

TOPRAK SU DERGİSİ
ÖZEL SAYI

SOIL WATER JOURNAL
SPECIAL ISSUE

ISSN: 2146-7072
E-ISSN: 2148-5534

2017



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

Indexed by TUBİTAK-ULAKBİM Agricultural Sciences
Database.



TUBİTAK-ULAKBİM DergiPark Akademik Tarafından
Yayımlanmaktadır.

Published by TUBİTAK-ULAKBİM Turkish JournalPark
Academic Database.



TUBİTAK-ULAKBİM DergiPark Akademik EBSCO Tarafından
taranmaktadır.

Indexed by Turkish JournalPark Academic EBSCO Database.

Soil Water Journal
Special Issue
ISSN: 2146-7072
E-ISSN: 2148-5534

4. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi
01-04 Eylül 2015
Kahramanmaraş, Türkiye



Soil Water Journal
toprak su.
dergisi

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
Derya SÜREK

Yayın Kurulu / Editorial Board
Suat AKGÜL, Pınar BAHÇEÇİ ALSAN, Oğuz BAŞKAN, Esin ERDOĞAN, Hesna ÖZCAN,
Sevinç USLU KIRAN, İlknur YURDAKUL,

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.

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

Soil Water Journal
toprak su.
dergisi

DANIŞMA KURULU* (Advisory Board)*

Sevinç ARCAK-Ankara Üniversitesi
Tayfun AŞKIN-Ordu Üniversitesi
Melahat AVCI-Ankara Üniversitesi
Köksal AYDINŞAKIR-Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
İhami BAYRAMİN-Ankara Üniversitesi
Recep ÇAKIR-Onsekiz Mart Üniversitesi
İsmail ÇAKMAK-Sabancı Üniversitesi
Gökhan ÇAYÇI-Ankara Üniversitesi
Öner ÇETİN-Dicle Üniversitesi
Orhan DENGİZ-Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Rifat DERİCİ-Çukurova 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
Mehmet Rüştü KARAMAN-Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Vahap KATKAT-Uludağ Üniversitesi (Emekli)
Khalid Mahmood KHAWAR-Ankara Üniversitesi
Rıdvan KIZILKAYA-On Dokuz Mayıs Üniversitesi
Süleyman KODAL-Ankara Üniversitesi
Nil KORKMAZ-Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü
Yusuf KURUCU-Ege Üniversitesi
Ahmet MERMUT-Harran Üniversitesi (Emekli)
Ayten NAMLI-Ankara Üniversitesi
Nejat ÖZEN-Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü
Taşkın ÖZTAŞ-Atatürk Üniversitesi
Ahmet ÖZTÜRK-Ankara Üniversitesi
Osman SÖNMEZ-Harran Üniversitesi
Süleyman TABAN-Ankara Üniversitesi
Bülent TOPÇUOĞLU-Akdeniz Üniversitesi
Metin TURAN-Yeditepe 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

ORGANIZING COMMITTEE* (Düzenleme Komitesi)*

Hasan GEZGİNÇ (Kongre Başkanı)

(Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürü)

Dr. Ali Osman SARI

(TAGEM Genel Müdür Yardımcısı)

Prof. Dr. Ali KAYGISIZ

(K.S.Ü. Ziraat Fakültesi Dekanı)

Dr. Bülent SÖNMEZ

(TAGEM Toprak ve Su Kaynakları Araştırmaları Daire Başkanı)

İhsan EMİRALIOĞLU

(Kahramanmaraş İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürü)

Prof. Dr. Hüseyin DİKİCİ

(K.S.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölüm Başkanı)

Prof. Dr. Hasan DEĞİRMENCİ

(K.S.Ü. Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölüm Başkanı)

Dr. Kadriye KALINBACAK

(TAGEM Bitki Besleme ve Toprak Koordinatörü)

Dr. İnci TEKELİ

(TAGEM İklim Değişikliği ve Havza Koordinatörü)

Dr. İbrahim GÜÇDEMİR

(TAGEM Tarımsal Mekanizasyon ve Bilişim Koordinatörü)

Şule KÜÇÜKÇOŞKUN

(TAGEM Tarımsal Sulama ve Arazi Islahı Koordinatörü)

Doğan GÖZCÜ

(Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdür Yardımcısı)

Cafer Hakan YILMAZ

(Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Bölüm Başkanı)

Soil Water Journal
toprak su.
dergisi

ISSN : 2146-7072

E-ISSN : 2148-5534

BİLİM KURULU* (Scientific Committee)*

Prof. Dr. Cuma AKBAY	(Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)
Prof. Dr. Şerafettin AŞIK	(Ege Üniversitesi)
Prof. Dr. Gönül AYDIN	(Adnan Menderes Üniversitesi)
Prof. Dr. İlhami BAYRAMİN	(Ankara Üniversitesi)
Prof. Dr. Bilal CEMEK	(Ondokuz Mayıs Üniversitesi)
Prof. Dr. Öner ÇETİN	(Dicle Üniversitesi)
Prof. Dr. Cafer GENÇOĞLAN	(Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)
Prof. Dr. Sait GEZGİN	(Selçuk Üniversitesi)
Prof. Dr. Recep GÜNDOĞAN	(Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)
Prof. Dr. İsmail Şükrü İPEK	(Iğdır Üniversitesi)
Prof. Dr. Cengiz KAYA	(Harran Üniversitesi)
Prof. Dr. Halil KIRNAK	(Erciyes Üniversitesi)
Prof. Dr. Ayten NAMLI	(Türkiye Toprak Bilimi Derneği Başkanı)
Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ	(Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Kadir SALTALI	(Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)
Prof. Dr. Üstün ŞAHİN	(Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Suat ŞENOL	(Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Kenan UÇAN	(Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜ	(Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. İlhami ÜNVER	(Emekli Öğretim Üyesi)
Prof. Dr. Yusuf Ersoy YILDIRIM	(Ankara Üniversitesi)
Prof. Dr. Kadir YILMAZ	(Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)
Prof. Dr. Kadri YÜREKLİ	(Gaziosmanpaşa Üniversitesi-TOKAT)
Doç. Dr. Ali AYBEK	(Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)
Doç. Dr. Levent BAŞAYIĞIT	(Süleyman Demirel Üniversitesi)
Doç. Dr. Rıdvan KIZILKAYA	(Ondokuz Mayıs Üniversitesi)
Doç. Dr. Rasim KOÇYIĞIT	(Gaziosmanpaşa Üniversitesi-TOKAT)
Doç. Dr. Ramazan MERAL	(Bingöl Üniversitesi)
Doç. Dr. Emine İkikat TÜMER	(Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Mücahit PAKSOY	(Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Tuğrul YAKUPOĞLU	(Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)
Dr. Nesime CEBEL	(Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü)
Dr. Mehmet Ali GÜRBÜZ	(Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma İstasyonu Müdürlüğü)
Dr. Nejat ÖZDEN	(Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü)

Destekleyenler / Sponsored by



Destekleyenler / Sponsored by



Soil Water Journal
toprak su.
dergisi

İÇİNDEKİLER (Contents)
Araştırmalar (Research Articles)

- 1- Cokriging Yönteminin Tarla Kapasitesi Tahmininde Kullanabilirliğinin Belirlenmesi**
Determination of the Applicability of the Cokriging Method in Estimating Field Capacity
Tülay Tunçay, Oğuz Başkan, İlhami Bayramın, Şeref Kılıç, Orhan Dengiz..... 1-7
- 2- Patates'te Hassas Damla Sulama Programlarının Yapılmasında Toprak Nem Sensörlerinin Kullanılması**
Precise Irrigation Scheduling on Drip Irrigated Potato Using Soil Moisture Sensors
Ali İbrahim Akın, Levent Abdullah Ünleneren 8-12
- 3- Kompost Ahır Gübresi ve Kükürt Uygulamalarının Kireçli Alkalin Toprakta Yetiştirilen Fasülye Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkisi**
The Effect of Farmyard Manure Compost and Sulphur Applications on the Growth of Bean on a Limely-Alkali Soil
Bülent Yağmur, Bülent Okur 13-25
- 4- Eskişehir Koşullarında Damla Sulama ile Sulanan Şekerpancarında "Su Verim İlişkileri, Su Tüketimi ve Su Kullanım Etkinliği"**
"Water-Yield Relations, Water Consumption and Water use Efficiency" of Drip-Irrigated Sugarbeet Under Eskişehir Conditions
Demet Uygan..... 26-30
- 5- İklim Değişikliğinin Aydın Yöresinde Toprak Nemi Üzerindeki Etkileri ve SWAP Modeli ile Simülasyonu**
The Effect of Climate Change on Soil Moisture in Aydın Region and Simulation by SWAP Model
Yıldırım Kayam, Gönül Bilgehan Aydın 31-45
- 6- EÜAŞ Afşin-Elbistan Havzası Kışlaköy Linyit İşletmesinde Bulunan Organik Materyallerin Tarımda Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi**
Determination of the Usage Areas of the Organic Materials Which are Found in the Lignite Pit of EÜAŞ Afşin-Elbistan Basin in Agriculture
Ayten Namlı, Muhittin Onur Akça, Hanife Akça 46-54
- 7- Gıda ve Poliakrilamid Uygulamalarının Farklı Tekstürdeki Topraklarının Bazı Özelliklerin Üzerine Etkisi**
Effect of Gytja and Polyacrylamide Applications on Some Physical of Soils with Different Texture
Gonce Yüce, Tuğrul Yakupoğlu..... 55-65

8- Karbon / Azot Oranının Toprakların Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi

Effect of Carbon to Nitrogen Ratio on Some Properties of Organic Soils

Rawaz Khasro Qader, Hüseyin Dikici, Ömer Faruk Demir 66-70

9- Elma Ağaçlarında yaz Budamasının Meyve ve Yapraklarının Kalsiyum İçeriği Üzerine Etkisi

The Effect of Summer Pruning on Calcium Content of Fruit and Leaves of Apple Trees

Kadir Uçgun, Mesut Altındal, Murat Cansu71-75

Toprak Su Dergisi Özel Sayısında Yer Alan Makaleler 4. Uluslararası Katılımlı Toprak Ve Su Kaynakları Kongresi'nde Sunulan Bildirilerden Seçilmiştir. 01-04 Eylül 2015, Kahramanmaraş/TÜRKİYE

Cokriging Yönteminin Tarla Kapasitesi Tahmininde Kullanılabilirliğinin Belirlenmesi

Tülay TUNÇAY*¹ Oğuz BAŞKAN¹ İlhami BAYRAMIN² Şeref KILIÇ³ Orhan DENGİZ⁴

¹Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara

²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

³Ardahan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Ardahan

⁴Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding authore-mail): tulaytuncay@gmail.com

DOI: 10.21657/topraksu.338299

Öz

Jeoistatistik toprak biliminde son yıllarda yaygın olarak kullanılan tekniklerden biridir. Özellikle yoğun iş gücü ve emek gerektiren analiz sonuçlarının konumsal dağılımlarının belirlemek amacıyla eş kestirim (cokriging) tekniği yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada TİGEM'e bağlı Altınova Tarım İşletmesi arazisinde 32 km²'lik (8 parsel) bir alanda yürütülmüştür. Toprak örnekleme 500 m aralıklarla grid yöntemi ile toplam 135 adet yüzey örnekleme (0-20 cm) yapılmış ve alınan örneklerinin bünyeleri belirlenmiştir. Çalışmada aynı zamanda co-kriging tekniğinin önemli ölçüde zaman ve işgücü gerektiren tarla kapasitesi değerinin tahmin etmedeki etkinliğinin belirlenmesi amacıyla azaltılmış toprak örnekleme ile tarla kapasitesi değerleri belirlenmiştir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre tarla kapasitesi ile en yüksek ilişki gösteren kil değeri (R: 0,68) analiz için yardımcı değişken olarak seçilmiştir. Cokriging tekniği tarla kapasitesi değerinin konumsal yapısını tahmin etme etkinliği ortalama mutlak hata (OMH) ve hata kareler ortalaması (HKO) değerleri dikkate alınarak azaltılan oranlarda tarla kapasitesi değerleri ile test edilmiştir. Sonuçlar cokriging tekniğinin toprak özelliklerinin tahmin edilmesinde önemli avantaj sağladığını göstermiştir. Cokriging tekniği 63 TK değerleri için bile düşük MAE ve MSE değerleri konumsal yapının doğru bir şekilde haritalanmasını sağlamıştır. Araştırma sonucu yüksek korelasyon katsayısının konumsal yapıyı doğru yansıtmada tek başına yeterli olmadığını, bununla birlikte konumsal yapıyı doğru yansıtan yardımcı değişkene gereksinim duyduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Cokriging, jeoistatistik, kriging, yarivariogram

Determination of the Applicability of the Cokriging Method in Estimating Field Capacity

Abstract

In recent years, geostatistic has become a commonly used method in soil science. The co-kriging technique is widely utilized in determining the spatial distribution of particularly labor- and effort-intensive analysis results. This study was conducted over a 32-km² area (eight plots) within the Altınova Agricultural Enterprise, a subsidiary of the General Directorate of Agricultural Enterprises (TİGEM). A total of 135 soil samples (0–20 cm) were collected on a 500 m-spaced grid, and it was determined to soil texture in all soil samples. Additionally, field capacity (FC) values were determined through reduced sampling with an aim to assess the effectiveness of the co-kriging method in the estimation of FC values that require significant amounts of time and labor. On the basis of the results of correlation analysis, the clay value (R: 0.68) showing the highest correlation with FC was selected as a sub-variable. The effectiveness of the co-kriging technique in estimating the spatial structure of the FC value was tested with reduced proportions of FC values by taking the Mean Absolute Error (MAE) and Mean Squared

Error (MSE) values into account. The results obtained highlighted the significant advantages of the co-kriging method in the estimation of soil properties. The co-kriging technique enabled accurate mapping of the spatial structure even for 63 FC values with low MAE and MSE values. The current study has shown that a high correlation coefficient is insufficient in accurate representation of the spatial structure by itself, but it requires an auxiliary variable.

Anahtar Kelimeler: Cokriging, geostatistic, kriging, semivariogram

GİRİŞ

Jeoistatik metotlar, araştırma alanı içerisinde incelenen toprak özelliğinin konumsal değişikliğini belirlemesi ve bu özelliğin örneklenmeyen bir noktada en az hata ile tahmin edilmesine olanak sağlamaktadır (Öztaş, 1995; Başkan, 2004). Geoistatistik ilk defa Güney Afrika'da madencilik araştırmalarında D.G. Krige tarafından (1951) kullanılmış, temel prensipleri ise ilk olarak Matheron (1963) tarafından belirlenmiştir.

Konumsal özellikler yarıvariogramlarla ifade edilmektedir. Uygun konumsal yapının tahmin edilmesi ve haritalanması faktöriyel kriging veya kriging analizleri olarak bilinen kriging varyasyonlarının kullanılması ile yapılmaktadır (Matheron, 1982; Goovaerts, 1992).

Örnekler arasındaki konumsal bağımlılık mesafe boyutundan başka yöne göre de oluşabilir. İncelenen özellikler için belirlenen yarıvariogram değerlerinin yönere göre değişiklik göstermesi yönsel bağımlılığın (anisotropik) bir göstergesidir. Yön sel bağımlılığın olduğu durumlarda, varyasyonun maksimum ve minimum olduğu yönler dikkate alınarak hesaplanan bir katsayının yarıvariogramın eğim bileşimine ilave edilmesi gerekmektedir (Webster ve Oliver, 1990).

Hassas tarımın etkinliğinin toprak özelliklerinin doğru ve etkili şekilde haritalanmasına bağlı olduğu bilinmektedir. Toprak özelliklerinin haritalanmasında toprak örnekleme sayısı, örnekleme noktaları arasındaki mesafe ve interpolasyon işlemlerinin seçimi gibi birçok faktör etkili olmaktadır. Kravchenko (2003), bu amaçla yaptığı çalışmada, farklı örnekleme yoğunluğunda grid toprak örneklemesini, iki interpolasyon işleminin performansı üzerine verilerin uzaysal korelasyon kuvvetinin ve veri değişkenliğinin etkisini değerlendirmesini amaçlamıştır. Sonuç olarak, toprak örneklerinin %12-67 arasında değişen varyasyon katsayısıyla grid noktaları arasında 30 m'lik mesafede düzenli grid yöntemi kullanılarak 20 ha'lık bir alanda

örneklendiği, simüle edilen uzaysal yapıların kuvvetinin zayıf külçe etkisi/ eşik değeri oranında (0,6) güçlü etkisi/eşik değeri oranında (0,1) doğru sıralandığı ve sonuçların değişim katsayısına bakılmaksızın güçlü uzaysal yapıya sahip toprak özelliklerinin zayıf uzaysal ilişkiye sahip toprak özelliklerinden daha doğru olarak haritalandığı belirtilmiştir.

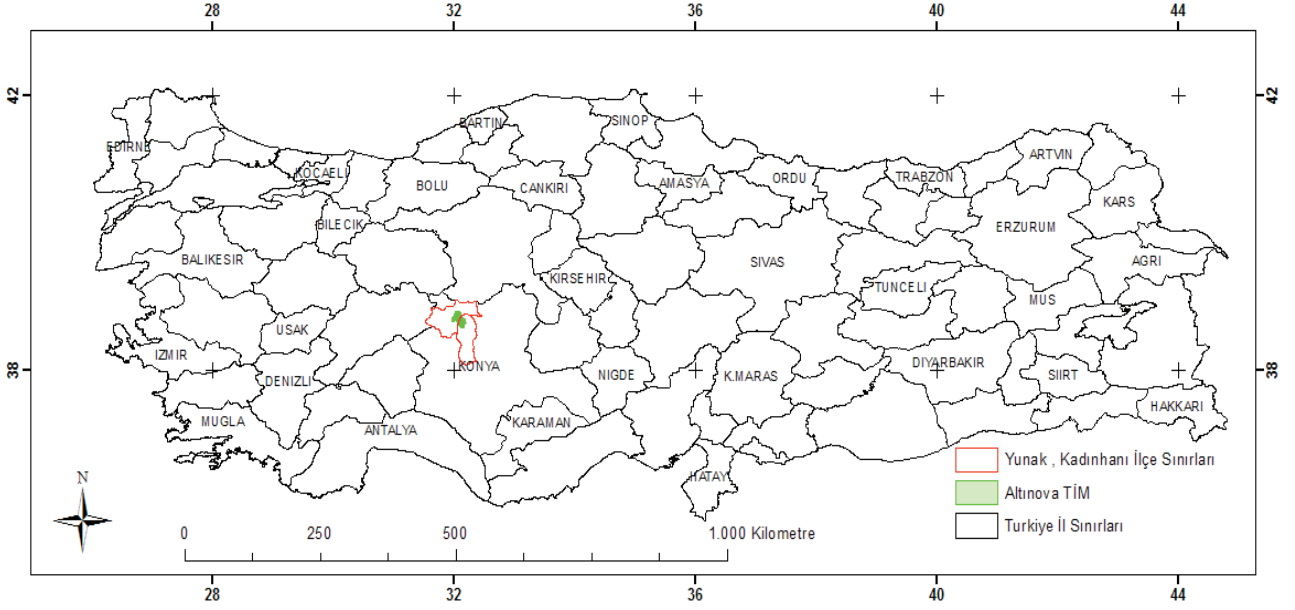
Tarımsal üretimde geleceğe yönelik amenajman uygulamalarına karar verebilmek için öncelikle toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin belirlenmesi önem taşımaktadır (Corwin ve Lesch, 2005; Corwin vd., 2006). Bitkisel üretim ve verimlilik için bitkiye yararlı su, infiltrasyon, toprak bünyesi ve strüktürü, toprak derinliği, sınırlayıcı toprak katmanları, organik madde gibi kimyasal bileşenlerle birlikte iklim ve topoğrafya gibi arazi özellikleri de önemli oranda etkili olmaktadır (Black, 1968; Tanji, 1996; Webster, 1985; Hillel, 1991; Sylla vd., 1995; Jordan vd., 2003). Bununla birlikte bazı araştırmacılar kriging yöntemi yerine cokriging (eş kestirim) yöntemi ile yardımcı değişken kullanarak tahmin yapma yoluna gitmişlerdir (Chang, 2002; Pawlowksy vd., 1995).

Bu çalışma ile yoğun iş gücü ve emek gerektiren analiz sonuçlarının konumsal dağılımlarının belirlemek amacıyla eş kestirim (cokriging) tekniğinin kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Alanının Coğrafik Konumu ve İklim Özellikleri

Bu çalışma Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne ait Altınova Tarım İşletmesi'nde yürütülmüştür. İç Anadolu Bölgesinin 421239/3535249 m Doğu ve 488389/4272469 m Kuzey enlemleri arasında yer alan ortalama 915 m rakıma sahip Altınova TİGEM, Konya iline bağlı Kadınhanı ilçesinin 60 km kuzeyinde, Ankara'ya 189 km ve Konya iline 126 km uzaklıktadır (Şekil



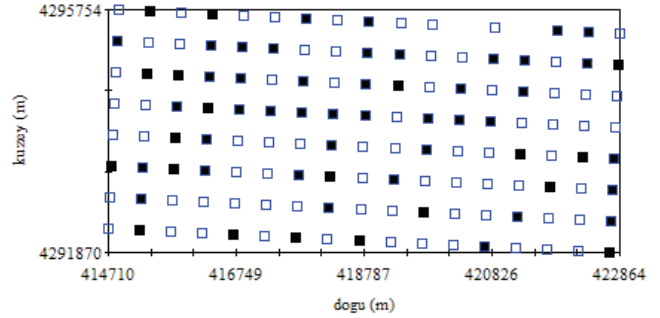
Şekil 1. Çalışma alanının yerbulduru haritası
Figure 1. Site location map of the study area

1). İşletme 29608,6 ha'lık arazi varlığına sahiptir. Kültür altındaki alanlarda buğday, arpa, tritikale, yonca, mısır gibi ürünler yetiştirilmektedir. Bunlar arasında buğday yaklaşık 114.000 da'lık alana ekilerek işletme alanının önemli kısmını oluşturmaktadır. Bunu 16.000 da'lık ekimiyle arpa ve yaklaşık 350 da ile tritikale takip etmektedir (<http://www.tigem.gov.tr/>). İşletmede nadas ekim sistemi uygulanmaktadır.

