

TOPRAK SU DERGİSİ

SOIL WATER JOURNAL

ISSN: 2146-7072

E-ISSN: 2148-5534

CİLT
VOLUME 5

SAYI
NUMBER 2

2016



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

Indexed by TUBİTAK-ULAKBİM Agricultural Sciences Database.

The logo for DergiPark AKADEMİK. It features the word "DergiPark" in a large, stylized red font, with "AKADEMİK" in a smaller, black, uppercase font below it.

DergiPark
AKADEMİK

TUBİTAK-ULAKBİM DergiPark Akademik Tarafından Yayınlanmaktadır.

Published by TUBİTAK-ULAKBİM Turkish JournalPark Academic Database.

The logo for EBSCO PUBLISHING. It features the word "EBSCO" in large, white, uppercase letters on a blue rectangular background, with "PUBLISHING" in smaller, blue, uppercase letters below it. Underneath the logo, the text "Provider of EBSCOhost®" is written in a smaller, blue font.

EBSCO
PUBLISHING
Provider of EBSCOhost®

TUBİTAK-ULAKBİM DergiPark Akademik EBSCO Tarafından taranmaktadır.

Indexed by Turkish JournalPark Academic EBSCO Database.

TOPRAK SU DERGİSİ

SOIL WATER JOURNAL

Yayın Sahibinin Adı / Published by
Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Adına
Enstitü Müdürü

On behalf of the Central Research Institute of Soil Fertilizer and Water Resources
Director of Institute

Aynur ÖZBAHÇE

Editör / Editör-in-Chief

Suay BAYRAMİN

Yayın Kurulu / Editorial Board

Suat AKGÜL; Derya SÜREK; Hesna ÖZCAN; Armağan KARABULUT ALOE; Sevinç USLUKIRAN; Aynur DİLSİZ;
Merve AYSEL ALTUNDAĞ; Oğuz DEMİRKIRAN; Gonca KARACA BİLGİN; Dilek KAYA ÖZDOĞAN
Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

Yayın Türü : Yaygın Süreli Yayın

Type of Publication: Widely Distributed Periodical

Yayın Dili : Türkçe ve İngilizce

Language: Turkish and English

Hakemli bir dergidir

Peer reviewed journal

Yılda iki kez yayınlanır

Published two times a year

ISSN : 2146-7072

E-ISSN : 2148-5534

Kapak Tasarım : Hüseyin Oğuzhan BEŞEN

Grafik Tasarım : Filiz ERYILMAZ

Basım Yeri : Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı - Eğitim Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı
İvedik Caddesi Bankacılar Sokak No : 10 Yenimahalle, Ankara Türkiye

Adres (Postal Addresses) : Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.

Gayret Mah. İstanbul Yolu Üzeri, No : 32, 06170, Yenimahalle, Ankara - TÜRKİYE.

Tel : (+90 312) 315 65 60 **Belgegeçer** / **Fax :** (+90 312) 315 29 31

E-posta / E-mail : editor@topraksudergisi.gov.tr

Dergi Web Sayfası / Journal Home Page : [dergipark.gov.tr](http://www.topraksudergisi.gov.tr) - <http://www.topraksudergisi.gov.tr>

Soil Water Journal
toprahsu.
dergisi

DANIŞMA KURULU* (Advisory Board)*

Sevinç ARCAK, Ankara Üniversitesi
Tayfun AŞKIN, Ordu Üniversitesi
Melahat AVCI, Ankara Üniversitesi
Köksal AYDINŞAKİR, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
İlhami BAYRAMİN, Ankara Üniversitesi
Recep ÇAKIR, Onsekiz Mart Üniversitesi,
İsmail ÇAKMAK, Sabancı Üniversitesi
Gökhan ÇAYCI, Ankara Üniversitesi
Öner ÇETİN, Dicle Üniversitesi
Orhan DENGİZ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Rifat DERİCİ, Çukurova Üniversitesi
Hatice DUMANOĞLU, Ankara Üniversitesi
Günay ERPUL, Ankara Üniversitesi
Fikret EYÜPOĞLU, Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü (Emekli)
Sait GEZGİN, Selçuk Üniversitesi
Coşkun GÜLSER, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Aydın GÜNEŞ, Ankara Üniversitesi
İbrahim GÜRER, Gazi Üniversitesi
Sema KALE, Süleyman Demirel Üniversitesi
Rıza KANBER, Çukurova Üniversitesi
Mehmet Rüştü KARAMAN, Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Vahap KATKAT, Uludağ Üniversitesi
Şeref KILIÇ, Ardahan Üniversitesi
Rıdvan KIZILKAYA, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Süleyman KODAL, Ankara Üniversitesi
Eyüp Selim KÖKSAL, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Yusuf KURUCU, Ege Üniversitesi
Ahmet MERMUT, Harran Üniversitesi
Ayten NAMLI, Ankara Üniversitesi
Nejat ÖZEN, Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü
Taşkın ÖZTAŞ, Atatürk Üniversitesi
Osman SÖNMEZ, Harran Üniversitesi
Süleyman TABAN, Ankara Üniversitesi
Bülent TOPÇUOĞLU, Akdeniz Üniversitesi
Metin TURAN, Yeditepe Üniversitesi
Önder TÜRKMEN, Selçuk Üniversitesi
Sadık USTA, Ankara Üniversitesi
İlhami ÜNVER, Ankara Üniversitesi (Emekli)
Engin YURTSEVEN, Ankara Üniversitesi

*Bilim danışmanları soyadına göre dizilmiştir.

Soil Water Journal
toprak su.
dergisi

İÇİNDEKİLER (Contents)

Araştırmalar (Research Articles)

- 1- **Bazı Inceptisol ve Entisol Alt Grup Topraklarının Fizikokimyasal Özellikleriyle Isısal Yayınım Katsayısı Arasındaki Regresyon İlişkilerinin Belirlenmesi**
Determination of Regression Relationship between Physico-chemical Properties and Thermal Difision Coefficient of some Inceptisol and Entisol Sub Group Soils
İmanverdi Ekberli, Orhan Dengiz1-10
- 2- **Farklı Çinko Uygulamalarının Aspir Bitkisinin Verimi ve Çinko Alımı Üzerine Etkisi**
The Influences of Various Zinc Applications on Seed Yield and Zinc Uptake of Safflower
Nurdilek Gülmezoğlu, Zehra Aytaç11-17
- 3- **Çanakkale İli Karamenderes Alt Havzası Taşkın Ovasının Çeltik Yetiştiriciliğine Uygunluğunun Arazi Değerlendirmesi**
Land Evaluation for Rice Cultivation of Çanakkale Karamenderes Sub-basin Flood Plain
Timuçin Everest, Hasan Özcan18-24
- 4- **Tagetes patula L. Bitkisinin Fitoremediasyon Amaçlı Kullanım Potansiyelinin Su Kültürü Koşullarında Araştırılması**
Investigation of Phytoremediation Potential of Tagetes patula L. Plant in Hydroponic Culture Conditions
Hatice Dağhan25-31
- 5- **Buğday Bitkisine Uygulanan Farklı Miktarlarda Leonarditin Bazı Toprak Özelliklerine Etkisi**
Effect of Some Soil Properties of Different Doses Leonardite to Wheat
Betül Kolay, Songül Gürsoy, Özlem Avşar, Nurettin Bayram, Ali Rıza Öztürkmen, Salih Aydemir, Hüsnü Aktaş32-36
- 6- **Elma Çeşitlerine Yapraktan Bor Uygulamasının Bitkinin Mineral Beslenmesiyle Meyvenin Verim ve Kalitesine Etkisi**
Effect of Foliar Boron Application on Nutrient Concentration, Fruit Yield and Quality of Different Apple Varieties
İbrahim Erdal, Şevkiye Armağan Türkan37-41
- 7- **Tohuma Çinko Uygulama Metodunun Su Kültürü Koşullarında Mısırın Kuru Madde Verimi ve Çinko Konsantrasyonu Üzerine Etkisinin Belirlenmesi**
Determination of Influence of Zinc Application through Seed Treatment Method on Dry Matter Yield and Zinc Concentration of Corn in Hydroponic Culture Conditions
Ayfer Alkan Torun, Abdullah Er, Halil Erdem, Bülent Torun42-51
- 8- **Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Çay Bitkisi (Camellia sinensis L.) Yaşlı Yapraklarının Su Ekstraktı, Toplam Kül, Toplam Polifenol, Kafein ve Ham Selüloz İçerikleri**
The Content of Water Extract, Total Ash, Total Polyphenol, Caffeine and Crude Cellulose of Tea Plant (Camellia sinensis L.) Old Leaves Grown in The East Black Sea Region
Murat Ali Turan, Meriç Balcı, Mehmet Burak Taşkın, Zuhâl Kalcıoğlu, Mahmut Reşat Soba, Nihat Müezzinoğlu, Emre Can Kaya, Pınar Özer, Ali Kabaoğlu, Süleyman Taban52-58
- 9- **İkinci Ürün Silajlık Mısırdaki Maksimum Net Geliri Sağlayan Sulama ve Azot Fertigasyon Stratejileri**
Irrigation and Nitrogen Fertigation Strategies Providing the Maximum Net Return and Water Productivity for Second Crop Silage Corn
Ramazan Yolcu, Neşe Üzen, Öner Çetin59-64
- 10- **Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Demir, Bakır, Çinko ve Mangan Durumları**
Iron, Copper, Zinc and Manganese Status of Tea-Farming Soils and Tea Plant Grown in East Black Sea Region
Meriç Balcı, Mehmet Burak Taşkın, Emre Can Kaya, Mahmut Reşat Soba, Pınar Özer, Ali Kabaoğlu, Murat Ali Turan, Süleyman Taban65-74

Soil Water Journal
toprahsu.
dergisi

Bazı Inceptisol ve Entisol Alt Grup Topraklarının Fizikokimyasal Özellikleriyle Isısal Yayınım Katsayısı Arasındaki Regresyon İlişkilerin Belirlenmesi

İmanverdi EKBERLİ

Orhan DENGİZ*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

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

Geliş tarihi (Received) : 28.03.2016

Kabul tarihi (Accepted) : 05.09.2016

DOI : 10.21657/topraksu.268957

Öz

Toprak oluşumu süreçlerine, toprak özelliklerinin değişimine, bitki gelişimine vb. önemli düzeyde etki yapan toprak sıcaklığı, profil içerisindeki dağılımı toprağın termal özelliklerine bağlıdır. Bu çalışmada, Inceptisol ve Entisol toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve termal özellikleri incelenmiştir. Vertic Haplustept toprakta ortalama günlük sıcaklık 15,1-26,7 °C, Typic Haplustept toprakta ise 13,4-23,9 °C arasında değişmektedir. Amplitüt değerleri ise maksimum ve ortalama günlük sıcaklığa bağlı olarak alt horizonlara doğru azalmakta ve 1,2-9,2 °C - 0,6-5,8 °C aralığında değişmektedir. Typic Ustifluent, Mollic Ustifluent-1, Mollic Ustifluent-2 topraklarında günlük ortalama sıcaklık değerleri uygun olarak 16,8-24,8 °C; 16,6-28,8 °C; 16,5-26,7 °C, amplitüt değerleri ise sırasıyla 1,5-7,8°C; 2,2-8,2 °C ve 1,5-6,7 °C aralıklarında belirlenmiştir. Isısal yayınım katsayısı alt horizonlara doğru genellikle artış göstermektedir. Inceptisol (Vertic Haplustept ve Typic Haplustept) topraklarında ısısal yayınım katsayısı $5,52 \cdot 10^{-6}$ - $8,76 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2\text{sn}^{-1}$; $6,17 \cdot 10^{-6}$ - $9,36 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2\text{sn}^{-1}$ aralığında saptanmıştır. Typic Ustifluent toprakta ısısal yayınım katsayısı ise düşük olup, $1,71 \cdot 10^{-6}$ - $1,96 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2\text{sn}^{-1}$ arasında olmaktadır. Mollic Ustifluent-1 ve Mollic Ustifluent-2 topraklarında ise ısısal yayınım katsayısı uygun olarak, $4,45 \cdot 10^{-6}$ - $8,20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2\text{sn}^{-1}$ ve $1,50 \cdot 10^{-6}$ - $6,48 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2\text{sn}^{-1}$ aralıklarında elde edilmiştir. Inceptisol ve Entisol toprakların ısısal yayınım katsayısı ile tarla kapasitesi arasındaki ilişki $p < 0,01$ ihtimal düzeyinde önemli olarak bulunmuştur ($p=0,014$; $R=0,68$). Organik madde, kil ve kum arasındaki ilişki ise sırasıyla $p < 0,05$ ($p=0,031$; $R=-0,62$), $p < 0,01$ ($p=0,005$; $R=0,75$), $p < 0,01$ ($p=0,008$; $R=0,72$) ihtimal düzeyinde önemli olarak saptanmıştır. Isısal yayınım katsayısı ile tarla kapasitesi, organik madde, kil, kum özellikleri arasında doğrusal ($R^2=0,79$) ve doğrusal olmayan ($R^2=0,51-0,81$) regresyon ilişkileri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Amplitüt, ısısal yayınım, inceptisol ve entisol toprak, regresyon ilişkiler, toprak sıcaklığı

Determination of Regression Relationship between Physico-chemical Properties and Thermal Diffusion Coefficient of some Inceptisol and Entisol Sub Group Soils

Abstract

Diffusion of soil temperature on soil horizons which effects significantly on soil formation processes, plant growing, variation of soil properties etc. depends on soil thermal properties. In this study, some physical, chemical and thermal properties of Inceptisol and Entisol were investigated. Daily mean

temperature value of Vertic Haplustept was determined between 15.1-26.7 °C while, daily mean temperature changes between 13.4-23.9 °C for Typic Haplustept. Amplitude values depending on maximum and mean daily temperature decrease along with increasing soil depth and vary between 1.2-9.2 °C and 0.6-5.8 °C. Daily mean temperature values of Typic Ustifluent, Mollic Ustifluent, Mollic Ustifluent were found 16.8-24.8 °C; 16.6-28.8 °C; 16.5-26.7 °C and their amplitude values are 1.5-7.8 °C; 2.2-8.2 °C and 1.5-6.7 °C, respectively. In addition in generally thermal diffusion coefficient value showed increasing with increasing soil depth. In Inceptisol (Vertic Haplustept and Typic Haplustept), thermal diffusion coefficient values were determined between $5.52 \cdot 10^{-6}$ - $8.76 \cdot 10^{-6}$ m^2sn^{-1} ; $6.17 \cdot 10^{-6}$ - $9.36 \cdot 10^{-6}$ m^2sn^{-1} . In Entisol, thermal diffusion coefficient of Typic Ustifluent was found low value whereas, thermal diffusion coefficient values of Mollic Ustifluent, Mollic Ustifluent varies $4.45 \cdot 10^{-6}$ - $8.20 \cdot 10^{-6}$ m^2sn^{-1} and $1.50 \cdot 10^{-6}$ - $6.48 \cdot 10^{-6}$ m^2sn^{-1} . Relationships between thermal diffusion coefficient and field capacity in Entisol and Inceptisol were significantly found as statistical $p < 0.01$ ($p = 0.014$; $R = 0.68$). Moreover, it was determined significantly relationship between organic matter, clay and sand as statistically $p < 0.05$ ($p = 0.031$; $R = -0.62$), $p < 0.01$ ($p = 0.005$; $R = 0.75$), $p < 0.01$ ($p = 0.008$; $R = -0.72$). In addition to that, it was detected between thermal diffusion coefficient and between organic matter, clay and sand linear ($R^2 = 0.79$) and nonlinear ($R^2 = 0.51$ - 0.81) regressions

Key Words: Amplitude, thermal diffusion, inceptisol and entisol, regression equation, soil temperature

GİRİŞ

Toprak sıcaklığı, toprak oluşum süreçlerine ve özelliklerine, bitki büyümesine ve gelişimine önemli düzeyde etki yapan faktörlerden biridir. Jenny (1980), iklimin bir ögesi olarak sıcaklığı bağımsız bir toprak yapan faktör olarak belirtmiştir. Sıcaklık, toprak oluşumu ile ilgili birçok reaksiyonlara değişik yoğunluk ve hızda etki yapmaktadır. Van't Hoff'un sıcaklık kuralına göre, sıcaklıktaki her 10°C lik bir yükselme, kimyasal reaksiyonun hızını iki veya üç misli arttırır. Yeryüzünün değişik yerlerindeki sıcaklık farkları, toprakta meydana gelen kimyasal olayların hızını etkileyerek toprak oluşumunu dolaylı biçimde yönlendirir (Tanju, 1996). Sıcaklığın toprak oluşumunda yapmış olduğu en önemli rolünden bir tanesi evapotranspirasyonun ve etkili yağış miktarının üzerine yapmış olduğu etkidir. Sıcaklık, bir bölgedeki vejetasyon tipi ve miktarı üzerine ve dolayısıyla oluşan humus tipi ve miktarı üzerine etkilidir. Sıcaklık derecesi arttıkça topraktaki organik madde ve dolayısıyla azot miktarı artan mikroorganizma etkinliği yüzünden azalmaktadır. Bunun tipik örneği tropiklerdeki Laterit topraklardır. Yoğun vejetasyona karşın, mineralizasyonunun çok yüksek oluşu toprakta organik maddenin tutunmasını engellemektedir. Bu arada açığa çıkan bazik elementlerin etkisi ile oluşan pH yükselmesi, SiO₂ yıkanmasına neden olduğundan, SiO₂/R₂O₃ oran 2' den azdır. Daha serin bölgelerdeki Podzol ve Podzolik topraklarda bu durum aksine bir gelişme göstermektedir (Dinç vd., 1987).

Toprak yüzeyinde ve aşağı katmanlardaki sıcaklığın günlük ve yıllık değişimi, toprak özellikleri ile birlikte toprakların termal özelliklerine, dolayısıyla ısısal yayınıma önemli düzeyde bağlı olmaktadır (Gao vd., 2007; Onder vd., 2013; Ekberli ve Sarılar, 2015). Tikhonravova (2007) tarafından, tuz miktarı arttıkça, killi tınlı bünyeye sahip topraklarda ısısal yayınının artış göstermesi, nemin artması (≤ 40) durumunda ise tuzlu ve tuzsuz toprakların ısısal yayınım katsayıları arasındaki farkın azalması, % 35-40 nem durumunda da yaklaşık olarak aynı olması gösterilmiştir. Gri orman topraklarında özgül ağırlık arttıkça, ısısal yayınım katsayısı da artmaktadır. Tarım makinelerinin etkisiyle pulluk katmanının sıkışması durumunda, % 26'ya kadar olan toprak neminde ısısal yayınım katsayısı azalmakta, % 26'dan fazla nem durumunda ise artmaktadır (Arhangel'skaya, 2004). Tikhonravova ve Khitrov (2003), vertisol topraklarda ısısal yayınım katsayısı ile toprağın tanecik fraksiyonları, organik madde, özgül ağırlık ve gözeneklilik değerleri arasında önemli düzeyde ($R^2 = 0,81$ - $0,96$ ve $P = 0,95$) çoklu regresyon ilişkileri elde etmişlerdir. Isısal yayınım, toprak derinliği, nem içeriği, zaman ve sıcaklık değişimine de önemli düzeyde bağlı olmaktadır (Hinkel, 1997). Correia vd., (2012), ısısal yayınının jeolojik oluşum süreçlerinde önemli faktör olduğunu, 26 m toprak derinliğinde ısısal yayınının $1,1 \cdot 10^{-6}$ m^2sn^{-1} ile $1,6 \cdot 10^{-6}$ m^2sn^{-1} (veya $0,011$ - $0,016$ cm^2sn^{-1}) arasında değiştiğini göstermişlerdir.

Isı taşınımı denkleminin farklı başlangıç ve sınır koşullarındaki çözümüne bağlı olarak, ısısal yayılım katsayısının farklı yöntemlerle hesaplanması mümkün olmaktadır (Passerat de Silans vd., 1996). Verhoef vd., (1996), ısı iletkenliği denkleminin çözümünü göz önüne alarak, ısısal yayılım katsayısını belirlemek için beş yöntem (amplitüt, faz, arktanjans, logaritmik, harmonik denklemler) kullanmışlar, amplitüt ve harmonik denklemlerin daha güvenilir sonuç verdiğini göstermişlerdir. Toprak yüzeyi ısı akışının tahmin edilmesinde de ısısal yayılım önemli bir faktördür. Isısal yayılım toprak yüzeyi ısı akışının, dolayısıyla yüzey enerji dengesinin oluşumuna, hidrolojik, ekolojik ve atmosferik süreçlerle beraber etki yapmaktadır (Wang ve Bou-Zeid, 2012). Usowicz vd., (1996) tarafından, 4x430 m alanda yapılan araştırmada, toprağın termal özelliklerinin değişimi klasik istatistik ve jeostatistik yöntemlerle analiz edilmiş, hacim ağırlığı ve su içeriğinin ısısal yayıma belirgin bir etkisi olduğu gösterilmiştir. Toprakların ısısal yayılım katsayısı ısı iletkenliğiyle doğrusal, hacimsel ısı kapasitesiyle ters orantılıdır. Toprakların ısısal yayılım katsayısı yüksek olduğunda, günlük ve yıllık sıcaklık dalgaları toprak derinliğine daha fazla etki yapmakta ve aşağı katmanlarda sıcaklığın gecikmesi azalmaktadır. Ekberli ve Sarılar (2015) tarafından yapılan bir araştırmada, Samsun'un Çarşamba ilçesinde, çim örtüsü ile kaplı ve şeftali bahçesinde ağaçların gölgeleme yaptığı farklı iki alanda sıcaklık değerlerine bağlı olarak ısısal yayılım katsayısı belirlenmiştir.

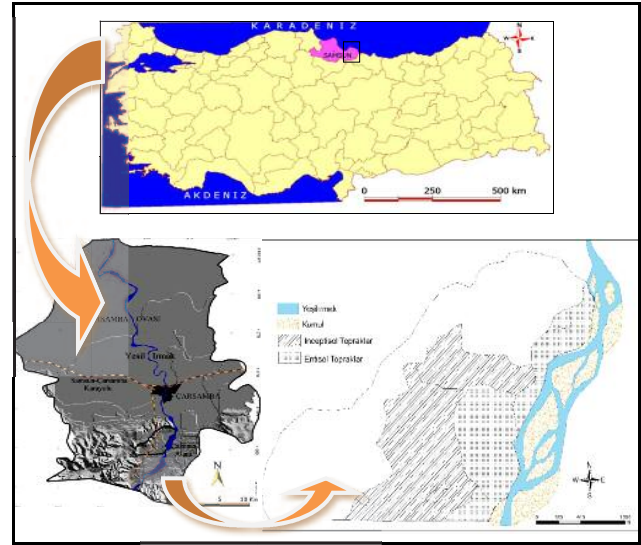
Toprak sıcaklığı değerlerine göre belirlenmesi mümkün olan ısısal yayılım, bitki büyüme mikro iklimasını da etkilemektedir (Ghuman ve Lal, 1985). Bazı araştırmalarda ölçülen toprak sıcaklığına bağlı olarak ısı özellikleri parametreleri ve toprak profili boyunca sıcaklığın tahmin edilmesi incelenmiştir (Trombotto ve Borzotta, 2009; Gülser ve Ekberli, 2002; 2004; Ekberli ve Gülser, 2014; Ekberli vd., 2015)

Toprak sıcaklığı aynı zamanda toprakların ölçülebilen ve gözlenebilen özellikleri esas alınarak yapılan morfometrik sınıflandırılmasında önemli bir faktör olup, özellikle alt ordo, büyük grup ve aile düzeyindeki kategorik ayrımlarda kullanılmasında göz önünde bulundurulmuş önemli bir faktördür. Bu çalışmanın amacı, Samsun'un Çarşamba ilçesine bağlı Sefalı, Bölmepinar ve Yenikişla köylerinin yer aldığı ve Yeşilirmak nehrinin getirmiş olduğu alüvyal depositler üzerinde oluşmuş Entisol ve Inceptisol toprakların i) bazı fiziksel, kimyasal ve ısısal

yayılım özelliklerinin incelenmesi ve ii) ısısal yayımla bazı toprak özellikleri arasında regresyon ilişkilerinin belirlenmesidir.

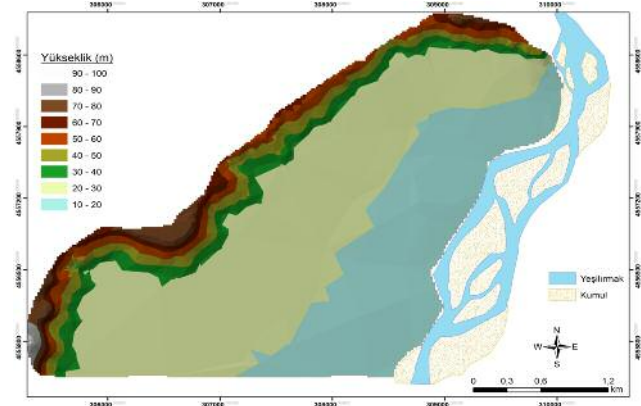
MATERYAL VE YÖNTEM.

Çalışma alanı Çarşamba ilçesine yaklaşık 5 km ve Samsun iline ise 44 km mesafede bulunmaktadır. Entisol ve Inceptisol toprakların toplam alanı 492,9 ha olup, 305500-311000 m D ve 4555500-4558500 K (UTM, m) koordinatları arasında, Yeşilirmak Nehri'nin ise sol sahilinde yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanına ait lokasyon haritası
Figure 1. Location map of the study area

Çalışma alanı üç farklı fizyografik üniteye sahip olup yamaç, etek ve taban (genç ve eski teras) arazilerden oluşmakta ve yükselti haritasına göre nispeten taban arazide deniz seviyesinden yükseklik 5-10 m arasında değişim gösterirken, kuzey ve kuzey batı yönlerindeki yükseklik artışı ile 100 m'ye çıkmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışma alanı yükselti haritası
Figure 2. Elevation map of the study area

Çalışma alanın büyük bir kısmını oluşturan taban araziler % 0-2 arasında düz düze yakın araziler oluştururken, eğim kuzey batı yönünde artmakta ve kademeli olarak % 2 ile % 20 arasında değişim göstermektedir. Yamaç araziler marn ana materyal üzerinde, etek araziler kolüviyal ana materyal üzerinde yer almaktadır. Teras araziler ise Yeşilirmak'ın zamanla taşıdığı aluviyal depozitler üzerinde bulunmaktadır.

Çalışma alanının yıllık ortalama sıcaklığı 14,3 °C ve yağış miktarı ise 1045,2 mm olup yağışların büyük kısmı kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir. Toprak taksonomisine göre (Soil Survey Staff, 1999) toprak nem kontrol kesitinde 50 cm derinlikte toprak sıcaklığı 5 °C'in üzerinde olduğu dönemin yarısından daha fazlası kadar süre kuru değildir (aridik nem rejiminden farklı). Ayrıca toprak nem kontrol kesiti kış gün dönümünden sonraki (21 Aralık) 5 ay içerisinde ardışık olarak 45 gün veya daha fazla nemli olması ve yaz gün dönümünden (21 Haziran) sonraki 4 ay içerisinde ardışık 45 gün kadar uzun süre kuru kalmaması (Xeric nem rejiminden farklı) nedeniyle toprak nem rejimi ustic olarak belirlenmiştir. Araştırma alanının sıcaklık rejimi; yıllık ortalama toprak sıcaklığı 8 °C'den fazla, 15 °C'den az ve 50 cm'deki yıllık ortalama kış ayları toprak sıcaklığı ile yıllık ortalama yaz ayları toprak sıcaklığı arasındaki fark 6 °C den fazla olduğu için mesic sıcaklık rejimi olarak belirlenmiştir.

Çalışma alanında yer incelenen 5 adet toprak profilinde, genetik horizon esasına göre morfolojik tanımlamalar yapılmış ve bozulmuş, bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örnekleri fiziksel ve kimyasal analizler için laboratuara getirilmiştir. Arazide toprakların morfolojik özelliklerinin incelenmesi amacıyla dikkate alınacak kriterler, örneklemeler ve sınıflandırma için Soil Survey Staff (1993; 1999) kullanılmıştır. Alınan örneklerde fiziksel ve kimyasal analizler olarak; Bünye: Hidrometre yöntemi kullanılarak (Bouyoucous, 1951), Tarla kapasitesi: Seramik gözenekler üzerine yerleştirilmiş örneklerin suyla doygun toprak örneği üzerine 1/3 atm basınç uygulamak suretiyle belirlenmiştir (Richards, 1954). Hacim ağırlığı; alınmış bozulmamış toprak örneklerinde (Blake ve Hartge, 1986), elektriksel iletkenlik; saturasyon çamurunda kondaktivi metre aleti kullanılarak belirlenmiştir (Soil Survey Staff, 1992). Organik madde; Walkley-Black yönteminin Jackson tarafından modifiye edilmiş şekli ile yapılmıştır (Jackson, 1958). Entisol ve Inceptisol

toprakların çalışma alanı içerisinde dağılım alanları Şekil 1' de gösterilmiştir. Arazide her profile ait horizonlarda civalı cam termometre ile (Sterling ve Jaskson, 1986) toprak sıcaklık ölçümleri yapılmıştır.

Ölçülen sıcaklık değerlerinden kullanılarak, toprağın katmanındaki ısısal yayılım katsayısı eşitlik 1' e göre hesaplanmıştır.

$$a = \frac{w(x_i - x_{i+1})^2}{2(\ln(A_i / A_{i+1}))^2} \quad (i=1, n) \quad (1)$$

Burada; A_i ve A_{i+1} uygun olarak toprağın x_i ve x_{i+1} derinliklerine ait sıcaklık amplitütü;

$$w = 2\pi / P = \frac{6,28}{86400sn} \approx 0.0000727sn^{-1} \text{ -açısal}$$

frekansdır (Trombotto ve Borzotta, 2009; Correia vd., 2012; Arias-Penas vd, 2015). İstatistik hesaplamalar için MINİTAB-32 paket programından yararlanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma Topraklarının Sınıflaması, Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Çalışma alanı toprakları % 0,0-0,2 eğime sahip taban arazilerde yayılım gösteren Yeşilirmak'ın biriktirmiş olduğu alüvyon depozitler üzerinde oluşmuşlardır. Arazide yapılan morfolojik çalışmaların yanı sıra laboratuvar analiz sonuçları dikkate alınarak Toprak Taksonomisine (Soil Survey Staff, 1999) göre dört alt grup içerisinde sınıflandırılmıştır. Çalışma alanı topraklarının toprak taksonomisine göre sınıflandırılması, toprakların pedogenetik özellikleri ile üst tanı horizonları (epipedon) ve bunların altında bulunan yüzey altı tanı horizonları ve özelliklerine göre yapılmıştır. Toprakların oluşum süreci sonrası oluşan bazı yüzey üstü ve yüzey altı tanı horizonları saptanmış ve bunlar Entisol ve Inceptisol ordolarına yerleştirilmiştir

Toprak profil numaraları 1, 2 ve 3 no' lu profiller zayıf profil gelişim göstermeleri sonucu Entisol ordosunda sınıflandırılmıştır. Profiller akarsuyla taşınmış fluventik materyal üzerinde yer almaları nedeniyle Fluvent altodosuna, Ustik nem rejimlerinden dolayı Ustifluent büyük grubuna dahil edilmişlerdir. 1 nolu toprak büyük gruplarının tüm özelliklerini içermeleri nedeniyle Typic Ustifluent alt grubuna sınıflandırılırken, 2 ve 3 no' lu profiller yüzeyde mollic özellik bulunmasından dolayı (özellikle renk 10 YR 3/3, kuru ve 10 YR 3/2, nemli) Mollic Ustifluent alt grubuna dahil edilmiştir.

Profil numaraları 4 ve 5 olan topraklar cambic yüzey altı horizon içermeleri nedeniyle Inceptisol ordosuna, ustic nem rejimleri nedeniyle Ustep alt ordosuna, Haplustept büyük grubuna dahil edilmiştir. 4 nolu profil yüzeyde vertic özellikler göstermesi nedeniyle Vertic Haplustept alt grubuna, 5 nolu profil is büyük grubun tüm özelliklerin taşınması nedeniyle Typic Haplustept dahil edilmiştir.

Inceptisol topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1’de gösterilmiştir. Inceptisol toprakların EC değerleri düşük olup 0,01 ile 0,06 dS m⁻¹ arasında değişmektedir. Bünye Vertic Haplustept ve Typic Haplustept toprakların genetik horizonlarında killi olup, kil içeriği % 39 ile 71,8 arasında değişmektedir. Toprakların bünye dağılımı su tutma özelliği ile yakından ilişkili olup, kil içeriği yüksek horizonlarda tarla kapasitesinin değeri yüksek olmaktadır. Tarla kapasitesi Typic Haplustept topraklarda daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Entisol topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ise Çizelge 2’de verilmiştir. Toprakların EC değerleri 0,03 ile 0,19 dS m⁻¹ arasında değişmektedir.

Organik madde her iki toprakta yüzeyde yüksek miktarda iken (> % 3,0) bu değer derinlik artışına bağlı olarak azalma göstermektedir. Toprakların hacim ağırlığı çok değişkenlik gösterip 1,19 ile 1,55 g cm⁻³ arasında değişmektedir.

Toprakların bünye dağılımları, Typic Ustifluent olarak tanımlanan profil 4 ile Mollic Ustifluent olarak tanımlanan profil 8’ de tınlı bünyeye sahiptir. Mollic Ustifluent sınıflandırılan 5 no’ lu profilin yüzey toprağı kumlu tın, yüzey altı horizon ise siltli killidir. Toprakların kum içeriklerinin yüksek oluşu hacim ağırlıklarının yüksek, buna karşın su tutma kapasitelerinin düşük olmasına neden olmaktadır.

Çizelge 1. Inceptisol toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of the Inceptisol

Horizon	Derinlik cm	EC dS m ⁻¹	OM %	Bünye			Sınıf	H.A g cm ⁻³	W %
				Kil %	Silt %	Kum %			
Vertic Haplustept									
Ap	0-23	0,06	3,93	69,3	19,5	11,2	C	1,22	36,2
Bw1	23-58	0,08	2,49	64,5	28,0	7,5	C	1,19	37,7
Bw2	58-90	0,04	1,65	39,0	36,2	24,8	C	1,39	27,0
C1	90+	0,11	1,01	21,8	31,3	46,9	SL	1,55	16,7
Typic Haplustept									
Ap	0-30	0,01	3,15	40,9	29,6	29,5	C	1,35	28,2
Bw1	30-64	0,01	3,08	67,1	22,5	10,4	C	1,22	36,7
Bw2	64-107	0,07	1,38	71,8	19,6	8,6	C	1,20	38,3
C	107+	0,03	0,35	64,8	23,9	11,2	C	1,21	38,7

EC: Elektriksel iletkenlik OM: Organik madde, HA: Hacim ağırlığı, W: Tarla kapasitesi

Çizelge 2. Entisol toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 2. Some physical and chemical properties of the Entisol

Horizon	Derinlik cm	EC dS m ⁻¹	OM %	Bünye			Sınıf	HA g cm ⁻³	W %
				Kil %	Silt %	Kum %			
Typic Ustifluent									
Ap	0-18	0,08	3,96	21,6	45,5	32,8	L	1,31	23,8
A2	18-37	0,11	2,47	17,7	37,4	44,9	L	1,44	18,1
C	37+	0,13	1,01	7,1	10,6	82,3	LS	1,52	6,9
Mollic Ustifluent-1									
Ap	0-21	0,11	4,17	19,8	21,1	59,1	SL	1,38	19,1
A2	21-55	0,06	2,85	43,9	42,6	13,5	SiC	1,27	31,8
C	55+	-	-	-	-	-	-	-	-
Mollic Ustifluent-2									
A	0-15	0,03	5,20	Kil	Silt	Kum	L	1,25	26,9
C1	15-47	0,19	1,47	26,0	37,7	36,3	L	1,49	19,1
C2	47+	-	-	21,8	43,4	34,8	-	-	-

EC: Elektriksel iletkenlik OM: Organik madde, HA: Hacim ağırlığı, W: Tarla kapasitesi

Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Termal Özellikleri

Çalışma alanında yer alan toprak horizonlarında ölçülen sıcaklık değerlerine bağlı olarak, horizonlardaki amplitüt ve ısısal yayılım katsayıları, sırasıyla $A=T_m-T_{ort}$. (T_m =horizondaki maksimum; T_{ort} =ortalama sıcaklıktır) ve eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmıştır.

Inceptisol topraklarının bazı termal özellikleri Çizelge 3'de gösterilmiştir. Çizelge 3'den görüldüğü gibi, inceptisol topraklarda en düşük maksimum ve minimum sıcaklık sırasıyla 14,4 °C ve 10,7 °C olup, Typic Haplustept toprağın Bw2 (64-107 cm) horizonunda; en yüksek maksimum ve minimum sıcaklık değerleri ise (uygun olarak 35,9 °C ve 20,5 °C) Vertic Haplustept toprağın yüzeyinde saptanmıştır. Ortalama günlük sıcaklık durumu ise, Vertic Haplustept toprağın yüzeyinde en yüksek (26,7 °C); Typic Haplustept toprağın C (107+ cm) ana materyalinde en düşük (13,4 °C) olarak belirlenmiştir. Sıcaklığın horizonlardaki değişimi, maksimum ve ortalama sıcaklıklarda daha fazla olmaktadır.

Entisol topraklarının bazı termal özellikleri Çizelge 4'de verilmiştir. Entisol topraklarda en düşük (16,5 °C) ortalama günlük sıcaklık Mollic Ustifluent olarak sınıflandırılan profil 3'e ait olan C2 (47+ cm) horizonunda belirlenirken, en yüksek ortalama günlük sıcaklık ise profil 2'in yüzeyinde tespit edilmiştir. Maksimum sıcaklıkta en düşük (18,6 °C) değer Typic fluvent toprağın A2 (18-37 cm) horizonunda, en yüksek değer (37,0 °C) değer ise Mollic Ustifluent (profil 2) yüzeyinde belirlenmiştir. Minimum sıcaklık değerlerinde en düşük (12,5 °C) sıcaklık değeri Typic Ustifluent'in A2 (18-37 cm) horizonunda, en yüksek değer (24,5 °C) ise Mollic Ustifluent'in yüzeyinde

saptanmıştır. Entisol topraklarda da ortalama günlük, maksimum ve minimum sıcaklık değerlerindeki değişim yukarı horizonlarda fazla, aşağı horizonlarda ise çok düşük olmaktadır.

Toprak katmanlarındaki sıcaklık dalgalarının amplitütü, teorik olarak toprak derinliği boyunca eksponiyonal olarak azalmaktadır. Eğer derinlik aritmetik olarak artarsa, amplitüt geometrik olarak azalmaktadır. Toprak özellikleriyle beraber, toprak katmanlarının ortalama ve maksimum sıcaklığı amplitütü önemli düzeyde etkilemektedir. Inceptisol toprakların Vertic Haplustept toprakların amplitüt değerleri yüksek olup, 1,2-9,2 °C; Typic Haplustept topraklarda ise düşük olup 0,6-5,8 °C arasında değişmektedir. Entisol topraklarda ise amplitüt değerleri 1,5-7,8 °C arasında saptanmıştır (Çizelge 3 ve 4). Toprakların alt horizonlarında ortalama sıcaklığın ve zamana göre sıcaklık değişiminin düşük olması, amplitütün azalmasına neden olan önemli faktörlerdir.

Inceptisol toprakların ısısal yayılım katsayısı yüksek olup, Vertic Haplustept olarak sınıflandırılan toprak profilinde $5,52 \cdot 10^{-6}$ - $8,76 \cdot 10^{-6}$ m^2sn^{-1} arasında, Typic Haplustept olarak sınıflandırılan toprak profilinde ise $6,17 \cdot 10^{-6}$ - $9,36 \cdot 10^{-6}$ m^2sn^{-1} aralığında değişmektedir. Vertic Haplustept sınıfındaki toprakların Bw1 (23-58 cm) horizonunda tarla kapasitesinin fazla (% 37,7) olması, ısısal yayılımın da yüksek olmasına etki yapmaktadır. Bw2 (58-90 cm) horizonunda tarla kapasitesinin az, hacim ağırlığının ise fazla olmasından dolayı, Ap horizonu ile karşılaştırıldığında ısısal yayılım nispeten yüksek bulunmuştur. Üst horizonlarda kil

Çizelge 3. Inceptisol toprakların sıcaklık (°C), amplitüt (°C) ve ısısal yayılım (m^2sn^{-1}) değerleri

Table 3. Temperature (°C), amplitude (°C) and thermal diffusion (m^2sn^{-1}) values of Inceptisol

Horizon	Derinlik cm	Sıcaklık (°C)			Ai/Ai+1	a
		Minimum	Maksimum	Ortalama		
Vertic Haplustept						
-	0	20,5	35,9	26,7	9,2	
Ap	0-23	12,3	20,4	15,3	9,2/5,1	$5,52 \cdot 10^{-6}$
Bw1	23-58	12,0	19,7	17,2	5,1/2,5	$8,76 \cdot 10^{-6}$
Bw2	58-90	11,4	16,5	15,3	2,5/1,2	$6,91 \cdot 10^{-6}$
C1	90+			15,1		
Typic Haplustept						
-	0	18,4	29,7	23,9	5,8	
Ap	0-30	14,1	20,0	17,2	5,8/2,8	$6,17 \cdot 10^{-6}$
Bw1	30-64	12,8	17,0	15,6	2,8/1,4	$8,74 \cdot 10^{-6}$
Bw2	64-107	10,7	14,4	13,8	1,4/0,6	$9,36 \cdot 10^{-6}$
C	107+			13,4		

Çizelge 4. Entisol toprakların sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), amplitüt ($^{\circ}\text{C}$) ve ısısal yayılım (m^2sn^{-1}) değerleri

Table 4. Temperature ($^{\circ}\text{C}$), amplitude ($^{\circ}\text{C}$) and thermal diffusion (m^2sn^{-1}) values of Entisol

Horizon	Derinlik, cm	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)			A_i/A_{i+1}	a
		Minimum	Maksimum	Ortalama		
<i>Typic Ustifluent</i>						
	0	19,5	32,6	24,8	7,8	
Ap	0-18	13,0	20,4	17,0	7,8/3,4	$1,71 \cdot 10^{-6}$
A2	18-37	12,5	18,6	17,1	3,4/1,5	$1,96 \cdot 10^{-6}$
C	37+			16,8		
<i>Mollic Ustifluent-1</i>						
	0	24,5	37,0	28,8	8,2	
Ap	0-21	13,7	20,6	16,1	8,2/4,5	$4,45 \cdot 10^{-6}$
A2	21-55	13,9	18,8	16,6	4,5/2,2	$8,20 \cdot 10^{-6}$
C	55+					
<i>Mollic Ustifluent-2</i>						
	0	20,1	33,4	26,7	6,7	
A	0-15	14,8	21,2	18,0	6,7/3,2	$1,50 \cdot 10^{-6}$
C1	15-47	13,5	18,9	17,4	3,2/1,5	$6,48 \cdot 10^{-6}$
C2	47+			16,5		

miktarının fazla olması, ısısal yayılımın artışının nedenlerinden biri olmaktadır. Organik maddenin fazla bulunduğu Ap (0-23 cm) horizonunda ısısal yayılım katsayısı düşük ($5,52 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$) bulunmuştur. EC değerlerinin düşük aralıkta değişiminin, ısısal yayılımın değişimine etki yapmadığı söz konusu olabilir. Isısal yayılım toprağın pulluk tabakası (Ap horizonu) dışındaki diğer horizonlarda, nem içeriği tarla kapasitesindeyken daha yüksek değerler almakta, fakat doygunluk noktasında ise daha düşük değerlere ulaşmaktadır (Kurtener, Chudnovskii, 1979; Voronin, 1986; Ekberli vd., 2005). Typic Haplustept topraklarda tarla kapasitesi (% 38,3) ve kil içeriği (% 71,8) yüksek olması nedeniyle, ısısal yayılım da yüksek ($9,36 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$) olarak belirlenmiştir. Yine bu topraklardaki Ap (0-30 cm) horizonunda organik madde içeriğinin yüksek olmasına karşın, ısısal yayılım ise diğer katmanlarla karşılaştırıldığında düşük ($6,17 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$) olmaktadır. Yüzey altı horizonlarda derinlik artışıyla beraber amplitütün azalması, kil miktarının artması, hacim ağırlığının düşük değişimi, organik maddenin ise azalması, ısısal yayılımın artmasına etki yapan faktörlerdendir.

Entisol toprakların Typic Ustifluent'in Ap (0-18 cm) ve A2 (18-37 cm) horizonlarında tarla kapasitesi ve kil miktarının düşük, organik madde miktarının fazla olması nedeniyle ısısal yayılım düşük ($1,70 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$ ve $1,96 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2\text{sn}^{-1}$) olarak belirlenmiştir. Ayrıca hacim ağırlığının artışı da ısısal yayılımın artışına etki yapmaktadır. Mollic Ustifluent olarak sınıflandırılan topraklarda ise alt horizonlara doğru

tarla kapasitesindeki önemli artış, ısısal yayılımın da artışına neden olabilmektedir. Dolayısıyla, Mollic Ustifluent olarak sınıflandırılan 2 nolu profile ait toprakların A2 (21-55) horizonunda ısısal yayılım, Ap (0-21 cm) horizonu ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu ($8,20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$) bulunmuştur. Profil 3'ün (Mollic Ustifluent) A (0-15 cm) horizonunda organik madde yüksek, ısısal yayılım katsayısı ise düşük ($1,50 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$) olarak belirlenmiştir. Buna karşılık, C1 (15-47 cm) horizonunda ise, organik madde düşük, ısısal yayılım ise yüksek ($6,48 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$) olarak saptanmıştır (Çizelge 4).

Genel olarak, iklimsel faktörlerle beraber ısısal yayıma önemli düzeyde etki yapan toprak özelliklerindeki düzensiz değişim, toprak özelliklerinin bir birine olan karşılıklı etkisi vb. ısısal yayılımın da farklı değerlere sahip olmasına sebep olmaktadır (Arkhangel'skaya vd., 2005; Tikhonravova, 2007; Arkhangel'skaya ve Umarova, 2008). Araştırma topraklarının horizonları çoğunlukla killi ve killi tın bünyeye sahiptir. EC değerleri ise $0,01-0,13 \text{ dS m}^{-1}$ arasında değişmektedir. Killi ve killi tın bünyeye sahip topraklardaki ısı yayılımı, toprağın katı fazının içerdiği toprak zerrecikleri ve tuz bileşenlerinin temas aralıklarından geçen ısı iletkenliğinin; toprak havası ortamında oluşan ısısal ışınım ve konveksiyon süreçlerinin yardımıyla gerçekleşmektedir. Tuz miktarının artışı temas aralıklarının fazla olmasına, dolayısıyla ısı iletkenliğinin artışına neden olmaktadır. Isısal yayılım ise, ısı iletkenliği ile doğrusal, ısı kapasitesiyle ters orantılı olduğundan, fazla tuz miktarında daha fazladır. Araştırma profillerinin

horizonlarında tuz miktarı az, değişimi ise dar aralıkta gerçekleştiği için, tuz miktarına bağlı olarak ısısal yayınımda düzenli artış izlenmemektedir.

Isısal Yayınım Katsayısıyla Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Isısal yayınının toprağın stabil ve stabil olmayan toprak özelliklerine (OM, özgül ağırlık, nem, sıcaklık, kil, silt, kum, tarla kapasitesi vb.) bağlı olarak belirlenmesinde, farklı matematiksel modeller kullanılmaktadır (Tikhonravova ve Khitrov, 2003, Tikhonravova ve Frid, 2008; Arkhangel'skaya, 2009). Tikhonravova (1991) tarafından yapılan bir araştırmada, toprağın genetik horizonlarındaki hacimsel nem içeriğiyle ısısal yayınım arasında modeller oluşturulmuştur.

