development. 35:121-131
- McMaster G.S. and Wilhelm W.W., 2003. Phenological responses of wheat and barley to water and temperature: improving simulation models. Journal of Agricultural Science. 141:129-147

- Mahajan S. and Tuteja N., 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Archives of Biochemistry and Biophysics. 444:139-158
- Majid S.A., Asghar R. and Murtaza, G., 2007. Potassium-calcium interrelationship linked to drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Botany. 39:1609-1621
- Narouni Rad M.R., Abdul Kadir M., Rafii M.Y., Jaafar H.Z. and Naghavi M.R., 2012. Bulked segregant analysis for relative water content to detect quantitative trait loci in wheat under drought stress. Genetic and Molecular Research: GMR 11(4):3882-3888
- Öztürk A., 1990. Kuraklığın kışık buğdayın gelişmesi ve verimine etkisi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 23(1999):531-540
- Pirgozliev V., Rose S.P., Pellny T., Amerah A.M., Wickramasinghe M., Ulker M., Rakszegi M., Bedo Z., Shewry P.R. and Lovegrove A., 2015. Energy utilization and growth performance of chickens fed novel wheat inbred lines selected for different pentosan levels with and without xylanase supplementation. Poultry Science. 94:232-239
- Radi A.A., Farghaly F.A. and Hamada A.F., 2013. Physiological and biochemical responses of salt-tolerant and salt-sensitive wheat and bean cultivars to salinity. Journal of Biology and Earth Sciences. 3(1 ):72-88
- Salamini F., Ozkan H., Brandolini A., Schafer-Pregl R. and Martin W., 2002. Genetics and geography of wild cereal domestication in the near east. Nature Reviews Genetics. 3:429-441
- Serpen A., Gokmen V., Karagoz A. and Koksel H., 2008. Phytochemical quantification and total antioxidant capacities of emmer (*Triticum dicoccon* Schrank) and einkorn (*Triticum monococcum* L.) wheat landraces. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 56:7285-7292
- Tepe B., Sarikurkcu C., Berk S., Alim A. and Akpulat H.A., 2011. Chemical composition, radical scavenging and antimicrobial activity of the essential oils of *Thymus boveii* and *Thymus hyemalis*. Records of Natural Products. 5:208-220
- Turkan I. and Demiral T., 2009. Recent developments in understanding salinity tolerance. Environmental and Experimental Botany. 67:2-9
- Vida G., Szunics L., Veisz O., Bedo Z., Lang L., Arendas T., Bonis P. and Rakszegi M., 2014. Effect of genotypic, meteorological and agronomic factors on the gluten index of winter durum wheat. Euphytica. 197:61-71
- Visioli F., Borsani L., Galli C., 2000. Diet and prevention of coronary heart disease: the potential role of phytochemicals. Cardiovascular Research. 47:419-425
- Yıldız M. ve Terzi H., 2007. Bitkilerin yüksek sıcaklık stresine toleransının hücre canlılığı ve fotosentetik pigmentasyon testleri ile belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 23 (1-2):47-60
- Yılmaz E., Levent T. A. ve Bürün B., 2011. Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. C.B.U. Journal of Science. 7:47-66
- Zencirci N., 1998. Genetic relationships of Turkish bread wheat cultivars. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 99:333-34

## Hidrojen Peroksit ve Nitrik Oksit İlişkisinin Bitkilerde Abiyotik Stres Toleransındaki Rolü

Fahriye ÖCAL ÖZDAMAR<sup>1</sup> Gökçen BAYSAL FURTANA<sup>1</sup> Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU<sup>2</sup>  
\*Rukiye TIPIRDAMAZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

<sup>3</sup>Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Ankara

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): tuz@hacettepe.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 17.03.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 12.04.2016

### Öz

Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ve Nitrik oksit (NO), çeşitli organizmalarda önemli etkileri bulunan sinyal iletim molekülleridir. Son 20 yıldır yapılan yoğun çalışmalara rağmen, abiyotik stres toleransında bu iki molekülün birbirleriyle olan etkileşimlerinin rolü ve oluşturdukları sinyallerin biyolojik süreçlerle ilişkileri konusundaki bilgiler günümüzde de sınırlı düzeydedir. Bu makalede bitkilerin kuraklık, tuzluluk, aşırı sıcaklık, UV ışığı ve ağır metaller gibi abiyotik strese tepkide H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve NO etkileşiminin muhtemel rolleri biyosentez, gen ifadesi ve protein aktiviteleri düzeyinde son literatür verileri ışığında araştırılmıştır. Ayrıca bitkilerde abiyotik stres yanıtlarında yer alan diğer sinyal iletim yolları ile H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve NO'nun arasındaki etkileşimler tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Abiyotik stres, nitrik oksit, hidrojen peroksit, sinyal iletimi

### The Role of the Relationship between Hydrogen Peroxide and Nitric Oxide in Plant Tolerance to Abiotic Stresses

#### Abstract

Hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) and Nitric oxide (NO) are signalling molecules that play an important role in different organisms. Even though intensive research in the past two decades, knowledge about the role of these two molecules interact with each other in abiotic stress tolerance and the relationship with biological processes aren't completely elucidated yet. In this paper, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and NO cross-talk and possible role in plant responses to abiotic stresses such as drought, salinity, extreme temperatures, UV irradiation and heavy metals at the level of biosynthesis and gene expression and protein activities are investigated in light of recent literature. In addition, the cross-talk between H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and NO with other signalling pathways in the regulation of abiotic stress responses in plants is also discussed.

**Keywords:** Abiotic stress, nitric oxide, hydrogen peroxide, signaling

#### Giriş

Abiyotik stres koşullarında bitkinin yaşamsal faaliyetleri yavaşlamakta, su alınımları azalır buna bağlı olarak stomalar kapanmaktadır. Bitkinin CO<sub>2</sub> alınımları azaldığından, yeterli CO<sub>2</sub> bulamayan fotosentetik elektronlar O<sub>2</sub> molekülüne aktarılmakta ve sonuçta aktive edilmiş ve toksik etkisi olan süperoksit radikalleri (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) oluşmaktadır. Aşırı miktarda biriken süperoksit radikali (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ve hidroksil radikali (OH<sup>-</sup>) ile birlikte singlet oksijeni (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>) de içine alan reaktif oksijen türlerini (Reactive Oxygen Species:

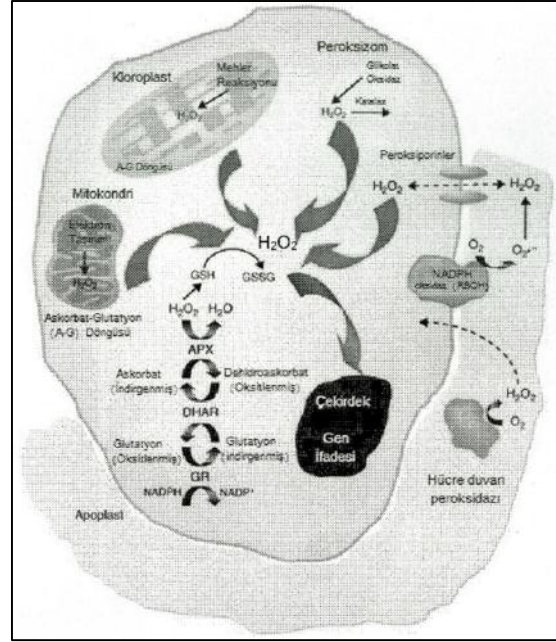
ROS) üreterek oksidatif strese, sonuçta oksidatif hasara neden olmaktadır (Mittler et al. 2002; Mittler et al. 2004). Serbest radikaller olarak bulunan ROS'lar süperoksit (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), hidroperoksil (HO<sub>2</sub><sup>-</sup>), hidroksil (.OH), peroksil (ROO<sup>-</sup>), alkoksil (RO<sup>-</sup>) iken; radikal olmayan ROS'lar hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), tekli oksijen (O<sub>2</sub>), ozon (O<sub>3</sub>), hipokloröz asit (HOCl) olarak tanımlanmaktadır. Neredeyse bütün abiyotik streslerde özellikle kloroplast, mitokondri ve peroksizomlarda üretilen bu serbest radikaller ile diğer oksidantlar, protein ve klorofilde

tahribata, membran lipidlerinde peroksidasyona neden olarak hücre zarında hasara yol açmaktadır. Bu hasar hücre ölümüne kadar gidebilmektedir (Tanou et al. 2009a).

Diğer yandan, nitrik oksit'ten (NO) türevlenen dinitrojen trioksit ( $N_2O_3$ ), nitrojen dioksit ( $NO_2$ ), peroksinitrit ( $ONOO^-$ ), S-nitrozothioller (RSNOs), S-nitrosoglutasyon (GSNO) gibi bileşikler tanımlamak için de reaktif nitrojen türleri (Reactive Nitrogen Species: RNS) terimi kullanılmaktadır (Halliwell and Gutteridge, 2007). "Oksidatif stres" kavramına analog bir biçimde ortaya çıkan "Nitrosatif stres" RNS bileşiklerinin toksik fizyolojik reaksiyonlar ile kontrolsüz ve aşırı üretimi anlamına gelmektedir (Klatt and Lamas 2000). ROS'lar gibi RNS'lerin de aşırı miktarları; DNA, lipitler, proteinler ve karbonhidratlara zarar vererek hücre fonksiyonlarının bozulmasına neden olmaktadır. Radikal olarak bulunan RNS'ler nitrik oksit (NO), nitrik dioksit ( $NO_2$ ), nitrat radikali ( $NO_3$ ) iken; radikal olmayan RNS'ler nitroz asit ( $HNO_2$ ), nitrozonyum katyonu ( $NO^+$ ), nitroksil anyonu ( $NO^-$ ), peroksinitrit ( $ONOO^-$ ), peroksinitroz asit ( $ONOOH$ ), alkil peroksinitritler ( $ROONO$ ), dinitrojen tetroksit ( $N_2O_4$ ), dinitrojen trioksit ( $N_2O_3$ ), nitronyum (Nitril) iyonu ( $NO_2^+$ ) olarak sıralanmaktadır.

Reaktif Oksijen Türleri (ROS) ve Reaktif Nitrojen Türleri (RNS), bitkilerde hücre sinyal sistemlerinin temelini oluşturan anahtar moleküllerdir. Bitkiler temel fizyolojik ve hücre süreçleri sırasında hem ROS hem de RNS'leri, sinyal iletim molekülleri olarak kullanmaktadırlar (Blokhina and Fagerstedt 2010). Hücre biyolojisinin birçok aşamasında önemli görevler üstlenmelerine rağmen oksidatif ve özellikle de nitrosatif sinyal iletimi ile bu sinyallerin nasıl düzenlendiği hakkındaki bilgiler oldukça sınırlıdır. İlk araştırmalar, biyotik streslere karşı ROS ve RNS'nin işbirliği yaptığı ve bitki koruma cevaplarını düzenlediği yönündedir. Ayrıca bulgular abiyotik stres koşullarında oksidatif ve nitrosatif sinyal iletimleri arasında güçlü karşılıklı bir etkileşim bulunduğunu göstermektedir (Molassiotis and Fotopoulou 2011).

Hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), oksidatif stres sonucu oluşan reaktif oksijen türlerinin bir formudur. Biyolojik sistemlerde  $H_2O_2$ 'nin asıl üretimi süperoksitin ( $O_2^-$ ) nonenzimatik veya süperoksitdismutaz (SOD) katalizli dismutasyon reaksiyonu ile  $H_2O_2$ 'ye dönüşmesi yoluyla olur.



Şekil 1. Bitki Hücrelerinde  $H_2O_2$  Oluşumu: Tuz stresi, PSII gibi PSI'i de etkilemektedir. Stomaların kapanmasına bağlı olarak  $CO_2$  miktarı sınırlandığında  $O_2$ , PSI tarafından da indirgenir. Calvin döngüsündeki enzimlerin inaktivasyonu döngüye katılan NADPH'ın indirgenmesini engeller. PSI'deki ferrodoksin, ortamda indirgeyecek NADP<sup>+</sup> bulamayınca elektronunu Ferrodoksin NADP redüktaz (FNR) yerine  $O_2$ 'e aktarır ve  $O_2$ ,  $H_2O_2$ 'e dönüşür. Buna Mehler reaksiyonu adı verilir. GSH: İndirgenmiş Glutasyon, GR: Glutasyon Redüktaz, DHAR: Dehidroaskorbat Redüktaz, GSSG: Okside olmuş Glutasyon (Neill et al. 2002c).

Figure 1. The  $H_2O_2$  Generation in Plant Cells (Neill et al, 2002c).

Bitkilerde  $H_2O_2$ , kloroplastlarda Mehler reaksiyonu sırasında, mitokondride elektron taşınımı sırasında, peroksisomlarda ise fotorespirasyon sırasında oluşur.  $H_2O_2$  üretiminin bir diğer yolu da hücre zarına yerleşmiş NADPH oksidaz gibi enzimlerle enzimatik yolla gerçekleşir (Ślesak et al. 2007).  $H_2O_2$  zardan kolaylıkla geçebilen bir moleküldür ve muhtemelen peroksisporin membran kanallarını kullanmaktadır (Şekil 1).

Bitkiler oksidatif stres altında yaşamlarını devam ettirebilmek, stresle başa çıkabilmek için ROS'ların kontrolünü ve detoksifikasyonunu sağlayan çeşitli enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidantlara sahiptir (Çizelge 1).

Çok sayıda NO üretim yolu bilindiği halde, bunların bitkilerde sadece birkaç tanesi tam olarak aydınlatılabilmektedir. NO'nun, ya Arjinin ile Nitrat/Nitritin substrat olarak kullanıldığı farklı enzimatik yollarla (Besson-Bard et al. 2008) ya da

nitrikasyon/denitrikasyon olaylarını kapsayan enzimatik olmayan yollarla sentezlendiği kabul edilmektedir (Bethke et al. 2004; Neill et al. 2003; Rockel et al. 2002). Başlıca enzimatik NO kaynakları; sitozolde yer alan nitrat redüktaz (NR), perokizomlarda yer alan nitrik oksit sentaz (NOS), plazma zarlarına bağlanmış Nitrit-NO redüktaz (Ni-NOR) ve perokizomlarda bulunan ksantin oksiredüktaz (XOR)'dır (Corpas et al. 2004) (Şekil 2). Enzimatik olmayan NO oluşumu, NO<sub>2</sub>'nin, kloroplast ve apoplastik alanlarda, asidik pH'da askorbik asit ile (Henry et al. 1996) veya karotenoidler tarafından ışığa bağımlı indirgenmesi sayesinde oluşmaktadır (Cooney et al. 1994). NO sentez yolları ile ilgili ayrıntılı literatür bilgisi, Ünsal ve Arisan (2009) ile Khan et al. (2015) tarafından verilmiştir.

Gaz halinde reaktif bir serbest radikal olan NO, fizyolojik pH'da protonlanabilir ve güçlü bir lipid peroksidasyon başlatıcısı olan azotdioksiti (NO<sub>2</sub>), hidroksil radikalini (OH), fenilalanin, tirozin gibi aromatik halkaları, nitrolama ajanı olan nitronyum iyonunu (NO<sub>2</sub><sup>+</sup>) oluşturabilir (Halliwell 1984). Bu yüzden NO'nun sinyal iletim olaylarını başlatmasının hemen ardından, hızla ortadan kaldırılması veya metabolize edilmesi gerekmektedir (Şekil 2).

Nitrik oksit, hem hayvanlarda hem de bitkilerde ROS'lar ile aynı yer ve zamanda üretilmektedir. Oldukça hızlı ve geri dönüşümlü bir şekilde ya proteinlerin tiyol grupları ile ya da

protein S- nitrozilasyonuna neden olan tripeptid glutatyon (GSH) ile tepkimeye girerek S-nitrosoglutatyon (GSNO)'yu oluşturur. GSNO, hücre içi NO deposu ve hücrede konumlanmış bir NO molekülüdür. GSNO ve bunun parçalanmasını katalizleyen S-nitrosoglutatyon redüktaz (GSNOR), ROS ve RNS metabolizmaları arasında önemli anahtar moleküllerdir (Malik et al. 2011). Çözülebilir, düşük moleküler ağırlıklı antioksidantlardan biri olan glutatyon, hücrenin redoks durumunu düzenlemekten sorumludur. Bu yüzden, GSH/GSSG yani indirgenmiş ve okside olmuş glutatyon oranı, bitkinin fizyolojik durumunu, hücrenin redoks dengesini gösteren ve ROS ile RNS metabolizmaları arasındaki net bağlantıyı ortaya koyan etkili bir indikatör olarak düşünülmektedir (Foyer and Noctor 2011). Bu oran oksidatif stres koşullarında azalmaktadır.

Aynı zamanda NO; tuzluluk, düşük ve yüksek ışık, düşük ve yüksek sıcaklık, karanlık ve mekanik yaralanma gibi stres koşulları altında kalan bitkilerde, bir dizi dayanıklılık mekanizmasına aracılık etmektedir (Delledonne et al. 1998; Uchida et al. 2002; Zhao et al. 2004; 2006; 2007). Stres koşulları altında sinyal iletim yolunda görev alan NO, reaktif oksijen türleri (ROS) ile karşılıklı etkileşim halindedir. NO'nun lipid peroksidasyonunu azaltması da onun potansiyel antioksidan rolüne işaret etmektedir (Beligni and Lamattina 1999; Vraova et al. 2002).

Çizelge 1. Bitkilerde enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidantların lokalizasyonları ve rolleri (Büyük ve ark. 2012).

Table 1. The role and localization of enzymatic and non-enzymatic antioxidants in plants (Büyük et al. 2012)

	ANTIÖKSİDANTLAR	GÖREVLERİ	HÜCREDEKİ YERLEŞİMİ
Enzimatik Olmayan Antioksidantlar	Askorbik Asit (Vitamin C)	O <sub>2</sub> <sup>-</sup> , OH ve H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 'yi temizler.	Kloroplast, apoplast, vakuol, sitozol
	Tokoferoller (Vitamin E)	Lipit peroksidasyonunu engeller, O <sub>2</sub> <sup>-</sup> ve OH'i temizler.	Tüm bitki kısımlarında, özellikle kloroplast membranlarında
	Karotenoidler	Peroksil radikalleri ile O <sub>2</sub> <sup>-</sup> ve OH'i temizler.	Sitozol, vakuol
	Glutatyon	Redoks döngüsünün bir substratı olarak, OH ve <sup>1</sup> O <sub>2</sub> 'yi temizler.	Sitozol, endoplazmik retikulum, vakuol, mitokondri
	Fenolik Bileşikler	Antioksidan özelliklerini iyi birer hidrojen veya elektron vericisi olmaları, zincir kırıcı özellikleri ve geçiş metalleri ile şelat oluşturmaları ile gösterirler.	Sitozol, vakuol
Enzimatik Antioksidantlar	Süperoksitdismutaz (SOD)	O <sub>2</sub> <sup>-</sup> 'yi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 'e dönüştürür	Kloroplast, sitozol, mitokondri, peroksizom
	Askorbat Peroksidaz (APX)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 'yi H <sub>2</sub> O'ya dönüştürür.	Kloroplast, sitozol, mitokondri, peroksizom
	Katalaz (CAT)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 'yi H <sub>2</sub> O'ya dönüştürür.	Peroksizom
	Glutatyon Peroksidaz (GPX)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 'yi ve lipit peroksitlerini etkisiz hale getirir.	Kloroplast, sitozol, mitokondri, endoplazmik retikulum

Çeşitli streslere maruz kalan bitkilerde hem  $H_2O_2$ , hem de NO yapımı uyarılmaktadır (Desikan et al. 2004). Bitkilerin stresli ortamlara dayanıklılığı, oksidatif stresi tolere edebilme yetenekleri ile ilişkili olup, çevresel uyarıcılara karşı yanıtları da,  $H_2O_2$  ve NO sinyal yolları ile koordineli bir biçimde yürütülmektedir (Şekil 3).

Son çalışmalar  $H_2O_2$  ve NO'nun bitkilerde birbirini etkileyen sinyal molekülleri olarak işlev gördüğünü; buldukları ya da uyguladıkları miktarlara bağlı olarak toksik madde veya sinyal molekülü olarak görev yaptıklarını göstermektedir (Neill et al. 2002b; 2003; Wendehenne et al. 2004; Delledonne 2005; Khan 2015). Normal veya abiyotik stres altındaki bitkilerde dışsal olarak uygulanan NO'nun  $H_2O_2$  miktarını azalttığına dair pek çok çalışma mevcuttur. Tuzluluk (Li et al. 2008), düşük sıcaklık (Liu et al. 2010a), ağır metal (Cui et al. 2010) gibi çeşitli abiyotik streslerde bitkide artan  $H_2O_2$  miktarının dıştan uygulanan NO tarafından azaltıldığı bildirilmiştir.

Bu makalede, bitkilerin maruz kaldığı, özellikle tuzluluk, kuraklık, ekstrem sıcaklıklar, UV ışığı ve ağır metaller gibi abiyotik streslere yanıtlarında,  $H_2O_2$  ve NO'nun hem biyosentez hem de gen ifadesi ve protein aktivitelerinin düzenlenmesi düzeyinde, birbirleriyle etkileşimlerinin muhtemel rolleri konusundaki bilgiler son literatür ışığında verilmiştir. Ayrıca  $H_2O_2$  ve NO etkileşiminin bitkilerde abiyotik stres yanıtlarında yer alan diğer sinyal iletim yolları ile ilişkileri tartışılmıştır.