Altınova Tarım İşletmesi meteorolojik verilerinden elde edilen toprak – su bütçesi diyagramına göre; yıllık ortalama toprak sıcaklığının 8 °C'den fazla, fakat 15 °C'den daha az ve ortalama yaz sıcaklığı (Haziran, Temmuz, Ağustos) ile ortalama kış sıcaklığı (Aralık, Ocak, Şubat) arasındaki fark 5 °C'den daha fazla olması nedeniyle araştırma alanı toprakları sıcaklık rejimi Mesic'tir. Ayrıca toprağın ardışık 90 gün den fazla (5 ay) toprağın kuru kalması nedeniyle araştırma alanı Aridik nem rejimine dahil edilmiştir.

Toprak örnekleme ve analiz

Bu çalışmada TİGEM'e bağlı Altınova Tarım İşletmesi arazisinde 32 km²'lik toplam olarak 8 parselde (P53, 54, 55, 56, 59, 60, 61 ve 62 nolu, yürütülmüştür (Şekil 2). Çalışma alanında 500 m aralıklarla grid yöntemi ile toplam 135 adet yüzey toprak örnekleme (0-20 cm) yapılmış ve alınan örneklerin bünyeleri (Bouyoucos, 1951) belirlenmiştir. Aynı zamanda alınan örneklerin 63 tanesinde tarla kapasitesi analizi (Anonymous, 1992) yapılmıştır.



Şekil 2. Örnekleme deseni

Figure 2. Sampling design

Tanımlayıcı istatistikler

Alınan toprak örneklerinde kil içeriği ve tarla kapasitesi verilerine ait minimum, maksimum, ortalama, standart hata, değişim katsayısı ve çarpıklık katsayısı gibi tanımlayıcı istatistikler yapılmıştır. Kil içeriği ve tarla kapasitesi değerlerinin normal dağılıma uygunlukları Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi ile kontrol edilmiştir.

Jeoistatistiksel analiz

Çalışma alanında kil içeriği ve tarla kapasitesi değerleri için elde edilen veriler jeoistatistik yöntem ile değerlendirilerek deneysel yarıvariogramlar oluşturulup, konumsal bağımlılık dereceleri belirlenmiştir. Her bir değişken (kil içeriği ve tarla kapasitesi) için en uygun yarıvariogram modelleri, farklı modellerin farklı araştırma stratejileri kullanılarak test edilmesine olanak sağlayan (Goovaerts, 1997) çapraz doğrulama analizi ile belirlenmiştir (Yates ve Warrick, 1987).

Yarıvariogramlar belli bir x mesafesi ile birbirlerinden ayrılan örnek çiftleri arasındaki varyansın mesafeyle olan ilişkisini gösterirler. Diğer bir ifade ile örnekleme çiftleri arasındaki mesafenin bir fonksiyonu olarak uzaysal bağımlılığı tanımlar ve matematiksel olarak aşağıdaki Eşitlik 1 ile ifade edilirler (Journel ve Huijbregts 1978).

Her bir h uzaklığı için deneysel variogram

$$y^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i+h)]^2 \quad (1)$$

ile hesaplanır. Eşitlikte N(h); h uzaklığına karşılık gelen örnek çifti sayısını, Z(x_i) incelenen özelliğin " i " noktasındaki ölçüm değerini, Z(x_i + h) incelenen özelliğin " i + h " noktasındaki ölçüm değerini göstermektedir.

Her model için ortalama mutlak hata (OMH) ve hata kareler ortalaması (HKO) değerleri hesaplanmıştır (Eşitlik 2 ve 3). Yarıvariogram modellerinin oluşturulmasında yönlere göre olası bağımlılık (geometrik anizotropi) test edilmiş, bu amaçla farklı dört yönde (0°, 45°, 90° ve 135°) yarıvariogramlar oluşturulmuştur.

$$OMH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [Z(x_g) - Z^*(x_t)] \quad (2)$$

$$HKO = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [Z(x_g) - Z^*(x_t)]^2 \quad (3)$$

g: gözlemlenen değer

t: tahmin edilen değer

Kestirim (Kriging) ve Eş Kestirim (Cokriging)

Çalışma alanında doğrusal interpolasyon tekniği olan, örnekleme yapılmayan alanların tahmininde kullanılan kriging yöntemi ile kil ve tarla kapasitesi değerleri 100 x 100 m aralıklarla oluşturularak 3159 noktada kestirim yapılmıştır. Kestirim işleminde en az 6 en fazla 9 komşuluk değeri kullanılmıştır (GS+7.0). Yapılan kestirim işlemi variogramın yapısal özelliklerini ve örneklenmiş noktaları kullanarak örnek alınmamış noktalardaki değişkeni tahmin etmeyi sağlayan bir interpolasyon tekniğidir (Tragmar et al. 1985) ve aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Eşitlik 4).

$$Z_0 = \sum_{i=1}^N Z_i^* W_i \quad (4)$$

Z₀ : Tahmin edilen değer

Z_i : Ölçülen değer

W_i : Ağırlığı ifade etmektedir.

Ağırlık (W_i);

$$W_i = R^{-1} \times C$$

W_i : Ağırlık vektörü

R : Variogram matrisi

C : Tahmin edilecek nokta ile tahminde kullanılacak örnekler arasındaki uzaklığa ilişkin variogramları içeren vektördür.

Çalışma alanında tarla kapasitesi değerlerinin kil içeriğini yardımcı değişken olarak kullanarak alansal dağılım haritasını oluşturmak amacıyla 100x100 m aralıklarla gridler oluşturulmuş, cokriging yöntemi kullanılarak toplam 3159 noktada kestirimler yapılmıştır (Eşitlik 5).

$$Z^* = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z_i + \sum_{j=1}^m \lambda_j y_j \quad (5)$$

λ_j, λ_i sırası ile Z ve Y değişkenlerine ait ağırlıkları, m ve n'ler ise sırası ile Z ve Y değişkenlerine ait kestirimde kullanılan veri sayısını ifade eder.

Kriging işleminde atanan ağırlıklar aşağıdaki sınırlandırmalara dikkate alarak hata varyansını minimize ederek kestirim yapmaktadır.

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \text{ ve } \sum_{i=1}^n \lambda_j = 0 \quad (6)$$

Eş kestirim (cokriging) kestirimlerde birincil ve ikincil değişkenler arasındaki covaryansdan faydalanmaktadır. Birincil değişkenin yeteri kadar örneklenmediği ve ikincil değişkenin daha iyi örneklendiği, birincil ve ikincil değişkenler arasındaki kovaryansın iyi modellenemediği durumda kestirim kalitesini artırılması için cokriging yöntemi kullanılmaktadır (Gruitjer et al. 1997; Chang, 2002)

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma alanındaki kil içeriği ve tarla kapasitesi değerlerinin tanımlayıcı istatistik verileri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1'den de görüldüğü gibi kil değerleri tarla kapasitesi değerlerine göre daha yüksek

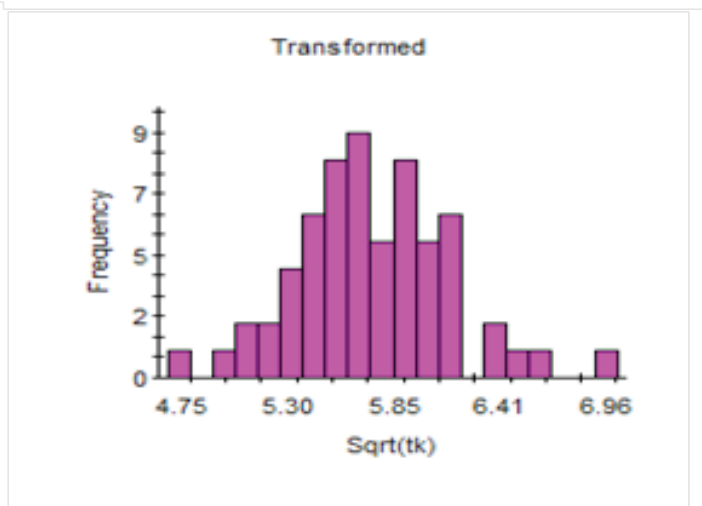
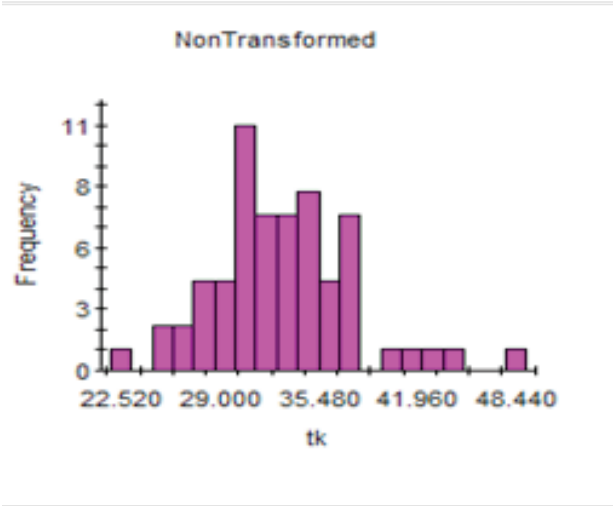
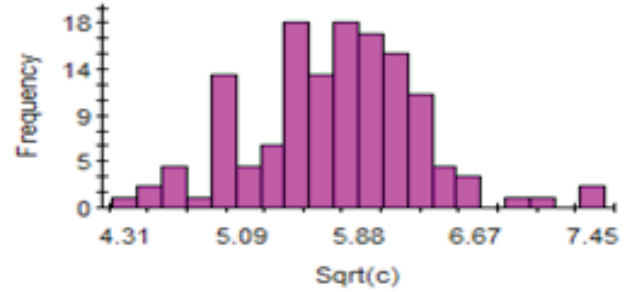
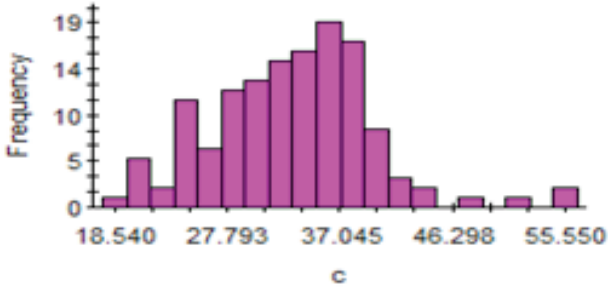
Çizelge 1. Kil (%) ve tarla kapasitesi değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Table 1. Descriptive statistic of (%) clay and field capacity

Değişken	N	Ort.	Std. sapma	Minimum	Maksimum	Çarpıklık	Basıklık	Değişim Katsayısı
Kil (%)	135	33,21	6,82	18,53	55,55	0,61	1,39	20,55
TK	63	33,80	4,82	22,51	48,44	0,67	1,16	14,46

değişim katsayısına ve standart sapmaya sahiptir. Her iki değişkenin basıklık değerinin pozitif olması normalden daha dik bir dağılıma ve çarpıklık katsayılarının da 0'dan büyük olması nedeniyle + yöne eğimli ve sağa çarpık bir dağılımın göstergesidir. Verilerdeki çarpıklığı gidermek amacıyla karekök dönüşümü uygulanmış ve histogramlar Şekil 3'de verilmiştir.

Kil ve tarla kapasitesi için oluşturulan yarivariogram modellerinin uygunluğu ortalama mutlak hata (OMH) ve hata kareler ortalaması (HKO) değerleri hesaplanarak kontrol edilmiştir. Küçük OMH ve HKO değerleriyle tüm modellerin konumsal yapıyı doğru tahmin ettiğine karar verilmiştir. Cokriging yöntemi ile tarla kapasitesinin kil yardımcı değişkeni ile tahmin edilmesinde



Şekil 3. Kil içeriğine (a) ve tarla kapasitesi (b) değerlerine ve cokriging'e ait variogramlar

Figure 3. Variograms of clay content (a), field capacity values and cokriging

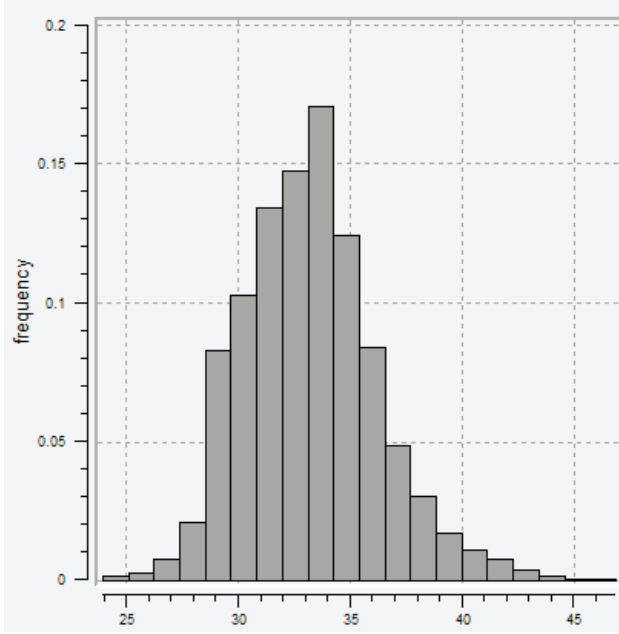
Çizelge 2. Kil ve tarla kapasitesi değerlerinin yarivariogram modelleri ve çapraz doğrulama analiz sonuçları

Table 2. Semi variogram models and cross validation results of clay and field capacity values

	Model	C0	C0+C	A	C/C0+C	OMH	HKO
Kil	Küresel	0,15320	0,35140	3180	0,5640	4,15	9,15
Tarla Kap.	Küresel	0,00460	0,16620	1450	0,972	3,18	6,55
Kil x TK	Küresel	0,00180	0,15060	1101	0,988	2,13	5,79

C0: kontrolsüz etki varyansı; C0+C: tepe varyansı; A: etki aralığı (m); MAE: ortalama mutlak hata; MSE: hata kareler ortalaması

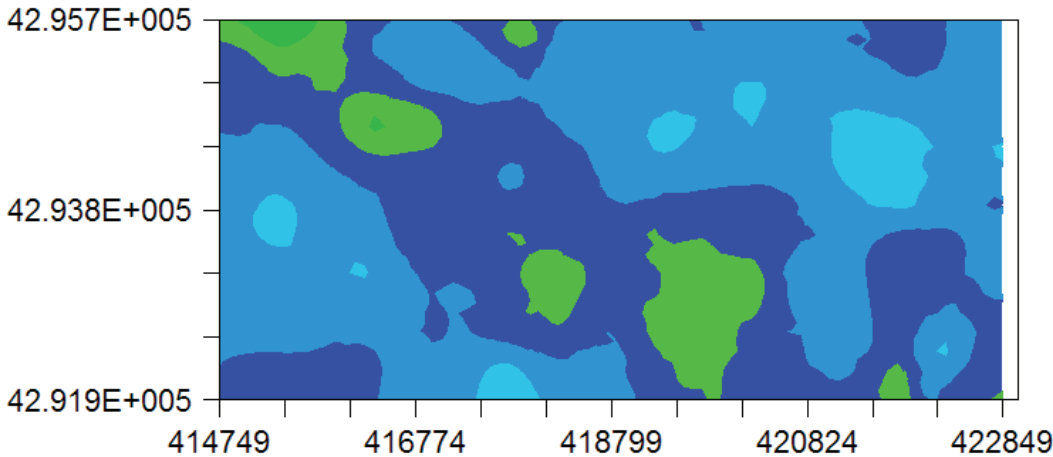
en düşük ortalama mutlak hata ve hata kareler ortalaması elde edilmiştir. Bununla birlikte tarla kapasitesi değerlerinin ortalaması (33,38) ile cokriging eş kestirim ile elde edilen verilerin ortalamasının (33,20) birbirine yakın çıkmış olması yöntemin analizi uzun ve masraflı olan analizlerde kullanılabilirliğinin bir göstergesidir Şekil 4 ve Şekil 5 (Pawlowsky- Glahn & Olea. 2004).



Şekil 4. Cokriging sonucu elde edilen verilerin histogramı

Figure 4. Histogram of datas obtained from cokriging results

Tarla kapasitesi değerlerine ait cokriging haritasında görüldüğü gibi çalışma alanının kuzeybatısında ve güneydoğusuna yakın yerlerde kil içeriğinin yüksek olmasına bağlı eş kestirim yönteminde de aynı yerlerde tarla kapasitesi değerleri yüksek çıkmıştır.



Şekil 5. Tarla kapasitesine ait cokriging haritası

Figure 5. Cokriging map of field capacity

SONUÇLAR

Bu çalışmada 500 m aralıkla 135 noktadan alınan toprak örneklerinde kil (%) ve tarla kapasitesi değerleri analiz edilerek belirlenmiştir. Elde edilen analiz sonuçları kullanılarak önce her bir değişken için tanımsal istatistikler yapılmış, daha sonra uzaysal değişkenliği belirlemek amacıyla uygun teorik variogramlar belirlenmiştir. Seçilen variogram modellerinin, alanın uzaysal yapısının doğru olarak yansıtmadığı çapraz doğrulama analizleri ile kontrol edilmiştir. Değişkenlerde yöne bağlı değişim göstermemiştir. Kil ve tarla kapasitesi arasındaki korelasyon katsayısı 0,68 olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanında tarla kapasitesi değerlerinin kil yardımcı değişkeni ile cokriging yöntemi ile tahmin edilmiştir. Cokriging yönteminin çapraz doğrulama sonuçlarına göre, ortalama mutlak hata ve hata kareler ortalaması daha düşük çıkmıştır. Uzun ve yoğun iş gücü gerektiren analizlerde cokriging yöntemi ile tahmin edilebilirliğini göstermiştir.

Kriging yönteminde sadece birincil değişkene ait veriler kullanılarak kestirim yapılmaktadır. Ancak eş kestirim yönteminde ikincil veriler de kullanılarak birincil verilerin olmadığı konumlarda ikincil veriler kullanılarak kestirim kalitesi arttırmak mümkündür.

Teşekkür

Bu çalışma 1100729 kodlu TÜBİTAK TOVAG tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anonymous (1992). Soil Survey Methods Manual. USDA. Soil Survey Investigations Report No:42.
- Başkan O (2004). "Gölbaşı Yöresi Topraklarının Mühendislik- Fiziksel Özellik İlişkilerinde Jeostatistik Uygulaması", Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 176 sayfa, Ankara.
- Black C A (1968). "Soil-Plant Relationships", 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., NewYork, NY.
- Bouyoucos G J (1951). A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agron. J.*, 43, p 434-438.
- Burgess T M, Webster R (1980). Optimal Interpolation and Isarithmic Mapping of Soil Properties. I. The Semivariogram and Punctual Kriging. *J. Soil Sci.* 31:315-331.
- Chang K L (2002). Optimal estimation of the granulometric composition of soils. *Soil Science*, 167, 135-146.
- Corwin D L, Lesch S M, Oster J D, Kafka S R (2006). "Monitoring Management- Induced Spatio-Temporal Changes in Soil Quality through Soil Sampling Directed by Apparent Electrical Conductivity", *Geoderma*, 131, Issues 3-4, pp: 369-387.
- Corwin D L, Lesch S M (2005). "Characterizing Soil Spatial Variability with Apparent Soil Electrical Conductivity I. Survey Protocols", *Computers and Electronics in Agriculture*, 46, pp: 103-133.
- Goovaerts P., (1992). "Factorial Kriging Analysis: A Useful Tool for Exploring The Structure of Multivariate Spatial Soil Information", *Journal of Soil Science*, 43, pp: 597-619.
- Goovaerts, P., 1997. Geostatistics in soil science: state-of-the-art and perspectives. *Geoderma*. 89:1-45.
- de Gruitjer J J, Walvoort D J J, van Gaans P F M (1997). Continuous soil maps- a fuzzy set approach to bridge the gap between aggregation levels of process and distribution models, *Geoderma*, 77, 169-195.
- Hillel D (1991). "Research in Soil Physics: A Review", *Soil Sci.*, 151, pp: 30-34.
- Jordan M M, Navarro-Pedreno J, Garcia-Sanchez E, Mateu J, Juan P (2003). "Spatial Dynamics of Soil Salinity under Arid and Semi-arid Conditions: Geological and Environmental Implications", *Environ. Geol.*, 45(4), pp: 448-456.
- Journel A G, Huijbregts C H J (1978). *Mining Geostatistics*. Academic Pres. London.
- Kravchenko A N (2003). "Influence of Spatial Structure on Accuracy of Interpolation Methods", *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 67, pp:1564-1571.
- Krige D G (1951). "A Statistical Approach to Some Mine Valuations and Allied Problems at Witwatersrand", M.Sc. thesis, University of Witwatersrand.
- Lark R M, Bishop T F A. Cokriging particle size fractions of the soil. *European Journal of Soil Science*, doi: 10.1111/j.1365-2389.2006.00866.x.
- Matheron G (1963). "Principles of Geostatistics", *Eron. Geol.*, 58, pp:1246-1266.
- Matheron G (1982). "Pour Une Analyse Krigeante de Donnees Regionalisees, Centre de Geostatistique, Ecole des Mines de Paris, Report N- 732, Fontainebleau.
- Öztaş T (1995). "Jeostatistigin Toprak Bilimindeki Önemi ve Uygulanışı", İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu, Cilt I. Sayfa: 271-280, Ankara.
- Pawlowksy V, Ole R, Davis J C (1995). Estimation of regionalized comparison of three methods. *Mathematical Geology*, 27, 105-127.
- Pawlowksy- Glahn, V, Olea R A (2004). *Geostatistics Analysis of Compositional Data*. Oxford University Press, New York.
- Sylla M, Stein A, van Breemen N, Fresco L O (1995). "Spatial Variability of Soil Salinity at Different Scales in the Mangrove Rice Agro-ecosystem in West Africa", *Agric Ecosyst. Environ.*, 54, pp: 1-15.
- Tanji K K (ed.). (1996). "Agricultural Salinity Assessment and Management", ASCE, New York, NY.
- Tragmar B B, Yost R J, Uehara G (1985). Application of Geostatistics to Spatial Studies of Soil Properties, *Advance in Agronomy*, 38, 65-91.
- Webster R (1985). "Quantitative Spatial Analysis of Soil in the Field", *Adv. Soil Sci.*, 3, pp: 1-70.
- Webster R, Oliver M A (1990). "Statistical Methods in Soil and Land Resource Survey", Oxford University Pres, Oxford.
- Yates S R, Warrick A W (1987). Estimating soil water content using cokriging. *SSSAJ*. 51:23-30.