Toprağın katı, sıvı ve gaz ortamlarını oluşturan bileşenleri farklı termofiziksel özelliklere sahip olduğundan, topraktaki ısı yayını bu ortamların uygun olarak oluşturduğu ısı iletkenliği, ısısal ışınım, konveksiyon süreçlerinden oluşmaktadır. Bu nedenle, heterojen yapıya sahip olan toprağın ısısal yayınına çok sayıda toprak bileşenleri etki yapmakta ve farklı toprak özelliklerine bağlı olarak farklı regresyon modellerinin yapılması mümkün olmaktadır. Tikhonravova ve Khitrov (2003)'a göre, toprak özelliklerine bağlı olarak ısısal yayınının kesin bir modelinin yapılması imkansız olmakta, yapılan regresyon modellerinin ısısal yayınıma önemli düzeyde etki yapan minimum sayıda parametrelerden oluşumu ise, modellerin bölgesel düzeyde uygulanmasını kolaylaştırmaktadır.

İstatistik analiz sonucunda belirlenmiştir ki; Inceptisol ve Entisol olarak sınıflandırılan toprakların ısısal yayınım katsayısı ile tarla kapasitesi arasındaki ilişki $p < 0.01$ ihtimal düzeyinde önemlidir ($p = 0,014$; $R = 0,68$). Isısal yayınım katsayısı ve tarla kapasitesi arasındaki regresyon ilişkisi aşağıdaki gibi belirlenmiştir (Eşitlik 2).

$$a \cdot 10^6 = 0.014W^2 - 0.52W + 8.79 \quad (R^2 = 0.51) \quad (2)$$

Eşitlik 3' de verilen denklemden görüldüğü gibi, tarla kapasitesinin değişim aralığında ısısal yayınım katsayısı pozitif değerler almaktadır. Tarla kapasitesinin % 6,9-38,7 aralığında değişimi durumunda, eşitlik 2' de verilen denkleme göre $\left(\frac{dW}{da} = 0\right)$ koşulundan) $W = \% 18,57$ değerinde, ısısal yayınım teorik olarak $3,96 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$ minimum değerini almaktadır. Maksimum değer ise; $a (\% 387) = 9,63 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$ olmaktadır. Teorik ve deneysel

değerler arasındaki farklılıkların nedeni, ısısal yayınım katsayısının özgür özelliği olan düzensiz değişim, diğer toprak özelliklerinin ve iklim faktörünün ısısal yayınıma olan etkisi olabileceği düşünülmektedir.

Isısal yayınım katsayısı ile organik madde, kil ve kum arasındaki ilişki ise sırasıyla $p < 0,05$ ($p = 0,031$; $R = -0,62$), $p < 0,01$ ($p = 0,005$; $R = 0,75$), $p < 0,01$ ($p = 0,008$; $R = -0,72$), ihtimal düzeyinde önemli olarak saptanmıştır. Doğrusal regresyon ilişkisi ise eşitlik 3' de ifade edilmiştir.

$$a \cdot 10^6 = 0.327W - 1.540M + 0.019Kil + 0.073Kum - 1.68 \quad (R^2 = 0.79) \quad (3)$$

Doğrusal olmayan regresyon ilişkileri ise, aşağıda verilen eşitlik 4, 5 ve 6' da verilen biçimde elde edilmiştir.

$$a \cdot 10^6 = 0.432W - 0.007Kil + 0.095Kum - 0.2690M^2 - 6.0 \quad (R^2 = 0.81) \quad (4)$$

$$a \cdot 10^6 = 0.004W^2 - 0.2080M^2 + 4.42 \quad (R^2 = 0.78) \quad (5)$$

$$a \cdot 10^6 = 0.0009Kil^2 - 0.1890M^2 + 5.85 \quad (R^2 = 0.74) \quad (6)$$

(4)-(6) regresyon ilişkilerinden de görüldüğü gibi, tarla kapasitesinin artışı toprağın ısı iletkenliği artışına, organik maddenin artışı ise azalmasına neden olmaktadır. Kil ve kumun etkisi ise, toprakların kil ve kum oranına bağlı olmaktadır.

SONUÇLAR

Araştırma ile Inceptisol ve Entisol ordoları altında sınıflandırılan 4 alt grubun termal özellikleri ve bazı toprak özellikleri ve bunların arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Araştırma sonuçları, üzerinde çalışılan alt grupların yer aldığı Inceptisol ve Entisol ordoları başlığı altında karşılaştırmalı olarak yorumlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, Inceptisol ve Entisol toprakların üst horizonları arasındaki sıcaklık farkı yüksek olmakta, alt horizonlara doğru ise bu fark azalmaktadır. Dolayısıyla, aşağı horizonlarda sıcaklık değişiminin sabitleşme süreçleri başlamaktadır. Yukarı horizonlarda yüksek olan amplitüt değerleri, aşağı katmanlara doğru azalmaktadır. Horizonlar arasındaki farklı mesafelerde, diğer faktörlerle beraber amplitüt değişimine önemli düzeyde etki yapmaktadır. Isısal yayınım katsayısı aşağı horizonlara doğru artmaktadır. Typic Ustifluent olarak sınıflandırılan toprakta ısısal yayınım katsayısı en düşük, Typic Haplustept olarak sınıflandırılan toprakta ise en yüksek olarak gerçekleşmiştir. Isısal yayınım katsayısı yüksek olan aşağı horizonların ısınması ve soğuması daha çabuk gerçekleşmektedir. Organik maddenin fazla olması ısısal yayınının azalmasına, tarla kapasitesi ve kil miktarının fazla olması ise artmasına neden

olmaktadır. Değişim aralığı çok düşük olan parametrelerin (EC, HA) ise, ısısal yayınıma etkisinin az olması düşünülmektedir. Toprakların ısısal yayınıma katsayısının detaylı olarak araştırılması, optimum sıcaklık ortamının oluşturulması için gerekli yöntemlerin belirlenmesinde önemli olduğundan, farklı iklim ve toprak koşullarında daha fazla araştırmanın yapılmasını gerektirmektedir

KAYNAKLAR

- Arias-Penas D, Castro-Garcia M P, Rey-Ronco M A, Alonso-Sanchez T (2015). Determining the thermal diffusivity of the ground based on subsoil temperatures. Preliminary results of an experimental geothermal borehole study Q-THERMIE-UNIOVI. *Geothermics*, 54: 35-42.
- Arkhangel'skaya T A (2009). Parameterization and mathematical modeling of the dependence of soil thermal diffusivity on the water content. *Eurasian Soil Science*, 42(2): 162-172.
- Arkhangel'skaya, T A (2004). Thermal diffusivity of gray forest soils in the Vladimir Opolie region. *Pocvovedeniye*, 3: 332-342.
- Arkhangel'skaya, T A, Guber A K, Mazirov M A, Prokhorov M V (2005). The temperature regime of soils in Vladimir Opolie Region. *Pocvovedeniye*, 7: 832-843.
- Arkhangel'skaya, T A, Umarova A B (2008). Thermal diffusivity and temperature regime of soils in large lysimeters of the experimental soil station of Moscow State University. *Pocvovedeniye*, 3: 311-320.
- Blake G R, Hartge K H (1986). Bulk Density and Particle Density. In: *Methods of Soil Analysis, Part I, Physical and Mineralogical Methods*. p: 363-381. ASA and SSSA Agronomy Monograph no: 9(2nd ed), Madison
- Bouyoucos G J (1951). A Recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*. 43: 9
- Correia A, Vieira G, Ramos M (2012). Thermal conductivity and thermal diffusivity of cores from a 26 meter deep borehole drilled in Livingston Island, Maritime Antarctic. *Geomorphology*, 155(156): 7-11.
- Diñç U, Kapur S, Özbek H, Şenol S (1987). Toprak Genesisi ve Sınıflandırması. Adana: Çukurova Üniversitesi Basımevi. Ç.Ü. Yayınları Ders Kitabı, No 7.1.3.
- Ekberli İ, Gülser C (2014). Estimation of soil temperature by heat conductivity equation. *Vestnik Bashkir State Agrarian University (Вестник Башкирского Государственного Аграрного Университета)*, 2 (30):12-15.
- Ekberli İ, Gülser C, Özdemir N (2015). Toprakta ısı iletkenliğine etki yapan ısısal parametrelerin teorik incelemesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(3): 300-306.
- Ekberli İ, Gülser C, Özdemir N (2005). Toprakların termofiziksel özellikleri ve ısısal yayınıma katsayısının değerlendirilmesi. O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi, 20(2): 85-91.
- Ekberli İ, Sarılar Y (2015). Toprak sıcaklığı ve ısısal yayınıma belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(1): 74-85.
- Gao Z, Bian L, Hu Y, Wan L, Fan J (2007). Determination of soil temperature in an arid region. *Journal of Arid Environments*, 71: 57-168.
- Ghuman B S, Lal R (1985). Thermal conductivity, thermal diffusivity and thermal capacity of some Nigerian soils. *Soil Sci.*, 139: 74-80.
- Gülser C, Ekberli İ (2004). A comparison of estimated and measured diurnal soil temperature through a clay soil depth. *J. of Applied Sci.*, 4(3): 418-423.
- Gülser C, Ekberli İ (2002). Toprak sıcaklığının profil boyunca değişimi. O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi, 17(3): 43-47.
- Hinkel K M (1997). Estimating seasonal values of thermal diffusivity in thawed and frozen soils using temperature time series. *Cold Regions Science and Technology*, 26:1-15.
- Jackson M L (1958). *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Jenny H (1980). *Factors of Soil Formation*. McGraw-Hill, Newyork, p 281
- Kurtener D A, Chudnovskii A F (1979). Toprakların ısı düzenlenmesinde agrometeorolojik temeller Leningrad, Gidrometeoizdat, 231s. (Rusça).
- Onder O, Özgener L, Tester J W (2013). A practical approach to predict soil temperature variations for geothermal (ground) heat exchangers applications. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 62: 473-480.
- Passerat de Silans A M, Monteny B A, Lhomme J P (1996). Apparent soil thermal diffusivity, a case study: HAPEX-Sahel experiment. *Agricultural and Forest Meteorology*, 81: 201-216.
- Richards LA (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*. U.S. Dept. Agr. Handbook, 60, 109. Riverside.
- Soil Survey Staff (1992). *Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey*. Soil Surv. Invest. Rep. I. U.S. Gov. Print. Office, Washington D.C. USA.
- Soil Survey Staff (1993). *Soil Survey Manual*, USDA. Handbook No: 18 Washington D.C.
- Soil Survey Staff (1999). *Soil Taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey*. U.S.D.A Handbook No: 436, Washington D.C.
- Sterling A T, Jackson R D (1986). Temperature. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. Agronomy Monograph No: 9, ASA, SSSA, Madison WI.
- Tanju Ö (1996). *Toprak Genesisi ve Sınıflandırma*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No: 1472, Ders Kitabı No: 437, Ankara.
- Tikhonravova P I (1991). Assessment of the thermophysical properties of soils in the transvolga Solonetzic Complex. *Pochvovedenie*, 5: 50-61.
- Tikhonravova P I (2007). Effect of the water content on the thermal diffusivity og clay loams with different degrees of salinization ih the Transvolga region. *Pocvovedeniye*, 1: 55-59.
- Tikhonravova P I, Frid A S (2008). Mathematical Models of thermal diffusivity in solonetz soils in the Trans-Volga Region of Volgograd oblast. *Eurasian Soil Science*, 41(2): 190-201.
- Tikhonravova P I, Khitrov N B (2003). Estimation of thermal conductivity in Vertisols of the Central Ciscaucasus region. *Pocvovedeniye*, 3: 342-351.

Trombotto D, Borzotta E (2009). Indicators of present global warming through changes in active layer-thickness, estimation of thermal diffusivity and geomorphological observations in the Morenas Coloradas rockglacier, Central Andes of Mendoza, Argentina. *Cold Regions Science and Technology*, 55: 321–330.

Usowicz B, Kossowski J, Baranowski P (1996). Spatial variability of soil thermal properties in cultivated fields. *Soil & Tillage Research*, 39: 85-100.

Verhoef A, van den Hurk B J J M, Jacobs A F G, Heusinkveld B G (1996). Thermal soil properties for vineyard (EFEDA-I) and savanna (HAPEXSahel) sites. *Agricultural and Forest Meteorology*, 78: 1-18.

Voronin A D (1986). *Basic Physics of Soils* (Mosk. Gos. Univ., Moscow), 246 p. (in Russian).

Wang Z H, Bou-Zeid E (2012). A novel approach for the estimation of soil ground heat flux. *Agricultural and Forest Meteorology*, 154– 155: 214-221.

Farklı Çinko Uygulamalarının Aspir Bitkisinin Verimi ve Çinko Alımı Üzerine Etkisi

Nurdilek GÜLMEZOĞLU*

Zehra AYTAÇ

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Eskişehir
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail) : dgulmez@ogu.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 25.04.2016

Kabul tarihi (Accepted) : 07.09.2016

DOI : 10.21657/topraksu.269042

Öz

Bu araştırma, aspir bitkisine topraktan ve yapraktan uygulanan çinko (Zn) EDTA (Etilendiamintetraasetik asit) ve Zn sülfat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) kaynaklarının verim ve çinko içeriği üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada çinko kaynakları kontrol, topraktan Zn-EDTA, yapraktan Zn-EDTA, toprak+yapraktan Zn-EDTA, topraktan $ZnSO_4$, yapraktan $ZnSO_4$, toprak+yapraktan $ZnSO_4$ şeklinde uygulanmıştır. Çalışmada materyal olarak Remzibey-05 çeşidi kullanılmıştır. Bitkide tabla sayısı ve tane verimi ile birlikte çiçeklenme ve hasat zamanında gövde+yapraklardaki ve tanedeki çinko konsantrasyonu ve içerikleri belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, farklı çinko kaynakları ve uygulamaları tane verimini kontrole göre artırmıştır. Tane verimi, toprak+yapraktan Zn-EDTA uygulamasıyla, kontrole göre % 21, toprak+yapraktan $ZnSO_4$ uygulaması ile % 16 oranında arttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, aspir bitkisine toprak+yapraktan Zn-EDTA uygulamasıyla en yüksek tane verimi ve tane çinko içeriği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Carthamus tinctorius* L., çinko içerik, çinko sülfat, çinko şelat

The Influences of Various Zinc Applications on Seed Yield and Zinc Uptake of Safflower

Abstract

This study was conducted to determine the effects of the zinc (Zn) EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid) and Zn sulphate ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) sources on the yield and zinc content of seed at flowering and harvest stage of safflower. Zinc sources were applied in the forms of control, Zn-EDTA in soil, Zn-EDTA foliar spray, Zn-EDTA in soil + foliar spray, $ZnSO_4$ in soil, $ZnSO_4$ foliar spray and $ZnSO_4$ in soil + foliar spray. The safflower cv. Remzibey-05 was used as material. The head number per plant, the seed yield and the zinc concentration and content of stem+leaf and seed at flowering and harvest stage were investigated. According to the results, different sources and applications of zinc increased seed yield when it compared with control. The application of Zn-EDTA in soil+foliar spray increased the seed yield 21% whereas $ZnSO_4$ in soil + foliar spray increased seed yield 16% when it compared with the control. As a result, the highest seed yield and zinc content in seed of safflower were determined by the application of Zn-EDTA in soil+foliar spray.

Key Words: *Carthamus tinctorius* L., zinc content, zinc sulphate, zinc chelate

GİRİŞ

Bitkisel üretimde temel amaç birim alandan kaliteli ve yüksek verim almaktır. Verimi artırmak için de toprağın yapısı, verimlilik durumu ve özellikle de topraktaki besin elementlerinin bilinmesi gerekmektedir. Toprakta eksik olan elementlerin toprağa uygulanması ile verim ve kalite artışı sağlanabilir. Bitkilerin verimi ve kalitesi üzerine önemli besin maddeleri olan makroelementlerin yanında son yıllarda mikro besin elementlerindeki eksikliklerin de önemli verim kayıplarına yol açtığını belirlenmiştir (MacNaeidhe ve Fleming, 1988; Erdem, 2011). Mikro besin elementlerinden birisi olan çinko, bitki gelişimi için mutlak gerekli bir elementtir. Çinko, bitkide pek çok enzimde bulunmasının yanında, karbonhidrat, lipit, protein ve nükleik asit sentezlenmesinde ve parçalanmasında rol almaktadır (Cakmak 2000). Dünyada ve ülkemiz topraklarında çinko noksanlığı önemli bir problemdir. Türkiye toprakları çinkoyu, 10-300 ppm gibi yüksek düzeyde içermesine rağmen, toprakların % 81,2'lik bölümünde toprak pH'sının 7,0'nin üzerinde olması ve % 57,6'sında kireç içeriğinin % 5,0'in üzerinde olması çinko noksanlığının görülmesinin en büyük sebepleri arasındadır (Ülgen ve Yurtsever, 1984).

Yüksek pH, kireç, HCO_3^- , fosfor, bazı ağır metaller ve çok düşük organik madde içeriğine sahip problemleri alanlara çinkonun nasıl uygulanacağı önemli bir sorundur. Alınabilir çinko kapsamı düşük olan topraklarda çinko gübrelemesinin verimi büyük ölçüde arttırdığı belirlenen pek çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Brohi vd., 2000; Erdem, 2011). Bitkilere çinko uygulanması ile ilgili değişik uygulama yöntemleri mevcut olup, bunlar genellikle topraktan uygulama, yapraktan uygulama, tohuma bulaştırma, toprak+yapraktan uygulama şeklinde sıralanabilir. Bu uygulama şekillerinden bir ya da birkaçı ile çinko noksanlığı olan alanlarda verim ve kalitede önemli artışlar sağlamaktadır (Yılmaz vd., 1997). Ancak insan ve hayvan beslenmesi için önem taşıyan tane çinkosunun arttırılmasında çinko uygulama yöntemleri önemli farklılıklara yol açabilmektedir. Bu nedenle çinko noksanlığı olan alanlarda yapılacak olan yetiştiricilikte hem bitki gelişimi ve verimi hem de tane çinkosunun insan ve hayvan beslenmesi için önemli bir seviyede arttırılabilmesi bakımından farklı uygulama yöntemi ve/veya yöntem kombinasyonlarının etkisi her bitki tür ve çeşidi için ortaya konulması gerekmektedir.

Toprak koşullarına ve bitki özelliklerine göre uygun çinko formunun belirlenmesi de önemlidir. Çinko eksikliğinde inorganik tuz olan çinko sülfat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) genellikle çinko uygulamalarında kullanılan bir gübredir. Bir diğer çinko kaynağı ise çinko şelat (Zn-EDTA)'dır. Arpa ve buğdaya EDTA ve sülfat formunda çinko uygulanması ile ilgili yürütülen araştırmada, bitkilerin tane ve sap veriminin kontrole göre iki çinko formunda da arttığı, ancak Zn-EDTA formunun, diğer çinko kaynağından 1,4-1,7 oranında daha fazla artış sağladığı belirlenmiştir (Brennan, 1991). Acre ve Unaran (1997), EDTA formunda toprağa uygulanan çinkonun, toprakta alınabilir haldeki süresinin iki günden az olduğunu ve bu nedenle bitkilerin gelişme dönemlerinde yeteri kadar çinko bulamadıklarını belirlemişlerdir. Bu durum şelat bileşiğindeki çinkonun, kalsiyum veya demir ile yer değiştirerek yararlısız forma geçmesine bağlı olarak açıklanmıştır (Mengel ve Kirkby, 1982). Aspir bitkisine de çinko uygulama yöntemleri, dozları ve zamanlarının verim ve kalite üzerine etkisini belirlemek amaçlı değişik çalışmalar yürütülmüştür. Movahhedy-Dehnavy vd., (2009) üç aspir çeşidine, yapraktan ZnSO_4 'i rozet sonu ve çiçeklenme başında uygulamış ve çinko uygulamasının tohumdaki çinko ve tane protein içeriğini arttırdığını belirlemiştir. Bu çalışmada, aspir bitkisine topraktan, yapraktan ve hem toprak hem de yapraktan farklı formdaki çinko ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ve Zn-EDTA) uygulamalarının çiçeklenme ve hasat zamanında bitkinin tabla, tohum ve gövdesindeki çinko alımına, verim ve bazı verim öğelerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma Eskişehir koşullarında 2010 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme tarlasında yürütülmüştür. Deneme alanı $39^\circ 45' 55.38$ kuzey enlemleri ile $30^\circ 33' 02.27$ doğu boylamları arasında yer almakta olup ilin denizden yüksekliği 789 m'dir.

Denemenin yürütüldüğü yıl, toplam yağış miktarı (418,1 mm) uzun yıllar toplam yağış miktarından (331,6 mm) yüksek, ancak vejetatif büyüme için önemli olan Nisan ve Mayıs aylarında elde edilen aylık yağış miktarlarının uzun yıllar aynı aylara ait aylık yağış miktarının altındadır. Deneme yılının ortalama sıcaklık değeri ($12,8^\circ\text{C}$), uzun yıllar sıcaklık ortalamasının ($10,6^\circ\text{C}$) üstünde, yıllık ortalama nem

Çizelge 1. Deneme toprağının bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri

Table 1. Results of some physical and chemical analysis of soil

pH	Toplam Tuz (%)	Organik madde (%)	CaCO ₃ (%)	Tekstür (%)			Alınabilir (mg kg ⁻¹)					
				Kum	Silt	Kil	P	K	Zn	Fe	Mn	Cu
7,72	0,18	1,9	10,5	44,7	17,1	38,2	6,46	636,45	0,30	1,94	9,02	1,47

değeri (% 62,6) ise uzun yıllar ortalama nem değerine (% 63,8) benzer olarak belirlenmiştir.

Deneme alanının toprak özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. 0-30 cm derinliğinden alınan araştırma alanının toprak örneklerinde pH (toprak:su: 1:2.5) (Richards, 1954), toplam tuz (Richards, 1954), bünye (Bouyoucos, 1955), organik madde (Walkley ve Black, 1934), alınabilir fosfor (Olsen vd., 1954), potasyum (Caarson, 1980), demir, çinko, mangan, bakır (Lindsay ve Norvell, 1978) analizleri yapılmıştır. Araştırma alanının toprakları hafif alkalın, tuzsuz, tınlı, organik madde az, orta kireçli, alınabilir fosfor az, potasyum fazla, çinko az, demir az, mangan az ve bakırın yeterli seviyede olduğu belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978; FAO, 1990).

Araştırma, Remzibey aspir çeşidi kullanılarak, tesadüf blokları deneme desenine göre, üç tekerrürlü olarak 29.03.2010 tarihinde dekara 4 kg tohum gelecek şekilde kurulmuştur. Ekim, 3 m uzunluğundaki parsellere, sıra arası 45 cm ve her parselde 6 sıra olacak şekilde yapılmıştır. Ekimle birlikte toprağa 8 kg P₂O₅ da⁻¹ triple süperfosfat (% 44 P₂O₅) ve 10 kg azot da⁻¹ amonyum sülfat (% 20,5 N) olarak uygulanmıştır.

Çinko uygulamaları; kontrol (çinko uygulanmamış), toprağa Zn-EDTA, yaprağa Zn-EDTA, toprak+yaprağa Zn-EDTA, toprağa ZnSO₄, yaprağa ZnSO₄, toprak+yaprağa ZnSO₄ kombinasyonlarından oluşturulmuştur. Topraktan çinko miktarları, dekara 2,5 kg ZnSO₄.7H₂O (% 23 Zn) ve Zn-EDTA (% 15 Zn) gelecek şekilde ekimden önce bir kerede yüzeye sulandırılarak uygulanmış ve sonra toprak karıştırılmıştır. Yapraktan çinko uygulaması, bir kez sapa kalkma döneminde (ekimden 80 gün sonra) % 0,2 çinko ve bir kez de çiçeklenme döneminde (ekimden 95 gün sonra) % 0,2 çinko olmak üzere iki kez sırt pülverizatörü ile her iki gübreden uygulanmıştır. Kontrol parsellerinde ise toprağa ve bitkiye herhangi bir çinko uygulaması yapılmamıştır. Bitkilerin hasadı Ağustos ayı sonunda yapılmıştır.

Bitki örneklerinin çinko analizleri çiçeklenme sonunda ve hasatta olmak üzere her parselden tesadüfen seçilen 10 bitkide yapılmıştır. Kuru madde miktarının belirlenmesi için çiçeklenme döneminde bitkilerin tabla kısmı ayrı, gövde ve yapraklar beraber ve hasat zamanında bunlarla birlikte tohumlara da ayrılmış bitki örnekleri, % 0,1’lik HCl asit çözeltisinden geçirildikten sonra saf su ile yıkanarak 70°C’de kurutulup, kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Kurutulan bitkiler öğütüldükten sonra örneklerin çinko konsantrasyonunu belirlemek için 550°C’de 8 saat kül fırınında yakılmıştır. Yakılan örnekler % 3,3’lük HCl içinde çözündürülerek atomik absorpsiyon spektroskopisi cihazında çinko konsantrasyonları (mg kg⁻¹) belirlenmiştir. Bitki başına çinkonun toplam miktarı (içerik) bir bitkinin yeşil aksamı ve tohumlarının kuru ağırlığıyla çinko konsantrasyonu (mg kg⁻¹) çarpılarak (mg g bitki⁻¹) hesaplanmıştır.

Hasat zamanında, parsellerdeki bitkilere ait olan tohumlar tartılarak parsel verimleri bulunmuş, sonra bu değerler dekara çevrilerek dekara tohum verimi hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin MSTAT-C bilgisayar programı kullanılarak istatistiksel analizi yapılmış, ortalamalar arasındaki farklar Duncan ile belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Aspir bitkisine farklı içerikli çinko uygulamalarının çiçeklenme döneminde, gövde+yaprak kuru ağırlığında, hasat döneminde tek bitkiden elde edilen tohum veriminde önemli (p<0,01) etkinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Aspirin çiçeklenme döneminde alınan bitki örneklerinde en yüksek toplam tabla kuru ağırlığı toprak+yaprak’tan Zn-EDTA uygulaması ve gövde+yaprak kuru ağırlığı ise topraktan ZnSO₄ uygulamalarından elde edilmiştir. Hasat zamanı toplam tabla ağırlığını yapraktan Zn-EDTA, gövde+yaprak kuru ağırlığını topraktan ZnSO₄ ve tek bitki tane ağırlığını toprak+yapraktan Zn-EDTA uygulamaları arttırmıştır. Kontrol bitkileri iki örnekleme döneminde de en düşük ağırlıklara sahip olmuştur.

Çizelge 2. Aspir bitkisine uygulanan çinko formlarının çiçeklenme döneminde tek bitkide toplam tabla kuru ağırlığı ve gövde+yaprak kuru ağırlığı ile hasat döneminde tek bitkide toplam tabla kuru ağırlığı, gövde+yaprak kuru ağırlığı ve tane ağırlıklarına etkisi

Table 2. The effect of zinc forms on total dry weight of plant head per plant and total dry weight of stem+leaf per plant of safflower during flowering and harvest time and total seed weight per plant of safflower at harvest period.

Uygulamalar	Çiçeklenme		Hasat		
	Toplam Tabla (g bitki ⁻¹)	Gövde+Yaprak (g bitki ⁻¹)	Toplam Tabla (g bitki ⁻¹)	Gövde+Yaprak (g bitki ⁻¹)	Tane (g bitki ⁻¹)
Kontrol	13,12	83,33c	13,98	115,32	31,39d
Zn-EDTA Topraktan	14,02	110,93b	16,59	124,66	36,17c
Zn-EDTA Yapraktan	14,26	122,27ab	19,04	133,52	43,30a
Zn-EDTA Toprak+Yaprak	15,58	113,67b	16,93	127,71	43,90a
ZnSO ₄ Topraktan	13,92	127,63a	17,24	137,07	39,93b
ZnSO ₄ Yapraktan	14,16	116,67ab	16,63	133,11	42,77ab
ZnSO ₄ Toprak+Yaprak	14,58	109,07b	15,96	129,71	41,70ab
<i>F-test</i>	ö.d.	**	ö.d.	ö.d.	**

ö.d.: önemli değil, **: p<0,01.

Aspir bitkilerinin tabla ve gövde+yaprak kuru ağırlıkları çiçeklenme döneminde hasat zamanına göre daha düşük belirlenmiştir. Çinko uygulanmayan kontrol bitkilerine göre iki çinko formunun farklı uygulamaları aspir kuru ağırlığını artırdığı belirlenmiştir. Aspir bitkilerinin çiçeklenme döneminde en yüksek gövde+yaprak kuru ağırlığının topraktan uygulanan ZnSO₄ gübresinden belirlenmesi vejetatif dönemde bitkilerin kökten ZnSO₄ ile beslenmesinde katkısının yüksek olduğunu göstermektedir. Jan vd., (2016), çeltik bitkisinin vejetatif dönemde çinko sülfatın hızlı yarıyışlı hale geçmesinden, olgunluğa doğru ise yavaş yarıyışlı hale geçen çinko şelatından daha iyi yararlanarak bitkilerin geliştiğini bildirmiştir. Bununla birlikte aspir bitkisinin kök yapısının kuvvetli olması (Bayramin, 2006) nedeniyle özellikle kurak bölgelerde topraktaki sudan ve besin elementlerinden de en iyi şekilde faydalanabilmektedir.

Hasat zamanı tek bitki tabla sayısı ve tane verimine ait veriler Çizelge 3'de gösterilmiştir. Tek bitki tabla sayısına çinko formları ve uygulama

yöntemleri önemsiz, tane verimi üzerine ise önemli etkisinin (p<0,01) olduğu belirlenmiştir. En yüksek tane verimi (147,53 kg da⁻¹) toprak+yapraktan Zn-EDTA uygulamasından elde edilmiştir.

Toprak+yapraktan çinko uygulamalarından Zn-EDTA uygulamasıyla kontrole göre % 21 oranında tane veriminde artış belirlenirken, ZnSO₄'ün toprak+yapraktan uygulanması ile % 16 artış belirlenmiştir. Yapraktan çinko uygulamaları karşılaştırıldığında, ZnSO₄ % 18, Zn-EDTA % 15 oranında tane verimini artırmıştır. Bazı araştırmacılar buğdaya yapraktan püskürtülerek uygulanan çinkonun tane veriminde önemli düzeyde artışlar sağladığını belirtmiştir (Bayraklı vd., 1995; Kutman vd., 2010). MacNaeidhe ve Fleming (1988) arpada ve Brennan (1991) buğdayda yapraktan uygulanan çinko şelatın çinko sülfata göre tane verimini daha fazla artırdığını bildirmiştir. Modaihsh (1997) ise yapraktan uygulanan çinko sülfatın buğdayın tane verimini, Zn-EDTA'nın ise sap verimini artırdığını bildirmişlerdir. Toprakdan çinko uygulanmasında tane verimini kontrole göre Zn-EDTA % 12

Çizelge 3. Aspir bitkisine uygulanan çinko formlarının bitkide toplam tabla sayısı ve tane verimine etkisi

Table 3. The effect of zinc forms on total number of head per plant and seed yield of safflower

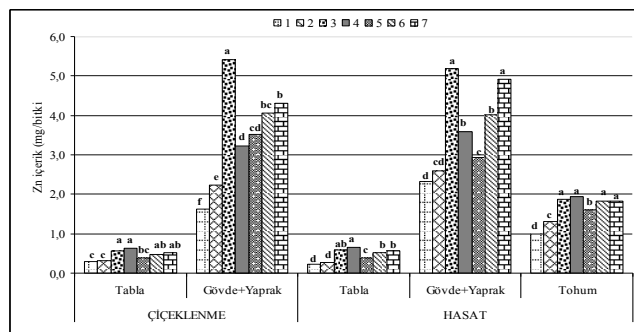
Uygulamalar	Bitkide Tabla Sayısı (adet)	Tane verimi (kg da ⁻¹)	Kontrole göre verim artışı (%)
Kontrol	9,07	121,54 d	-
Zn-EDTA Topraktan	10,67	136,12 bc	12
Zn-EDTA Yapraktan	11,53	139,54 abc	15
Zn-EDTA Toprak+Yaprak	11,47	147,53 a	21
ZnSO ₄ Topraktan	10,00	133,13 c	10
ZnSO ₄ Yapraktan	11,60	142,94 ab	18
ZnSO ₄ Toprak+Yaprak	10,73	141,21 abc	16
<i>F-test</i>	ö.d.	**	

ö.d.: önemli değil, **: p<0,01.

artırırken, $ZnSO_4$ % 10 artırmıştır. Taban vd., (1997), buğdayın tane verimini $Zn-EDTA$ 'nın $ZnSO_4$ 'dan daha fazla arttırdığını bildirmiştir. Ancak su stresi koşullarında $ZnSO_4$ formunun çinko şelat uygulamasına göre tohum verimini daha fazla artırdığını Lakzayi (2015) tarafından bildirilmiştir.

Aspir bitkisinin çiçeklenme ve hasat döneminde çinko konsantrasyonlarına ait ortalamalar ve uygulanan çinko formlarının etkileri Çizelge 4'de verilmiştir. Hem çiçeklenme hem de hasat zamanında bitki örneklerinin çinko konsantrasyonları istatistiksel olarak önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur. Çiçeklenme döneminde tablada çinko konsantrasyonu toprak+yapraktan $Zn-EDTA$ uygulamasından, gövde+yaprakta ise yapraktan $Zn-EDTA$ uygulamasından en yüksek değerler elde edilmiştir.

Hasat zamanında tablada en yüksek çinko konsantrasyonu toprak+yapraktan $Zn-EDTA$ uygulamasından, gövde+yaprak ve tohumda ise en yüksek çinko konsantrasyonu yapraktan $Zn-EDTA$ uygulamasında belirlenmiştir. Bazı araştırmacılar çeşitli bitkilere yapraktan çinko dozları uyguladıklarında, bitki aksamalarının çinko kapsamalarının arttığını belirtmişlerdir (Taban ve Alpaslan, 1996; Haslett vd., 2001; Kutman vd., 2010). Bu çalışmada da yapraktan ya da toprak+yapraktan $Zn-EDTA$ uygulamasının çiçeklenme ve hasatta aspir bitkisinin çinko konsantrasyonunu artırmıştır. Çinko sülfatın yapraktan uygulanmasında bitkinin çinko konsantrasyonu $Zn-EDTA$ uygulaması kadar



Şekil 1. Aspir bitkisine uygulanan çinko formlarının çiçeklenme ve hasat döneminde tabla, gövde+yaprak ve tane çinko içerikleri ($mg\ g\ bitki^{-1}$) (1: kontrol 2: $Zn-EDTA$ Topraktan, 3: $Zn-EDTA$ Yapraktan, 4: $Zn-EDTA$ Toprak+Yaprak, 5: $ZnSO_4$ Topraktan, 6: $ZnSO_4$ Yapraktan, 7: $ZnSO_4$ Toprak+Yaprak)

Figure 1. The effect of zinc forms on zinc contents ($mg\ g\ plant^{-1}$) of head, stem+leaf and seed during flowering and harvest period (1: Control, 2: $Zn-EDTA$ Soil, 3: $Zn-EDTA$ Leaf, 4: $Zn-EDTA$ Soil+ Leaf, 5: $ZnSO_4$ Soil, 6: $ZnSO_4$ Leaf, 7: $ZnSO_4$ Soil+ Leaf)

artırmamış olması, aspir bitkisinin yapraktan şelat formunda çinko alımının daha kolay olabileceğini gösterebilir. Bu durum püskürtülen çinko sülfatın yaprakta deformasyon ya da yanmalara ve çinko konsantrasyonunun düşük belirlenmesine sebep olduğunu düşündürmektedir. Haslett vd., (2001), genelde bitkilere yapraktan uygulanan çinko formlarının alımında fazla farkın bulunmadığını bildirmiştir. Jan vd., (2016), çeltik bitkisinde çinko sülfatın yapraktan uygulanmasıyla, $Zn-EDTA$ 'dan daha fazla tane ve sap kısmında çinko konsantrasyonunu artırdığını, $Zn-EDTA$ 'nın ise topraktan uygulanmasıyla tane ve sap kısmında çinko konsantrasyonunu artırdığını belirtmiştir. Elde edilen bulgular, bu araştırmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Farklı çinko formlarının çiçeklenme ve hasat döneminde, bitki aksamalarının çinko içeriklerine önemli etkisi ($p < 0,01$) belirlenmiştir (Şekil 1).

Çiçeklenme ve hasat dönemlerinde tablanın çinko alımı toprak+yapraktan $Zn-EDTA$ uygulamasından, gövde+yaprakın çinko alımı ise yapraktan $Zn-EDTA$ uygulanmasıyla en yüksek değer olarak tespit edilmiştir. Hasat döneminde tohumda en yüksek çinko alımı toprak+yapraktan $Zn-EDTA$ uygulamasından elde edilmiştir. Ancak hem yapraktan $Zn-EDTA$ ve $ZnSO_4$ hem de toprak+yapraktan $Zn-EDTA$ ve $ZnSO_4$ uygulamaları, tohumun çinko alımları bakımından istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve önemli bir fark belirlenmemiştir. Bu sonuç, $Zn-EDTA$ ve $ZnSO_4$ 'ın yapraktan veya toprak+yapraktan uygulanması, tohum verimine ve çinko konsantrasyonuna etkisinin topraktan uygulanmasına göre daha yüksek olarak belirlenmesinden kaynaklanmaktadır (Çizelge 4).

Daha önce yapılan çalışmalarda bitkilerin çinko alımına, çinkonun topraktan veya yapraktan uygulanmasının, bitki çeşidine ve yetiştirme şartlarına göre değiştiği saptanmıştır. Özellikle Haslett (2001) buğdaya yapraktan uygulanan çinko sülfatın etkin bir şekilde absorblanıp ve taşındığını belirtilirken, Goos vd., (2000) mısır bitkisine topraktan çinko şelat uygulamasının, bitkilerin çinko sülfattan daha fazla çinko içeriğine sahip olduğunu belirtmiştir. Ancak çinko şelatın zamanla alkalın toprakta azaldığını ve kalsiyum ile yer değiştirerek yararlı hale geçtiği de bildirmiştir (Mengel ve Kirkby, 1982).

Çizelge 4. Aspir bitkisine uygulanan çinko formlarının çiçeklenme ve hasat döneminde tabla, gövde+yaprak ve tanede çinko konsantrasyonları

Table 4. The effect of zinc forms on zinc concentrations of head, stem+leaf and seed during flowering and harvest period

Uygulamalar	Zn konsantrasyonu (mg kg ⁻¹)				
	Çiçeklenme		Hasat		
	Tabla	Gövde+Yaprak	Tabla	Gövde+Yaprak	Tohum
Kontrol	21,37e	19,55e	15,7d	20,19d	31,39d
Zn-EDTA Topraktan	21,90e	19,74e	16,7d	20,20d	36,17c
Zn-EDTA Yapraktan	39,00a	45,90a	30,5b	38,80a	46,30a
Zn-EDTA Toprak+Yaprak	40,10a	29,35d	38,2a	28,15c	43,90b
ZnSO ₄ Topraktan	27,85d	27,60d	23,3c	21,30d	39,93bc
ZnSO ₄ Yapraktan	31,40c	33,90c	30,9b	30,20b	42,77b
ZnSO ₄ Toprak+Yaprak	36,50b	39,55b	35,1a	37,87a	43,70b
<i>F-test</i>	**	**	**	**	**

** : p<0,01

SONUÇLAR

Araştırma sonuçlarına göre aspir bitkisinin tanesinde çinko içeriği yapraktan veya toprak+yapraktan uygulanan Zn-EDTA ile arttığı, tane verimini ise toprak+yapraktan Zn-EDTA uygulamasının arttırdığı tespit edilmiştir. Bu sonuç ile topraktan veya yapraktan uygulanan ZnSO₄ gübresinin, pH ve kireç içeriği yüksek topraklarda, aspir tohumunun çinko birikimine ve tane verimine etkisinin, Zn-EDTA'dan daha az olduğu, özellikle toprak+yapraktan uygulanan Zn-EDTA'nın en etkin çinko uygulama yöntemi olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Acre J P, Unaran D (1997). Üç değişik çinko gübresinin seftali ağaçlarında rozetleşme önlenmesindeki etkinlikleri. 1. Ulusal Çinko Kongresi. s: 265-272. 12-16 Mayıs, Eskişehir.

Bayraklı F, Sade B, Gezgin S, Önder M, Topal A (1995). Çinko, fosfor ve azot uygulamasının Gerek 79 ekmeçlik buğday çeşidinin (*Triticum aestivum* L.) tane verimi ve verim unsurları üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6 (8): 116-130.

Bayramın S (2006). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) – Kolza (*Brassica napus* spp. *oleifera* L.) Tarımı ve Islahı. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 15 (1-2): 74-85.

Bouyoucos G J (1955). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils, Agronomy Journal 4 (9): 434.

Brennan R F (1991). Effectiveness of zinc sulfate and zinc chelate as foliar sprays in alleviating zinc deficiency of wheat grown on zinc deficient soils in Western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 31: 831-834.

Brohi A R, Karaata H, Özcan S, Demir M (2000). Topraktan ve yapraktan çinko uygulamasının ekmeçlik buğday bitkisinin verim ve bazı besin maddesi alımına etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(1): 123-128.

Caarson P L (1980). Recommended potassium test. IN: Recommended Chemical Soil Test Procedures for The North Central Region. Rev. Ed. North Central Regional Publication No.221. North Dakota Agric. Exp Strn. North Dakota State University Fargo. USA, pp. 20-21.

Cakmak I (2000). Role of zinc in protecting plant cells from reactive oxygen species. New Phytologist, 146: 185–205.

Erdem H (2011). Silajlık mısır çeşitlerinin verim ve kalitesine çinko gübrelemesinin etkilerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(2): 199-206.

FAO (1990). Guidelines for soil profile description. 3rd edition (Revised), FAO, Rome.

Goos R J, Johnson B E, Thiollot M (2000). A comparison of the availability of three zinc sources to maize (*Zea mays* L.) under greenhouse conditions. Biology and fertility of soils, 31(3-4): 343-347.

Haslett B S, Reid R J, Rengel Z (2001). Zinc mobility in wheat: Uptake and distribution of zinc applied to leaves or roots. Annals of Botany, 87(3), 379-386.

Jan M, Anwar-ul-Haq M, Tanveer-ul-Haq, Ali A, Wariach E A (2016). Evaluation of Soil and Foliar Applied Zinc Sources on Rice (*Oryza sativa* L.) Genotypes in Saline Environments. International Journal of Agriculture and Biology. DOI: 10.17957/IJAB/15.0146, in press.

Kutman U B, Yıldız B, Ozturk L, Cakmak I (2010) Biofortification of durum wheat with zinc through soil and foliar applications of nitrogen. Cereal Chemistry 87: 1-9.

Lakzayi M (2015). Influence of foliar application on safflower yield. International Journal of Multidisciplinary Research and Development, 2 (12): 336-339.

Lindsay W L, Norvell W A (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal, 42(3): 421-428.

MacNaeidhe F S, Fleming G A (1988). A response in Spring cereals to foliar sprays of zinc in Ireland. Irish Journal of Agricultural Research, 27: 91-97.

Mengel K, Kirkby E A (1982). Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute, Worblaufen –Bern, Switzerland, p. 1-665.

Modaihsh A S (1997). Foliar application of chelated and non-chelated metals for supplying micronutrients to wheat grown on calcareous soil. Experimental Agriculture 33: 237-245.

Movahhedy-Dehnavy M, Modarres-Sanavy S M A, Mokhtassi-Bidgoli A (2009). Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. *Industrial Crops and Products*, 30: 82–92.

Olsen S R, Cole C V, Watanabe F S, Dean L A (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *United States Department of Agriculture Circular No: 939, Washington, D C, USA*, p. 19.

Richards L A (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. US Salinity Lab., (Ed.), United States Department of Agriculture Handbook, California, USA, 60:94.

Taban S, Alpaslan M (1996). Mısır Bitkisinin Çinko, Demir, Bakır, Mangan ve Klorofil Kapsamı Üzerine Çinko Gübrelemesinin Etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2(1): 69-73.

Taban S, Alpaslan M, Güneş A, Aktaş M, Erdal İ, Eyüpoğlu H, Baran İ (1997). Değişik şekillerde uygulanan çinkonun buğday bitkisinde verim ve çinkonun biyolojik yararlanılabilirliği

üzerine etkisi. 1. Ulusal Çinko Kongresi. s: 147-156. 12-16 Mayıs, Eskişehir.

Ülgen N, Yurtsever N (1984). Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. T.C Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araş. Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No:209. Teknik Yayın No:66.

Walkley A, Black L A (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method, *Soil science*, 37: 29-38.

Yılmaz A, Ekiz H, Torun B, Gultekin I, Karanlık S, Bağcı S A, Cakmak I (1997). Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc-deficient calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 20: 461–471.

Çanakkale İli Karamenderes Alt Havzası Taşkın Ovasının Çeltik Yetiştiriciliğine Uygunluğunun Arazi Değerlendirmesi

Timuçin EVEREST^{1*}

Hasan ÖZCAN²

¹Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Çanakkale-Ezine İlçe Müdürlüğü, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale

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

Geliş tarihi (Received) : 06.05.2016

Kabul tarihi (Accepted): 17.10.2016

DOI : 10.21657/topraksu.269053

Öz

Bu çalışma, Karamenderes havzası taşkın ovasının alt havzasını oluşturan Kumkale ovasında gerçekleştirilmiştir. Daha önce detaylı toprak etüt ve haritalama çalışması yapılan 3545 da alanda, arazilerin çeltik yetiştiriciliğine uygunluğu değerlendirilmiştir. Çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılarak oluşturulan veri tabanında her bir çeltik parselinin arazi değerlendirme haritası üzerindeki konumu sorgulanmış ve (FAO, 1977)'de belirtilen arazi uygunluk sınıfları içindeki yeri değerlendirilmiştir. (FAO, 1977)'nin ön gördüğü prensiplere göre çalışma alanına toprak özellikleri (üst toprak tekstürü, alt toprak tekstürü, derinlik, kireç içeriği, vertik özellik, drenaj koşulları, yüzey taşlılığı, tuzluluk, organik madde içeriği ve pH), topoğrafya, bölge jeolojisi, iklim özellikleri ve sosyo-ekonomik verilere göre bir değerlendirme çalışması yapılmıştır. Çalışma sonucunda çeltik tarımı yapılan arazilerinin % 38,89'unun S1 (çok uygun), % 26,16'sinin S3 (az uygun) ve % 34,45' inin N1 (geçici uygun değil) sınıfında olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanında uygun olmayan bölgelerde yapılan üretim çeltik parsellerinde ve çevresinde taban suyu yükselmesi, diğer arazilere istenmeyen su hareketi, su kalitesindeki olumsuz etkiler, üretim maliyetinin artması ve üreticiler arası bazı sosyolojik problemlere neden olmaktadır. İncelenen alandaki ruhsatlandırmalar sürdürülebilir bir tarım açısından çok önemli sorunlar oluşturacak potansiyele sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Arazi değerlendirme, coğrafi bilgi sistemi, çeltik, uygunluk

Land Evaluation for Rice Cultivation of Çanakkale Karamenderes Sub-basin Flood Plain

Abstract

This study was conducted in Kumkale plain where is sub-basin of Karamenderes flood plain basin. In the study, land evaluation work for rice land use type was carried out where covering (3545 da) area detailed soil survey and mapping work had done previously. In the study a database was created by using GIS techniques. Each rice parcel's location was detected on the land evaluation map and these parcels' location was determined on the suitability class for (FAO, 1977). An evaluation work carried out with the principles of (FAO, 1977) in the study area (soil texture of topsoil and subsoil, depth, lime content, vertic properties, drainage conditions, surface stony, salinity, organic matter content and pH), topography, geology of region, climate conditions and socio-economic data's. As the result of study it was determined that 38.89 % of rice lands were S1 (highly suitable), 26.6 % of S3 (marginally suitable) and 34.45 % N1 (currently not suitable). Production which is made not suitable areas cause problems in the study area. This problems can be listed as increasing ground water in rice parcels and their around.