## 2. $H_2O_2$ ve NO İlişkisinin Farklı Abiyotik Streslerdeki Rolü

### 2.1. Tuz Stresi

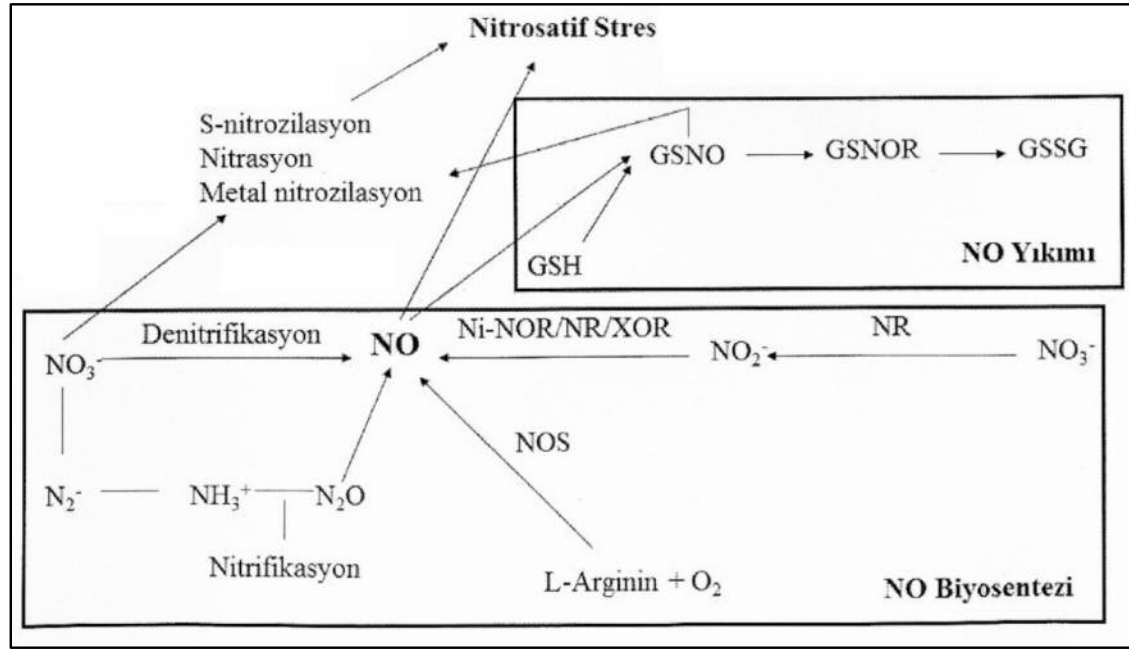
Toprak tuzluluğu, küresel ölçekte ürün verimini ve besin güvenliğini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Tuzluluk, bitkiyi ozmotik strese maruz bırakıp, iyon dengesini bozarak çeşitli metabolik olayları etkilemekte ve sonuçta bitki büyüme ve gelişmesini engellemektedir. Bitkilerin bu ozmotik ve iyonik stresler karşısında verdiği yanıtlar ise oldukça karmaşık olup çok sayıda gen ağı ve metabolik olayı içermektedir (Abogadallah, 2010).  $H_2O_2$  ve NO üretiminin değiştirilmesi, bitkinin tuz stresine adaptasyonunu sağlayan mekanizmalar arasında sayılabilir (Avsian-Kretchmer et al. 2004; Zhang et al. 2006; Zhao et al. 2007). Tuz stresi hücrelerde genellikle  $H_2O_2$ 'yi de içine alan ROS üretimini artırdığı bilinirken, NO üretimi

üzerindeki etkisi tam olarak bilinmemektedir. Zhao et al. (2007), NaCl uygulamasının Arabidopsis'te NO-ilişkili *AtNOA1* geninin ifadesini baskılayarak hücre içi NO miktarında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Buna karşın çeltikte *AtNOA1*'in homoloğu olan *OsNOA1* geninin ifadesi, tuz stresi ile birlikte artmıştır (Qiao et al. 2009). Bu farklılık, tuz stresine cevapta farklı türlerin kendilerine özgü NO-sentezleyici ya da düzenleyici sistemleri olduğunu göstermektedir.

Tuza tolerans mekanizmalarında önemli bir parametre olan  $Na^+/K^+$  dengesi için  $H_2O_2$  ve NO gereklidir. NO,  $Na^+/K^+$  oranını azaltarak tuz toleransını artırıcı yönde etki yapmaktadır. Bunu da  $H^+$ -ATPaz-bağlantılı genler ile NO-uyarımlı hücre zarı  $Na^+/H^+$  antiportör ifadeleri, hücre zarı ve vakuolar  $H^+$ -ATPaz ve  $H^+$ -PPaz aktivitelerindeki artışa bağlı olarak gerçekleştirmektedir (Zhao et al. 2004; Zhang et al. 2006; Wang et al. 2009). Mazid et al. (2011), tuz stresi koşullarında NO'nun  $H_2O_2$  üretimini düzenlediğini ifade ederek, hücre zarı H-ATPaz'ların aktivitesini düzenlemek için,  $H_2O_2$ 'nin metabolik yolda NO'dan daha sonra yer alabileceğini belirtmişlerdir.

Nitrik oksit donörü sodyumnitropurisi (SNP)'in dışsal olarak uygulanması; çeltik (Uchida et al. 2002), acı bakla (Kopyra and Gwózdź 2003) ve hıyar (Fan et al. 2007) fidelerinde tuzluluktan kaynaklanan oksidatif hasarı önemli ölçüde azaltmış, tuz stresi etkisindeki mısır fidelerinde de fide gelişimini ve kuru ağırlığı artırmıştır (Zhang et al. 2007). Tuz stresi, hücrelerde  $H_2O_2$  miktarını artırarak oksidatif stres oluşumunu uyarmaktadır. Bununla birlikte, dışarıdan uygulanan  $H_2O_2$ , içsel  $H_2O_2$  düzeyini artırıp, sonrasında bir sinyal molekülü işlevi görebilir (Qiao et al. 2014). Nitekim buğday tohumlarına  $H_2O_2$  uygulanması, fide döneminde tuza tolerans özelliğini artırmıştır (Wahid et al. 2007).

Tuz toleransında  $H_2O_2$  ve NO'nun olumlu etkilerinin olası mekanizmaları birkaç çalışmada incelenmiştir. Tanou et al. (2009a), turuncgil bitkilerinin tuza alışması sürecinde  $H_2O_2$  ve NO sinyal iletim yollarının örtüştüğünü belirtmektedir. Tuz stresi öncesinde  $H_2O_2$  ile SNP nin birlikte uygulandığı gruplarda, uygulama yapılmamış kontrol grubuna göre yapraklarda tuzluluk nedeniyle artan protein karbonilasyonu azalmış ve S-nitrozile edilmiş protein miktarları değişmiştir (Tanou et al. 2009b).



Şekil 2. Bitki hücrelerinde NO üretimi. Nitrattan enzimatik NO üretimi, Nitrat redüktaz (NR), Nitrit-NO redüktaz (Ni-NOR), Ksantin Oksidaz (XOR) ve Nitrik oksit sentaz (NOS) enzimleri ile gerçekleştirilir. Enzimatik olmayan NO üretimi ise nitrifikasyon/denitrifikasyon olaylarını kapsamaktadır. Bitkilerde Nitrik Oksitin ortadan kaldırılması ve detoksifikasyonu GSNO: S-nitrosoglutasyon, GSH: İndirgenmiş Glutasyon, GR: Glutasyon Redüktaz, GSNOR: S-nitrosoglutasyon redüktaz, GSSG: Okside olmuş Glutasyon.

Figure 2. The NO generation in plant cells.

Tuz stresi koşullarında  $H_2O_2$  ve NO sinyal iletim ilişkisi, Arabidopsis'in *in vivo* NOS aktivitesi eksik ve NO miktarı azaltılmış *Atnoa1* mutantında değerlendirilmiştir (Zhao et al. 2007). *Atnoa1* bitkilerinin hem kontrol, hem de stres koşulları altında yabancı tip bitkilerden daha fazla miktarda  $H_2O_2$ 'ye sahip olduğu, böylece bu bitkilerin oksidatif streslere karşı yabancı tiplerden daha hassas yapıda oldukları anlaşılmıştır (Zhao et al. 2007). Çeltik bitkisinde *OsNOA1*'in aşırı ifadesi arka planda  $Na^+/K^+$  oranını azaltarak, *Atnoa1*'deki tuz hassasiyetini düzeltmiştir (Qiao et al. 2009).

Tuz stresinde büyütülen iki mısır (*Zea mays* L.) çeşidinde tohum ve fide döneminde nitrik oksit ve thiourea'nin birlikte dışarıdan uygulanması, tuzun oluşturduğu olumsuz etkileri ortadan kaldırarak tuza dayanıklılığı artırmıştır (Kaya ve ark. 2015).

## 2.2. Kuraklık Stresi

Kuraklık stresinin  $H_2O_2$  ve/veya NO oluşumunu teşvik ettiği çok sayıda bitki türünde gösterilmiştir (Leshem and Haramaty 1996; Kolbert et al. 2005; Gould et al. 2003; Jubany-Marí et al. 2010). Dehidrasyon stresinin mısır fidelerinde NOS benzeri bir aktivite ile hücrelerden NO salınımını artırdığı belirlenmiştir (Hao et al. 2008).

Bitkilerin kuraklık cevaplarında  $H_2O_2$  ve NO arasındaki karşılıklı sinyal alışverişi araştırılmıştır. Bermuda çimi bitkisinde kuraklık stresine karşı ABA'nın koruyucu etkisine ya  $H_2O_2$ , ya da NO aracılık etmektedir. Burada, SOD ve CAT aktivitelerinin ABA ile uyarılmasında NO'nun, metabolik yola  $H_2O_2$ 'den daha sonra katıldığı gösterilmiştir (Lu et al. 2009).

Liao et al. (2012) da, kuraklık stresi koşullarında kadife çiçeği bitkisinde hem NO, hem de  $H_2O_2$ 'in adventif kök oluşumunda hayati rol oynadığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar kuraklık stresi koşullarında uygulanan NO ve  $H_2O_2$ 'nin uygun dozlarının mezofil hücrelerinin yapısını koruduğunu ve kadife çiçeği eksplantlarında, kuraklığın karbonhidrat ve nitrojen birikimi üzerindeki negatif etkilerini ortadan kaldırdığını belirlemişlerdir (Liao et al. 2012).

## 2.3. UV stresi

UV-B ışınlarının (250–320 nm) varlığı çoğunlukla, stratosferin ozon tabakasındaki hasardan kaynaklanmaktadır. Yaşama ortamlarındaki UV-B radyasyonu, otsu bitkilerde  $H_2O_2$  miktarını artırıp, tilakoid membran proteinlerinin oksidasyonu sonucunda zararlı etkilere neden olmaktadır (Shi et al. 2005). UV-B ışınları, Arabidopsis'te NO ve  $H_2O_2$  üretiminin



artışıyla gerçekleşen stoma kapanmasına neden olmaktadır. UV-B, NO moleküllerinin yapımını NOS aktivitesi ile uyarmaktadır (He et al. 2005). Wang et al. (2006), UV-B radyasyonuna maruz kalmış mısır yapraklarında savunma yanıtının verilmesinde NO ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin, etilen biyosentezinde sinerjistik etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar NO biyosentezinin NR aktivitesi ile değil, NOS aktivitesi ile arttığını ve ROS artışının da NADPH oksidazdan kaynaklanmadığını ifade etmektedirler.

Tossi et al. (2009), yabani tip ve ABA-eksik mısır mutantlarının yapraklarında, UV-B ile ABA-uyarımlı NO sentez yolu arasında bir ilişki bulunduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmaların sonuçları, UV-B ışınlarının ABA konsantrasyonunu artırdığını, bunun da NADPH oksidaz'ı aktive ederek, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oluştuğunu göstermiştir. Aynı zamanda NOS-benzeri-bağımlı mekanizmanın da NO yapımını artırarak hücre homeostazisini koruduğunu, böylece UV-B'nin oksidatif etkisinden kaynaklanan hücre hasarının azaltıldığını göstermiştir.

Santa-Cruz et al. (2010), NO'nun bitkileri klorofil kaybı, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub><sup>-</sup> birikimi ve iyon sızıntısı gibi oksidatif hasarlara karşı koruduğunu, NO'nun nitrat redüktaz (NR) aktivitesi yerine NOS-benzeri bir aktivite sonucu oluştuğunu, bunun da antioksidatif özelliklere sahip bir hemooksijenaz olan HO-1'in uyarılması için gerekli olduğunu açıklamışlardır. Araştırmacılar, UV-B altında NO'nun HO-1'i artma yönünde düzenleyen sinyal yolu ile ilişkili olduğunu; NO ve ROS arasındaki dengenin, bitkinin oksidatif streslere karşı antioksidant cevaplarının ortaya çıkarılmasında önemli olduğunu belirtmişlerdir. Shi et al. (2005) tarafından NO'nun dıştan uygulandığı bezelye yapraklarında UV-B ile uyarılan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> üretiminin NO tarafından baskılandığı gösterilmiş ve tilakoid zarlarında UV-B'nin yol açtığı oksidatif zarara karşı NO'nun koruyucu rolü ortaya konmuştur.

#### 2.4. Sıcaklık Stresleri

Bitkilerde yüksek sıcaklık (sıcaklık stresi) oksidatif stres, membran hasarı, protein bozulması, enzim inaktivasyonu ve DNA hasarına neden olurken (Suzuki and Mittler, 2006), düşük sıcaklıklar (soğuk stresi) bitkilerde ROS-dengesi ile biyokimyasal ve fizyolojik birçok süreçte önemli değişikliklere neden olmaktadır (Zhao et al. 2009).

Sıcaklığın bitki hücrelerinde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oluşumuna ve oksidatif streslere neden olduğu (Larkindale

and Knight 2002); H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oluşumunun, sıcaklık sinyalinin iletilmesine, sıcaklık şoku proteinlerinin (HSPs) ve metabolik yolda bunlardan sonra gelen diğer proteinlerin ifade edilmesini sağladığı bilinmektedir (Volkov et al. 2006; Königshofer et al. 2008). Arabidopsis'e ait süspansiyon kültürlerindeki hücrelerde ve fidelerde yüksek sıcaklıklarda dışarıdan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması HsfA2 ve küçük HSP transkripsiyonunu sağlamıştır (Volkov et al. 2006; Banti et al. 2010). Bunun aksine, yüksek sıcaklık stresi uygulanan Arabidopsis ve tütün bitkilerinde peroksit süpürücüleri veya H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> inhibitörlerinin eklenmesinin, HSP ifadesini azalttığı bildirilmiştir (Volkov et al. 2006; Königshofer et al. 2008). Peroksit süpürücülerinin eklenmesinin yüksek sıcaklık stresi altındaki bitkilerde HSP'lerin DNA-bağlama yeteneğini bloke ettiği gösterilmiştir (Volkov et al. 2006). Ancak, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin HSP'yi nasıl aktive ettiği tam olarak açıklanamamıştır.

Sıcaklık şoku sonrasında Arabidopsis ve tütün bitkilerinde (Gould et al. 2003; Xuan et al. 2010) olduğu gibi yonca hücrelerinde (Neill et al. 2003) de, endojen NO düzeylerinin arttığı bildirilmiştir. Sıcaklık stresinin *Symbiodinium microadriaticum*'da NO yapımını uyardığı, muhtemelen NO'nun Kaspaz benzeri bir aktivite ile hücre ölümü sinyalinin iletilmesinde rol aldığı bildirilmiştir (Bouchard and Yamasaki, 2009). Arabidopsis'in NO sentezleyemeyen *Atnoa1* mutanı ile yapılan çalışmalar NO'nun termotoleransta rol aldığını göstermektedir (Xuan et al. 2010).

Sıcaklık stresine verilen yanıtlarda H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile NO arasındaki ilişkinin araştırıldığı çeltik fidelerinde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> veya NO ön muamelesinin sadece ROS-süpürücü enzim aktivitelerini değil, aynı zamanda oksidatif stresle ilişkili genlerin ifadesini de artırdığı bildirilmiştir (Uchida et al. 2002). Düşük konsantrasyonlarda H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> veya NO uygulaması, çeltik bitkisi fidelerinde hayatta kalma düzeylerini artırmış olup uygulama yapılmamış kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında fotosistem II'nin kuantum verimini artırmıştır.

Song et al. (2006) tarafından yapılan çalışmada, yüksek sıcaklık stresi altında kültüre alınan kamış kalluslarına NO donörü olan SNP ve S-nitroz-N-asetilpenisillamin uygulaması yapıldığında; iyon sızmasındaki artışlar, büyümenin engellenmesi ve hücre canlılık oranındaki azalma önemli düzeyde gerilemiştir. Ayrıca SOD, APX, CAT ve POD gibi ROS süpürücü enzimlerin de aktivitelerini artırmıştır. NO'nun, ROS süpürücü enzimleri aktive eden pozitif bir sinyal gibi işlev gördüğü yorumu yapılmıştır.

Nitrik oksit ve/veya salisilik asit (SA) uygulanan ve ardından donma stresine maruz bırakılan buğday (*Triticum aestivum* L.) fidelerinde, sadece donma stresi uygulanan gruplara göre H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub><sup>-</sup> anyonu gibi ROS'ların ve MDA'nın miktarı azalmıştır. En yüksek SOD, CAT ve POX aktiviteleri Nitrik Oksit donörü SNP'nin ve SA'nın birlikte uygulandığı gruplarda görülmüştür (Esim ve Atıcı 2015). Dışarıdan uygulanan NO'nun, donma stresine maruz kalan buğday (Esim ve ark. 2014) ve mısır (Esim ve Atıcı 2014) fidelerinde antioksidan enzim aktivitelerini uyararak soğuk toleransını artırdığı rapor edilmiştir.

### 2.5. Ağır metal stresi

Ağır metal stresleri, ROS üretimine yol açarak oksidatif hasara neden olmaktadır. Cd ve Cu gibi ağır metaller ROS birikimini üç yolla etkilemektedir: Birincisi; aşırı Cd<sup>2+</sup>, *miR398* gen ifadesini uyarmakta ve sonra Cu/Zn/SOD (CSD) fonksiyonunu engelleyerek sonuçta ROS birikimini teşvik etmektedir. İkincisi; aşırı Cd<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>'un düzenleyici işlevini engellemekte olup CSD aktivitesinin baskılanmasıyla ROS birikimine yol açmaktadır. Üçüncüsü ise; aşırı Cd<sup>2+</sup>, NADPH oksidazları aktive etmekte ve bu durum aşırı H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yapımına neden olmaktadır (Lin and Aarts 2012).

Ağır metallerin NO üretimine olan etkisi ile ilgili çalışmalar oldukça tartışmalı olup, değişik türlerin farklı organlarında NO düzeylerinde artma ya da azalma şeklinde kendini gösterdiği bildirilmiştir (Xiong et al. 2010).

Bununla birlikte çok sayıda çalışmada, genel olarak dışarıdan uygulanan NO donörlerinin, bitkileri ağır metallerin öldürücü etkilerinden koruyucu etki yaptığı sonucuna varılmıştır (Kopyra and Gwózdź 2003; Hu et al. 2007; Wang and Yang 2005; Tian et al. 2006; Singh et al. 2008, Zhang et al. 2008; Xiong et al. 2009; Wang et al. 2010a).

NO'nun, ağır metal stresinin yol açtığı hasarı, ROS süpürücü antioksidan miktarını ve antioksidatif enzim aktivitelerini uyararak iyileştirdiği ifade edilmiştir (Hsu and Kao, 2004). Mısır tohumlarına çimlenmeden önce uygulanan SNP (100 µM)'nin, antioksidan enzim aktivitelerini artırarak, Bor'un bitkide neden olduğu oksidatif hasara karşı tolerans geliştirilmesine önemli katkı sağladığı rapor edilmiştir (Esim ve Atıcı 2013).

Yapılan başka bir çalışmada, yetiştirme ortamına kadmiyum (Cd) ile birlikte NO donörü SNP ile süpürücüsü cPTIO ilave edilerek

büyütülen kadmiyuma toleransı farklı iki buğday çeşidine ait fidelerde NO, Cd ve serbest poliamin (PA) miktarlarındaki değişimler incelenmiştir. SNP uygulaması fidelerde içsel NO seviyesini artırmıştır. cPTIO uygulamasında NO seviyesi ve Cd birikimi azalırken strese karşı rol oynadığı bilinen PA seviyeleri artmıştır (Mutlu ve Yürekli 2015).

NO'nun, ağır metal toksisitesini engellemesinin diğer bir yolunun da, kök hücre duvarı bileşenlerinden pektin ve hemiselüloz miktarlarını artırarak daha fazla ağır metali ayırabilmesi olduğu belirtilmiştir (Xiong et al. 2009).