Patates'te Hassas Damla Sulama Programlarının Yapılmasında Toprak Nem Sensörlerinin Kullanılması

Ali İbrahim AKIN^{1*}

Levent Abdullah ÜNLENEN²

¹Atom Enerjisi Kurumu, Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Ankara
²Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Patates Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Niğde

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): ali.akin@taek.gov.tr
DOI: 10.21657/topraksu.338301

Öz

Sulama suyunun etkin bir şekilde kullanılması farklı bilgileri gerektirmektedir. Etkin bir sulama programının yapılmasında toprağın su durumunun izlenmesi bitki sulamasında hedeflerimize ulaşmayı sağlar. Çalışmada farklı toprak nem ölçüm cihazları, siltli tınlı toprakta, hassas sulama programı yapılmasında test edilmişlerdir. Nötron probalar, frekans domain probalar, tansiyometreler ve granüler matrix sensörler birbirleriyle mukayese edilmiştir. Granüler matrix sensörlerin okunması, otomatik olarak datatoplayıcılar ve manuel olarak elde taşınır okuyucu ile yapılmıştır. Uygulamalar sonucunda toprak nem sensörlerinin bitki yetiştirme ve toprak suyu muhafazasında kullanılması faydalı bulunmuş ve tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Cevaplanabilirlik, gözenekli seramik, sulama programı, toprak nem sensörü, toprak suyu.

Precise Irrigation Scheduling on Drip Irrigated Potato Using Soil Moisture Sensors

Abstract

The efficient use of irrigation water requires several kinds of information. One element of an efficient irrigation scheduling is monitoring the soil to assure that the crop irrigation goals are being met. Various soil moisture measuring devices were tested for irrigation scheduling in silt loam. Neutron probes, frequency domain probes, tensiometers, and granular matrix sensors were compared. Granular matrix sensors were tested as read automatically by a datalogger and read manually with a hand-held meter. Practical suggestions are provided to use soil moisture sensors to the benefit of crop production and water conservation.

Key words: Responsiveness, porous ceramic, irrigation scheduling, soil moisture sensor, soil water.

GİRİŞ

Hassas sulama programlarının yapılması, pazar değeri yüksek ürünlerin değerini yükseltmesinin yanında suyun muhafazası ile beraber yüzeysuları ve taban sularının kalite özelliklerini korumaktadır.

Sulama programlarında bir toprak nem sensörünün kullanılması, topraktaki su ve toprakta suyun tutulma potansiyeli ile ilgili zamanında ve hassas bilgilerin alınmasını kolayca sağlar. Sensörler, bitki ve toprak özellikleri açısından özel olmalıdır. Pazarlanabilir ürün ve kalitesi açısından önem

arzeden toprak suyundaki değişim miktarlarını hızlı ve gerçeğe yakın olarak ölçebilmelidir. Sensör okumalarının, sulama planlamalarında anlamlı ve yardımcı olması için, aşırı sık veya yoğun sulamalardan kaçınılması gerekir. Oregon Ovası Treasure Vadisinin tipik topraklarında hassas sulama planlaması yapmak amacıyla çeşitli toprak nem sensör tipleri ölçüm ve kullanılabilirliği açısından test edilmiştir. Tansiyometreler ve granüler matrix sensörler ile toprak su potansiyeli, nötron prob ve

frekans domain sensörler ile hacimsel toprak su miktarları ölçülmüştür. Bir denemede de, gözenekli seramik kapların kullanılması test edilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Sensörlerin karşılaştırma çalışması ABD'deki Oregon Devlet Üniversitesi'nin Ontario'daki Malheur Deneme İstasyonu'nda damla sulamayla sulanan patates deneme tarlasında yapılmıştır. 26 Nisan 2002 tarihinde "Mazama" çeşidi patates tohumları sıra arası 90 cm ve sıra üzeri 22,5 cm olacak şekilde ekilmiştir. Toprak bünyesi siltli tın olup, pH'sı 8.1 ve organik madde oranı ise % 2' dir. Damlatıcı borular (T-tipi, uluslararası T-sistemleri, San Diego, CA) iki patates sıra arasına ve yüzeyden 10 cm derinliğe serilmiştir. Damlatıcı aralığı 30 cm olup, 30 m'de akış oranı 0.8 l dak⁻¹ dir. Sulama günlük olarak ve bir önceki günün evapotranspirasyon değerine göre yapılmıştır. Patates evapotranspirasyon (Etc) değerleri AgriMet hava istasyonu tarafından Malheur Deneme İstasyonu'ndan toplanan verileri kullanarak modifiye Penman denklemi (Wright 1982) ile hesaplanmıştır. 15 Temmuz'dan 25 Temmuz'a kadar ve yine 30 Temmuz'dan 7 Ağustos'a kadar, hem ıslak ve hem de kuru nem koşulları altında sensör performanslarını değerlendirmek amacıyla bitkiler sulanmamıştır.

Sensörler, Haziran ayı ortasında deneme sahasında bir patates sırası boyunca yerleştirilmiştir. Altı çeşit sensör damlatıcı boru ile patates sıraları arasına, damlatıcı borulardan 20 cm ve patates sıralarından 25 cm uzağa monte edilmiştir. Sensörler yüzeyden 23 cm derinliğe yerleştirildi. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Test edilen sensörler :

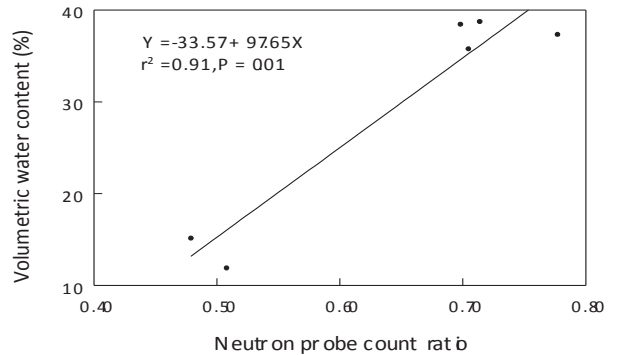
- Aquaflex sensör (Streat Instruments, Christchurch, New Zealand),
- Watermark sensör (Watermark Soil Moisture Sensors model 200SS; Irrrometer Co., Riverside, CA) okumaları otomatik olarak her 8 saatte bir AM400 Soil Moisture Data Logger (M.K. Hansen Co., East Wenatchee, WA) ile yapılmış,
- Watermark sensör okumaları manuel olarak 30 KTCD-NL meter (Irrrometer Co.) ile yapılmış,
- Tansiyometre (Moisture Indicator, Irrrometer Co., Riverside, CA),
- Gro Point (Environmental Sensors Inc., Escondido, CA),

- Moisture Point (Environmental Sensors Inc., Escondido, CA) ,

- Nötron Prob model 503 DR hydroprobe (Boart Longyear, Martinez, CA).

Tansiyometre ve Watermark sensörler ile toprak su potansiyeli ölçülmüştür. Toprak su potansiyeli ölçümlerinden önce Watermark sensörler kalibre edilmiştir (Shock vd., 1998). Diğer sensörler ise hacimsel olarak toprak su miktarını ölçmek için kullanılmıştır. Tansiyometre ve Watermark sensörler toprak burgusu yardımıyla 20 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Tansiyometrelerin okunan su sütunu değerleri -60 ile -70 kPa arasında olduğu zaman düzenli sıfırlama gerekmektedir. Gro point sensörü kompakt ve toprağa gömülmesi kolaydır. Nötron prob ile okumaların alınabilmesi için tüm lokasyonlarda access tüpler (PVC) uygun yerlere ve uygun derinliklere yerleştirilmiştir. Moisture point prob, üretici şirket tarafından sağlanan bir metal çubuk yardımı ile 90 cm derinliğe yerleştirilmiş ve herbir lokasyonda okumalar alınmıştır. Aquaflex sensörü ise 3 m uzunluğunda düz bir şerittir. İki adet Aquaflex sensörü, Aquaflex 2 kanallı datalogger'a (Streat Instruments) bağlanmıştır. Nötron prob ve Moisture point prob ile tüm lokasyonlarda farklı derinliklerde toprak nemi ölçülmüştür.

Nötron prob ile çalışırken, özellikle o toprağa ait kalibrasyon eğrisine ihtiyaç vardır. Kalibrasyonda; sensörlerin yerleştirilmeleri sırasında dört tekerrürden bozulmamış toprak örnekleri alınmış, hemen nem kaplarına konularak tartılmış ve 100°C'de 48 saat süreyle kurutulduktan sonra tekrar tartılmıştır. Toprak örneklerinde gravimetrik metod ile hacimsel olarak toprak suyu miktarları



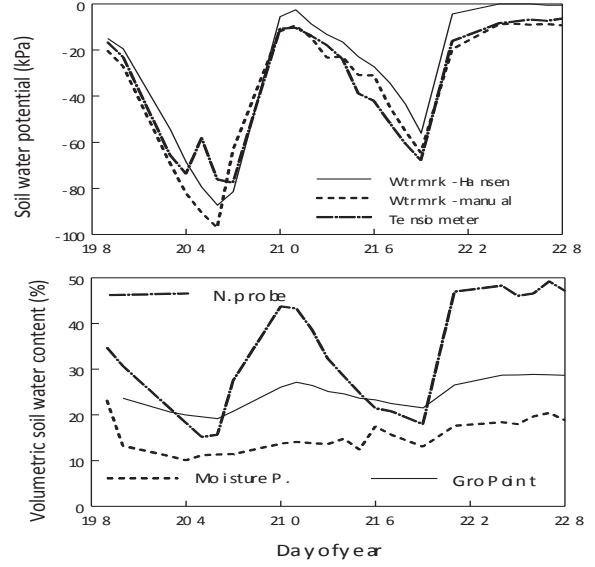
Şekil 1. Gravimetrik olarak belirlenen toprak nem miktarı ile nötron prob sayım oranları arasındaki kalibrasyon eğrisi

Figure 1. Calibration of the neutron probe to volumetric soil water content. Malheur Experiment Station, Oregon State University, Ontario, Oregon, 2002.

hesaplanmıştır. Toprak örneklerinin alındığı yerlerden aynı zamanda access tüplerde nötron okumaları yapılmıştır. Nötron okumaları 32 sn'de yapılmış ve standart için dört okuma alınmıştır. Nötron okumalarının standart okumaya oranları (sayım oranı) ile alınan toprak örneklerinde tespit edilen hacimsel toprak suyu miktarları regresyona tabi tutularak, nötron okuma değerlerini hacimsel su miktarına çeviren; $Y = -33,6 + 97,7 X$ eşitliği bulunmuştur. Eşitlikte X değeri sayım oranını, Y ise % hacimsel toprak suyu miktarını vermektedir. Nötron prob kalibrasyon eğrisinin determinasyon katsayısı r^2 değeri 0.91 ($p=0,01$) dir (Şekil 1).

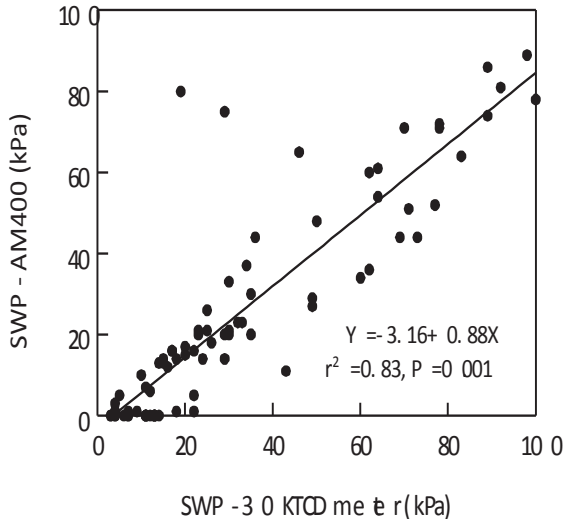
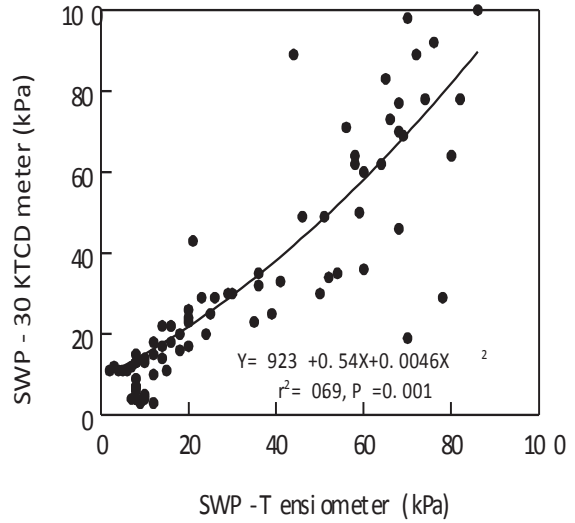
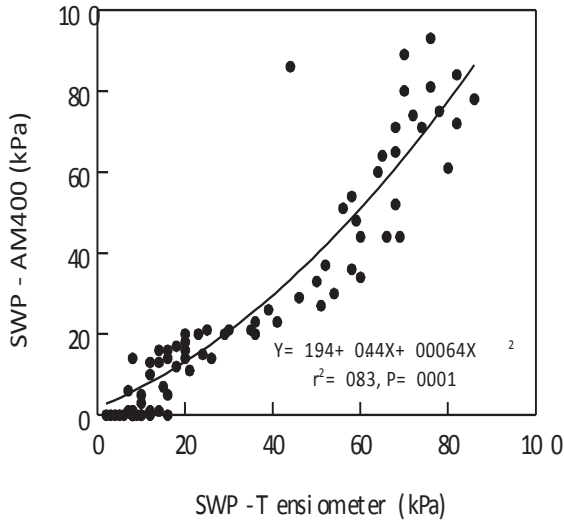
BULGULAR VE TARTIŞMA

Tansiyometre, Watermark sensör ve nötron prob ile deneme süresince toprağın yaş ve kuru dönemlerine ait ölçümler alınmıştır (Şekil 2). Gro Point sensör ile ölçümler alınmış, fakat nem ölçüm aralığı nötron proba oranla dar bulunmuştur. Diğer sensörlerle mukayese



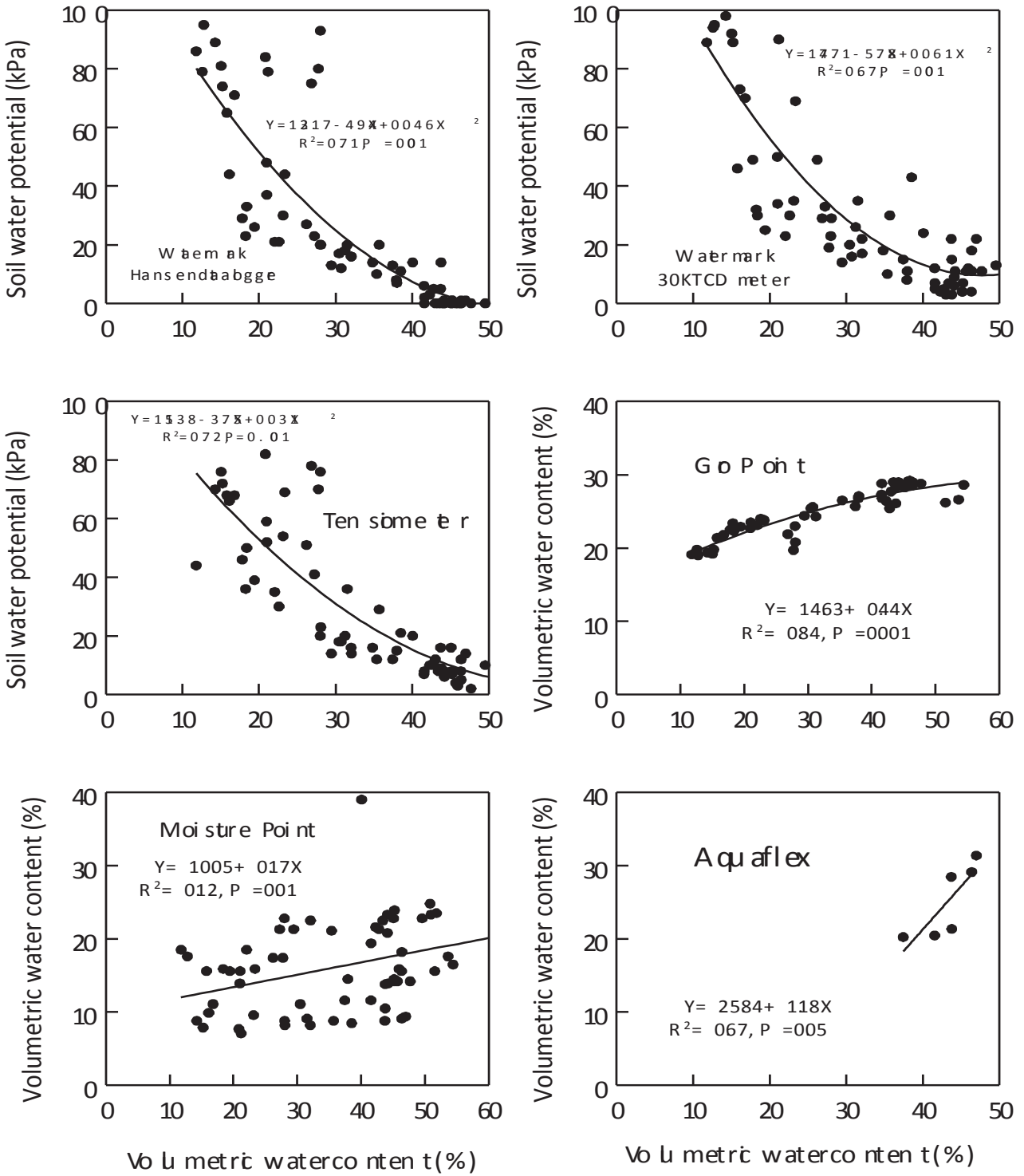
Şekil 2. Beş ayrı sensöre ait deneme süresince okunan toprak nem değerleri. Malheur Experiment Station, Oregon State University, Ontario, Oregon, 2002.

Figure 2. Soil moisture over time for five types of soil moisture sensor.



Şekil 3. Farklı sensörler ile ölçülen toprak su potansiyeli (SWP) değerleri arasındaki ilişki. Nokta değerleri dört sensörün ortalamasıdır.

Figure 3. Regressions of soil water potential (SWP) measured by three instruments. Malheur Experiment Station, Oregon State University, Ontario, Oregon, 2002.



Şekil 4. Nötron prob ile ölçülen hacimsel nem değerleri (X ekseninde) ile altı farklı toprak nem sensörü ile ölçülen toprak nem değerleri (Y ekseninde) arasındaki ilişki.

Figure 4. Volumetric soil water content measured by a neutron probe (X axis) regressed against soil moisture data (Y axis) measured by 6 types of soil moisture sensor. Malheur Experiment Station, Oregon State University, Ontario, Oregon, 2002.

edildiğinde, Moisture Point sensörün toprağın yaş ve kuru dönemlerine ait ölçümlerde, en az hassas olduğu bulunmuştur. Tespit edilemeyen

nedenlerden ötürü, Aquaflex datalogger ile sadece üç gün data toplanmış, dolayısıyla bu döneme ait grafik verilememiştir.