Unaccepted water movement to other lands, negative effects in water quality, increasing the production cost, having sociological problems with each other of farmers. In the study area parcels which were permitted have a potential of very big problems for sustainable agriculture.

Key Words: Land evaluation, geographical information system, rice, suitability

GİRİŞ

Tarımsal üretimin sürdürülebilir olarak devamını sağlamak için toprakların yeteneklerine göre kullanılması gerekmektedir. Yetenekleri ve özellikleri doğrultusunda kullanılmayan topraklar zamanla olumlu özelliklerini kaybederek temel üretkenlik fonksiyonlarını yerine getiremez hale gelirler. Ülkemizde arazi kullanım türlerinin tercih edilmesinde genel olarak bir planlama bulunmamaktadır. Üreticiler günün koşulları, alışkanlıklar, yatkınlıklar, gelir-gider durumları v.b. bazı sosyolojik olguları kendi çerçevesinde değerlendirerek arazi kullanım türlerini belirlemektedirler.

Pirinç dünya nüfusunun yarısına yakının temel gıdasını oluşturmaktadır (Kondo vd., 2000). Yapılan projeksiyonlara göre küresel nüfus artışına denk gelen pirinç talebin karşılanması için 2030 yılına kadar çeltik üretiminin % 25 civarında artırılması gerekmektedir (Seck vd., 2012). 2015 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri incelendiğinde çeltik Türkiye genelinde toplam 115.856 ha alanda yetiştirilmiştir. Türkiye tahıl üretiminin (toplam 65.523 bin ton) % 9,8'ini tek başına çeltik ürünü karşılamıştır (6400 bin ton). Ülkemiz çeltik ekilişinin % 9,53'ü (110519 da) Çanakkale ilinde gerçekleştirilmiş, Ezine ilçesinde ise 5315 da alanda yetiştirilmiştir (TÜİK, 2015).

Çeltik yetiştiriciliğinin uygunluğu ile ilgili kaynaklar incelendiğinde; Dengiz (2013) Çankırı, Kızılırmak'ta çeltik tarımı yapılan toprakların arazi değerlendirmesini yaptığı çalışmasında çeltik arazi istekleri ve mevcut arazilerin özelliklerini toprak kalite indeksi ile modellemiş ve arazileri uygun olmayandan çok uygun olana kadar dört farklı şekilde sınıflamıştır. Çalışmada CBS teknikleri kullanılarak bu dört sınıf haritalandırılmıştır. Samanta vd., (2011) topografik bir katman (eğim, bakı), toprak özelliklerini (tekstür, su tutma kapasitesi, derinlik, pH, azot, fosfor ve potasyum) içeren başka bir katman ve iklim katmanı olmak üzere üç ayrı katman kullanarak bir model geliştirmişlerdir. Modeli CBS ve uzaktan algılama teknikleri kullanarak değerlendiren araştırmacılar çeltik arazi

uygunluğunu belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda arazi uygunluğu beş kategoriye ayrılmış ve çeltik arazilerinin % 4,1 çok uygun, % 21,3 orta-iyi, % 44 orta, % 25,7 orta-uygun olmayan ve %5' inin uygun olmayan alanlardan oluştuğunu ortaya koymuşlardır. Saygın (2013) Samsun, Bafra'da gerçekleştirdiği detaylı toprak etüt ve haritalama çalışması doğrultusunda ilgili haritalama birimlerine göre bir modelleme yapmış ve CBS aracılığı ile uygunluk analizi gerçekleştirmiştir. Yapılan değerlendirmeler neticesinde arazilerin % 60' ının çeltik tarımı için yüksek derecede ve orta uygun, % 20' sinin az uygun ve diğer % 20' sinin ise uygun olmayan alanlarda olduğunu belirlemiştir.

Peşkircioğlu vd., (2013) Türkiye genelinde makro ölçekte genel bir arazi uygunluk haritası üzerine çalışmışlar ve çeltik bitkisinin temel iklim ve yükselti istekleri doğrultusunda, CBS tekniklerini kullanarak bir harita üretmişlerdir. Üretilen bu harita ile çeltik yetiştiriciliğine uygun olan havzaları ülke ölçeğinde sunmuşlardır. Maddahi vd., (2014) İran Mazandaran'da (FAO, 1977)' de ön görülen değerlendirme yöntemini kullanarak çeltik arazi uygunluğunu değerlendirmiştir. Tüm arazi örtüsünün incelendiği çalışmada çeltik arazilerinin % 6,83' ünün çok uygun, % 25,80' inin orta uygun, % 36,0' inin az uygun ve 16,91' inin uygun olmayan alanlardan oluştuğunu belirlemişlerdir. Özşahin (2016) Tekirdağ, Hayrabolu deresi havzasında gerçekleştirdiği çalışmasında İkinci (1990)' in yapmış olduğu toprak etüt ve haritalama çalışması verilerini altlık olarak kullanmış ve Dengiz (2013) modelinin ön gördüğü kriterlere göre arazi uygunluğunu belirlemiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda Hayrabolu deresi havzası arazilerinin % 74,1 oranında çeltik tarımına uygun alanlardan oluştuğu tespit edilmiştir.

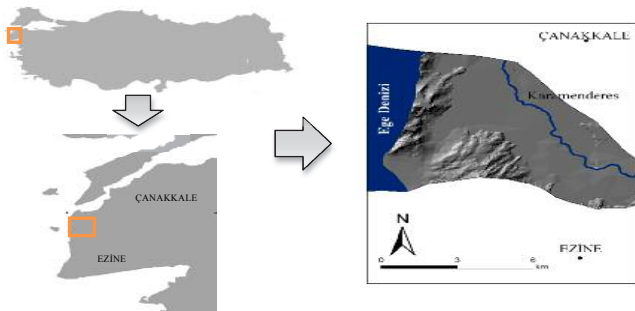
Ezine ilçesinde çeltik arazi kullanım türü Ezine Merkez, Balıklı-Kızılköy ovası ve Karamenderes ovasında bulunmaktadır (Anonim, 2015). Karamenderes ovasının Ezine bölümünde çeltik yetiştiriciliği flüviyal araziler üzerinde yapılmaktadır (Everest ve Özcan, 2015).

Karamenderes Nehri Havzası Çanakkale ili Kazdağı-Bayramiç-Ezine-Kumkale hattını takiben Marmara denizine boşalımlıdır. Havza üst (Kazdağı-Bayramiç bölgesi), orta (Ezine bölümü) ve alt havza (Kumkale Ovası)' dan oluşmaktadır. Havza içinde Ezine ve Kumkale Ova' larında bazı bölümlerde çeltik tarımı yapılmaktadır. Çeltik tarımı yapılan arazilerin uygunlukları farklılık göstermektedir. Optimal ve sürdürülebilir bir tarımsal üretim için arazilerin arazi kullanım türlerine uygunluklarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, alt havzanın güney bölümünde (Kumkale Ovası membasında) 3545 da alanda arazi değerlendirme çalışması yapılarak alanın çeltik yetiştiriciliğine uygunluğu belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışma alanı $39^{\circ} 56' 42'' - 39^{\circ} 55' 13''$ enlemleri ve $26^{\circ} 10' 48'' - 26^{\circ} 13' 48''$ boylamları arasında kalan 3545 da alan kaplayan Karamenderes ovası Ezine bölümü arazilerini içermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı
Figure 1. Study area

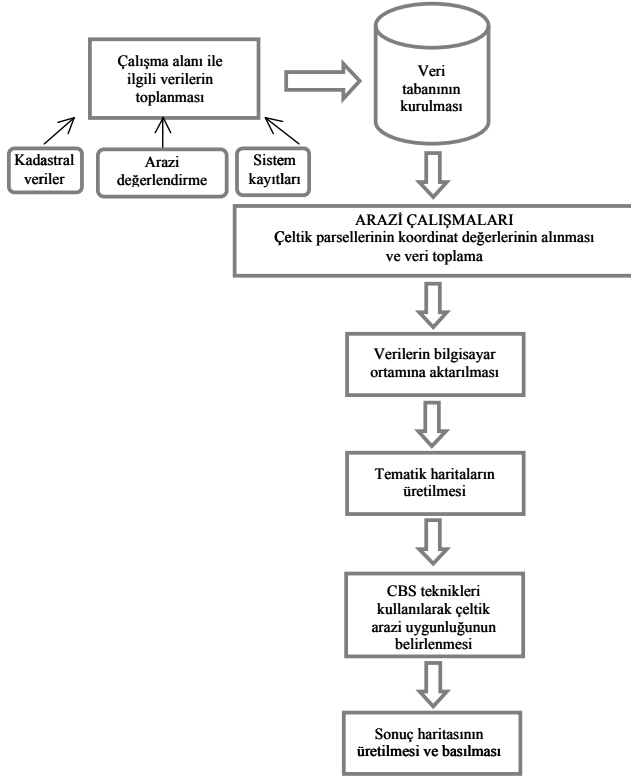
Çalışma alanı ve çevresindeki jeolojik yapı kuvaterner alüvyonlardan oluşmaktadır (Kayan, 2000). Çeltik yetiştiriciliği taşkın ovalarında yoğunluklu olarak Entisol ordosunun Typic Ustifluvents alt grubu, Vertisol ordosunun Typic Haplusterts ve Ustic Endoaquents alt grubu üzerinde bulunan topraklarda yapılmaktadır (Everest, 2015). Çalışma alanı Marmara havzası içinde yer almaktadır. Marmara ile Ege denizlerinin etkisinde kalan havzanın iklimi Akdeniz iklim tipine büyük benzerlik göstermektedir (Atalay, 1991). Çeltik arazileri deniz seviyesinden 5 metre ile 15 metre yükseklikler arasında bulunmaktadır. Çalışma alanında çeltik bitkisinin yanı sıra, serin iklim tahılları, fiğ, ayçiçeği, domates, biber, kavun, karpuz, yonca,

tohumluk ve silajlık mısır ürünleri yoğun olarak yetiştirilmektedir. Çalışmada temel kartografik materyal olarak (Everest, 2015)'in gerçekleştirmiş olduğu 1/10.000 ölçekli detaylı toprak etüt haritalama verileri kullanılmıştır. Çalışmada ArcGIS 9.1 CBS yazılımı kullanılmıştır. Çeltik arazilerinin parsel bazındaki verileri 1/1000 ölçekli kadastro paftaları kullanılarak elde edilmiştir. Çeltik bitkisinin ekolojik istekleri incelendiğinde çimlenme ve fide devresinde $18-35^{\circ}\text{C}$ arasını arzuladığı, kritik sıcaklık değerinin ise $12-15^{\circ}\text{C}$ olduğu görülmekte, su tutma kapasitesi yüksek, pH 5,5-7,5 değerine sahip toprakları tercih ettiği bilinmektedir (Sürek, 2002).

Yöntem

Çalışmanın akış diyagramı Şekil 2' de sunulmuştur. Çeltik tarımı yapılan Mahmudiye, Üvecik, Yeniköy ve Pınarbaşı köylerinde bulunan toplam 225 çeltik parselinin her birinin koordinat değeri GPS ile alınarak kaydedilmiş ve kadastro haritasının üzerine işlenmiştir. Çalışmada, Everest (2015) tarafından üretilmiş olan detaylı toprak etüt haritalama verileri kullanılmıştır. Bu verilerden çeltik arazi kullanım türü için üretilmiş olan arazi değerlendirme haritası altlık harita olarak kullanılmıştır. Kadastral verilerin temel toprak haritasının üzerine çakıştırabilmesi için 1/1000 ölçekli kadastro paftaları ArcGIS 9.1 yazılımında sayısallaştırılmış ve temel toprak haritasının üzerine konumlandırılarak parsel bazında bir veri tabanı oluşturulmuştur. Bu oluşturulan veri tabanı ile kadastral verisi sayısallaştırılan çeltik parselleri, arazi değerlendirme haritası üzerine yerleştirilmiş ve hangi çeltik parselinin hangi uygunluk sınıfı içinde kaldığı tespit edilmiştir.

Arazi değerlendirme çalışmasında çeltik parsellerinin bulunduğu alanların üst toprak tekstürü, alt toprak tekstürü, eğim değeri, derinlik verisi, kireç içeriği, vertikal özelliği, drenaj koşulları, yüzey taşlılığı, tuzluluk içeriği, organik madde içeriği ve pH değerleri sayısallaştırılmıştır. Parsellerin tespit edilmesi ve alan verilerin elde edilmesi esnasında üreticiler ve konu uzmanları ile görüşülmüştür. Bu bilgiler doğrultusunda bütün arazi karakteristikleri optimum düzeydeyken oransal beklenen ürün miktarı (OBÜ) 1.00 olarak kabul edilmiştir. Arazi karakteristiklerinin kısıtlayıcı etmenlerin etkisiyle optimum düzeyden uzaklaşmasıyla 1.00'dan azalan değerlere göre OBÜ değerleri oluşturulmuş ve 0.00-1.00 arası değişen OBÜ endeksleri hesaplanmıştır. Her bir parametrenin etkisi için oluşturulan OBÜ



Şekil 2. Çalışmanın akış diyagramı

Figure 2- Flow diagram of study

endeksleri aşağıdaki formüle göre (Eşitlik 1) analiz edilmiş ve fiziksel haritalama birim endeksi (FHBE) hesaplanmıştır.

$$FHBE = \frac{ÜTT \times ATT \times EGM \times DER \times KİR \times VRT \times DRN \times YTA \times TUZ \times OM \times pH}{1000} \quad (1)$$

Eşitlik 1' de verilen formülde; ÜTT: Üst toprak tekstürü, ATT: Alt toprak tekstürü, EGM: Eğim, DER: Derinlik, KİR: Kireç, VRT: Vertik özellik, DRN: Drenaj, YTA: Yüzey taşlılığı, TUZ: Tuzluluk, OM: Organik madde, pH: pH değerini ifade etmektedir. Hesaplanan bu endeks değerleri (FAO,1977) sınıflama sistemine göre değerlendirilmiştir (Çizelge 1). Çalışmada çeltik arazilerinin hangi uygunluk sınıfı içinde kaldığı belirlenerek alansal ve oransal değerler belirlenmiştir. İklim şartları değerlendirildiğinde çalışma alanının çeltik yetiştiriciliği açısından çok uygun olduğu, görülmektedir. Çalışma alanındaki çeltik üreticileri çeltik yetiştiriciliği konusunda yeterli bilgi ve tecrübeye sahip çiftçilerden oluşmaktadır.

Çizelge 1. Fiziksel haritalama birim endeksi (FHBE) ve arazi uygunluk sınıfları (FAO 1977)

Table 1. Physical mapping unit index (PMUI) and land suitability classes for (FAO, 1977)

Fiziksel Haritalama Birim Endeksi (FHBE)	Sembol	Uygunluk Sınıfı
0,90-1,00	S1	Çok uygun
0,75-0,89	S2	Orta uygun
0,50-0,74	S3	Az uygun
0,25-0,49	N1	Uygun değil (Geçici)
0,00-0,24	N2	Uygun değil (Sürekli)

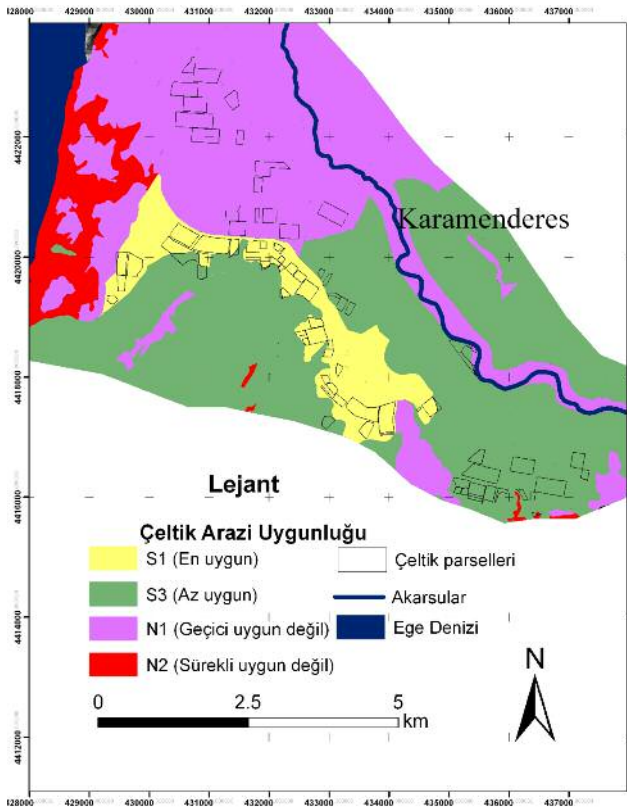
BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma alanı içinde koordinat değerleri alınarak kadastro paftası üzerine işlenmiş olan çeltik arazilerinin yüzölçümü toplam 3545,63 da' dır. Çizelge 2 incelendiğinde çalışma alanında çeltik arazi kullanım türlerinin % 38,89'u çok uygun - S1, % 26,66'sı az uygun - S3 ve % 34,45' inin N1- geçici uygun olmayan alanlar üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Başka bir değerlendirme ile çalışma alanındaki çeltik arazilerinin % 65,55' inin çok uygun ve az uygun kabul edilebilir sınıflar içinde olduğu % 34,45 gibi önemli bir kısmının ise yanlış araziler üzerinde bulunduğu görülmektedir. Farklı araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalarda da buna benzer değerler bulunmaktadır. Dengiz (2013) Çankırı, Kızılırmak'ta topoğrafik ve toprak koşullarına göre yaptığı değerlendirmede çeltik arazi kullanım türünün % 34' ünün uygun olmayan araziler üzerinde olduğunu saptamıştır. Saygın (2013) Samsun Bafra'da yaptığı çalışmada ise çeltik arazilerinin % 20' sinin uygun olmayan alanlar üzerinde olduğunu belirlemiştir. Mustafa vd., (2011) Hindistan, Agra ve Uttar'da çeltik arazilerinin % 50' ye yakınının (S2-orta uygun) araziler üzerinde olduğunu bildirmişlerdir. İsitekhale vd., (2013) Nijerya, Anegbette' de yürüttükleri çalışmalarında bu bölgede çeltik tarımı yapılan alanların çeltik yetiştiriciliğine uygun olmadığını tespit etmişlerdir.

Çeltik parsellerin uygunluk sınıflamasına ait harita Şekil 3' de verilmiştir. Çalışmada çeltik arazilerinin S1, S3 ve N1 sınıflarında bulunmasında en temel etken söz konusu arazilerin yetenek, verimlilik, yüzey topografyası ve jeolojik özellikleridir. Çalışma alanı topraklarının yüzey morfolojisi ve yüzey coğrafyası çeltik yetiştiriciliği için çok uygundur. Bu nedenle bütün sınıflarda yüzey topografyası kaynaklı kısıtlayıcı etmen bulunmamaktadır. S1 (çok uygun) sınıflarını oluşturan araziler; eğim değeri % 0-2 olan, toprak derinliğinin derin olduğu, orta derecede drenaj problemi olan, yüzey taşlılığı olmayan, organik maddece zengin, alt toprak tekstürü ince, pH değerinin çeltik bitkisi için uygun aralıkta olduğu, tuzsuz, kireçsiz, vertikal özellikler gösteren alanlardan oluştuğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Arazilerin çeltik yetiştiriciliğine uygunluk sınıfları
Table 2. Arazilerin çeltik yetiştiriciliğine uygunluk sınıfları

Arazi kullanım türü	Sınıf	Alan (da)	Oran (%)
Çeltik	S1	1379,23	38,89
Çeltik	S3	945,28	26,66
Çeltik	N1	1221,12	34,45
Toplam		3545,63	100,00



Şekil 3. Çeltik parsellerinin uygunluk sınıflaması
Figure 3. Suitability classification of rice parcels

Çalışma alanında bu bölümler Vertisol ordosunun Typic Endoaquerts ve Ustic Haplusterts alt grubuna ait topraklar üzerinde bulunmaktadır. Uygunluğu daha yüksek olan bu alanlar jeolojik yapı içinde Karamenderes Nehri' ne daha uzak bölgede oluşmuş ve çevresine göre daha çukur topografya bulunan alanlardır (Everest 2015). Çalışma alanında bulunan S3 (az uygun) ve N1 (geçici uygun değil) alanlarında ise S1 (çok uygun) alanlarına göre daha fazla kısıtlayıcı etmen bulunmaktadır. Bu alanlarda özellikle yüzey toprağının ve yüzey altı toprağının tekstürel özellikleri en baskın faktördür. Bu kısıtlayıcı etmenin yanı sıra organik madde miktarının azlığı ile yüzey ile yüzey altı topraklarının pH değerleri (yüzey altında S3 alanlarında 8,15-8,20, N:1 alanlarında 8,50 civarında olması), kısıtlayıcı faktörleri

arttırmakta ve kademeli olarak S3 ve N1 sınıflarının oluşmasına neden olmaktadır. (Everest, 2015; Everest ve Özcan, 2015). Jeolojik olarak bu alanlar Karamenderes Nehri' ne daha yakın kısımlarda olduğu için su tutma kapasiteleri düşük, geçirgenliği yüksek ve kaba tekstürlü topraklardır (Everest, 2015). Uygunluğu daha düşük olan S3 ve N1 alanlarında organik madde miktarının yükseltilmesi gerekmektedir. Organik madde ilavesi bu alanlarda taneciklerin birbirine bağlanmasını teşvik edeceği gibi verimlilik parametrelerini de arttıracaktır. Organik madde ilavesinin çeltik yetiştiriciliğinde uzun yıllar içinde olumlu verimlilik özellikleri sağladığı çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. (Prasad ve Sinha 2000; Alagöz vd., 2006). Bu alanlarda pH değerinin çeltik yetiştiriciliği için uygun aralığa (pH 5,5-7,5) getirilebilmesi için (Sürek, 2002) kükürt uygulaması yapılmalı ve kireçli gübrelemeden kaçınılarak sülfatlı gübreler tercih edilmelidir. Yapılabilecek bu amenajman faaliyetleri ile S3 ve N1 sınıftaki alanlar gelecek dönemlerde daha üst sınıflara (S2 ve N1 sınıflarına) dönüşebileceği düşünülmektedir. Bu değişim ve dönüşümün sağlanması ile toprakların optimum kullanılması ve verim kayıplarının azalması beklenmektedir.

SONUÇLAR

Bitkisel üretimde optimum verimi almak için uygulanması gereken yöntemlerden biride uygun bitkilerin uygun araziler üzerinde yetiştirilmesidir. Çalışma alanında yanlış alanlarda tesis edilen çeltik bitkisi üreticilere beklenmeyen problemler çıkarmaktadır. Çalışma alanında N1 sınıfında bulunan arazilerdeki temel problemler, toprakların kaba bir bünyeye sahip olması, geçirgenliğinin fazla, su tutma kapasitesi ve organik madde miktarının düşük olması ve yüzey altında yüksek pH değerlerine sahip olmasıdır. Çalışma alanında (N1 alanlarında), düşük su tutma kapasitesi ve geçirgenliği yüksek olan kaba bünyeli çeltik tavalardan su, profilin alt horizonlarından yanlara doğru hareket etmekte ve komşu parsellerde farklı ürün yetiştiren üreticilerin, çeltik parselden gelen fazla sudan zarar görmesine neden olmaktadır. Tava sulama sistemlerinin kritik yanlarından biride derine sızmaların minimum düzeye indirilememesidir (Temizel, 2012). Verburg vd., (2009), arazi kullanım türlerinin işlevinin gözlenmesi ve izlenmesi çalışmalarında sosyo-ekonomik yapının gözlemlenmesi ve analiz edilmesi gerektiğinden bahsetmişlerdir. Dolayısıyla

arazi kullanım türlerinin analizi ve izlenmesi sadece teknik bir gözlem olmayıp aynı zamanda sosyolojik olgularında kendi içinde değerlendirildiği bir süreçtir. Özellikle N1 alanlarında yapılan üretim üreticiler arasında sosyolojik problemlere neden olmaktadır.

Çalışmada (S1 çok uygun) olan alanlar ağır bünyeli, su tutma kapasitesi yüksek, geçirgenliği az, organik maddece daha zengin, uygun pH aralığında bulunan, orta derecede drenaj problemi olan ve verimlilik özellikleri yüksek olan Typic Haplusterts ve Ustic Endoaquents sınıfları üzerindedir. Vertisoller dışında yapılan üretimlerde (S3 ve N1 alanları) tarımsal üretim masrafları bir kademe daha artmakta ve istenilen verimi almak için daha fazla kültürel işlem yapılmasına neden olmaktadır. Typic Ustifluvents topraklarının üzerinde bulunan S3 ve N1 alanlarında üretim yapan üreticiler, birim alandan istenilen ürünü almak için S1 alanlarında üretim yapanlara göre daha fazla kimyevi gübre kullanmaktadır. Bu durum hem gübre hem de işçilik masraflarını arttırmaktadır.

Çeltik parsellerinin ruhsatlandırılmasında çeltik yetiştiriciliğine uygun, verim kayıplarının minimum düzeyde yaşanabileceği ve diğer parsellerden kaynaklanabilecek zararların az düzeyde olduğu alanların seçilmesi sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için gerekmektedir. Bu şekilde yönlendirilebilecek arazi kullanım planlaması uzun zaman dilimi içinde sürdürülebilir koşulların ve sosyo-ekonomik dengenin tesis edilmesi konusunda etkili olacaktır.

Mevcut koşullarda çeltik tarımı yapılan alanların çevresel etkileri dikkate alındığında önemli sorun oluşturabilecek konumda oldukları görülmektedir. Alt havza membasında yer alan parseller havzasının önemli bir kısmına etki yapabilecek konumda yer almaktadırlar. Özellikle tavalardaki sular Karamenderes Nehri'ne deşarj edilmektedir. Bu nehir ovadaki en önemli sulama suyu kaynağıdır. Sedde içindeki parsellerin tamamı ve nehre yakın sulama sistemine uzak konumdaki bazı parsellerde bu suyu sulama suyu olarak kullanmaktadır. Çeltik atık sularının nehir suyuna karışması gübre ve ilaç kalıntılarını beraberinde getirmektedir. Ovada görülen bazı beklenmeyen hastalıkların nedeninin bu tarımsal faaliyetlerden oluşabileceği gerçeği dikkate alınmalıdır. Çalışmada değerlendirilen veriler doğrultusunda alt havzanın kuzeyinde (Karamenderes Deltası) ruhsatlandırma yapılması daha uygun bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Alagöz Z, Yılmaz E, Öktüren F (2006). Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 19.2 (2006): 245-254.
- Anonim (2015). Ezine İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü brifing raporu.
- Atalay İ (1991). Toprak Coğrafyası, Ege Üniversitesi basımevi, Ders kitabı, Bornova İzmir.
- Badawi A T (2004). Rice-based production systems for food security and poverty alleviation in The Near- East and North Africa: New challenges and technological opportunities. FAO rice conference Rome, Italy, 12-13 February.
- Dengiz O (2013). Land suitability assessment for rice cultivation based on GIS modeling, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, (2013) 37: 326-334.
- Ekinci H (1990). Türkiye genel toprak haritasının toprak taksonomisine göre düzenlenebilme olanaklarının Tekirdağ bölgesi örneğinde araştırılması, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Everest T (2015). Truva Tarihi Milli Parkı arazilerinin detaylı toprak etüt ve haritalanması ile arazi değerlendirilmesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 203 sf.
- Everest T, Özcan H (2015). Karamenderes Ovası, Truva bölgesi sağ sahil fluvial topraklarının sınıflandırılması, Toprak Su Dergisi, 2015,4 (2): (21-29)
- FAO (1977). A framework for land evaluation. International institute for land reclamation and improvement/ILRI publication:22, wageningen, The Netherlands. 87p.
- Isitekhale, H H E, Aboh S. I, Ekhomeh F E (2013). Soil suitability evaluation for rice and sugarcane in lowland soils of Anegbette, Edo State, Nigeria. Int. J. Eng. Sci 3.5 (2013): 54-62.
- Kayan İ (2000). The water supply of Troia. Studia Troica, verlag philipp von zabern, mainz am rhein, pp.135-144.
- Kondo M, Aguilar A, Abe J, Morita S (2000). Anatomy of nodal roots in tropical upland and lowland rice varieties. Plant Prod. Sci., 437-445.
- Maddahi Z, Jalalian A, Zarkesh, M M K, Honarjo N (2014). Land suitability analysis for rice cultivation using multi criteria evaluation approach and GIS. European Journal of Experimental Biology, 4(3), 639-648.
- Meral R, Temizel E K (2006). Çeltik tarımında sulama uygulamaları ve etkin su kullanımı. KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi, 9(2).
- Mustafa A A, Singh M, Sahoo R N, Ahmed N, Khanna M, Sarangi A, Mishra A K (2011). Land suitability analysis for different crops: A multi criteria decision making approach using remote sensing and gis. Researcher, 3(12), 1-24.
- Özşahin E (2016). CBS kullanılarak çeltik tarımı için arazi uygunluk değerlendirilmesi: Hayrabolu deresi havzası (Trakya Yarımadası) örneği. Tarım Bilimleri Dergisi, 22 (2016) 295-306.

Peşkirioğlu M, Torunlar H, Alsancak S B, Özaydın K A, Mermer A, Şahin M, Tuğaç M G, Aydoğmuş O, Emeklier, Y, Yıldırım Y E, Kodal S (2013). Türkiye’de çeltik (*Oryza sativa* L.) yetiştirmeye uygun potansiyel alanların coğrafi bilgi sistem teknikleri ile belirlenmesi, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2013, 22 (1): 20-25.

Prasad B, Sinha, S K (2000). Long-term effects of fertilizer and organic manures on crop yields, Nutrient balance and soil properties in rice-wheat cropping system in Bihar. pp: 105- 119 in long-term soil fertility experiments in rice-wheat cropping systems. rice-wheat consortium paper series 6. New Delhi, INDIA.

Samanta S, Pal B, Pal D . (2011). Land suitability analysis for rice cultivation based on multi-criteria decision approach through GIS. International Journal of Science & Emerging Technologies, 2(1).

Saygın, F (2013). Coğrafi bilgi sistem modellemesi ile arazi uygunluk sınıflarının belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans tezi.

Seck P A, Diagne A, Mohanty S, Wopereis M C S (2012). Crops that feed the world 7: Rice food security, 2012, 4, 7–24.

Sürek (2002). Çeltik tarımı, Hasad yayıncılık, İstanbul.

Temizel K E (2012). Tava sulama yönteminin planlanması ve çiftçiye adaptasyonu sağlayabilecek grafiksel bir yaklaşım, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2012 (9) 26-32.

TÜİK (2015). Türkiye İstatistik Kurumu, temel tarımsal istatistikler, 2015. www.tuik.gov.tr

Verburg P H, Steeg J, Veldkamp A, Willemen L (2009). From land cover change to land function dynamics: A major challenge to improve land characterization, Journal of Environmental Management, 90: 1327-1335.

***Tagetes patula* L. Bitkisinin Fitoremediasyon Amaçlı Kullanım Potansiyelinin Su Kültürü Koşullarında Araştırılması**

Hatice DAĞHAN*

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Eskişehir

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail) : hdaghan@ogu.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 12.05.2016

Kabul tarihi (Accepted): 09.09.2016

DOI : 10.21657/topraksu.269118

Öz

Çeşitli kaynaklardan toprağa katılan kadmiyum (Cd) bitki büyüme ve gelişmesini azaltan ve besin zincirine katıldığında canlılar için tehlikeli olan toksik bir metaldir. Özellikle ucuz, etkili, çevre dostu ve uygulanması kolay fitoremediasyon yöntemi kullanılarak Cd ile kirlenmiş tarım topraklarının temizlenmesi için hiperakümülatör bitkilerin araştırılması gerekmektedir. Bu amaçla *Tagetes patula* L. (Kadife çiçeği) bitkisinin Cd hiperakümülatör potansiyeli araştırılmıştır. Deneme artan dozlarda (0-5-10-20-40 µM) ve 8CdSO₄.7H₂O formunda uygulanmış Cd'un su kültürü ortamında *Tagetes patula* L. bitkisinin Cd akümülatasyonu, bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve indirgenmiş glutatyon konsantrasyonuna etkileri araştırılmıştır. Bitkiler 15 gün süre ile üç paralelli olarak Hoagland besin solüsyonunda kontrollü koşullarda yetiştirilmiştir. Deneme sonunda Cd uygulamalarındaki artışla bitkilerin yeşil aksam ve kök kuru ağırlıklarındaki azalmaya rağmen Cd konsantrasyonlarında ve içeriklerinde (kontentlerinde) bir artış olmuştur. *Tagetes patula* L. bitkisi yeşil aksamında hiperakümülatör değeri (100 mg Cd kg⁻¹) 8 katı Cd biriktirmiştir. Bu sonuç *Tagetes patula* L. bitkisinin Cd ile kirlenmiş toprakların fitoremediasyonunda kullanım potansiyelinin yüksek olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, fitoremediasyon, indirgenmiş glutatyon, kadmiyum, *Tagetes patula* L.

Investigation of Phytoremediation Potential of *Tagetes patula* L. Plant in Hydroponic Culture Conditions

Abstract

Cadmium entering soil from various sources is a very serious problem for plant and animal growth and development when it participates in food chain. Particularly hyperaccumulator plants should be investigated for phytoremediation of cadmium contaminated agricultural lands so that it is a cheap, efficient and environmentally friendly method. For this purpose, Cd hyperaccumulation potential of *Tagetes patula* L. plant was investigated. The effects of increasing Cd doses (0-5-10-20-40µM) in 8CdSO₄.7H₂O form on Cd, copper (Cu), iron (Fe), zinc (Zn), manganese (Mn) and reduced glutathione concentration were investigated in *Tagetes patula* L. plant growing in hydroponic culture media. Plants were grown under controlled conditions in Hoagland nutrient solution as 3 replications for 15 days. At the end of the experiments, despite the reduction in shoot and root dry weights with the increasing Cd treatments, Cd concentrations and contents increased. *Tagetes* plants have accumulated eight fold Cd than hyperaccumulation value (100 mg Cd kg⁻¹) in shoots. This result indicated that *Tagetes patula* L. plant had great potential for phytoremediation to clean up Cd-contaminated soils.

Key Words: Heavy metal, phytoremediation, reduced glutathion, cadmium, *Tagetes patula* L.

GİRİŞ

Ağır metaller hava, toprak ve su kirliliğine neden olan başlıca kirlenmeler arasında yer alırlar. Amerikan Toksik Maddeler ve Hastalık Kayıt Ajansı'nın 2015 yılı verilerine göre kadmiyum (Cd) insan sağlığı açısından en toksik maddeler içinde 7. sırada yer almaktadır (ATSDR, 2015). Kadmiyum, doğal olarak ya da insan faaliyetleri sonucunda toprakta bulunur. Tarımda kullanılan fosforlu gübreler, madencilik faaliyetleri, maden cevherlerinin rafine edilmesi, arıtma çamurları ve endüstriyel faaliyetler sonucu topraklar Cd ile kirlenmektedir (Namdjoan vd., 2012; Sangwan vd., 2013; Thamayanthi vd., 2013; Dağhan vd., 2014). Bilinçsiz gübreleme, doğal veya antropojenik etkenlerle toprak pH'sının düşmesi Cd'un çözünürlüğünü arttırarak tarım ürünlerine geçişini kolaylaştırır. Ham fosfat kayası her zaman belirli bir düzeyde Cd içerir (Köleli ve Kantar, 2005). Fosfatlı gübrelerin üretilmesi işçi sağlığını olumsuz yönde etkilerken, gübre olarak kullanılması toprağın Cd ile kirlenmesine neden olur (Köleli ve Kantar, 2005; Ertem, 2011).

Diğer yandan bitki tarafından alınan Cd bitkide birçok fizyolojik, biyokimyasal ve strüktürel değişime neden olabilir (Thamayanthi vd., 2013; Mansour vd., 2015). Kadmiyum akümülyasyonu mineral besin elementleri alımını değiştirir, bitkinin su dengesi ile etkileşime girerek stomaların açılmasını engeller, Calvin döngüsü enzimlerini, fotosentezi ve karbonhidrat metabolizmasını bozar, antioksidan metabolizmasını değiştirir ve ürün verimini düşürür (Nazar vd., 2012). Ayrıca Cd toksisitesinin bitki besin elementlerinin alınabilirliği, yarayırlılığı ile etkileşimi olduğu ve hatta bazı besin elementlerinin Cd'un toksik stresine karşı bitkiyi koruyucu bir role sahip olduğunu göstermiştir (Nazar vd., 2012; Thamayanthi vd., 2013).

Topraklardan bitkilere oradan da besin zinciri yoluyla insan ve hayvanlara geçen Cd canlılar için oldukça tehlikeli ve toksik etkili bir elementtir. İtai itai hastalığı Cd zehirlenmesine bağlı olduğu saptanan ilk hastalıktır. Bu hastalık, Japonya'nın Toyama bölgesinde ilk kez 1950 yılında Zn madeni atıkları ile kirlenmiş nehir sularıyla sulanan çeltik tarlalarında yetişen Cd içeriği yüksek pirinçle beslenen insanlarda görülmüştür (Ertem, 2011). Canlı sağlığını ciddi anlamda tehdit eden Cd ile kirlenmiş tarım topraklarının arıtımında fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler kullanılabilir. Ancak bu yöntemlerden özellikle fiziksel ve kimyasal yöntemler uygulanmalarındaki zorluklar, pahalı ve uzun süren yöntemler olmaları nedeniyle tercih edilmemektedir.

Biyolojik yöntemlerden biri olan fitoremediasyon toprak kirliliğine neden olan metalin, bitki kökleri yolu ile alınarak bitkinin yeşil aksamına taşınması ve biriktirilmesidir. Bu yöntem diğer yöntemlere göre ucuz, etkili, çevre dostu ve kolay uygulanabilir bir yöntemdir (Lal vd., 2008; Lin vd., 2010; Sheoran vd., 1990; Dağhan vd., 2012; Thamayanthi vd., 2013; Eren ve Dağhan, 2014). Fitoremediasyon yönteminde kullanılacak bitkinin; hasat edilebilir aksamında yüksek oranda metal biriktirmesi, biriken ağır metale tolerans göstermesi, hızlı büyüeyebilen, derin köklü ve kolayca hasat edilebilir olması gerekmektedir (Dağhan, 2004; Dağhan, 2007; Dağhan vd., 2012). Doğada hiperakümülatör adı verilen yeşil aksamında normal bitkiden daha fazla metal akümüle eden bitkiler bulunmaktadır. Bu bitkilerin ağır metale göre akümülyasyon kapasiteleri farklıdır. Genel olarak bu bitkiler yeşil aksamlarında kuru kütle esasına göre 10 000 mg kg⁻¹ Zn ve Mn, 1000 mg kg⁻¹ Co, Cu, Ni, As ve Se, 100 mg kg⁻¹ Cd biriktirebilmektedirler (Rungruang vd., 2011). Diğer metallerin akümülyasyon miktarı ile kıyaslandığında Cd'un 100 mg kg⁻¹ derişiminde biriktirmeleri bu elementin toksik etkisinin ne kadar fazla olduğunu göstermektedir. Bu nedenle Cd ile kirlenmiş toprakların temizlenmesinde iklim, toprak seçiciliği olmayan, hızlı büyüeyen, bol yeşil aksama sahip ve yüksek miktarda Cd' u yeşil aksamında biriktirebilen ve besin zincirine dâhil olmayacak (besin olarak tüketilmeyen) hiperakümülatör bitkilerin araştırılması gerekmektedir.

Tagetes patula (Kadife çiçeği) bitkisi estetik olarak güzel bir görünüme sahip, toprak ve iklim seçiciliği az olan, farklı iklim ve toprak koşullarına adapte olmuş (Liu vd., 2011) ve çok kolay yetiştirilebilen tek yıllık çiçek türlerinden biridir (Liu vd., 2011; Priyanka vd., 2013). Bu özelliklerinin yanı sıra Liu vd., 2011 ve Priyanka vd., (2013)'nin bildirdiğine göre bu bitki tarımsal üretim için de faydalı bir bitki olarak kullanılmaktadır. Köklerinden salgıladıkları alfa-tertienil kök uru ve lezyon nematodlarının kontrolünde oldukça etkili bir nematisittir. Allelopatik etki nedeniyle *Tagetes patula*, ürünleri nematodlara karşı koruyabilmek için tamamlayıcı ya da refakatçi bitki olarak bitkisel üretim sisteminde kullanılır (Liu vd., 2011; Priyanka vd., 2013). Besin olarak tüketilen bitkiler, akümüle ettikleri ağır metalin besin zincirine katılma olasılığından dolayı ağır metallerle kirlenmiş toprakların fitoremediasyonu için uygun değildirler (Lin vd., 2010). Dolayısıyla *Tagetes patula* bitkisi tek yıllık bir süs bitkisi olması, yenilen bir

bitki olmaması ile Cd'un olası toksik etkisi minimize edildiği için kirlenmiş topraklarda yetiştirilmesi uygun bir bitkidir (Lal vd., 2008; Lin vd., 2010; Liu vd., 2011).

Bu çalışma ile *Tagetes patula* L. bitkisinin su kültürü koşulunda artan dozlarda Cd uygulamalarına tolerans ve birikim düzeyi ile fitoremediasyon potansiyeli araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Denemede *Tagetes patula* L. (Kadife çiçeği) tohumları bitki materyali olarak kullanılmıştır. *Tagetes patula* L. bitkisinin tohumları, torf:perlit karışımı (1:1) ortamında kontrollü koşullarda çimlendirilmiş ve bitkiler 2-3 yapraklı hale gelip hafif köklendikten sonra besin çözeltisine aktarılmıştır. Besin çözeltisinin kompozisyonu; 1 mM KH_2PO_4 , 3 mM KNO_3 , 0.25 mM $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 2 mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 0,1 mM FeEDTA, 1×10^{-3} mM $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 1×10^{-3} mM $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0.25×10^{-3} mM $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0.25×10^{-3} mM $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$, 2.5×10^{-2} mM KCl, 1.25×10^{-2} mM H_3BO_3 ve pH 5,2'dir.

Her uygulama 3 paralel olarak yapılmış ve Cd besin çözeltisine $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ formunda 0, 5, 10, 20 ve 40 μM dozlarında uygulanmıştır. Besin çözeltisi her 2-3 günde bir değiştirilmiştir. Bitkiler besin çözeltisi ortamında ve kontrollü koşullarda (16/8 saat ışık/karanlıkta, 25/20 °C sıcaklık ve % 60-70 nem, ışık yoğunluğu 10 klux) 15 gün süre yetiştirilmiştir. Denemeler süresince ağır metal toksisitesi karşısında bitkilerin uğradıkları morfolojik değişimler gözlenmiştir.

Bitki Örneklerinin Hasadı ve Analizleri

Su kültüründe 15 gün süre ile yetiştirilen bitki örnekleri yeşil aksam ve kök olarak hasat edilmiştir. Kök ve yeşil aksam örnekleri saf suyla yıkandıktan sonra kurutma dolabında 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve bitkilerin kuru ağırlıkları alınarak agat taşlı bitki öğütme değirmeninde öğütülmüştür. Öğütülen bitki örnekleri HNO_3 ile mikro dalga fırında çözünürleştirilerek toplam element konsantrasyonu (Cd, Cu, Fe, Mn, Zn,) ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry; Varian Series-II)'de belirlenmiştir. Üç paralelli yapılan metal analizlerinin doğruluğu, metal içeriği belli standart sertifikalı bir bitki (Virginia Tobacco Leaves (CTA-VTL-2)) örneğinin aynı yöntemle analiz edilmesi ile kontrol edilmiştir.

Bitki Örneklerinde İndirgenmiş Glutasyon (-SH) Analizi

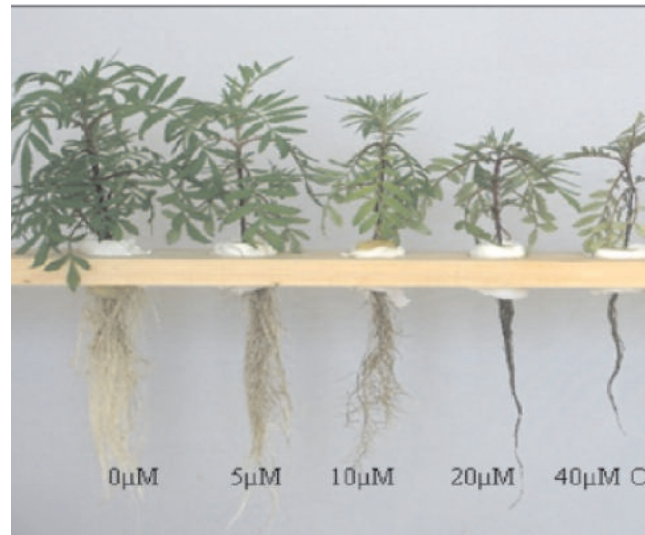
Total SH-grupları Çakmak ve Marschner (1992)'ye göre yapılmıştır. Yaklaşık olarak 0,5 g yaş bitki örneği (yaprak ve kök) 5 mL % 5 meta-fosforik asitle ekstrakte edilerek, 400 rpm'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj tüpünün üstünde kalan çözülden 0,5mL çözelti alınarak üzerine fosfat tamponu (pH 7,4) içinde hazırlanmış 0,5 mL DTNB (5,5'-dithiobis 2-nitrobenzoik asit) ilave edilmiştir. Standart olarak 0–100 $\mu\text{g L}^{-1}$ aralığında redükte glutasyon % 5'lik metafosforik asit (m/v) içinde hazırlanmıştır. Örnekler ve glutasyon ile hazırlanan standartların –SH konsantrasyonları 20 dakika sonra 412 nm dalga boyunda spektrofotometrede belirlenmiştir.

İstatistiksel Analizler

Su kültürü sonucunda elde edilen veriler MSTAT-C programı kullanılarak değerlendirilmiş ve ortalamalar arasındaki fark LSD testi uygulanarak gruplandırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Deneme boyunca Cd'un bitkiler üzerindeki etkileri gözlenmiştir. Kontrol bitkilerinin kök ve yeşil aksamı sağlıklı, bol biyomaslı olarak gelişim göstermiştir. Kadmiyum uygulamasındaki artışla birlikte yeşil aksam ve kök büyümesi azalmış, alt yapraklarda başlayan hafif sararma doz artışı ile artmıştır ve hafif kurumalar gözlenmiştir. Denemenin başlangıcında 5 μM Cd uygulanmış bitkilerin yapraklarında çok hafif kloroz, ancak 10-20 ve 40 μM Cd uygulanmış



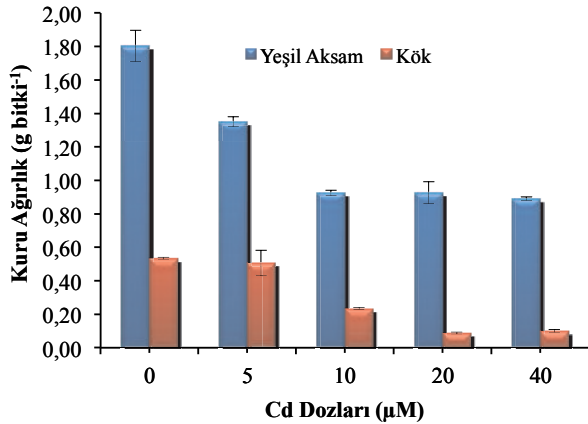
Şekil 1. Artan dozlarda Cd uygulamasının *Tagetes patula* L. bitkisinin büyümesi üzerine etkileri

Figure 1. The effects of increasing Cd treatments on growth of *Tagetes patula* L. plant

bitkilerde orta ve şiddetli kloroz ve nekrozlar gözlenmiştir. Kontrol bitkisinin kökleri beyaz ve iyi gelişmişken 5 μM Cd uygulamasında başlayan hafif kahverengileşme 40 μM dozunda koyu kahverengine dönüşmüş ve büyüme şiddetli bir şekilde azalmıştır (Şekil 1).