### 3. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve NO'nun Biyosentez Düzeyinde Etkileşimleri

Tuzluluk, dehidrasyon, UV, aşırı sıcaklıklar, ağır metaller gibi abiyotik stresler ile kalsiyum iyonları, yaralanma ve fitohormonlar (ABA) gibi uyarılar, bitkilerde NO ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> üretimini teşvik etmektedir.

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması yapılan Maş fasulyesinde (Lum et al. 2002) ve yabani tip Arabidopsis bitkilerinde (Wang et al. 2010c) NO üretildiği gösterilmiştir. Arabidopsis bekçi hücrelerinde, ABA-aracılı NO oluşumunun ABA-uyarımlı H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> üretimine bağlı olduğu; bununla birlikte stoma bekçi hücrelerine yapılan NO uygulamasının H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> üretimini teşvik etmediği ve NO-uyarımlı stoma kapanması için H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sentezinin gerekli olmadığı ortaya konmuştur. Antioksidantlarla veya NADPH oksidaz inhibitörleri ile H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sentezinin engellenmesi, NO oluşumunu ve stoma kapanmasını önlemektedir (Bright et al. 2006). Bunun yanında Arabidopsis *Atnoa1* (*Atnos1*) mutantında tıpkı yabani tipte olduğu gibi, stoma bekçi hücrelerindeki H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NO'nun birikimini artırmıştır (Bright et al. 2006). Zhang et al. (2007), mısır bitkisi yaprak mezofil hücrelerinde hem ABA hem de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin NO üretimini uyardığını; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin ABA-uyarımlı NO üretimi için gerekli olduğunu belirtmişlerdir. NO donörü SNP'nin, NO süpürücüsü veya NO sentez inhibitörünün, ABA-uyarımlı H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarını etkilemediği bildirilmiştir (Zhang et al. 2007). Bu sonuçlar, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin NO sentezini NR aktivitesi yoluyla gerçekleştirdiğini, fakat NO'nun H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> üretimine katkısının bulunmadığını göstermektedir.

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve NO biyosentezi arasındaki bağlantının mekanizmaları açık olmamakla birlikte, ökaryotlarda hücre dışı uyarıcıların hücre içi yanıtlara dönüştürülmesinde MAPK (mitojen aktivasyonlu protein kinaz) kaskatı başlıca sinyalizasyon yolu olarak kabul edilmektedir.

Arabidopsiste kök gelişimi esnasında H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'ye yanıt olarak NO üretimi ve sinyal transdüksiyonunun, MPK6 tarafından ayarlandığı bildirilmiştir (Wang et al. 2010b). Mısır yapraklarında ise ABA-uyarımli H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> üretiminin NO oluşumunu sağladığı belirlenmiştir. MAPK'lar tarafından NO'nun aktivasyonu; ABA sinyalizasyonunda, antioksidant enzim aktivitelerinin ve ifadelerinin artışı sağladığı rapor edilmiştir (Zhang et al. 2007).

Son yıllarda araştırmacılar dışarıdan uygulanan NO ve/veya H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin, protein nitrozilasyonu ve karbonilasyonunu doğrudan etkilediğini gözlemlemişler; spesifik protein modifikasyonları ve oksidatif/nitrosatif sinyal iletimi arasında bir bağlantı olabileceğini ileri sürmüşlerdir (Jasid et al. 2008; Tanou et al. 2009b). Başka bir çalışmada da, S-nitrosoglutasyon (GSNO) ve GSNO dekompozisyonunu katalizleyen S-nitrosoglutasyonredüktazın (GSNOR), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve NO metabolizmaları arasındaki karşılıklı etkileşimde anahtar elementler olabileceği vurgulanmıştır (Malik ve ark. 2011). Hücre içi bir NO kaynağı olan ve hücrenin her tarafında bulunan GSNO'nun, NO'nun S-nitrozilasyon reaksiyonu ile indirgenmiş glutasyon (GSH) üzerinden oluştuğu bildirilmiştir (Broniowska et al. 2013).

#### 4. NO ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> İlişkisinin Gen İfadesi ve Protein Aktivitelerinin Düzenlenmesindeki Rolü

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve NO arasında biyosentezleri aşamasındaki etkileşimden başka, bu iki maddenin protein aktivitelerinin ve gen ifadelerinin düzenlenmesi seviyesinde de karşılıklı etkileşim içerisinde buldukları belirlenmiştir. Sinyal molekülleri olarak her iki molekül de bir grup genin ifadesini düzenlemektedir. Arabidopsis'te (Desikan et al. 2001a; Huang et al. 2002) ve tütün yapraklarında (Zago et al. 2006) yapılan transkriptom çalışmalarında, değişik stres koşullarında farklı süreçlerle ilişkili olan birçok gen tanımlanmış ve bu genlerin ifadesinin H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve NO tarafından düzenlendiği gösterilmiştir. Bu çalışmalar aynı zamanda gen ifadesi seviyesinde NO ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> arasında önemli bir etkileşim olduğunu yansıtmaktadır. Proteinlerin ve genlerin akışının düzenlenmesinde her iki molekülün de aynı süreçlere katıldığı gösterilmiştir. NO ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin metabolik yolunda mitojen aktivasyonlu protein kinaz (MAPK) kaskatı, fonksiyonel olabilir. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, MAPK kaskatında NPK1'i aktive ederken (Grant

et al. 2000; Desikan et al. 2001b); NO, tütünde SA-uyarımli protein kinaz aktivitesini tetiklemektedir (Kumar and Klessig 2000). H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin tohum dormasisini ve çimlenmeyi, NO'nun katılımı için gerekli olan ve ABA'yı katabolize eden genleri teşvik ederek düzenlediği Liu et al. (2010b) tarafından açıklanmıştır. ABA-bağımlı H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve NO'nun kuraklık ve tuz toleransında SOD, CAT, APX ve GR gibi antioksidant enzimlerin aktivitesini ve transkripsiyonunu uyardığı bildirilmiştir (Lu et al. 2009; Zhang et al. 2009).

Doğrudan hedefleri ve gen ifadesi üzerindeki düzenleyici etkileri hakkındaki bilgiler açık olmasa da, bitkilerde NO ve ROS'ların bazı potansiyel hedefleri bilinmektedir. Katalaz ve peroksidaz gibi metal ve thiol içeren proteinler (Clarke et al. 2000), akonitaz (Navarre et al. 2000), glutasyon-S-transferaz, bakır/çinko süperoksitdismutaz, thioredoksin ve glutaredoksinin yanısıra glikoliz ile ilişkili enzimler ve S-adenozil-L-Met sentetazın, NO'nun başlıca hedefleri olduğu rapor edilmiştir (Lindermayr et al. 2005). ROS'ların ise glutasyon ya da thioredoksin gibi hücrenin redoks durumunu kontrol eden redoks-duyarlı moleküller üzerinde rol oynadığı ifade edilmiştir (Vraová et al. 2002). Gliseraldehit-3-fosfat-dehidrogenazın (GAPDH), Arabidopsis'te H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin inhibitör hedefi olduğu ve Arabidopsis'te H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin NO'nun hedefi olan metionin-adenil-transferazı (MAT) Cys kalıntıları okside ederek inaktive ettiği bildirilmiştir (Lindermayr et al. 2005; Hancock et al. 2005; Wang et al. 2013). Ozon (O<sub>3</sub>)-uyarımli H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve NO'nun tütünde patojen-ilişkili PR1a proteini ve fenilalanin amonyum liyaz (PALa), GPX, aminosiklopropankarboksilik asit sentaz (ACS2) gibi süpürücü proteinlerin transkripsiyonunu teşvik ettiği ifade edilmiştir (Pasqualini et al. 2009). NO ve ROS sinyal iletim yolundaki diğer genel araçlarının Ca<sup>2+</sup> ve kalmodulin gibi Ca<sup>2+</sup>-bağlayan proteinler olduğu bildirilmiştir (Del Rio et al. 2004; Mittler et al. 2004).

Sinerjistik rollerine ilaveten NO ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, birçok metabolik yolda antagonistik etki de gösterebilir. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikimi bitkilerde toksik olabilen kuvvetli bir oksidantken; NO, ROS süpürücü bir antioksidanttir. Yapılan bir çalışmada, *Brassica juncea*'da sitotoksik süreçlerin kadmiyumun neden olduğu ROS'lardan kaynaklanarak arttığı ifade edilmiştir. Dışarıdan NO uygulanmasının bitki hücrelerinde NO oluşumunu teşvik ettiği, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve Cd streslerinin yol açtığı CAT, APX ve SOD enzim aktivitelerindeki azalmaları da

düzeltiltiği bildirilmiştir (Verma et al. 2013). Benzer bulgular, buğday (Kopyra et al. 2006) ve soya fasulyesinde (Gropa et al. 2008) de bildirilmiştir. Yaprakların yaşlanması sırasında da  $H_2O_2$  birikmekte ve yaşlanmayla ilişkili birçok genin (SAGs) ifadesini harekete geçiren pozitif bir düzenleyici olarak rol aldığı rapor edilmiştir (Smykowski et al. 2010).

### 5. NO ve $H_2O_2$ Sinyal Alış Verişinin Diğer Sinyal Yolakları ile İlişkisi

Hem  $H_2O_2$  hem de NO'nun abiyotik stres sinyal yolları ile karşılıklı etkileşimine birden çok fitohormon aracılık etmektedir. Önceki çalışmalar, bitkilerde ABA'nın, SOD, CAT, APX ve glutasyon redüktaz (GR) gibi antioksidant enzim ifade ve aktivitelerini artırması için  $H_2O_2$  ve NO'nun gerekli olduğunu göstermektedir (Sang et al. 2008; Zhang et al. 2009). MAPK kaskadının ve  $Ca^{2+}/CaM$ -bağımlı protein kinazlar da (CCaMK) ABA yanıtları ile ilgili olup  $H_2O_2$  ve NO ile ilişkilidir. MAPK kaskadının, mısır bitkisinde  $H_2O_2$  ve NO'nun üretimini düzenlediği ifade edilmiştir (Wang et al. 2010a; Ma et al. 2012).

Brassinosteroidler (BRs) düşük ve yüksek sıcaklıklar, kuraklık, tuzluluk ve ağır metal kirliliği gibi abiyotik streslere karşı bitkileri korumaktadır (Kagale et al. 2007; Bajguz and Hayat 2009).  $H_2O_2$  gibi ROS'ların sinyal molekülleri olarak, hıyar bitkisinde foto-oksidatif, soğuk streslerine ve hıyar mozayik virüsüne (CMV) karşı dayanıklılık ile BR-uyarımli stres toleransına antioksidant enzim ifade ve aktivitelerini artırarak aracılık ettiği bildirilmiştir (Xia et al. 2009). Hıyar (*Cucumis sativus*) bitkisinde 24-epibrassinolid (EBR) uyarımli NO üretimi için  $H_2O_2$ 'nin gerekli olduğu; oysaki EBR-uyarımli  $H_2O_2$  üretimi için NO'nun mutlaka gerekli olmadığı bildirilmiş ve bu durum  $H_2O_2$  ve NO süpürücülerinin kullanıldığı farmakolojik deneyler ile kanıtlanmıştır (Cui et al. 2011). Zhang et al. (2011), BR'nin NO üretimini aktive ederek ABA biyosentezini harekete geçirme mekanizmasıyla mısır bitkisinde su stresine toleransı artırdığını açıklamışlardır.

Bir bitki hormonu olan etilen, çeşitli abiyotik stresler ile ilişkilidir (Guo and Ecker 2004). Mısır yapraklarında UV-B stresi altında etilen sentezininin teşvik edildiği, UV-B'nin ROS ile NO'daki artışları uyardığı gösterilmiş ve etilen sentezininin düzenlenmesinde ROS ile NO'nun sinerjistik etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Wang et al. 2006). Bu ilişki ayrıca stoma hareketleri sırasında  $H_2O_2$ , NO ve etilen sinyal iletimi arasında da kurulmuş, etilenin bakla bitkisinde peroksidaz-bağımlı  $H_2O_2$  ve NO sentezi yoluyla

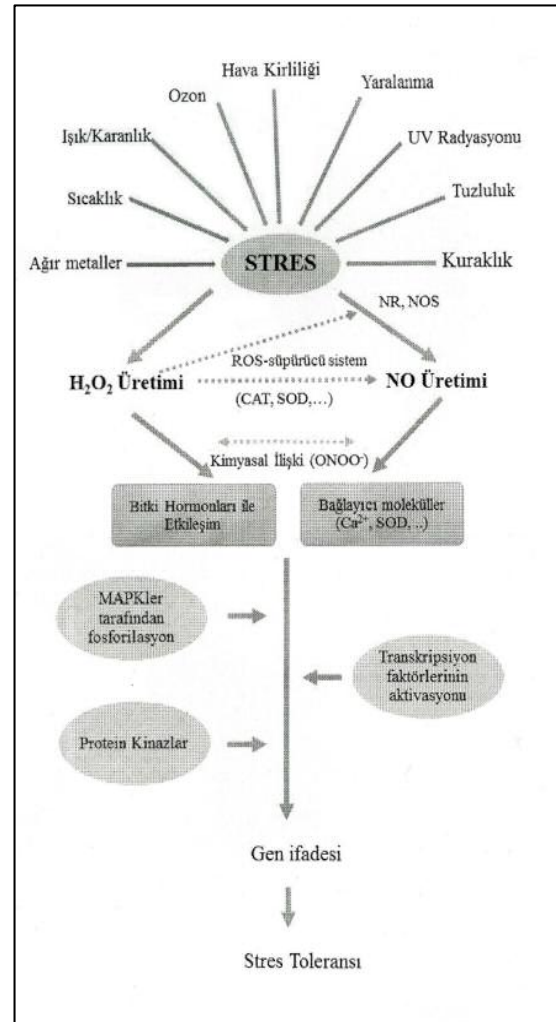
gerçekleşen UV-B-uyarımli stoma kapanmasına aracılık ettiği bildirilmiştir (Desikan et al. 2005; 2006; He et al. 2011a, b).

### 6. Sonuçlar ve Öneriler

Son yıllarda ilgi ile takip edilen moleküllerden olan  $H_2O_2$  ve NO'nun, özellikle değişik stres durumlarında bitkilerdeki sinyal iletiminde temel rol oynadıkları ortaya konmuştur.

Her iki molekül de hücredeki konsantrasyonlarına bağlı olarak iki yönlü etki yapabilmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda oksidatif ya da nitrosatif streslere neden olurken, düşük konsantrasyonlarda stres yanıtlarına aracılık eden sinyal molekülleri olarak görev yapmaktadır.

Bugüne kadar yapılan araştırmaların



Şekil 3. Bitkilerde abiyotik stres yanıtlarında, NO ve  $H_2O_2$  sinyal alış verişinin muhtemel yolları (Qiao et al. 2014'ten alınmıştır).

Figure 3. The possible pathways of NO and  $H_2O_2$  signalling cross-talk in response to abiotic stress in plants (Qiao et al. 2014).

sonuçları; iki molekül arasındaki biyolojik olarak aktif ve karşılıklı etkileşimin, değişik çevresel uyarıcılara verilen moleküler, hücresel ve tüm bitki yanıtlarını düzenlediğini göstermektedir.

NO'nun H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile etkileşimi sırasında gerçekleşen başlıca olaylar; 1) NO ile düzenlenmiş ROS-süpürücü sistemlerle ilişkili gen ifadeleri; 2) O<sub>2</sub><sup>-</sup> 'nin NO ile peroksinitrit (ONOO<sup>-</sup>) formunu oluşturan reaksiyonu; 3) redoks-tabanlı post-traslasyonel protein modifikasyonları; 4) NO ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin, transkripsiyon faktörleri, iyon kanalları ve enzimler gibi proteinlerle doğrudan etkileşimleri olarak özetlenebilir (Şekil 3).

Biyolojik fonksiyonların tamamı için bu iki sinyal molekülünün, bitkiler tarafından kullanıldığı bilinen sinyal yollarındaki görevleri ile birbirleri arasındaki ilişki ve etkileşim yollarının açıklığa kavuşturulması gerekmektedir. Bundan sonra yapılacak çalışmaların önceliği, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve NO'nun hücre içi konsantrasyonunu düzenleyen enzimlerin araştırılması ve bu enzimlerin doku/hücredeki yerlerinin belirlenmesi olarak düşünülebilir. Ayrıca H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve NO'nun hücreler tarafından nasıl algılandığı ve bunların transkripsiyon faktörleri, iyon kanalları ya da enzimler gibi hücresel proteinler ile ilişkisi daha detaylı araştırılmalıdır.

Konu ile ilgili olarak hücre ve tüm bitki düzeyinde yapılacak fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler çalışmalar, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve NO'nun üretimi, bu iki molekülün karşılıklı sinyal alışveriş mekanizmalarının ve bitkilerde abiyotik stres yanıtları ile ilişkilerinin anlaşılmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

### Kaynaklar

- Abogadallah G.M., 2010. Antioxidative defense under salt stress. *Plant Signalling Behaviour*, 5: 369–374
- Avsian-Kretchmer O., Gueta-Dahan Y., Lev-Yadun S., Gollop R. and Ben-Hayyim G., 2004. The salt-stress signal transduction pathway that activates the gpx1 pro-moter is mediated by intracellular H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, different from the pathway induced by extracellular H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> *Plant Physiology*, 135: 1685–1696
- Bajguz A. and Hayat S., 2009. Effects of brassinosteroids on the plant responses to environmental stresses. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47: 1–8
- Banti V., Mafessoni, F., Loreti E., Alpi A. and Perata P., 2010. The heat-inducible transcription factor HsfA2 enhances anoxia tolerance in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 152: 1471–1483
- Beligni M. V. and Lamattina L. 1999. Is nitric oxide toxic or protective? *Trends in Plant Science*, 4: 299–300
- Besson-Bard A., Courtois C. and Gauthier A., 2008. Nitric Oxide in Plants: Production and cross-talk with Ca<sup>2+</sup> signalling, *Plant Molecular Biology*, 1: 218–228
- Bethke P. C., Badger M.R. and Jones R. L. 2004. Apoplastic synthesis of nitric oxide by plant tissues. *Plant Cell*, 16: 332–341
- Blokhina O. and Fagerstedt KV., 2010. Reactive oxygen species and nitric oxide in plant mitochondria: origin and redundant regulatory systems. *Physiologia Plantarum*, 138:447–462
- Bouchard J.N. and Yamasaki H., 2009. Implication of nitric oxide in the heat-stress-induced cell death of the symbiotic alga *Symbiodinium microadriaticum* *Marine Biology* 156: 2209–2220
- Bright J., Desikan R., Hancock J.T., Weir I.S., Neill, S.J., 2006. ABA-induced NO generation and stomatal closure in *Arabidopsis* are dependent on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> synthesis. *The Plant Journal*. 4: 113–122
- Broniowska K. A., Diers A.R. and Hogg N., 2013. S - Nitrosoglutathione. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1830: 3173–3181
- Büyük I., Soydam-Aydın S. ve Aras S., 2012. Bitkilerin Tuz Stresine Verdiği Moleküler Cevaplar, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 69 (2): 97-110
- Clarke A., Desikan R., Hurst R.D., Hancock, J.T. and Neill, S.J., 2000. NO way back: nitric oxide and programmed cell death in *Arabidopsis thaliana* suspension cultures. *The Plant Journal*, 24: 667–677
- Cooney R.V., Harwood P.J., Custer L.J. and Franke A.A. 1994. Light mediated conversion of nitrogen dioxide to nitric oxide by carotenoids. *Environ Health Perspectives*, 102:460–462
- Corpas F.J., Barroso J.B. and Carreras A., 2004. Cellular and subcellular localization of endogenous nitric oxide in young and senescent pea plants. *Plant Physiology*, 136:2722–2733
- Cui X.M., Zhang Y.K., Wu X.B. and Liu C.S., 2010. The investigation of the alleviated effect of copper toxicity by exogenous nitric oxide in tomato plants. *Plant Soil and Environment*, 56: 274–281
- Cui J., Zhou Y., Ding J., Xia X., Shi K., Chen S., Asami T., Chen Z. and Yu, J., 2011. Role of nitric oxide in hydrogen peroxide-dependent induction of abiotic stress tolerance by brassinosteroids in cucumber. *Plant Cell and Environment*, 34: 347–358