Watermark sensörlere ait; AM400 datalogger ve 30 KTCD metre okumalarıyla, tansiyometre okumaları arasında ilişki bulunmuştur (Şekil 3). Ayrıca, AM400 datalogger ile 30 KTCD metre okumaları arasında da ilişki bulunmuş olup, aynı eşitlik kullanılarak; her iki alet ile okunan elektriksel iletkenlik değerleriyle toprak su potansiyeli hesaplanabilmektedir (Shock vd., 2001).

Moisture Point sensör haricindeki diğer bütün sensörler ile nötron prob arasında ($r^2 > 0,6$) ilişki bulunmuştur (Şekil 4). Aquaflex ve Gro Point sensörler ile ölçülen toprak nem okumaları, nötron prob'la ölçülen nem okumalarına oranla düşük bulunmuştur (Şekil 4). Moisture Point ile toprak nem okuma değerleri, nötron prob, Aquaflex ve Gro Point sensörler ile okunan değerlere oranla oldukça düşük bulunmuştur.

SONUÇLAR

Tansiyometre, Watermark sensör ve nötron prob ile deneme süresince toprağın yaş ve kuru dönemlerine ait ölçümler alınmıştır (Şekil 2). Gro Point sensör ile ölçümler alınmış, fakat nem ölçüm aralığı nötron proba oranla dar bulunmuştur. Diğer sensörlerle mukayese edildiğinde, Moisture Point sensörün toprağın yaş ve kuru dönemlerine ait ölçümlerde, en az hassas olduğu bulunmuştur. Tespit edilemeyen nedenlerden ötürü, Aquaflex datalogger ile sadece üç gün data toplanmış, dolayısıyla bu döneme ait grafik verilememiştir.

Watermark sensörlere ait; AM400 datalogger ve 30 KTCD metre okumalarıyla, tansiyometre okumaları arasında ilişki bulunmuştur (Şekil 3). Ayrıca, AM400 datalogger ile 30 KTCD metre okumaları arasında da ilişki bulunmuş olup, aynı eşitlik kullanılarak; her iki alet ile okunan elektriksel iletkenlik değerleriyle toprak su potansiyeli hesaplanabilmektedir (Shock vd., 2001).

Moisture Point sensör haricindeki diğer bütün sensörler ile nötron prob arasında ($r^2 > 0,6$) ilişki bulunmuştur (Şekil 4). Aquaflex ve Gro Point sensörler ile ölçülen toprak nem okumaları, nötron prob'la ölçülen nem okumalarına oranla düşük bulunmuştur (Şekil 4). Moisture Point ile toprak nem okuma değerleri, nötron prob, Aquaflex ve Gro Point sensörler ile okunan değerlere oranla oldukça düşük bulunmuştur.

KAYNAKLAR

Shock C C, Barnum J M, Seddigh M (1998). Calibration of Watermark Soil Moisture sensors for irrigation management. p. 139-146 in Proceedings of the International Irrigation Show, Irrigation Association, San Diego, CA.

Shock C C, Corn A, Jaderholm S, Jensen L, Shock C A (2001). Evaluation of the AM400 soil moisture datalogger to aid irrigation scheduling. Irrigation Association, 2001 Proceedings of the International Irrigation Show, p 111-116.

Wright J L (1982). New evapotranspiration crop coefficients. J. Irrig. Drain. Div., ASCE 108:577.

Kompost Ahır Gübresi ve Kükürt Uygulamalarının Kireçli Alkalin Toprakta Yetiştirilen Fasulye Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkisi

Bülent YAĞMUR* Bülent OKUR

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İzmir

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): bulent.yagmur@ege.edu.tr

DOI: 10.21657/topraksu.338302

Öz

Bu araştırmada kompost ve ahır gübresi uygulamalarının fasulye bitkisinin gelişimi ve beslenmesi üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Deneme sera koşullarında yürütülmüştür. Saksılara temel gübreleme amacıyla N, P, K, uygulaması ekimden önce toprağa karıştırılmak suretiyle uygulanmıştır. Test bitkisi olarak fasulye bitkisi yetiştirilmiştir. Çalışmada dekara 2-4-8 ton olacak şekilde kompost, kompost+ahır gübresi (1/2+1/2), ahır gübresi uygulaması ve kontrol uygulaması olarak da mineral gübre (NPK) uygulamalarının fasulye bitkisinin gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmada ayrıca her deneme konusuna eşit miktarda kükürt (80 kg da⁻¹ S) uygulaması da yapılmıştır. Kompost ve ahır gübresi uygulamalarının fasulye bitkisinin kuru madde, verim, toplam N, K, Fe, Cu ve Zn miktarı üzerine etkisi istatistiki yönden önemli bulunmuş, toplam P, Ca, Mg, Na ve Mn miktarı üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ahır gübresi, bitki besin maddesi, fasulye, kompost, kükürt

The Effect of Farmyard Manure Compost and Sulphur Applications on the Growth of Bean on a Limely-Alkali Soil

Abstract

In this paper it was studied the effect of the application of farmyard manure and compost on the growth and nutrition of bean. The study was carried under greenhouse conditions. Compost and compost + farmyard manure were applied at the levels of 2, 4 and 8 t ha⁻¹ and the ratio of + 1/2, respectively. As control, mineral fertilizer NPK was applied. In addition 80 kg da⁻¹ S was applied to each plot. The effect of the applications of compost and FYM on dry matter, yield, the amount of total N, K, Fe, Cu and Zn of bean was significant but the effect of the amounts of total P, Ca, Mg, Na and Mn was not significant.

Key Words: Farmyard manure, plant nutrients, bean, compost, sulphur

GİRİŞ

Tarımda üretimin sürdürülebilirliği ve bitkiden yüksek verimliliğin elde edilmesinde toprak verimliliğinin korunması ve geliştirilmesi en önemli parametreler arasındadır. Ülkemizde yıllardır bilinçsiz uygulanan kimyasal gübreler, hatalı toprak işleme, tek ürün kültürü, erozyon vb. nedenlerle, tarım topraklarında organik madde miktarı giderek azalmakta ve bitkilerin faydalandığı toprak katmanında olması gereken organik madde miktarı %1 düzeyinin altına gerilemiş bulunmaktadır. Tarımsal üretimimizde hasattan sonra geriye kalan

bitkisel artıklar, çiftlik atıkları, ahır gübreleri, kentsel atıklar, sanayi atıkları ve benzeri materyaller doğrudan veya kompostlaştırıldıktan sonra toprakların organik madde kapsamını artırmak için kullanılabilir. Bu materyaller toprak özelliklerini iyileştirerek, onlara besin elementleri sağlamak, dolayısıyla bitkisel üretimde verim ve kaliteyi olumlu etkilemektedirler.

Kompost; hayvansal veya bitkisel kökenli organik atıkların çeşitli yöntemlerle aerobik koşullar altında mikrobiyolojik oksidasyon ile elde

edilen, funda toprağı görünümünde ve kokusuz, hacim ağırlığı düşük, su tutma kapasitesi yüksek, bitkiye elverişli makro ve mikro besin elementleri içeren, biyolojik dezenfeksiyon ile sterilize olmuş, organik karakterli bir maddedir.

Topraklarımızın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde iyileştirmeler yapmak ve toprak verimliliğini artırarak sürdürülebilirliğini sağlamak için uzun vadeli stratejik planlamalarla organik madde düzeyinin yükseltilmesi gerekmektedir.

Diğer yandan geleneksel tarım sistemimizin önemli bir girdisi olan inorganik gübreleme yoğun bir şekilde uygulandığında; topraklarda verim kaybına ve kirlenme problemine yol açtığı artık bilinen bir gerçektir. Toprakların sürdürülebilir kullanımını sağlama, çevre kirliliğini azaltma ve dünyada organik tarıma olan artan talebi göz önüne alarak, azotlu ve fosforlu ticari gübrelerin kullanımını en aza indirerek organik gübre kullanımına ağırlık verilmelidir. Bilinen ve yaygın olarak kullanılması benimsenen çiftlik gübresi, temini ve kullanımı açısından maliyeti yüksek bir organik materyaldir. Bu gübreye alternatif olabilecek veya destek olabilecek çok çeşitli organik materyaller bulunmaktadır. Bunlar insanların sağlıklı ve mutlu bir şekilde yaşantılarını sürdürebilmelerinde tarımsal üretimin önemli bir girdisidir.

Hızla artan dünya nüfusunun yeterli ve dengeli beslenebilmelerini sağlamak tarım alanlarının verimliliğini ve üretkenliğini yani üretim potansiyellerini arttırmakla mümkündür. Tarımsal üretimi arttırmanın yolu da ürün arttırıcı girdiler ile tarım alanlarının rasyonel ve bilinçli bir şekilde kullanımından geçmektedir. Teknolojik, ekonomik ve ekolojik faktörlere bağlı olarak tarımsal üretimde bilinçsizce kullanılan bir takım (gübre, sulama, ilaç vs.) girdiler toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyerek toprak verimliliğini ve üretkenliğini sınırlandırmaktadır. Tarım alanlarının sulanmasında planlı-programlı bir sulamanın yapılmaması, gübrelemede toprak özelliklerinin dikkate alınmaması, bitki yetiştirmede ekim nöbetinin uygulanmaması vs. gibi nedenlerle tarım arazilerinin verimliliği ve üretkenliği zayıflamakta dolayısıyla topraklarda degradasyon sorunu karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle dünyada ve ülkemizde böyle sorunlu arazilerin miktarı her geçen gün artmaktadır. Mevcut alanları sürdürülebilir olarak kullanabilmek için optimum yönetim uygulamaları kaçınılmaz hale gelmiştir.

Bu nedenle bitkisel üretimde maksimum verim, kalite ve ekonomik kazancın elde edilmesi, çevre kirliliği riskinin ise en az düzeyde tutulması ve toprak verimliliğinin sürdürülebilirliği açısından kompost ve ahır gübresi uygulamaları son derece önemlidir.

Nitekim diğer çeşitli bilimsel araştırmalarda da özellikle kireç kapsamı yüksek, organik maddesi düşük ve alınabilir besin maddesi yönünden sıkıntı bulunan topraklara, organik kaynaklı bileşiklerin ilavesi ile P, Fe, Zn gibi bitki besin elementlerinin alınabilirliği artırılmaktadır. Bu nedenle bitkisel üretimde maksimum verim, kalite ve ekonomik kazancın elde edilmesi, çevre kirliliği riskinin ise en az düzeyde tutulması ve toprak verimliliğinin sürdürülebilirliği açısından organik gübre uygulamaları son derece önemlidir (Karaman, 2003; Fallahia ve ark., 2006).

Bu çalışmada amaç bitkisel artıkların değerlendirilmesi amacıyla olgunlaştırılarak kompost haline getirilmesi, elde edilen kompostu değişik dozlarda kireçli alkalın karakterli toprağa uygulayarak fasulye bitkisinin gelişimi üzerine olan etkilerini ortaya çıkarmaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada kullanılan toprak materyalini İzmir ili Bornova ilçesi Çiçekli köyünden usulüne uygun olarak alınan yüzey toprak örneği oluşturmaktadır (Jackson, 1962). Toprak örneği E.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serasında hava kuru hale gelinceye kadar kurutulmuş, 4 mm'lik elekten elenmiştir. İyice karıştırılan toprak örneğinden laboratuvar analizleri için 5 kg kadar ayrılmış, arta kalan toprak serada saksı denemesinde kullanılmıştır.

Deneme saksılarına ilave etmek amacıyla organik atıklar (çim artığı, palmye artığı, marul maydanoz, mutfak atıkları, sebze artıkları vs.) toplanmış ve uygun olgunlaştırma işlemi sonucu kompost haline getirilmiştir. Denemede kullanılan büyükbaş ahır (olgunlaştırılmış) gübresi çiçekli köyünde bir üreticiden temin edilmiştir.

Araştırmada saksı denemelerinde kullanılan elementel kükürt %98,5-99 saflıkta ve 80-100 mesh çapında (0,016-0,020 mikron olan) özelliklere sahiptir.

Araştırmanın bitki materyalini, serada saksı denemesi şeklinde yürütülen araştırma konularından alınan fasulye bitkisi örnekleri oluşturmaktadır.

Kompost yapımı için toplanan organik atıklar küçük parçalara bölünerek temiz bir naylon örtü üzerinde gerekli su ilavesiyle (su tutma kapasitesinin % 60' ı) karıştırılarak plastik kovalara (hacmi 50 l) yerleştirilmiştir. Karışımların nemi su tutma kapasitesinin % 60' ı düzeyinde sabit tutulmuştur. Kompost materyallerinin karıştırılması ilk ay haftada iki, daha sonraları ise haftada bir kez el ile yapılmıştır.

Toprak Örneğinin, Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri

Laboratuvar analizleri için ayrılan toprak örneği 2 mm'lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir (Jackson, 1967). Toprak örneğinde pH; saf su ile sature edilen toprak macununda cam elektrotlu pH metre ile (Richards, 1954); suda çözünür toplam tuz, sature toprak macununun elektriksel geçirgenliğinin elektriki kondaktivite cihazında ölçülmesi ile; kireç (CaCO_3), Scheibler kalsimetresi ile (Schlichting ve Blume, 1966); bünye (Tekstür), Bouyoucos hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos, 1962); organik madde, Reuterbeg-Kremkus yöntemiyle yaş yakma uygulanarak (Schlichting ve Blume, 1966); toplam azot modifiye makro Kjeldahl yöntemi ile (Bremner, 1965); alınabilir fosfor Olsen yöntemi ile kolorimetrik olarak; alınabilir K, Ca, Mg ve Na, 1 N Amonyum Asetat (pH=7,0) yöntemi ile elde edilen ekstraktın alev fotometresinde (Na, K ve Ca) ve (Richards, 1954) ve atomik absorpsiyon spektrofotometrede (Mg) okunması ile (Kacar, 1962; Pratt, 1965); alınabilir Fe, Cu, Zn ve Mn DTPA yöntemine göre elde edilen ekstraktın atomik absorpsiyon spektrometrede okunması ile tayin edilmiştir (Lindsay ve Norwell, 1978).

Sera Denemesi

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serasında saksı denemesi şeklinde yürütülen çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre fasulye bitkisi yetiştirme denemesi şeklinde ve 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Serada saksı ortamında fasulye bitkisi yetiştirilmesi şeklinde yürütülen çalışmada toplam 30 adet saksıda fasulye bitkisi yetiştirilmiştir. Bitkisel materyal olarak fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. var. nannus cv. Başpınar) çeşidi kullanılmıştır. Fasulye tohumları deneme saksılarına her saksıya 5'er adet fasulye, olacak şekilde ekilmiş, daha sonra her saksıda 3 adet fasulye bitkisi kalacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Denemede saksılara 8 gr 15-15-15+Zn

katkılı kompoze gübresi ekimden önce toprağa karıştırılarak uygulandı. Ekimden 4 hafta sonra saksılara 4 gram Amonyum nitrat (% 33N) ve 2gr MKP (%52 P_2O_5 , %34 K_2O) uygulandı. Denemede saksılara dekara 2-4-8 ton kompost+80 kg S (A-B-C) dekara 2-4-8 ton Kompost+Ahır gübresi (1/2kompost+1/2 Ahır gübresi: D-E-F))+80 kg S 2-4-8 ton Ahır gübresi+80 kg S (G-H-I) ve Kontrol (J) uygulaması yapılmıştır.

Saksılara başlangıçta su tutma kapasitesinin % 60'ı olarak her gün tartılmak suretiyle sulama yapıldı. Vejetasyon aşamasında bu miktar su tutma kapasitesinin %80'ine ulaştı.

Saksı denemesi uygulama planı

1.Tekerrür: A C F G E B J H I D

2.Tekerrür: I E G C J D H B F A

3.Tekerrür: F D B A G I C J E H

A:2 ton/da kompost+80 kg S

B:4 ton/da kompost+80 kg S

C:8 ton/da kompost+80 kg S

D:2 ton/da Kompost+Ahır gübresi (1/2kompost+1/2 Ahır gübresi)+80 kg S

E:4 ton/da Kompost+Ahır gübresi (1/2kompost+1/2 Ahır gübresi)+80 kg S

F:8 ton/da Kompost+Ahır gübresi (1/2kompost+1/2 Ahır gübresi)+80 kg S,

G:2 ton/da Ahır gübresi +80 kg S

H:4 ton/da Ahır gübresi+80 kg S

I:8 ton/da Ahır gübresi +80 kg S

J: Kontrol (Temel Gübreleme)

Bitki Örneklerinin Kimyasal Analiz Yöntemleri

Sera denemesinde her bir saksıdan alınan bitki örnekleri önce pamuk ile silinmiş sonra çeşme suyu ve saf su ile yıkanmış, kurutma kâğıdı ile kurutulduktan sonra kesekağıtlarına konularak 65-70°C sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar 48 saat kurutulmuştur. Daha sonra kuru ağırlıkları belirlenen bitki örnekleri mikro değirmende öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Kurutulup öğütülerek analize hazırlanan bitki örneklerinde toplam N makro Kjeldahl yöntemiyle, toplam P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn ve Mn analizleri

yaş yakma yöntemi uygulanarak elde edilen ekstraktların, kolorimetre (P), alev fotometresi (Na, K, Ca) ve atomik absorpsiyon spektrofotometre (Mg, Fe, Cu, Zn, Mn) cihazlarında okunmasıyla belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Kompost ve Ahır gübresi Örneklerinin Kimyasal Analiz Yöntemleri

Kompostlama sürecinin sona ermesinin ardından alınan kompost örneği ile ahır gübresi örneği hava kurusu hale getirildikten sonra 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Analize hazır hale getirilen örneklerde; pH; saf su ile satüre edilen ekstraktta cam elektrotlu pH metre ile (Richards, 1954); eriyebilir toplam tuz, satüre edilmiş ekstraktta elektriksel geçirgenliğinin elektriki kondaktivite cihazında ölçülmesi ile; organik madde, Reuterbeg-Kremkus yöntemiyle yaş yakma uygulanarak (Kacar, 1984); toplam azot modifiye makro Kjeldahl yöntemi ile (Kacar, 1984); toplam P, K, Ca, Na, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn miktarları Kacar (1972)'a göre analize hazır hale getirilmiş örneklerde yaş yakma yöntemi uygulanarak fosfor Vanada-Molibdo fosforik sarı renk yöntemine göre Eppendorf kolorimetresinde okunacak (Loot vd., 1956), toplam K, Na, ve Ca miktarları

Eppendorf flamefotometresinde; toplam Mg, Fe, Cu, Zn, Mn miktarları ise Perkin Elmer 2380 Atomik Absorpsiyon spektrofotometresinde saptandı (Kacar, 1984).

Denemede Kullanılan İstatistiksel Değerlendirme Yöntemi

Saksı vejetasyon denemelerinin istatistiki değerlendirilmeleri Yurtsever (1984)'e göre yapılmıştır. İstatistiksel analizler TARIST paket programına göre yapılmıştır (Açıkgöz vd., 1994).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Denemede Kullanılan Saksı Toprağının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Serada saksı denemeleri şeklinde yürütülen araştırmada araştırma materyali saksı toprağında belirlenen fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Denemede Kullanılan Kompost ve Ahır Gübresinin Kimyasal Özellikleri

Fasulye bitkisi saksı denemesinde araştırma materyali olarak kullanılan kompost ve ahır gübresinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemelerin yürütüldüğü saksılarda kullanılan toprak örneğinin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Physical and chemical properties of soil used in the pot experiments

Yapılan Analizler	Birim	Sonuç	Yorum	
pH		7,94	Orta alkalın	
Toplam Tuz	(%)	0,060	Tuzluluk tehlikesi yok	
Kireç	(%)	63,03	Bünye+Kireçli	
Kum	(%)	35,52		
Mil	(%)	40,00		
Kil	(%)	26,48		
Bünye		Tın		
Organik Madde	(%)	2,06	Humuslu	
Toplam Azot	(%)	0,117	Yeterli	
Alınabilir	Fosfor	mg kg ⁻¹	0,35	Fakir
	Potasyum	mg kg ⁻¹	80	Fakir
	Kalsiyum	mg kg ⁻¹	3600	Yeterli
	Magnezyum	mg kg ⁻¹	101	Orta
	Sodyum	mg kg ⁻¹	30	Yeterli
	Demir	mg kg ⁻¹	6,80	Yetersiz
	Bakır	mg kg ⁻¹	0,92	Yetersiz
	Çinko	mg kg ⁻¹	0,43	Yetersiz
	Mangan	mg kg ⁻¹	7,40	Yeterli

Çizelge 2. Denemede kullanılan kompost materyalinin ve ahır gübresinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 2. Some physical and chemical properties of compost and farmyard manure used in the experiment

Yapılan Analizler	Simge	Birim	Kompost	Ahır Gübresi
pH			7,29	7,54
Suda çözünür top. tuz		(%)	0,72	0,77
Organik madde		(%)	45,72	49,20
Toplam Karbon	(C)	(%)	26,52	28,54
Toplam Azot	(N)	(%)	1,32	1,83
C/N			15,38	15,59
Toplam Fosfor	(P)	(%)	0,30	0,36
Toplam Potasyum	(K)	(%)	2,56	2,64
Toplam Kalsiyum	(Ca)	(%)	1,95	1,75
Toplam Magnezyum	(Mg)	(%)	0,75	0,78
Toplam Demir	(Fe)	mg kg ⁻¹	888	681,8
Toplam Mangan	(Mn)	mg kg ⁻¹	415,6	456,5
Toplam Çinko	(Zn)	mg kg ⁻¹	43,2	67,5
Toplam Bakır	(Cu)	mg kg ⁻¹	14,3	14,9

Kompost ve Ahır Gübresi Uygulamalarının Fasulye Bitkisinin Kuru Madde Miktarına Etkisi

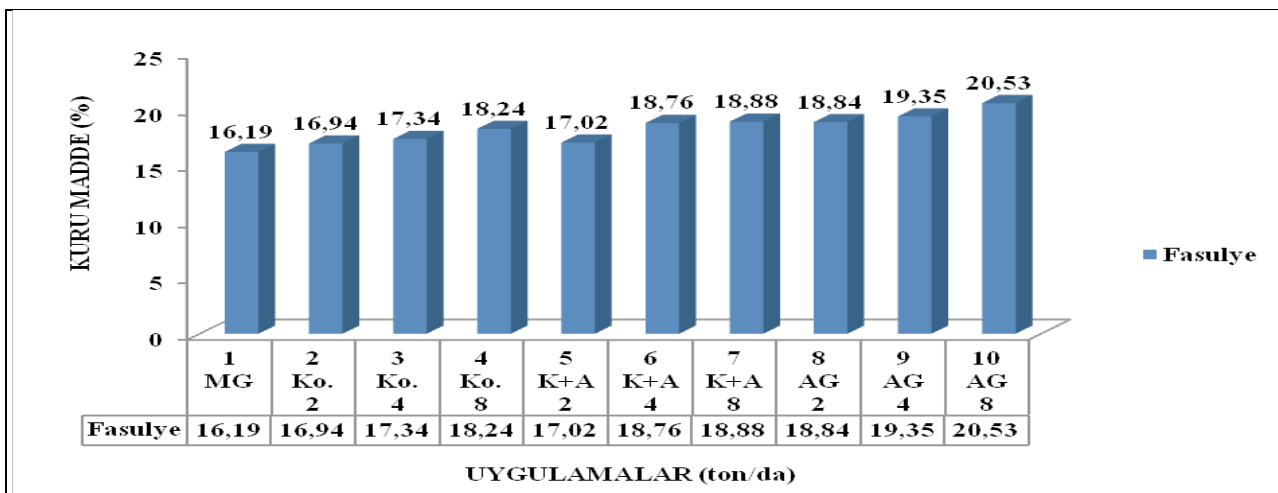
Artan dozlarda uygulanan kompost ve ahır gübresinin sera koşullarında yetiştirilen fasulye ve fasulye bitkisinin kuru madde miktarı (g saksı⁻¹) üzerine olan etkisi Çizelge 3' de verilmiştir.