Kadmiyum bitki bünyesinde azot ve karbonhidrat metabolizmalarını değiştirmesi nedeniyle birçok fizyolojik değişikliğe neden olmaktadır. Fotosentezi engellemekte, stomaların kapanmasına ve klorofil biyosentezinin bozulmasına, serbest radikallerin oluşmasına neden olmaktadır (Sheoran vd., 1990; Zengin ve Munzuroğlu, 2005; Mansour vd., 2015). Aşırı Cd dozlarının klorofil biyosentezini bozmasının en önemli nedeni klorofil biyosentezinde görev yapan protoklorofil reduktaz ile aminolevulinik asit sentezini engellemesidir (Zengin ve Munzuroğlu, 2005).

Artan dozlarda Cd uygulamalarının *Tagetes patula* L. bitkisinin yeşil aksam ve kök kuru kütleleri üzerine etkileri Şekil 2 ve Tablo 1-2'de verilmiştir. Kadmiyum dozlarındaki artışla birlikte yeşil aksam ve kök kuru ağırlıklarında azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$).



Şekil 2. Artan dozlarda Cd uygulamalarının *Tagetes patula* L. bitkisinin kuru kütleleri üzerine etkileri

Figure 2. The effects of increasing Cd treatments on dry weights of *Tagetes patula* L. plant

Çizelge 1. Artan dozlarda Cd uygulamalarının *Tagetes patula* L. bitkisinin yeşil aksam (YA) kuru kütle, Cd, Cu, Fe, Mn ve Zn konsantrasyonları, Cd içeriği ve -SH konsantrasyonları üzerine etkileri

Table 1. The effects of increasing Cd treatments on dry weights, Cd, Cu, Fe, Mn and Zn concentrations, Cd content and -SH concentrations of *Tagetes patula* L. plant shoots

Cd μM	Kuru Kütle g bitki^{-1}	Cd mg kg^{-1}	Cu mg kg^{-1}	Cd $\mu\text{g bitki}^{-1}$	Fe mg kg^{-1}	Mn mg kg^{-1}	Zn mg kg^{-1}	-SH $\mu\text{g mL}^{-1*}$
0	1,803a	0,67e	48,54a	1,199 e	492a	274a	72,23 a	1419 e
5	1,350b	854d	17,96b	1153 d	112c	123c	64,35 b	11258 c
10	0,925c	1522c	14,28d	1408 c	160b	167 b	65,96 b	13179 b
20	0,927c	1676b	15,93c	1553 b	128c	171b	53,26 c	10248 d
40	0,890c	3633a	14,56cd	3233 a	75,58d	116 c	44,38 d	18413 a
LSD %5	0,111**	18,89**	1,53**	88,68**	30,03**	34,77**	3,76**	909,92**

*YA: Yaş Ağırlık ** $p < 0,01$

En yüksek yeşil aksam kuru kütle 1,803 g bitki^{-1} ile kontrol bitkisinde en düşük kütle ise 0,89 g bitki^{-1} ile 40 μM Cd uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Köklerde ise, en fazla kuru ağırlık 0,533 g bitki^{-1} ile kontrol bitkisinde ve en az kuru ağırlık 0,100 g bitki^{-1} ile 40 μM Cd uygulamasında elde edilmiştir (Çizelge 2). Benzer sonuçlar Liu vd., (2011) tarafından da elde edilmiştir.

Organik kirleticilerin aksine Cd gibi inorganik kirleticiler doğada bozulmaya uğramazlar ve kalıcıdır. Bu nedenle de ağır metal akümüle edebilen bitkiler tarafından alınarak topraktan taşınabilirler. Yüksek bitkiler Cd stresine karşı oldukça hassastırlar. Yapılan araştırmalar toprakta bulunan yüksek konsantrasyonlardaki Cd'un bitkilerin büyüme, gelişme ve metabolizmasını olumsuz etkilediğini, tohumun çimlenmesini engellediğini göstermiştir (Benavides vd., 2005, Hall, 2002; Mishra vd., 2006; Mohan ve Hosetti, 1997). Kadmiyum stresi sonucunda bitki biyomasında azalmalar farklı süs bitkileri ile (*Krizantem*, *Gladiolus* ve *Tagetes* (Lal vd., 2008; *Tagetes patula* L. (Liu vd., 2011); *Tagetes erecta* L. (Thamayanth vd., 2013; Mansour vd., 2015) yapılan birçok araştırmada da görülmüştür.

Kadmiyum uygulamalarındaki artışla kuru ağırlıklardaki azalmanın aksine bitkilerin kök ve yeşil aksam Cd konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli bir artış görülmüştür ($p < 0,01$). En yüksek Cd konsantrasyonu yeşil aksamda 3633 mg kg^{-1} ve kökte ise 22942 mg kg^{-1} ile 40 μM Cd uygulama dozunda elde edilmiştir (Şekil 3, Çizelge 1, 2).

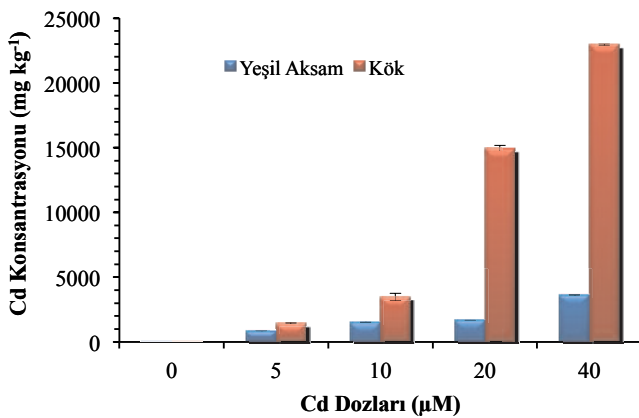
Liu vd., (2011) benzer bir çalışmada 14 gün süre ile 10-25-50 μM CdCl₂ uyguladıkları *Tagetes patula* bitkisinden en fazla Cd konsantrasyonunu yeşil aksamda 450 mg kg^{-1} ve kökte ise 3500 mg kg^{-1} elde etmişlerdir. Bu çalışmada ise, CdSO₄ formunda en yüksek Cd (40 μM) dozunda Liu vd., (2011)'nin

Çizelge 2. Artan dozlarda Cd uygulamalarının *Tagetes patula* L. bitkisinin kök kuru ağırlığı, Cd, Cu, Fe, Mn ve Zn konsantrasyonları, Cd içeriği ve -SH konsantrasyonları üzerine etkileri

Table 2. The effects of increasing Cd treatments on dry weights, Cd, Cu, Fe, Mn and Zn concentrations, Cd content and -SH concentrations of *Tagetes patula* L. plant roots

Cd μM	Kuru Kütle g bitki^{-1}	Cd mg kg^{-1}	Cu mg kg^{-1}	Cd $\mu\text{g bitki}^{-1}$	Fe mg kg^{-1}	Mn mg kg^{-1}	Zn mg kg^{-1}	-SH $\mu\text{g mL}^{-1*}$
0	0,533 a	8,57 e	155 b	4,57 d	3229 e	198 a	114	1475 d
5	0,507 a	1436 d	119 c	725 c	4576 d	24,91 b	55,9	2747 c
10	0,233 b	3472 c	167 b	810 c	6523 c	26,81 b	143,95	1208 d
20	0,087 c	14942 b	248 a	1295 b	12784 b	25,00 b	169,3	6604 b
40	0,100 c	22942 a	243 a	2294 a	13605 a	21,42 b	129,63	23089 a
LSD %5	0,072**	369,749**	18,98**	244,76**	802,45**	8,57**	öd	986,18**

*YA: Yaş Ağırlık ** $p < 0,01$ öd: önemli değil



Şekil 3. Artan dozlarda Cd uygulamalarının *Tagetes patula* L. bitkisinin kuru kütlesi üzerine etkileri

Figure 3. The effects of increasing Cd treatments on dry weights of *Tagetes patula* L. plant

çalışmasından daha fazla Cd akümülyasyonu elde edilmiştir. Bitkilerin Cd akümülyasyonunun ve içeriğinin, Cd dozlarındaki artışla arttığı sonucunu Lin vd., 2010, Rungruang vd., (2011) tarafından yapılan çalışmalarda da elde edilmiştir.

Kabata-Pendias (2011), bitki dokularındaki normal Cd değerinin $0,05-0,2 \text{ mg kg}^{-1}$ ve toksik Cd değerinin ise $5-30 \text{ mg kg}^{-1}$ olduğunu bildirmiştir. Kadmiyum hiperakümülatörü bitkiler ise bünyelerinde 100 mg kg^{-1} Cd biriktirebilmektedirler (Rungruang vd., 2011). *Tagetes patula* L. bitkisi en düşük Cd dozu ($5 \mu\text{M}$) uygulamasında bile kökte 1436 mg kg^{-1} (14 kat) ve yeşil aksamında 854 mg kg^{-1} (8 kat) Cd biriktirerek toksik değer ve hiperakümülatör bitkilerin Cd akümülyasyon değerinden fazla Cd biriktirmiştir. Fitoremediasyon yönteminde kullanılacak bitkinin özellikle yeşil aksamında yüksek oranda ağır metal biriktirmesi gerekmektedir. Bu durumda *Tagetes* bitkisi hiperakümülatör bitkilerin Cd birikim düzeyinin 8 ile

36 katı fazla oranında dokularında Cd biriktirdiğinden Cd ile kirlenmiş toprakların temizlenmesinde önerilebilecektir. Benzer şekilde Liu vd., (2011) *Tagetes patula* bitkisinin yeşil aksamında 4501 mg kg^{-1} Cd biriktirdiğini ve bu değer in standart Cd akümülyasyon değerinden ($100 \text{ mg Cd kg}^{-1}$) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada bitkilerin konsantrasyonlarının kuru ağırlıkla çarpımları sonucu bitki başına biriktirdikleri Cd içerikleri de hesaplanmıştır. Sonuçlar kuru ağırlıklardaki azalmaya rağmen bitkilerin yeşil aksam ve kök Cd içeriklerinde önemli bir artış olduğunu göstermiştir (Çizelge 1, 2). Yeşil aksamda en yüksek Cd içeriği $3233 \mu\text{g bitki}^{-1}$ ve kökte ise $2294 \mu\text{g bitki}^{-1}$ ile $40 \mu\text{M}$ Cd dozunda sağlanmıştır.

Artan dozlarda Cd uygulamalarının yeşil aksam ve kökün Cu, Fe, Mn ve Zn konsantrasyonları üzerine etkileri köklerin Zn konsantrasyonu dışında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$) (Çizelge 1). Kadmiyum uygulamalarında yeşil aksamın Cu, Fe, Mn ve Zn konsantrasyonları kontrol bitkisine göre azalma göstermiştir. Köklerde ise en yüksek Cu (243 mg kg^{-1}) ve Fe (13605 mg kg^{-1}) $40 \mu\text{M}$ Cd uygulamasında ve en yüksek Mn konsantrasyonu ise (198 mg kg^{-1}) kontrol bitkisinde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Thamayanthi vd., (2013)'nin yaptıkları çalışma, sonuçlarımızı desteklemektedir. Araştırmacılar artan dozlarda ($0-20-40-60-80$ ve 100 mg kg^{-1}) Cd uyguladıkları saksılarda Marigold (*Tagetes erecta* L.) bitkisinin Cd alımı ve Cd'un bitkinin besin elementi (N, P, K, Fe, Mn, Cu, Zn) içeriğine etkilerini araştırmışlardır. Toplam 60 günlük saksı denemesi sonunda Cd dozundaki artışla bitkilerin büyümelerinde ve besin elementi içeriklerinde azalmalar olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada Cd uygulaması ile *Tagetes erecta* L. bitkisinin Cu içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir.

Yeşil aksam –SH konsantrasyonu Cd uygulanmış dozlarda (5-10-20 ve 40 µM) kontrole (0 µM) oranla önemli bir düzeyde yüksek bulunmuştur. Bu sonuç Cd'un diğer elementlerle olan rekabetinden kaynaklı olabilir. Ağır metaller, kuraklık, tuzluluk, hava kirliliği gibi stres koşullarında bitkilerde hücrelere zarar veren serbest oksijen radikalleri sentezlenmektedir. Bitkiler sentezlenen bu radikallerin zararını önlemek ve onları zararsız bileşiklere dönüştürmek için antioksidatif savunma mekanizmasına sahiptirler. Bu antioksidantların başında süper oksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR) vb. gelmektedir (Cakmak ve Marschner, 1992). Ayrıca SH-bileşikleri (glutatyon), stres durumunda oluşan serbest radikallerle reaksiyona girerek enzimlerin SH (sulfidril) gruplarının okside olmasını önler.

SONUÇLAR

Bu çalışmada *Tagetes patula* bitkisinin yeşil aksamında Cd akümülyasyon değeri olan 100 mg Cd kg⁻¹ konsantrasyonundan 36 kat fazla (3633 mg Cd kg⁻¹) Cd biriktirebildiği tespit edilmiştir. Bu sonuç *Tagetes patula* bitkisinin Cd ile kirlenmiş toprakların fitoremediasyonunda kullanım potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir. Diğer yandan *Tagetes patula* bitkisi tek yıllık bir süs bitkisi olması, yenilen bir bitki olmaması ile Cd'un gıda zincirine katılarak toksik etki göstermesi önlenmiş olur. *Tagetes* bitkisinin yeşil aksamında yüksek oranda Cd biriktirebilen akümülyatör bir bitki olması, toprak ve iklim seçiciliğinin olmaması, köklerinden nemotodlara karşı bitkileri koruyan nematosisit salgılamaları gibi özelliklerinden dolayı tarımsal üretim için de yetiştirilebilmektedir. Yukarıda değinilen nedenlerden ve elde edilen sonuçlar *Tagetes patula* L bitkisinin hem kirlenmiş toprakların temizlenmesinde kullanım potansiyelinin olduğu hem de tarımsal üretimde refakatçi bitki olarak tercih edilebileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

ATSDR (2015). Priority List of Hazardous Substances. Agency for Toxic Substances and Diseases. Available: http://www.atsdr.cdc.gov/spl/resources/atsdr_2015_spl_detail_data_table.pdf

Benavides M P, Gallego S M, and Tomaro M L (2005). Cadmium toxicity in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17: 21-34.

Cakmak I, Marschner H (1992). Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves. *Plant Physiology*, 98: 1222-1227.

Dağhan H (2004). Phytoextraction of heavy metal from contaminated soils using genetically modified plants. RWTH-Aachen Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften, Institut für Umweltforschung (Biology V), Doktor Arbeit, Aachen-Germany.

Dağhan H (2007). Fitoremediasyon: bitki kullanılarak kirlenmiş alanların temizlenmesi. GAP V. Tarım Kongresi Bildiri Kitabı, 362-367, 17-19 Ekim, Şanlıurfa.

Dağhan H, Köleli N, Uygur V, Arslan M, Önder D, Gökşun V, Ağca N (2012). Kadmiyum ile kirlenmiş toprakların fitoekstraksiyonla arıtımında transgenik tütün bitkisinin kullanımının araştırılması. *Toprak Su Dergisi*, 1:1-6.

Dağhan H, Arslan M, Uygur V, Köleli N, Eren A (2014). The cadmium phytoextraction efficiency of ScMTIII gene bearing transgenic tobacco plant. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 24(3):1974-1978.

Eren A, Dağhan H (2014). Transgenic tobacco-bearing p-cV-ChMTIII GFP gene accumulated more lead compared to wild type. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23(2):569-571.

Ertem M (2011). İtai İtai hastalığı. Erişim: <http://www.cevresagligi.org/cevresagligi/kutuphane/ii-ulusal-cevre-hekimligi-kongresi/itai-itai-hastal.html>

Hall J L (2002). Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 53:1-11.

Kabata-Pendias A, (2011). Trace elements in soils and plants, 4th ed. CRC Press, Boca Raton, London, FL.

Köleli N, Kantar Ç (2005). Fosfat kayası, fosforik asit ve fosforlu gübrelerdeki toksik ağır metal (Cd, Pb, Ni, As) konsantrasyonu. *Ekoloji Dergisi*, 14(55):1-5.

Lal K, Minhas P S, Chaturvedi S R K, Yadav R K (2008). Extraction of cadmium and tolerance of three annual cut flowers on Cd-contaminated soils. *Bioresource Technology*, 99:1006-1011.

Lin C C, Lai H Y, Chen Z S (2010). Bioavailability assessment and accumulation by five garden flower species grown in artificially cadmium-contaminated soils. *International Journal of Phytoremediation*, 12:1-14.

Liu Y T, Chen Z-S, Hong C Y (2011). Cadmium-induced physiological response and antioxidant enzyme changes in the novel cadmium accumulator, *Tagetes patula*. *Journal of Hazardous Materials*, 189 724-731.

Mansour H A, El-Maadawy E I, Ahmed H A H, Othman E Z (2015). Effect of different chemical additives on growth and flowering of African Marigold (*Tagetes erecta* L.) grown under cadmium stress. *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants* 7(1): 29-38.

Mishra S, Srivastava S, Tripathi R D, Govindarajan R, Kuriakose S V, Prasad M N V (2006). Phytochelatin synthesis and responses of antioxidants during cadmium stress in *Bacopa monneri* L., *Plant Physiology and Biochemistry*, 44:25-37.

Namdjoyan S, Namdjoyan S, Kermanian H (2012). Induction of phytochelatin and responses of antioxidants under cadmium stress in safflower (*Carthamus tinctorius*) seedlings. *Turkish Journal of Botany*, 36:495-502.

Nazar R, Iqbal N, Masood A, Khan M I R, Syeed S, Khan N A (2012). Cadmium toxicity in plants and role of mineral nutrients in its alleviation. *American Journal of Plant Sciences*, 3, 1476-1489. Available: <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2012.310178>

Priyanka D, Shalini T, Navneet V K (2013). A brief study on Marigold (*Tagetes Species*): a review. *International Research Journal of Pharmacy*, 4(1):43-48.

Rungruang N, Babel S, Parkpian P (2011). Screening of potential hyperaccumulator for cadmium from contaminated soil. *Desalination and Water Treatment*, 32(1-3):19-26.

Sangwan P, Mor V, Sakshi, Soni R, Dhankhar R (2013). Toxicity of cadmium in plants. *International Journal of Current Research*, 5(9):2714-2717.

Sheoran I S, Singal H R, Singh R (1990). Effect of cadmium and nickel on photosynthesis and enzymes of the photosynthetic carbon reduction cycle in Pigeon Pea (*Cajanus cajan* L.). *Photosynthesis Research*, 23:345-351.

Thamayanthi D, Sharavanan P S, Jayaprasad B (2013). Phytoremediating capability biochemical changes and nutrient status of marigold (*Tagetes erecta* L.), plant under cadmium stress. *International Journal of Research in Plant Science*, 3(4): 57-63.

Zengin K F, Munzuroğlu Ö (2005). Fasulye fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L. Strike) klorofil ve karotenoid miktarı üzerine bazı ağır metallerin (Ni^{+2} , Co^{+2} , Cr^{+3} , Zn^{+2}) Etkileri. *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(1):164-172.

Buğday Bitkisine Uygulanan Farklı Miktarlarda Leonarditin Bazı Toprak Özelliklerine Etkisi

Betül KOLAY^{1*} Songül GÜRSOY² Özlem AVŞAR¹ Nurettin BAYRAM¹
Ali Rıza ÖZTÜRKMEN³ Salih AYDEMİR³ Hüsnü AKTAŞ⁴

¹GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Diyarbakır

²Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Diyarbakır

³Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa

⁴Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Mardin

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail) : betul.kolay@tarim.gov.tr

Geliş tarihi (Received) : 16.06.2016

Kabul tarihi (Accepted) : 26.08.2016

DOI : 10.21657/topraksu.269186

Öz

Leonardit, toprak özelliklerini iyileştirmede ve dolayısıyla ürün verimini arttırmada kullanılan organik gübrelerden biridir. Bu çalışmada, sulanabilir koşullarda buğday bitkisine farklı miktarlarda leonardit uygulanarak, uygulanan bu leonarditin bazı toprak özellikleri üzerine olan etkisi belirlenmiştir. Çalışma 2009-2012 yıllarında GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü deneme alanında, tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede leonarditin 6 farklı dozu (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 kg da⁻¹) uygulanmıştır. Hasat sonrası tüm parsellerde, toprakta organik madde, toprak nemi, hacim ağırlığı ve penetrasyon direnci belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, farklı miktarlarda uygulanan leonarditin toprakta organik madde, toprak nemi ve hacim ağırlığı üzerine etkisinin olmadığı, penetrasyon direnci üzerine etkili olduğu görülmüştür. Toprak penetrasyon direnci leonardit uygulaması ile azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Buğday, leonardit, toprak özellikleri

Effect of Some Soil Properties of Different Doses Leonardite to Wheat

Abstract

Leonardite is one of the organic fertilizer that used in development of soil characteristics and hence increase of yield. In this study the effects of different levels of leonardite were determined on some soil properties in irrigable conditions to wheat plant. The study was carried out between the years of 2009-2012 in the research area of GAP International Agricultural Research and Training Center as randomized complete blocks design with four replications. In this study six different levels at leonardite (0, 50, 100, 150, 200, 250 kg da⁻¹) were applied. Organic matter, soil moisture, bulk density and penetration resistance were determined in all plots after harvest. At the end of the study different levels of leonardite has no effect on organic matter, soil moisture, bulk density in soil and has effect on penetration resistance. Soil penetration resistance was decreased with leonardite application.

Key Words: Wheat, leonardite, soil properties

GİRİŞ

Güneydoğu Anadolu Bölgesi makarnalık buğdayın gen merkezidir (Kendal vd., 2012). Bölgede oldukça geniş alanlarda üretimi yapılmakta ve kaliteli makarnalık buğday elde edilmektedir.

Leonardit, eski çağlardan kalma bitki ve hayvan kalıntılarının okyanus, göl ve bataklık tabanlarında tortulaşması sonucu oluşan; yüksek basınç, sıcaklık ve anaerobik (oksijensiz) koşullarda materyalin (canlı atıklarının) bozunması ve humifikasyonu sonucu tabakalanmış organik bir materyaldir (Özkan, 2007). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Adıyaman ilinde leonardit bulunmaktadır. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının leonarditlerin gübre olarak kullanılabilirliği ile ilgili belirlemiş olduğu humik asit değerleri katı leonarditte toplam (hümkik + fulvik) asit en az % 40' dır (Engin vd., 2012). Yapılan bir çalışma kapsamında, katı leonardit olarak Meriç, Adıyaman ve Denizli Bölgesi leonarditlerinin gübre olarak kullanılabilirliği tespit edilmiştir (Engin vd., 2012). Ancak leonarditin toprak özellikleri ve bitki gelişimi üzerine olan etkisi ile ilgili Bölgede yapılmış çalışmalar çok azdır. Bu nedenle bu çalışmada, organik madde içeriği yüksek olan ve Adıyaman yataklarından çıkarılmış leonarditin bölgede çok yaygın olarak yetiştirilen makarnalık buğday bitkisinde toprak özellikleri üzerine olan etkisi belirlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü deneme alanında 2009-2012 yılları arasında yürütülmüştür.

Çizelge 1. Denemede kullanılan leonardite ait bazı özellikler

Table 1. Some properties of leonardite using trial

İncelenen Özellik	Analiz Sonucu	Ağır Metal Sınır Değerleri
Organik Madde (kuru maddede %)	48,85	
Toplam humik+fulvik asit (W/W, TSE 5869, %)	47,02	
Toplam azot (N, Kjeldahl,%)	2,75	
Toplam fosfor (P, Spektrofotometrik,%)	0,28	
Toplam potasyum (K, Fleymfotometrik,%)	0,41	
pH (1/10)	6,16	
EC (1/10, dS/m)	4,80	
Toplam CaCO ₃ (Scheibler kalsimetresi, %)	2,01	
Cu (bakır) (AAS, ppm)	14,32	450
Zn (çinko) (AAS, ppm)	578,79	1100
Ni (nikel) (AAS, ppm)	69,17	120
Cd (kadmium) (AAS, ppm)	<0,036	3
Pb (kurşun) (AAS, ppm)	20,16	150
Cr (krom) (AAS, ppm)	174,38	350
Hg (civa) (AAS, ppm)	4,28	5

Araştırmada Kullanılan Leonarditin Özelliği

Denemede Adıyaman İli leonardit yataklarımızdan çıkarılmış ve piyasada satılan bir leonardit kullanılmıştır. Leonardite ait bazı özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan leonarditin, 24.03.2014 sayılı Resmi Gazete'de "Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Organik Kaynaklı Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı, İhracatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik" kapsamında belirtilen ağır metal sınır değerlerinin altında olduğu tabloda görülmektedir. Aynı yönetmelikte humik+fulvik asit oranının en az %40, CaCO₃ oranının ise en fazla % 8 olması gerektiği bildirilmiştir. Kullanılan leonardit bu özellikleri ile de uygundur. Leonarditin analizinde, ilgili yönetmeliğin EK-18 bölümünde belirtilen analiz metodları uygulanmıştır.

Araştırmada bitki materyali olarak bölgede yaygın olarak yetiştirilen ve GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi tarafından tescil ettirilen Sarıçanak-98 buğday çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşit, Güneydoğu Anadolu Bölgesi yağışa dayalı ve sulu şartları (sulu şartlarda verimi yüksek) ile sahil bölgelerinde tavsiye edilebilir. GAPUTAEM (2016).

Her yıl farklı alanlarda olmak üzere deneme 3 yıl sürdürülmüştür. Denemenin kurulduğu alanlarda ekim öncesi alınan toprak örneklerinin bazı toprak özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Deneme konularını leonarditin 0 kg da⁻¹, 50 kg da⁻¹, 100 kg da⁻¹, 150 kg da⁻¹, 200 kg da⁻¹ ve 250 kg da⁻¹ olarak belirlenen altı farklı dozu oluşturmuştur.

Çizelge 2. Araştırmanın her 3 yılında ekim öncesi incelenen bazı toprak özellikleri

Table 2. Some soil properties examined every 3 years of the trial in before sowing

İncelenen Toprak Özellikleri	Yıllar		
	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl
Bünye	CL	CL	CL
EC (dS/m)	1,48	0,85	0,24
pH	7,78	8,07	8,30
Kireç (%)	11,10	12,00	14,29
P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	1,21	5,02	3,33
Organik Madde (%)	0,84	0,94	1,26
Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	1,10	1,25	1,47

Belirlenen bu dozlar ekim öncesinde toprağa uygulanarak karıştırılmıştır. Çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak sulanabilir koşullarda yürütülmüştür. Bitkinin ihtiyaç duyduğu dönemlerde sulama yapılmıştır. Deneme 2009-2010, 2010-2011 ve 2011-2012 yetiştirme sezonunda 3 yıl süre ile yürütülmüştür.

Her yıl, hasattan hemen sonra tüm parsellerden bozulmuş ve bozulmamış toprak örneği alınarak toprakta organik madde, toprak nemi ve hacim ağırlığı tespit edilmiştir. Organik madde miktarı modifiye Walkley– Black yaş yakma yöntemiyle (Richards, 1954) hacim ağırlığı Blake ve Hartge (1986)'ye göre belirlenmiştir. Hacim ağırlığı ve gravimetrik nem içeriği, 0-20 cm toprak derinliğinden 100 cm³ 'lük silindirlerle alınan bozulmamış toprak örneklerini 105°C sıcaklıkta etüvde 24 saat bekletilerek belirlenmiştir. Toprağın penetrasyon direnci, elle itmeli maksimum 5 MPa ve 80 cm derinlikte ölçüm yapabilen penetrometre aleti ile ölçülmüştür. Ölçümlerde taban alanı 2 cm² olan konik uç kullanılmıştır. Penetrasyon direnci değerleri her bir parselde 10 farklı noktadan 20 cm toprak derinliğinden alınmıştır. Toprak organik maddesi ve toprak nemi %, hacim ağırlığı g cm⁻³ ve penetrasyon direnci kPa cinsinden belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Toprağa farklı miktarda uygulanan leonarditin bazı toprak özellikleri üzerine olan etkisi Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde organik madde, toprak nemi, hacim ağırlığı ve penetrasyon direnci değerlerinin yıllar arasında farklılık gösterdiği görülmüştür. Denemenin her 3 yılda da farklı alanda kurulmuş olması ve yıllar arasında yağış ve sıcaklık gibi farklılıklar olmasından dolayı bu beklenen bir sonuçtur. Leonardit uygulamaları ile, organik madde, toprak nemi ve hacim ağırlığı parametreleri yönünden leonardit dozları arasında

bir farklılık bulunmayıp, penetrasyon direnci parametresinde farklılık bulunmuştur. Leonardit uygulanmadığı zaman toprak penetrasyon direnci daha yüksek olurken, leonardit uygulaması ile penetrasyon direnci düşmüştür. Ancak 50, 100, 150, 200 ve 250 kg da⁻¹ leonardit dozları istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.

Toprağa uygulanan leonardit ve humik maddenin toprakta incelenen özellikle kimyasal parametreler üzerine etkisinin kısa sürede görülmesi beklenmemektedir. Turgay vd., (2011) humik madde uygulamasının çalışmalarının ilk yılında toprak organik madde miktarını artırırken, ikinci yıl organik madde üzerine bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Demir vd., (2012) tarafından yapılan bir çalışma sonucunda, leonarditin bir yıllık kullanımının toprak organik maddesini arttırmadığı bulunmuştur. Leonarditin fındıkta toprak düzenleyici olarak kullanıldığı bir çalışma sonucunda, leonarditin bir yıllık kullanımının toprak organik maddesini arttırmadığı gözlenmiştir (Özyazıcı vd., 2010). Bu çalışma, Demir vd., (2012) ve Özyazıcı vd., (2010) tarafından yapılan çalışmalar ile paralellik göstermektedir. Çalışmanın tüm uygulamalarında ölçülen organik madde miktarının, arzu edilen %5 değerinin çok altında olduğu görülmektedir.

Alagöz vd. (2006)'e göre, değişik kökene sahip organik materyallerin düzenli ve etkin bir biçimde kullanılması ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilebilmesi mümkündür. Deneme çakılı olarak yürütülmediği için, leonardit uygulamasının uzun yıllardaki etkisi değil, sadece bir yıllık kullanımının etkileri belirlenebilmiştir. Oğuz vd., (2012) tarafından yapılan bir çalışmada 100 kg da⁻¹ leonardit uygulaması ile biber yetiştirilen toprakta hacim ağırlığının değişmediği bildirilmiştir. Prasad ve Sinha (2000) tarafından en yüksek agregatlaşmanın dengelenmiş organik gübre ve bitkisel atık uygulamaları ile elde edildiği ve bu sayede hacim ağırlığı ve penetrasyon direncinde bir azalma

sağlandığı bildirilmiştir. Ferrini vd., (2005) leonarditin toprak iyileştirici olarak kullanılması ile toprak fiziksel özelliklerinin olumlu yönde etkilendiğini bildirmişlerdir. Leonardit uygulaması ile toprakta penetrasyon direnci kontrol ve gübrelemeye göre düşmüş, strüktür daha iyi gelişmiştir. Araştırmamızda toprak hacim ağırlığı açısından Oğuz vd., (2012) ile paralel, Prasad ve Sinha (2000) ile farklı sonuçlar bulunmuş olup; penetrasyon direnci açısından ise

hem Prasad ve Sinha (2000) hem de Ferrini vd., (2005) ile benzer sonuçlar bulunmuştur.

Arslan (2006) penetrasyon direncinin buğday için 1,5 MPa olduğu, birçok bitki için bu değer 2-2,5 MPa sınırına ulaşmasının toprak sıkışması işareti olduğunu deneysel çalışmalarla bulunduğunu bildirmiştir. Yapmış olduğumuz bu çalışmada hasat sonrası ölçülen penetrasyon direnci değerlerinin 2,5 MPa'dan yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Toprağa farklı miktarlarda uygulanan leonarditin toprakta organik madde, toprak nemi, hacim ağırlığı ve penetrasyon direnci üzerine etkisi

Table 3. The effect of leonardite applied to the soil in different quantity in soil organic matter, soil moisture, bulk density and penetration resistance

Leonardit Dozu	Yıllar			Ortalama
	1.Yıl	2.Yıl	3. Yıl	
Organik Madde (%)				
0	0,83	0,96	1,19	0,99
50	0,60	0,90	1,48	0,99
100	0,59	1,12	1,57	1,09
150	1,05	0,95	1,45	1,15
200	0,65	1,06	1,28	0,99
250	0,60	1,00	1,30	0,96
Ortalama	0,72 C	1,00 B	1,38 A	
CV	27,18			
LSD	Yıl:0,14**			
Toprak Nem İçeriği (%)				
0	10,80	10,03	15,19	12,01
50	11,52	8,68	14,13	11,44
100	10,36	10,41	13,80	11,52
150	11,50	10,64	15,55	12,56
200	10,57	12,63	14,21	12,47
250	11,22	11,36	16,85	13,14
Ortalama	10,99 B	10,62 B	14,95 A	
CV	17,30			
LSD	Yıl:1,43**			
Hacim Ağırlığı (g/cm³)				
0	1,41	1,25	1,32	1,33
50	1,35	1,30	1,31	1,32
100	1,35	1,29	1,28	1,30
150	1,50	1,30	1,29	1,36
200	1,28	1,35	1,31	1,31
250	1,53	1,26	1,25	1,35
Ortalama	1,40 A	1,29 B	1,29 B	
CV	9,77			
LSD	Yıl:0,04**			
Penetrasyon Direnci (kPa)				
0	4116,66	2512,66	3106,66	3245,33 A
50	2883,33	2593,33	3103,33	2860,00 B
100	3133,33	2523,33	3193,33	2950,00 B
150	3033,33	2640,00	2776,66	2816,67 B
200	3516,66	2476,66	2863,33	2952,22 B
250	2933,33	2646,66	2834,33	2804,78 B
Ortalama	3269,44 A	2565,44 B	2979,61 A	
CV	10,12			
LSD	Yıl:294,82**			
	Konu:286,17*			

SONUÇLAR

Sonuç olarak, toprak organik maddesi, toprak nemi ve hacim ağırlığı leonardit uygulamaları ile değişmemiş, penetrasyon direnci leonardit uygulaması ile azalmıştır. Leonarditin kullanıldığı ilk yıllarda toprağın bazı fiziksel özelliklerini iyileştirdiği literatürlerde görülmektedir. Leonardit uygulaması ile toprak penetrasyon direncinin düşmesi, hasattan hemen sonra ölçülen yüksek penetrasyon direnci değerleri dikkate alındığında, olumlu bir sonuçtur. Bu, leonarditin toprak ıslahında kullanılabileceğini göstermektedir. Leonarditin uygun münavebe sistemleri içerisinde, uzun yıllar içerisinde toprağa ve bitki gelişimine olan etkisinin belirlenmesi gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alagöz Z, Yılmaz E, Öktüren F (2006). Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(2): 245-254.
- Arslan S (2006). Toprak sıkışmasının azaltılması için alternatif bir yöntem: kontrollü tarla trafiği, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 9(1): 135-141.
- Blake G R, Hartge K H (1986). Bulk density and particle density, In : Methods of soil analysis, Part I, Physical and mineralogical methods, ASA and SSSA Agronomy monograph No: 9 (2nd ed), Madison, Pp: 363-381.
- Demir M, Noyan Ö F, Oğuz İ (2012). Leonardit kullanımı ile birlikte azaltılmış azotlu gübre uygulamalarının bitki verim ve toprak özellikleri üzerine etkileri, Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi, 2012-1: 445-455.
- Engin V T, Cöcen İ, İnci U (2012). Türkiye’de leonardit, Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi, 2012-1: 435-443.
- Ferrini F, Giuntoli A, Nicese F P, Pellegrini S, Vignozzi N (2005). Effect of fertilization and backfill amendments on soil characteristics, growth, and leaf gas exchange of english oak (*Quercus robur* L.), Journal of Arboriculture 31:182-190.
- GAPUTAEM (2016). Tescil Edilen Çeşitlerimiz Erişim:<http://www.gaputaem.gov.tr>
- Kendal E, Tekdal S, Aktaş H, Karaman M (2012). Bazı Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Diyarbakır ve Adıyaman Sulu Koşullarında Verim ve Kalite Parametreleri Yönünden Karşılaştırılması, Uludağ Ün. Ziraat Fakültesi Dergisi, (26-1):1-14
- Oğuz İ, Noyan Ö F, Karaman M R, Koçyiğit R, Özen M (2012). Jalapeno Biber Tarımında Farklı Organik ve İnorganik Materyallerin Toprak Özellikleri ve Ürün Verimi Üzerine Etkilerinin Araştırılması, Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi,1: 393-403.
- Özkan S (2007). Türk linyitlerinden humik asit ve gübre üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özyazıcı G, Özdemir O, Özyazıcı M A, Üstün G Y, Turan A (2010). Bazı organik materyallerin ve toprak düzenleyicilerin organik fındık yetiştiriciliğinde verim ve toprak özellikleri üzerine etkileri, Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran-1 Temmuz, Erzurum.
- Prasad B, Sinha S K (2000). Long-Term effects of fertilizer and organic manures on crop yields, nutrient balance and soil properties in rice-wheat cropping system in bihar. In: Abrol I P, Bronson K F, Duxbury J M, Gupta R K, (Eds.), In Long-Term Soil Fertility Experiments in Rice- Wheat Cropping Systems, Rice-Wheat Consortium Paper Series 6. New Delhi, Pp:105-119
- Richards LA (1954). Diagnosis and improvements of saline and alkaline soils. U.S. p. 160.
- T.C. RESMİ GAZETE (2014). Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Organik Kaynaklı Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı, İhracatı Ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik, 24.03.2014 Erişim: <http://www.resmigazete.gov.tr>
- Turgay O C, Karaca A, Unver S, Tamer N (2011). Effects of coal- derived humic substance on some soil properties and bread wheat yield, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2011:42-9:1050:1070

Elma Çeşitlerine Yapraktan Bor Uygulamasının Bitkinin Mineral Beslenmesiyle Meyvenin Verim ve Kalitesine Etkisi

İbrahim ERDAL*

Şevkiye Armağan TÜRKAN

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail) : ibrahimerdal@sdu.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 29.06.2016

Kabul tarihi (Accepted): 19.09.2016

DOI : 10.21657/topraksu.269187

Öz

Bu çalışmada yapraktan bor gübrelemesinin elma çeşitlerinin bor beslenmesiyle verim ve bazı kalite ölçütlerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Denemede Mondial Gala, Red Chief, Scarlet Spur, Breaburn ve Fuji olmak üzere beş elma çeşidi kullanılmış olup, 0 ve 100 mg B l⁻¹ litre olacak şekilde hazırlanan çözeltilerden, çiçeklenme öncesi 15 gün arayla iki defa yapraktan gübreleme yapılmıştır. Deneme sonunda Braeburn çeşidi hariç diğer çeşitlerin tamamında yaprak B konsantrasyonunun arttığı görülmüştür. Yapraktan B gübrelemesiyle bütün çeşitlerin meyve toplam verimi artmış ve elde edilen artışlar Mondial Gala ve Breaburn çeşitleri hariç diğerlerinde istatistiksel anlamda önemli olmuştur. Yapraktan bor uygulaması incelenen meyve kalite ölçütlerine genellikle etki yapmamıştır. Çeşitlerin bor uygulamalarından farklı derecelerde etkilendiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Bor, çeşit, elma, yapraktan gübreleme

Effect of Foliar Boron Application on Nutrient Concentration, Fruit Yield and Quality of Different Apple Varieties

Abstract

In this study, it was aimed to investigate the effect of foliar boron fertilization on different apple varieties. For his purposes, five apple varieties as Mondial Gala, Red Chief, Scarlet Spur, Breaburn and Fuji were used. For foliar spraying, 0 and 100 mg B l⁻¹ containing solutions were sprayed to the leaves before flowering with fifteen days interval. At the end of the experiment it was seen that leaf boron concentrations increased with foliar boron fertilization in varieties, except for Breaburn. In all varieties, fruit yield increased with the application and the increases obtained were significant in the varieties except for Mondial Gala and Breaburn. In general, leaf boron spraying did not affect significantly examined quality parameters. It was seen that apple varieties were affected differently from the foliar boron fertilization.

Key Words: Boron, variety, apple, foliar fertilization

GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması ve tarım birim alandan daha fazla ürün elde etme alanlarındaki artışın yok denecek kadar az olması, gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Bunun için yüksek

verimli yeni çeşitlerin geliştirilmesi yanında, her ürün için uygun bitki yetiştirme tekniklerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle son yıllarda üretimde ürün kalitesinin geliştirilmesi ve verimin artırılmasında bitki besin elementlerinin yaprakтан uygulanması önemli yöntemlerden biri olmuştur. Yüksek toprak pH sı, yüksek kireç içeriği, düşük organik madde, su yetersizliği, yıkanma, diğer besin elementleri arasındaki dengesizlikler, sığ toprak profili, toprak sıkışması, fiksasyon, topraktan uygulamada geç kalınması, vb. gibi farklı toprak şartlarından dolayı bitki besin elementlerinin kökler vasıtası ile alınamadığı durumlarda, yaprakтан uygulama, bitkilerin besin elementi ihtiyaçlarının karşılanmasında sıklıkla ve başarıyla kullanılmaktadır (Roemheld ve El-Fouly, 1999). Borun bitkide sayısız işlevi bulunmaktadır (Bergmann, 1992; Kacar ve Katkat 2009, Marschner 2011). Boyacı ve Çağlar (2009) tarafından yapılan bir araştırmada, farklı dozlarda yapraklara uygulanan bor'un badem çeşitlerinde çiçek tozu çimlenme oranını ve meyve tutumunu artırdığı belirlenmiştir. Yürütülen bir çalışmada yaprakтан B uygulaması yapılan elma ağaçlarının yaprak B konsantrasyonunun daha fazla olduğu, net fotosentez oranının, klorofil, stoma iletkenliği, katalaz ve glutation reduktaz enzim aktivitelerinin kontrol gurubu ağaçlarına göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yine bu çalışmada yaprakтан B uygulamasının meyve verimi ve suda çözünür kuru madde, meyve rengi ve titre edilebilir asitlik gibi bazı kalite ölçütlerini toprak ve kontrol uygulamalarına oranla artırdığı ifade edilmektedir (Wojcik vd., 2008). Yapılan çeşitli çalışmalarda da yaprakтан B uygulamasının, elma çeşitlerinde yaprak B konsantrasyonunu meyve tutumunu ve verimini artırdığı ve bazı verim özelliklerini iyileştirdiği ifade edilmektedir (Wójcik vd., 1999; Neilsen, 2008; Lötze ve Hoffman, 2014). Yapraktan yapılan B uygulamasıyla sadece verim ve kalite kriterleri değil, aynı zamanda elmanın depolanma süresinin uzadığı ve bu süre zarfında kalitesini koruduğu da ifade edilmektedir (Brackmann vd., 2016).

Bu çalışmada, yaprakтан B gübrelemesinin elma çeşitlerinin B beslenmesiyle meyve verimi ve bazı kalite ölçütlerine etkisini incelemek ve çeşitlerin B uygulamasına tepkilerini karşılaştırmak amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, 2014 yılında Burdur'un Ağlasun ilçesinde üretici bahçesinde yürütülmüş olup, aynı

bahçede yetiştirilen 6 yaşlı Mondial Gala, Red Chief, Scarlet Spur, Braeburn ve Fuji elma çeşitleri denemede kullanılmıştır. Deneme toprağına ait bazı özellikler Çizelge 1' de verilmiştir. Belirtilen çizelgeden de görüleceği üzere, deneme alanı killi tın bünyeli, organik madde içeriği orta, fazla kireçli ve hafif alkali karakterlidir. Toprağın elverişli besin elementlerinden P, K, Mg ve Ca konsantrasyonları yeter ve fazla, Zn ve Cu konsantrasyonları yeterli, Fe konsantrasyonu orta, Mn konsantrasyonu az, B konsantrasyonu ise çok azdır (Lindsay ve Norvell, 1969; Wolf, 1971; FAO 1990; TOVEP 1991; Eyüpoğlu, 2000).

Denemede B kaynağı olarak ETİBOR işletmelerinden sağlanan Etidot-67 (% 20,8 B) gübresi kullanılmıştır. Bu gübreden hazırlanan Y0:0(kontrol) ve Y1:100mgB l⁻¹ konsantrasyonlarındaki çözeltilerden, çiçeklenme öncesi 15 gün arayla iki defa uygulama yapılmıştır. Kontrol dozu için ağaçlara su püskürtülmüştür.

Çizelge 1. Deneme toprağına ait bazı özellikler

Table 1. Some properties of experimental soil

Toprak özellikleri	Miktar
pH (1/2.5)	7,88
EC (1/2.5)	0,28
OM (%)	2,4
CaCO ₃ (%)	20
Yarayıllı besin elementleri (mg kg ⁻¹)	
B	0,46
Fe	3,51
Cu	2,41
Zn	0,89
Mn	3,38
Ca	7813
Mg	243
K	626
P	21,6

Yaprakta Bor Analizi

Bitkilerin B düzeylerinin belirlenmesi amacıyla Temmuz ayında yaprak örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler laboratuvara getirilerek çeşme suyu, seyreltik asit (0,2 N HCl) ve saf su ile yıkandıktan sonra 65±5 °C'de sabit ağırlığa kadar kurutulup öğütülmüştür. Öğütülmüş bitki örnekleri mikro dalga yakma sisteminde yaş yakılmıştır. Bunun için; 0,4 g bitki örneği alınmış ve teflon yakma tüpüne konulmuştur. Örneğin üzerine 10 ml konsantre nitrik asit ilave edildikten sonra mikro dalgada yaş yakma fırınında yakılmıştır. Yakılan örneklerin B konsantrasyonları ICP de okunarak hesaplanmıştır (Kacar ve İnal, 2010).

Meyve Verim ve Bazı Kalite Ölçütlerinin Belirlenmesi

Meyve verimi ölçümü hassas terazi; meyve eni ve boyu dijital kumpas; sertlik ölçümü penetrometre; suda çözünür kuru madde (ŞÇKM) refraktometre ile ve meyve suyunda pH ise pH metre cihazıyla ölçülmüştür (Hortwirth, 1960).

İstatistiksel Değerlendirme

Denemeden elde edilen sonuçların istatistiksel anlamda değerlendirilmesi için COSTAT paket programı kullanılmış ve her çeşit kendi içinde ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Uygulamaların Yaprak B Konsantrasyonlarına Etkisi

Elma çeşitlerinin yaprak B konsantrasyonları B uygulamalarından genelde olumlu etkilenmiş olup, Braeburn çeşidi hariç diğer çeşitlerde yaprak B düzeyleri, yapılan uygulamayla artmıştır. Kontrol koşullarında 32, 29, 28 ve 36 mg kg⁻¹ olan Mondial Gala, Red Chief, Scarlet Spur ve Fuji çeşitlerinin yaprak B düzeyleri, yaprak B gübrelemesiyle % 38, % 28, % 36 ve % 39 oranlarında artış göstererek, sırasıyla 44, 37, 38 ve 54 mg kg⁻¹ a yükselmiştir (Çizelge 2).