- Del Rio L.A., Corpas F.J. and Barroso J.B., 2004. Nitric oxide and nitric oxide synthase activity in plants. *Phytochemistry* 65: 783–792
- Delledonne M., Xia Y.J., Dixon R.A. and Lamb, C., 1998. Nitric oxide functions as a signaling in plant disease resistance. *Nature*, 39: 585–588
- Delledonne M., 2005. NO news is good news for plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 8: 390–396
- Desikan R., Mackerness S.A-H., Hancock J.T. and Neill S.J., 2001a. Regulation of the Arabidopsis transcriptome by oxidative stress. *Plant Physiology*, 127:159–172
- Desikan R., Hancock J.T., Ichimura K., Shinozaki K. and Neill S.J., 2001b. Harpin induces activation of the Arabidopsis mitogen-activated protein kinases AtMPK4 and AtMPK6. *Plant Physiology*, 126: 1579–1587
- Desikan R., Cheung M.K., Bright J., Henson D., Hancock J.T. and Neill S.J., 2004. ABA, hydrogen peroxide and nitric oxide signaling in stomatal guard cell. *Journal of Experimental Botany*, 395: 205–212
- Desikan R., Hancock J.T., Bright J., Harrison J., Weir I., Hooley R. and Neill S.J., 2005. A role for ETR1 in hydrogen peroxide signaling in stomatal guard cells. *Plant Physiology*, 137: 831–834
- Desikan R., Last K., Harrett-Williams R., Tagliavia C., Harter, K., Hooley, R., Hancock J.T. and Neill S.J., 2006. Ethylene-induced stomatal closure in Arabidopsis occurs via AtrbohF-mediated hydrogen peroxide synthesis. *The Plant Journal*, 47: 907–916
- Esim N. and Atıcı Ö., 2015, Effects of exogenous nitric oxide and salicylic acid on chilling-induced oxidative stress in wheat (*Triticum aestivum*), *Frontiers in Life Science*, 8(2): 124-130
- Esim N. and Atıcı Ö., 2014. Nitric oxide improves chilling tolerance of maize by affecting apoplastic antioksidative enzymes in leaves, *Plant Growth Regulation*, 72: 29-38
- Esim N., Atıcı Ö. and Mutlu S., 2014. Effects of exogenous nitric oxide in wheat seedlings under chilling stress, *Toxicology and Industrial Health*, 30(3): 268-274
- Esim N. and Atıcı Ö., 2013, Nitric oxide alleviates boron toxicity by reducing oxidative damage and growth inhibition in maize seedlings, *Australian Journal of Crop Sciences*, 7(8): 1085-1092
- Fan H., Guo S., Jiao Y., Zhang R. and Li J., 2007. Effects of exogenous nitric oxide on growth, active oxygen species metabolism, and photosynthetic characteristics in cucumber seedlings under NaCl stress. *Frontiers of Agriculture in China* 1: 308–314
- Foyer C.H. and Noctor, 2011. Ascorbate and glutathione: the heart of the redox hub. *Plant Physiology*, 155: 2-18
- Gould K.S., Lamotte O., Klinguer A., Pugin A. and Wendehenne D., 2003. Nitric oxide production in tobacco leaf cells: a generalized stress response? *Plant Cell & Environment*, 26: 1851–1862
- Grant J.J., Yun B.-W. and Loake G.J., 2000. Oxidative burst and cognate redox signaling reported by luciferase imaging: identification of a signal network that functions independently of ethylene, SA and Me-JA but is dependent on MAPKK activity. *The Plant Journal*, 24: 569–582
- Gropa M.D., Rosales E.P., Lannone M.F. and Benavides M.P., 2008. Nitric oxide, polyamines and Cd induced phytotoxicity in wheat roots. *Phytochemistry*, 69: 2609–2615
- Guo H. and Ecker J.R., 2004. The ethylene signaling pathway: new insights. *Current Opinion in Plant Biology*, 7: 40–49
- Guo F.Q., Okamoto M. and Crawford N.M., 2003. Identification of a plant nitric oxide synthase gene involved in hormonal signaling. *Science*, 302, 100–103
- Halliwell B., 1984. Toxic effects of oxygen in plant tissues, In: *Chloroplast Metabolism, The structure and function of chloroplasts in green leaf cells*. Oxford Press, Oxford, 180-206
- Halliwell B. and Gutteridge J.M.C. 2007. *Free Radicals in Biology and Medicine*. 4<sup>th</sup> ed., Oxford University Press, Oxford
- Hancock J.T., Henson D., Nyirendam M., Desikan R., Harrison J., Lewis M., Hughes J. and Neill S.J., 2005. Proteomic identification of glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase as an inhibitory target of hydrogen peroxide in Arabidopsis. *Plant Physiology and Biochemistry*, 43: 828–835
- Hao G.P., Xing Y. and Zhang J.H., 2008. Role of nitric oxide dependence on nitric oxide synthase-like activity in the water stress signalling of maize seedling. *Journal of Integrative Plant Biology*, 50: 435–442
- He J.M., Xu H., She X.P., Song X.G. and Zhao W.M., 2005. The role and the interrelationship of hydrogen peroxide and nitric oxide in the UV-B-induced stomatal closure in broad bean. *Functional Plant Biology*, 32: 237–247

- He J.M., Yue X.Z., Wang R.B. and Zhang Y., 2011a. Ethylene mediates UV-B-induced stomatal closure via peroxidase-dependent hydrogen peroxide synthesis in *Vicia faba* L. *Journal of Experimental Botany*, 62: 2657–2666
- He J.M., Zhang Z., Wang R.B. and Chen Y.P., 2011b. UV-B-induced stomatal closure via ethylene-dependent NO generation in *Vicia faba*, *Functional Plant Biology* 38,293–302
- Henry Y. A., Ducastel B. and Guissani A., 1996. Basic chemistry of nitric oxide and related nitrogen oxides. In: *Nitric oxide research from chemistry to biology*. Springer, USA Hsu Y.T., Kao C.H., 2004. Cadmium toxicity is reduced by nitric oxide in rice leaves. *Plant Growth Regulation*, 42: 227–238
- Hsu Y.T. and Kao C.H., 2004. Cadmium toxicity is reduced by nitric oxide in rice leaves *Plant Growth Regulation*, 42: 227–238
- Hu K.D., Hu L.Y., Li Y.H., Zhang F.Q., Zhang H., 2007. Protective roles of nitric oxide on germination and antioxidant metabolism in wheat seeds under copper stress. *Plant Growth Regulation*, 53: 173–183
- Huang X., von Rad, U. and Durner, J., 2002. Nitric oxide induces transcriptional activation of the nitric oxide-tolerant alternative oxidase in *Arabidopsis* suspension cells. *Planta* 215, 914–923
- Jasid S., Simontacchi M., Bartoli C.G. and Puntarulo S., 2006. Chloroplasts as a nitric oxide cellular source. Effect of reactive nitrogen species on chloroplastic lipids and proteins. *Plant Physiology*, 142: 1246–1255
- Jubany-Marí T., Munne B.S. and Alegre L., 2010. Redox regulation of water stress responses in field-grown plants. Role of hydrogen peroxide and ascorbate. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48: 351–358
- Kagale S., Divi U.K., Krochko J.E., Keller W.A. and Krishna P., 2007. Brassinosteroid confers tolerance in *Arabidopsis thaliana* and *Brassica napus* to a range of abiotic stresses. *Planta*, 225: 353–364
- Kaya C., Sönmez O., Ashraf M., Polat T., Tuna L. and Aydemir S., 2015. Exogenous application of nitric oxide and thiourea regulates on growth and some key physiological processes in maize (*Zea mays* L.) plants under saline stress. *Soil-Water Journal, Special Issue*: 61–66
- Khan M.N., Mobin M., Mohammad F. and Corpas F.J., *Nitric oxide action in abiotic stress responses in plants*. 2015, Springer International Publishing Switzerland. 100–102
- Klatt P. and Lamas S. 2000. Regulation of protein function by S-gluthiolation in response to oxidative and nitrosative stress, *European Journal of Biochemistry*, 267: 4928–4944
- Kolbert Z., Bartha B. and Erdei L., 2005. Generation of nitric oxide in roots of *Pisum sativum*, *Triticum aestivum* and *Petroselinum crispum* plants under osmotic and drought stress. *Acta Biologica Szegediensis*, 49: 13–16
- Königshofer H., Tromballa H.W. and Löppert H.G., 2008. Early events in signaling high-temperature stress in tobacco BY2 cells involve alterations in membrane fluidity and enhanced hydrogen peroxide production. *Plant Cell and Environment*, 31: 1771–1780
- Kopyra M. and Gwózdź E.A., 2003. Nitric oxide stimulates seed germination and counteracts the inhibitory effect of heavy metals and salinity on root growth of *Lupinus luteus*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 41: 1011–1017
- Kopyra M., Stachon-Wilk M. and Gwózdź E.A., 2006. Effects of exogenous nitric oxide on the antioxidant capacity of cadmium-treated soybean cell suspension. *Acta Physiologiae Plantarum*, 28: 525–536
- Kumar D. and Klessig D.F., 2000. Differential induction of tobacco MAP kinases by the defense signals nitric oxide, salicylic acid, ethylene, and jasmonic acid. *Molecular Plant-Microbe Interactions Journal*, 13: 347–351
- Larkindale J. and Knight M.R., 2002. Protection against heat stress-induced oxidative damage in *Arabidopsis* involves calcium, abscisic acid, ethylene, and salicylic acid. *Plant Physiology*, 128: 682–695
- Leshem Y.Y. and Haramaty E., 1996. The characterization and contrasting effects of the nitric oxide free radical in vegetative stress and senescence of *Pisum sativum* Linn. foliage. *Journal of Plant Physiology*, 148: 258–263
- Li Q.Y., Niu H.B., Yin J., Wang M.B., Shao H.B., Deng D.Z., Chen X.X., Ren J.P. and Li, Y.C., 2008. Protective role of exogenous nitric oxide against oxidative-stress induced by salt stress in barley (*Hordeum vulgare*). *Colloids and Surfaces Biointerfaces*, 65: 220–225
- Liao W., Huang G., Yu J. and Zhang M., 2012. Nitric oxide and hydrogen peroxide alleviate drought stress in marigold explants and promote its adventitious root development. *Plant Physiology and Biochemistry*, 58: 6–15

- Lin Y.F. and Aarts M.G., 2012. The molecular mechanism of zinc and cadmium stress response in plants. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 69: 3187–3206
- Lindermayr C., Saalbach G. and Durner J., 2005. Proteomic identification of S-nitrosylated proteins in Arabidopsis. *Plant Physiology*, 137: 921–930
- Liu H., Lau E., Lam M.P.Y., Chu H., Li, S., Huang G., Guo P., Wang J., Jiang L., Chu I.K., Lo C. and Tao Y., 2010a. OsNOA1/RIF1 is a functional homolog of AtNOA1/RIF1: implication for a highly conserved plant cGTPase essential for chloroplast function. *New Phytologist*, 187: 83–105
- Liu Y., Ye N., Liu R., Chen M. and Zhang J., 2010b. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mediates the regulation of ABA catabolism and GA biosynthesis in Arabidopsis seed dormancy and germination. *Journal of Experimental Botany*, 61: 2979–2990
- Lu S., Su, W., Li H. and Guo Z., 2009. Abscisic acid improves drought tolerance of triploid bermudagrass and involves H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>- and NO-induced antioxidant enzyme activities. *Plant Physiology and Biochemistry*, 7: 132–138
- Lum H.K., Butt Y.K.C. and Lo S.C.L., 2002. Hydrogen peroxide induces a rapid production of nitric oxide in mung bean (*Phaseolus aureus*). *Nitric Oxide*, 6: 205–213
- Ma F., Lu R., Liu H., Shi B., Zhang J., Tan, M., Zhang, A. and Jiang, M., 2012. Nitric oxide-activated calcium/calmodulin-dependent protein kinase regulates the abscisic acid-induced antioxidant defence in maize. *Journal of Experimental Botany*, 63: 4835–4847
- Malik S. I., Hussain A., Yun B.W., Spoel S.H. and Loake G.J., 2011. GSNOR-mediated denitrosylation in the plant defence response. *Plant Science*, 181: 540–544
- Mazid M., Khan T.A. and Mohammad F., 2011. Role of nitric oxide in regulation of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mediating tolerance of plants to abiotic stress: a synergistic signaling approach. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 7: 34–74
- Mittler R., Vanderauwera S., Gollery M. and Van Breusegem F., 2004. Reactive oxygen gene network of plants. *Trends in Plant Science*, 9: 490–498
- Mittler, R., 2002. Oxidative Stress, Antioxidants and Stress Tolerance, *Trends in Plant Science*, 7: 405–410
- Molassiotis A. and Fotopoulou V., 2011. Oxidative and nitrosative signaling in plants, two branches in the same tree? *Plant Signalling Behaviour*, 6: 210–214
- Mutlu F. and Yürekli F., 2015. Analysis of interactions of nitric oxide and polyamine under cadmium stress in wheat. *Turkish Journal of Botany*, 39: 778–785
- Navarre D.A., Wendehenne D., Durner J., Noad R. and Klessig D.F., 2000. Nitric oxide modulates the activity of tobacco aconitase. *Plant Physiology*, 122: 573–582
- Neill S.J., Desikan R., Clarke A. and Hancock J.T., 2002a. Nitric oxide is a novel component of abscisic acid signaling in stomatal guard cells. *Plant Physiology*, 128: 13–16
- Neill S.J., Desikan R. and Clarke A., 2002b. Hydrogen peroxide and nitric oxide as signaling molecules in plants. *Journal of Experimental Botany*, 53: 1237–1242
- Neill S., Desikan R. and Hancock J.T., 2002c. Hydrogen peroxide signalling. *Current Opinion in Plant Biology*, 5(5): 388–395.
- Neill S., Desikan R. and Hancock J.T., 2003. Nitric oxide signalling in plants. *New Phytologist*, 159: 11–35
- Pasqualini S., Meier S., Gehring C., Madeo L., Fornaciari M., Romano B. and Ederli L., 2009. Ozone and nitric oxide induce cGMP-dependent and independent transcription of defence genes in tobacco. *New Phytologist*, 181: 860–870
- Qiao W.H., Xiao S.H., Yu L. and Fan L.M., 2009. Expression of a rice gene OsNOA1 re-establishes nitric oxide synthesis and stress-related gene expression for salt tolerance in Arabidopsis nitric oxide-associated 1 mutant Atnoa1. *Environmental and Experimental Botany*, 65: 90–98
- Qiao W., Li C. and Fan L.M., 2014. Cross-talk between nitric oxide and hydrogen peroxide in plant responses to abiotic stresses, *Environmental and Experimental Botany*, 100: 84–93
- Rockel P., Strube F., Rockel A., Wildt J. and Kaiser, W.M., 2002. Regulation of Nitric Oxide (NO) Production by Plant Nitrate Reductase *in vivo* and *in vitro*, *Journal of Experimental Botany*, (53):103–110
- Sang J., Zhang A., Lin F., Tan M. and Jiang M., 2008. Cross-talk between calcium-calmodulin and nitric oxide in abscisic acid signaling in leaves of maize plants. *Cell Research*, 18: 577–588
- Santa-Cruz D.M., Pacienza N.A., Polizio A.H. and Balestrasse K.B., Tomaro M.L., Yannarelli G.G., 2010. Nitric oxide synthase-like dependent NO production enhances heme oxygenase up-regulation in ultraviolet-B-irradiated soybean plants. *Phytochemistry*, 71: 1700–1707



- Shi S., Wang G., Wang Y., Zhang L. and Zhang L., 2005. Protective effect of nitric oxide against oxidative stress under ultraviolet-B radiation. *Nitric Oxide*, 13: 1–9
- Singh H.P., Batish D.R., Kaur G., Arora K. and Kohli R.K., 2008. Nitric oxide (as sodium nitroprusside) supplementation ameliorates Cd toxicity in hydroponically grown wheat roots. *Environmental and Experimental Botany*, 63: 158–167
- Ślesak I., Libik M., Karpinska B., Karpinski S. and Miszalski Z., 2007. The Role of Hydrogen Peroxide in Regulation of Plant Metabolism and Cellular Signalling in Response to Environmental Stresses. *Acta Biochimica Polonica*, 54: 39-50
- Smykowski A., Zimmermann P. and Zentgraf U., 2010. G-Box binding factor 1 reduces CATALASE 2 expression and regulates the onset of leaf senescence in Arabidopsis. *Plant Physiology*, 153: 1321–1331
- Song L., Ding W., Zhao M., Sun B. and Zhang L., 2006. Nitric oxide protects against oxidative stress under heat stress in the calluses from two ecotypes of reed. *Plant Science*, 171: 449–458
- Suzuki N. and Mittler R., 2006. Reactive oxygen species and temperature stresses: delicate balance between signalling and destruction. *Physiologia Plantarum*, 126: 45–51
- Tanou G., Molassiotis, A. and Diamantidis, G., 2009a. Induction of reactive oxygen species and necrotic death-like destruction in strawberry leaves by salinity. *Environmental and Experimental Botany*, 65: 270–281
- Tanou G., Job C., Rajjou L., Arc E., Belghazi M., Diamantidis G., Molassiotis A. and Job D., 2009b. Proteomics reveals the overlapping roles of hydrogen peroxide and nitric oxide in the acclimation of citrus plants to salinity. *The Plant Journal*, 60: 795–804
- Tian Q.Y., Sun D.H., Zhao M.G. and Zhang W.H., 2006. Inhibition of nitric oxide synthase (NOS) underlies aluminum-induced inhibition of root elongation in *Hibiscus moscheutos*. *New Phytologist*, 174: 322–331
- Tossi V., Lamattina L. and Cassia R., 2009. An increase in the concentration of abscisic acid is critical for nitric oxide mediated plant adaptive responses to UV-B irradiation. *New Phytologist*, 181: 871–879
- Uchida A., Jagendorf A.T., Hibino T., Takabe T. and Takabe T., 2002. Effects of hydrogen peroxide and nitric oxide on both salt and heat stress tolerance in rice. *Plant Science*, 163: 515–523
- Unsal NP. and Arisan D., 2009. Nitric Oxide Signalling in Plants, *The Botanical Review*, 75 (2): 203-229
- Verma K., Mehta S.K. and Shekhawat G.S., 2013. Nitric oxide (NO) counteracts cadmium induced cytotoxic processes mediated by reactive oxygen species (ROS) in *Brassica juncea*: cross-talk between ROS, NO and antioxidant responses. *Biometals*, 26: 255–269
- Volkov R.A., Panchuk I.I. and Mullineaux P.M., Schöffl F., 2006. Heat stress-induced H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> is required for effective expression of heat shock genes in Arabidopsis. *Plant Molecular Biology*, 61: 733–746
- Vraová E., Inzé D. and Van Breusegem F., 2002. Signal transduction during oxidative stress. *Journal of Experimental Botany*, 53: 1227–1236
- Wahid A., Perveen M., Geelani S. and Basra S.M.A., 2007. Pretreatment of seed with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> improves salt tolerance of wheat seedlings by alleviation of oxidative damage and expression of stress proteins. *Journal of Plant Physiology*, 164: 283–294
- Wang Y.S. and Yang Z.M., 2005. Nitric oxide reduces aluminum toxicity by preventing oxidative stress in the roots of *Cassia tora* L. *Plant Cell Physiology*, 46: 1915–1923
- Wang Y., Feng H., Qu Y., Cheng J., Zhao Z., Zhang M., Wang X. and An L., 2006. The relationship between reactive oxygen species and nitric oxide in ultraviolet-B-induced ethylene production in leaves of maize seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, 57: 51–61
- Wang H., Liang X., Wan Q., Wang X. and Bi Y., 2009. Ethylene and nitric oxide are involved in maintaining ion homeostasis in Arabidopsis callus under salt stress. *Planta*, 230: 293–307
- Wang L., Yang L., Yang F., Li X., Song Y., Wang X. and Hu X., 2010a. Involvements of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and metallothionein in NO-mediated tomato tolerance to copper toxicity. *Journal of Plant Physiology*, 167: 1298–1306
- Wang P., Du Y., Li Y., Ren D. and Song C., 2010b. Hydrogen peroxide-mediated activation of MAP kinase 6 modulates nitric oxide biosynthesis and signal transduction in Arabidopsis. *Plant Cell*, 22: 2981–2998
- Wang Y., Ries A., Wu K., Yang A. and Crawford N.M., 2010c. The Arabidopsis pro-hibitin gene *phb3* functions in nitric oxide-mediated responses and in hydrogen peroxide-induced nitric oxide accumulation. *Plant Cell*, 22: 249–259