Kompost ve ahır gübresi uygulamalarının fasulye bitkisinin kuru madde (g saksı⁻¹) miktarı üzerine etkisi istatistiki olarak %1 seviyede önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Fasulye bitkisinin kuru madde miktarı 16,19-20,53 g saksı⁻¹ arasında değişim göstermiş, en düşük kuru madde içeriği kontrol (16,19 g saksı⁻¹), en yüksek kuru madde (20,53 g saksı⁻¹) içeriği ise 8 ton/da ahır gübresi

Çizelge 3. Kompost ve ahır gübresi uygulamalarının fasulye bitkisinin kuru madde miktarı üzerine etkisi (g saksı⁻¹)

Table 3. The effect of applications of compost and farmyard manure on the amount of dry matter of bean plant

Bitki	Kontrol	Kompost ton da ⁻¹				(Kompost + Ahır Gübresi) ton da ⁻¹				Ahır Gübresi ton da ⁻¹	
Uyg.No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Uygulama	M.Güb	2	4	8	2	4	8	2	4	8	
K.M	16,19	16,94	17,34	18,24	17,02	18,76	18,88	18,84	19,35	20,53	
% Artış	100	104,6	107,1	112,7	105,1	115,9	116,6	116,4	119,5	126,8	
LSD (0.01) (Fasulye)						2,850					



Şekil 1. Kompost ve ahır gübresi uygulamalarının fasulye bitkisinin kuru madde (%) içeriği üzerine etkisi

Figure 1. The effect of applications of compost and farmyard manure on the content of dry matter of bean plant (%)

uygulamasında saptanmıştır (Şekil 1). Kompost ve ahır gübresi uygulamaları fasulye bitkisinin kuru madde (g saksı⁻¹) miktarını kontrole göre arttırmıştır. Kontrole göre oransal olarak en fazla artış %26,8 ile 8 ton da⁻¹ ahır gübresi (20,53 g/saksı⁻¹) uygulamasında elde edilmiştir (Çizelge 3 ve Şekil 1).

Kompost ve Ahır Gübresi Uygulamalarının Fasulye Bitkisinin Saksı Verimi Üzerine Etkisi

Kompost, kompost+ahır gübresi (1/2+1/2) ve ahır gübresi uygulamalarının fasulye bitkisinin saksı verimi (g saksı⁻¹) üzerine olan etkisi Çizelge 4'de verilmiştir.

Farklı miktarlarda kompost, kompost+ahır gübresi (1/2+1/2) ve ahır gübresi uygulamalarının fasulye bitkisinin saksı verimi (g saksı⁻¹) üzerine etkisi istatistiki olarak %1 seviyede önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Kompost, kompost + ahır gübresi (1/2+1/2) ve ahır gübresinin farklı

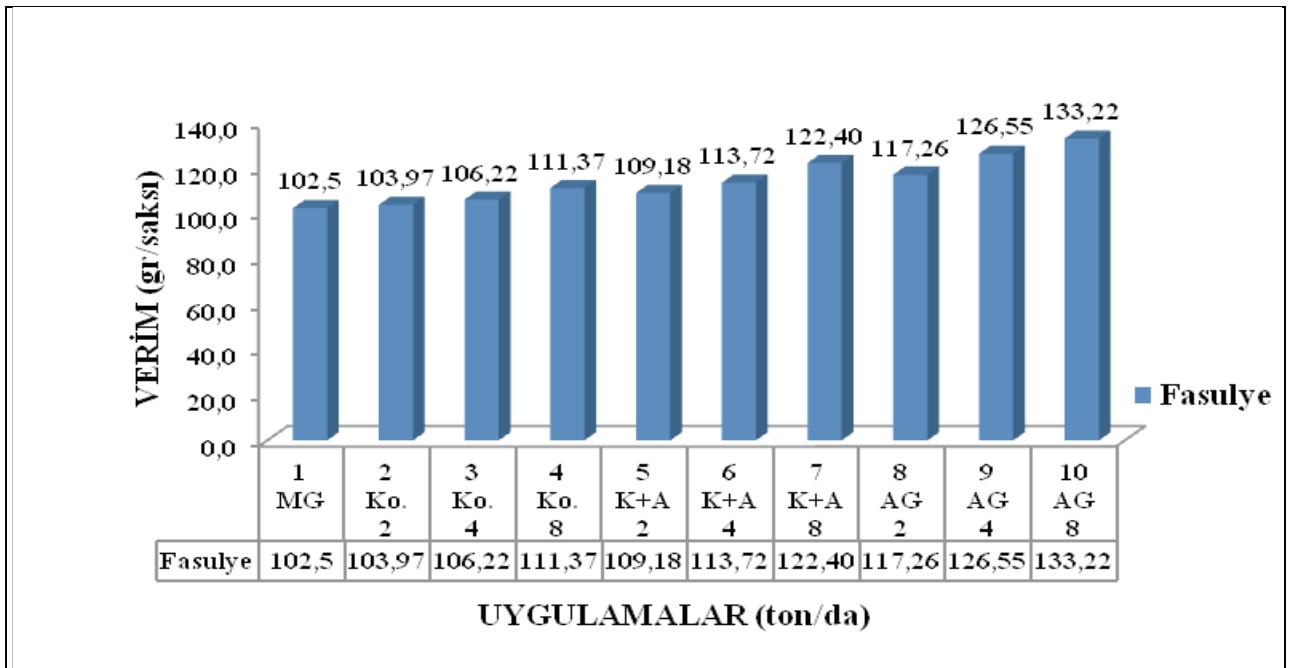
seviyelerine göre fasulye bitkisinin saksı veriminin (g saksı⁻¹) ortalama olarak 102,50-133,22 g saksı⁻¹ arasında değiştiği saptanmıştır. En düşük saksı verimi kontrol (102,50 gr saksı⁻¹), en yüksek saksı verimi ise 8 ton da⁻¹ ahır gübresi (133,22 g saksı⁻¹) uygulamasında saptanmıştır. Fasulye bitkisi saksı veriminde kontrol uygulamasına göre en fazla artış 8 ton da⁻¹ ahır gübresi (133,22 g saksı⁻¹) uygulamasında elde edilmiştir (Çizelge 4 ve Şekil 2).

Kompost ve ahır gübresi uygulamaları fasulye bitkisinin saksı verimini (g saksı⁻¹) kontrole göre oransal olarak sırasıyla %30 (8 ton da⁻¹ ahır gübresi), %23,5 (4 ton da⁻¹ ahır gübresi), %19,4 (8 ton da⁻¹ 1/2 kompost+1/2 ahır gübresi), %14,4 (2 ton da⁻¹ ahır gübresi), %10,9 (4 ton da⁻¹ 1/2 kompost+1/2 ahır gübresi), %8,7 (8 ton da⁻¹ kompost), %6,5 (2 ton da⁻¹ 1/2 kompost+1/2 ahır gübresi), %3,6 (4 ton da⁻¹ kompost), %1,4 (2 ton da⁻¹ kompost) düzeyinde arttırmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Kompost ve ahır gübresi uygulamalarının fasulye bitkisinin saksı verimi üzerine etkisi (g saksı⁻¹)

Table 4. The effect of applications of compost and farmyard manure on the pot yield of bean plant (g/pot)

Bitki	Kontrol	Kompost ton da ⁻¹ (Kompost + Ahır Gübresi) ton da ⁻¹								Ahır Gübresi ton da ⁻¹
Uyg.No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Uygulama	M.Güb	2	4	8	2	4	8	2	4	8
K.M	102,50	103,97	106,22	111,37	109,18	113,72	122,40	117,26	126,55	133,22
% Artış	100	101,4	103,6	108,7	106,5	110,9	119,4	114,4	123,5	130
LSD (0.01) (Fasulye)							8,853			



Şekil 2. Kompost ve ahır gübresi uygulamalarının fasulye bitkisinin saksı verimi (g saksı⁻¹) üzerine etkisi

Figure 2. The effect of applications of compost and farmyard manure on the pot yield of bean plant (gr/pot)

Kompost ve Ahır Gübresi Uygulamalarının Fasulye Bitkisinin Makro ve Mikro Besin Maddesi İçeriğine Etkisi

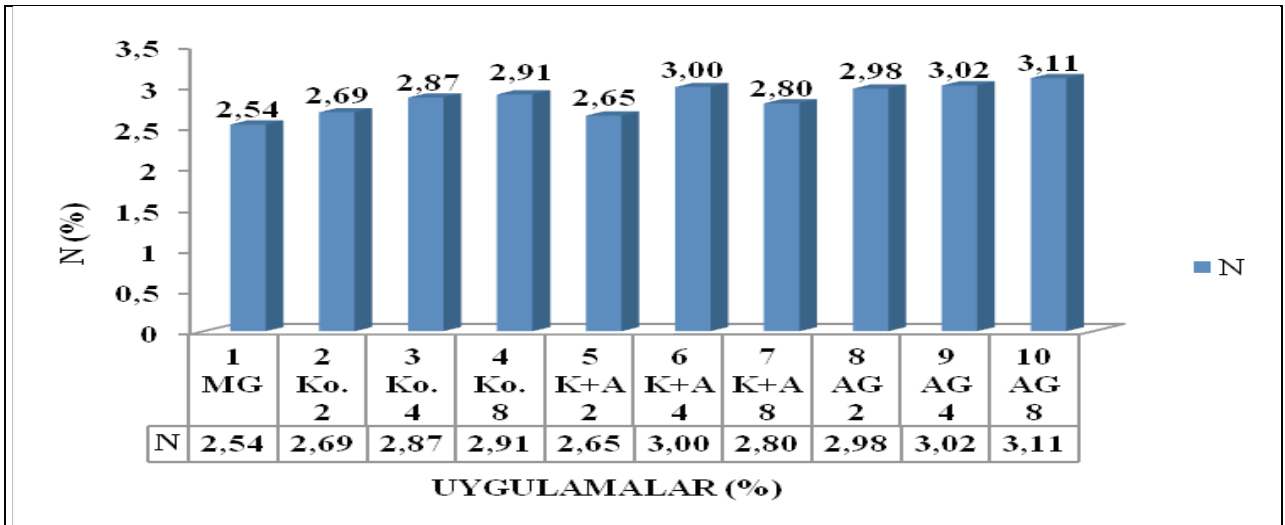
Toprağa artan miktarlarda uygulanan kompost ve ahır gübresi uygulamalarının sera koşullarında yetiştirilen fasulye bitkisinin azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum, demir, bakır, çinko ve mangan içeriği üzerine olan etkisi Çizelge 5' de verilmiştir.

Toprağa artan dozlarda kompost, kompost + ahır gübresi (1/2+1/2) ve ahır gübresi uygulaması şeklinde yürütülen çalışmada; toprağa uygulanan

kompost ve ahır gübresi dozlarının artışına paralel olarak fasulye bitkisi yapraklarının toplam N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn ve Mn içeriğinde de artış meydana geldiği, yaprakların toplam N, K, Fe, Cu ve Zn içeriğindeki artışların istatistiki açıdan da önemli olduğu belirlenmiştir. Yapraklardaki ortalama toplam N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn ve Mn içeriklerinin sırasıyla %2,54-3,11; %0,40-0,47 ; %2,33-2,89; %1,66-1,78; %0,44-0,61; %0,06-0,08; 48,27-67,78 ppm; 5,28-7,47 ppm; 37,01-43,11 ppm; 64,99-68,97 ppm arasında değiştiği saptanmıştır. En düşük yaprak besin element içeriklerinin kontrol, en yüksek toplam N,P, K, Mg ve Na içeriklerinin 8

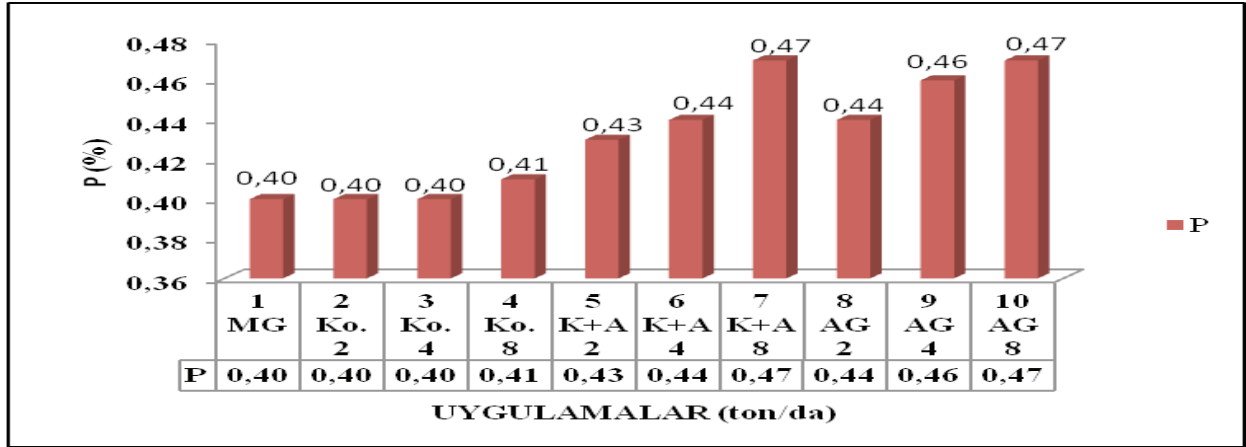
Çizelge 5. Kompost ve ahır gübresi uygulamalarının fasulye bitkisinin makro ve mikro besin elementi miktarı üzerine etkisi
Table 5. The effect of applications of compost and farmyard manure on the amount of macro-and micro-nutrient of bean plant

Uygulama	Uy No	kg da ⁻¹ ve ton da ⁻¹	(%)						ppm			
			N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
Kontrol	1	M.Gü	2,54	0,40	2,33	1,66	0,44	0,06	48,27	5,28	37,01	64,99
	2		2,69	0,40	2,40	1,68	0,47	0,06	48,59	5,84	38,41	65,13
Kompost	3	4	2,87	0,40	2,47	1,69	0,49	0,06	54,29	5,91	40,13	67,35
	4	8	2,91	0,41	2,49	1,72	0,51	0,07	54,62	6,47	40,47	68,74
1/2 (Kompost + Ahır Gübresi)	5	2	2,65	0,43	2,43	1,63	0,49	0,07	66,49	6,00	38,68	66,06
	6	4	3,00	0,44	2,60	1,68	0,51	0,07	67,15	6,11	39,13	66,20
Ahır Gübresi	7	8	2,80	0,47	2,64	1,72	0,53	0,07	67,26	7,28	41,60	68,86
	8	2	2,98	0,44	2,64	1,72	0,58	0,07	66,60	7,36	40,24	67,46
Ahır Gübresi	9	4	3,02	0,46	2,74	1,78	0,60	0,08	67,78	7,47	43,11	68,97
	10	8	3,11	0,47	2,89	1,77	0,61	0,08	67,67	7,38	43,00	68,84
LSD (0.05)			0,321*	ns	0,269*	ns	ns	ns	-	-	-	-
LSD (0.01)			-	-	-	-	-	-	1,552**	1,425**	2,679**	ns



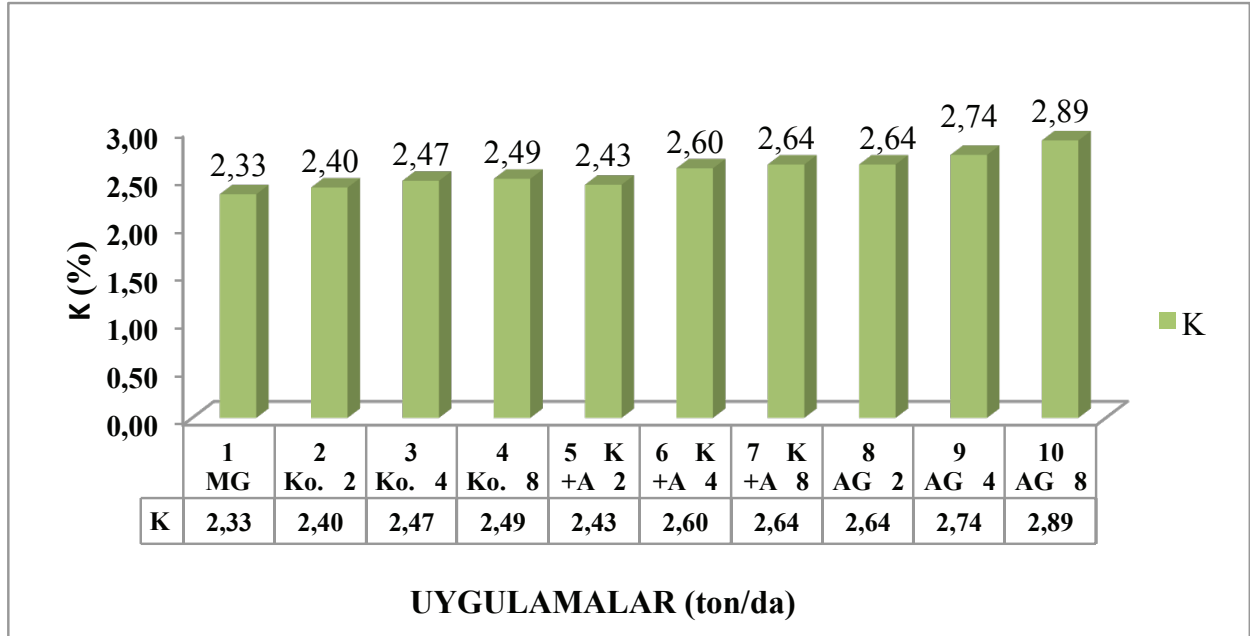
Şekil 3. Uygulamaların fasulye bitkisinin toplam azot (%) içeriği üzerine etkisi

Figure 3. The effect of applications of compost and farmyard manure on the content of total N (%) of bean plant