Uygulamaların Meyve Verimi ve Bazı Kalite Ölçütlerine Etkisi

Yapraktan B uygulamasıyla bütün çeşitlerin verim değerleri artmış, fakat bu artış iki çeşitte (Red Chief ve Braeburn) istatistiksel anlamda önemli olmamıştır. Mondial Gala, Scarlet Spur ve Fuji çeşitlerinde kontrol koşullarında 5,7 kg, 6,8 kg ve 5,9 kg olan ağaç başına düşen verim, sırasıyla % 25, % 24 ve % 7 lik artışlarla 7,1 kg, 8,4kg ve 6,3 kg değerlerine yükselmiştir (Çizelge 3). Yapraktan B uygulaması iki çeşitte meyve ağırlığına etkili olmuş, diğer çeşitlerde etki göstermemiştir. Mondial Gala çeşidinde meyve ağırlığı 165 g' dan 186 g'a, Scarlet Spur çeşidinde de 172 g' dan 188 g' a yükselmiştir (Çizelge 3). Yapraktan B uygulamasının meyvenin ŞÇKM, pH ve meyve eti sertliğine etkisi istatistiksel anlamda önemli

bulunmamıştır. Meyvenin ŞÇKM değerleri % 12-14 arasında, pH değerleri 2,9-3,4 arasında ve meyve eti sertliği ise 7,4-8,3 kg/cm² arasında farklılık göstermiştir (Çizelge 4).

Yapılan analizler sonunda yaprak B uygulaması elma çeşitlerinin yaprak B konsantrasyonunu çeşitlere bağlı olarak değişik oranlarda artmış olup, ortalama artış oranı yaklaşık % 38 dir. Kontrol koşullarında bütün çeşitler için belirlenen yaprak B düzeyi yeter kabul edilen seviyenin alt sınırlarında olmasına karşılık, uygulamayla bu değerler yeter düzeyin üst sınırlarına çıkmıştır (Jones vd., 1991). Daha önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi, yaprak B uygulaması, bitkilerin özellikle mikro element beslenmelerini artırması açısından son derece önemli bir uygulamadır (Erdal vd., 2004; Rawashdeh ve Sala 2013; Rawashdeh ve Sala 2015). Yapraktan B uygulamasının, bitkilerin B beslenmesiyle verim özelliklerine olumlu etkileri, çeşitli bitkilerle yapılan araştırmalarda da ifade edilmektedir (Vasanthu vd., 2015; Dewdar vd., 2015; Güneş vd., 2015). Elma üzerine yapılan bir araştırmada da elmanın mineral beslenmesi üzerine yaprak B gübrelemenin başarıyla kullanılabileceği vurgulanmış ve yaprak B içeriğinin yaprak B uygulamasıyla artırılabilirliği ifade edilmiştir (Murtic vd., 2016). Özellikle topraktan beslenmenin yapılamadığı, etkili olmadığı veya geç kalındığı zamanlarda yaprak B gübreleme yöntemiyle bitkilerin beslenme düzeyleri iyileştirilmekte bu da verim ve kaliteye olumlu yansımaktadır (Roemheld ve El-Fouly, 1999; Mosa vd., 2015). Literatürde yaprak B uygulamasının meyvenin sertlik, ŞÇKM, renk ve meyve suyu pH'sını artırdığına yönelik veriler olmakla birlikte (Wojcik vd. 2008), yapılan bu çalışmada yaprak B uygulamalarını bu kriterler üzerine genel anlamda istatistiksel bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bu durumun toprak, çevre ve genotipsel farklılıklardan kaynaklanmış olabileceğini söylemek mümkündür. Her ne kadar istatistiksel anlamda bir değerlendirme yapılmamış olsa da çeşitlerin yaprak B uygulamasından farklı şekillerde etkilendiği ve bu etkinin verim değerlerine

Çizelge 2. Yapraktan B gübrelemesinin elma çeşitlerinin B beslenmesine etkisi

Table 2. Effect of foliar B fertilization on B nutrition of apple cultivars

Uyg.	Mondial Gala	Red Chief	Scarlet Spur	Braeburn	Fuji
	Yaprak B konsantrasyonu, mg kg ⁻¹				
Y0	32B*	29B	28B	38A	36B
Y1	44A	37A	38A	40A	54A

*Aynı sütunda aynı farklı harfle gösterilen değerler arasında fark önemlidir (p< 0.05)

Cizelge 3. Yapraktan B gübrelemesinin elma çeşitlerinin meyve verimi, meyve ağırlığı, meyve eni ve boyuna etkisi

Table 3. Effect of foliar B fertilization on fruit yield, fruit weight, fruit width and fruit height

Uygulamalar	Mondial Gala	Red Chief	Scarlet Spur	Braeburn	Fuji
	Verim (kg/ağaç)				
Y0	5,7 B*	6,1 A	6,8 B	8,0A	5,9B
Y1	7,1 A	6,8 A	8,4 A	8,3A	6,3A
	Meyve ağırlığı (g/meyve)				
Y0	165 B	156 A	172 B	172 A	166 A
Y1	186 A	163 A	188 A	181 A	174 A
	Meyve eni (mm)				
Y0	66	70	74	62	66
Y1	72	70	73	69	66
	Meyve boyu (mm)				
Y0	73	74	81	67	72
Y1	75	79	80	73	73

*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasında fark önemlidir ($p < 0,05$)

Cizelge 4. Yapraktan B gübrelemesinin elma meyvesinin SÇKM, pH ve meyve sertliği üzerine etkisi

Table 4. Effect of foliar B fertilization on soluble solids, pH and firmness of apple fruit

Uygulamalar	Mondial Gala	Red Chief	Scarlet Spur	Braeburn	Fuji
	SÇKM, %				
Y0	12	13	12	13	12
Y1	12	14	13	13	12
	pH				
Y0	3,1	3,1	3,1	2,9	2,9
Y1	3,3	3,3	3,4	3,0	3,2
	Meyve eti sertliği (kg/cm ²)				
Y0	7,5	7,6	8,1	7,9	8,3
Y1	7,4	7,4	8,3	7,7	8,3

de farklı şekillerde yansıdığı dikkati çekmektedir. Bu durum, daha önce yapılan değişik çalışmalarda da görülmüş ve bitkiler aynı ortamda yetişmiş olsalar dahi besin elementlerinde yararlanma oranları birbirlerinden farklı olabileceği ifade edilmiştir. Bu olay farklı bitki türleri arasında olabileceği gibi aynı türe ait genotipler arasında da görülebilmektedir (Taban ve Erdal, 2000; Küçükymuk ve Erdal, 2009; Küçükymuk ve Erdal, 2011). Bu değerlendirmeler genellikle bitkilerin topraktaki besin elementlerinden yararlanma oranları üzerine olmakla beraber, yapraktan beslenme de de bu tür farklılıkların olduğu görülmüş ve farklılıklar üzerine yaprağın çeşitli morfolojik ve fizyolojik özelliklerinin önemli etki yaptığı belirtilmiştir (Hull, 1970; Niinemets ve Kull, 2003; Fernández ve Eichert, 2009).

SONUÇLAR

Yapraktan B uygulaması "Braeburn" çeşidi hariç diğer elma çeşitlerinin yaprak B konsantrasyonlarını önemli derecede artırmıştır. En fazla artış "Fuji" çeşidinde görülmüş olup, bu çeşidin incelenen çeşitler içerisinde B uygulamalarından en çok

etkilenen çeşit olduğu, buna karşılık "Braeburn" çeşidinin B uygulamalarından etkilenmediği görülmüştür. Yaprak B uygulamaları 3 çeşitte toplam meyve verimini de artırmıştır. Elde edilen verim artışları yaprak B konsantrasyonundaki artışlara paralel bir eğilim göstermemekle beraber, bütün çeşitler için ortalama % 12 lik bir verim artışı elde edilmiştir. Bu durumda yaprak B uygulaması, özellikle "Mondial Gala" ve "Scarlet Spur" gibi yaklaşık % 25 lik verim artışlarının elde edildiği ve denemenin yürütüldüğü koşullara özdeş koşullarda yetiştirilen çeşitlerde önerilebilir.

Teşekkür

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi BAP yönetim birimi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Bergmann W (1992). Nutritional Disorders of Plants. Development Visual and Analytical Diagnosis. Jena, Germany: Gustav Fischer.

Boyacı S, Çağlar S A (2009). Study on the production of branched apple tree under nursery condition in Turkey. TABAD, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 2(1): 107-111.

- Brackmann A, Thewes F R, Anese R D O, Linke Junior W (2016). Pre-harvest boron application and it's relation with the quality of 'Galaxy' apples after harvest and controlled atmosphere storage. *Ciência Rural*, 46(4): 585-589.
- Dewdar M D H, Abbas M S, Gaber E I, Abd El-Aleem H A (2015). Influence of time addition and rates of boron foliar application on growth, quality and yield traits of sugar beet. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 4(2): 231-238.
- Erdal I, Kepenek K, Kızılgöz İ (2004). Effect of foliar iron applications at different growth stages on iron and some nutrient concentrations in strawberry cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28(6): 421-427.
- Eyüpoğlu F, Güçdemir İ H, Kurucu N, Talaz S (2000). Orta Anadolu Topraklarının Bitkiye Yarayımlı Bor Bakımından Genel Durumu. *Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayını*, Ankara s, 1-47.
- Eyüpoğlu F, Kurucu N, Güçdemir İ, Talaz S (2000). Boron status of Central Anatolian. *International Conference Sustainable Land Use and Management*, 10-13 June 2002, pp. 55-61, Çanakkale, Turkey.
- FAO (1990). *Micronutrient Assessment at the Country Level: An International Study*. FAO Soils Bulletin 63. Rome.
- Fernández V, Eichert T (2009). Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 28(1-2): 36-68.
- Güneş A, Köse C, Turan M (2015). Yield and mineral composition of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Karaerik) as affected by boron management. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(5): 742-752.
- Hortwirth N (1960). *Official methods of analysis*. Chapter 29, Sugar and Sugar Products, AOAC, Benjamin Franklin Station, Washington DC.
- Hull H M (1970). Leaf structure as related to absorption of pesticides and other compounds. In *Residue Reviews/Rückstands-Berichte* (pp. 1-150). Springer New York.
- Jones Junior J B, Wolf B, Mills H A (1991). *Plant Analysis Handbook*. Athens, GA: Micro-Macro Publ.
- Kacar B., Katkat A V (2009). *Bitki Besleme*. Nobel Yayınevi. Yayın No; 849, Ankara.
- Kacar B, İnal A (2010). *Bitki Analizleri*, Nobel Yayınevi, Yayın No.1241. Ankara.
- Küçükyumuk Z, Erdal İ (2009). Rootstock and variety effects on mineral nutrition of apple trees. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2): 8-16
- Küçükyumuk Z, Erdal İ (2011). Rootstock and cultivar effect on mineral nutrition, seasonal nutrient variation and correlations among leaf, flower and fruit nutrient concentrations in apple trees. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17: 633-641.
- Lindsay W L, Norvell W A (1969). Development of A DTPA micronutrient soil test. *Soil Science Society of American Proceeding* 35, 600-602.
- Lötze E, Hoffman E W (2014). Foliar application of calcium plus boron reduces the incidence of sunburn in 'Golden Delicious' apple. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 89(6): 607-612.
- Marschner H (2011). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press.
- Mosa Wfaeg, El-Megeed N A A, Paszt L S (2015). The effect of the foliar application of potassium, calcium, boron and humic acid on vegetative growth, fruit set, leaf mineral, yield and fruit quality of 'Anna' apple trees. *American Journal of Experimental Agriculture*, 8(4): 224-234.
- Murtic S, Civic H, Đuric M, Šekularac G, Kojovic R., Kulina M, Krsmanovic M. Foliar (2016). Nutrition in apple production. *African Journal of Biotechnology*, 11(46): 10462-10468.
- Neilsen G H, Neilsen D, Peryea F J, Fallahi E, Fallahi B (2008). Effects of mineral nutrition on fruit quality and nutritional disorders in apples. In *VI International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops 868* (pp. 49-60).
- Niinemets U, Kull K (2003). Leaf structure vs. nutrient relationships vary with soil conditions in temperate shrubs and trees. *Acta Oecologica*, 24(4): 209-219.
- Rawashdeh H, Sala F (2013). Effect of different levels of boron and iron foliar application on growth parameters of wheat seedlings. In *African Crop Science Conference Proceedings*, 11, pp. (861-864).
- Rawashdeh H, Sala F (2015). Foliar application with iron as A vital factor of wheat crop growth, yield quantity and quality: A Review. *International Journal of Agricultural Policy and Research* 3: 368-376.
- Roemheld V, El-Fouly M M (1999). Foliar nutrient application: Challenge and limits in crop production. In *Proc. 2nd International Workshop on "Foliar Fertilization"* April (pp. 4-10).
- Taban S, Erdal İ (2000). Bor uygulamasının değişik buğday çeşitlerinde gelişme ve toprak üstü aksamda bor dağılımı üzerine etkisi. *Turk. J. Agric. For.*, 24, 255-262.
- TOVEP (1991). *Türkiye Toprakları Verimlilik Ervanteri*. T.C Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Vasanthu S, Kumar K S, Padmodaya B, Reddy C (2015). Effects of foliar application of boron on leaf boron content and yield of papaya cv. Red Lady. *Journal of Applied Horticulture*, 17(1): 76-78.
- Wójcik P, Cieslinski G, Mika A (1999). Apple yield and fruit quality as influenced by boron applications. *Journal of Plant Nutrition*, 22(9): 1365-1377
- Wójcik P, Wojcik M, Klamkowski K (2008). Response of apple trees to boron fertilization under conditions of low soil boron availability. *Scientia Horticulturae*, 116(1): 58-64.
- Wolf B (1971). The determination of boron in soil extracts. *Plant materials, composts, manures, and water and nutrient solutions*. *Soil Science and Plant Analysis*, 2: 363-374.

Tohuma Çinko Uygulama Metodunun Su Kültürü Koşullarında Mısırın Kuru Madde Verimi ve Çinko Konsantrasyonu Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Ayfer ALKAN TORUN^{1*}Abdullah ER¹Halil ERDEM²Bülent TORUN¹¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana²Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail) : atorun@cu.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 01.07.2016

Kabul tarihi (Accepted) : 21.10.2016

DOI : 10.21657/topraksu.269191

Öz

Çinko (Zn) bitkisel üretimin ve ürün kalitesinin artırılmasında önemli bir mikroelementtir. Ayrıca taneldeki Zn yetersizliği beslenmede dolayısıyla insan sağlığında da ciddi bir problem olarak ortaya çıkabilmektedir. Bu noksanlığının giderilmesi amacıyla, tohumun ekim öncesi Zn'lu çözeltilerde bekletilmesi sahip olduğu birçok avantaj nedeniyle son zamanlarda ön plana çıkmış olan bir metottür. Kontrollü koşullarda su kültüründe bu konuda yürütülmüş bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma Zn uygulamalı (Zn1:1 µM ZnSO₄) ve uygulamaz (Zn0: 0 µM ZnSO₄) ortamda farklı zaman aralıklarında (0 dk, 1 dk, 10 dk, 30 dk ve 60 dk) 5 mM ZnSO₄ çözeltisinde bekletilmiş mısır (*Zea mays* L.) tohumlarından elde edilen yaklaşık 12 (I. hasat) ve 20 günlük (II. hasat) bitkilerin Zn noksanlığı semptom şiddeti, kök ve yeşil aksam kuru madde verimi ile kök ve yeşil aksam Zn konsantrasyonu üzerine etkisini ortaya koymak amacıyla su kültüründe gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, çözeltilerden Zn uygulanmadığında farklı zaman aralıklarında Zn çözeltisinde bekletilmiş tohumlardan elde edilen bitkilerin her iki hasatta da kontrole göre, hem kök hem de yeşil aksam kuru madde verimi ve Zn konsantrasyonunun arttığı belirlenmiştir. Kuru madde verimi açısından sözkonusu artışlar, özellikle II. hasatta çözeltilerde bekletilme süresiyle doğru orantılı olmuştur. Çinko konsantrasyonu ise, kuru madde veriminin aksine I. hasatta daha yüksek iken II. hasatta azalmıştır. Özellikle çözeltilerden Zn'nun uygulanmadığı koşullarda I. hasata ait yeşil aksam ve kök Zn konsantrasyonu II. hasattan daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, yetiştirme ortamında Zn'nun yetersiz olduğu koşullarda mısır tohumunu Zn çözeltisi içinde bekletmenin bitkinin Zn noksanlığı semptom şiddeti, kuru madde verimi ve Zn konsantrasyonu üzerinde önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çinko, çözeltilerde bekletme uygulaması, mısır, noksanlık

Determination of Influence of Zinc Application through Seed Treatment Method on Dry Matter Yield and Zinc Concentration of Corn in Hydroponic Culture Conditions

Abstract

Zinc (Zn) is an important microelement in increasing the yield and quality of plant production. In addition, zinc deficiency in the seed can be a nutritional problem and therefore a serious problem in

human health. In order to overcome the problem Zn application method as priming of seeds in dilute Zn solutions prior to sowing recently came to forward because of having many advantages. No studies under controlled conditions could be met in literature regarding on this subject. This study aimed to find out the effect of plants obtained from seeds of corn (*Zea mays* L.) which have been soaked in 5 mM ZnSO₄ at different time periods (0 min, 1 min, 10 min, 30 min and 60 min) grown in with Zn (Zn: 1 µM ZnSO₄) and without Zn (Zn: 0 µM ZnSO₄) conditions for approximately 12 days (I. harvest) and 20 days (II. harvest) on the severity of Zn deficiency symptoms, root and shoot dry matter yield, as well as the concentration of Zn in shoot and root in a hydroponic experiment. In this experiment, increases in dry weight and Zn concentration both in shoots and roots of 12 and 20 days harvested plants which of seeds were soaked in Zn solution at different time periods have been seen in comparison with the control plants. Mentioned increases with respect to dry matter yield increased parallel to the soaking time of seeds in solution especially at II. harvest. In contrast to dry matter yield, Zn concentration was higher in plants obtained at I. harvest while it decreased in plants obtained at II. harvest. Zinc concentrations of plants were found to be higher at I. harvest than those of the ones obtained at II. harvest particularly under the conditions of without Zn application from the solution. As a result, it has been determined that the application method of soaking of the seeds in Zn solution at a certain time has a significant effect on the severity of symptoms of Zn deficiency, dry matter yield and Zn concentration.

Key Words: Zinc, seed dressing, corn, deficiency

GİRİŞ

Çinko (Zn) noksanlığı dünyada (Ortiz-Manasterio vd., 2007) ve Türkiye’de (Cakmak vd., 2004) çok rastlanan bir mikrobesein elementi problemi olup, dünyada tarım yapılan toprakların % 50’sinde bitkiye yararlı Zn’nun düşük olduğu ortaya konulmuştur. Türkiye’nin de tarım yapılan topraklarının % 50’inde ve en önemli tahıl yetiştirme alanı olan Orta Anadolu Bölgesi’ nin % 80’inde Zn noksanlığı mevcuttur (Cakmak vd., 2004). Topraklardaki Zn noksanlığı ile uyumlu olarak, günümüzde dünyada (Gibson, 2006) ve Türkiye’de insanlarda çok yaygın bir biçimde Zn noksanlığı görülmektedir (Cakmak vd., 1999).

Bitkilerdeki Zn noksanlığının giderilmesinde en yaygın olarak kullanılan topraktan Zn uygulama yöntemi bitkisel verimi arttırmada etkin bir yöntem iken (Cakmak vd., 1997; Ekiz vd., 1998; Zhang vd., 2007; Wissuwa vd., 2006), bunun tanedeki Zn’nun insan beslenmesine katkı sağlayıcı boyutta bir artış sağlamada tek başına yeterince etkili bir yol olmadığı belirtilmiştir. Yılmaz ve vd., (1997) tarafından buğdayda yürütülen bir çalışmada Zn’nun toprak, yaprak, tohum, toprak+yaprak ve yaprak+tohum uygulamasıyla, kontrole göre tane veriminde önemli bir artışın sağlandığı belirlenmiştir. İlgili çalışmada yalnızca toprak uygulamasında tane Zn konsantrasyonu 17 mg kg⁻¹ iken, yaprak, toprak+yaprak ve tohum+yaprak uygulamalarında aynı değerlerin 27-35 mg kg⁻¹ arasında değiştiği

görülmüştür. Yapraktan Zn uygulama zamanının da tane Zn’sunun arttırılmasında çok önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir (Öztürk vd., 2006; Cakmak, 2008). Tane dolum aşamasında buğday tanesindeki Zn konsantrasyonunun değişiminin izlendiği bir çalışmada, tanede en yüksek Zn konsantrasyonunun süt dolum döneminde gerçekleştiği görülmüştür (Öztürk vd., 2006).

Tanedeki mikroelement içeriğinin arttırılmasında topraktan ve yapraktan gübreleme yöntemlerinin yanı sıra, literatürlerde “seed priming” veya “seed dressing” olarak ifade edilen tanenin mikroelement içeren çözeltide bekletilmesinin (Prom-u-thai vd., 2012) ekim öncesi tanedeki mikroelement içeriğini arttırmada en pratik ve kolay uygulanabilir yöntemlerinden biri olduğu son yıllarda tarla koşullarında yapılan birçok çalışmayla gösterilmiştir (Ajouri vd., 2004; Foti vd., 2008; Harris vd., 2007; Afzal, 2013). Bu çerçevede Harris vd., (2007) tarafından ekim öncesi tanenin Zn içeren çözeltilerde bekletilmesinin pratik bir yöntem olduğu ve daha iyi bir çimlenmeye yol açtığı bildirilmiştir. İlgili çalışmada, mısır tohumu % 1’lik ZnSO₄ çözeltisinde 16 saat bekletildikten sonra ekimi yapılmış ve % 1’lik ZnSO₄ çözeltisi ile doyurulmadan önce tohumdaki Zn konsantrasyonu 15 mg kg⁻¹ olduğu sonrasında bu değer 560 mg kg⁻¹ olduğu bildirilmiştir. Zn’lu çözeltide bekletilmiş tohumlardan elde edilen bitkinin daha fazla biyomas ürettiği ve

daha fazla dane verimi gerçekleştirerek kontrole göre % 27'lik bir verim artışı sağladığı belirtilmiştir. Bu da ekimden önce tohumların Zn'lu çözeltide bekletilmesinin yalnızca tane Zn'sunun artışı için değil, verim artışında da etkili olduğuna işaret etmektedir. Çalışmada karlılık/maliyet oranı toprak uygulamasında düşük iken, tohumdan uygulamada yüksek olduğu bildirilmiştir. Toprakta hektara 2,75 kg Zn atılmasına karşılık, tohum doyurulma işleminde 1 kg tohumun 1,5 litrelik % 1'lik Zn çözeltisi ile muamele edilmesi de maliyette önemli bir tasarruf sağladığı tespit edilmiştir.

Özellikle tohumun Zn'lu çözeltide bekletilmesi uygulama şekli ve uygulama zamanının birçok bitki gruplarında kontrollü şartlar altında su kültürü ortamında etkisine ilişkin çalışmalar neredeyse yok dencek azdır. Örneğin ülkemizin ve özellikle Çukurova Bölgesi' nin önemli bitkisel üretim gruplarından birini oluşturan mısır bitkisinde bu konuda çalışmalar son derece yetersizdir. Bu nedenle yürütülen bu çalışmada, sera koşulları altında çözeltiden Zn uygulanan ve uygulanmayan su kültürü ortamında, Zn çözeltisi içerisinde bekletilerek Zn ile zenginleştirilmiş mısır tohumlarının bünyelerine aldıkları Zn'nun deneme süresince bitkilerde Zn eksikliği semptomları, kök ve yeşil aksam kuru madde verimi ve kök ve yeşil aksam Zn konsantrasyonu üzerine etkisinin iki farklı hasatla ortaya konulması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

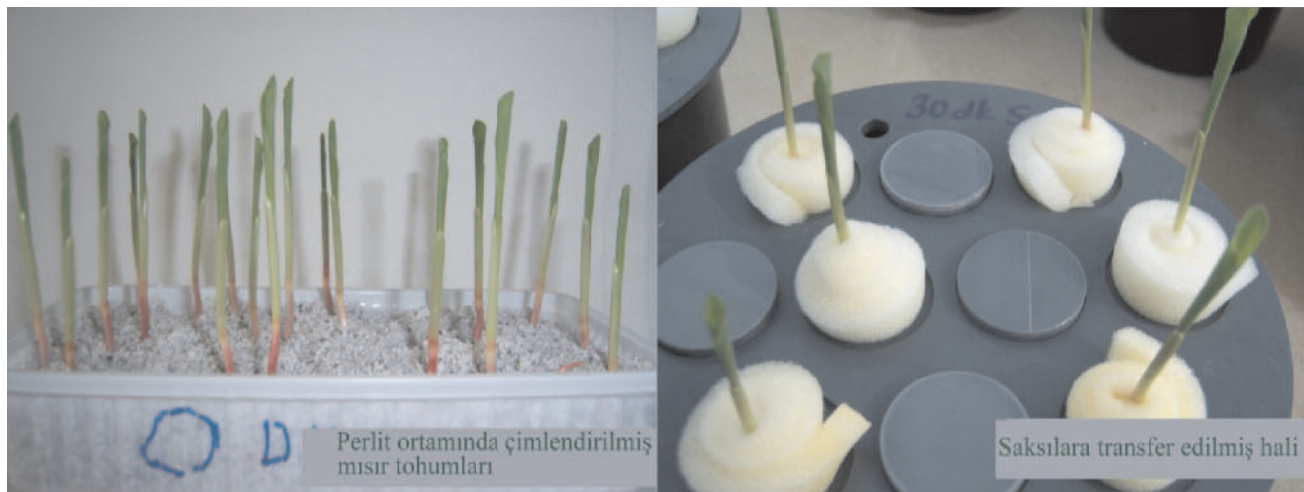
Su kültürü denemesinde bitki materyali olarak iyi çimlenme özelliğine sahip Yeni Doga mısır (*Zea mays* L.) çeşidi kullanılmıştır. Su kültürü koşullarında

yürütülen deneme, farklı zaman aralıklarında (1 dk, 10 dk, 30 dk, ve 60 dk) 5 mM ZnSO₄ çözeltisinde bekletilmiş tohumların deneme süresince besin çözeltisine Zn uygulanmamış (Zn0) ve 1 µM Zn uygulanmış (Zn1) ortamlarda yetiştirilen 2 farklı konudan oluşmuştur.

Tohumlar, içerisinde perlit bulunan çimlenme kutularına ekilmiş ve 4-5 gün içerisinde transfer büyüklüğüne ulaşan bitkiler, içerisinde mısır bitkisi için hazırlanmış besin çözeltisi (2.0 mM Ca(NO₃)₂; 0.7 mM K₂SO₄; 0.1 mM KH₂PO₄; 0.1 mM KCl; 0.5 mM MgSO₄; 1 µM H₃BO₃; 0.5 µM MnSO₄; 100 µM Fe-EDTA; 0.2 µM CuSO₄; 0.01 µM (NH₄)₆ Mo₇O₂₄) bulunan saksılara her saksıda 6 bitki olacak şekilde transfer edilmiştir (Şekil 1).

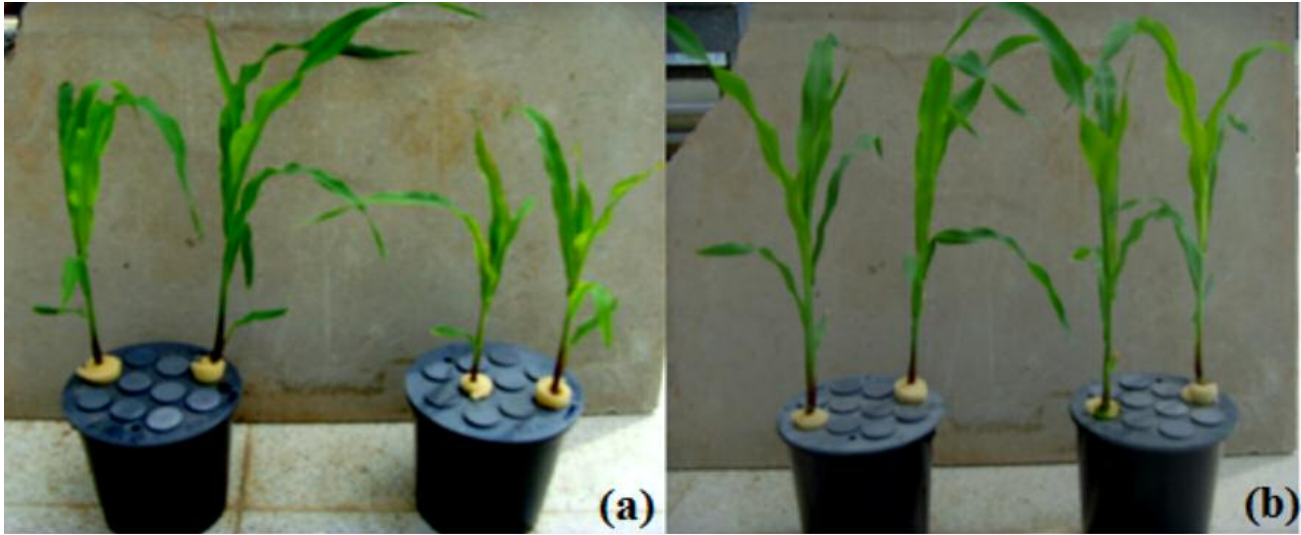
Bitkiler 4 gerçek yapraklı aşamaya gelinceye kadar düşük düzeyde (1/2) besin çözeltisi ile yetiştirilmiş ve bu aşamadan sonra bu doz iki katına çıkarılmıştır. Bitkilerin bulunduğu besin çözeltisi ortamı deneme süresince havalandırılarak, her üç günde bir yenisi ile değiştirilmiş ve saksıların yerleri değiştirilerek ışık ve sıcaklıktan tüm bitkilerin eşit şekilde yararlanmaları sağlanmıştır. Deneme süresince I. hasatta 4 bitki, II. hasatta 2 bitki hasat edilmiştir (Şekil 2).

Çinko noksanlığı semptomları hafif görülmeye başladığında ve bitkiler 12 günlükken I. hasat ve noksanlık semptomları iyice şiddetlendiğinde (20 günlük) II. hasatı yapılmıştır. Saksı yüzeyinin 2 cm üzerinden porselen makas kullanılarak hasat edilen bitki materyalleri saf su ile yıkanarak 48 saat boyunca 70 °C'ye ayarlanmış etüvde kurutulup, kuru ağırlıkları alınmıştır. Agat değirmeninde öğütülen ve analize hazır hale getirilen bitki örneklerinden 0,2 g alınmış



Şekil 1. Perlit ortamında çimlendirilmiş mısır tohumları ve transfer büyüklüğüne gelen bitkilerin süngerle bitki kök boğazından sarılarak saksılara yerleştirilmiş hali

Figure 1. Corn seeds germinated in perlite medium and the the view of placed in pots of the seedlings grown to the transferable height and wrapped with sponge from root collar



Şekil 2. Solda çözeltilerden Zn uygulanmayan ve ekim öncesi tohumu 60 dk Zn çözeltisinde bekletilen bitki ve sağda kontrol bitkisi (a), deneme süresince besin çözeltisine Zn uygulanmış (soldaki) bitki ile ekim öncesi tohumu 60 dk. $ZnSO_4$ çözeltisinde bekletilmiş ve besin çözeltisine Zn uygulanmamış (sağdaki) bitki (b)

Figure 2. The plant not applied Zn and soaked 60 min in Zn solution before sowing at left and the control plant at right (a) The plant applied Zn during the experiment (at left) with the plant soaked 60 min $ZnSO_4$ solution and the plant not applied Zn (at right) (b)

ve yaş yakma metoduna göre Milestone marka mikrodalga fırınında 2 ml H_2O_2 - 5 ml HNO_3 asit karışımında 45 dk süreyle yakılıp, mavi bantlı filtre kağıdında süzölmüştür. Süzölen örneklerin son hacmi saf su ile 20 ml'ye tamamlanmış ve elde edilen süzükte Zn ölçümü AAS cihazında yapılmıştır.

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre, üç tekerrürlü olarak kurulmuş ve elde edilen veriler MSTAT-C bilgisayar programı kullanılarak istatistiksel analiz yapılmış, ortalamalar arasındaki farklar Duncan ile belirlenmiştir. Elde edilen değerler çizelge ve şekillerde ortalama \pm standart hata şeklinde ifade edilmiştir. Karşılaştırmalarda önem seviyesi $p \leq 0,05$ olarak alınmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada mısır bitkisinin Zn noksanlığı semptomları gözlenmiş, yeşil aksam ve kök kuru madde verimi ($g\ bitki^{-1}$) ile yeşil aksam ve kök Zn konsantrasyon ($mg\ kg^{-1}$) değerleri belirlenmiştir.

Çinko Noksanlığı Semptomları

Çinko noksanlığı semptomları, bitkilerin su kültürüne transferinden 8-9 gün sonra çözeltilerden Zn verilmeyen bitkilerin genç yapraklarında damarlar arası sararmalar şeklinde kendini göstermiştir (Şekil 3). Çinko noksanlığı semptomları gösteren bitkilerin boyu ve boğum araları, tam besin çözeltisi verilen bitkilere göre daha kısa olduğu gözlenmiştir. Deneme sonuçları Cakmak vd., (2010) ile uyumlu Zn noksanlık belirtileri göstermiştir.



Şekil 3. Çinko verilmeyen bitkilerde tipik genç yapraklarda sararmış damarlar arası sararmalar

Figure 3. Typical chlorotic interveinal necrosis on young leaves not given zinc

Çinko uygulanmayan koşullarda, farklı zaman aralıklarında Zn çözeltisinde bekletilmiş bitkilerden sadece tohumu 60 dk Zn çözeltisinde bekletilmiş bitkiler Zn uygulanmış bitkilerle aynı gelişimi göstermiştir (Şekil 2). Çinko uygulanmayan saksılarda bitki büyümesinde gerileme ve yapraklarında Zn noksanlığı belirtileri gözlenmiştir.

Yeşil Aksam ve Kök Kuru Madde Verimi (I. Hasat)

Ekim öncesi tohumları farklı zaman (1dk, 10 dk, 30 dk ve 60 dk) aralıklarında 5 mM $ZnSO_4$ çözelti içerisinde bekletilen mısır bitkisinin su kültürü koşullarında kök ve yeşil aksam kuru madde verimleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Cizelge 1. Deneme süresince çözültiden Zn'nun uygulandığı ve uygulanmadığı su kültürü ortamında, ekim öncesi tohumu farklı zaman aralıklarında (1 dk, 10 dk, 30 dk ve 60 dk) 5 mM ZnSO₄ çözeltisinde bekletilerek Zn ile zenginleştirilmiş mısır bitkisinin I. ve II. hasatta saptanan yeşil aksam (g bitki⁻¹) ve kök (g kök⁻¹) kuru madde verimi (Ortalama ± standart hata)

Table 1. Shoot (g plant⁻¹) and root (g root⁻¹) dry matter yield of corn plants having seeds soaked in 5 mM ZnSO₄ solution at different durations (1 min, 10 min, 30 min and 60 min) before sowing determined at I. and II. harvest under hydroponic media with Zn and without Zn application (Mean ±SE)

Uygulama	I. Hasat				II. Hasat			
	Yeşil Aksam		Kök		Yeşil Aksam		Kök	
	Zn(-) (g bitki ⁻¹)	Zn(+) (g bitki ⁻¹)	Zn(-) (g kök ⁻¹)	Zn(+) (g kök ⁻¹)	Zn(-) (g bitki ⁻¹)	Zn(+) (g bitki ⁻¹)	Zn(-) (g kök ⁻¹)	Zn(+) (g kök ⁻¹)
Kontrol	0,30 ±0,01b	0,36 ±0,01	0,28 ±0,02	0,24 ±0,01	0,28 ±0,02c	0,72 ±0,02	0,25 ±0,01	0,29 ±0,05
1 dk	0,35 ±0,02a	0,33 ±0,04	0,25 ±0,02	0,23 ±0,01	0,37 ±0,05bc	0,79 ±0,02	0,27 ±0,04	0,29 ±0,02
10 dk	0,33 ±0,01ab	0,32 ±0,02	0,23 ±0,03	0,23 ±0,04	0,58 ±0,12ab	0,74 ±0,02	0,36 ±0,07	0,29 ±0,02
30 dk	0,36 ±0,01a	0,36 ±0,00	0,30 ±0,04	0,23 ±0,01	0,58 ±0,07ab	0,77 ±0,07	0,37 ±0,05	0,26 ±0,02
60 dk	0,34 ±0,01a	0,39 ±0,00	0,28 ±0,00	0,36 ±0,08	0,71 ±0,01a	0,70 ±0,01	0,36 ±0,01	0,34 ±0,01
Ortalama	0,33	0,35	0,27	0,26	0,50	0,74	0,32	0,29

Farklı zaman aralıklarında tohumu Zn çözeltisinde bekletmek, hem I. hasatta hem de özellikle II. hasatta bitkinin kuru madde veriminde önemli farklılıklara yol açmıştır. Ancak, söz konusu farklılıkların çözültiden Zn uygulamasına göre ZnO uygulanmasında daha da belirgin olduğu görülmüştür. Örneğin, I. hasatta kontrole göre Zn'suz koşullarda tohumdan uygulama ortalama % 15'lik verim artışı sağlarken, Zn'lu uygulamada (0,35 g bitki⁻¹) kontrole (0,36 g bitki⁻¹) göre çözültide bekletme uygulaması herhangi bir verim artışı sağlamamıştır. Çözültiden Zn'nun uygulanmadığı koşullarda tohumu çözültide bekletme uygulaması kontrole göre istatistiksel olarak da anlamlıdır (p<0,05). Ancak, yeşil aksamın aksine Zn'suz koşullarda kontrole göre tohumu farklı zaman aralıklarında Zn'da bekletilen bitkinin kök veriminde söz konusu verim artışı görülmemiştir. Aynı hasat içerisinde kontrolün kök kuru madde verimi 0,28 g kök⁻¹ iken, farklı zaman aralıklarında 5 mM'lık ZnSO₄ çözeltisinde bekletilen bitkinin ortalama kök kuru madde verimi 0,27 g kök⁻¹ olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla Zn'suz koşullarda çözültide bekletme uygulaması yeşil aksamda yol açtığı artış kök veriminde görülmemiş ve benzer durum Zn uygulaması altındaki köklerde de devam etmiştir (Çizelge 1).

I. hasatta, çözültiden Zn'nun uygulanmadığı koşullarda tohumu farklı zaman aralıklarında Zn çözeltisinde bekletilen bitkinin ortalama verimi (0,33 g bitki⁻¹) kontrol verimine (0,30 g bitki⁻¹) göre artarken, ancak uygulama süresine bağlı bir değişim söz konusu olmamıştır. Örneğin, kontrol koşullarında tohumu 1 dk Zn ile muamele edilmiş bitkinin kuru madde verimi 0,35 g bitki⁻¹ iken 60 dk muamele edilen bitkide aynı değer 0,34 g bitki⁻¹ olduğu görülmüştür.

Çinkolu koşullarda, kontrole (0,36 g bitki⁻¹ ve 0,24 g kök⁻¹) göre tohumu 60 dk ZnSO₄ çözeltisinde bekletilen bitkinin hem yeşil aksam (0,39 g bitki⁻¹) hem de kök kuru madde veriminde (0,36 g kök⁻¹) artışa yol açmıştır. Diğer taraftan ekim öncesi farklı zaman aralıklarında Zn'lu çözültide bekletilmiş tohumlardan elde edilen bitkilere çözültiden Zn uygulaması çok önemli farklılık yaratmamıştır. Örneğin, I. hasatta farklı zaman aralıklarında Zn'lu çözültide bekletilmiş tohumlardan elde edilen bitkilerin ortalama yeşil aksam verimleri ZnO (0,33 g bitki⁻¹) koşullara göre Zn1 (0,35 g bitki⁻¹) koşullarında sadece % 6 artış göstermiştir. Bu durum tohumu ekim öncesi Zn'lu

çözeltide bekletme uygulamasının verim artışı üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Harris vd., (2007), ekim öncesi tohumu Zn içeren çözeltilerde bekleterek doyumunun hem pratik hem de daha iyi bir çimlenmeye yol açtığını bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada, mısır tohumunu % 1'lik $ZnSO_4$ çözeltisinde 16 saat beklettikten sonra ekimi yapılmıştır. Araştırmacılar çinko ile doyurulmamış tohumlarla yetiştirilen bitkinin dane verimi $3,0 \text{ ton ha}^{-1}$ iken, doyurulmuş (% 1 $ZnSO_4$) tohumlardan elde edilen verimin ise $3,8 \text{ ton ha}^{-1}$ olduğu ve kontrole göre % 27'lik bir verim artışı olduğunu bildirmişlerdir. Dolayısıyla ekim öncesi tohumu Zn'lu çözeltilerde bekletme uygulamasının bitkinin kuru madde verimi üzerine çok önemli etkisinin olabileceğini göstermiştir.

Yeşil Aksam ve Kök Kuru Madde Verimi (II. Hasat)

Deneme süresince çözeltilere Zn verilmemiş ($Zn0$) ve farklı zaman aralıklarında tohumu $ZnSO_4$ çözeltisinde bekletilen bitkilerin II. hasat sonrası saptanan kök ve yeşil aksam verimlerinin Zn' lu koşullara ($Zn1$) göre daha fazla etkilendiği görülmüştür. Çinkosuz koşullarda kontrole göre ($0,28 \text{ g bitki}^{-1}$) tohumu Zn'lu çözeltilerde bekletme uygulaması ($0,50 \text{ g bitki}^{-1}$) yaklaşık % 79'luk bir artış sağlarken, Zn uygulaması ($0,74 \text{ g bitki}^{-1}$) altında kontrole ($0,72 \text{ g bitki}^{-1}$) göre söz konusu artışın % 3 olduğu görülmüştür. Aynı koşullarda kontrol uygulamasında ortalama kök verim %28 artarken, Zn uygulaması altında kökte herhangi bir verim artışı görülmemiştir.

I. hasatın aksine, Zn' nun uygulanmadığı koşullarda ekim öncesi tohumu farklı zaman aralıklarında Zn ile muamele edilen bitkinin uygulama süresine bağlı olarak da veriminde önemli artış gözlenmektedir. Kontrol uygulamasına ($0,28 \text{ g bitki}^{-1}$) göre 1 dk, 10 dk, 30 dk ve 60 dk'lık uygulamalar (sırasıyla 0,37; 0,58, 0,58 ve 0,71 g $bitki^{-1}$) sırasıyla % 32, % 105, % 107 ve % 153'lük bir artışa yol açmıştır. Aynı koşullarda yeşil aksama benzer şekilde uygulama süresine bağlı olarak kök verimi de artmıştır. Örneğin, kontrol uygulamasına ($0,25 \text{ g kök}^{-1}$) göre 1 dk, 10 dk, 30 dk ve 60 dk'lık uygulamaları kök kuru madde verimini sırasıyla % 8, % 44, % 48 ve % 44 oranında arttırmıştır (Çizelge 1). Aynı şekilde çözeltilerden Zn'nun uygulanmadığı koşullarda tohumdan uygulama kontrole göre istatistiksel olarak anlamlı olmuştur.

I. hasatta olduğu gibi tohumdan uygulama, Zn'suz koşullara göre Zn'lu koşullardaki ortalama yeşil aksam ve kök verimine etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Deneme süresince çözeltilerden Zn uygulanmamış sadece tohumları 60 dk. 5 mM'lık $ZnSO_4$ çözeltisinde bekletilen bitki ile çözeltilerden Zn uygulanmış 60 dk. 5 mM'lık $ZnSO_4$ çözeltisinde bekletilen bitkinin yeşil aksam kuru madde veriminin sırasıyla $0,71 \text{ g bitki}^{-1}$ ve $0,70 \text{ g bitki}^{-1}$ olduğu görülmüş ve her iki uygulama altındaki bitkilerin gelişiminin birbirine benzer olduğu Çizelge 1 ve Şekil 2'de görülmektedir. Sonuçlar, Zn noksanlığına sahip büyüme ortamında, ekim öncesi tohumu Zn'lu çözeltilerde bekletme uygulamasının bitkilerin kuru madde verim artışı üzerinde önemli etkisi olduğunu ve uygulanan Zn'nun bitkilerin ilk büyüme dönemi için yeterli olması nedeniyle herhangi bir uygulama yapılmasına gerek olmadığını göstermektedir. Bu konuda yapılmış çalışmalardan farklı olarak tohumu çözeltilerde bekletme şeklinde Zn ile doyumunun su kültürü koşullarında verim üzerindeki bu söz konusu etkisi literatür bulgularını destekler niteliktedir.

Yeşil Aksam ve Kök Zn Konsantrasyonu (I. ve II. Hasat)

Su kültürü ortamında yürütülen çalışmanın I. ve II. hasadında elde edilen kök ve yeşil aksam Zn konsantrasyon değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışmada tohumu ekim öncesi Zn' lu çözeltilerde bekletme uygulaması, çözeltilerden Zn uygulanmış ve uygulanmamış koşullarda yetiştirilen bitkilerin yeşil aksam ve kök Zn konsantrasyonlarını arttırmıştır. Söz konusu artış özellikle Zn' suz koşullarda tohumun Zn ile doyurulduğu uygulama altında daha belirgin olmuştur. Örneğin, kontrol uygulamasında bitkinin yeşil aksam Zn konsantrasyonu $13,4 \text{ mg kg}^{-1}$ iken, tohumu 1 dk, 10 dk, 30 dk ve 60 dk çözeltilerde bekletilen bitkinin yeşil aksam Zn konsantrasyonunun sırasıyla 15,3; 22,0; 21,6 ve $33,4 \text{ mg kg}^{-1}$ olduğu ve yeşil aksam Zn konsantrasyonu ortalama $23,1 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Kontrole göre en büyük artış tohumu çözeltilerde 60 dk bekletilen bitkilerde görülmüş ve yeşil aksam Zn konsantrasyonu yaklaşık 2,5 kat artmıştır Bu sonuçlar, tohumları ekim öncesi Zn çözeltilerinde bekletmenin ve bekletme süresine bağlı olarak bitkinin yeşil aksamındaki Zn konsantrasyonunun artabileceğini

göstermektedir. Aynı uygulamadaki köke ait Zn konsantrasyon artışı da yeşil aksamdaki artışa benzer bir artış göstermiş ve en yüksek Zn konsantrasyon artışı tohumu 60 dk Zn çözeltisinde bekletilen bitkinin kök değerlerinde saptanmış ve sözkonusu değer 84,6 mg kg⁻¹ olduğu görülmüştür. Aynı koşullarda kontrole ait kök Zn konsantrasyonu 22,8 mg kg⁻¹ ve zamana bağlı olarak tohumu 1 dk, 10 dk ve 30 dk' da ZnSO₄ çözeltisinde bekletilen bitkinin köke ait Zn konsantrasyon değerlerinin sırasıyla 34,7; 63,7 ve 68,3 mg kg⁻¹ olduğu saptanmıştır. Elde edilen değerler çözüldüğü Zn uygulaması altında daha büyük görünse de kontrole göre Zn konsantrasyon artışı tohumu Zn'lu çözeltide bekletme uygulaması altında % 74 iken çözüldüğü Zn uygulaması altında % 39 olmuştur.

II. hasatta da yeşil aksam ve köke ait Zn konsantrasyonu, tohumları Zn çözeltisinde bekletme süresine bağlı olarak artış eğilimi göstermiştir. Örneğin, I. hasatta 30dk çözeltide bekletilen bitkinin yeşil aksam ve kök Zn konsantrasyonu sırasıyla 21,6 mg kg⁻¹ ve 68,3 mg kg⁻¹ iken II. hasatta aynı değerler 16,3 mg kg⁻¹ ve 35,6 mg kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır. İstatistiki olarak da kontrole göre 30 dk'da p<0,01 ve 60 dk uygulamayla arasında <0,05 düzeyindedir. Ancak kuru madde veriminin aksine yeşil aksam konsantrasyonları I. hasattan daha düşük değerler göstermiştir. Bu durum yeşil aksam artışına bağlı olarak büyüme seyrelme şeklinde yorumlanmıştır.