- Wang Y., Lin A., Loake G.J. and Chu C., 2013. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced leaf cell death and the crosstalk of reactive nitric/oxygen species. *Journal of Integrative Plant Biology*, 55: 202–208
- Wendehenne D, Gould K. and Lamotte O., 2004. Nitric oxide is an essential component of biotic and abiotic stress-induced signaling pathways in plants. In: Magalhaes JR (ed) *Nitric oxide signaling in higher plants*. Studium Press, Houston, 55–64
- Xia X.J., Wang Y.J., Zhou Y.H., Tao Y., Mao W.H., Shi K., Asami T., Chen Z. and Yu J.Q., 2009. Reactive oxygen species are involved in brassinosteroid-induced stress tolerance in cucumber. *Plant Physiology*, 150: 801–814
- Xiong J., An L., Lu H. and Zhu C., 2009. Exogenous nitric oxide enhances cadmium tolerance of rice by increasing pectin and hemicelluloses contents in root cellwall. *Planta*, 230: 755–765
- Xiong J., Fu, G., Tao, L. and Zhu, C., 2010. Roles of nitric oxide in alleviating heavy metal toxicity in plants. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 497: 13–20
- Xuan Y., Zhou S., Wang L., Cheng Y. and Zhao L., 2010. Nitric oxide functions as a signal and acts upstream of AtCaM3 in thermotolerance in Arabidopsis seedlings. *Plant Physiology*, 153: 1895–1906
- Zago E., Morsa S., Dat J.F., Alard P., Ferrarini A., Inze D., Delledonne M. and Breusegem F.V., 2006. Nitric oxide and hydrogen peroxide-responsive gene regulation during cell death induction in tobacco. *Plant Physiology*, 141: 404–411
- Zhang Y., Wang L., Liu Y., Zhang Q., Wei Q. and Zhang W., 2006. Nitric oxide enhances salt tolerance in maize seedlings through increasing activities of proton-pump and Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> antiport in the tonoplast. *Planta*, 224: 545–555
- Zhang A., Jiang M., Zhang J., Ding H., Xu S., Hu X. and Tan M., 2007. Nitric oxide induced by hydrogen peroxide mediates abscisic acid-induced activation of the mitogen activated protein kinase cascade involved in antioxidant defense in maize leaves. *New Phytologist*, 175: 36–50
- Zhang H., Li, Y.H., Hu, L.Y., Wang, S.H., Zhang F.Q. and Hu K.D., 2008. Effects of exogenous nitric oxide donor on antioxidant metabolism in wheat leaves under aluminum stress. *Russian Journal of Plant Physiology*, 55: 469–474
- Zhang Y., Tan J., Guo Z., Lu S., He S., Shu, W. and Zhou, B., 2009. Increased abscisic acid levels in transgenic tobacco over-expressing 9 cis-epoxycarotenoid dioxygenase influence H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and NO production and antioxidant defences. *Plant Cell and Environment*, 32: 509–519
- Zhang A., Zhang J., Zhang J., Ye N., Zhang H., Tan M. and Jiang M., 2011. Nitric oxide mediates brassinosteroid-induced ABA biosynthesis involved in oxidative stress tolerance in maize leaves. *Plant Cell Physiology*, 52: 181–192
- Zhao L., Zhang F., Guo J., Yang Y., Li B. and Zhang L., 2004. Nitric oxide functions as a signal in salt resistance in the calluses from two ecotypes of reed. *Plant Physiology*, 134: 849–857
- Zhao M., Zhao X., Wu Y. and Zhang L., 2006. Enhanced sensitivity to oxidative stress in Arabidopsis nitric oxide synthase mutant. *Journal of Plant Physiology*, 164: 737–745
- Zhao M.G., Tian Q.Y. and Zhang W.H., 2007. Nitric oxide synthase dependent nitric oxide production is associated with salt tolerance in Arabidopsis. *Plant Physiology*, 144: 206–217
- Zhao M.G., Chen L., Zhang L.L. and Zhang W.H., 2009. Nitric reductase dependent nitric oxide production is involved in cold acclimation and freezing tolerance in Arabidopsis. *Plant Physiology*, 151: 755–767

## Türkiye Patates Üretiminde Önemli Bir Tehdit: Kolombiya Kök-Ur Nematodu [*Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santos & Finley, 1980 (Nemata: Tylenchida)]

\*Emre EVLİCE<sup>1</sup>

Şerife BAYRAM<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yenimahalle, Ankara

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Dışkapı, Ankara

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author; e- mail): emre\_evlice@zmmae.gov.tr

Geliş Tarihi (Received): 28.04.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 24.05.2016

### Öz

Nematodlar tarımsal üretimde bitkilerde zarar yapan etmenlerin başında gelmekte ve, verimde çok ciddi azalmalara neden olmaktadır. Geçmişte kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) önem derecesi açısından kist nematodlarından (*Globodera* spp., *Heterodera* spp.) sonra ikinci sırada yer almalarına karşın kullanılan nematisitlerin azaltılması ve birçok yeni türün tespit edilmesiyle *Meloidogyne* cinsi giderek daha önemli hale gelmiştir. *M. chitwoodi*, Türkiye ve EPPO karantina listesinde olup, tohumluk patateslerin taşınması ve dikimi açısından etmeni kontrol altına almak için özel düzenlemeler bulunmaktadır. *M. chitwoodi* ülkemizde ilk olarak Niğde ili patates ekiliş alanlarından elde edilen yumrulara tespit edilmiştir. Daha sonraları Nevşehir, Konya, Kayseri, Aksaray, Bitlis, İzmir, Manisa, Kütahya, Balıkesir ve Isparta illerinde tespit edilmiştir. Bu çalışmada *M. chitwoodi*'nin yaygınlığı, ırkları, biyolojisi, konukçuları, zarar şekli ve mücadelesi açısından dünyadaki ve Türkiye'deki durumu değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Meloidogyne chitwoodi*, kök-ur nematodu, patates, nematod

## The Important Threat in Potato Production in Turkey: The Columbia Root-Knot Nematode [*Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santos & Finley, 1980 (Nemata: Tylenchida)]

### Abstract

Nematodes are one of important pest in agricultural production and cause serious yield losses. In the past, Root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) was in the second rank after cyst nematodes (*Globodera* spp., *Heterodera* spp.), but now, they become important because of the identification of new species and ban of some nematicides. *M. chitwoodi* is one of the quarantine organisms in EPPO and Turkey, and special regulations exist for planting and transporting seed potatoes in order to control this organism. *M. chitwoodi*, was firstly identified from infected potato tubers collected from Niğde and then it was determined in Nevşehir, Konya, Kayseri, Aksaray, Bitlis, İzmir, Manisa, Kütahya, Balıkesir ve Isparta provinces of Turkey. In this study, prevalence, races, biology, hosts, damages and management of *M. chitwoodi* and in Turkey and the world were evaluated.

**Keywords:** *Meloidogyne chitwoodi*, root-knot nematode, potato, nematode

### Giriş

Yumrulu bir bitki olan patates (*Solanum tuberosum*), çeşitlilik ve sayı açısından en büyük familyalardan biri olan ve 3000'in üzerinde türü içeren Solanaceae familyası içinde yer almaktadır (Knapp et al. 2004). Dünya genelinde 165 ülkede yetiştirilen patates, 364.8 milyon tonluk üretimiyle dünyada sırasıyla mısır, çeltik ve buğdaydan sonra en çok yetiştirilen

dördüncü bitki durumundadır (Anonim 2012a). Patates üretimi açısından çok uygun koşullara sahip olan Türkiye'nin hemen her bölgesinde patates üretilmektedir (Çalışkan ve ark. 2010).

Son yıllarda gerek devlet gerekse özel sektörün patates sektörüne yaptığı yatırımlar sayesinde üretim, endüstriyel altyapı, pazarlama

ve tüketim açısından önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bu gelişmelerin sonucu olarak tohumluk patates açısından yurt dışına bağımlı olan ülkemizde "Sultan Ecem" isimli ilk yerli patates çeşidi 2015 yılında tescil edilmiş, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığına bağlı araştırma enstitülerinin ve özel sektörün geliştirdiği birçok yeni çeşit ise tescil aşamasına gelmiştir. Ancak, patates üretiminde Dünya'da 12. sırada yer alan ülkemizin (Anonim 2012b) tohumluk ihtiyacının yurtdışından karşılaması, Patates kist nematodları (*Globodera rostochiensis* ve *G. pallida*), Kolombiya kök-ur nematodu (*Meloidogyne chitwoodi*) gibi önemli karantina etmenlerinin ülkemize girişine neden olduğu düşünülmektedir. Patates kist nematodlarının ülkemizdeki ilk tespiti Bolu ili Dörtdivan ilçesinde ithal patates tohumluğu ekilen bir tarladan alınan örneklerden yapılmıştır (Enneli ve Öztürk 1996).

Toprak altı zararlısı olmaları ve mikroskopik canlılar olmaları nedeniyle genellikle çiftçiler, agronomistler ve tarım danışmanları tarafından nematodlardan kaynaklanan zararlar hafife alınmaktadır. Bununla beraber bitki paraziti nematodlar tarımsal üretimde zarar yapan etmenlerin başında gelmektedir. Nematodların meydana getirdiği zararın gerçek büyüklüğünün değerlendirilmesi zor olmakla beraber verimde çok ciddi azalmalara neden olmaktadır. Yapılan uluslararası çalışmalara dayanarak nematodlardan kaynaklanan yıllık verim kaybının %12.3 olduğu bu kaybın bazı bitkilerde %20'lere ulaştığı tespit edilmiştir (Sasser and Freckman 1987). İspanyada 120 tarım danışmanıya yapılan anket çalışması sonucunda ise tarım alanlarının %2'sinin kök-ur nematodlarıyla bulaşık olduğu ve sadece kök-ur nematodlarından kaynaklanan verim kaybının %30 olduğu bildirilmiştir (Talevera et al. 2012). Dünyada, her yıl bitki paraziti nematodlardan kaynaklanan 60 milyar euroluk ürün kaybı meydana geldiği belirlenmiştir (Perry and Moens 2006).

Son yıllarda patates üretimi, geleneksel üretimin yapıldığı soğuk iklimlerden nematodların da dahil olduğu birçok zararlı ve hastalık için uygun koşulları içeren nispeten daha sıcak ve nemli alanlara doğru genişlemiştir (Scurrah et al. 2005). Patates kist nematodları ve kök-ur nematodları başta olmak üzere bitki paraziti nematodlar dünyada patatesin en önemli zararlıları arasında yer almaktadır. Karantina listelerinde en çok yer alan ikinci etmen olan *G. rostochiensis* 2000 yılı

itibarıyla 106 ülkenin karantina listesinde yer almaktadır (Lehman 2002). Birçok ülke bulaşık partilerin ticarete neden olduğu sorunlar ve tarımsal üretim üzerine olan olumsuz etkisi nedeniyle etmenin daha fazla yayılmasını engellemek için *M. chitwoodi*'yi karantina listesine eklemiştir (Elling 2013).

Bu çalışmada ülkemizde ilk tespitinin yapıldığı 2009 yılından bu yana yaygınlığı 4 bölgede 11 ile ulaşan *M. chitwoodi*'nin yaygınlığı, ırkları, biyolojisi, konukçuları, zarar şekli ve mücadelesi açısından dünyadaki ve ülkemizdeki durumu ortaya konularak alınabilecek olası tedbirler değerlendirilmeye çalışılmıştır.

### Kök-ur Nematodlarına Genel Bakış

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) neredeyse kültür bitkilerinin tamamında zarar yapan, tüm dünyada yaygın, son derece önemli obligat bitki patojenleridir. Ayrıca bitkilerde meydana getirdikleri ekonomik zarar seviyesi açısından bitki paraziti nematodlar içerisinde ilk sırada yer almaktadırlar (Karssen and Moens 2006, Jones et al. 2013). Geçmiş yıllarda kök-ur nematodları önem derecesi açısından kist nematodlarından (*Globodera* ve *Heterodera* spp.) sonra ikinci sırada yer alırken kullanılan kimyasal nematisitlerin azaltılması ve birçok yeni kök ur nematodu türünün tespit edilmesiyle giderek daha önemli duruma gelmiştir (Wesemael et al. 2011). Dünya'da 2009 yılına kadar *Meloidogyne* cinsine ait 98 tür tespit edilmiştir (Jones et al. 2013). Bu türlerden 23 tanesi Avrupa'da da tespit edilmiş olup 14 tür ilk kez Avrupa'da tanımlanmıştır (Wesemael et al. 2011). Türkiye'de bugüne kadar yapılan çalışmalarda farklı bölgelerde ve farklı kültür bitkilerinde *M. arenaria*, *M. artiellia*, *M. chitwoodi*, *M. ethiopica*, *M. exigua*, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. thamesi* olmak üzere toplam 9 tür tespit edilmiştir (Yüksel 1966, Yüksel 1967, Elekçioğlu 1992, Kepenekci ve ark. 2002, Özarslan ve ark. 2009, Aydın ve ark. 2013, İmren ve ark. 2014).

Dünyada saptanan kök-ur nematodları içerisinde *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. chitwoodi*, *M. fallax* ve *M. hapla* türleri en yaygın türler olup bu cinsin %95'den fazlasını oluşturmaktadır (Adam et al. 2007). *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* ve *M. javanica* sıcak iklimlerde en yaygın türler durumundadır. Soğuk iklimlerde ise, *M. hapla* ve *M. naasi* açık alanda yetiştirilen ürünlerde önemli türler durumundayken, 1990'lardan bu

yana *M. chitwoodi* ve *M. fallax* özellikle patates ve sebze üretiminde yaygın hale gelmiştir (Wesemael et al. 2011). Bu türlerin yanı sıra 2004 yılında tanımlanan *M. minör*, 2010 yılında EPPO tarafından karantina listesine eklenen *M. enterolobii* ve sırasıyla 2011 ve 2014 yıllarında EPPO alert liste eklenen *M. ethiopica* ve *M. mali* son derece önemli türlerdir (Karsen et al. 2004, Anonim 2016a, 2016b). Kök-ur nematodlarının konukçu dağılımlarının çok geniş olması mücadelelerini zorlaştırmaktadır. *Meloidogyne* cinsinde yer alan türler yaklaşık olarak 5500 farklı bitki türünde zarar oluşturmaktadırlar (Trudgill and Blok 2001). Ülkemiz açısından kök-ur nematodu problemi iklimsel farklılıklar nedeniyle Avrupa'ya kıyasla çok daha önemlidir. Ülkemizdeki farklı iklimsel şartlar ve geniş konukçu dağılımı nedeniyle farklı türler yerleşme ve zarar yapma şansı elde etmektedir. Örneğin *M. chitwoodi* Avrupa'da patatesin dış yüzeyinde genellikle belirti oluşturmazken, ülkemizde genellikle patates yumruları üzerinde çok yoğun şekilde siğil benzeri belirtiler oluşturmaktadır. Bu durum iklimsel farklılıktan ve/veya Türkiye'de nematisit kullanımı dışında herhangi bir mücadele programının olmamasından kaynaklanıyor olabilir. Etili kısmındaki bu nekrotik lekelerin yumrunun %5'ini kaplaması durumunda dahi yumrular ticari olarak kabul edilmemektedir (Anonim 2014).

### ***Meloidogyne chitwoodi*'nin Orijini ve Yaygınlığı**

Ülkemizde, yumruların üzerinde oluşturduğu belirtilerden dolayı üreticiler arasında "uyuz" olarak isimlendirilen *M. chitwoodi* ilk olarak 1980 yılında Amerika'nın Kuzeybatı Pasifik bölgesinde tespit edilmiştir (Santo et al. 1980). *Meloidogyne chitwoodi*'ye ait ilk kaydın Amerika'da olmasına karşın etmenin orjini ve geçmişiyle ilgili elimizde kesin bilgiler bulunmamaktadır. Amerika'nın Kuzeybatı Pasifik bölgesinde 1974 yılında patateste kök-ur nematodlarından kaynaklı zarar tespit edilmiş ve yapılan ilk teşhislerde bu zararın *M. hapla* türünden kaynaklandığı bildirilmiştir. Daha sonra 1977 yılında yapılan yeni çalışmalar sonucu bunun farklı bir *Meloidogyne* türü olduğu anlaşılmış ve Golden et al. (1980) tarafından bu türün Kolombiya kök-ur nematodu olarak da bilinen *M. chitwoodi* olduğu bildirilmiştir. *Meloidogyne chitwoodi* zararının Hollanda'da 1980'li yıllarda görülmeye başlanmasına karşın 1930'lu yıllardan saklanan ve daha önce *M. arenaria* olarak teşhis edilen

enfekteli patates yumrularından yapılan yeni teşhisler sonucu bu yumruların *M. chitwoodi* ile bulaşık olduğu tespit edilmiştir (Brinkman et al. 1994). Benzer şekilde Waeyenberge and Moens (2001) tarafından Belçika'da yapılan çalışma sonucunda toplanan *M. chitwoodi* popülasyonları arasında yüksek oranda genetik farklılık tespit edilmiş ve türün uzun süredir Belçika'da olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlara dayanılarak *M. chitwoodi*'nin Amerika'da tespitinden çok daha öncesinden Avrupa'da olduğu söylenebilir. Bununla beraber *M. chitwoodi*'nin Amerikan orjinli olduğu ve etmenin Avrupa'ya buradan gelerek yerleştiği bildirilmiştir (Schmitz et al. 1998). Çalışmada bu girişlerin uzun zaman aralıklarında en az iki sefer olduğu belirtilmiştir. Bu teori Belçika'da yapılan *M. chitwoodi* ve *M. fallax*'ın sürveyi ve elde edilen popülasyonlar arasındaki genetik farklılıkların belirlendiği çalışmayla da desteklenmiştir (Waeyenberge and Moens 2001). Ülkemizin tohumluk patates yönünden başta Hollanda olmak üzere yurtdışına bağımlı olduğu göz önüne alınacak olur ise benzer bir durumun ülkemizde de söz konusu olması muhtemeldir. Niğde patates üretim alanlarından toplanan *M. chitwoodi* popülasyonları arasında büyük oranda genetik farklılık tespit edilmiş ve bölgeye farklı yerlerden patates girişinin olmuş olabileceği bildirilmiştir (Devran et al. 2009).

*Meloidogyne chitwoodi* bugüne kadar Hollanda, Belçika, Fransa, Almanya, Portekiz, Güney Afrika, Amerika, Meksika, Arjantin ve Türkiye'de saptanarak 4 kıtaya yayılmış durumdadır (Van der Gaag et al. 2011). Ülkemizde ilk olarak Özarslandan ve ark. (2009) tarafından Niğde ili patates ekiliş alanlarında tespit edilmiştir. Bu tespitin devamında yapılan çalışmalarda etmen Nevşehir, Konya, Kayseri, Aksaray, Bitlis, İzmir, Manisa, Kütahya, Balıkesir ve Isparta illeri patates ekiliş alanlarında belirlenmiştir (Devran et al., 2009, Yıldız ve ark. 2011, Ulutaş 2010, Özarslandan ve ark. 2011, Evlice ve Bayram 2012a).

### **Irk Durumu**

*Meloidogyne chitwoodi*'nin zayıf konukçusu olarak bilinen ve patatesin rotasyon bitkisi olarak Amerika'da yaygın olarak yetiştirilen yonca bitkisinde *M. chitwoodi* zararı tespit edilmesini takiben *M. chitwoodi*'nin ırk ve patotiplerinin varlığına ve konukçularına yönelik pek çok çalışma yapılmıştır (Pinkerton et al. 1987, Santo et al. 1988, Mojtahedi et al. 1988a, Mojtahedi et al. 1988b, Mojtahedi et al. 1989,

Humphreys-Pereira and Elling 2013). *Meloidogyne chitwoodi*'nin konukçu reaksiyon testi kullanılarak tespit edilmiş 2 ırkı ve 2 patotipi olup, bunlar morfolojik ve moleküler olarak birbirinden ayırt edilememektedir. Irkların ayrımı popülasyonların havuç ve yonca bitkilerindeki üreme durumuna göre yapılmaktadır. Irk-1'in Red Cored Chantenay çeşidi havuçta çoğalırken Thor çeşidi yoncada zayıf çoğaldığı, ırk-2'nin ise yoncada çoğalırken havuçta çoğalamadığı ve iki ırk arasındaki temel ayrımın bu şekilde yapılabileceği bildirilmiştir (Mojtahedi et al. 1988a). Her iki ırk açısından da dayanıklı olan *S. bulbocastanum*'da dayanıklılığı kırarak çoğalabilen ırk-1'in patotip-1'i ve ırk-2'nin patotip-1'i tespit edilmiş olup bu patotipler etmenin *S. bulbocastanum* üzerindeki üreme durumuna göre belirlenmektedir (Mojtahedi et al. 1998, Mojtahedi et al. 2007).

Bugüne kadar farklı *M. chitwoodi* ırkları ve patotipleri Amerika'da tespit edilmiştir (Santo and Pinkerton 1985, Mojtahedi et al. 1994, Mojtahedi et al. 1998, Mojtahedi et al. 2007). Yapılan çalışmalarda *M. chitwoodi*'nin Amerikan izolatlarının çok geniş genetik varyasyon gösterdiği belirlenmiştir (Van der Beek and Poleij 2008, Humphreys-Pereira and Elling 2013). Avrupa'da ise sadece *M. chitwoodi* ırk-1 tespit edilmiş olup yapılan çalışmalarda farklı ırk ve patotiplerin varlığına dair bir sonuç elde edilememiştir (Van Der Beek et al. 1999; Waeyenberge and Moens 2001, Van der Beek and Poleij 2008). Ülkemizde ise Niğde ve Nevşehir illerinden 4 popülasyonla yürütülen çalışma sonucunda ise 3 popülasyon ırk-1 olarak tespit edilirken 1 popülasyonun ırk-2 olarak tespit edilmiştir (Kaçar ve Elekçioğlu 2014). Niğde, Nevşehir ve Aksaray illerinden elde edilen toplam 58 *M. chitwoodi* popülasyonun değerlendirmeye alındığı çalışma sonucunda ise Türkiye'de sadece *M. chitwoodi* ırk-1'in varlığı tespit edildiği, *M. chitwoodi* ırk-2 ve patotiplerinin varlığına yönelik herhangi bir sonuç elde edilmediği bildirilmiştir (Evlice ve Bayram 2012b).