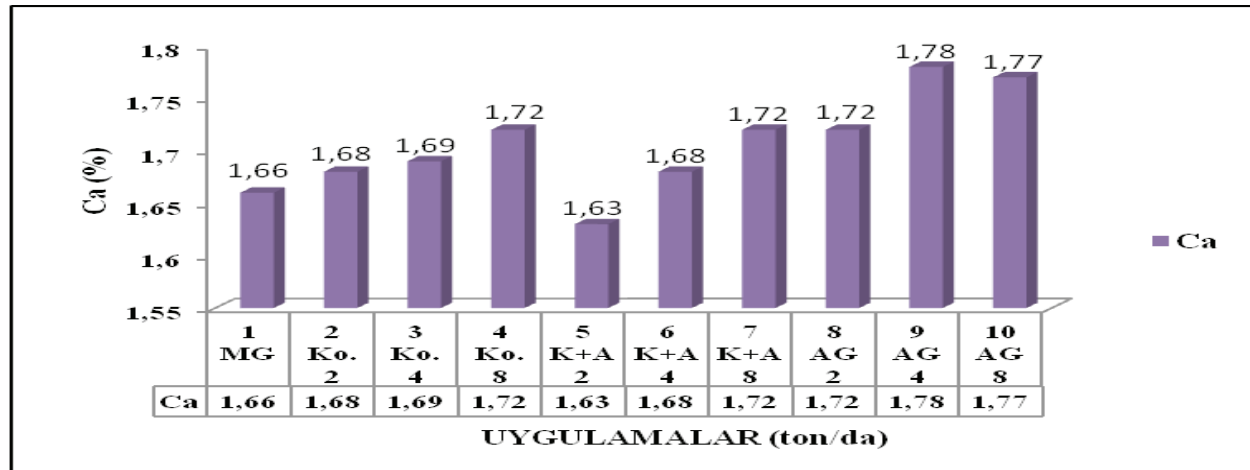
Şekil 4. Uygulamalarını fasulye bitkisinin toplam fosfor (%) içeriği üzerine etkisi

Figure 4. The effect of applications of compost and farmyard manure on the content of total P (%) of bean plant



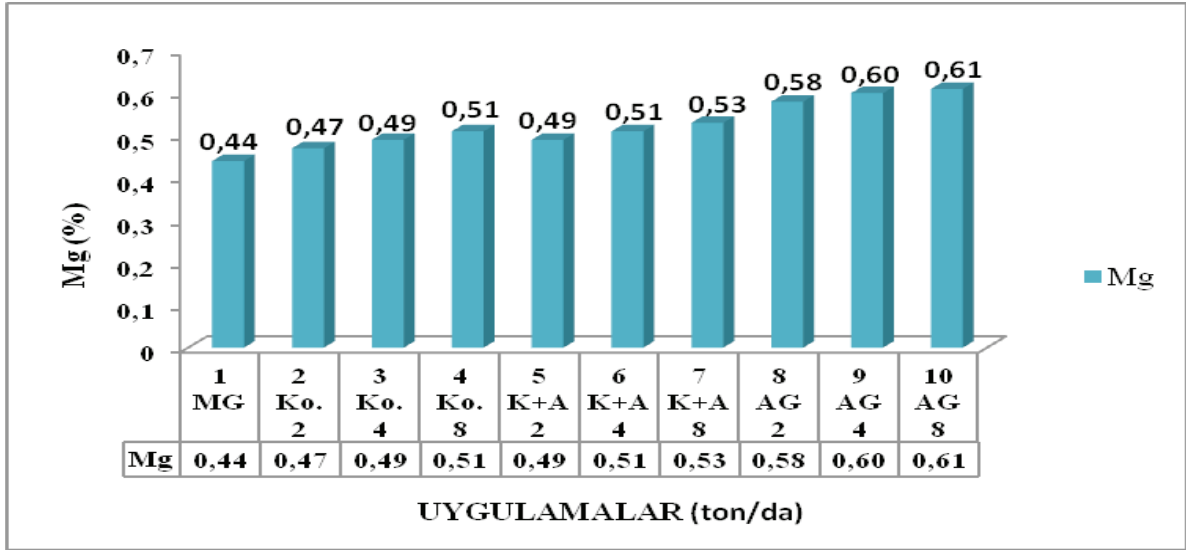
Şekil 5. Uygulamalarını fasulye bitkisinin toplam potasyum (%) içeriği üzerine etkisi

Figure 5. The effect of applications of compost and farmyard manure on the content of total K (%) of bean plant



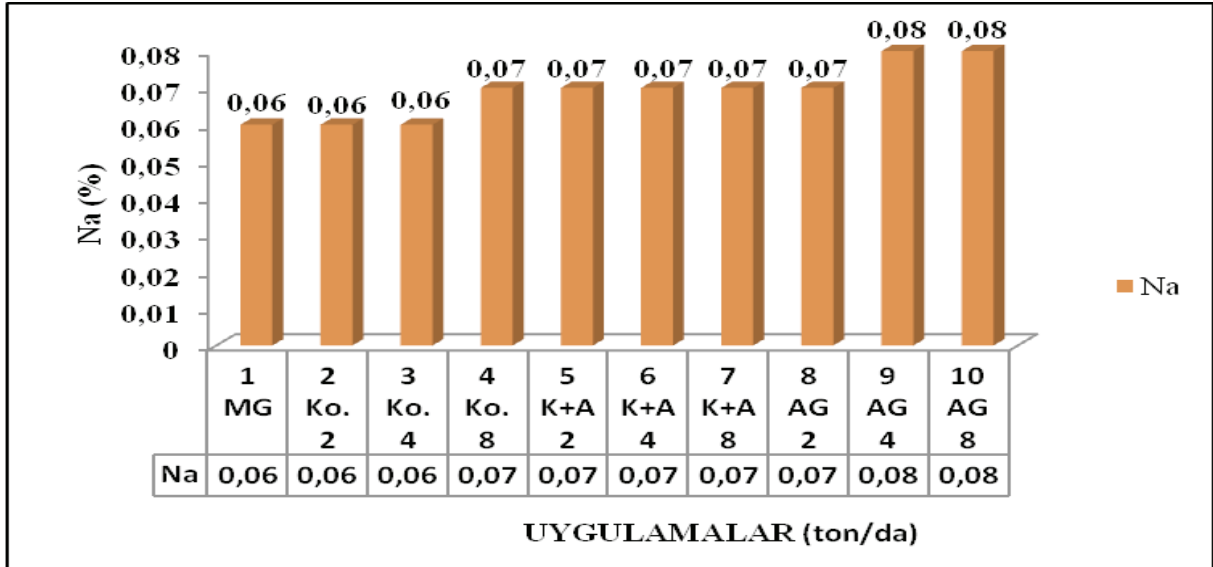
Şekil 6. Uygulamalarını fasulye bitkisinin toplam kalsiyum (%) içeriği üzerine etkisi

Figure 6. The effect of applications of compost and farmyard manure on the content of total Ca (%) of bean plant



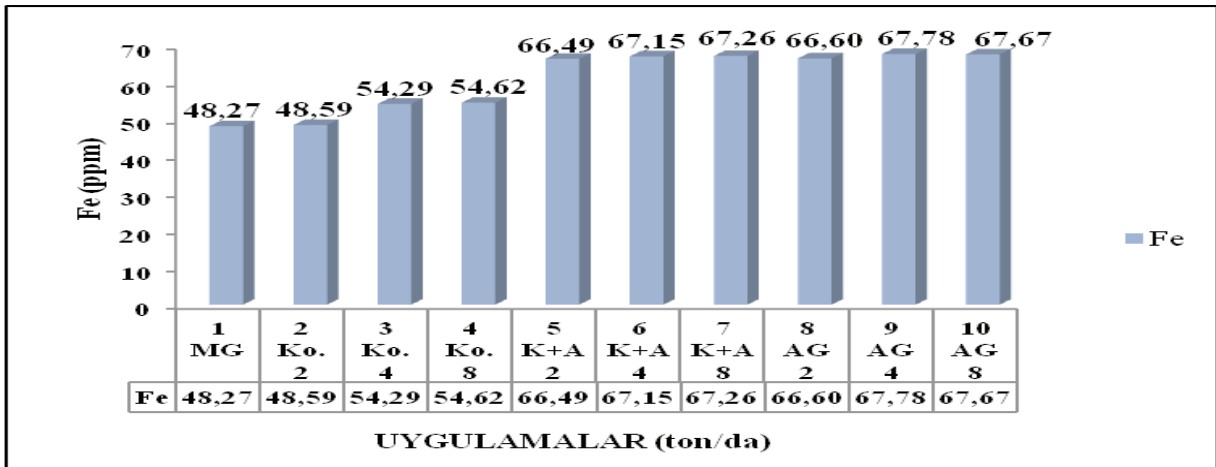
Şekil 7. Uygulamalarını fasulye bitkisinin toplam magnezyum (%) içeriği üzerine etkisi

Figure 7. The effect of applications of compost and farmyard manure on the content of total Mg (%) of bean plant



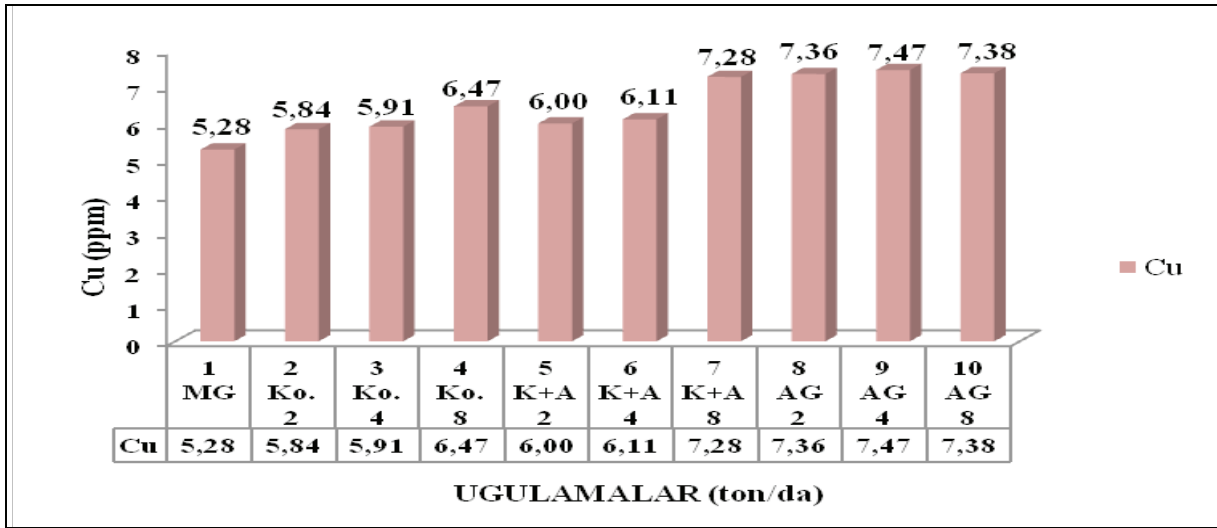
Şekil 8. Uygulamalarını fasulye bitkisinin toplam sodyum (%) içeriği üzerine etkisi

Figure 8. The effect of applications of compost and farmyard manure on the content of total Na (%) of bean plant



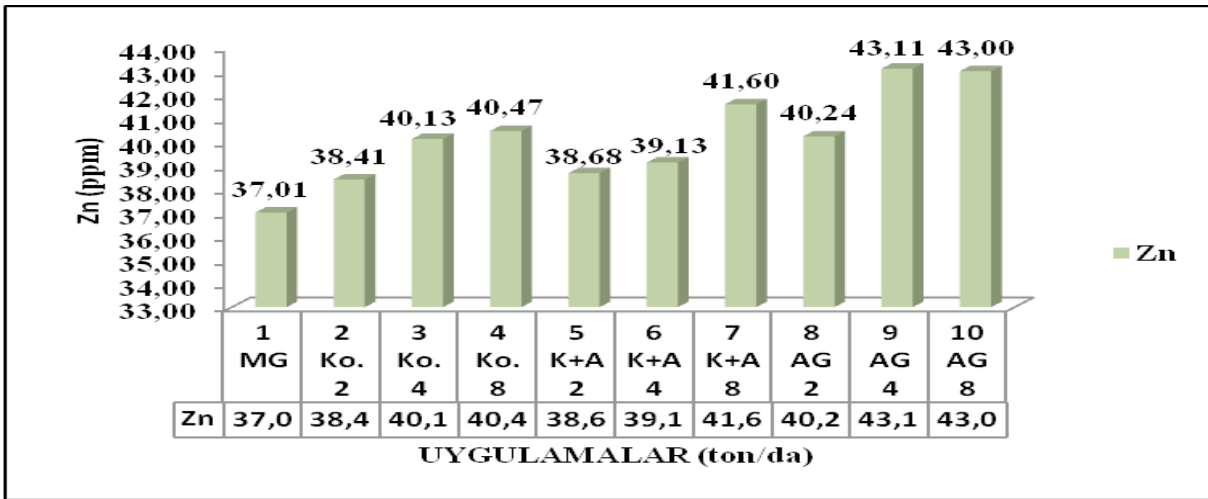
Şekil 9. Uygulamalarını fasulye bitkisinin toplam demir (ppm) içeriği üzerine etkisi

Figure 9. The effect of applications of compost and farmyard manure on the content of total Fe (ppm) of bean plant



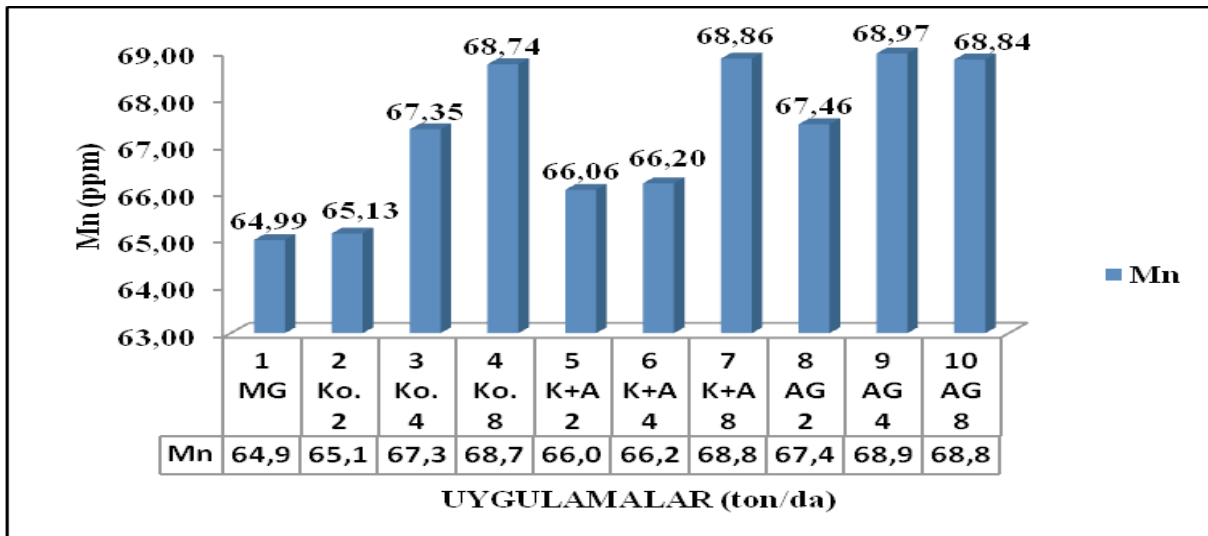
Şekil 10. Uygulamalarını fasulye bitkisinin toplam bakır (ppm) içeriği üzerine etkisi

Figure 10. The effect of applications of compost and farmyard manure on the content of total Cu (ppm) of bean plant



Şekil 11. Uygulamalarını fasulye bitkisinin toplam çinko (ppm) içeriği üzerine etkisi

Figure 11. The effect of applications of compost and farmyard manure on the content of total Zn (ppm) of bean plant



Şekil 12. Uygulamalarını fasulye bitkisinin toplam mangan (ppm) içeriği üzerine etkisi

Figure 12. The effect of applications of compost and farmyard manure on the content of total Mn (ppm) of bean plant

ton da⁻¹ ahır gübresi uygulamasından; en yüksek toplam Ca, Fe, Cu, Zn ve Mn içerikleri ise 4 ton da⁻¹ ahır gübresi uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 5; Şekil 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12).

Serada saksı denemesi şeklinde fasulye bitkisine farklı dozlarda kompost, kompost+ahır gübresi ve ahır gübresinin uygulandığı araştırma sonucunda uygulamaların ve uygulama dozlarının fasulye bitkisinin makro ve mikro besin maddesi içeriğini kontrole göre arttırdığı fasulye bitkisi yapraklarındaki toplam azot, potasyum, demir, bakır ve çinko içeriklerindeki bu artışın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca uygulamaların fasulye bitkisinin kuru madde içeriği üzerine ve saksı verimi üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular birçok araştırmacının bu yönde bulunduğu sonuçlarla benzerlik göstermekte ve uyum içinde bulunmaktadır.

Ahır gübresi, içerisinde terkinde bulunan azot, fosfor ve potasyum gibi bitki besin elementleri toprağı besin maddelerince zenginleştirir; toprağı humus vererek de toprağı islah eder. Ahır gübresi, toprağın işlenmesini kolaylaştırır; toprağın su tutma kabiliyetini ve havalanmasını artırır. Genel olarak mahsul artışında gübre faktörü, %40 gibi bir artış sağlar. Dekara verilen iki ton iyi ahır gübresiyle, toprağı 10 kg azot, 5 kg fosfor, 11 kg potasyum verilmiş olur (Erekul ve Elmer, 2004).

Brohi vd., (1995)'a göre organik madde, topraktaki makro ve mikro bitki besin elementlerinin doğrudan kaynağıdır. Yani, topraktaki azotun %99'undan fazlası, fosforun %33-37'si, kükürdün %75'i toprak organik maddesinde bulunduğundan, bitkilerin besin maddesi ihtiyaçlarının önemli kısmını karşılar. Bunun yanında, P, Fe, Mn, Ca, K, Mg elementlerinin yararlılıklarını artırır.

Neil ve Robinson (2001), mısır bitkisinde gübresiz, kimyasal gübre, çiftlik ve tavuk gübresinin kullanıldığı bir denemede (tüm uygulamalar 22,4 kg N da⁻¹) çiftlik gübresi uygulanan parsellerden tane verimi yönünden daha iyi sonuç aldıklarını ifade etmişlerdir.

Warman ve Havard (1998), kimyasal ve organik (farklı kaynaklı kompost gübreler) gübrelerin mısırdaki tane verimine etkisini incelemişlerdir. 3 yıllık çalışma sonucu organik gübreler ile toprakta C, N, P₂O₅ ve K₂O artış sağlanırken, kimyasal gübre uygulamasından daha yüksek verim elde edilmiştir.

Kompost, kompost+ahır gübresi ve ahır gübresinin farklı dozlarının uygulandığı serada saksı denemesi şeklinde yürütülen çalışmada fasulye ve mısır bitkisi yapraklarının besin maddesi (toplam N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn) içerikleri birçok araştırmacı tarafından bu iki bitki için önerilen referans değerlerle uyum içinde olduğu bitkilerin mineral beslenmesi açısından herhangi bir sorunun olmadığı belirlenmiştir (Reuter ve Robinson, 1986; Jones vd., 1991; Bergmann, 1992; Alpaslan vd., 1998).

Wong vd., (1999) Hong Kong'da organik tarım çerçevesinde toprağı farklı miktarda (0, 10, 25, 50 ve 75 ton ha⁻¹) ahır gübresi uyguladıkları bir denemede, ahır gübresi ilavesiyle toplam organik madde, makro (N, P, Mg, Na, Ca ve K) ve mikro (Cu, Zn ve Mn) besin elementlerinde bir artış gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Brown vd., (1993) tarafından yapılan bir çalışmada, Alabama'da 2 farklı bölgede (Sand Mountain ve Cullman) ve 2 farklı mevsimde (ilkbahar ve sonbahar) yetiştirilen fasulye bitkilerinin ürün miktarı ile yaprakların besin elementi konsantrasyonu üzerine tavuk gübresinin (TG) etkisi araştırılmıştır. Tavuk gübresi 3 farklı dozda uygulanmış, karşılaştırma yapabilmek amacıyla da ticari gübre uygulaması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ilkbaharda Sand Mountain bölgesinde yetiştirilen fasulye bitkileri ürün miktarı 19 ton ha⁻¹ TG uygulaması ile en yüksek değerine ulaşmıştır. Sand Mountain bölgesinde ilkbaharda yetiştirilen bitki yapraklarının N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn konsantrasyonları artan TG uygulamalarıyla artış göstermiştir. Sonbaharda ise N, K ve Zn artış gösterirken, P, Mg, Fe ve Mn azalmıştır. Cullman bölgesinde ilkbaharda yetiştirilen bitki yapraklarının N, P, K, Ca, Mg, Fe ve Zn konsantrasyonları artan TG dozlarıyla artarken, Mn konsantrasyonu azalmıştır.

Kocabaş vd., (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, tavuk gübresi, koyun gübresi ve sığır gübresi gibi çeşitli hayvansal gübreler ile bu gübrelerin kombinasyonlarının adaçayı bitkisinin (*Salvia fruticosa* Mill.) uçucu yağ oranı ve bitki besin elementi konsantrasyonu üzerine etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre organik gübre uygulamalarıyla, adaçayı bitkisinin uçucu yağ içeriği ve bitkinin N, P, K konsantrasyonları arasında pozitif yönde bir ilişki elde edilmişken, Ca ve Mg konsantrasyonları arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir. Adaçayı bitkisinde en

yüksek N konsantrasyonu ve uçucu yağ oranı TG+KG kombinasyonundan elde edilmiştir. P konsantrasyonu üzerine KG+SG uygulaması, K konsantrasyonu üzerine de TG uygulaması etkili olmuştur.

Diver vd., (1995)'a göre, organik domates yetiştiriciliği yapılan alanlara her yıl 1,25-2,5 ton/da¹ kompost ile 2,5-3,75 ton da¹ ahır gübresinin, dikim öncesi erken ilkbahar yada sonbaharda uygulanması tavsiye edilmiştir. Ayrıca, bitkinin ihtiyaç duyduğu toplam azotun tabana ve meyveler olgunlaşmadan önce olmak üzere ikiye bölünerek verilmesi gerektiğine işaret edilmiştir.