Diğer taraftan çözüldüğü Zn uygulaması altında ekim öncesi tohumu Zn uygulaması yeşil aksam ve kök Zn konsantrasyonunu arttırmıştır. Örneğin, II. hasatta sadece tohumu Zn'ca zenginleştirilmiş bitkinin yeşil aksam Zn konsantrasyonu ortalama 13,0 mg kg⁻¹ iken hem Zn'lu çözeltide bekleterek tohumu Zn'ca zenginleştirme hem de çözüldüğü Zn uygulaması altında ortalama Zn konsantrasyonunun 47,9 mg kg⁻¹ olduğu görülmüştür. Aynı durum kök konsantrasyonunda da görülmüş ve sırasıyla 32,3 mg kg⁻¹ ve 88,5 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Benzer eğilim I. hasatta da belirlenmiştir. Bu durum ekimden önce tohumu Zn çözeltisinde bekleterek tohumu Zn ile zenginleştirme uygulamasının Zn konsantrasyonunu arttırdığını ancak bitkinin gelişmesinin ileri aşamalarında sözkonusu uygulamanın yetersiz kaldığını ve ilave Zn'ya ihtiyaç duyulabileceğini göstermektedir.

Cizelge 2. Deneme süresince çözüldüğü Zn'nun uygulandığı ve uygulanmadığı su kültürü ortamında, ekim öncesi tohumu farklı zaman aralıklarında (1dk, 10 dk, 30dk ve 60 dk) 5 mM ZnSO₄ çözeltisinde bekletilerek Zn ile zenginleştirilmiş mısır bitkisinin I. ve II. hasatta saptanan yeşil aksam (g bitki⁻¹) ve kök (g kök⁻¹) kuru madde verimi (Ortalama ± standart hata)

Table 2. Shoot (g plant⁻¹) and root (g root⁻¹) dry matter yield of corn plants having seeds soaked in 5 mM ZnSO₄ solution at different durations (1 min, 10 min, 30 min and 60 min) before sowing determined at I. and II. harvest under hydroponic media with Zn and without Zn application (Mean ±SE)

Uygulama	I. Hasat						II. Hasat					
	Yeşil Aksam			Kök			Yeşil Aksam			Kök		
	Zn(-)	Zn(+)	Zn(-)	Zn(+)	Zn(-)	Zn(+)	Zn(-)	Zn(+)	Zn(-)	Zn(+)	Zn(-)	Zn(+)
Kontrol	13,4 ±0,90c	37,6 ±0,60b	22,8 ±0,80c	63 ±0,60c	10,2 ±0,65cd	38,9 ±0,40b	18,4 ±1,30a	78,9 ±6,65bc				
1 dk	15,3 ±0,55c	41,6 ±2,91b	34,7 ±3,85bc	84 ±1,95bc	9,1 ±0,35d	42,2 ±3,10b	21,4 ±3,70a	65,2 ±3,85c				
10 dk	22,0 ±2,10b	59,5 ±7,90ab	63,7 ±13,45ab	112 ±5,95b	13,0 ±0,30bc	48,8 ±1,80ab	34,8 ±3,25a	90,8 ±13,10ac				
30 dk	21,6 ±1,85b	64,1 ±0,00a	68,3 ±13,15ab	143 ±0,00a	16,3 ±0,15a	63,8 ±9,10a	35,6 ±6,75a	108 ±0,05a				
60 dk	33,4 ±2,05a	59,1 ±7,50ab	84,6 ±9,15a	128 ±11,45ab	13,6 ±1,55ab	46,0 ±0,65b	37,3 ±11,00a	99,3 ±2,05ab				
Ortalama	23,1	56,1	62,8	106	13,0	47,9	32,3	88,5				

Tohumu Zn' lu Çözeltide Bekletme Uygulamasının Bitkinin Kuru Madde Verimi ve Zn Konsantrasyonları Arasındaki Korelasyon İlişkileri

Çinkolu ve Zn' suz koşullar altında sadece tohumu Zn' lu çözeltide bekletme uygulaması yapılmış mısır bitkisinde iki hasat dönemindeki kök ve yeşil aksam kuru madde verimi ve kök ile yeşil aksam Zn konsantrasyonları arasındaki korelasyon ilişkileri belirlenerek Çizelge 3 ve 4'de gösterilmiştir.

Buna göre Zn' suz koşullar altında II. hasat yeşil aksam ile kök kuru madde verimi 0.906**, I. hasat yeşil aksam konsantrasyonu 0.818* ve I. hasat kök konsantrasyonu 0.827** arasında 0,01 düzeyinde yüksek ve olumlu bir korelasyon; I. hasat kök ile yeşil aksam konsantrasyonu 0,880* ve II. hasat kök ile yeşil aksam konsantrasyonu 0,785** arasında yine 0,01 düzeyinde yüksek ve olumlu korelasyon görülmüştür (Çizelge 3).

Çinkolu koşullar altında ise I. hasat kök ve yeşil aksam konsantrasyonu 0,871** ve II. hasat yeşil aksam konsantrasyonu 0,859** ve I. hasat kök konsantrasyonu ve II. hasat yeşil aksam konsantrasyonu 0,871** arasında 0,01 düzeyinde yüksek ve olumlu korelasyon görülmüştür (Çizelge 4).

Denemede ekimden önce farklı zaman aralıklarında Zn' lu çözeltide bekletilen tohumlardan elde edilen bitkilerin yeşil aksam ve kök kuru madde verimi (Çizelge 1) ile Zn konsantrasyon değerlerinde (Çizelge 2) artış gözlenmiştir. Yeşil aksam kuru madde verimindeki artış I. hasatta % 15 iken bu değer II. hasatta % 79 olarak hesaplanmıştır.

Zamana bağlı olarak tohumu Zn' lu çözeltilerde bekletme uygulaması, bitkinin yeşil aksam ve kök Zn konsantrasyonunu da artırmış ve sözkonusu artış I. hasatta daha belirgin iken II. hasatta daha düşük oranda olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Sözkonusu

Çizelge 3. Deneme süresince çözeltilerden Zn' nun uygulandığı su kültürü ortamında, ekim öncesi tohumu farklı zaman aralıklarında (1 dk, 10 dk, 30 dk ve 60 dk) 5 mM ZnSO₄ çözeltisinde bekletilerek Zn ile zenginleştirilmiş mısır bitkisinin I. ve II. hasatta saptanan mısır bitkisinin kök ve yeşil aksam kuru madde verimi ve kök ile yeşil aksam Zn konsantrasyon arasındaki korelasyon

Table 3. Correlation between root and shoot dry matter yield and root and shoot Zn concentration of corn plants having seeds soaked in 5 mM ZnSO₄ solution at different durations (1 min, 10 min, 30 min and 60 min) before sowing determined at I. and II. harvest under hydroponic media with Zn application

Zn (-)	Km-Y1	Km-K1	Km-Y2	Km-K2	Kons-Y1	Kons-K1	Kons-Y2
KM-K1	0,083						
KM-Y2	0,501	0,251					
KM-K2	0,408	0,381	0,906**				
Kons-Y1	0,282	0,148	0,818**	0,554			
Kons-K1	0,435	0,131	0,827**	0,651*	0,880**		
Kons-Y2	0,561	0,365	0,696*	0,675*	0,497	0,726*	
Kons-K2	0,656*	-0,003	0,698*	0,541	0,527	0,673*	0,785**

KM: Kuru madde verimi, Kons: Zn konsantrasyonu, Y: Yeşil aksam, K: Kök

* p< 0.05 , **p< 0.01

Çizelge 4. Deneme süresince çözeltilerden Zn' nun uygulanmadığı su kültürü ortamında, ekim öncesi tohumu farklı zaman aralıklarında (1 dk, 10 dk, 30 dk ve 60 dk) 5 mM ZnSO₄ çözeltisinde bekletilerek Zn ile zenginleştirilmiş mısır bitkisinin I. ve II. hasatta saptanan mısır bitkisinin kök ve yeşil aksam kuru madde verimi ve kök ile yeşil aksam Zn konsantrasyon arasındaki korelasyon

Table 4. Correlation between root and shoot dry matter yield and root and shoot Zn concentration of corn plants having seeds soaked in 5 mM ZnSO₄ solution at different durations (1 min, 10 min, 30 min and 60 min) before sowing determined at I. and II. harvest under hydroponic media without Zn application

Zn (+)	Km-Y1	Km-K1	Km-Y2	Km-K2	Kons-Y1	Kons-K1	Kons-Y2
KM-K1	0,576						
KM-Y2	-0,288	-0,295					
KM-K2	0,059	0,514	-0,085				
Kons-Y1	0,145	0,213	-0,189	-0,259			
Kons-K1	0,237	0,397	0,034	-0,009	0,871**		
Kons-Y2	-0,095	-0,028	0,137	-0,220	0,859**	0,871**	
Kons-K2	0,333	0,213	-0,128	-0,061	0,641*	0,751*	0,622

KM: Kuru madde verimi, Kons: Zn konsantrasyonu, Y: Yeşil aksam, K: Kök

* p< 0.05 , **p< 0.01

artışın II. hasatta daha düşük oranda seyretmesinin nedeni mevcut Zn'nun bitki büyümesini teşvik ederek kuru madde verimini arttırdığı ve bundan dolayı da dokularda bulunan Zn konsantrasyonunun seyrelmesiyle açıklanabilir (Torun vd., 2000; Marschner, 2012). Literatürde bu durum, Zn alımının artması kuru madde veriminin artışına yol açmakta ve sonuçta alınan Zn artan kuru madde verimiyle birlikte seyrelmeye uğrarken, büyümesi daha az olan bitkilerde büyümenin engellenmesinden dolayı dokulardaki Zn'nun konsantrasyonuna olmasıyla açıklanmaktadır (Marschner, 2012).

Yapılan çalışmada Zn noksanlığı ile kök veya yeşil aksamdaki Zn konsantrasyonunun tam bir uyum vermediği bildirilmiştir. Örneğin, I.hasatta çözeltilerden Zn'nun uygulanmadığı koşullarda tohumu 30 dk ZnSO₄ çözeltisinde bekletilen bitkinin kuru madde verimi kontrole göre % 21 artmış ve sözkonusu bitkideki Zn konsantrasyonunun 21,6 mg kg⁻¹ olduğu görülmüştür. Aynı koşullarda II. hasatta aynı değerlerin % 60 ve 16,3 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla Zn noksanlığını açıklamada önemli bir parametre olan kuru madde verimi ile Zn konsantrasyonu arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Çinko konsantrasyonunun tek başına Zn noksanlığını açıklamada yeterli olmadığı başka araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Torun vd., 2000; Cakmak vd., 2001, Marschner, 2012). Yapılan çalışmalarda, bitki türleri veya aynı türün çeşitlerinin Zn noksanlığı altında semptomlarının şiddeti birbirlerinden büyük ölçüde farklı olmasına karşın, genellikle bitkinin yaprak veya yeşil aksamın kuru maddesinde hemen hemen eşit Zn konsantrasyonlarının bulunabileceği bildirilmiştir (Rengel ve Graham, 1995; Cakmak vd., 1996).

SONUÇLAR

Tohumu Zn'lu çözeltilerde bekleterek tohumu Zn ile zenginleştirme uygulamasıyla dane Zn konsantrasyonunu ve biyomas üretimini arttırmak hem bitki gelişimi hem de insan sağlığı açısından oldukça önemlidir. Dolayısıyla daneyi mikroelementlerce zenginleştirme uygulamasının yukarıda söylenen avantajlarının yanı sıra bu çalışmada da birçok avantajının olduğu görülmüştür. Bunlar, her bir tohum mutlaka Zn ile muamele edilmiş olmakta ve başlangıçta alınması gereken besin alımı garantilenmiş olmaktadır. Zn eksikliği görülen bitkilere Zn gübrelemesinin yanı sıra ekim öncesi tohumu Zn ile zenginleştirme uygulaması ile eksikliğin giderildiği görülmekte ve bitkinin ihtiyaç duyduğu Zn'yu kısmen karşılayabildiği belirlenmiştir.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, denemeye konu olan zaman ve konsantrasyonda ekimden önce tohumları ZnSO₄ çözeltisinde bekletilen mısır bitkisinin gelişiminin ileri aşamalarında sözkonusu Zn'nun yeterli olamayacağı ve ilave Zn'ya ihtiyaç duyulabileceği saptanmıştır.

Çözeltiye Zn uygulaması yapılmış ve yapılmamış su kültürü koşullarında, ekim öncesi tohumu Zn ile zenginleştirilen bitkilerle yürütülen denemede sözkonusu uygulamanın etkin bir yöntem olduğu görülmüştür. Ancak, denemeye konu olan uygulamaların bitkinin dane verimi üzerine etkisini görmek için generatif dönemi de içine alan çalışmaların yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Afzal S (2013). Role of seed priming with zinc in improving the hybrid maize (*Zea mays* L.) yield. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 13 (3): 301-306.

Ajouri A, Asgedom H, Becker M (2004) Seed priming enhances germination and seedling growth of barley under conditions of P and Zn deficiency. *J Plant Nutr Soil Sci* 167: 630-636.

Cakmak I, Sari N, Marschner H, Ekiz H, Kalayci M, Yilmaz A, Braun H J (1996). Phytosiderophore release in bread and durum wheat genotypes differing in zinc efficiency. *Plant and Soil* 180: 183-189.

Cakmak I, Ekiz H, Yilmaz H, Torun B, Koleli N, Gultekin I, Alkan A, Eker S (1997). Differential response of rye, triticale, bread and durum wheats to zinc deficiency in calcareous soils. *Plant and Soil* 188: 1-10.

Cakmak I, Kalayci M, Ekiz H, Braun HJ, Kilinc Y, Yilmaz A (1999). Zinc deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey: A NATO-Science for Stability Project. *Field Crops Research* 60: 175-188

Cakmak O, Ozturk L, Karanlik S, Ozkan H, Kaya Z, Cakmak I (2001). Tolerance of 65 durum wheat genotypes to zinc deficiency in a calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition* 24 (11):1831-1847.

Cakmak I, Torun A, Millet E, Feldman M, Fahima T, Korol A, Nevo E, Braun HJ, Ozkan H (2004). *Triticum dicoccoides*: An important genetic resource for increasing zinc and iron concentration in modern cultivated wheat. *Soil Science and Plant Nutrition* 50 (7):1047-1054.

Cakmak I (2008). Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil* 302 (1-2):1-17.

Cakmak I, Kalayci M, Kaya Y, Torun AA, Aydin N, Wang Y, Arisoy Z, Erdem H, Yazici A, Gokmen O, Ozturk L, Horst WJ (2010). Biofortification and Localization of Zinc in Wheat Grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58 (16):9092-9102.

Ekiz H, Bagci SA, Kiral AS, Eker S, Gultekin I, Alkan A, Cakmak I (1998) Effects of zinc fertilization and irrigation on grain yield and zinc concentration of various cereals grown in zinc-deficient calcareous soil. *J Plant Nutr* 21:2245-2256

Foti R, Abureni K, Tigere A, Gotosa J, Gere J (2008). The efficacy of different seed priming osmotica on the establishment of maize (*Zea mays* L.) caryopses. *J. Arid Environ.* 72, 1127-1130.

Gibson RS (2006). Zinc: the missing link in combating micronutrient malnutrition in developing countries. *Proceedings of the Nutrition Society* 65 (1):51-60.

Harris D, Rashid A, Miraj G, Arif M, Shah H (2007). On-farm seed priming with zinc sulphate solution - A cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. *Field Crops Res.* 10, 119-127.

Marschner H. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*, 3rd Edn London: Academic Press.

Ortiz-Monasterio JI, Palacios-Rojas N, Meng E, Pixley K, Trethowan R, Pena RJ (2007). Enhancing the mineral and vitamin content of wheat and maize through plant breeding. *Journal of Cereal Science* 46: 293-307.

Öztürk L, Yazici MA, Yuçel C, Torun A, Çekic C, Bağcı A, Özkan H, Braun HJ, Sayers Z, Çakmak I (2006). Concentration and localization of zinc during seed development and germination in wheat. *Physiologia Plantarum* 128 (1):144-152.

Prom-u-thai C, Rerkasem B, Yazıcı M.A, Çakmak, I (2012). Zinc priming promotes seed germination and seedling vigor of rice", *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, Vol.175, No.3, 482-488.

Rengel Z, Graham RD (1995) Importance of seed Zn content for wheat grown on Zn-deficient soil, I: Vegetative growth. *Plant and Soil* 173: 259-266

Torun B, Bozbay G, Gultekin I, Braun H.J, Ekiz H, Çakmak I. (2000). Differences in shoot growth and zinc concentration of 164 bread wheat genotypes in a zinc-deficient calcareous soil

Wissuwa M, Ismail AM, Yanagihara S (2006): Effects of zinc deficiency on rice growth and genetic factors contributing to tolerance. *Plant Physiol.*, 142, 731-741.

Yılmaz A, Ekiz H, Torun B, Gultekin I, Karanlık S, Bağcı SA, Çakmak I (1997) Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc-deficient calcareous soils. *J Plant Nutr* 20:461-471

Zhang F, Gao X, Zou C (2007). Soil and Crop Management for Improving Zinc Nutrition of Crops. http://www.zinccrops.org/ZnCrops2007/PDF/2007_zinccrops2007_zhang_keynote.pdf

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Yetiştirilen Çay Bitkisi (*Camellia sinensis* L.) Yaşlı Yapraklarının Su Ekstraktı, Toplam Kül, Toplam Polifenol, Kafein ve Ham Selüloz İçerikleri

Murat Ali TURAN¹ Meriç BALCI² Mehmet Burak TAŞKIN² Zuhale KALCIOĞLU³ Mahmut Reşat SOBA⁴
Nihat MÜEZZİNOĞLU³ Emre Can KAYA² Pınar ÖZER³ Ali KABAOĞLU³ Süleyman TABAN^{2*}

¹Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bursa
²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara
³Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Atatürk Çay Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Rize
⁴Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail) : Suleyman.Taban@agri.ankara.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 15.07.2016

Kabul tarihi (Accepted) : 05.08.2016

DOI : 10.21657/topraksu.269225

Öz

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen çay bitkisinde yaşlı yaprakların toplam kül ve su ekstraktı değerleri ile kafein, ham selüloz ve toplam polifenol içeriklerinin araştırılmasının amaçlandığı bu çalışmada, Artvin ilinden 58 (toplamın % 10,9'u), Rize'den 361 (toplamın % 67,86'sı), Trabzon'dan 101 (toplamın % 18,99'u) ve Giresun'dan 12 (toplamın %2,26'sı) olmak üzere toplam 532 noktadan çay bitkisinin birinci yıl sürgünlerinden yaprak örnekleri alınmıştır. Analiz sonuçlarına göre, yaprak örneklerinde su ekstraktı değerinin % 12,40-3,81 arasında değiştiği ve ortalama değer % 33,88, toplam kül miktarının % 2,99-8,92 arasında değiştiği ve ortalama değer % 5,40, toplam polifenol içeriğinin % 1,31-21,67 arasında değiştiği ve ortalama değer % 6,49, kafein miktarının % 0,14-2,06 arasında değiştiği ve ortalama değer % 0,668 olduğu ve ham selüloz miktarının ise % 12,20-23,82 arasında değiştiği ve ortalama değer % 16,21 olduğu belirlenmiştir. Çay yaprak örneklerinde belirlenen ortalama su ekstraktı miktarı en az % 32,38 ile Giresun, ortalama toplam kül miktarı en az % 5,25 ile Artvin, ortalama toplam polifenol ve kafein miktarları en az Giresun ilinden (sırasıyla % 2,65 ve % 0,40) alınan ve ortalama ham selüloz içeriği ise en az % 15,86 ile Trabzon ilinden alınan yaprak örneklerinde tespit edilmiştir. Yaprak örneklerinin su ekstraktı, toplam kül, toplam polifenol, kafein ve ham selüloz miktarları arasında önemli ilişkiler saptanmıştır. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan yaprak örneklerinde belirlenen su ekstraktı, toplam kül, toplam polifenol, kafein ve ham selüloz miktarlarının Türk Gıda Kodeksi'nde yer alan siyah ve yeşil çay kalite parametreleri göz önüne alındığında yeni sürgünler için olumsuz bir etkiye bulunmayacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ham selüloz, kafein, polifenol, su ekstraktı, yaşlı çay yaprağı

The Content of Water Extract, Total Ash, Total Polyphenol, Caffeine and Crude Cellulose of Tea Plant (*Camellia sinensis* L.) Old Leaves Grown in The East Black Sea Region

Abstract

The aim of this study was to determine total ash and water extract values, caffeine, crude cellulose and total polyphenol content of old leaves of tea plant grown in East Black Sea Region. For this purpose,

532 old leaf samples of tea plant were taken from the first-year sprouts. East Black Sea Coastal Region considering the width of the tea cultivated areas of which Artvin: 58 samples (10.90 % of total leaf samples), Rize: 361 samples (67.86 % of total leaf samples), Trabzon: 101 samples (18.98 % of total leaf samples) and Giresun: 12 samples (2.26 % of total leaf samples). At the end of the research, water extract values of the tea samples taken from the tea cultivated areas varied in the range from 12.42 % to 33.81 % with a mean of 33.88 %, total ash value: from 2.99 % to 8.92 % with a mean of 5.40 %, total polyphenol content: from 1.31 % to 21.67 % with a mean of 6.49 %, caffeine content from 0.142 % to 2.06 % with a mean of 0.668 % and crude cellulose content from 12.20 % to 23.82 % with a mean of 6.21 %. The lowest water extract content determined in Giresun with a mean of 32.38 %, total ash value in Artvin with a mean of 5.25 %, total polyphenol and caffeine in Giresun with a mean of 2.65 %, 0.40 % respectively, and crude cellulose content in Trabzon with a mean of 15.86 %. Consequently, substantial correlations were determined among water extract, total ash, total polyphenol, caffeine and crude cellulose content. It is considering that the quality parameters of tea plant's old leaves have not negative effect on new sprouts according to Turkish Food Codex.

Key Words: Crude cellulose, caffeine, polyphenols, water extract, total ash, old tea leaf

GİRİŞ

Botanik olarak *Theaceae* familyasına ve *Camellia sinensis* türüne ait çay bitkisinin körpe yaprakları ile tomurcuğunun değişik yöntemlerle işlenmesi sonucu elde edilen çay; ülkemizde sudan sonra en çok tüketilen bir gıda ve içecek maddesidir. Türkiye 2013 yılında toplam 212400 ton yıl⁻¹ siyah çay üretimi ile dünyada % 3,97'lik pay ile 7. sırada yer almış ve siyah çay verimi 2,78 ton ha⁻¹ olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2015).

Çay içme alışkanlığı her toplumda vardır. Dört bin yılı aşkın süredir insanlar çay içmekte ve bu alışkanlık her geçen gün artmaktadır. Çayın besin değeri ya da sağlık bakımından önemi yaş çay yapraklarının içerdiği mineral maddeler ve biyokimyasal bileşiklerden ileri gelmektedir. Özellikle azot, fosfor, potasyum, çinko, demir vb. gibi mineral maddeler, çayın demlenmesi sonucu içilmesiyle insan bünyesine geçmekte ve metabolik olaylara katılmaktadır. Kaliteli çay yaprağında ham selüloz içeriğinin düşük, buna karşın toplam polifenol ve kafein içeriklerinin ise yüksek olması arzu edilir.

17 Haziran 2015 tarih ve 29389 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Türk Gıda Kodeksi'ne göre; işlenmiş siyah çayın kuru maddede su ekstraktı en az % 29, toplam kül en az % 4 ve en çok % 8, ham selüloz en çok % 16,5 ve kafein en az % 1,6 olmalıdır (Anonim, 2015). Bu kalite parametreleri doğrudan doğruya çay yapraklarının sahip olduğu mineral madde, kafein, selüloz ve polifenol miktarları ile ilişkilidir. Yaşlı çay yaprağının anılan bu maddeleri az ya da çok içermesi, hasatta toplanan

çay yapraklarının kalite parametrelerini doğrudan etkilemektedir.

Ülkemizde yaşlı çay yapraklarının kalite parametrelerinin ortaya konulduğu detaylı çalışmalara rastlanılmadığı için, bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan Artvin, Rize, Trabzon ve Giresun illerinde yetiştirilen çay bitkisinin yaşlı yapraklarının toplam kül ve su ekstraktı değerleri ile kafein, ham selüloz ve toplam polifenol içerikleri araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Yaprak Örneklerinin Alınması

Araştırmada kullanılan yaprak örnekleri Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaygın olarak çay tarımının yapıldığı Artvin, Rize, Trabzon ve Giresun illerinden çay tarımı yapılan alanların büyüklükleri, yayılışları (sahil, orta yüksek ve yüksek alanlar), iklim koşulları ve yörede çay tarımı yapılan alanları temsil edebilecek nitelikte ve sayıda olması dikkate alınarak çay bitkisinin çiçeklenme dönemi tamamlandıktan sonra alınmıştır (Kacar, 2010). Örneklemeler 16-22 Aralık 2012 (Trabzon ve Rize), 3-9 Şubat 2013 (Giresun) ve 15-17 Şubat 2013 (Artvin) tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Yaprak örnekleri Artvin'de 3 ilçeden 58 adet (toplamın % 10,9'u), Rize'de 11 ilçeden 361 adet (toplamın % 67,86'sı), Trabzon'da 5 ilçeden 101 adet (toplamın % 18,99'u) ve Giresun'da 2 ilçeden 12 adet (toplamın %2,26'sı) olmak üzere toplam 532 noktadan, çay bitkisinin birinci yıl sürgünlerinden (yaşlı yaprak örnekleri) alınmıştır (Şekil 1).

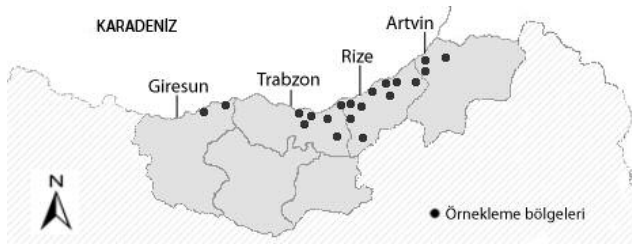


Figure 1. Çay örneklerinin alındığı lokasyonlar

Şekil 1. Locations of tea samples

Yaprak Örneklerinin Analizlere Hazırlanması

Toplanan çay yaprak örnekleri kese kağıtları içerisinde laboratuvara getirilmiş, saf su ile yıkanmış, bir bölümü taze örneklerde yapılacak analizler için ayrılmış geri kalanı ise 65 °C'de durağan ağırlığa gelene kadar hava sirkülasyonlu kurutma dolabında kurutulmuştur. Öğütülen çay yaprakları polietilen torbalara aktarılmış ve etiketlenmiştir. Örneklerin analize hazır hale getirilmesi aşamalarında olası bulaşmalara karşı gereken özen gösterilmiştir. Yaşlı çay yaprak örneklerinde su ekstraktı, toplam kül, toplam polifenol, kafein ve ham selüloz analizleri Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Gıda Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Su Ekstrakt Miktarının Belirlenmesi

Kacar (1991) tarafından bildirildiği şekilde, sıcak su ile işleme tabi tutulan yaş çay yaprağında suya geçen çözünbilir maddelerin toplamı belirlenmiştir.

Toplam Kül Miktarının Belirlenmesi

Yaş çay yaprakları 105 °C'de kurulduktan sonra 525±25 °C'de yakılması sonucu belirlenmiştir (Kacar, 1991).

Toplam Polifenol Miktarının Belirlenmesi

Öğütülmüş çay yaprağı örneklerinin toplam polifenol içeriği, ISO 14502-2 (ISO, 2005)'e göre belirlenmiştir. 0,2 gram öğütülmüş çay yaprağı üzerine 5 ml ekstraksiyon çözeltisi ilave edilmiş, 70 °C'de bekletilmiş, 3500 devir dakika⁻¹'da 10 dakika santrifüj edilmiştir. Süzüntü alınmış, kalan kısma aynı işlem tekrar uygulanmıştır. Ekstraktlar, folin ciocalteu ayırıcı ve sodyum karbonat (Na₂CO₃) çözeltisi eklendikten sonra 60 dakika süre ile karanlıkta bekletilmiş, 765 nm'de spektrofotometrik olarak analiz edilmiştir.

Kafein Miktarının Belirlenmesi

Yaş çay yaprağının kafein miktarı Alpdoğan vd., (2002) tarafından bildirildiği şekilde spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

Ham Selüloz Miktarının Belirlenmesi

65 °C'de kurutulmuş ve öğütülmüş çay yaprağı örneklerinde ham selüloz miktarı ISO 15598 (ISO 2011)'e göre belirlenmiştir.

İstatistik Analizler

Belirlenen parametreler arasındaki ilişkiler (korelasyon) MINITAB paket programı (Minitab Corp., State College, PA) ile hesaplanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan alanlardan alınan yaprak örneklerinde belirlenen su ekstraktı değerinin % 12,42 ile % 53,81 arasında değiştiği ve ortalama % 33,88 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Artvin ilinden alınan toplam 58 örneğin tamamında su ekstraktı değerinin standart değer olan en az % 29'un üzerinde olduğu, Rize ilinden alınan toplam 361 örneğin 64'ünde, Trabzon ilinden alınan toplam 101 örneğin 5'inde ve Giresun ilinden alınan toplam 12 örneğin 1'inde ise bu değer altındadır olduğu belirlenmiştir. Ortalama su ekstraktı değeri en az % 32,38 ile Giresun ilinden alınan yaprak örneklerinde belirlenmiş ve bunu sırasıyla Rize (% 32,54), Trabzon (% 35,20) ve Artvin (% 35,48) illeri takip etmiştir (Çizelge 2). Çay yaprağının su ekstraktı değeri, içerdiği suda çözünbilir maddelerin bir göstergesidir. Su ekstraktı değeri ne kadar yüksek ise çay yaprağının ve bu yapraklardan üretilen siyah ya da yeşil çayın kalitesi de o kadar yüksektir. Arslan ve Toğrul (1995) 10 adet ticari harman Türk siyah çayında yaptıkları çalışmada, su ekstraktı değerinin % 28,02 ile % 37,78 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Taban vd., (2001) Rize ilinde klondan ve tohumdan üretilen çay bitkisi ile yürüttükleri çalışmada, klondan yetiştirilen çay bitkisinin yaşlı yaprağının su ekstraktı değerinin (% 47,74), tohumdan üretilen çay bitkisi yaprağı su ekstraktı değerine (% 47,64) oranla göreceli olarak daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Çay standartlarına göre; su ekstraktı değerinin siyah çayda en az % 29, yeşil çayda ise en az % 32 (Anonim, 2015) olması gerektiği göz önüne alındığında, yaşlı çay yapraklarının ortalama su ekstraktı değerleri oldukça yüksek bulunmuştur.

Çalışmada toplam kül miktarının % 2,99 ile % 8,92 arasında değiştiği ve ortalama % 5,40 olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Artvin ilinden alınan yaşlı yaprak örneklerinin 2'sinin standart değer olan % 4-8 aralığının altında olduğu bu standart aralığın üzerinde toplam kül değerinin bulunmadığı

Çizelge 1. Çay bitkisi yaşlı yaprak örneklerinde su ekstraktı, toplam kül, toplam polifenol, kafein ve ham selüloz içeriklerinin en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri (%)

Table 1. Minimum, maximum and average values of water extract, total ash, total polifenol, cafein, and crude cellulose of tea plant old leaf samples (%)

Değerler	Su ekstraktı	Toplam kül	Toplam polifenol	Kafein	Ham selüloz
En düşük	12,42	2,99	1,31	0,142	12,20
En yüksek	53,81	8,92	21,67	2,060	23,82
Ortalama	33,38	5,40	6,49	0,668	16,21

belirlenmiştir. Rize ilinden alınan örneklerin 12'sinin % 4-8 aralığının altında olduğu 4 örneğin ise bu aralığın üzerinde toplam kül içerdiği saptanmıştır. Trabzon ilinden alınan 4 örnekte toplam kül miktarının standart aralığının altında olduğu buna karşın sadece bir örnekte bu değer standart aralığın üzerinde bulunduğu belirlenmiştir. Giresun ilinden alınan örneklerin tamamının toplam kül içeriklerinin standart değer aralığında olduğu tespit edilmiştir. Ortalama toplam kül miktarı en az % 5,25 ile Artvin ilinden alınan yaprak örneklerinde belirlenmiş ve bunu sırasıyla Rize (% 5,39), Trabzon (% 5,44) ve Giresun (% 5,67) illeri takip etmiştir (Çizelge 2).

Çay yaprağının toplam kül miktarı, yaprağın ve yetiştiği toprağın mineral madde içerikleri yanında çayın gübrenmesiyle de yakından ilişkilidir. Taban vd., (2001) yürüttükleri çalışmada; klondan yetiştirilen çay bitkisinin yaşlı yaprağının toplam kül miktarının (% 8,33) tohumdan üretilen çay yaprağı toplam kül miktarına (% 11,33) oranla daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Yurdagel (1982) yaptığı çalışmada, çayda toplam kül miktarının % 5,20 ile 8,00 arasında, Arslan ve Toğrul (1995) ise % 4,88 ile 6,06 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Çizelge 2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, ortalama değerler açısından çalışmaya konu illerin tümünde toplam kül değerleri siyah ve yeşil çayda istenen % 4-8 (Anonim, 2015) değerini karşılamaktadır.

Çay örneklerin toplam polifenol içeriğinin % 1,31 ile % 21,67 arasında değiştiği ve ortalama % 6,49 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Artvin ilinden alınan yaşlı çay yaprak örneklerinin sadece 3 tanesinde yeşil çay için belirlenmiş olan en az % 11 değerinin üzerinde toplam polifenol içeriği saptanmıştır. Bu değer Rize ilinden alınan örneklerin 21'inde, Trabzon ilinden alınan örneklerin 19'unda standart değer üzerinde saptanmış ve Giresun ilinden alınan örneklerin tamamında ise standart değer altında toplam polifenol içeriği belirlenmiştir. Ortalama toplam polifenol değeri en

az % 2,65 ile Giresun ilinden alınan yaprak örneklerinde tespit edilmiş ve bunu sırasıyla Rize (%5,91), Artvin (% 7,20) ve Trabzon (% 8,52) illeri takip etmiştir (Çizelge 2).

Çaya aroma veren bileşiklerin başında polifenoller gelmektedir (Kacar, 2010). Polifenol içeriği yüksek olan çayların pazar payı da yüksek olmaktadır. Taban vd., (2001) yürüttükleri çalışmada; klondan yetiştirilen çay bitkisinin yaşlı yaprağının toplam polifenol miktarının (% 14,87), tohumdan üretilen çay yaprağı toplam polifenol miktarına (% 11,82) oranla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Çayın aranan içecek olmasının en önemli nedenlerinden birisi de içerdiği kafein miktarıdır. Bu çalışmada incelenen toplam 532 yaşlı çay yaprak örneklerinin kafein miktarlarının % 0,142 ile % 2,060 (Rize ili İkizdere ilçesi Ayvalık mevki) arasında değiştiği ve ortalama % 0,668 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Ortalama kafein değeri en az % 0,40 ile Giresun ilinden alınan yaprak örneklerinde saptanmış ve bunu sırasıyla Artvin (% 0,453), Trabzon (% 0,487) ve Rize (% 0,760) illeri takip etmiştir (Çizelge 2).

Kafein özellikle yaprağın siyah çaya işlenmesi aşamasında artmaktadır. Dolayısı ile yaşlı yaprağın kafein içeriği ne kadar yüksek ise, buradan genç sürgünlere geçecek olan kafein miktarı da o kadar artacaktır. Kafeinin yapısında 4 molekül azot bulunmaktadır ($C_8H_{10}N_4O_2$). Yaşlı yaprak örnekleri bitki vejetasyonun sonunda çiçeklenmenin tamamlandığı dönemde alınmıştır. Dolayısıyla üç hasat dönemi geçiren bünyesindeki hareketli bir besin elementi olan azotu genç sürgünlerine taşıyarak (Kacar ve Katkat, 2015) kaybeden çay bitkisinin yaşlı yapraklarında kafein miktarının düşük konsantrasyonlarda belirlenmesi beklenen bir sonuçtur.

Yaprak örneklerinin ham selüloz miktarlarının % 12,20 ile % 23,82 arasında değiştiği ve ortalama % 16,21 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Rize

Çizelge 2. Çay bitkisi yaşlı yaprak örneklerinde belirlenen su ekstraktı, toplam kül, toplam polifenol, kafein ve ham selüloz değerlerinin bölgelere göre durumu

Table 2. Regional status of water extract, total ash, total polifenol, cafein, and crude cellulose values in tea plant old leaf samples

il	ilçe	Su ekstraktı	Toplam kül	Toplam polifenol (%)	Kafein	Ham selüloz
Artvin (58)	Hopa (23)*	35,42	5,21	7,17	0,418	16,21
	Borçka (15)	33,32	6,11	6,36	0,471	17,63
	Arhavi (20)	37,17	4,65	7,86	0,479	15,27
	En düşük	29,82	3,59	3,04	0,202	12,68
	En yüksek	42,28	7,30	11,59	0,901	20,42
	Ortalama	35,48	5,25	7,20	0,453	16,26
Rize (361)	Findıklı (26)	30,43	5,97	4,53	0,696	17,06
	Ardeşen (52)	32,77	5,50	5,85	0,516	15,73
	Pazar (44)	29,90	5,59	7,37	1,005	17,76
	Hemşin (9)	28,74	5,86	5,77	0,409	16,97
	Çayeli (64)	35,66	4,69	3,95	0,509	14,66
	Merkez (82)	31,50	5,47	5,91	0,933	16,85
	Güneysu (22)	34,16	5,52	5,22	0,851	15,53
	Derepazarı (12)	33,18	5,18	6,04	0,987	16,73
	İyidere (15)	33,08	5,38	4,15	0,702	15,95
	Kalkandere (30)	33,60	5,39	10,72	0,880	15,96
	İkizdere (5)	31,94	6,59	5,51	0,996	17,55
	En düşük	12,42	2,99	1,44	0,142	12,20
	En yüksek	53,81	8,91	21,67	2,060	21,47
	Ortalama	32,54	5,39	5,91	0,760	16,25
Trabzon (101)	Of (60)	34,65	5,37	8,49	0,463	16,29
	Hayrat (17)	38,54	4,94	9,08	0,490	14,24
	Dernekpazarı (3)	32,35	6,40	8,17	0,571	18,27
	Sürmene (15)	34,73	5,76	8,42	0,517	15,45
	Araklı (6)	33,74	6,28	7,56	0,605	15,86
	En düşük	21,86	3,68	3,33	0,275	12,31
	En yüksek	44,04	8,62	13,13	0,883	20,01
	Ortalama	35,20	5,44	8,52	0,487	15,86
Giresun (12)	Eynesil (5)	33,85	5,51	4,25	0,495	17,18
	Tirebolu (7)	32,38	5,67	2,65	0,400	18,43
	En düşük	23,55	4,76	1,31	0,208	14,90
	En yüksek	37,54	6,89	9,20	0,629	23,82
	Ortalama	32,38	5,67	2,65	0,400	18,43

*: Parantez içindeki sayılar iller ve ilçelerden alınan örnek sayılarını göstermektedir.

ilinden alınan örneklerin 27'sinde standart değer (en çok % 16,5 selüloz) üzerinde ham selüloz içeriği tespit edilmiştir. Ham selüloz içeriğinin standardın üzerinde belirlenmesi Rize ilinde 156 örnekte, Trabzon ilinde 37 örnekte ve Giresun ilinde ise 9 örnekte meydana gelmiştir. Çay yapraklarında belirlenen ortalama ham selüloz içeriği ise en az % 15,86 ile Trabzon ilinden alınan yaprak örneklerinde belirlenmiş olup, bunu sırasıyla Rize (% 16,25), Artvin (% 16,26) ve Giresun (% 18,43) illeri takip etmiştir (Çizelge 2).

Yaşlı çay yapraklarının selüloz miktarları genç yapraklara oranla daha yüksek olmaktadır (Kacar, 2010). Yaprığın selüloz içeriği yaş çay yaprağının

siyah çaya işlenmesi aşamasında olumsuz etkilere yol açmaktadır. Bu nedenle çay yaprağının selüloz içeriğinin düşük olması istenmektedir.

Araştırma materyali olan çay bitkisi yaşlı yapraklarının istenen toplam polifenol, kafein ve ham selüloz değerlerini (sırasıyla en az % 11, en az % 1,6 ve en çok % 16,5) üç hasat döneminde de hasata esas taze sürgünlere aktarması nedeniyle sağlayamadığı görülmektedir. Ancak bu parametreler Türk Gıda Kodeksinde belirtilen "çay bitkisinin genç sürgünleri" için belirlenmiştir.

Yörede bulunan çaylıklarda belirlenen bu kalite parametrelerindeki farklılıklar çaylıkların yaşı, genetik farklılıkları, bölgelerin iklim farklılıkları

Çizelge 3. Çay bitkisi yaşlı yaprak örneklerinin su ekstraktı, toplam kül, toplam polifenol, kafein ve ham selüloz değerleri arasındaki ilişkiler (r)

Table 3. Correlation (r) among water extract, total ash, total polifenol, cafein, and crude cellulose values in tea plant old leaf samples

	Su ekstraktı	Toplam kül	Toplam polifenol	Kafein
Toplam kül	-0,3249***	-	-	-
Toplam polifenol	0,0517	-0,0234	-	-
Kafein	-0,2186***	0,0287	0,0943*	-
Ham selüloz	-0,4333***	0,3095***	-0,0244	0,1506***

* p<0,05 *** p<0,001

(özellikle yağış), toprak özellikleri, topografik farklılıklar ve uygulanan gübreleme planı gibi pek çok farklılıklar nedeni ile beklenmedik değildir.

Çay Yaprığı Kalite Parametreleri Arasındaki İlişkiler

Araştırma kapsamında alınan çay bitkisi yaşlı yaprak örneklerinin su ekstraktı değeri ile toplam kül ve kafein miktarı arasında önemli (P<0,001) negatif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çay yaprağında suda çözünen kafein gibi fenolik bileşikler, şeker, amino asitler ve mineral maddeler bulunmaktadır (Yao vd., 2006). Çay yaprağında suda çözünebilir organik formdaki bileşenlerin miktarının artması ile bu ilişkilerin meydana geldiği düşünülmektedir. Yapraklarda fenolik bir bileşik olan kafein ile toplam polifenol miktarları arasında önemli (P<0,05) pozitif ilişki belirlenmiştir. Ham selüloz ile su ekstraktı arasında negatif toplam kül ve kafein miktarları arasında ise önemli (P<0,001) pozitif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 3). Selüloz hücre duvarında bor, kalsiyum, potasyum gibi mineral maddeler ile kafein gibi polifenolik bileşikler ile hidrojen ya da hidrofobik bağlar oluşturmaktadır (Willats vd., 2001; Belitz vd., 2004). Bu nedenle selüloz miktarının artması sonucu su ekstraktı değerinin azalması, toplam kül ve kafein değerinin ise artması bu ilişkilerle açıklanabilir.

SONUÇLAR

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan alanlardan alınan çay yaşlı yaprak örneklerinin sahip olduğu su ekstraktı, toplam kül, toplam polifenol, kafein ve ham selüloz miktarlarını hasat edilecek taze sürgünlere, Türk Gıda Kodeksi'nde yer alan kalite parametrelerini sağlamada, olumsuz etkiye bulunacak düzeyde olmadığı ve kalite parametreleri yönünden sorun taşımadığı sonucuna varılmıştır. Konu ile ilgili çalışan araştırmacılar açısından çay bitkisinin yaşlı yaprakları ile çayı oluşturan genç sürgünlerin kalite parametreleri arasındaki ilişkilerin araştırılması faydalı olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü Başkanlığı tarafından desteklenen 2012.30.06.20.007 nolu Proje verilerinden yararlanılarak yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Alpdoğan G, Karabina K, Sungur S (2002). Derivative spectrophotometric determination of caffeine in some beverages. Turkish Journal of Chemistry, 26:295-302.
- Anonim (2015). Türk Gıda Kodeksi Siyah Çay Tebliği. Tebliğ No: 2015/30. Resmi Gazete, 17.06.2015-29389.
- Arslan N, Toğrul H (1995). Türk çaylarında kalite parametreleri ve mineral maddelerinin farklı demleme koşullarında deme geçme miktarları. Gıda Dergisi, 20 (3):179-185.
- Belitz H D, Grosch W, Shieberle P (2004). Coffee, Tea, Cocoa. In Food Chemistry, Eds. Belitz H D, Grosch W, Shieberle P., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p 939-969.
- FAO (2015). İstatistik verileri, <http://faostat3.fao.org/browse/O/QC/E>, Erişim tarihi: 20.11.2015.
- Kacar B (1991). Çay ve Çay Topraklarının Kimyasal Analizleri, I. Çay Analizleri. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Çaykur Yayını, Ankara, No:14, s.331.
- Kacar B (2010). Çay. Çay Bitkisi, Biyokimyası, Gübrenmesi, İşleme Teknolojisi. Nobel Yayıncılık, Ankara, No: 1549, Fen Bilimleri: 107. ISBN 978-605-395-359-3, s.355.
- Kacar B, Katkat A V (2015). Bitki Besleme, Nobel Yayıncılık, Ankara, s. 678.
- ISO (2005). Determination of substances characteristic of green and black tea. Part 2: Content of catechins in green tea. Method using high-performance liquid chromatography. ISO 14502-2:2005, ISO Standard Stage: 90.93 (2005-02).
- ISO (2011). Tea. Determination of crude fibre content. ISO 15598, ISO Standard Stage: 90.93 (2011-03-29)
- Taban S, Okay Y, Kunter B (2001). Klon ve tohumdan üretilen çay bitkisinin genç ve yaşlı yapraklarının ekstrakt, polifenol, kül ve bazı mineral madde içerikleri. Gıda Dergisi, 26 (1): 49-53.
- Willats W G T, McCartney L, Mackie L, Knox J P (2001). Pectin: cell biology and prospects for functional analysis. Plant. Mol. Biol., 47:9-27.
- Yao L, Liu X, Jiang Y, Caffin N, D'Arcy B, Singanusong R, Xu Y (2006). Compositional analysis of teas from Australian supermarkets, Food Chemistry, 94 (1):115-122, doi:10.1016/j.foodchem.2004.11.009.

Yurdagel Ü (1982). 1979-1980 yılı eldesi Türk çaylarının analitik karakterleri üzerinde araştırmalar, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (3):109-126.