### Biyolojisi

*Meloidogyne chitwoodi* çoğunlukla partenogenetik olarak üremekle beraber seksüel üremeye de görülmektedir (Van der Beek and Karssen 1997). Bir dişi verdiği döl, konukçu bitkiye ve çevresel şartlara bağlı olarak 1000 yumurtaya kadar bırakabilmektedir (Charchar 1987, Santo 1994, Wesemael et al. 2006). Bu yumurtalar dişi tarafından oluşturulan

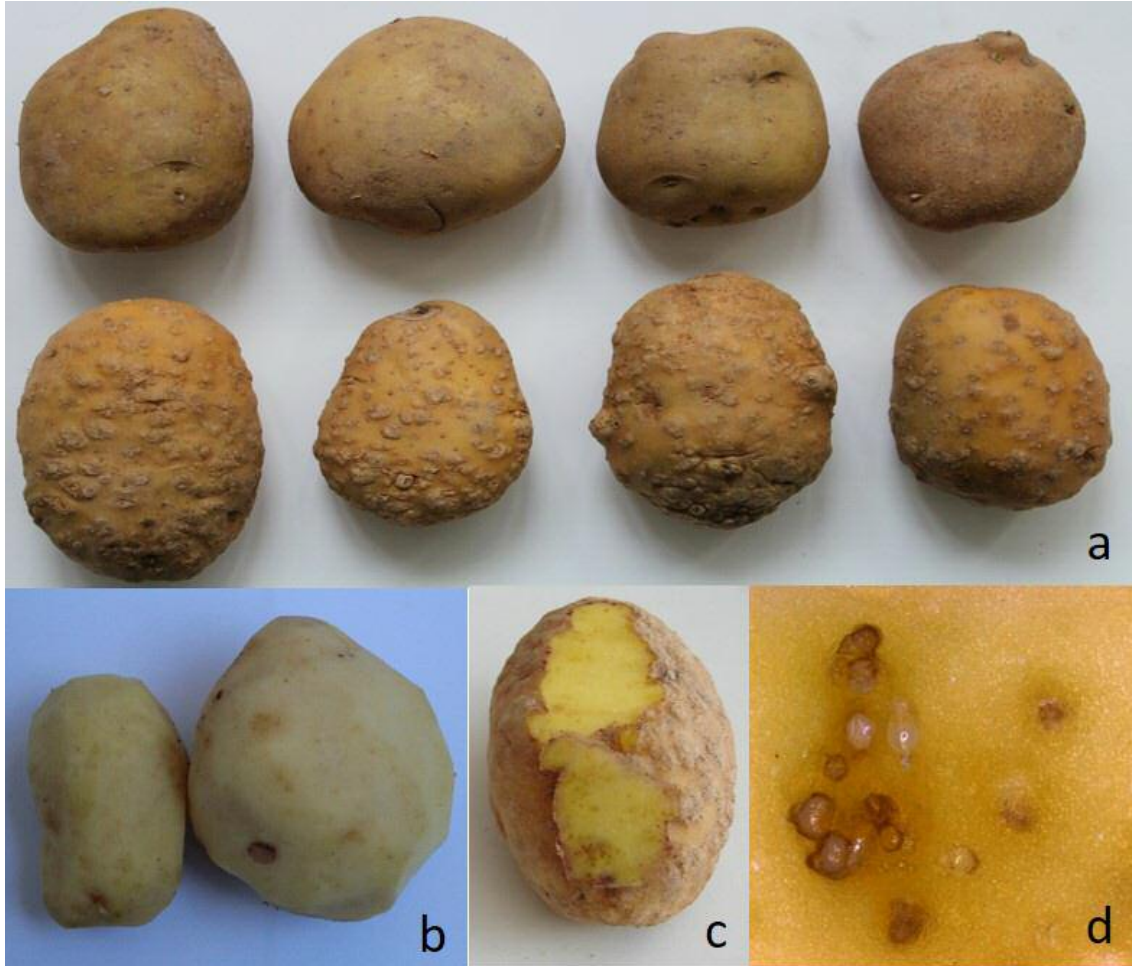
jelatinimsi yapı içine depolanmaktadır. Yumurta paketleri ilk başta yumuşak, yapışkan ve şeffaf iken ilerleyen zaman içinde koyu kahverengi renk almaktadır (Golden et al. 1980, Moens et al. 2009, Wesemael et al. 2006). Yumurta paketleri çoğunlukla yumrunun kabuk altı yüzeyinde bulunmaktadır. İkinci dönem larva infektif olan dönemdir ve etmen yumurta içinde birinci larva döneminden ikinci larva dönemine geçiş yapmaktadır. Yumurtadan ikinci dönem larva olarak çıkan etmen kök bölgesinden konukçusuna giriş yapar ve iki larva dönemi daha geçirerek ergin hale gelir. Ergin dişiler armut şeklini alarak kök bölgesinde beslenmeye devam ederek yumurta oluşturmaya başlarlar, erkek bireyler ise iplik şeklinde kalırlar ve kökten çıkarak toprağa geçiş yaparlar. Kışı yumurta veya larva olarak geçiren ve hava sıcaklığının 0°C'nin altında olduğu dönemlerde canlılığını koruyabilen *M. chitwoodi*, gelişimine ise toprak sıcaklığı 5°C'nin üzerinde olduğunda başlamaktadır (Pinkerton et al. 1991). İkinci dönem larvaların 5-10°C'de nemli toprakta en az 300 gün 10-25°C'de ise 61 gün canlılıklarını korudukları ve inefektivite özelliklerinin sıcaklığın artmasıyla azaldığı saptanmıştır (Kok and De Heij 2004'e affen Van der Gaag et al. 2011). Wesemael et al. (2012) tarafından laboratuvar şartlarında yapılan bir çalışmada *M. chitwoodi*'nin konukçu bitki bulunmadan 4, 10 ve 20°C derecelerdeki canlı kalma süreleri ve inefektivite kabiliyetleri değerlendirilmiştir. Buna göre 4 ve 10°C'de ilk 10 hafta sonunda nematodun %60'ından fazlasının hala hareketli olduğu belirlenmiştir. Ondört haftanın sonunda ise 4 ve 10°C'deki *M. chitwoodi* larvalarının sırasıyla %54 ve 23'ünün hala aktif olduğu 20°C'de ise 14 hafta sonra bütün larvaların öldüğü belirlenmiştir. Yapılan bir başka çalışmada ise *M. chitwoodi* patates hasatından bir yıl sonra aynı tarlada hala canlılığını koruduğu belirlenmiştir. Hassas bir konukçunun yetiştirildiği üretim sezonunu takiben kış dönemindeki doğal nematod ölümü sonucunda dahi popülasyonun %20'sinin, popülasyon yoğunluğu 5000 J2/100 ml topraktan 1000 J2/100 ml toprağa inmiş, canlılığını koruduğu tespit edilmiştir (Van der Gaag et al. 2011).

Başta konukçu bitki ve sıcaklık olmak üzere çevresel şartlara bağlı olarak *M. chitwoodi*'nin yılda verdiği döl sayısı değişmektedir. *Meloidogyne chitwoodi*, ilk jenerasyonunu tamamlamak için 600-800 gün dereceye sonraki jenerasyonunları tamamlamak için ise 500-600 gün dereceye ihtiyaç duymaktadır

(Pinkerton et al. 1991). Ancak doğada konukçu bitki bulunsa dahi yılda 10-12 döl vermesi beklenmemelidir. Belçika, Hollanda ve A.B.D.'de yapılan çalışmalarda yılda 4 döl kadar verdiği tespit edilmiş olup yılda 4 dölden fazla verdiğiyle ilgili bir kayıt bulunmamaktadır (Pinkerton et al. 1991, Van der Gaag et al. 2011). Ancak ülkemizin iklimsel durumu göz önüne alındığında Hollanda ve Belçika gibi ülkelere nazaran çok daha sıcak iklime sahip olduğu aşıkardır. *Meloidogyne chitwoodi*'nin patates yumruları üzerinde meydana getirdiği belirtiler açısından Hollanda ve Belçika gibi ülkelerdeki zararlar ülkemizdeki (Niğde, Nevşehir) durumu karşılaştırdığımızda Hollanda ve Belçika'da bu zararın yok denecek kadar az olduğunu söyleyebiliriz. Bu durumun büyük olasılıkla zararın yoğunluğundan ve dolayısıyla üreme gücünden kaynaklandığı söylenebilir. Benzer şekilde Akdeniz ve Ege Bölgelerindeki örtüaltı alanlarda da yılda 4 dölden fazla vermesi olasıdır.

### Konukçuları

*Meloidogyne chitwoodi*, kültür bitkileri ve yabancı ot türlerini içeren geniş bir konukçu dağılımına sahip olup birçok familyadan çok farklı bitki türünde zarar yapabilmektedir (Santo et al. 1980, O'Bannon et al. 1982, Ferris et al. 1993, Brinkman et al. 1996, Den Nijs et al. 2004, Kutwayo and Been 2006). Patates, havuç ve domates ana konukçusu durumunda iken arpa, mısır, yulaf, şekerpancarı, buğday ve Poaceae familyasına ait çeşitli bitkiler de konukçuları arasındadır (Anonim 2014). Brassicaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Liliaceae, Umbelliferae ve Vitaceae familyasına ait birçok bitki *M. chitwoodi*'nin zayıf ile orta derece arası konukçusu durumundadırlar (Anonim 2014). Biber ve tütün *M. chitwoodi*'nin konukçusu değildir. Ayrıca bazı bitkilerin konukçuluk durumları ırklarına göre farklılık göstermektedir. Yonca bitkisi *M. chitwoodi* ırk 2 için iyi bir konukçu iken ırk 1 için konukçu durumunda değildir. Benzer şekilde,



Şekil 1. *Meloidogyne chitwoodi*'nin patates yumrusunda meydana getirdiği zarar (a,b,c); dişi bireyler ve yumurta paketleri (d) (E. Evlice, 2012)

Figure 1. Damages on potato tuber caused by *Meloidogyne chitwoodi* (a,b,c), females and egg mass (d) (E. Evlice, 2012)

havuç bitkisi ırk 1 için iyi bir konukçu iken ırk 2 için konukçu durumunda değildir (Mojtahedi et al. 1988a). *M. chitwoodi* çok geniş konukçu dağılımına sahip olup henüz tespit edilemeyen konukçularının olma ihtimali de söz konusudur. *M. chitwoodi*'nin konukçu olmadığı şeklinde sınıflandırılan bitkiler için de bu kanı kesinlikle doğrudur denilememektedir. Çünkü konukçu olmayanlarla zayıf konukçuları ayırmada sorunlarla karşılaşılabilir. Bu nedenle hangi genotip veya çeşitlerin *M. chitwoodi*'nin konukçusu olduğunu kesin olarak söylemek mümkün değildir. Bu duruma en iyi örnek fasulyedir. Brinkman et al. (1996) fasulye çeşitlerinin *M. chitwoodi* ve *M. fallax* için iyi konukçu olduğunu bildirmiştir. Bununla beraber Hollanda'da bitki ıslahçıları tarafından yapılan çok daha geniş çaplı çalışma sonucunda ise birçok fasulye çeşidinin *M. chitwoodi*'nin konukçusu olmadığı belirlenmiştir (den Nijs et al. 2004'e atfen yayınlanmamış veri).

Ülkemiz açısından değerlendirdiğimizde ise *M. chitwoodi*'nin konukçuları hemen hemen tüm tarım alanlarında bulunmaktadır. *Meloidogyne chitwoodi*'nin ana konukçularından olan patates ve domates en önemli tarımsal ürünlerimiz arasında olup, etmenin buğday ve arpa gibi bitkilerde de zarar yapması ülkemiz açısından önemini bir kat daha artırmaktadır.

### Zarar Şekli

Meydana getirdiği kalite zararı özellikle patates ve havuçta sorun oluşturmaktadır. İlk dölünü patates köklerinde gerçekleştiren etmen daha sonraki dölllerinde yumruyu enfekte ederek burada tamamlamaktadır. Bulaşık yumrulara etmenin neredeyse tamamı (%96) vasküler halkaya da karşılık gelen yumrunun en dıştaki 5.25 mm kısmında yer almaktadır (Viaene et al. 2007). Bu nedenle patates bitkisinde erken dönemde yumurta paketleri görülebilmekle beraber köklerde gal oluşumu oluşmamakta veya çok az oluşmaktadır. Nematod beslenmesi ve gelişmesi sonucu yumru kabuğu soyulduğunda altında görülebilen dişilerin neden olduğu nokta şeklinde kahverengi lekeler ve yumru yüzeyinde galler gibi kalite sorunlarına neden olmaktadır (Şekil 1).

Yumrunun kabuk yüzeyinde ve altında oluşan zarar pazarda, kabuğun altında oluşan zarar ise işlendiği alanlarda yumruların kabul edilmemesine sebebiyet vermektedir (Ingham et al. 2007). Yumrunun etli kısmındaki nekrotik lekelerin %5 kadar az olduğu durumlarda bile yumrular ticari olarak kabul edilmemektedir.

Patates yumrusundaki kalite zararından kaynaklanan kaybın %10-30 arasında olabildiği gibi uygun şartlar altında %70-97'e kadar çıkabildiği belirtilmiştir (Hafez and Sundararaj 2006, Boydston et al. 2007, Mojtahedi et al. 1993). Santo et al. (1981) tarafından Amerika'da yapılan çalışmada, patateste kalite zararının başladığı ekonomik zarar eşiğinin 1 J2/250 ml toprak olduğu bildirilmiştir. Hollanda'daki ekonomik zarar eşiğinin ise 10 J2/100 ml toprak olduğu, bu eşiğin üzerindeki alanlarda yetiştirilen patateslerin pazar değerini kaybettiği bildirilmiştir (Norshie et al. 2011). Buna karşın etmenin çok hızlı çoğalabilmesi nedeniyle oluşturduğu zarar açısından, çevresel şartlar nematodun başlangıç popülasyonuna nazaran çok daha önemlidir. Etmenin bulunduğu alanlarda zararın düzeyi üzerinde sıcaklık, yetiştirilen bitki çeşidi (hassas, tolerant, dayanıklı), üretim süresi ve dönemi, toprak yapısı ile yağış ve sulanma durumu etki yapmaktadır. Etmenin yayılımı ve zararı kumlu toprak yapısına sahip alanlarda ve gün derecenin (>5°C) 1500'ü aştığı alanlarda görülmektedir (Griffin 1985, Pinkerton et al. 1991).

Kullanılan çeşitlere bağlı olarak *M. chitwoodi*'nin patates yumruları üzerinde meydana getirdiği zararın kullanılan çeşitlere bağlı olarak değiştiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Van Riel (1993) 20 farklı patates çeşidini karşılaştırdığı çalışma sonunda yumru üzerindeki belirtilerin %3-21 arasında değiştiğini, Hansa and Bintje çeşitlerinin en hassas çeşitler olduğunu bildirmiştir. Suffert and Giltrap (2012) tarafından bazı patates çeşitlerinin yumrularında diğer çeşitlere oranla çok daha az *M. chitwoodi* zararının olduğu belirtilmiş, örneğin Agria çeşidinin Hansa çeşidine nazaran çok daha tolerant olduğu bildirilmiştir. Van Riel (1994) tarafından 20 farklı çeşit kullanılarak yapılan tarla denemesinde, çeşitlere bağlı olarak yumru üzerindeki belirtilerin %3.4-34.1 arasında değiştiğini ayrıca topraktaki maksimum popülasyon yoğunluğunun erkenci ve geççi çeşitlerde sırasıyla 2778 ve 4167 J2/100 cm<sup>3</sup> toprak olarak tespit edilmiştir. Hollanda ve Belçika'da sanayilik patates üretiminde genellikle hassas olmayan çeşitlerin tercih edilmesi ve firmalar tarafından belirti gösteren yumrularında kabul edilmesi nedeniyle ekonomik kaybın fazla olmadığı bildirilmiştir (Van der Gaag et al. 2011).

*Meloidogyne chitwoodi*'nin neden olduğu kalite zararının yanı sıra toplam yumru verimi de azalmaktadır (Anonim 2014). Santo and



O'Bannon (1981) *M. chitwoodi* ve *M. hapla*'nın patatestede kök ağırlığını ve yumru verimini azalttığını bildirmişlerdir. Yapılan sera ve açık alan çalışmalarında *M. chitwoodi*'nin patatestede yumru verimini azalttığı ve verim kaybının %25'e kadar çıkabildiği bildirilmiştir (Hafez and Sundararaj 2002, 2003, 2006, 2009). Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen 19 patates çeşidi ve 1 aday çeşit üzerine yapılan bir çalışma sonucunda ise en çok ve en az üreme görülen çeşitler arasında yumurta paketi sayısı (Adora, 423.20; Challenger, 204.80) ve üreme katsayısı açısından (Adora, 58.60; Marabel, 28.20) yaklaşık 2 kat fark olduğu, çeşitlere bağlı olarak *M. chitwoodi*'nin bitki gelişimine olan negatif etkisinin değişkenlik gösterdiği ortaya konmuştur (Evlice 2014). Verim kaybının tespit edilmediği çalışmalarda olmakla beraber (Umesh and Ferris 1994, Mojtahedi et al. 1993) bu durumun toplam gün derece, başlangıç popülasyonu, toprak tipi gibi çevresel şartlardan ileri geldiği düşünülmektedir. *M. chitwoodi*'nin patates yumrularında yaptığı zarar açısından başlangıç popülasyonuna nazaran, toplam gün derecenin daha önemli olduğu ve meydana gelen zararın bölgelere bağlı olarak farklılık göstermesinin toplam gün derece farklılıklarından kaynaklandığı bildirilmiştir (Griffin 1985, Pinkerton et al. 1991).

Havuçta ise kök yüzeyi üzerinde meydana getirdiği galler ile kalite kaybına neden olurken (Wesemael and Moens 2008) genellikle çatallaşma veya gelişme geriliği gibi belirtiler oluşturmamaktadır (Santo et al. 1988). *Meloidogyne hapla* havuçta *M. chitwoodi*'ye nazaran daha fazla zarar oluşturmakta kök üzerindeki gallere ek olarak çatallaşma ve gelişme geriliğine de neden olmaktadır (Santo et al. 1988). Buna karşın Wesemael and Moens (2008) Belçika'nın sebze yetiştiriciliği yapılan bazı alanlarında *M. chitwoodi*'nin *M. hapla*'ya nazaran daha fazla sorun yarattığını bildirmişlerdir. *Meloidogyne chitwoodi*'nin domatesin hem yaş hem de kuru yeşil aksam ve kök ağırlıklarını azalttığına dair çalışmalar da bulunmaktadır (Santo and O'Bannon 1982, Hafez and Sundararaj 1999).

*Meloidogyne chitwoodi* bugüne kadar ülkemizde örtüaltı alanlarda tespit edilmemiş olmakla beraber Hollanda, Almanya, Fransa ve İsviçre'de örtüaltı alanlarda tespit edilmiştir (Van der Gaag et al. 2011). Halihazırda örtüaltı alanlarda sorun teşkil eden *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* gibi türlerle

karşılaştırıldığında *M. chitwoodi*'nin ne kadar sorun teşkil edeceğini kestirmek son derece zordur. Ancak diğer yaygın kök-ur nematodu türlerine yakın zarar oluşturabilmesine engel bir durum görünmemektedir. *M. chitwoodi*'nin domatestede verime etkisi ile ilgili literatür bulunmamakla beraber kök ve yaprak ağırlığını azalttığına dair kayıt bulunmaktadır (Santo and O'Bannon 1982, Hafez and Sundararaj 1999, Evlice 2014).

### Mücadelesi

*Meloidogyne chitwoodi* patates üretimi açısından en önemli zararlılardan biri olup tespit edildiği her alanda mücadele edilmesini gerektirmektedir (Ingham et al. 2007). Etmenin, patates tarlasında üretim sezonunun başında 250 g toprakta bir ikinci dönem larva düzeyinde bulunduğu dahi herhangi bir mücadele yapılmaması durumunda patates yumru verim ve kalitesi üzerine etkisi olacağı bildirilmiştir (Ingham et al. 2000). Bitki paraziti nematodlarla mücadele için farklı metodların bir arada kullanılması gerekmektedir. Kök-ur nematodlarıyla mücadelede konukçu olmayan veya dayanıklı bitkilerin kullanılması yada yabancı ot kontrolünün yapılması durumunda etmenin popülasyonu azaltılabilir. Patatestede *M. chitwoodi*'ye dayanıklı çeşitlerin elde edilmesiyle ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Brown et al. 1989, Brown et al. 1991, Janssen et al. 1998, Van der Beek et al. 1998, Brown et al. 1999, Brown et al. 2004). Bu çalışmalar sonucunda dayanıklılık genleri ve markörleri tespit edilerek ümitvar tarla deneme sonuçları elde edilmiştir (Brown et al. 2006, Zhang et al. 2007, Brown et al. 2009, Norshie et al. 2011, Dinh et al. 2014). Fakat ticari olarak üretilen dayanıklı bir çeşit henüz bulunmamaktadır. Konukçu olmayan bitkilerin kullanımıyla yapılan ekim nöbeti uygulamaları, tüm dünyada kök-ur nematodları mücadelesinde kullanılan en önemli yöntemlerden birisidir (Sikora et al. 2005). Ancak, geniş konukçu dağılımı nedeniyle doğru ürün rotasyonunun uygulanması son derece zordur. Ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan patates, domates, buğday, arpa, yulaf, mısır, ayçiçeği, şeker pancarı, süs bitkileri ve meyve fidanlarından bazıları *M. chitwoodi*'nin konukçusu olup bu bitkilere ait dayanıklı çeşitler bulunmamaktadır. Ayrıca patates ve havuç çeşitlerinin hassasiyet düzeyleride çeşide bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Van Riel 1993, Wesemael and Moens 2008). Tolerans bitkiler ve/veya elde

edilebilecek dayanıklı çeşitler kullanılarak yapılacak olan ürün rotasyonunda ileride çok önem arzedecek olmakla beraber konuyla ilgili şu anki bilgiler son derece sınırlıdır. Bu aşamada yabancıotları uzaklaştırarak yapılacak nadas uygulaması popülasyonu düşürebilecek araçlardan biri gibi görünmektedir. Erkenci patates çeşitlerin kullanılması sonucu daha az zarar ve hatta hiç zarar görmemiş ürün elde edildiğine dair kayıtlar bulunmaktadır (Van Riel 1993). Kullanılan çeşitlere bağlı olarak da *M. chitwoodi*'nin patates yumruları üzerinde meydana getirdiği zararın kullanılan çeşitlere bağlı olarak değiştiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Van Riel 1993, 1994).