SONUÇLAR

Kireç kapsamı yüksek, organik maddesi düşük ve alınabilir besin maddesi yönünden sorunlu bulunan topraklara, organik kaynaklı materyallerin ilavesi ile bitki besin elementlerinin alınabilirliği artırılabilir. Bu nedenle bitkisel üretimde ekonomik, kaliteli ve maksimum verimin elde edilebilmesi, çevre kirliliği riskinin ise en az düzeyde tutulabilmesi ve toprak verimliliğinin sürdürülebilirliği açısından organik gübre uygulamaları veya toprağa organik materyallerin ilave edilmesi son derece önemlidir.

Tarımda başarılı olmanın en önemli koşulu toprakların organik madde içeriklerini arttırmak ve bunun da sürdürülebilirliğini korumaktır. Bu nedenle bitkisel ve hayvansal kökenli materyallerin usulüne uygun şekilde olgunlaştırılıp organik gübreye dönüştürülmesi ve tarımda kullanılması sağlanmalıdır. Organik gübreler; bitki besin maddelerini bünyesinde organik bileşikler halinde bulunduran, asıl amacı toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini düzelterek bitki besin maddesi alımını kolaylaştıran gübreler olarak tanımlanmaktadır. Çiftliklerden, endüstriyel kuruluşlardan ve kentsel yerleşim alanlarından gelen birçok organik atık ürünleri etkili bir şekilde kompostlaştırılarak ve oldukça büyük miktarları arzu edilen hacimlere küçültülerek kullanılmaktadır.

Organik madde içeriği düşük ve sorunlu olan topraklara kimyasal gübreleme ile birlikte çiftlik gübresi veya kompost uygulamasının yada her ikisinin miktar olarak yarıya yarıya kullanımının fasulye bitkisinin verim miktarı ve beslenmesi üzerine önemli katkılar sağladığı belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda kompost ve ahır gübresi uygulamalarının fasulye bitkisinin kuru madde

miktarı, verim, toplam N, K, Fe, Cu ve Zn besin elementi içeriklerine etkisi istatistiki yönden önemli bulunmuştur. Uygulamaların etkinliği Ahır gübresi>Kompost+ahır gübresi>kompost şeklinde belirlenmiş, en yüksek değerler genellikle dekara 8 ton (8 ton da¹ Kompost; 4 ton da¹ Kompost+4 ton da¹ Ahır gübresi; 8 ton da¹ Ahır gübresi) uygulamalarında elde edilmiştir. Kontrol uygulaması ise en düşük değerlere sahip uygulama olarak belirlenmiştir. Çeşitli sorunlara sahip olan topraklarda yapılan bitkisel üretimde mineral gübre ile birlikte organik gübre uygulamalarının verim ve beslenmeyi olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Çiftlik gübresinin bulunmadığı veya miktar olarak az bulunduğu durumlarda bitkisel atıkların kompost haline getirilerek değerlendirilmesi yanında miktar olarak az olan çiftlik gübresine takviye olarak kullanımının toprakların organik madde içeriğini yükselttiği, bitkinin verim ve beslenmesi üzerine önemli etkisinin olacağı bu araştırma sonucunda da saptanmıştır.

Sonuç olarak, verim ve beslenme açısından en yüksek değerleri gösteren ahır gübresi, kompost ve 1/2kompost+1/2ahır gübresi (8 ton da¹) uygulamasının kireçli alkalın topraklarda fasulye yetiştiriciliği yapan üreticilere hem verimi artırması bakımından ve hem de toprakların fizikokimyasal özelliklerini iyileştirmesi bakımından önerilebileceği saptanmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenen 2009-ZRF067 nolu proje verilerinden yararlanılarak yapılmıştır. Bize çalışma olanağı sağlayan Ege Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Açıkgöz N, Akbaş M E, Özcan K, Moghaddam A F (1994). Tarımsal Araştırmaların Değerlendirilmesi için PC Paketi TARİST, Tarla Bitkileri Kongresi 25-29 Nisan 1994. E.Ü.Ziraat Fakültesi Bornova-İzmir.

Alpaslan M, Güneş A, İnal A (1998). Deneme Tekniği. A.Ü.Z.F. Yay. No: 1501, Ders Kitabı No: 455, Ankara

Bergmann W (1992). Ernährungstörungen bei Kulturpflanzen. Gustav Fischer Verlag

Brohi, A, Aydeniz A, Karaman M R 1995. Toprak Verimliliği, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:5, Kitaplar Serisi:5, Tokat, 1995.

Brown J E, Gilliam C H, Shumack R L (1993). Commercial snap bean response to fertilization with broiler litter. HortScience. Vol. 28, pp. 29-31.

Diver S, Kepper G, Born H (1995). Organic tomato production, ATTRA, Appropriate Technology Transfer for Rural Areas, Arkansas, PO Box. 3657, USA, 1-23.

Ereku O, Elmer F, (2004). Uzun Süre Organik ve Mineral Gübre Kullanımının Toprağın Organik Maddesi ve Bazı Kültür Bitkilerinin Verimine Etkisi. 3. Ulusal Gübre Kongresi, s:821-827, Tokat.

Fallahia E, Fallahia B, Seyedbagherib M (2006). Influence of humic substances and nitrogen on yield, fruit quality and leaf mineral elements on 'Early Spur Rome' Apple. Journal of Plant Nutrition, 29(10):1819-1833.

Haynes R J, Naidu R (1998). Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physial condition: A Review. Nutr. Cycl. Agroecosys. Vol. 51, pp. 123-137.

Jackson M L (1962). Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.D., U.S.A. pp:27-28.

Jones Jr J B, Wolf B, Mills H A (1991). Plant Analysis. Handbook, Micro and Macro Publishing Inc.

Kacar B (1972). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri:II. Bitki Analizleri, A. Ü. Zir. Fak. Yayınları 453, Uygulama Klavuzu 155, A.Ü. Basımevi, Ankara pp:646.

Kacar B, İnal A (2008). Bitki Analizleri. Nobel Yayın No:1241, 892 s.

Karaman M R (2003). Efficiency of iron and humate application in preventing of iron chlorosis on the peach trees. Ankara University, Journal of Agricultural Sciences, 9(1):29-34.

Kocabaş I, Sönmez İ, Kalkan H, Kaplan M (2007). Farklı organik gübrelerin adaçayı (salvia fructicosa mill.)'nın uçucu yağ oranı ve bitki besin maddeleri içeriğine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. Cilt: 20, s. 105-110.

Neill M, Robinson K (2001). NMSU Testing Organic Alternative to Chemical Fertilizers. New Mexica State University Research Bulletins. 6:2194:2001.

Reuter D J, Robinson J B (1986). Plant Analysis, An Interpretation Manual, National Library of Australia, Inkata Pres, Melbourne, Sydney-Avustraliya, 159-161 pp.

Warman P R, Havard K A (1998). Yield Vitamin and Mineral Contents of Organically and Conventionally Grown Potatoes and Sweet Corn. Agriculture, Ecosystem&Envirnvan Volume:68. 207-216.

Eskişehir Koşullarında Damla Sulama İle Sulanan Şekerpancarında “Su Verim İlişkileri, Su Tüketimi ve Su Kullanım Etkinliği”

Demet UYGAN*

Geçit Kuşacağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Eskişehir

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

DOI: 10.21657/topraksu.338303

Öz

Eskişehir koşullarında, 2009 yılında yapılan bu araştırmada, damla sulama ile sulanan şekerpancarında, A sınıfı buharlaşma kabından olan birikimli buharlaşma değerlerinin; 0,40; 0,60; 0,80; 1,00; 1,20 katları (Kpc) sulama konuları olarak uygulanmıştır. En yüksek verim (12,7 t da⁻¹); 1,00 Kpc katsayısının uygulandığı deneme konusundan elde edilmiştir. Şekerpancarı verimi; iklim değişimi, deneme yeri toprak özelliklerine bağlı olarak 6,8-12,7 t da⁻¹ arasında değişmiştir. Konulara göre su kullanım randımanı (WUE) 13,84-18,72 kg da⁻¹ mm; sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ise; 15,75-22,11 kg da⁻¹ mm arasında değişmiştir. En yüksek su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri de sırasıyla aynı konu olan (S3)'de 18,72 ve 22,11 kg da⁻¹ mm olmuştur. Yine en düşük su kullanım randımanı ve sulama suyu kullanım randımanı değerleri de sırasıyla aynı konu olan (S5)'de 13,84 ve 15,75 kg da⁻¹ mm olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Buharlaşma, damla, etkinlik, sulama, şekerpancarı, verim

“Water-Yield Relations, Water Consumption and Water Use Efficiency” of Drip-Irrigated Sugarbeet under Eskisehir Conditions

Abstract

This research was carried out 2009 in Eskişehir. The treatments were different irrigation intervals and 0.40; 0.60; 0.80; 1.00 and 1.20 times (kpc) of accumulated evaporation amounts from Class A Pan. The highest yield (12.7 t da⁻¹) was obtained from the experimental plot of Kpc as a coefficient of 1.00. For this treatment, sugarbeet yield ranged from 6.8 to 12.7 t da⁻¹ depending on the climatological and soil conditions. Water use efficiency (WUE) and Irrigation water use efficiency (IWUE) were found to be between 13.84-18.72 kg da⁻¹ mm and 15.75-22.11 kg da⁻¹ mm, respectively for the treatments studied. The highest water use efficiency and irrigation water use efficiency values were 18.72 and 22.11 kg da⁻¹ mm respectively in the same subject (S3). Again, the lowest water use efficiency and irrigation water use efficiency values were 13.84 and 15.75 kg da⁻¹ mm respectively in the same subject (S5).

Key Words: Evaporation, drop, effectiveness, irrigation, sugar beet, yield

GİRİŞ

Endüstri bitkileri içerisinde şekerpancarı (*Beta vulgaris* L.) önemli bir yere sahiptir. Bugün dünyamızda ticari olarak şeker, şeker kamışı ve şekerpancarından elde edilmektedir.

Şeker insanoğlunun temel besinleri arasında yer alması ve insanlarda özellikle enerji ihtiyacı karşılaması ile beslenmede önemli bir hammadDEDİR.

Kültür bitkileriyle büyüme faktörleri olan su, besin maddesi ve ışık yönünden rekabete giren yabancı otlar; şekerpancarı, kısmen patates, mısır ve birçok sebze başlangıçtaki gelişme hızlarının yavaş ve rekabet kabiliyetlerinin zayıf olması nedeniyle büyük zararlara neden olurlar (Özer vd., 2001).

Dünyada en büyük 7 şeker üretici ülke sıralaması ve ürettikleri şeker miktarları 2015-2016 itibarıyla sırasıyla; Brezilya 34708 bin ton, Hindistan 26330 bin ton, AB 14609 bin ton, Tayland 11215 bin ton, Çin 9752 bin ton, Meksika 5836 bin ton, Avustralya 4681 bin ton'dur (TŞF, 2015).

Türkiye'de ise 290 bin hektar alanda şekerpancarı ekimi yapılmakta ve bu alandan ise 16,5 milyon ton şekerpancarı üretimi yapılmaktadır (TÜİK, 2014).

Tan ve Ökten (2008) şekerpancarı bitkisinin topraktaki nemi tutan, yaprakları vasıtasıyla atmosfere saldırdığı oksijen ile aynı miktardaki bir orman alanından daha fazla miktarda oksijen atmosfere veren bir bitki olduğunu bildirmiştir. Aynı zamanda biyolojik yakıt olarak büyük bir potansiyele sahip olduğunu ve bu yönleriyle çevreci bir bitki olan şekerpancarı, kendinden sonra ekilen ürünlere de daha az girdi (gübre) kullandırmakla kalmayıp %20 oranında verim artışı sağladığını bildirmiştir. Bu bitkinin hem kendisinden sonra ekilen münavebe bitkisinin (Buğday, arpa, mısır, vs.) üretim maliyetlerini düşürmüş hem de toprak ve su kaynaklarının daha az kirlenmesini sağlamış olmaktadır.

Tarımda ekim nöbetinin, planlı üretimin ve sulu tarımın öncüsü olmuş bir bitkidir. İleri tarım tekniğinin bir gereği ve ekim alanlarından azami fayda sağlamak için gerekli münavebeyi ülkemiz tarımına şekerpancarı yerleştirmiştir. Ülkemizde şekerpancarı hammaddesiyle üretilen mamullerin ihracatının artmasıyla birlikte sektörde aktifleşmiştir.

Türkiye'de şekerpancarı, üreticinin entansif tarımla tanışmasında önemlidir. Şekerpancarı özellikle sulama kültürünün oluşmasında ve bu arada tarımın sanayiye entegrasyonunda katkıları bulunan bir bitkidir. Türkiye dünyanın önemli şeker üreticilerinden biridir ve geçmişte bu alanda ihracatta bulunurken, günümüzde ancak kendine yetebilen üretim miktarına sahiptir (Güneş vd., 2000).

Su, yenilenebilir bir kaynak olmasına rağmen aynı zamanda sınırlı olan temel bir ihtiyaç

maddesidir. Nüfus artışı ve sanayide görülen gelişme, su kullanımında sektörler arasında rekabete yol açmaktadır. Sektörler arasında su kullanımında en büyük payı tarım sektörü almaktadır (Çakmak, 2002).

Tarımsal üretimde, en önemli girdilerden birisi sulamadır. Günümüzde, az işçilik ve az enerji kullanımı gerektiren, verim ve kaliteyi artıran damla sulama yönteminin kullanımının önemi her geçen gün artmaktadır. Şekerpancarı üretiminde diğer tarımsal uygulamaların yanında, sulamadan en etkin bir biçimde yararlanmak, verim ve kaliteyi en fazla sağlamak için, damla sulama ile bitkilere verilecek sulama suyunun miktar ve zamanının bilinmesi gerekir. Ülkemizde suyun kullanımı ile ilgili yapılan performans çalışmalarında suyun kullanımında sıkıntılar olduğu bilinmektedir. Bu nedenle de ülkemizde etkin su kullanımına ilişkin neler yapılacağına planlanıp, programlanması gerekmektedir.

Sulama sistemlerinin büyük bir bölümü işletme ve bakım sorunları nedeniyle verimli çalışmamaktadır. Çiftçiler sulamayı genellikle fenolojik gözlemlere göre yapmakta, uygulanan sulama suyu miktarı ve sulama aralığı teknik bir kritere dayanmamaktadır. Su ücretlerinin kullanılan su miktarına göre alınmaması aşırı su kullanımına yol açmaktadır (Uçan, 2000). Bilinçsiz sulamalar ile ortaya çıkan toprağın tuzlaşması ve aşırı su verilmesi sonucu her yıl belirli bir alan ürün alınamaz hale gelmektedir. Bu açıdan toprak ve su kaynaklarının etkin kullanımı ve sulama sistemlerinde performansın değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır (Çakmak, 2002).

MATERYAL VE YÖNTEM

Denemede şekerpancarı bitkisinin Esparanzo çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşit özel sektörün hastalıklara dayanıklı ve birim alandan daha yüksek verim alınabilen çeşidi olarak üreticilerin hizmetine sunulmuştur.

Denemeyi yürüttüğümüz alandaki toprak özelliklerinin belirlenmesi için yapılan laboratuvar analizleri sonuçlarına göre deneme yerinin topraklarının kimyasal özellikleri ne göre pH değerleri bakımından 7,58 – 8,09 ile hafif kalevi özellikte, % tuz olarak 0,095 – 0,164 ile orta derecede tuzlu; kireç içeriği olarak % 8,81 – 10,20 ile yüksek kireçli; organik maddece % 0,45 – 1,21 değerleri ile çok az ve az miktarda bulunmakta

ve fosfor olarak da 6,56 – 55,17 kg da⁻¹ ile yeter miktarda, kullanılabilir potasyum olarak da 95,25 – 130,34 kg da⁻¹ civarındadır. Deneme yerinin 0-120 cm derinliğinden alınan toprak örneklerinin fiziksel özelliklerine göre ise dört derinlikte de killi bir bünyede mevcuttur. Tarla kapasiteleri 38,43-39,90 arasında, solma noktası 27,43-28,78 arasında, hacim ağırlığı 1,05-1,15 arasında değişmektedir.

Denemede sulama derin kuyudan yapılmıştır. Bitkinin büyüme mevsimi boyunca su uygulamalarının yapıldığı derin kuyudan alınan su örneğinin alkaliliği az, orta tuzlu A₁T₂ sınıfındadır.

Deneme konuları A sınıfı buharlaşma kabının oransal yaklaşımları dikkate alınarak oluşturulmuştur. Deneme tesadüf bloklarında üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Deneme konuları; S1= % 40, S2= % 60, S3= % 80, S4= % 100, S5= % 120 olarak belirlenmiştir. Ekim, 45 cm sıra aralığında ve her parselde (2.70 x 10 m= 27 m²) 6 sıra bitki olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Hasat yapılan deneme parseli büyüklüğü 1.80 m x 8 m=14.4 m² 'dir.

Yürütülen Tarımsal İşlemler

Toprak işleme, pullukdahasonrakültüvatorve en son tırmık aleti ile tarla işlenerek gerçekleştirilmiştir.

Ekim mibzerle yapılmıştır. Gübreleme; ekimle birlikte gübrenin ilk yarısı, diğer yarısı da mayısın sonunda atılıp tamamlanmıştır. Sulamalar etkili kök derinliğindeki (0-90 cm) elverişli nemin % 50'si tüketildiğinde yapılmaya başlanmıştır. İlk sulama mevcut nemin tarla kapasitesine getirilecek, diğer sulamalar haftalık ölçülen buharlaşma değerlerine göre sulama suyu hesaplanarak konulara göre uygulanmıştır. Hastalık ve zararlılara karşı mücadeleyi gerektiren durum olmamıştır. Olum dönemi belirlendikten sonra her parsel için deneme biçeri ile yapılmıştır ve tüm gözlemler ve uygulamalar Çizelge 1'de verilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Şekerpancarının tüm konuların su kullanım randımanı hesaplanmış ve Çizelge 2'de verilmiştir. Bu değerler bize bitkinin topraktaki birim miktardaki suyu kullanarak ne kadar miktarda ürün alabileceğini belirlememize yardımcı olacağından, su kullanım randımanı değeri bizim için önem arz etmektedir. Şekerpancarı bitkisinin tüm konular dikkate alındığında su kullanım randımanı değerleri 13,84-18,72 kg/da-mm arasında değişen değerler olarak tespit edilmiştir. Bitki su tüketimi ve sulama suyunun, şekerpancarı verimi ile arasındaki ilişki Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Şekerpancarı denemesinde gözlemler ve uygulamalar (2009)

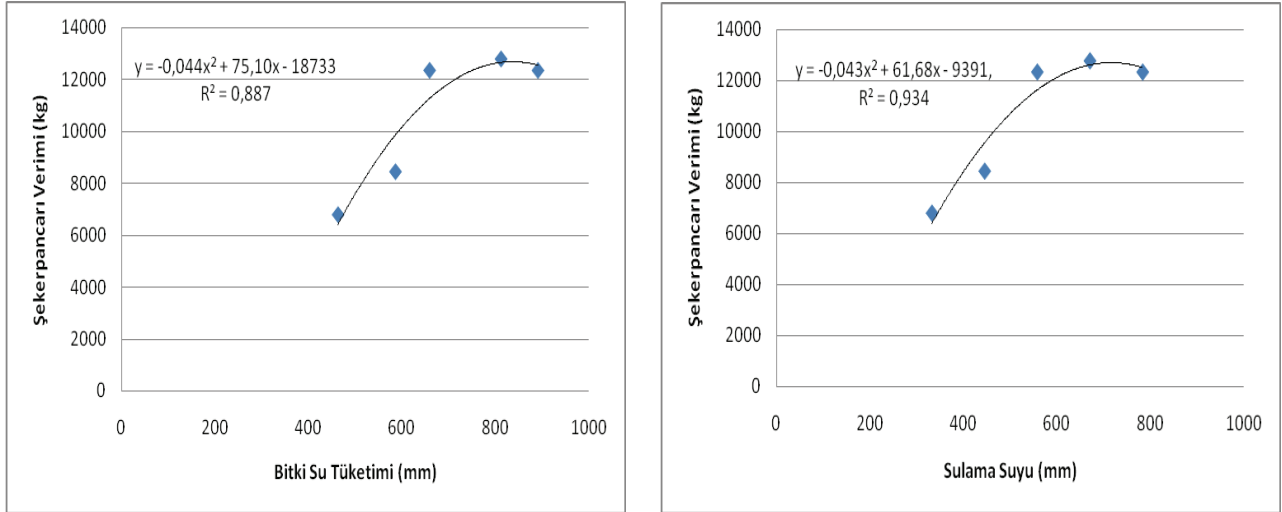
Table 1. Observations and Applications in the Sugar Beet Experiment(2009)

Tarih	Uygulamalar ve Gözlemler
23-25/04/2009	Ekim hazırlıkları(toprak işleme)
03/05/2009	Ekim işlemi yapıldı.
19/05/2009	Çimlenme-çıkış
25/05/2009	üst gübre atılıp 1.çapa
10/06/2009	Üst gübre atılıp 2.çapa
26/06/2009	1. su
03/06/2009	1 hafta aralıklarla sulamalara devam edildi
11/09/2009	Son sulama (ilk suyla birlikte 12 sulama yapıldı)
20/09/2009	Söküm

Çizelge 2. Şekerpancarı Bitkisinin Su Kullanım Randımanı(2009)

Table 2. Water Use Efficiency of Sugar Beet Plant (2009)

Konular	Şekerpancarı verimleri (kg da ⁻¹)	Bitki su tüketimi (mm)	Su kullanım randımanı (kg da ⁻¹ - m)
S1 (%40)	6805,67	463	14,70
S2 (%60)	8451,33	586	14,88
S3 (%80)	12336,7	659	18,72
S4 (%100)	12773,3	812	15,73
S5 (%120)	12333,3	891	13,84



Şekil 1. Bitki su tüketimi ve sulama suyunun, şekerpancarı verimi ile arasındaki ilişki

Figure 1. Relationship between plant water consumption and irrigation water of sugar beet yield

Çizelge 3. Şekerpancarı Bitkisinin Sulama Suyu Kullanım Randımanı(2009)

Table 3. Irrigation water use efficiency of Sugar Beet Plant (2009)

Konular	Şekerpancarı verimleri (kg da ⁻¹)	Sulama suyu (mm)	Sulama suyu kullanım randımanı (kg da ⁻¹ -mm)
S1 (%40)	6805,67	332,92	20,44
S2 (%60)	8451,33	445,38	18,97
S3 (%80)	12336,7	557,84	22,11
S4 (%100)	12773,3	670,3	19,05
S5 (%120)	12333,3	782,76	15,75

Şekerpancarı bitkisinin tüm konular dikkate alındığında sulama suyu kullanım randımanı değerleri de 15,75-22,11 kg/da-mm arasında değiştiği belirlenmiştir. Şekerpancarının sulama suyu kullanım randımanı değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

SONUÇLAR

Araştırma konularının su tüketimleri ile kök verimleri arasındaki karşılıklı değerlendirme sonucunda su üretim fonksiyonları elde edilmiş. Bitki su tüketimi ile şekerpancarı kök verimi arasındaki ilişkiyi tanımlayan regresyon eşitliğine göre 2009 yılında istatistik açıdan % 88 güvenle quadratik bir ilişki söz konusu olduğu belirlenmiştir. Sulama suyu ve şekerpancarı kök verimi arasındaki ilişkiyi tanımlayan regresyon eşitliğine göre 2009 yılında istatistik açıdan % 93 güvenle quadratik bir ilişki söz konusu olduğu belirlenmiştir. Konulara uygulanan sulama suyu arttıkça verimde artmaktadır. En yüksek şekerpancarı kök verimi, Class A Pan'dan olan buharlaşmanın 1,00 katsayısı ile düzeltilerek, diğer bir anlatımla buharlaşmanın tamamı, sulama suyu olarak uygulanması ile elde

edilmiştir. Bu sulama programına göre verim 12773,3 kg da⁻¹, sulama suyu gereksinimi 670,3 mm, su tüketimi ise 812 mm olarak belirlenmiştir.