İkinci Ürün Silajlık Mısırdaki Maksimum Net Geliri Sağlayan Sulama ve Azot Fertigasyon Stratejileri

Ramazan YOLCU¹Neşe ÜZEN^{2*}Öner ÇETİN²¹Devlet Su İşleri 10. Bölge Müdürlüğü, Diyarbakır²Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Diyarbakır

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail) : nuzen@dicle.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 22.07.2016

Kabul tarihi (Accepted): 19.09.2016

DOI : 10.21657/topraksu.269369

Öz

Bu çalışmada, ikinci ürün silajlık mısırdaki, farklı sulama ve azot fertigasyonu uygulamalarının birim alanda ve birim sulama suyundaki net gelire sulama suyu üretkenliği) etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Araştırma, 2011 ve 2012 yıllarında Diyarbakır ilinde yapılmıştır. Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde yürütülmüştür. Denemede, ana konuları 5 günlük açık su yüzeyi buharlaşmasından elde edilen buharlaşma miktarına göre farklı sulama suyu düzeyleri ($I_1:0,50$, $I_2:0,75$, $I_3:1,00$ ve $I_4:1,25$); alt konuları ise fertigasyonda azotlu gübrenin farklı uygulama sıklığı (N_1 :azotlu gübrenin % 20'si ekimde, % 40'ı bitki 6-7 yapraklı olduğu dönemde diğer %40'ı ise tepe püskülü döneminden önce; N_2 : azotlu gübrenin % 20'si ekimde, % 80'i her iki sulamada (10 günde bir) bir eşit dozda tepe püskülü dönemine kadar; N_3 :azotlu gübrenin % 20'si ekimde % 80'i her sulamada (5 günde bir) eşit dozda tepe püskülü dönemine kadar) oluşturmuştur. Sonuçlara göre, her iki yılda da uygulanan sulama suyu ve azot fertigasyon sıklığı arttıkça verim de artmıştır. Optimum koşullara göre, pan buharlaşmasının 1,0 katı olan sulama suyunun (447 mm) her 5 günde bir uygulanması önerilmiş ve bu uygulamada silajlık yeşil ot verimi 87,9 t ha⁻¹ olmuştur. Bu sonuçlara göre, en uygun veya maksimum sulama suyu kullanım etkinliği (SSKE) veya sulama suyu üretkenliği 19,6 kg da⁻¹ m⁻³, birim alandan elde edilen net gelir 305,4 TL da⁻¹ ve birim hacim sulama suyuna karşılık elde edilen net gelir ise 1,78 TL m⁻³ olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Damla sulama, fertigasyon, net gelir, silajlık mısır, su üretkenliği

Irrigation and Nitrogen Fertigation Strategies Providing the Maximum Net Return and Water Productivity for Second Crop Silage Corn

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of nitrogen fertigation and irrigation regimes of silage corn on net return and water productivity. The experiment was carried out using grown second crop silage corn in Diyarbakır from 2011 to 2012. The experimental design used split-plots in randomized blocks with three replications. The main plots contained four different rates of irrigation water (IW) and Class A pan evaporation (CPE); $I_1: 0.50$, $I_2: 0.75$, $I_3: 1.00$ and $I_4: 1.25$. In subplots; N_1 : Application of two-fifths of the total N when the plant height became about 6-7 leaves and the last two-fifths of it when the plants entered the stage of tasseling; N_2 : Application of N applied at each two irrigation cycles for 10 days,

and N₃: Application of N applied at each irrigation cycle for 5 day. One-fifth of the total N was applied to the soil at sowing in all treatment regimens. Increasing amount of water applied and fertigation frequency significantly increased fresh yield of silage corn in both two experimental years. According to the optimum conditions, the most appropriate irrigation scheduling and nitrogen fertigation were application of irrigation water (447 mm) consisting of 100 % cumulative evaporation from Class A pan (Ep) and equal amounts of nitrogen at each irrigation cycle (5 days). For this treatment, the fresh silage corn yield was 87.9 t ha⁻¹. The maximum water productivity or irrigation water use efficiency, net return per unit area and net return per volumetric water were 19.6 kg da⁻¹ m⁻³, 305.4 TL da⁻¹ and 1.78 TL m⁻³, respectively.

Key Words: Drip irrigation, fertigation, net return, silage corn, water productivity

GİRİŞ

Ülkemiz hayvancılığının en önemli sorunu, hayvan varlığımızın yüksek olmasına karşılık kaliteli kaba yem açığımızın fazla olmasıdır. Kaba yemler, çiftlik hayvanlarına taze olarak, kurutulmuş ve silaj yapılarak yedirilen bitkisel materyallerdir (Bahtiyarca ve Cufadar, 2003). Ülkemiz hayvanlarının kaliteli silaj yem ihtiyacını karşılamada silaj yapımının önemi büyüktür. Süt ineklerinin kuru madde tüketimlerinin en az % 40'ı kaba yemlerden sağlanmalıdır (Orak ve İptaş, 1999).

Son yıllarda, GAP bölgesinde iklimin de uygun olması nedeniyle ikinci ürün dane ve silajlık mısır yetiştiriciliği artmaya başlamıştır. GAP Bölgesi'nde ikinci ürün mısır sulama suyu gereksinimi yüzey sulama için (800-1000 mm) oldukça yüksektir (Çetin, 1996). Yetiştiricilikte damla sulama sistemi gibi su ve enerji tasarrufu sağlayan modern teknolojilerin kullanılması ile mevcut su kaynaklarının optimum kullanımı sağlanabilir. Aynı bölgede Yazar vd., (2002) ile Öktem vd., (2002) mısırdaki damla sulamanın verim üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve damla sulama kullanmanın önemli sulama suyu tasarrufu sağladığını belirtmişlerdir. Bu nedenle, su kaynaklarının daha etkin kullanılması, aynı zamanda gübrenin su ile birlikte verilmesine (fertigasyon) olanak sağlayan yeni sulama tekniklerinden olan damla sulama sistemlerinin tarım alanlarında özendirilmesi gerekmektedir (Yazar vd., 2002).

Fertigasyon, bitki besin maddelerinin etkin kullanımı, gübrelere çevresel olumsuz etkisinin azaltılması, zaman ve iş gücü tasarrufu gibi temel avantajlar sağlayabilmektedir (Çetin ve Tolay, 2009). Öte yandan, fertigasyon yöntemi ile gübreler farklı zaman ve konsantrasyonda uygulanabilmektedir. Bunlar, sulama suyundaki besin elementi konsantrasyonları zamana bağlı olarak konsantrasyonun azaltılması, sulama süresince sabit konsantrasyon, sulamanın yalnız bir bölümünde gübrenin tamamının uygulanması veya

sulama süresince aralıklı ve eşit dozlar halinde uygulama şeklinde olabilir. Ayrıca bitkinin gelişim dönemleri ve azot kullanım miktarları da göz önüne alınarak fertigasyonda sulama süresince farklı oran ve miktarlar uygulanabilir (Manor vd., 1983).

Tarımda azotlu gübre kullanımı sulama ile birlikte en önemli girdilerden birisidir. Randall ve Schmitt (1993), azot uygulama zamanının önemli derecede azot kullanım etkinliğini etkileyebileceğini ve bu durumun yüzey sularında nitrat kirliliği için de bir etken olduğunu bildirmişlerdir. Keeny (1986), azot kayıplarını azaltmak için azotlu gübrenin bölünerek uygulanmasını önermiştir. Sencar (1988), mısırdaki yaptığı araştırmada, azot miktarı arttıkça, parselde koçan sayısı, koçanda tane verimi, protein oranı ve protein verimi artarken tepe püskülü ve koçan çıkarma süresinin kıaldığını, tane veriminin artan azot miktarına bağlı olarak artış gösterdiğini, 21 ve 28 kg N da⁻¹ uygulamaları arasında fark olmadığını saptamıştır. Wuest ve Cassman (1992), ekim öncesinde uygulanacak fazla miktardaki N'un bir bölümünün vejetasyon ortalarına kaydırılarak geç uygulanması N kullanım etkinliğini ve tane protein içeriğini artırdığını belirtmiştir.

Bu çalışma, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Diyarbakır koşullarında 2011-2012 yıllarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silajlık mısır bitkisinde yapılmıştır. Bu araştırmada, damla sulama ile farklı sulama suyu düzeylerinin ve fertigasyon sıklığının (azotlu gübre) silaj verimi ile birlikte birim alan ve birim su hacmine göre net gelir yönünden karşılaştırılması yapılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Diyarbakır ilinde DSİ 10. Bölge Müdürlüğü Devegeçidi Baraj sahası içinde yer alan tarım arazisinde 2011-2012 yıllarında yapılmıştır. Deneme yeri toprakları düz, toprak bünyesi killi olup, tuzluluk ve taban suyu gibi herhangi bir sorunu

bulunmamaktadır. İklim olarak, yazları oldukça kurak (bitki yetiştirme süresince genel olarak yağış olmamaktadır) ve oldukça sıcaktır.

Araştırmada, C-955 (Dekalb) silajlık mısır çeşidi kullanılmıştır. Bitkiler her iki deneme yılında da ikinci ürün olarak 25 Haziran'da ekilmiş olup, 2011 yılında 25 Eylül'de, 2012 yılında ise 20 Eylül'de hasat yapılmıştır. Denemede damla sulama sistemi kullanılarak, her iki sıraya tek lateral kullanılmıştır. Laterallerde damlatıcı aralığı 0,4 m ve damlatıcı debisi ise 4 L h⁻¹'dir. Gübrelemede fertigasyon tekniği kullanılmış olup, basınç farklılığı esasına göre çalışan gübre tankı kanalıyla gübreler sulama suyu ile birlikte deneme konularına göre uygulanmıştır (Çetin ve Tolay, 2009).

Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Ana parseller Class A pan buharlaşmasından elde edilen değerlerin farklı oranlarını sulama suyu miktarları, alt parselleri ise azotlu gübre uygulamasında farklı fertigasyon sıklığı oluşturmuştur (Çizelge 1). Her deneme parseli 4,2 m x 8,0 m boyutlarında toplam 33,6 m²'lik alana sahip olup, her deneme parselinde 6 bitki sırası yer almıştır. Her iki mısır bitkisi sırasına bir lateral hattı döşenmiştir. Denemede bitki sıra aralığı 0,7 m, sıra üzeri ise 0,2 m'dir. Parseller arasında 2,0 m, bloklar arasında 3,0 m boşluk bırakılmıştır. Sulama aralığı 5 gün olarak uygulanmıştır.

Araştırmada deneme konularına, dekara saf olarak 10 kg Potasyum (K₂O), 10 kg Fosfor (P₂O₅) ve 24 kg Azot (N) gübresi uygulanmıştır (Kara vd., 1999; İbrikçi vd., 2001). Denemede taban gübresi olarak granüle 15-15-15, fertigasyonla (sulama ile birlikte gübrenin verilmesi) uygulanan gübre ise, katı toz forumunda 19-5-5 gübresi kullanılmıştır. Sulama

suğu aşağıda verilen Eşitlik 1 yardımıyla hesaplanmıştır (Cetin ve Bilgel, 2002).

$$I = A \times E_p \times K \times P \quad (1)$$

Eşitlik' de;

I: Parsele uygulanacak sulama suyu (L),

A: Parsel alanı (m²),

E_p: Sulama aralığındaki birikimli Class A Pan buharlaşma miktarı (mm),

K: Deneme gereği esas alınan katsayısı

P: Islatma alanı oranı (Deneme gereği parsel alanının tamamı ıslatılmadığından dolayı, ıslatma alanı oranı 0,65 sabit alınmıştır).

Yaş bitki parsel verimlerini tespit etmek üzere, hasat zamanı parseldeki tüm bitkiler toprak yüzeyinden kesilerek parçalanmış ve tartılmıştır. Projede ele alınan deneme konuları dikkate alındığında farklı uygulamalar arasında sulama suyu miktarı, fertigasyon sıklığı ve bunların işçilik maliyetleri vb. bakımından bir farklılık olacağından, uygulamalar arasındaki net gelir kısmı bütçeleme yöntemi ile ortaya konmuştur (Olson, 2011). Net gelirin hesaplanmasında, toprak işleme ve ekim, bakım işleri, hasat-harman, çeşitli giderler ve ortak giderler (sermaye faizi, yönetim giderleri v.b.) esas alınarak, her konudaki sulama suyu miktarı, gübre ve su ücreti başta olmak üzere o yılın silajlık mısır için tüm değişken ve sabit girdi maliyetleri birim alan (da) üzerinden bölge koşulları için tespit edilmiştir. Buna göre, her uygulama için elde edilen verim üzerinden değerlendirme yapılmıştır (Koral ve Altun, 2000).

Sulama suyu kullanım etkinliği, kullanılan bitkiye bağlı olarak elde edilen toplam biomass veya tane veriminin kullanılan sulama suyuna oranı olarak hesaplanmıştır. Birim alandan elde edilen net gelir,

Çizelge 1. Deneme konuları

Table 1. Experimental treatments

Ana konular	Alt konular
Sulama suyu düzeyleri	Fertigasyonda azot gübresi uygulama sıklığı
I _{1(0.50)} : A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşan miktarın 0,50 katı (E _p × 0,5)	N ₁ : Azot gübresinin 1/5'i ekim ile birlikte, 2/5'i bitki boyu 6-7 yapraklı olduğunda, diğer 2/5'lik kısmı ise tepe püskülü döneminde uygulanması
I _{2(0.75)} : E _p × 0,75	N ₂ : Azotlu gübrenin 1/5'i ekim ile birlikte, kalan 4/5'i ise her iki sulamada bir (10 günde bir) eşit dozlarda, tepe püskülü dönemine kadar uygulanması
I _{3(1.00)} : E _p × 1,0	N ₃ : Azotlu gübrenin 1/5'i ekim ile birlikte, kalan 4/5'i ise her sulamada (5 günde bir) eşit dozlarda, tepe püskülü dönemine kadar uygulanması
I _{4(1.25)} : E _p × 1,25	

elde edilen net gelirin birim alana oranı olarak tanımlanmış ve hesaplanmıştır. Birim sulama suyuna karşılık elde edilen net gelir ise birim alandan elde edilen net gelirin aynı alana uygulanan toplam sulama suyu miktarına veya hacmine oranı olarak tanımlanmış ve hesaplanmıştır. Buna göre sulama suyu kullanım etkinliği, birim alandan elde edilen net gelir ve birim sulama suyundan elde edilen net gelir aşağıda verilen Eşitlik 2, 3 ve 4 yardımı ile hesaplanmıştır (Sinclair vd., 1984; Kijne vd., 2003; Sharma vd., 2015).

$$SSKE = \frac{V}{SS} \quad (2)$$

$$NGA = \frac{NG}{SA} \quad (3)$$

$$NGS = \frac{NG}{SS} \quad (4)$$

Yukarıdaki eşitliklerde; SSKE; sulama suyu kullanım etkinliğini ($\text{kg da}^{-1} \text{ m}^{-3}$), V; verimi (kg da^{-1}), SS; sulama suyunu ($\text{m}^3 \text{ da}^{-1}$), NGA; birim alandan elde edilen net geliri (TL da^{-1}), NG; net geliri (TL), SA; sulanan alanı (da), NGS; birim sudan elde edilen net geliri (TL m^{-3}) göstermektedir.

Böylece, yukarıda verilen her bir deneme konusu için uygulanan farklı sulama suyuna karşılık birim alandan elde edilen gerçek verim (üretim) değeri kullanılarak, sulama suyu kullanım etkinliği, başka bir ifade ile sulama suyu üretkenliği ile birim alandan ve birim sulama suyundan elde edilen net gelir hesaplanmıştır. Net gelir hesaplamalarında, her uygulamalarında ve her bölgenin kendi koşullarına göre gerçek ve güncel üretim masrafları ve ürün satış fiyatları kullanılmış olup ürün desteklemeleri de gelire dahil edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Silajlık Mısır Verimi

Denemenin her iki yılında da (2011 ve 2012) sulama suyu miktarı ve N fertigasyon sıklığı arttıkça, silajlık yaş ot verimi istatistiksel olarak % 1 hata düzeyinde etkilenmiştir (Çizelge 2). Uygulamalar arasında interaksiyon olmadığı için, konu verimleri

ayrı ayrı değerlendirmiştir. Genel olarak sulama suyu miktarı arttıkça silaj verimi de artmıştır (Schmaler vd., 2003; Bouazzama vd., 2012). Yapılan Duncan çoklu karşılaştırma grupları da Çizelge 2'de gösterilmiştir. Sulama suyu açısından, her ne kadar en yüksek yeşil ot verimleri pan buharlaşmasının 1,25 katı uygulamasından (I_4) elde edilse de, optimum verim için pan buharlaşmasının 1,0 katı uygulaması göz önüne alınabilir. Benzer şekilde, Oktem vd., (2003) mısır için, pan buharlaşmasının % 100'ünün uygulandığı sulama programının uygun olduğunu bildirmiştir.

N fertigasyon uygulama sıklığı arttıkça yeşil ot verimi de artmıştır. Buna göre en yüksek verim her sulamada (5 günde bir) azotlu gübrenin uygulamasından (N_3) elde edilmiştir. Uygulanan sulama suyu ise konu bazında 285-529 mm arasında değişmiştir (Çizelge 3).

Optimum verim ve sulama suyu tasarrufu göz önüne alındığında pan buharlaşma miktarının 1,0 katı uygulaması sonucu ortalama 447 mm ($447 \text{ m}^3 \text{ da}^{-1}$) sulama suyu uygulaması ikinci ürün silajlık mısır yetiştiriciliği için yeterli olduğu sonucuna varılabilir.

Sulama Suyu Kullanım Etkinliği (SSKE) (Sulama Suyu Fiziksel Üretkenliği)

Sulama suyu kullanım etkinliği (SSKE), birim alana uygulanan sulama suyuna karşılık elde edilen verimin ifadesi olup, bu ise sulama suyu fiziksel üretkenliği olarak da adlandırılmaktadır (Kijne vd., 2003). Buna göre, SSKE değerleri 14,4-20,5 $\text{kg da}^{-1} \text{ m}^{-3}$ arasında değişmiştir (Çizelge 3). Daha az sulama suyu miktarlarının uygulandığı konularda SSKE daha yüksek elde edilmiştir (Kang ve Zhang, 2004). Bu bulgulara benzer şekilde, Yazar vd. (2002) ile Rusere vd., (2012) eksik sulamada verimin önemli düzeyde azaldığını buna karşın ise SSKE'nin ise arttığını tespit etmişlerdir. Maksimum verimin elde edildiği I_4N_3 ve I_3N_3 konularında sırasıyla, SSKE 16,9 ve 19,6 $\text{kg da}^{-1} \text{ m}^{-3}$ olmuştur.

Çizelge 2. Yıllara göre elde edilen yeşil ot verimleri (t da^{-1})

Table 2. The fresh silage corn yield according to the experimental years (t da^{-1})

Sulama suyu düzeyi	2011	2012	N Fertigasyon sıklığı	2011	2012
$I_1(0.50)$	5,58 c	5,81 c	N_1	6,43 b	6,74 c
$I_2(0.75)$	6,58 b	6,89 bc	N_2	6,77 b	7,28 b
$I_3(1.00)$	7,45 a	7,95 ab	N_3	7,48 a	7,90 a
$I_4(1.25)$	7,98 a	8,59 a			

Çizelge 3. Deneme konularının silajlık mısır verimi ve net gelir üzerine etkisi (Veriler iki yılın ortalamasıdır)

Table 3. Effects of experimental treatments on silage corn yield and net return (The average of two years of data)

Deneme konuları	Sulama suyu m ³ da ⁻¹	Yeşil ot verimi kg da ⁻¹	IWUE kg da ⁻¹ m ⁻³	Net gelir (birim alana göre) TL da ⁻¹	Net gelir (birim su hacmine göre) TL m ⁻³
I ₁ N ₁	285	5393	18,9	-36,5	-0,33
I ₁ N ₂	285	5844	20,5	13,8	0,13
I ₁ N ₃	285	5856	20,5	15,2	0,14
I ₂ N ₁	366	6405	17,5	58,3	0,41
I ₂ N ₂	366	6615	18,1	81,8	0,58
I ₂ N ₃	366	7178	19,6	144,6	1,03
I ₃ N ₁	447	6935	15,5	99,4	0,58
I ₃ N ₂	447	7382	16,5	149,2	0,87
I ₃ N ₃	447	8782	19,6	305,4	1,78
I ₄ N ₁	529	7617	14,4	157,2	0,77
I ₄ N ₂	529	8282	15,7	231,3	1,14
I ₄ N ₃	529	8960	16,9	307,0	1,51

Ancak, SSKE bu deneme sonucunda da olduğu gibi, her zaman maksimum ve/veya optimum verimin elde edildiğinin bir göstergesi olmayabilir. Buna göre diğer göstergeler olan birim alandan elde edilen net gelir ve/veya birim sulama suyuna karşılık elde edilen net gelir durumuna göre değerlendirmek daha doğrudur.

Birim Alana Göre Net Gelir

Net gelir hesabında kullanılan üretim maliyetleri, silajlık mısır yetiştiriciliği için tüm üretim girdileri (tohum maliyetleri, çapa, tarım ilaçları, gübre, hasat, nakliye, arazi işleme vb.) dikkate alınarak hesaplanmıştır (Kuscu vd., 2013). Böylece, mevsimsel üretim maliyetleri tüm uygulamalar için sulama suyu miktarı ve gübreleme için işgücü dışında birim alan için aynı bitki yoğunluğu olduğu için aynıdır.

Farklı N-fertigasyon sıklığı ve sulama suyu miktarının silajlık mısırdaki birim alandan elde edilen net gelir Çizelge 3 'de gösterilmiştir. Birim alandan elde edilen net gelir incelendiğinde Pan buharlaşma miktarının 1,0 katı uygulaması olan I₃N₃ konusundan (305,4 TL da⁻¹) ve Pan buharlaşma miktarının 1,25 katı olan I₄N₃ konusundan (307,0 TL da⁻¹) en yüksek net gelirler elde edildiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte I₄N₃ ile I₃N₃ uygulaması arasında çok küçük bir fark olmasına rağmen, kullanılan sulama suyu miktarı göz önüne alındığında, dolayısıyla sulama suyu tasarrufu da esas alınır, net gelir açısından I₃N₃ uygulaması önerilebilir (Çizelge 3).

Birim Su Miktarına Göre Net Gelir

Her sulama uygulamasında su maliyeti, mısır bitkisi için gerekli olan toplam sulama suyu miktarı ile birim hacim başına sulama suyu fiyatının çarpılması ile bulunmuştur. Sulama suyu ve fertigasyon uygulama sıklığına karşılık toplam net gelirler Çizelge 3'de verilmiştir. Ekonomik analiz ve değerlendirme; her uygulama için kullanılan toplam sulama suyu, işletme ve üretim maliyetleri ve toplam sulama süresi kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca, sulama işgücü maliyeti; sulama suyu miktarı ve sulama süresine bağlı olarak hesaplanmıştır. Çizelge 3'den de inceleneceği gibi, farklı sulama suyu miktarı ve fertigasyon uygulamalarına karşılık alınan en yüksek net gelir pan buharlaşma miktarının 1,0 katı uygulaması ve fertigasyon uygulama sıklığının 5 gün olduğu olan I₃N₃ konusundan (1,78 TL m⁻³) elde edilmiştir. Sulama suyu miktarı ve N fertigasyon uygulama sıklığının artması silajlık mısırdaki yeşil ot verimini de arttırmıştır. Buna bağlı olarak da net gelir de artmıştır (Çizelge 3).

SONUÇLAR

Bu araştırma sonucuna göre, uygulanan sulama suyu düzeyleri ve konular arasındaki farklar esas alındığında, toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilirliği ile optimum bir işletmecilik için silajlık mısır yetiştiriciliğinde, pan kabından olan buharlaşma miktarının 1,0 katı kadar sulama suyunun (toplam 447 mm veya 447 m³ da⁻¹) 5 günde bir verilmesi uygun bulunmuştur. Buna göre,

fertigasyonla azotlu gübrenin her 5 günde bir pan kabından olan toplam buharlaşma miktarının 1,0 katı alınması ve uygun ıslatma alanı oranı veya örtü yüzdesi ile de düzeltilerek uygulanması önerilebilir. Bu sonuçlara göre, en uygun veya maksimum sulama suyu kullanım etkinliği (SSKE) $19,6 \text{ kg da}^{-1} \text{ m}^{-3}$, birim alandan elde edilen net gelir $305,4 \text{ TL da}^{-1}$ ve birim sulama suyuna karşılık elde edilen net gelir ise $1,78 \text{ TL m}^{-3}$ olarak elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Bahtiyarca Y, Çufadar Y (2003). Konya ili yem bitkileri üretimi, Ulusal I. Konya Ekonomisi Sempozyumu, 401-409, 17-18 Nisan, Konya.
- Bouazzama B, Xanthoulis D, Bouaziz A, Ruelle P, Mailhol J C (2012). Effect of water stress on growth, water consumption and yield of silage maize under flood irrigation in a semiarid climate of Tadla (Morocco). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environment*, 16 (4), 468-477.
- Çetin Ö (1996). Harran ovası koşullarında ikinci ürün mısır su gereksinimi. K.H. Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No: 90/63, Şanlıurfa.
- Cetin O, Bilgel L (2002). Effects of different irrigation methods on shedding and yield of cotton. *Agric. Water Manage.* (54)1: 1-15.
- Çetin Ö, Tolay I (2009). Fertigasyon: Sulama İle Birlikte Gübreleme. HASAD Yayıncılık, ISBN: 978-975-8377-69-5, İstanbul, s. 160.
- İbriki H, Ülger A C, Şen H M, Büyük G, Güzel N, Çakır B, Özgentürk G (2001). Çukurova bölgesinde ikinci ürün mısır yetiştiriciliğinde azotlu gübre kullanımının optimizasyonu. Tarp-1951 nolu proje Kesin Sonuç Raporu. TÜBİTAK
- Kang S Z, Zhang J H (2004). Controlled alternate partial root-zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. *J. Exp. Bot.* 55, 2437-2446.
- Kara Ş M, Deveci M, Özbay D, Şekeroğlu N (1999). Farklı bitki sıklığı ve azot dozlarının silaj mısırda yeşil ot verimi ve bazı özellikler üzerine etkileri. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi. Cilt III. Çayır-Mera Yem Bitkileri ve Yemelik Tane Baklagiller. 172-177. 15-18 Kasım, Adana.
- Keeny D (1986). Sources of nitrate to ground water. *Crit. Rev. Environ. Control*, 16: 257-304.
- Kijne J, Barker R, Molden D (2003). Improving water productivity in agriculture: Editors' Overview, in Jacob Kijne and others (Eds.) *Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement, Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. UK: CABI Publishing in Association with International Water Management Institute.
- Koral A İ, Altun A (2000). Türkiye'de Üretilen Tarım Ürünlerinin Girdileri Rehberi. Köy Hizmetleri Gen. Müd. APK Dairesi Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Şubesi, Yayın No: 104, Rehber No: 16, Ankara
- Kuscu H, Karasu A, Oz M, Demir A O, Turgut I (2013). Effect of irrigation amounts applied with drip irrigation on maize evapotranspiration, yield, water use efficiency, and net return in a sub-humid climate. *Turkish Journal of Field Crops*. 18(1), 13-19.
- Manor S, Lowengart A, Brum M, Hazan A, Bar I, Geva S (1983). The technology of chemigation: uniformity of distribution in the irrigation. 3rd International Conference on Irrigation, 3-6 October, Tel-Aviv, Israel.
- Olson K D (2011). *Economics of Farm Management in a Global Setting*. John Wiley and Sons, USA, 560 p.
- Orak A, İptaş S (1999). Silo yem bitkileri ve silaj. Çayır mera amenajmanı ve ıslahı. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. 49 -69. Ankara.
- Öktem A, Şimşek M, Öktem A G (2002). Deficit irrigation effect on sweet corn (*Zea Mays Saccharata* Sturt) with drip irrigation system in a semi-arid region: i. water-yield relationship. Department Of Field Crops, Faculty Of Agriculture, Harran University, 63200, Şanlıurfa, Turkey.
- Öktem A, Simsek M, Öktem A G (2003). Deficit irrigation effects on sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt) with drip irrigation system in a semi-arid region: I. Water-yield relationship. *Agric. Water Manage.* 61 (1), 63-74.
- Randall G W, Schmitt M A (1993). Best management practices for nitrogen use statewide in Minnesota. University of Minnesota Extension Service.
- Rusere F, Soropa G, Svubure O, Gwatibaya S, Moyo D, Ndeketya A, Mavima G A (2012). Effects of deficit irrigation on winter silage maize production in Zimbabwe. *International Research Journal of Plant Science*, Vol. 3(9) pp. 188-192.
- Schmalzer K, Kruger U, Richert H (2003). Ertrag und qualita"t von silomais in abh"ngigkeit vom wasserangebot. *Arch Agron Soil Sci* 49(4):357-374.
- Sencar Ö (1988). Mısır yetiştiriciliğinde ekim sıklığı ve azotun etkileri. Cumhuriyet Üniv. Ziraat Fak. Yayınları 6. Tokat.
- Sharma B, Molden D, Cook S (2015). Water use efficiency in agriculture: Measurement, current situation and trends. In: *Managing Water and Fertilizer for Sustainable Agricultural Intensification* (Editors: Drechsel, P., Heffer, P., Magen, H., Mikkelsen, R., Wichelns, D.,) *Managing Water and Fertilizer for Sustainable Agricultural Intensification*. International Fertilizer Industry Association (IFA), International Water Management Institute (IWMI), International Plant Nutrition Institute (IPNI), and International Potash Institute (IPI). First edition, Paris, France, ISBN 979-10-92366-02-0, pp. 39-64.
- Sinclair T R, Tanner C B, Bennett J M (1984). Water-use efficiency in crop production. *BioScience*, 34 (1), pp. 36-40.
- Wuest S B, Cassman K G (1992). Fertilizer nitrogen use efficiency of irrigated wheat: ii. Portioning efficiency of preplant versus late-season application. *Agron. J.*, 84:689-694.
- Yazar A, Sezen S M, Gencil B, (2002). Drip irrigation of corn in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. *Irrig. And Drainage*. 51,293-300.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Demir, Bakır, Çinko ve Mangan Durumları

Meriç BALCI¹ Mehmet Burak TAŞKIN¹ Emre Can KAYA¹ Mahmut Reşat SOBA²
Pınar ÖZER³ Ali KABAOĞLU³ Murat Ali TURAN⁴ Süleyman TABAN^{1*}

¹Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, ANKARA

²Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ANKARA

³Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Atatürk Çay Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, RİZE

⁴Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, BURSA

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail) : Suleyman.Taban@agri.ankara.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 05.08.2016

Kabul tarihi (Accepted) : 08.09.2016

DOI : 10.21657/topraksu.269370

Öz

Doğu Karadeniz Bölge halkının yaşam biçimi olan çay bitkisinin verim ve kalitesinin artırılması, çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin makro besin maddeleri yanında mikro besin maddelerinin de iyi bir şekilde bilinmesine bağlıdır. Bu çalışmada çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin demir, bakır, çinko ve mangan durumlarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla, çay tarımı alanlarının dağılımı göz önüne alınarak Artvin, Rize, Trabzon ve Giresun'dan eş zamanlı olarak toplam 532 toprak ve yaşlı yaprak örneği alınmıştır. Bu alanlardan alınan 532 toprak örneğinde bitkiye yararlı demirin 0,56-407 mg kg⁻¹, bakırın 0,01-19,4 mg kg⁻¹, çinkonun 0,03-44,9 mg kg⁻¹ ve manganın 0,33-186 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, ortalama demirin 86,7 mg kg⁻¹, bakırın 1,44 mg kg⁻¹, çinkonun 1,61 mg kg⁻¹ ve manganın 29,3 mg kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Çay tarımı yapılan topraklarda bitkiye yararlı demir ve manganın yeterli olduğu, buna karşın toprakların % 11,1'unda bakırın ve % 49,6'ünde ise çinkonun noksan olduğu saptanmıştır. Toprak örnekleri ile eş zamanlı olarak alınan 532 çay yaprak örneklerinde toplam demirin 20,8-1931 mg kg⁻¹, toplam bakırın 0,62-25,7 mg kg⁻¹, toplam çinkonun 0,98-53,5 mg kg⁻¹ ve toplam manganın 146-5013 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, ortalama olarak toplam demirin 136 mg kg⁻¹, toplam bakırın 7,66 mg kg⁻¹, toplam çinkonun 12,7 mg kg⁻¹ ve toplam manganın 1608 mg kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Çay yapraklarında mangan konsantrasyonunun yeterli olduğu belirlenirken, yaprak örneklerinin % 98,9'sinde toplam demirin, % 97,0'unda bakırın, % 97,6'sında çinkonun noksan olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cu, çay yaprağı, Fe, Mn, Zn

Iron, Copper, Zinc and Manganese Status of Tea-Farming Soils and Tea Plant Grown in East Black Sea Region

Abstract

Increasing yield and quality of tea plant that is the lifestyle of The East Black Sea Region people is related to aware of importance of micro nutrient elements that found tea farming soils as well as macro nutrients. In this study, it is aimed to determine iron, copper, zinc and manganese concentrations of tea plant and farming soils. For this purpose, 532 soil and plant samples were taken simultaneously from

different regions (Artvin, Rize, Trabzon and Giresun) related to distribution of tea plantations. In soil samples, available Fe concentration varied in the range of 0.56-407 mg kg⁻¹ with a mean of 86.7 mg kg⁻¹, Cu concentration varied in the range of 0.01-19.4 mg kg⁻¹ with a mean of 1.44 mg kg⁻¹, Zn concentration varied in the range of 0.03-44.9 mg kg⁻¹ with a mean of 1.61 mg kg⁻¹, Mn concentration varied in the range of 0.33-186 mg kg⁻¹ with a mean of 29.3 mg kg⁻¹. According to the results of the soil analysis, while plant available Fe and Mn concentrations were found to be sufficient, in 11.1 % of soils Cu, in 49.6 % of soil Zn concentration were found too few. In the tea leaves that taken simultaneously with the soil samples from the East Black Sea Region, it was determined that total Fe concentration varied in the range of 20.80-1931 mg kg⁻¹ with a mean of 136 mg kg⁻¹, total Cu concentration varied in the range of 0.62-25.7 mg kg⁻¹ with a mean of 7.66 mg kg⁻¹, total Zn concentration varied in the range of 0.98-53.5 mg kg⁻¹ with a mean of 12.7 mg kg⁻¹, total Mn concentration varied in the range of 146-5013 mg kg⁻¹ with a mean of 1608 mg kg⁻¹. According to the results, in 98.9 % of leaf samples Fe concentration, in 97.0 % of leaf samples Cu concentration, in 97.6 % of leaf samples Zn concentration were found to be insufficient.

Key Words: Cu, tea leaves, Fe, Mn, Zn

GİRİŞ

Çay bitkisinin (*Camellia sinensis* L.) yetişebilmesi için yağışın bol ve düzenli olması, ılıman iklim isteği ve asit reaksiyonlu (pH 4,5-6,0) toprak tercihi dikkate alındığında, ülkemizde sadece Doğu Karadeniz Bölgesinde Gürcistan sınırı-Fatsa (Ordu) arasında kalan sahil şeridinde yetiştirilebilmektedir. Ülkemizde 1930'lu yıllarda başlayan ve günümüzde 76600 ha'lık bir alana yayılan çaylıkların % 65,2'si Rize, % 20,7'si Trabzon, % 11,2'si Artvin ve % 2,9'u Giresun-Ordu illerinde bulunmaktadır (Anonim, 2012).

Türkiye, çay tarım alanlarının genişliği bakımından, dünyada üretici ülkeler arasında 7. sırada, kuru çay üretimi yönünden 5. sırada, yıllık kişi başına tüketim bakımından ise 4. sırada yer almaktadır (Özden, 2009). Sudan sonra en fazla tüketilen içecek olan çayın elde edildiği bu bitkinin yetiştirildiği toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bilinmesi ve gübreleme programının buna göre yapılması önem taşımaktadır. Çay tarımında son yıllarda 25-5-10 gübresi ağırlıklı olarak kullanılmakta ve gübreleme programında mikro elementlere yer verilmemektedir. 25-5-10 gübresinin ise önerilen miktarlarda kullanılmadığı görülmektedir. Gerçekten de çay tarımı yapılan topraklarda bilinçsiz gübreleme sonucu fosfor birikiminin olması başta çinko olmak üzere mikro element yarıyışlılığını sınırlandırması yanında ekonomik anlamda da kayıplara da yol açmaktadır (Taban vd., 2006). Fosforlu gübrelerin dengeli kullanıldığı 1970'li yıllarda çay tarımı yapılan topraklarda çinko ve mangan noksanlığı

yönünden sorun olmadığı bildirilmiştir (Kacar vd., 1979).

Dünya sağlık örgütü (WHO) beslenmede demir, çinko ve vitamin A eksikliğine dikkat çekmiş ve özellikle yedikleri besinlerden yeterince çinko alamayan 5 yaş altı çocuklarda ölüm oranının dünya genelinde % 4,4 olduğu belirlenmiştir (Black vd., 2008). Dünya nüfusunun üçte ikisinin mineral elementlerden bir ya da birkaçını yeterli düzeyde alamaması nedeniyle önemli sağlık sorunu ile karşılaştığı saptanmıştır. Günümüzde insanların en fazla ve en yaygın şekilde çinko ve demir noksanlığından etkilendiği belirlenmiştir (Hotz ve Brown, 2004; Welch ve Graham, 2004). Özellikle tahıl ağırlıklı beslenmelerde çinko eksikliği önemli bir sorundur. Çinko noksanlığının insanlarda kısırlık, yaraların geç iyileşmesi, zekâ geriliği vb. birçok olumsuz etkisi vardır. Mikro elementlerin özellikle çinko ve demirin insan sağlığı üzerine olan etkileri ve önemi anlaşıldıktan sonra çinko ile zenginleştirilmiş gıda üretimine hız verilmiş ve bu üretim şekli son yıllarda giderek artmaya başlamıştır. Günümüzde sahip olduğumuz en basit ilaçların dahi bilinmediği binlerce yıl öncesinden bu güne çeşitli gözlem ve deneyimlere dayanılarak insan sağlığı üzerinde sudan sonra en fazla içilen içecek olan çayın olumlu etkiler yaptığına inanılmıştır.

Ülkemizde çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin mikro element durumlarını kapsamlı bir şekilde ortaya koyabilmek amacıyla yürütülen bu çalışmada; toprak ve yaprak örneklerinde demir,

bakır, çinko ve mangan konsantrasyonları belirlenerek, çay topraklarının ve çay bitkisinin mikro element durumlarının ortaya konulması ile bu elementler arasındaki ilişkilerin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda eğer anılan bu elementlerin bir ya da bir kaçının çay tarımı yapılan topraklarda ve çay bitkisinde eksikliği belirlenirse gübreleme programına dahil edilmesinin gerekliliği ortaya konulacaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Toprak ve yaprak örnekleri, Artvin, Rize, Trabzon ve Giresun illerinde çay tarımı yapılan alanları temsil edebilecek nitelikte ve sayıda olması yanında çiçeklenme dönemi sonrası (Kacar, 2010) dikkate alınarak eş zamanlı olarak alınmıştır.

Çay tarımı yapılan alanların yayılışı dikkate alınarak Artvin'den 58 (toplamın % 10,9'u), Rize'den 361 (toplamın % 67,86'sı), Trabzon'dan 101 (toplamın % 18,99'u) ve Giresun'dan 12 (toplamın % 2,26'sı) olmak üzere toplam 532 noktadan eş zamanlı toprak ve yaprak örnekleri alınmıştır (Şekil 1).



Figure 1. Toprak ve yaprak örneklerinin alındığı lokasyonlar

Şekil 1. Locations of soil and tea leaf samples

Verimlilik ilkesine göre alınan toprak örnekleri kurutulmuş, iri kesekler ezilmiş, 2 mm'lik elekten geçirilerek analizlere hazır hale getirilmiştir.

Toprak örneklerinde bitkiye yararlı Fe, Cu, Zn ve Mn konsantrasyonları Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirildiği şekilde pH'sı 7,3'e ayarlanmış 0,005 M DTPA + 0,01 M CaCl₂ + 0,1 M TEA ekstrakt çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve ekstrakta geçen Fe, Cu, Zn ve Mn ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Emler Model DV 2100) cihazı ile belirlenmiştir (Boss ve Fredeen, 2004).

Çay bitkisi hasat tablası altında kalan yapraklardan alınan yaprak örnekleri saf su ile yıkanmış, 65 °C'de hava dolaşımli kurutma dolabında kurutulmuş ve öğütülmüştür. Öğütülen örnekler Berghof-MWS-2 Model 24 yakma üniteli mikrodalga örnek parçalayıcıda konsantre HNO₃ + H₂O₂ karışımı ile yaş yakılarak (Boss ve Fredeen 2004) analize hazır hale getirilmiştir. Yaş yakılan örneklerde toplam Fe, Cu, Zn ve Mn ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Emler Model DV 2100) cihazı ile belirlenmiştir (Boss ve Fredeen, 2004).

Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Toprak ve yaprak örneklerinde belirlenen demir, bakır, çinko ve mangan konsantrasyonları yeterlilik sınıflarına göre değerlendirilmiş (Çizelge 1, 2) ve mikro elementler arasındaki ilişkiler (korelasyon) Minitab paket programı (10.53) ile hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde belirlenen mineral elementlerin yeterlilik sınır değerleri

Table 1. Sufficiency limits for mineral elements in soil samples taken from the tea growing area.

Element	Sınır Değeri, (mg kg ⁻¹)	Değerlendirme
Fe (Lindsay ve Norvell, 1978)	<2,5	Noksan
	2,5-4,5	Noksanlık görülebilir
	>4,5	İyi
Cu (Follet ve Lindsay, 1970)	< 0,2	Az
	0,20-0,25	Orta
	0,25-1,0	Yeterli
	>1,0	Fazla
Zn (FAO, 1990)	<0,2	Çok az
	0,2-0,7	Az
	0,7-2,4	Yeterli
	>2,4	Fazla
Mn (Lindsay ve Norvell, 1978)	<0,2	Çok az
	0,2-0,7	Az
	0,7-5	Yeterli
	>5	Fazla

Çizelge 2. Çay tarımı yapılan alanlardan alınan yaprak örneklerinde belirlenen mineral elementlerin yeterlilik sınır değerleri

Table 2. Sufficiency limits for mineral elements in tea leaf samples taken from the tea growing area

Element	Sınır Değeri, (mg kg ⁻¹)	Değerlendirme
Fe (Jones vd., 1991)	< 500	Az
	500-1000	Yeterli
	> 1000	Fazla
Cu (Jones vd., 1991)	< 12	Az
	12 – 20	Yeterli
	> 20	Fazla
Zn (Jones vd., 1991)	< 30	Az
	30-50	Yeterli
	> 50	Fazla
Mn (Jones vd., 1991)	<350	Az
	350-1200	Yeterli
	> 1200	Fazla

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Demir Konsantrasyonları

Çay tarımı yapılan alanlardan alınan toplam 532 toprak örneğinde yapılan analizler sonucu bitkiye yararlı demir konsantrasyonunun 0,56-407 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve ortalama 86,7 mg kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Toprak örnekleri ile birlikte eş zamanlı olarak alınan yaprak örneklerinde toplam demir konsantrasyonunun 20,8-1931 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve ortalama olarak 136 mg kg⁻¹ olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Özyazıcı vd., (2011) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen çay bitkisi yaprak örneklerinde toplam Fe konsantrasyonunun 8,6-95,9 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini; Nath, (2013b) Hindistan'ın Dibrugarh bölgesinde yetiştirilen çay bitkisi yapraklarında toplam demir konsantrasyonlarının sırasıyla 212,85-546,42 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Özyazıcı vd., (2011) Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan toprakların bitkiye yararlı Fe konsantrasyonunun 2,10-168 mg kg⁻¹ arasında, Nath, (2013b) ise Hindistan'ın Dibrugarh bölgesindeki çay yetiştiriciliği yapılan alanların demir konsantrasyonunun 89,3-307 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan illerden alınan toprak örneklerinde belirlenen ortalama bitkiye yararlı demir konsantrasyonu en düşük 70,8 mg kg⁻¹ ile Giresun ilinde belirlenmiş ve bunu sırasıyla 94,4 mg kg⁻¹ ile Trabzon, 104 mg kg⁻¹ ile Rize ve 107 mg kg⁻¹ ile Artvin ili takip etmiştir (Çizelge 4).

Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan toprak örnekleri ile birlikte eş zamanlı olarak alınan yaprak örneklerinin ortalama toplam demir konsantrasyonu en düşük 85,1 mg kg⁻¹ ile Giresun ilinden alınan çay yaprak örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 5). Bunu sırasıyla 100 mg kg⁻¹ ile Trabzon, 113 mg kg⁻¹ ile Artvin ve 152 mg kg⁻¹ ile Rize illerinden alınan çay yaprak örnekleri takip etmiştir (Çizelge 5).

Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Bakır Konsantrasyonları

Çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucu, toprak örneklerinde bitkiye yararlı bakır konsantrasyonunun 0,01-19,4 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve ortalama 1,44 mg kg⁻¹ olduğu saptanmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 3. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak ve yaprak örneklerinin Fe konsantrasyonlarının en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

Table 3. Minimum, maximum and average values of Fe in samples of soil and tea taken from the tea growing area

Değerler	Toprak	Yaprak
	Bitkiye yararlı Fe, mg kg ⁻¹	Toplam Fe, mg kg ⁻¹
En Düşük	0,56	20,8
En Yüksek	407	1931
Ortalama	86,7	136

Çizelge 4. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinin bitkiye yararlı demir, bakır, çinko ve mangan konsantrasyonlarının bölgelere göre durumu

Table 4. Status of available Fe, Cu, Zn, Mn concentration in soil samples by region

İl	İlçe	Fe, mg kg ⁻¹	Cu, mg kg ⁻¹	Zn, mg kg ⁻¹	Mn, mg kg ⁻¹
Artvin (58)	Hopa (23)	79,6	1,56	2,53	28,5
	Borçka (15)	131	5,05	1,53	30,0
	Arhavi (20)	113	2,13	2,02	36,5
	Ortalama	107	2,91	2,03	31,6
Rize (361)	Findıklı (26)	136	3,15	4,63	36,5
	Ardeşen (52)	146	2,49	3,95	41,5
	Pazar (44)	60,7	1,04	0,72	15,4
	Hemşin (9)	135	1,60	3,58	32,1
	Çayeli (64)	94,6	1,22	1,29	22,7
	Merkez (82)	41,2	0,72	0,61	24,7
	Güneysu (22)	105	1,41	0,88	13,1
	Derepazarı (12)	79,9	0,65	0,76	24,2
	İydere (15)	51,7	0,63	0,48	25,4
	Kalkandere (30)	63,7	0,69	1,3	41,2
	İkizdere (5)	235	1,35	1,38	17,9
	Ortalama	104	1,36	1,78	26,8
Trabzon (101)	Of (60)	78,3	1,08	1,19	35,0
	Hayrat (17)	39,7	0,51	0,61	41,5
	Dernekpazarı (3)	177	1,46	1,33	36,2
	Sürmene (15)	79,9	1,81	1,1	34,7
	Araklı (6)	97,3	0,76	0,83	42,1
	Ortalama	94,4	1,12	1,01	37,9
Giresun (12)	Eynesil (5)	83,9	2,31	1,4	22,6
	Tirebolu (7)	57,7	0,53	2,33	18,9
	Ortalama	70,8	1,42	1,86	20,7

Kacar vd., (1979) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan toprak örneklerinde bitkiye yararlı bakır konsantrasyonunun 0,02 mg kg⁻¹ ile 7,32 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve ortalama olarak 1,09 mg kg⁻¹ olduğunu; Özyazıcı vd., (2011) aynı bölgede çay tarımı yapılan toprakların Cu konsantrasyonunun 0,02-14,7 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve Nath, (2013b) ise Hindistan'ın Dibrugarh bölgesindeki çay yetiştiriciliği yapılan alanların bakır konsantrasyonunun 12,7-26,3 mg kg⁻¹ arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nin çay tarımı yapılan illerinden alınan toprak örneklerinde ortalama bitkiye yararlı bakır konsantrasyonu en düşük 1,12 mg kg⁻¹ ile Trabzon ilinde belirlenmiş ve bunu sırasıyla 1,36 mg kg⁻¹ ile Rize, 1,42 mg kg⁻¹ ile Giresun ve 2,91 mg kg⁻¹ ile Artvin ili takip etmiştir (Çizelge 4).