Ülkemizde sofralık patates yetiştiriciliğinde uygulanmaya başlanan 3 yıllık ürün rotasyonu içerisinde *M. chitwoodi*'ye hassas olmayan bitkilerin kullanıldığı mücadele yönetimi etmenin kontrol edilmesinde kullanılabilir. Ayrıca yabancı otlar olmadan yapılacak nadas, nematisit uygulaması, solarizasyon ve toprağın 0-30 cm kısmının alt üst edilerek güneşe maruz bırakılıp kurutulması gibi işlemler etmeni ekonomik zarar seviyesinin altında tutabilir.

Avrupa Birliği'nde *M. chitwoodi*'ye karşı ruhsatlı olan beş nematisit (ethoprophos, fosthiazate, oxamyl, fenamiphos, fluopyram) ve bir fumigant (metam sodium) bulunmaktadır. Bu aktifler ülkemizde ruhsatlı aktifler olmalarına karşın, patates alanlarında *M. chitwoodi*'ye karşı ruhsatlı değildir. Yalnızca fluopyram aktif maddesi ruhsatlıdır. Nematisit kullanımı yüksek maliyetine karşın nematod zararını azaltmaktadır. Nematisit kullanımı popülasyon yoğunluğu üzerinde genellikle çok etkili olmamasına rağmen ürün üzerindeki zararın azaltılmasında etkili olmaktadır (Hafez and Sundararaj 2003, Hafez and Sundararaj 2009, Ingham et al. 2007).

Nematodlarla mücadelede en önemli nokta temiz alanların bulaştırılmamasıdır. *Meloidogyne chitwoodi*'nin sadece ikinci dönem larvaları ve erkek bireyleri hareketli olup kendi hareketleri ile yayılmaları sınırlıdır. Topraktaki aktif ikinci dönem *Meloidogyne* larvalarının yılda kat edebilecekleri mesafe 1-2 metredir (Tiilikkala et al. 1995). *M. chitwoodi*'nin insan faktörüyle dağılımı doğal yayılımına kıyasla çok daha önemlidir. Üreticilerin bulaşık alanlardan gelen tohumluk olmayan yumruları veya sertifikalı olmayan fide/fidanları kullanmaları, kullandıkları alet ve ekipmaların temizliğine dikkat etmemeleri sonucu etmen uzak mesafelere

taşınabilmektedir. Bunun yanı sıra hasat sonrası tarlada bırakılan bulaşık yumrularla, toprak hazırlanması ve sulama gibi tarımsal işlemler ile de yayılım olabilmektedir. Ülkemizdeki etmenin hızlı yayılımının en önemli nedeni üreticilerin bulaşık alanlardan gelen tohumluk vasfı taşımayan yumruları tohumluk olarak kullanmalarındadır. Yumruların üzerinde belirti görülmemesi o yumruların temiz olduğu anlamına gelmemekte olup kullanılan tohumlukların *M. chitwoodi*'den ari olması son derece önemlidir.

### Sonuç ve Öneriler

Tespit edildiği ülkelerde patatesin en önemli zararlılarından biri konumunda olan *M. chitwoodi*'nin ülkemizdeki ilk tespitinden bu yana geçen kısa sürede yaygınlığı 4 bölgede toplam 11 ile ulaşmış durumdadır. Bu illerin ülkemiz patates üretim alanlarının %48.6 ve toplam üretiminin %56.8'ini oluşturması durumun önemini ortaya koymaktadır (Anonim 2013). *Meloidogyne chitwoodi*, bugüne kadar ülkemizde sadece patatesten tespit edilmiş durumdadır. Ancak, Ülkemizin iklimsel ve çevresel faktörlerini göz önüne aldığımızda etmenin İç Anadolu (patates, buğday vb), Akdeniz (sebze, süs bitkisi vb), Ege (patates, bazı meyveler, pamuk, buğday vb), Marmara (mısır, ayçiçeği, buğday vb) ve Güney Doğu Anadolu Bölgelerinde (Buğday, pamuk, sebze vb) yerleşebileceği ve yoğun olarak zarar yapabileceği düşünülebilir. Bu nedenle etmenin yayılımının önüne geçilmesi son derece önem arz etmektedir. *Meloidogyne chitwoodi*'nin ülkemizde bu denli hızlı yayılmasının ana sebebi bulaşık alanlardan gelen tohumluk vasfı taşımayan yumruların tohumluk olarak temiz alanlarda kullanılmasıdır. Etmenin yayılımının engellenmesi ve/veya yavaşlatılması için bu konu üzerinde önemle durulması gerekmektedir. Sofralık patates yetiştiriciliği yapılan alanlarda 3 yıllık ürün rotasyonu uygulanmaktadır. Bununla beraber, *M. chitwoodi* çok geniş konukçu dağılımına sahip olup birçok familyadan (Solanaceae, Umbelliferae, Gramineae, Leguminosae vb.) farklı bitki türlerinde (patates, domates, havuç, mısır, buğday, fasulye, bezelye, süs bitkileri, birçok yabancı ot türü) zarar yapabilmektedir. Bu nedenle, bulaşık alanlarda uygulanacak rotasyon planlamaları ve yapılacak yabancıot mücadelesi son derece önem arz etmektedir.

Sonuç olarak patates üretimimizi tehdit eden en önemli zararlıların başında gelen *M. chitwoodi*'nin mücadelesi ve yayılımının

engellenebilmesi için; erkenci patates çeşitlerinin kullanılması, konukçu olmayan bitkilerle ürün rotasyonunun yapılması ve mücadele yöntemlerinin birarada kullanıldığı entegre mücadele yönetiminin uygulanması gerekmektedir.

### Kaynaklar

- Adam M.A.M., Phillips M.S. and Blok V.C., 2007. Molecular diagnostic key for identification of single juveniles of seven common and economically important species of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.). *Plant Pathology*, 56:190-197
- Anonim, 2012a. FAOSTAT-Agriculture. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (Erişim tarihi: 30.07.2014)
- Anonim, 2012b. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (Erişim tarihi: 14.04.2016)
- Anonim, 2013. TÜİK Bitkisel üretim istatistikleri. [http://rapor.tuik.gov.tr/reports/rwservlet?bitkisel\\_uretimdb2=&report=BARAPOR49.RDF&p\\_yil=2013&p\\_kod=3&p\\_duz1=0&p\\_mad1=111210002&p\\_dil=1&p\\_sec=1&desformat=pdf&ENVID=bitkisel\\_uretimdb2Env](http://rapor.tuik.gov.tr/reports/rwservlet?bitkisel_uretimdb2=&report=BARAPOR49.RDF&p_yil=2013&p_kod=3&p_duz1=0&p_mad1=111210002&p_dil=1&p_sec=1&desformat=pdf&ENVID=bitkisel_uretimdb2Env) (Erişim tarihi: 10.08.2014)
- Anonim, 2014. EPPO Data Sheets on Quarantine Pests *Meloidogyne chitwoodi*. [https://www.eppo.int/QUARANTINE/data\\_sheets/nematodes/MELGCH\\_ds.pdf](https://www.eppo.int/QUARANTINE/data_sheets/nematodes/MELGCH_ds.pdf) (Erişim tarihi: 11.04.2016)
- Anonim, 2016a. [https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert\\_List/alert\\_list.htm](https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/alert_list.htm) (Erişim tarihi: 03.04.2016)
- Anonim, 2016b. <https://www.eppo.int/QUARANTINE/listA2.htm> (Erişim tarihi: 03.04.2016)
- Aydınlı G., Mennan S., Devran Z., Sirca S. and Urek G., 2013. First report of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica* on tomato and cucumber in Turkey. *Plant Disease*, 97(9):1262
- Boydston R.A., Mojtahedi H., Brown C.R., Anderson T. and Riga E., 2007. Hairy nightshade undermines resistance of potato breeding lines to Columbia root-knot nematode. *American Journal of Potato Research*, 84:245-251
- Brinkman H., Goossens J.M. and Van Riel H.R., 1994. Some observations on *Meloidogyne chitwoodi* and *M. n.sp.* in the Netherlands. Annual Report Diagnostic Centre Plant Protection Service Wageningen, The Netherlands, 97-98
- Brinkman H., Goossens J.M. and Van Riel H.R., 1996. Comparative host suitability of selected crop plants to *Meloidogyne chitwoodi* Golden et al. 1980 and *M. fallax* Karssen et al. 1996. *Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz*, 96:127-129
- Brown C.R., Mojtahedi H. and Santo G.S., 1989. Comparison of reproductive efficiency of *Meloidogyne chitwoodi* on *Solanum bulbocastanum* in soil and invitro tests. *Plant Disease*, 73(12):957-959
- Brown C.R., Mojtahedi H. and Santo G.S., 1991. Resistance to Columbia root-knot nematode in *Solanum* ssp. and in hybrids of *S. hougasii* with tetraploid cultivated potato. *American Journal of Potato Research*, 68(7):445-452
- Brown C.R., Mojtahedi H. and Santo G.S., 1999. Genetic analysis of resistance to *Meloidogyne chitwoodi* introgressed from *Solanum hougasii* into cultivated potato. *Journal of Nematology*, 31:264-271
- Brown C.R., Mojtahedi H. and Bamburg J., 2004. Evaluation of *Solanum fendleri* as a source of resistance to *Meloidogyne chitwoodi*. *American Journal of Potato Research*, 81:415-419
- Brown C.R., Mojtahedi H., James S., Novy R.G. and Love S., 2006. Development and evaluation of potato breeding lines with introgressed resistance to Columbia root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*). *American Journal of Potato Research*, 83:1-8
- Brown C.R., Mojtahedi H., Zhang L.H. and Riga E., 2009. Independent resistant reactions expressed in root and tuber of potato breeding lines with introgressed resistance to *Meloidogyne chitwoodi*. *Phytopathology*, 99(9):1085-1089
- Çalışkan M.E., Onaran H. ve Arıoğlu H., 2010. Overview of the Turkish Potato Sector: Challenges, Achievements and Expectations. *Potato Research*, 53(4):255-266
- Charchar J.M., 1987. Effect of temperature on the life cycle of *Meloidogyne chitwoodi* races 1 and 2 and *M. hapla* on Russet Burbank Potato. Department of Plant Pathology, Washington State University, USA. pp.1-68. PhD
- Den Nijs L.J.M.F., Brinkman H. and Van der Sommen A.T.C., 2004. A Dutch contribution to knowledge on phytosanitary risk and host status of various crops for *Meloidogyne chitwoodi* Golden et al., 1980 and *M. fallax* Karssen, 1996: an overview. *Nematology*, 6(3):303-312

- Devran Z., Mutlu N., Özarslandan A. and Elekcioglu İ.H., 2009. Identification and genetic diversity of *Meloidogyne chitwoodi* in potato production areas of Turkey. *Nematropica*, 39:75-83
- Dinh P.T.Y, Brown C.R. and Elling A.A., 2014. RNA Interference of Effector Gene Mc16D10L Confers Resistance Against *Meloidogyne chitwoodi* in *Arabidopsis* and Potato. *Phytopathology*, 104(10):1098-1106
- Elekcioglu İ.H., 1992. Untersuchungen Zum auftreten und zur verbreitung phytoparasitärer nematogen in den land wirtschaftlichen hauptkulturen des astmediterranen gebretes der Turkei. *Plits* 10 (5), 120 p., Stuttgart
- Elling A., 2013. Major emerging problems with minor *Meloidogyne* species. *Phytopathology*, 103(11) :1092-1102
- Enneli S. ve Öztürk G., 1996. Orta Anadolu Bölgesinde patateslerde zarar yapan önemli bitki paraziti nematodlar. Türkiye 3. Entomoloji Kongresi, 24-28 Eylül. Ankara, pp: 396-403
- Evlice E. and Bayram Ş., 2012a. A survey of potato fields for root-knot nematode in Central Anatolia, Turkey. *Proceedings of 31<sup>th</sup> International Symposium of the European Society of Nematologists*, 23-27 September, Book of Abstracts, 128, Adana, Turkey
- Evlice E. and Bayram Ş., 2012b. The race of *Meloidogyne chitwoodi* in Turkey. *Proceedings of 31<sup>th</sup> International Symposium of the European Society of Nematologists*, 23-27 September, Book of Abstracts, 122, Adana, Turkey
- Evlice E., 2014. Niğde ve Nevşehir illeri patates ekiliş alanlarındaki *Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santos & Finley (Nemata: Tylenchida) ırklarının tespiti ve yaygın olarak üretilen bazı patates çeşitlerinin bu ırklara reaksiyonlarının belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, 116 s
- Ferris H., Carlson H.L., Viglierchio D.R., Westerdahl B.B., Wu F.W., Anderson C.E., Juurma A. and Kirby D.W., 1993. Host status of selected crops to *Meloidogyne chitwoodi*. *Journal of Nematology* 25(4S) :849-857
- Golden A.M., O'Bannon J.H., Santo G.S. and Finley A.M., 1980. Description and SEM observations of *Meloidogyne chitwoodi* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode on potato in the Pacific Northwest. *Journal of Nematology*, 12:319-327
- Griffin G.D. 1985. Host-parasite relationship of *Meloidogyne chitwoodi* on potato. *Journal of Nematology*, 17(4):395-399
- Hafez S.L. and Sundararaj P., 1999. Efficacy of seed crop meals for the management of Columbia root-knot nematode *Meloidogyne chitwoodi* on tomato under greenhouse conditions. *Nematropica*, 29(2):171-177
- Hafez S.L. and Sundararaj P., 2002. Efficacy of chemical nematicides for the management of *Meloidogyne chitwoodi* on potato. *International Journal of Nematology*, 12:76-78
- Hafez S.L. and Sundararaj P., 2003. Efficacy of fosthiazate for the control of *Meloidogyne chitwoodi* on potato. *International Journal of Nematology*, 13:201-203
- Hafez S.L. and Sundararaj P., 2006. Evaluation of fumigant and non-fumigant nematicides for the control of *Meloidogyne chitwoodi* on potato. *Nematologia Mediterranea*, 34:147-149
- Hafez S.L. and Sundararaj P., 2009. Chemical management practices of *Meloidogyne chitwoodi* in a potato field in USA. *International Journal of Nematology*, 19:203-207
- Humphreys-Pereira D.A. and Elling A.A., 2013. Intraspecific variability and genetic structure in *Meloidogyne chitwoodi* from the USA. *Nematology*, 15(3):315-327
- Ingham R.E., Hamm P.B., Williams R.E. and Swanson W.H., 2000. Control of *Meloidogyne chitwoodi* in potato with fumigant and nonfumigant nematicides. *J. Nematol. (Suppl.)* 32:556-565
- Ingham R.E., Hamm P.B., Baune M. and David N.L., Wade N.M., 2007. Control of *Meloidogyne chitwoodi* in potato with shank-injected metam sodium and other nematicides. *J. Nematol.* 39:161-168
- İmren M., Özarslandan A., Kasapoğlu E.C., Toktay H. ve Elekcioglu İ. H., 2014. Türkiye buğday faunası için yeni bir tür, *Meloidogyne artiellia* (Franklin)'nın morfolojik ve moleküler yöntemlerle tanımlanması. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 38(2):189-196
- Janssen G.J.W., Scholten O.E., van Norel A. and Hoogendoorn J., 1998. Selection of virulence in *Meloidogyne chitwoodi* to resistance in the wild potato *Solanum fendleri*. *European Journal of Plant Pathology*, 104:645-651
- Jones J.T., Haegeman A., Danchin E.G.J., Gaur H.S., Helder J., Jones M.G.K., Kikuchi T., Manzanilla-López R., Palomares-Rius J.E., Wesemael W.M.L. and Perry R.N., 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 14:946-961

- Kaçar G. and Elekcioglu İ.H., 2014. Determination Of Races Of The Root-Knot Nematode Species (*Meloidogyne* spp.; Nemata: Meloidogynidae) In Turkey. 6th International Conference of Nematology, Cape Town, Güney Afrika Cum., 4-9 Mayıs, pp.166-166
- Karssen G. and Moens M., 2006. Root-knot nematodes. In: Perry, R.N. & Moens, M. (Eds). Plant nematology. Wallingford, UK, CABI Publishing, pp. 59-90
- Karssen G., Bolk G., Van Aelst A.C., Van Den Beld I. and Kox L.F.F., Korhals G., Molendijk L., Zijlstra C., Van Hoof R., Cook R., 2004. Description of *Meloidogyne minor* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae), a root-knot nematode associated with yellow patch disease in golf courses. Nematology, 6:59-72
- Kepekci İ., Öztürk G. ve Evlice E., 2002. Ülkemiz örtü altı sebze üretiminde sorun olan yeni bir kök-ur nematodu türü (*Meloidogyne exigua* Goeldi, 1887) ve diğer kök-ur nematodu türleri. IV. Sebze Tarımı Sempozyumu, 17-20 Eylül, Bildiri Özetleri Kitabı, pp: 55, Bursa
- Knapp S., Bohs L., Nee M. and Spooner D.M., 2004. Solanaceae – a model for linking genomics with biodiversity. Comparative and Functional Genomes, 5:285-291
- Kutywayo V. and Been T.H., 2006. Host status of six major weeds to *Meloidogyne chitwoodi* and *Pratylenchus penetrans*, including a preliminary field survey concerning other weeds. Nematology 8(5):647-657
- Lehman, P.S., 2002. Top 15 Regulated Nematodes, <http://nematode.unl.edu/regnemas.htm> (Erişim tarihi: 11.04.2014)
- Moens M., Perry R.N. and Starr J.L., 2009. *Meloidogyne* species—a diverse group of novel and important plant parasites. Root-knot nematodes, 1:483
- Mojtahedi H., Santo G.S. and Wilson J.H., 1988a. Host tests to differentiate *Meloidogyne chitwoodi* race-1 and race-2 and *Meloidogyne hapla*. Journal of Nematology, 20(3):468-473
- Mojtahedi H., Santo G.S. and Pinkerton J.N., 1988b. Differential response of Thor alfalfa to *Meloidogyne chitwoodi* races and *M. hapla*. Journal of Nematology, 20(3):410-416
- Mojtahedi H., Pinkerton J.N., Santo G.S. and Peadar R.N., 1989. Host status of alfalfa cultivars and germ plasms to *Meloidogyne chitwoodi* race-2 and reactions of selected cultivars to *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne hapla* infection. Plant Disease, 73(5):391-394
- Mojtahedi H., Santo G.S., Brown C.R., Ferris H. and Williamson, V., 1994. A new host race of *Meloidogyne chitwoodi* from California. Plant Disease, 78(10):1010
- Mojtahedi H., Van der Beek J.G., Santo G.S. and Brown C.R., 1998. Reassessment of host race concept for Columbia Root-knot nematode. Journal of Nematology, 30(4):506
- Mojtahedi H., Brown C.R., Riga E. and Zhang L.H., 2007. A New pathotype of *Meloidogyne chitwoodi* Race 1 from Washington State. Plant Disease, 91(8):1051
- Mojtahedi H., Santo G.S., Wilson J.H. and Hang A.N., 1993. Managing *Meloidogyne chitwoodi* on potato with rapeseed as green manure. Plant Disease, 77:42-46
- Norshie P.M., Been T.H. and Schomaker C.H., 2011. Estimation of partial resistance in potato genotypes against *Meloidogyne chitwoodi*. Nematology, 13(4):477-489
- O'Bannon J.H., Santo G.S. and Nyczepir A.P., 1982. Host range of the Columbia root-knot nematode. Plant Disease, 66(11):1045-1048
- Özarslandan A., Devran Z., Mutlu N. and Elekcioglu İ. H., 2009. First report of Columbia root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*) in potato in Turkey. Plant Disease, 93:316
- Özarslandan A., İmren M., Öcal A. ve Elekcioglu İ.H., 2011. Doğu Anadolu Bölgesinde Patates alanlarında Kök-ur Nematodu (*Meloidogyne chitwoodi* Golden, OBannon, Santo et Finley, 1980 )'nun Saptanması. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi, 28-30 Haziran 2011, Bildiri Özetleri Kitabı, pp: 286, Kahramanmaraş
- Perry R.N. and Moens M., 2006. Plant Nematology. CABI, Wallingford, UK, 447 p. ISBN 1-84593-056-8
- Pinkerton J.N., Mojtahedi H. and Santo G.S., 1987. Reproductive Efficiency of Pacific-Northwest Populations of *Meloidogyne chitwoodi* on Alfalfa. Plant Disease, 71(4):345-348
- Pinkerton J.N., Santo G.S. and Mojtahedi H., 1991. Population dynamics of *Meloidogyne chitwoodi* on Russet Burbank potatoes in relation to Degree-Day accumulation. Journal of Nematology, 23:283-290
- Santo G.S., 1994. Biology and management of root-knot nematodes on potato in the Pacific Northwest. In Advances in potato pest biology and management. Eds G. W. Zehner, M. L. Powelson and R. K. Raman,. St. Paul, USA: APS Press, pp. 193-201