Toprak örnekleri ile birlikte eş zamanlı olarak alınan yaprak örneklerinde toplam Cu konsantrasyonunun 0,62-25,7 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve ortalama olarak 7,66 mg kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6). Özyazıcı vd., (2011) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen çay bitkisi yaprak örneklerinde toplam

Cu konsantrasyonunun 4,5-73,9 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini; Nath, (2013b) Hindistan'ın Dibrugarh bölgesinde yetiştirilen çay bitkisi yapraklarında toplam bakır konsantrasyonunun 14,3-29,8 mg kg⁻¹ arasında olduğunu; Nejatolahı vd., (2014) tarafından Kuzey İran'daki çaylıkların çay yapraklarında Cu konsantrasyonunun 55,4-127 mg kg⁻¹ arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan yaprak örneklerinin ortalama toplam bakır konsantrasyonu en düşük 5,37 mg kg⁻¹ ile Giresun ilinden alınan çay yaprak örneklerinde belirlenmiş olup, bunu sırasıyla 6,38 mg kg⁻¹ ile Trabzon, 7,10 mg kg⁻¹ ile Artvin ve 8,18 mg kg⁻¹ ile Rize ili izlemiştir (Çizelge 5).

Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Çinko Konsantrasyonları

Çalışma alanlarından alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucu, bitkiye yararlı çinko konsantrasyonunun 0,03-44,9 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve ortalama 1,61 mg kg⁻¹ olduğu saptanmıştır (Çizelge 7). Kacar vd., (1979) Doğu

Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı alanları toprak örneklerinde bitkiye yarayışlı çinko konsantrasyonunun 1,9-39,1 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve ortalama 6,2 mg kg⁻¹ olduğunu; Özyazıcı vd., (2011) Zn konsantrasyonunun 0,01-8,45 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini; Nath (2013a) Hindistan'da çay tarımı yapılan iki bölge (Dibrugarh ve Sivasagar) topraklarında toprağın 0-15 cm derinlikte çinko konsantrasyonunun 21,4-65,2 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini; Nath (2013b) ise Hindistan'ın Dibrugarh bölgesindeki çay yetiştiriciliği yapılan alanların çinko konsantrasyonunun 21,4-45,3 mg kg⁻¹ arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Çay tarımı yapılan illerden alınan toprak örneklerinde belirlenen ortalama bitkiye yarayışlı

çinko konsantrasyonu en düşük 1,01 mg kg⁻¹ ile Trabzon ilinde belirlenmiş ve bunu sırasıyla 1,78 mg kg⁻¹ ile Rize ili, 1,86 mg kg⁻¹ ile Giresun ili ve 2,03 mg kg⁻¹ ile Artvin ili takip etmiştir (Çizelge 4).

Toprak örnekleri ile birlikte alınan yaprak örneklerinde toplam Zn konsantrasyonunun 0,98-53,5 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve ortalama olarak 12,7 mg kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7). Özyazıcı vd., (2011) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen çay bitkisi yaprak örneklerinde toplam Zn konsantrasyonlarının 5,6-46,3 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini; Nath, (2013b) Hindistan'ın Dibrugarh bölgesinde yetiştirilen çay bitkisi yapraklarında toplam çinko konsantrasyonunun 24,3-58,3 mg kg⁻¹ arasında olduğunu ve Nejatolahi vd., (2014) Kuzey

Çizelge 5. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinin bitkiye yarayışlı demir, bakır, çinko ve mangan konsantrasyonlarının bölgelere göre durumu

Table 5. Status of available Fe, Cu, Zn, Mn concentration in soil samples by region

İl	İlçe	Fe, mg kg ⁻¹	Cu, mg kg ⁻¹	Zn, mg kg ⁻¹	Mn, mg kg ⁻¹
Artvin (58)	Hopa (23)	84,4	7,86	11,3	1393
	Borçka (15)	179,6	6,41	10,4	1738
	Arhavi (20)	95,7	6,74	12,3	1277
	Ortalama	113	7,10	11,4	1442
Rize (361)	Findıklı (26)	205	8,79	14,2	1662
	Ardeşen (52)	130	6,33	11,7	1905
	Pazar (44)	259	9,11	19,2	1463
	Hemşin (9)	229	7,80	16,4	2187
	Çayeli (64)	139	8,43	18,8	1481
	Merkez (82)	118	8,35	11,4	1456
	Güneysu (22)	170	8,05	11,4	1492
	Derepazarı (12)	110	9,14	11,3	1328
	İyidere (15)	89	9,28	11,2	1492
	Kalkandere (30)	120	8,32	12,4	1665
	İkizdere (5)	181	5,26	9,8	2337
Ortalama	152	8,18	14,1	1588	
Trabzon (101)	Of (60)	106	6,59	9,00	1819
	Hayrat (17)	83,2	5,82	7,97	1458
	Dernekpazarı (3)	120,4	5,02	8,60	1724
	Sürmene (15)	86,3	6,56	8,32	2120
	Araklı (6)	121	6,12	10,5	2095
	Ortalama	100	6,38	8,81	1817
Giresun (12)	Eynesil (5)	81,6	5,90	9,06	1163
	Tirebolu (7)	87,6	4,99	6,30	1361
	Ortalama	85,1	5,37	7,45	1278

Çizelge 6. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak ve yaprak örneklerinin Cu konsantrasyonlarının en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

Table 6. Minimum, maximum and average values of Cu in samples of soil and tea taken from the tea growing area

Değerler	Toprak	Yaprak
	Bitkiye yarayışlı Cu, mg kg ⁻¹	Toplam Cu, mg kg ⁻¹
En Düşük	0,01	0,62
En Yüksek	19,4	25,7
Ortalama	1,44	7,66

Çizelge 7. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak ve yaprak örneklerinin Zn konsantrasyonlarının en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

Table 7. Minimum, maximum and average values of Zn in samples of soil and tea taken from the tea growing area

Değerler	Toprak	
	Bitkiye yarayışlı Zn, mg kg ⁻¹	
En Düşük	0,03	0,98
En Yüksek	44,9	53,5
Ortalama	1,61	12,7

Çizelge 8. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak ve yaprak örneklerinin Mn konsantrasyonlarının en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

Table 8. Minimum, maximum and average values of Mn in samples of soil and tea taken from the tea growing area

Değerler	Toprak	
	Bitkiye yarayışlı Mn, mg kg ⁻¹	
En Düşük	0,33	146
En Yüksek	186	5013
Ortalama	29,3	1608

İran'daki çaylıkların yapraklarında Zn konsantrasyonunun 55,4-127 mg kg⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan alanlardan alınan yaprak örneklerinin ortalama toplam çinko konsantrasyonu en düşük Giresun (7,45 mg kg⁻¹) ilinde belirlenmiştir. Bunu sırasıyla Trabzon (8,81 mg kg⁻¹), Artvin (11,4 mg kg⁻¹) ve Rize (14,1 mg kg⁻¹) illeri takip etmiştir (Çizelge 5).

Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Mangan Konsantrasyonları

Çizelge 8' de çalışma alanlarından alınan toprak örneklerinde bitkiye yarayışlı mangan konsantrasyonunun 0,33-186 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve ortalama olarak 29,3 mg kg⁻¹ olduğu görülmektedir. Kacar vd., (1979) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan toprak örneklerinde bitkiye yarayışlı mangan konsantrasyonunun 3,1 mg kg⁻¹ ile 97,3 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve ortalama olarak 42,7 mg kg⁻¹ olduğunu; Özyazıcı vd., (2011) aynı bölgede çay tarımı yapılan toprakların Mn konsantrasyonunun 0,40-101 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini; Nath (2013b) Hindistan'ın Dibrugarh bölgesindeki çay yetiştiriciliği yapılan alanların mangan konsantrasyonunun 119-421 mg kg⁻¹ arasında belirlendiğini rapor etmişlerdir.

Bitkiye yarayışlı ortalama mangan konsantrasyonu en düşük 20,7 mg kg⁻¹ ile Giresun ilinde belirlenmiş ve bunu sırasıyla 26,8 mg kg⁻¹ ile Rize, 31,6 mg kg⁻¹ ile Artvin ve 37,9 mg kg⁻¹ ile Trabzon ili takip etmiştir (Çizelge 4).

Yaprak örneklerinde ise toplam Mn konsantrasyonunun 146-5013 mg kg⁻¹ arasında

değiştiği ve ortalama olarak 1608 mg kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir (Çizelge 8). Özyazıcı vd., (2011) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen çay bitkisi yaprak örneklerinde toplam Mn konsantrasyonunun 141-2767 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini; Nath, (2013b) Hindistan'ın Dibrugarh bölgesinde yetiştirilen çay bitkisi yapraklarında toplam mangan, konsantrasyonunun 24,3-58,3 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Toplam mangan konsantrasyonu en az Giresun ilinden alınan yaprak örneklerinde (1278 mg kg⁻¹) belirlenmiş ve bunu sırasıyla Artvin (1442 mg kg⁻¹), Rize (1588 mg kg⁻¹) ve Trabzon (1817 mg kg⁻¹) illeri takip etmiştir (Çizelge 5).

Toprak Örneklerinin Mikro Element Bakımından Genel Durumu ve Dağılımı

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde belirlenen bitkiye yarayışlı demir, bakır ve mangan konsantrasyonlarının yeterli sınırlarına (Çizelge 1) göre önemli bir sorun taşımadığı ve toprak örneklerinin % 99,1'sinde demirin, % 84,1'inde bakırın ve % 92,3'ünde ise manganın yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 9). Buna karşın, çay tarımı yapılan toprakların % 11,1'inde bakırın ve % 49,6'ında ise çinkonun noksan olduğu belirlenmiştir (Çizelge 9). Kacar vd., (1979) 1 N NH₄OAc (pH 4,8) ekstraksiyon yöntemi ile çay topraklarının % 50'sine yakın bölümünde bakır konsantrasyonunun kritik düzeyin 0,5 mg Cu kg⁻¹, (Aiyer vd., 1975) altında olduğunu ve bu yıllarda çay tarımı yapılan topraklarda çinko ve mangan noksanlığı yönünden sorun olmadığı bildirmişlerdir.

Çizelge 9. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde belirlenen bitkiye yararlı demir, bakır, çinko ve mangan konsantrasyonlarının yeterlilik sınırlarına göre dağılımı

Table 9. Distribution of concentration of available Fe, Cu, Zn, Mn in soil samples by sufficiency limits

Mikro Element	Sınır Değeri, (mg kg ⁻¹)	Değerlendirme	Dağılım %				
			Artvin	Rize	Trabzon	Giresun	Genel
Fe	<2,5	Az	0	0	0	8,3	0,19
	2,5-4,5	Noksanlık görülebilir	0	1,1	1,0	0	0,71
	> 4,5	İyi	100	98,9	99	91,7	99,1
Cu	< 0,2	Az	3,4	11,1	14,9	16,7	11,1
	0,2-0,25	Orta	0	4,9	7,9	0	4,8
	0,25-1	Yeterli	27,6	46,3	38,6	50	42,9
	> 1	Fazla	69	37,7	38,6	33,3	41,2
	< 0,2	Çok az	1,7	10,3	15,8	16,7	10,5
Zn	0,2-0,7	Az	32,8	41,5	35,7	25	39,1
	0,7-2,4	Yeterli	65,5	33,5	42,6	25	36,7
	> 2,4	Fazla	0	14,7	5,9	33,3	13,7
Mn	< 0,2	Çok az	0	0	0	0	0
	0,2-0,7	Az	0	0	1,93	0	0,37
	0,7-5,0	Yeterli	6,9	0,5	2,97	8,3	7,33
> 5,0	Fazla	93,1	99,5	95,1	91,7	92,3	

Müftüoğlu vd., (2006) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan topraklarda demir konsantrasyonu yönünden sorun belirlemezlerken, toprakların % 8,5'inde bakırın az, % 91,5'sinde ise yeter miktarda, toprakların % 18,9'ında çinkonun çok az/az, % 48,7'ünde yeter ve % 32,2'sinde fazla/çok fazla, mangan konsantrasyonu ise toprakların % 27,1'ünde çok az/az, % 48,3'ünde ise fazla olduğunu rapor etmişlerdir. Özyazıcı vd., (2011) Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan toprakların % 56,3'ünde çinkonun noksan olduğunu belirlemişlerdir.

Çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde bakır noksanlığı en fazla % 16,7 ile Giresun ilinden alınan toprak örneklerinde saptanmıştır. Bunu sırasıyla 14,9 ile Trabzon, % 11,1 ile Rize ve % 3,40 ile Artvin illeri takip etmiştir (Çizelge 9).

Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan illerden alınan toprak örneklerine göre çinko noksanlığı en fazla % 51,8 ile Rize ilinden alınan toprak örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 9). Bunu sırasıyla % 51,5 ile Trabzon, % 41,7 ile Giresun ve % 34,5 ile Artvin illeri izlemiştir. (Çizelge 9).

Çay Yaprak Örneklerinin Mikro Element Bakımından Genel Durumu ve Dağılımı

Toprak örnekleri ile birlikte eş zamanlı olarak alınan toplam 532 yaprak örneğinde belirlenen mikro element konsantrasyonları çay bitkisi için belirlenen yeterlilik sınırlarına (Çizelge 2)

göre sınıflandırıldığında yaprak örneklerinin % 98,9'sinde demirin, % 97,0'unda bakırın, % 97,6'sında çinkonun az sınıfta olduğu belirlenirken, % 97,7'ünde manganın yeterli ve fazla sınıfta olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10). Özyazıcı vd., (2011) yaptıkları çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay bitkisi yaprak örneklerinin % 97,6'sında çinkonun noksan olduğunu belirlemişlerdir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan Artvin, Trabzon ve Giresun illerinden toprak örnekleri ile birlikte eş zamanlı olarak alınan yaprak örneklerinin tamamında, Rize ilinde ise % 98,4'ünde demirin noksan olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10). Trabzon ve Giresun illerinden alınan yaprak örneklerinin tamamında, Artvin ilinde % 98,3'ünde ve Rize ilinde ise % 95,8'ünde bakırın noksan olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10). Artvin, Trabzon ve Giresun illerinden alınan yaprak örneklerinin tamamında, Rize ilinde ise % 96,4'ında çinkonun noksan olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10). Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan illerden alınan yaprak örneklerinde en az mangan % 8,30 ile Giresun illinden alınan yaprak örneklerinde belirlenmiştir. Bunu sırasıyla % 5,10 ile Artvin ili, % 2,00 ile Trabzon ili ve % 1,60 ile Rize ili takip etmiştir (Çizelge 10). Toprak örneklerinde mangan konsantrasyonunun fazla olması bitkinin topraktan demir, bakır ve çinko alımını engellemektedir (Güneş vd., 2002; Kacar ve Katkat, 2015).

Çizelge 10. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan alınan yaprak örneklerinde belirlenen demir, bakır, çinko ve mangan konsantrasyonlarının yeterlilik sınırlarına göre dağılımı

Table 10. Distribution of concentration of total Fe, Cu, Zn, Mn in the samples by sufficiency limits

Mikro Element	Sınır Değeri, (mg kg ⁻¹)	Değerlendirme	Dağılım %				
			Artvin	Rize	Trabzon	Giresun	Genel
Fe	<500	Az	100	98,4	100	100	98,9
	500-1000	Yeterli	0	1,1	0	0	0,75
	>1000	Fazla	0	0,5	0	0	0,35
Cu	<12	Az	98,3	95,8	100	100	97,0
	12 - 20	Yeterli	1,7	3,90	0	0	2,82
	>20	Fazla	0	0,30	0	0	0,18
Zn	<30	Az	100	96,4	100	100	97,6
	30-50	Yeterli	0	3,32	0	0	2,21
	>50	Fazla	0	0,28	0	0	0,19
Mn	<350	Az	5,10	1,60	2,00	8,30	2,30
	350-1200	Yeterli	32,8	35,5	19,8	41,7	32,3
	>1200	Fazla	62,1	62,9	78,2	50,0	65,4

Bazı Toprak ve Bitki Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Toprak-toprak özellikleri arasındaki ilişkiler:

Toprak örneklerinde belirlenen Fe konsantrasyonu ile Cu ve Zn konsantrasyonları arasında önemli ($p<0,001$) pozitif ilişkiler belirlenirken, Mn konsantrasyonu arasında önemli ($p<0,05$) negatif ilişki belirlenmiştir. Topraklarda belirlenen Cu konsantrasyonu ile Zn ve Mn konsantrasyonları arasında ve Zn konsantrasyonu ile Mn konsantrasyonu arasında önemli ($p<0,001$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Toprak-toprak özellikleri arasındaki ilişkiler (r)

	Fe	Cu	Zn
Cu	0,25***		
Zn	0,16***	0,58***	
Mn	-0,11*	0,33***	0,32***

öd: önemli değil, * $p<0,05$ *** $p<0,001$

Bitki-bitki özellikleri arasındaki ilişkiler:

Çay bitkisi yaprak örneklerinde belirlenen Fe konsantrasyonu ile Cu, Zn ve Mn konsantrasyonları arasında ve Cu konsantrasyonu ile Zn konsantrasyonu arasında önemli ($p<0,001$) pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 12).

Çizelge 12. Bitki-bitki özellikleri arasındaki ilişkiler (r)

	Fe	Cu	Zn
Cu	0,16***		
Zn	0,26***	0,53***	
Mn	0,16***	-0,03 ^{öd}	-0,04 ^{öd}

öd: önemli değil, * $p<0,05$ *** $p<0,001$

Toprak-bitki özellikleri arasındaki ilişkiler:

Çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde belirlenen Fe konsantrasyonu ile çay yaprak örneklerinde belirlenen Fe, Zn ve Mn konsantrasyonları arasında önemli pozitif; toprak Cu konsantrasyonu ile bitki Cu konsantrasyonu arasında önemli negatif, bitki Mn konsantrasyonu arasında önemli pozitif; toprak Mn konsantrasyonu ile bitki Fe, Cu ve Zn konsantrasyonları arasında önemli negatif, bitki Mn konsantrasyonu arasında ise önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 13).

Çizelge 13. Toprak-bitki özellikleri arasındaki ilişkiler (r)

Table 13. Correlations (r) between soil and plant properties

	Fe	Cu	Zn
Cu	0,16***		
Zn	0,26***	0,53***	
Mn	0,16***	-0,03 ^{öd}	-0,04 ^{öd}

öd: önemli değil, * $p<0,05$ *** $p<0,001$

SONUÇLAR

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde bitkiye yarayışlı demir, bakır ve mangan yönünden bir sorun belirlenmezken, toprakların % 49,6'ünde çinkonun noksan; buna karşın yaprak örneklerinde mangan yönünden noksanlık belirlemezken, yaprak örneklerinin % 98,9'sinde demirin, % 97,0'unda bakırın ve % 97,6'sında ise çinkonun yetersiz düzeyde olduğunun belirlenmesi önemli bir bulgu olmuştur. Toprakta ve bitkide eksikliği belirlenen mikro element noksanlığının giderilmesi ve çay bitkisinin sağlıklı bir şekilde gelişebilmesi için gübreleme programına anılan elementlerin dahil edilmesinin uygun olacağı kanaatine varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma, Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü Başkanlığı tarafından desteklenen 2012.30.06.20.007 no'lu Proje verilerinden yararlanılarak yapılmıştır.

KAYNAKLAR

Aiyer R S, Rajagopal C K, Money N S (1975). Available zinc, copper, iron and manganese status of the acid rice soils of Kuttanad, Kerale State. *Agric. Res. J. Kerala*, 13: 15-19.

Anonim (2012). İstatistik Bülten, 2012. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Rize, 42 s.

Black R E, Lindsay H A, Bhutta Z A, Caulfield L E, DeOnnis M, Ezzati M (2008). "Maternal and Child Undernutrition: Global and Regional Exposures and Health Consequences", *Lancet*, 371,243-260.

Boss C B, Fredeen K J (2004). Concepts, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry. *PerkinElmer Life and Analytical Sciences*, 710 Bridgeport, Avenue Shelton, CT 06484-4794 USA.

FAO (1990). Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. *FAO Soil Bulletin by Sillanpaa*. Rome.

Follet R H, Lindsay W L (1970). Profile distribution of zinc, iron, manganese and copper in Colorado soils. *Colorado Exp. Station Tech. Bull.* 110. USA.

Güneş A, Alpaslan M, İnal A (2002). Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın Nı: 1523, Ders Kitabı: 479. ISBN 975-482-516-5, Ankara.

Hotz C, Brown K H (2004). "Assessment of the Risk of Zinc Deficiency in Populations and Options For Its Control", *Food Nutr. Bull.*, 25,94-204.

Jones J R, Wolf B, Mills H A (1991). *Plant Analysis Handbook: A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide*. Micro-Macro Publishing, Athens, GA. Micro-Macro Publishing.

Kacar B, Özgümüş A, Turan C, Katkat A V, Kayıkçıoğlu İ (1979). Türkiye'de çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin mikro element gereksinimleri üzerinde bir araştırma. s.1-67. TÜBİTAK, Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Kesin Rapor, Proje No. 321, Ankara.

Kacar B (2010). Çay-Çay Bitkisi, Biyokimyası, Gübrelenmesi, İşleme Teknolojisi. S.355. Nobel Yayın No: 1549, Fen Bilimleri: 107. ISBN 978-605-395-359-3.

Kacar B, Katkat A V (2015). Bitki Besleme. Nobel Yayın No:849, Fen ve Biyoloji Yayınları Dizisi: 29. ISBN 978-975-591-834-1, Ankara.

Lindsay W L, Norvell W A (1978). Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42: 421-428.

Müftüoğlu M, Yazıcı G, Özer S P, Tanyel G (2006). Doğu Karadeniz Bölgesi çay tarımı yapılan topraklarının bazı özellikleri bakımından değerlendirilmesi.6. Ulusal Bitki Besleme Kongresi, s 61-64, 3-7 Haziran 2013 Nevşehir.

Nath N T (2013a). "Determination of micronutrients concentration in tea cultivated soil in Dibrugarh and Sivasagar district of Assam, India", *International Journal of Innovative Research and Development*, 2(4),284-298.

Nath N T (2013b). "The status of micronutrients (Mn, Fe, Cu, Zn) in tea plantation in Dibrugarh district of Assam, India", *International Research Journal of Environment Sciences*, 2(6),25-30.

Nejatolahi M, Mortazavi S, Ildoromi A (2014). "Levels of Cu, Zn, Pb, and Cd in the leaves of the tea plant (*Camellia sinensis*) and in The Soil of Gilan and Mazandaran Farms of Iran", *Food Measure*, 8, 277-282. DOI 10.1007/s11694-014-9186-3

Özden D (2009). Türkiye'de Siyah Çay Sektör Raporu. European Commission, Enterprise and Industry. 34 s.

Özyazıcı M A, Özyazıcı G, Dengiz O (2011). "Determination of micronutrients in tea plantations in the Eastern Black Sea Region, Turkey", *African Journal of Agricultural Research*, 6(22),5174-5180.

Taban S, Özer P, Turan M A (2006). Çay tarımı yapılan toprakların potansiyel beslenme problemleri ve çayda gübre kullanımı, gübre verim-kalite ilişkisi. I. Rize Sempozyumu, 16-18, Kasım 2006, Rize.

Welch R M, Graham, R D (2004). "Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective". *J. Exp. Bot.*, 55,353-364.

TOPRAK SU DERGİSİ YAYIN KURALLARI

Dergide Türkçe veya İngilizce olarak tarım bilimleri alanındaki özgün araştırma ve makaleler yayınlanır. Orijinal araştırma makaleleri yüksek lisans ve doktora tezinden yapılmış ise dip not olarak belirtilmelidir. Basılacak makalelerin sözlü sunum ve poster bildiri dışında daha önce hiçbir yerde yayınlanmamış olması ve yayın haklarının verilmemiş olması gerekir. Dergide yayınlanacak yazıların her türlü sorumluluğu yazar(lar)'ına aittir.

Yayınlanmak için gönderilen eser, yayın ilkeleri doğrultusunda Dergi Editörler Kurulu tarafından ön incelemeye tabii tutulur. Dergi Editörler Kurulu, dergide yayınlanabilecek nitelikte bulmadığı makaleleri hakemlere göndermeden iade kararı verme hakkına sahiptir. Hakem değerlendirmesinden geçen makalelere ait düzeltmeler, düzeltmeler listesiyle birlikte sisteme yüklenerek dergi yayın kuruluna gönderilmelidir. Dergi Editörler Kurulu, hakem raporları ve/veya düzeltmelerde istenilenlere uyulup uyulmamasını dikkate alarak makalenin yayınlanıp yayınlanmamasına karar verir.

Derginin Kapsamı

Toprak Su Dergisi, tarım bilimleri alanında yapılan özgün araştırmaları ve yeni bulguları içeren makaleleri yayınlar. Yazar makalenin ne türde bir eser (araştırma, derleme vb.) olduğunu belirtmelidir.

Etik

Yazarlar sunmuş oldukları makalede yayın hakları saklı veri/materyal kullandıkları takdirde yayın hakkı sahibinden izin almakla sorumludurlar. Bu durumun dışındaki tüm veri/materyal yazar(lar)'ın ürettikleri orijinal veri/materyal olarak kabul edilir.

Telif Hakkı Devri

Makalede isimleri yer alan tüm yazarlar adına makaleden sorumlu yazar, yayın haklarını Toprak Su Dergisine verdiklerine dair "Telif Hakkı Devir Sözleşmesi" ni imzalamalıdır.

Makalenin Sunulması

Tüm makale sunumları <http://www.topraksudergisi.gov.tr/> adresinden elektronik ortamda yapılmalıdır.

Makale Hazırlama

Makaleler, A4 boyutundaki kağıdın tek yüzüne 12 punto Times New Roman yazı stilinde ve çift satır aralıklı yazılmalıdır. Paragraflar 0.5 cm içeriden başlamalıdır. Sayfanın tüm kenarlarında 3'er cm boşluk bırakılmalıdır. Makalenin her sayfası ve satırları numaralandırılmalıdır. Yazar ad(lar)'ı açık olarak yazılmalı ve herhangi bir akademik unvan belirtilmemelidir. Makale Türkçe ise, Türk Dil Kurumu'nun son yazım kılavuzu dikkate alınarak yazılmalıdır. Makalede hem Türkçe hem de İngilizce özet verilmelidir.

Makale; Türkçe başlık, Yazar(lar), Yazar adres(leri), Öz, Anahtar kelimeler, İngilizce başlık, Abstract, Keywords, Giriş, Materyal ve Yöntem, Bulgular ve Tartışma, Sonuç, Teşekkür (varsa), Kısaltmalar (varsa), Kaynaklar, Şekil ve Çizelge bölümlerinden oluşmalıdır. Makale, "Kaynaklar" bölümü dahil 18 sayfayı geçmemelidir.

Başlık: Kısa, makalenin içeriğini tam olarak yansıtabilecek şekilde olmalı ve 15 kelimeyi aşmamalıdır. Kelimelerin ilk harfi büyük, koyu (bold) ve 14 punto ile yazılmalıdır. İngilizce başlık Türkçe başlığı tam olarak karşılamalı ve koyu (bold) olarak 13 punto ile yazılmalıdır. Yazışmalarda sorumlu yazarın kim olduğu ve elektronik ileti adresi yazar adreslerinin altında dipnot olarak belirtilmelidir.

Kısa Başlık: Makalenin iç sayfalarında üst bilgi şeklinde verilecek olan akıcı (kısa) bir başlık (running head) da oluşturulmalıdır. Kısa başlık makale başlığını içerecek ve 8 kelimeyi geçmeyecek şekilde olmalıdır.

Öz ve Anahtar Sözcükler: Türkçe ve İngilizce özetlerin her biri 250 kelimeyi geçmemelidir. Özet kısmı çalışmanın amacını, nasıl yapıldığını, sonuçları ve sonuçlar üzerine yazar(lar)'ın yaptığı değerlendirmeleri içermelidir.

Anahtar Kelimeler: Özetlerin altında 1 satır boşluktan sonra, küçük harflerle, mümkünse başlıkta kullanılmayan, çalışmayı en iyi biçimde tanımlayacak en fazla 5 anahtar sözcük alfabetik sıra ile yazılmalıdır.

Giriş: Bu bölümde; çalışma konusu, gerekçesi, konu ile ilgili doğrudan daha önceden yapılmış çalışmalar ve çalışmanın amacı verilmelidir.

Materyal ve Yöntem: Çalışmada kullanılan materyal, araştırmanın uygulanması ve istatistiksel yöntemler hakkında kısa ve öz bilgi verilmelidir. Bu bölüm, aynı konuda çalışanlara araştırmayı tekrarlama olanağı verecek nitelikte açık olmalıdır.

Bulgular ve Tartışma: Bu bölümde elde edilen bulgular verilmeli, gerekirse çizelge, şekil ve grafiklerle de desteklenerek açıklanmalıdır. Bulgular tartışılmalı, ancak gereksiz tekrarlardan kaçınılmalıdır. Bulguların başka araştırmalarla benzerlik ve farklılıkları verilmeli, nedenleri tartışılmalıdır.

Sonuçlar: Elde edilen sonuçlar, bilime ve uygulamaya katkısıyla birlikte verilmelidir. Giriş ile Bulgular ve Tartışma bölümünde verilen ifadeler, bu kısımda aynı şekilde tekrar edilmemelidir.

Teşekkür: Gerekli ise mümkün olduğunca kısa ve yapılan katkı da ifade edilerek verilmelidir.

Kısaltmalar ve Semboller: Makalede kısaltmalardan mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Kısaltma ve semboller metin içinde ilk kez kullanıldığında açıklanmalıdır. Uluslararası geçerliliği olan ve yerleşik kısaltmalar tercih edilmelidir. Kısaltmalar makalenin başlığında kullanılmamalıdır.

Kaynaklar: Eserde yararlanılan kaynaklara ilişkin atıf metin içinde "(Yazarın soyadı, yıl)" yöntemine göre yapılmalıdır, örnek: (Özcan, 2011), (Erşahin ve Brohi, 2006). Yazara atıf yapılırsa sadece yayının yılı parantez içine alınmalıdır, örnek: Özcan (2003)'e göre ya da Erşahin ve Brohi (2006). Üç ya da daha fazla yazar için makale içindeki atıfında "vd" kullanılmalıdır, örnek: (Dengiz vd., 2010) veya Lawrence vd. (2001). Aynı yazarın aynı yıl içinde birden fazla yayını varsa, yıldan sonra küçük harfler verilmelidir, örneğin, (Gürbüz vd., 2003a).

Kaynaklar bölümünde metin içinde atıf yapılan tüm kaynaklar alfabetik olarak (yazarların soyadlarına göre) ve orijinal dilinde verilir. Dergi isimleri kısaltma yapılmadan tam adı yazılmalıdır. Sadece özeti/abstract basılmış kongre kitaplarına atıf yapılamaz. Makaledeki yanlış atıf ve kaynak gösterimlerine ait sorumluluk yazar(lar)a aittir.

Dergi:

Dengiz O (2010). Morphology, physico-chemical properties and classification of soils on terraces of the Tigris River in the South-East Anatolia Region of Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 16 (3): 205-212.

Bayramin I, Basaran M, Erpul G, Canga M R (2008). Assessing the effects of land use changes on soil sensitivity to erosion in a highland ecosystem of semi-arid Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 140:249-265.

Öztaş T (1997). Topraklarda difüzyon ve dispersiyon arasındaki ilişki. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(2): 331-340.

Kitap:

Craig R F (1996). *Soil Mechanics*. Chapman Hall, Great Britain, p. 427.

Webster R, Oliver M A (2001). *Geostatistics for environmental scientists*. Wiley, England, p. 271.

Kitabın bir bölümü:

Rizvi S S H (1986). Thermodynamic properties of foods in dehydration. In: M A Rao and S S H Rizvi (Eds.), *Engineering properties of foods*, Marcel Dekker, New York, pp. 190-193.

Doorenbos J, Pruitt W O (1992). *Guidelines for predicting crop water requirement (3rd ed.)* FAO irrigation and drainage paper, Rome. pp. 24-193.

Yazarı belirtilmeyen kurum yayınları:

TÜİK (2005). *Tarımsal Yapı*. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enst. Yayın No: 1579, Ankara.

ASAE (2002). Standards S352.2, 2002. Moisture measurement - unground grain and seeds. ASAE, St. Joseph, MI.

İnternetten alınan bilgi:

Kurumsal bazda istatistiki veri, standartlar ve elektronik dergiler internetten alınan bilgilerdir.

FAO (2005). Statistical database. Available: <http://www.fao.org>. (Erişim tarihi)

Tezler

Koyuncu T (1992). Tarım arabalarında kullanılan çarpma etkili frenlerin araştırılması. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Ankara.

Berbert P A (1995). On-line density-independent moisture content measurement of hard winter wheat using the capacitance method. PhD Thesis, Cranfield University (Unpublished), UK.

Tam metin kongre/sempozyum kitabı:

Kütük C, Caycı G (2000). Effect of beer factory sludge on yield components of wheat and some soil properties. In: Munsuz, N. (Ed.), Proceedings of International Symposium on Desertification, pp. 313–318, 13–17 June, Konya, Turkey.

Kara Z, Beyoğlu N (1995). Konya ili Beyşehir yöresinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin göz verimliliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Bildiriler (II): 524-528. 3-6 Ekim, Adana.

Şekiller ve Çizelgeler: Şekil, grafik, fotoğraf ve benzerleri "Şekil", sayısal değerler ise "Çizelge" olarak belirtilmelidir. Tüm şekil ve çizelgeler makalenin sonuna yerleştirilmelidir. Şekil ve çizelgelerin boyu tek sayfa düzeninde en fazla 16x20 cm ve çift sütun düzeninde ise genişliği en fazla 8 cm olmalıdır. Şekil ve çizelgelerin boyutu baskıda çıkabilecek özellikte olmalıdır. Araştırma sonuçlarını karşılaştırmalı olarak sunma özelliğinde olmayan fotoğraf makalede yer almamalıdır. Araştırma sonuçlarını destekleyici nitelikteki resimler 600 dpi çözünürlüğünde "jpg, pdf ve tiff" formatında olmalıdır. Renkli resimler yerine gri tonlu resimler tercih edilmelidir. Çizelgelerde dikey çizgi kullanılmamalıdır. Her çizelge ve şekile metin içerisinde atıf yapılmalı ve metin içinde atıf yapıldıktan sonra verilmelidir. Tüm çizelge ve şekiller makale boyunca sırayla numaralandırılmalıdır (Çizelge 1. ve Şekil 1.). Çizelge ve şekil başlıkları ve açıklamaları kısa ve öz olmalıdır. Çizelge başlıkları çizelgenin üstünde, şekil başlıkları ise şeklin altında yer almalıdır. Çizelge ve şekillerin İngilizce başlıkları, Türkçe başlığın hemen altına İtalic olarak yazılmalıdır. Şekillerde yatay ve düşey kılavuz çizgiler ve rakamlar bulunmamalı ancak istatistiksel karşılaştırma için verilmesi durumunda küçük harfler verilebilmektedir. Çizelge ve şekillerde kısaltmalar kullanılmış ise hemen altına bu kısaltmalar açıklanmalıdır. Farklı parçalardan oluşan çizim araçları, şekiller veya resimler, gruplandırılmalıdır. Cins ve tür isimleri italik olarak yazılmalıdır.

Birimler: Tüm makalelerde SI (Systeme International d'Units) ölçüm birimleri kullanılmalıdır. Ondalık kesir olarak virgöl kullanılmalıdır (1.25 yerine 1,25 gibi). Birimlerde "/" kullanılmamalı ve birimler arasında bir boşluk verilmelidir (3 m/s yerine 3 m s⁻¹, 4 kg N ha⁻¹ gibi)

Formüller: Formüller numaralandırılmalı ve formül numarası formülün yanına sağa dayalı olarak parantez içinde gösterilmelidir. Formüller 12 punto olacak şekilde ana karakterler ve değişkenler italik, rakamlar ve matematiksel ifadeler düz olarak verilmelidir. Metin içerisinde atıf yapılacaksa "Eşitlik 1." şeklinde verilmelidir (...ilişkin model, Eşitlik 1. de verilmiştir).

TELİF HAKKI DEVRİ

Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü

Yayın Kurulu, Gayret Mahallesi, İstanbul Yolu Üzeri No: 32, 06170 Yenimahalle, Ankara

Biz aşağıda isimleri bulunan:

Yazarların adları (makaledeki sıralamaya göre) :

.....

.....

Sorumlu yazarın ismi:.....

Adres:.....

Elektronik posta:....., Telefon:.....

tarafından yazılmış,

(Makale Adı):

.....

.....

başlıklı makale konusunda, makale Toprak Su Dergisi Yayın Kuruluna ulaşıncaya kadar hiçbir sorumluluk taşımadığını kabul ederiz.

Makalede ismi geçen tüm diğer yazarların adına, makaleden sorumlu olan yazar olarak,

a) Makalenin orijinal çalışma olduğunu,

b) Herhangi başka bir dergiye yayınlanmak üzere verilmediğini,

c) Daha önce yayınlanmadığını,

d) Tüm yazarların makaleyi gördüğünü ve sunulması için kabul ettiğini,

e) Çalışma sırasında etik açısından toplumu veya kişileri rencide edici herhangi olay olmadığını, makalenin tüm etik kurallara uyduğunu,

f) Her türlü yayım, basım, sunum, dağıtım ve elektronik ortamlarda sunulmasından doğan telif hakkının Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü'nün hiçbir kısıt olmadan kullanabilmesine izin verdiğimizizi kabul ve garanti ederim.

Makale yukarıda bahsedilen maddelerin dışında yazarların telif hakları dışında aşağıda verilen hakları saklıdır.

a) Patent hakları,

b) Tüm yazarların gelecekteki çalışmalarını içeren kitap yazma, ders verme, ders notu hazırlama veya sunum hazırlama hakları,

c) Makaleyi satmamak koşulu ile kendi amaçları doğrultusunda çoğaltma hakları saklıdır.

Yazarlar tarafından yukarıda bahsedilen amaçlar doğrultusunda kullanıldığı takdirde makalenin TOPRAK SU DERGİSİ tarafından yayımlandığına dair açık referans verilmelidir.

Sorumlu Yazarın

Adı Soyadı:

İmza:

SOIL WATER JOURNAL EDITORIAL RULES

Soil Water Journal publishes unique research papers in the agricultural sciences as in Turkish or English. Original research articles made of PhD. or Ms. thesis should be a footnote. Manuscripts submitted to the journal should not be published anywhere (except oral presentations and posters), should not be submitted to any other journal and should not give broadcast rights. The whole responsibility of the submissions belongs to the concerned author(s). Completed publication process articles are printed based on date of arrival.

The article submitted for publication is subjected to prior review by the Board of Editors in accordance with the principles of Soil Water Journal. Editorial board has right to return works which are not appropriate for publishing in the journal to the authors. Corrections of articles which have been evaluated by referees should be submitted to the board with correction journal publications list by installing a system. Publishing of research articles is decided by the Editorial Board, providing that the authors adhere to the publishing format and referee reports.

The Scope of the Journal

Soil Water Journal publishes unique research papers in the agricultural sciences. The author should indicate that what kind of work of article (research papers, review articles, etc.).

Ethics

Authors are responsible for getting permission from the copyright owner if they use broadcast rights reserved data/material in their articles. All data outside of this state / material, it is considered to be the original data / material produced by the author (s).

Copyright Release Form

Author of the article on behalf of all authors names contained in the article, that they give the broadcast rights to the Soil Water Journal "Copyright Transfer Agreement" must be signed.

The Submission of Articles

All of the articles should be submitted to the following address.

<http://www.topraksudergisi.gov.tr/>

Article Preparation

Text should be written in full-size format on one side of A4. Times New Roman fonts with 12 points and double-spaced should be used throughout the article. Paragraphs should be indented 0.5 cm and 3 cm space should be left on all margins of the page. Each page and line of the paper should be numbered. Author(s)'s full name must be written and not indicated any academic title. If the article in Turkish, it should be written according to the recent spelling of The Turkish Language Association. The summary of article should be given in both Turkish and English.

Articles should include the following sections; Turkish Title, Author(s), Author(s) Addresses, Abstract, Keywords, Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements (if needed), Abbreviations and Symbols (if needed), References, Figures and Tables. Article with references should not exceed 18 pages.

Title: It should cover the content of the manuscript and should not exceed 15 words. The first letters of the words should be capital, bold and 14 points. English title should match with Turkish title and it should be written bold and 13 points. Corresponding author and e-mail address must be indicated under author addresses as a footnote.

Running head: Running head should be given as a header form in the inside pages of the manuscript. Running head will contain the manuscript title and should not exceed 8 words.

Abstract and Key Words: Each of Turkish and English abstracts should not exceed 250 words. The abstract must include the purpose of study, how was it done, results and the assessment of authors.

Key Words: After a blank line of abstract, key words should be written in small letters with an alphabetical order and should not exceed 5 words.

Introduction: This section should consist of subject and reason of the study. Also, previously performed studies which are relevant with the subject and the purpose of the study should be given in introduction part.

Materials and Methods: Short and concise information should given about the material used in this study, the implementation of the research and statistical methods. This section should be clear to give an opportunity to those working on the same subject to repeat.

Results and Discussion: The results should be given in this section if necessary supported by tables, figures and graphics. Results should be discussed but should avoid unnecessary duplication. Also, similarities and differences between the study and other studies should be discussed.

Conclusions: Results obtained from study should be given with the contribution to science and practise. The expressions which are given in Introduction, Results and Discussion parts should not be repeated in this section.

Acknowledgment: If necessary acknowledgments should be a brief statement at the end of the text.

Abbreviations and Symbols: Abbreviations should be avoided as far as possible in article. Abbreviations and symbols should be defined when they first used in the text. Abbreviations which are established and valid internationally should be preferred. Abbreviations should not be used in the beginning of article.

References: Cite references in the text as author's family name should be followed by the year of the publication in parentheses, eg. (Özcan, 2011), (Erşahin and Brohi, 2006). If the cite refers to author, only the year of the publication should be given in parantheses, eg. According to Ozcan (2003) or Ersahin and Brohi (2006). Use "et al" after the first author's family name for citations with three or more authors, eg. (Dengiz et al., 2010) or Lawrence et al. (2001). The several works of the same author published on the same year, use lower case letters after the year for each article eg. (Gurbuz et al., 2003a).

References cited in the text should be arranged chronologically and in original language. The references should be listed alphabetically on author's surnames, and chronological per author. Names of journals should be in full titles rather than the abbreviations. Avoid using citations of abstract proceedings. Incorrect reference and citation responsibility belong to authors.

Examples illustrating general guidelines for references are shown below.

Journal Articles:

Dengiz O (2010). Morphology, Physico-Chemical Properties and Classification of Soils on Terraces of the Tigris River in the South-East Anatolia Region of Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 16 (3): 205-212.

Bayramin I, Basaran M, Erpul G, Canga MR (2008). Assessing the effects of land use changes on soil sensitivity to erosion in a highland ecosystem of semi-arid Turkey. *Environmental Monitoring and Assesment*, 140:249–265

Öztaş T (1997). Topraklarda difuzyon ve dispersiyon arasındaki ilişki. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2): 331-340.

Books:

Craig R F (1996). *Soil Mechanics*. Chapman Hall, Great Britain, p. 427.

Webster R, Oliver MA (2001). *Geostatistics for environmental scientists*. Wiley, England, p. 271.

Book Chapter:

Rizvi S S H (1986). Thermodynamic properties of foods in dehydration. In: M A Rao and S S H Rizvi (Eds.), *Engineering properties of foods*, Marcel Dekker, New York, pp. 190-193.

Doorenbos J, Pruitt WO (1992). Guidelines for predicting crop water requirement (3rd ed.) FAO irrigation and drainage paper, Rome. pp. 24–193.

Publications of Institutions / Standard Books:

TÜİK (2005). Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enst. Yayın No: 1579, Ankara.

ASAE (2002). Standards S352.2, 2002. Moisture measurement - unground grain and seeds. ASAE, St. Joseph, MI.

Internet Sources:

Institutional basis of statistical data, standards, and electronic journals is the information obtained from the Internet.

FAO (2005). Statistical database. Available: <http://www.fao.org>.

Thesis:

Koyuncu T (1992). Tarım arabalarında kullanılan çarpma etkili frenlerin araştırılması. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Ankara.

Berbert P A (1995). On-line density-independent moisture content measurement of hard winter wheat using the capacitance method. PhD Thesis, Cranfield University (Unpublished), UK.

Conference Proceedings (Full papers):

Kütük C, Caycı G (2000). Effect of beer factory sludge on yield components of wheat and some soil properties. In: Munsuz, N. (Ed.), Proceedings of International Symposium on Desertification, pp. 313–318, 13–17 June, Konya, Turkey.

Kara Z, Beyoğlu N (1995). Konya ili Beyşehir yöresinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin göz verimliliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Bildiriler (II): 524-528. 3-6 Ekim, Adana.

Tables and Figures: Figure, graphs, photographs etc. and the numerical values should be given as "Figure" and "Table" respectively. All figures and tables should be placed at the end of the article. If it is single page layout all tables and figures should not exceed 16x20 cm and if it is double column layout it should not exceed 8 cm. All figures and tables size must suitable for print. The photos which are not for the comparing results should not be placed in article. Photos should have 600dpi resolution in "jpg , pdf and tiff" format. For publication purposes use grayscale images. Avoid using vertical lines in tables. Every figures and tables should be cited in the text and then they should be given. Legends are to be listed in numeric order, labeled as (Table 1. And Figure 1.). The titles of figures and tables should be brief. Table titles should be placed on the table and the figure titles should be placed below the figure. English titles of figures and tables should be written in italics below the Turkish titles. Horizontal and vertical guide lines and numbers should not be given in figures only if it is necessary for statistical comparison small letters can be given. If abbreviations used in figures and tables, they should be explained. Drawing tools which are consist of different parts, figures and shapes should be grouped. Genus and species names should be written in italics.

Units: SI measurement units (Systeme International d'Units) should be used in all articles. Decimal fractions should be used as a dot (eg. 1.25). "/" should not be used in the units and should be a gap between units (3 m/s rather than 3 m s⁻¹, 4 kg N ha⁻¹).

Formulas: Formulas should be numbered and formula numbers should be shown in parenthesis put on the right side of formula. Formulas should be 12 points, main characters and variables in italics and the numbers and mathematical expressions should be normal format. If it is cited in the text, it should be shown such as "Equation 1."

You must complete and submit a word document in the article reference links.

COPYRIGHT RELEASE FORM SOIL WATER JOURNAL

Editorial Board, Gayret Mahallesi, İstanbul Yolu Üzeri No: 32, 06170 Yenimahalle, Ankara

I (we), whose names below;

Authors' names (According to the article order) :

.....
.....

Full name(s) of the corresponding author(s) :

Address

E-mail:..... Phone:.....

Fax:

Written by,

(Article Title):

.....
.....

in an article titled article that we accept no responsibility for transport until it reaches The Soil Water Journal Editorial Board.

The name of the article on behalf of all other writers, as the corresponding author,

- a) Article is an original work,
- b) Not given for publication in any other journal,
- c) All authors reviewed and approved the content and parts of this article as submitted,
- d) There are no events that society or individuals offensive in terms of ethics during the study, article that comply with all ethics,
- e) I (we) accept and guarantee using copyright of the article which is arising from the any kind of publication, printing, delivery, distribution and submission of the electronic media that we allow to be used without any restrictions and guarantees by The central Research Institute of Soil Fertilizer and Water Resources.

Ownership of Copyright:

- a) Patent rights outside the copyright belongs to the authors.
- b) All authors have the right to use the parts of this article future work, in presentations and lecture notes,
- c) Reproduction rights for their own purposes are reserved with condition that not to sell.

Open reference that article published by SOIL WATER JOURNAL should be given when article is used for the purposes mentioned above by the authors.

Corresponding author:

Name:

Signature:

In case of manuscript rejection by the Editorial Board, this form will be invalid.