- Santo G.S. and O'Bannon J.H., 1982. Reaction of tomato cultivars to *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne hapla*. Plant Disease, 66(5):406-407
- Santo G.S., O'Bannon J.H., Nycepir A.P. and Ponti R.P., 1981. Ecology and control of root-knot nematodes on potato. Proceedings of the 20<sup>th</sup> Annual Washington Potato Conference, 3-5 February, Moses Lake, Washington, USA. Moses Lake, WA, USA, Washington State Potato Commission, 135-139
- Santo G.S. and Pinkerton J.N., 1985. A second race of *Meloidogyne chitwoodi* discovered in Washington State. Plant Disease, 69, 361.
- Santo G.S. and O'Bannon J.H., 1981. Effect of Soil Temperature on the Pathogenicity and Reproduction of *Meloidogyne chitwoodi* and *M. hapla* on Russet Burbank Potato. Journal of Nematology, 13(4):483-486
- Santo G.S., Mojtahedi H. and Wilson J.H., 1988. Host parasite relationship of carrot cultivars and *Meloidogyne chitwoodi* races and *Meloidogyne hapla*. Journal of Nematology, 20(4):555-564
- Santo G.S., O Bannon J.H., Finley A.M. and Golden A.M., 1980. Occurrence and host range of a new root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*) in the Pacific northwest. Plant Disease, 64(10):951-952
- Sasser J.N. and Freckman D.W., 1987. A world perspective on nematology: the role of the Society. In: Veech, J.A. and Dickson, D.W. (eds) Vistas on Nematology. Society of Nematology, Hyattsville, Maryland, pp. 7-14
- Schmitz B., Burgermeister W. and Braasch H., 1998. Molecular genetic classification of Central European *Meloidogyne chitwoodi* and *M. fallax* populations. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 50:310-317
- Scurrah M.I., Niere B. and Bridge J., 2005. Nematode parasites of solanum and sweet potatoes. In: Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Luc, M., Sikora, R.A., Bridge, J. (Eds.). CAB Direct, 193-219
- Sikora R.A., Bridge J. and Star J.L., 2005. Management Practices: an Overview of Integrated Nematode Management Technologies. In: Luc, M., Sikora, R.A. and Bridge, J. (eds) (2005) Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. CABI Publishing, London, 793-825
- Suffert M. and Giltrap N. 2012. EPPO Workshop on *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne fallax* (2011-03-08): importance for potato production and experience of management in EPPO countries. EPPO Bulletin, 42:117-121
- Talavera M., Sayadi S., Chiroso-Ríos M., Salmerón T., Flor-Peregrín E. and Verdejo-Lucas S., 2012. Perception of the impact of root-knot nematode-induced diseases in horticultural protected crops of south-eastern Spain. Nematology, 14(5):517-527
- Tiilikkala K, Carter T, Heikinheimo M. and Venalainen A., 1995. Pest risk analysis of *Meloidogyne chitwoodi* for Finland. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 25:419-435
- Trudgill D.L. and Blok V.C., 2001. Apomictic polyphagous root knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. Annual Review of Phytopathology, 39:53-77
- Ulutaş E., 2010. Ege Bölgesi Patates Üretim Alanlarında Bulunan Önemli Bitki Paraziti Nematodların Belirlenmesi ve Bitki Gelişimine Etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, 92+XVIII s. Bornova, İzmir
- Umesh K.C. and Ferris H., 1994. Influence of temperature and host plant on the interaction between *Pratylenchus neglectus* and *Meloidogyne chitwoodi*. Journal of Nematology, 26(1):65-71
- Van der Beek J.G. and Karssen G., 1997. Interspecific hybridization of meiotic parthenogenetic *Meloidogyne chitwoodi* and *M. fallax*. Phytopathology, 87:1061-1066
- Van der Beek J.G., Maas P.W.T., Janssen G.J.W., Zijlstra C. and Van Silfhout C.H., 1999. A pathotype system to describe intraspecific variation in pathogenicity of *Meloidogyne chitwoodi*. Journal of Nematology, 31(4):386-392
- Van der Beek J.G. and Poleij L.M., 2008. Evidence for pathotype mixtures on *Solanum bulbocastanum* in *Meloidogyne chitwoodi* but not in *M. fallax*. Nematology, 10(4):575-584
- Van der Beek J.G., Poleij L.M., Zijlstra C., Janssen R. and Janssen G.J.W., 1998. Variation in virulence within *Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax*, and *M. hapla* on *Solanum* spp. Phytopathology, 88:658-665

- Van der Gaag D.J., Viaene N., Anthoine A., Ilieva Z., Karssen G., Niere B., Petrova E. and Wesemael W., 2011. References and Annexes to Pest Risk Assessments of *Meloidogyne chitwoodi* (method 2) and *M. fallax* (method 2b and 4b). 129 p
- Van Riel H.R., 1993. Comparison of potato cultivars in relation to their level of external symptoms in tubers caused by *Meloidogyne chitwoodi*. Mededelingen van de Faculteit Landbouw, Universiteit Gent 58/2b, 737-742
- Van Riel H.R., 1994. Populations Dynamics of *Meloidogyne chitwoodi* on various potato cultivars. Mededelingen van de Faculteit Landbouw, Universiteit Gent 59/2b, 791-800
- Viaene N., Mahieu T. and de la Peña E., 2007. Distribution of *Meloidogyne chitwoodi* in potato tubers and comparison of extraction methods. Nematology 9:143-150
- Waeyenberge L. and Moens M., 2001. *Meloidogyne chitwoodi* and *M. fallax* in Belgium. Nematologia mediterranea, 29:91-97
- Wesemael W.M.L. and Moens M., 2008. Quality damage on carrots (*Daucus carota* L.) caused by the root-knot nematode *Meloidogyne chitwoodi*. Nematology 10(2):261-270
- Wesemael W.M.L., Perry R.N. and Moens M., 2006. The influence of root diffusate and host age on hatching of the root-knot nematodes, *Meloidogyne chitwoodi* and *M. fallax*. Nematology 8(6), 895-902. Moens et al. 2009; Wesemael et al. 2006
- Wesemael W.M.L., Ruano C., Das S., Viaene N. and Perry R., 2012. Survival and infectivity of *Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax* and *M. minor* in the absence of a host plant at different temperature regimes. 31<sup>th</sup> International Symposium of the European Society of Nematologists, 23-27 September, Book of Abstracts, 126, Adana, Turkey
- Wesemael W.M.L., Viaene N. and Moens M., 2011. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. Nematology, 13(1):3-16
- Yıldız V. ve Gözel U., 2011. Ödemiş İlçesi (İzmir) sert ve yumuşak çekirdekli meyve fidanlıklarındaki bitki paraziti nematod faunası. IV. Bitki Koruma Kongresi, 28-30 Haziran, Bildiri Özetleri Kitabı, pp: 252, Kahramanmaraş
- Yüksel H.Ş., 1966. Karadeniz Bölgesi'nde tesadüf edilen *Meloidogyne incognita* varyasyonu hakkında. Bitki Koruma Bülteni, 6(1):35-38
- Yüksel H.Ş., 1967. Iğdır Ovasında ilk defa bulunan *Meloidogyne hapla* ve bunun *Meloidogyne incognita*'nın kanatlı varyasyonundan ayırt edici özellikleri. Ib. No: 17, 20 ss
- Zhang L.H., Mojtahedi H., Kuang H., Baker B. and Brown C.R. 2007. Marker-Assisted selection of Columbia root-knot nematode resistance introgressed from *Solanum bulbocastanum*. Crop Science, 47:2021-2026

## TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

### YAZIM KURALLARI

1. Dergide, Tarım Bilimleri; Tarla bitkileri (yetiştirme teknikleri, üretimi, fizyolojisi, ıslahı ve genetiği, gıda - gıda bilimi, teknolojisi, muhafazası, güvenliği, bitki koruma, ekonomi), Bitki biyoteknolojisi, Bitki genetik kaynakları ve biyolojik çeşitlilik, Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama ile ilgili konularda orijinal araştırmalara ve derlemelere yer verilir.
2. Dergi haziran ve aralık aylarında olmak üzere yılda iki sayı olarak yayınlanır.
3. Dergide yayınlanacak eserler Türkçe ve İngilizce olarak yazılabilir.
4. Dergi Yayın Kurulu dergiye gelen makalenin konusu ile ilgili en az iki hakemin görüşünü aldıktan sonra dergide yayınlanıp yayınlanmayacağına karar verir. İki hakem görüşü farklı olduğu takdirde, üçüncü bir hakemin görüşü alınır.
5. Dergide yayınlanacak makalenin daha önce hiçbir yayın organında yayınlanmamış ve yayın hakkının verilmemiş olması gerekir. Buna ilişkin yazılı belge (yayın hakkı devir formu) makalenin hakem değerlendirme süreci başlamadan posta ile gönderilmesi gereklidir.
6. Araştırma makalesinde Doktora ve Yüksek Lisans tezinin tamamı veya bir kısmı verilecekse başvuru sırasında bu durum mutlaka belirtilmelidir.
7. Sonuçlarının üzerinde 10 yıldan fazla süre geçmiş araştırmalar yayınlanmaz.
8. Dergiye daha önce teklif edilen fakat basılması uygun görülmeyen yada yazarının talebi üzerine iade edilen makaleler kısmen değiştirilse bile değerlendirilmeye alınmadan Yazar/yazarlarına iade edilir.
9. Dergide yayınlanacak makalelerin bilimsel verilerinden, sonuçlarından ve etik kurallara uygun olup olmadığından yazarlar sorumludur.
10. Yayınlanmasına karar verilen makaleler üzerinde ekleme ve çıkarma yapılamaz.
11. Yayın süreci tamamlanan makaleler geliş tarihi esas alınarak basılır.
12. Yayınlanan makalelere telif ücreti ödenmez. Makaledeki sorumlu yazara basılı dergiden 1 adet gönderilir.
13. Yazar, makalenin ne türde bir (araştırma, derleme vb.) eser olduğunu belirtmelidir.
14. Makale, A4 boyutundaki kâğıdın tek yüzüne, sağ-sol ve alt-üst marjin boşlukları 3 cm olacak şekilde, 10 punto v5 Arial yazı karakteri kullanılarak Microsoft Word programında yazılmalıdır. Paragraflar 0.5 cm içeriden başlamalıdır.
15. Makale dispozisyonu Başlık, Yazar(lar), Yazar adres(ler)i, Öz, Anahtar Kelimeler, İngilizce Başlık, Abstract, Keywords, Giriş, Materyal ve Yöntem, Bulgular ve Tartışma, Sonuç, Teşekkür (gerekli ise) ve Kaynaklardan oluşmaktadır. Bölüm başlıkları koyu (Bold) yazılmalıdır. Derlemeler bunun dışında tutulabilir.
16. Başlık, kısa, makalenin içeriğini tam olarak yansıtabilecek şekilde Bold ve 13 punto ile ilk harfleri büyük olacak şekilde yazılmalıdır.
17. Yazar(lar) isimleri başlıktan sonra 11 punto ile yazılmalı, unvan kullanılmamalı, yazar adresleri yazar isimlerinin altına 10 punto ile yazılmalı ve sorumlu yazar e-mail adresi belirtilmelidir. Metin 10 punto ve 1 satır aralığı ile yazılmalıdır. Sayfa numarası verilmemelidir.
18. Öz, 200 kelimeyi aşmayacak, çalışmanın amacını ve sonucunu içerecek şekilde 9 punto, düz ve tek sütun olarak hazırlanmalıdır. Anahtar Kelimeler Öz ve Abstract'ın hemen altında, en fazla 5 adet olarak verilmelidir.
19. Öz ve Abstract bölümlerinden sonraki bütün bölümler iki sütun halinde ve sütunlar arasında 0.5 cm boşluk bırakılarak hazırlanmalı, şekil ve çizelgeler dahil 15 sayfayı geçmemelidir.
20. Şekil, grafik, fotoğraf ve benzerleri "Şekil", sayısal değerler ise "Çizelge" olarak belirtilmeli ve metin içerisine yerleştirilmelidir. Şekil ve çizelgelerin eni 15 cm'yi geçmemeli, sayfanın başına veya sonuna yerleştirilmeli ve metin içerisinde ardışık numaralandırılmalıdır. Çizelge içerikleri en az 8 punto olmalı ve ondalıklı rakamlarda nokta "." kullanılmalıdır. Çizelge başlıkları çizelgenin üstünde, şekil başlıkları ise şeklin altında yer almalı ve en az 9 punto ile normal tümce düzeninde yazılmalıdır. Şekil, grafik, fotoğraf ve benzerleri ile ilgili verilen alt bilgiler en az 7 punto ile normal tümce düzeninde yazılmalıdır. Çizelge ve şekillerin İngilizce başlıkları, Türkçe başlığın hemen altına italik olarak yazılmalıdır. Fotoğraflar siyah-beyaz renkte ve en az 300 dpi kalitede olmalıdır. Metin içerisinde yer alan fotoğraflar tek bir sayfada yer almalı ya/yada birbirini takip eden sayfalarda yer almamalıdır. Metin içerisindeki ölçü birimlerinde uluslararası standart birimler (SI) kullanılmalı, yapılacak diğer kısaltmalarda ulusal ve/veya uluslararası kısaltmalar esas alınmalıdır. Cins ve tür isimleri italik olarak yazılmalıdır.
21. Kaynaklar, Makale de yapılan atıflar ve kaynakların "Kaynaklar" kısmında verilmesinden, yanlış atıf ve kaynak gösteriminden yazar/yazarlar sorumludur. Makale içerisinde yapılan tüm atıflar ve kaynaklar yazarların soyadlarına dikkate alınarak aşağıdaki örneklere uygun olarak alfabetik sıra ile ve makalenin yazıldığı orijinal dilde verilmelidir. Kaynağın sonuna nokta (.) işareti konulmamalıdır. Makale de atıf yapılan dergi /dergilerin isimleri kısaltma yapılmadan tam adı ile yazılmalıdır. Yararlanılan kaynaklar makalenin en sonunda Kaynaklar başlığı altında 9 punto ve çift sütun halinde verilmelidir. Kaynaklar kısmında asılı girinti 1 cm olmalıdır.



Makalede yararlanılan Türkçe kaynaklara ilişkin atıf metin içinde "Yazarın soyadı yıl" ( 1 yazar için (Ottekin 2012), 2 yazar için (Ottekin ve Pehlivan 2012), Üç ya da daha fazla yazar için (Ottekin ve ark. 2012) yöntemine göre yapılmalıdır. Yazar/yazarlara atıf yapılacaksa sadece yayının yılı parantez içine alınarak, Ottekin (2012), 2 yazar için Ottekin ve Akan (2012), Üç ya da daha fazla yazar için Ottekin ve ark. (2012) şeklinde verilmelidir. Makalede yararlanılan Türkçe dışındaki kaynaklara ilişkin atıf metin içinde "Yazarın soyadı yıl" ( 1 yazar için (Park 2012), 2 yazar için (Park and Rouse 2012), Üç ya da daha fazla yazar için (Park et al. 2012)) yöntemine göre yapılmalıdır. Aynı yazar/yazarlara aynı yıl içinde birden fazla yayını ilişkin atıf metin içinde varsa, yıldan sonra küçük harfler verilmelidir ((Kaya ve Kaya 2012a), (Kaya ve Kaya 2012b)). Aynı yazara ait birden fazla makaleye metin içinde atıf yapılacaksa yıldan sonra noktalı virgül (;) işareti ile ayırt edilmelidir. Örnek: (Ottekin 2002; 2010; 2012). Metin içerisinde aynı bilgi grubuna birden fazla atıf yapılması gerekli ise atıflar arasında noktalı virgül (;) kullanılmalıdır (Ottekin ve Akan 2011; Ottekin ve ark. 2012; Park et al. 2012). Atıf sıralaması yıla göre yapılmalı, aynı yılda birden fazla atıf var ise o yıl sıralaması alfabetik olarak yapılmalıdır. Tercih edilmemekle birlikte mutlaka bilginin kaynağı belirli bir sayfadan ya da sayfalardan alındığı belirtilmek istenirse (Kaya 2011, s 34; Ottekin ve Pehlivan 2012, s 103-133) biçiminde gösterilmelidir.

## **Kaynak Listesi**

### **Dergiden alınmış ise;**

Ottekin A., 2008. Maltlık arpa hatlarında fenolojik, morfolojik ve tarımsal özelliklerin incelenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 16(1-2):31-38

Ünal S. ve Fırıncıoğlu H.K., 2010. Korunga hat ve populasyonlarında fenolojik, morfolojik ve tarımsal özelliklerin incelenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 8(2):681-701

McNeal F.H., Konzak C.F., Smith E.P., Tate W.S. and Russell T.S., 1971. A uniform system for recording and processing cereal research data. Plant Pathology, 34(4):121-142

### **Kitaptan alınmış ise;**

Düzgüneş O., Kesici T., Kavuncu O. ve Gürbüz F., 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1021. 295 s, Ankara

Park R., 1970. Physical Properties of Plant Materials. Plant and Animal Science Publishers, Sındey

### **Kitaptan bir bölüm alınmış ise;**

Dönmez E., 2008. Buğday Yetiştiriciliği. (Ed: S. Yazar), Seleksiyon ıslahı, TARM Ofset, Ankara, s. 14-45

### **Yazarı Belirtilmeyen Kurum Yayınlarından alınmış ise :**

Anonim, 2006. Tarım İstatistikleri Özeti 1987-2006. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu

### **İnternette ortamından alınmış ise;**

Anonim, 2010. <http://tarlabitkileri.gov.tr> (Erişim tarihi: 19.01.2013)

### **Tezden alınmış ise;**

Mert Z., 2005. Türkiye'de tescilli arpa çeşitlerinin *Rhynchosporium* yaprak lekesi hastalığına karşı reaksiyonlarının belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Ankara

Düşünceli F., 1995. Influence of environmental conditions on populations of *Thanatephorus cucumeris* Frank Donk and their control by seed treatments on maize and cotton. PhD Thesis, Oxford University (Unpublished), UK

### **Kongre/Sempozyum Kitabından alınmış ise;**

Çetin L., Düşünceli F. ve Albustan S., 2001. Ankara ili Haymana ve Polatlı ilçeleri buğday hastalılarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi. Bildiriler (I): 3-6 Ekim, Ankara, s. 324-328

Zencirci N. and Hayes P.M., 1990. Effect of scald (*R. secalis*) on yield and yield components of twelve barley (*H. vulgare*) genotypes. Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Congress on Plant Protection, 06-13 May, İzmir, Turkey, pp. 175-179

### **Dergi iletişim adresi:**

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Şehit Cem Ersever Cad. No: 9-11 06170 Yenimahalle Ankara

E-posta: [tarmdergi@gmail.com](mailto:tarmdergi@gmail.com)

<http://tarlabitkileri.dergipark.gov.tr/tarbitderg>

# TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

## Yayın Kurulu Başkanlığına

Yayınlanmak üzere sunduğumuz .....  
.....  
..... isimli makalenin .....  
.....  
..... tarafından hazırlandığını ve orijinal olduğunu; başka hiçbir dergiye yayınlanmak üzere verilmediğini; daha önce yayınlanmadığını, makalede yer alan bütün yazarlar tarafından görüldüğünü ve sonuçlarının onaylandığını bildirmiş(ler)dir. Makale ile ilgili bütün yayın hakları Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi yayın kuruluna devredilmiştir.

Tarih:

Sorumlu Yazar Adı-Soyadı:

Adresi:

e-mail:

Telefon:



A stylized, light blue graphic of three wheat stalks with grain heads, set against a solid blue background. The stalks are positioned in the upper half of the page, with their heads pointing upwards and slightly to the right. The grain heads are composed of several rows of oval-shaped grains, each with a small awn extending from the top. The stalks themselves are represented by simple, curved lines that taper towards the bottom.

**TARLA BİTKİLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ**

Şehit Cem Ersever Cad. No: 9 Yenimahalle/ANKARA

Tel: (0-312) 343 10 50 Faks: (0-312) 327 28 93

[www.tarlabitkileri.gov.tr](http://www.tarlabitkileri.gov.tr)