Su kullanım randımanı olarak en yüksek değere sulama suyunun %80'i uygulanan konu (S3) 18,72 kg/da-mm olmuştur. En düşük su kullanım randımanı değeri de sulama suyu kullanım randımanı ile aynı konu sulama suyunu %120'si uygulanan konu(S5) 13,84 kg/da-mm olmuştur.

Sulama suyu kullanım randımanı olarak en yüksek sulama suyunun % 80'ini uygulanan konusundan (S3) 22,11 kg/da-mm olmuştur. En düşük su kullanım randımanı değerine de sulama suyunun %120'si uygulanan konudan (S5) 15,75 kg/da-mm değeri ile elde edilmiştir.

Su kullanım randımanında da sulama suyu kullanım randımanında da en yüksek ve en düşük oluşan değerler konu olarak benzer özellikler göstermiştir.

Su Kullanım Randımanı nisbi olarak, daha düşük sulama suyu uygulamalarında daha yüksek olmuştur. Buna neden ise, düşük sulama

suyu uygulamasında suya olan yanıtı daha hızlı olmakta, böylece birim suya karşılık verim daha yüksek gerçekleşmektedir. Ancak, su kullanım randımanı maksimum verim elde edilmesinde her zaman tek başına bir gösterge olamaz.

Teşekkür

Çalışma Enstitü arazisinde yürütülmüş olup, GKTAEM-ESKİŞEHİR 'e katkılarından dolayı teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Çakmak B (2002). Kızılırmak Havzası Sulama Birliklerinde Sulama Sistem Performansının Değerlendirilmesi. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi 5(2).

Güneş E, Gün S, Gülçubuk B, Olhan E (2000). Türkiye'de Şeker Politikalarının Şekerpancarı Üretimine Etkileri: Ankara İli Polatlı İlçesi Araştırması. <http://scholar.google.com.tr>, Ankara.

Özer Z, Kadioğlu İ, Önen H, Tursun N (2001). Herboloji (Yabancı Ot Bilimi). GOÜ. Ziraat Fakültesi Yayınları No:20, Kitaplar Serisi No:10, Tokat.

Tan A N, Ökten E (2008). Adapazarı İli ve Çevresi Şekerpancarı Ekiliş Alanlarında *Heterodera Schachtii Schmidt, 1871 (Tylenchida: Heteroderidae)*'in Yayılışı Üzerine Araştırmalar. U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2008, Cilt 22, Sayı 1, 1-8.

TŞF (2015). Türkiye Şeker Fabrikaları, Sektör Raporu. <http://www.turkseker.gov.tr/FaaliyetRaporlari.aspx> 10.11.2016.

TÜİK (2014). www.tuik.gov.tr , 18.12.2014.

Uçan K (2000). Kahramanmaraş Sulaması Alanındaki Çiftçilerin Sulama ve Drenaj Problemleri. K.S.Ü. Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt:3, Sayı:2, s.83-94, Kahramanmaraş.

İklim Değişikliğinin Aydın Yöresinde Toprak Nemi Üzerindeki Etkileri ve SWAP Modeli ile Simülasyonu

Yıldırım KAYAM*¹

Gönül Bilgehan AYDIN²

¹European Commission, Joint Research Center, Ispra, Italy

²Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Aydın, Türkiye

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

DOI: 10.21657/topraksu.338304

Öz

Bu çalışma, küresel ısınmadan kaynaklanan iklim değişikliğinin çevreye olan etkilerinden birisi olan tarımsal alanlardaki toprak nemi üzerine odaklanmıştır. IPCC'nin dördüncü Değerlendirme Raporunda, olası iklim değişikliği senaryoları arasında öncelikli olarak belirtilen A1B iklim projeksiyonuna dayalı olarak, Akdeniz havzasında oluşabilecek iklimsel değişiklikler, Aydın yöresindeki tarımsal alanlardaki toprak nemi ile ilişkilendirilmiştir. Yağış ve sıcaklık başta olmak üzere iklim rejiminin değişmesi, toprakta depolanan nemde ve yerüstü/yer altı su kaynaklarında önemli değişmelere neden olacaktır. Bu çalışmada, iklim senaryoları ve öngörüler ışığında Akdeniz havzasında oluşabilecek değişmelerin toprak nemi üzerindeki etkileri agrohidrolojik bir model ile simule edilmiş, daha sonra gelecekte öngörülen olası değişmelere göre söz konusu model çalıştırılarak senaryo analizleri yapılmıştır. Çalışmada SWAP modeli kullanılmış ve modelin gerektirdiği toprak, iklim ve bitkiye ilişkin veri seti hazırlanarak, yazlık ürün yetiştirme dönemi boyunca Aydın yöresinde yer alan toprak tipi ve katmanlarına göre toprak nem değişimleri tahmin edilmiştir. Senaryo analizlerinden elde edilen sonuçlara göre, sıcaklık artışı ile birlikte topraktan olan buharlaşma ve bitkiden olan terlemenin potansiyel olarak önemli oranda artacağı ve bu talebi karşılamak üzere, yüksek taban suyu olan yörede kapılar yükselme ile bitki kök bölgesine doğru hızlı bir su hareketi olacağı tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aydın, iklim değişikliği, SWAP model, toprak nemi

The Effects of Climate Change on Soil Moisture in Aydın Region and Simulation by SWAP Model

Abstract

This study has focused on soil moisture in agricultural lands which affected by environmental effects of climate change due to global warming. Climatic changes that may occur in the Mediterranean basin based on the A1B climate projection of IPCC which is primarily indicated among possible climate change scenarios in AR4, have been associated with soil moisture in the agricultural areas of Aydın province. The change of climate regime which mainly deal with rainfall and temperature, will cause significant changes for moisture stored in the soil and also for surface and ground water resources. In this study, the effects of climate change on soil moisture were simulated by an agrohydrological model, and then some definitive scenario analysis performed by this model in the light of climate change projections for Mediterranean region. The SWAP model was used with a data set of soil-climate-plant, and the soil moisture was monitored according to soil properties of the layers in a selected area on an alluvial soil in the province of Aydın during the summer cultivation period of the year of 2012. According to the results from scenario analysis, it was estimated that the evaporation from soil and transpiration from plants will increase potentially and there will be a water movement upward from high water table to the root zone to meet this increasing demand.

Key Words: Aydın, climate change, SWAP model, soil moisture

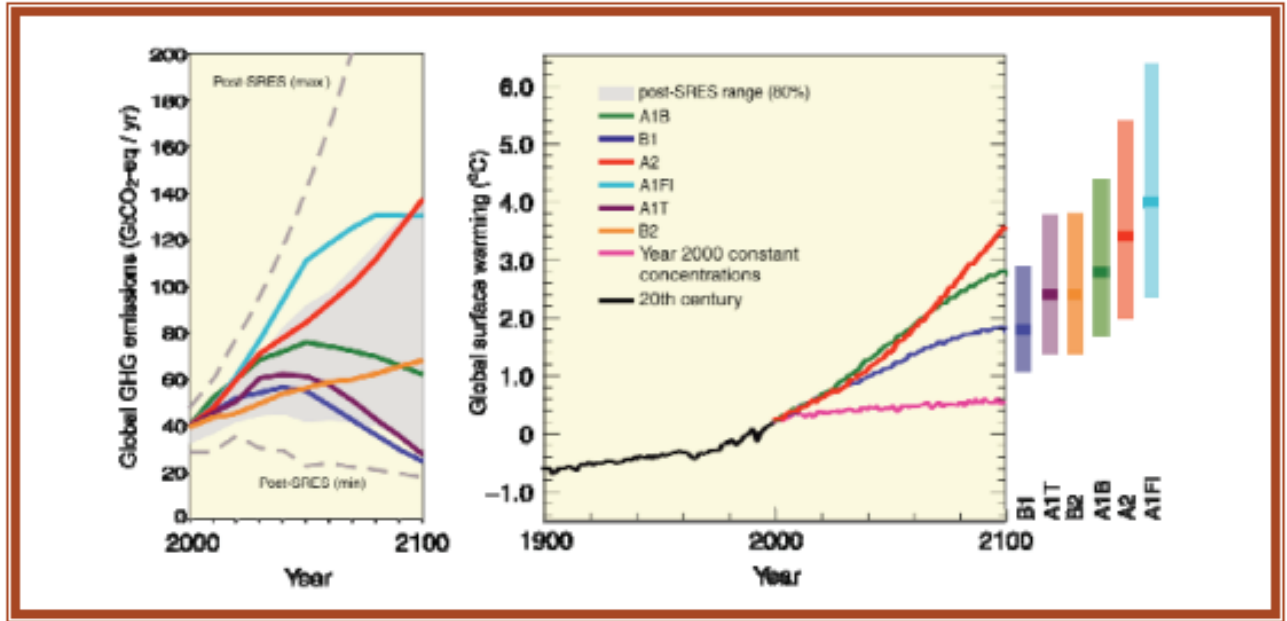
GİRİŞ

Küresel ısınmadan kaynaklanan iklim değişikliğinin, başta yağış ve sıcaklık olmak üzere, küresel ve bölgesel düzeylerde bütün iklimsel parametreleri doğal değişkenliğin ötesinde etkileyeceği ve yeryüzünde binlerce yıldır hüküm süren iklimi ve dolayısıyla hayatı değiştireceği bilim insanları tarafından dile getirilmektedir (2007 yılında dördüncüsü yapılan Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli bünyesinde yayınlanan Bölgesel İklim Projeksiyonları çerçevesinde (Şekil 1), Avrupa ve Akdeniz Bölgesi İklim Projeksiyonlarına ayrılan bölümde uzmanlar tarafından bazı öngörüler yapılmış ve yayınlanmıştır). Buna göre; Avrupa'da yıllık ortalama sıcaklıkların, küresel ortalamadan daha fazla artacağı, Kuzey Avrupa'da ısınmanın daha çok kış mevsiminde, Akdeniz bölgesinde ise yazın oluşacağı bildirilmiştir. Yapılan öngörüler dikkate alındığında, yıllık yağışların muhtemelen kuzey Avrupa'nın çoğu yerinde artacağı, Akdeniz bölgesinde ise azalacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca, Akdeniz bölgesinde yağışlı günlerin sayısında da bir azalmanın olacağı ve yaz mevsiminde oluşacak kuraklık riskinin artacağı farklı senaryolarda dile getirilmiştir (IPCC, 2007a).

Büyük Menderes Havzasının da içerisinde yer aldığı Akdeniz iklim kuşağında oluşacak iklim değişiklikleri sonucunda, özellikle yaz aylarındaki sıcaklık artışı ile birlikte kış yağışlarındaki azalma

ve kuraklık riskinin, tarımsal üretimi doğrudan etkileyeceği tahmin edilmektedir. Bütün bu iklimsel değişimin öncelikle su kaynakları üzerindeki etkileri, farklı yöntem ve teknikler kullanılarak dünyada ve Türkiye'de tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Ancak, iklim değişikliğinin topraktaki etkileri üzerinde yapılan çalışmaların nispeten daha az sayıda ve sera etkisini artıran CO₂ salınımı ile organik ve inorganik karbon döngüsüne yönelik olduğu dikkati çekmektedir. Buna karşın, gerek toprakta karbon döngüsünde birinci derecede etkisi olan organik maddenin parçalanması ile atmosfere taşınan CO₂ miktarı, gerekse bitkisel verimliliğe ve üretim desenine etkisinin oldukça fazla olduğu bilinen toprak nem konusu, hala üzerinde çalışılması gereken en önemli konular arasında yer almaktadır.

İklim değişiklikleri sonucunda gerçekleşmesi olası sıcaklık artışı ve yağış azalması, toprak nem içeriğini doğrudan etkileyen parametrelerdir. Bitki gelişim periyodu boyunca bitki için gerekli nemin toprakta yeterli miktarda bulunması, verim açısından çok önemlidir. Bu nedenle, ülkemizin yılda birden fazla ürün alınan ve yoğun tarım yapılan Büyük Menderes Havzasında yer alan Aydın yöresinde iklim değişikliğinin toprak nem rejimleri üzerine etkilerinin araştırılması büyük önem arz etmektedir.



Şekil 1. GHG emisyonları için (iklim politikalarının uygulanmadığı durumda) 2000'den 2100'e senaryolar ve yüzey sıcaklıkları artışları için projeksiyonlar (IPCC, 2007a)

Figure 1. Scenarios for GHG emissions from 2000 to 2100 (in the absence of additional climate policies) and projections of surface temperatures increases (IPCC, 2007a)

Bu çalışmada, olası bölgesel iklim değişikliği senaryolarına dayalı olarak, Aydın yöresinde örnek bir alanda yağışlar ve sulama uygulamaları ile toprakta depolanan nemdeki değişimler fiziksel bir model kullanılarak incelenmiş ve önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Bu amaçla, olası iklim değişikliği senaryolarına göre toprak nem dengesi ve evapotranspirasyon, toprak ve bitki özellikleri kullanılarak noktasal düzeyde ve amaçlar doğrultusunda analiz edilmiştir.

Konu ile ilgili yapılmış çalışmalar, iklim değişikliği ve toprak nemi modelleme çalışmaları olmak üzere ayrı olarak değerlendirilmiştir.

Kömüşçü (1998), Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki toprak nemi için iklim değişiminin sonuçlarını incelemiştir. Çalışmada, Willmot (1997) tarafından orijinal Thorthwait su dengesi modelinin bilgisayar uygulamalı versiyonu kullanılmıştır. Senaryolar; +2 ve +4 °C sıcaklık artışı ile -%20, -%10, %0, +%10, +%20 yağış değişikliklerinin kombinasyonlarını içermiştir. Isınma senaryolarına dayanarak, % 20 daha fazla yağış durumunun bile toprak nemleri üzerindeki etkisinin sınırlı olduğu, bir başka değişle öngörülen sıcaklık artışlarının evapotranspirasyonu önemli ölçüde artırdığı ve bunun da yaz aylarında toprakta nem açığını artırdığını bildirmiştir.

Robock vd., (2000) toprak neminin dünyadaki iklim sisteminin, özellikle su döngüsü açısından en önemli bileşenlerinden biri olduğunu belirtmişlerdir. Toprak neminin bu denli önemli olmasına karşın, dünyada çok az lokasyonda uzun dönemli ve düzenli olarak ölçüldüğünü bildirmişlerdir.

Kayam vd., (2002a) tarafından yürütülen istatistiksel bir çalışmada, Ege Bölgesinde 1970-1999 yıllarını kapsayan dönemdeki sıcaklık ve yağışlardaki değişimin buğday üretimi üzerindeki etkilerini incelenmiştir. Bu çalışmada, aylık yağışlarda % 5 ve % 10'luk azalmalar ile aylık ortalama sıcaklıklarda +1 °C ve +2 °C'lik artışları içeren dört farklı iklim senaryosu hazırlanmış ve analiz edilmiştir. Buna göre, Nisan ve Mayıs aylarında yağın yağışlarda miktarsal olarak % 5 azalma olduğunda, buğday verimlerinde ortalama 13,1 kg ha⁻¹ ve %10'luk bir azalma olduğunda ise 22,9 kg ha⁻¹lık bir verim azalması meydana gelmiştir.

Kayam vd., (2006) tarafından yürütülen ve Ege Bölgesinde pamukta uzun dönemli istatistiksel

verilerin, araştırma sonuçları ile entegre edilerek yeniden analiz edildiği bir çalışmada, 4 farklı ilde 29 yıllık veriler ile bölgede yürütülen pamuk denemelerine ilişkin 1027 adet parsel sonuçları, iklimin ve toprak koşulları ile çeşit özellikleri de dikkate alınarak pamuk verimleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Modelde, 1969-1970 ile 1989-1999 aralığında toprak nem dengesi zaman serileri ile simüle edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, bir pamuk tarlasındaki mevsimlik su dengesi, bir önceki kış yağışlarından etkilenmekte ve özellikle kurak bir yılı takip eden yağışlı bir yılda bu etki açık olarak görülmektedir.

Şen (2006), iklim değişiminin toprak nemi üzerindeki lokal etkilerinin, yalnızca iklim değişiminin derecesi ile değil, aynı zamanda toprak özellikleri ile de farklılık göstereceğini bildirmiştir.

IDKK (2006), iklim Değişikliğinin Etkilerinin Araştırılması Çalışma Grubu tarafından yazılan çalışma raporunda, "Duyarlılık analizleri, İklim Değişikliğinin Etkileri ve Uyum Önlemleri" değerlendirilmiştir. Özellikle sıcaklık ve yağıştaki değişimlerin Türkiye üzerindeki olası etkileri ele alınarak, yıllık ortalama sıcaklıkların 2050 yılına kadar, yalnız sera gazlarındaki artışlar dikkate alındığında, 1-3 °C arasında; sera gazlarındaki ve sülfat parçacıklarındaki değişimler birlikte dikkate alındığında ise 1-2 °C arasında bir artış olacağı öngörüldüğü bildirilmiştir.

IPCC (2007a), küresel ısınma kaynaklı iklim değişikliğinin Türkiye için en önemli etkisi, çoğu bölgelerde yağışın azalması ile ortaya çıkacak olan kuraklık ve su kaynaklarında azalma şeklinde olacağı bilim adamları tarafından bildirilmektedir. Dördüncüsü yapılan Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin sonuçları 2007 Nisan ayı itibarıyla yayınlanmış bulunmaktadır. Buna göre, Güney Avrupa ve Akdeniz bölgesinde (SEM) önümüzdeki 25-30 yıl içerisinde yağışların mevsimlere göre % 6 ile % 53 arasında azalabileceği öngörülmektedir. Olası iklim değişikliği senaryoları arasında bölgemiz açısından da dikkate alınan A1B senaryosu altında simüle edilen Güney Avrupa ve Akdeniz alanı için ve 1980-1999 aralığından 2080-2099 aralığına kadar yıllık ortalama ısınmanın 2.0 °C'den 5.1 °C'ye kadar değişeceği öngörülmektedir. Bu durumun, en çok su kaynaklarını ve rezervlerini etkileyeceği tahmin edilmiştir.

Kanber vd., (2007) kurak alanlarda küresel ısınmanın neden olduğu iklim değişiminin tarımsal üretim sistemleri üzerine etkilerini araştıran bir projeyi Seyhan havzasında yürütmüşlerdir. Bölgesel model sonuçlarına göre, söz konusu dönemde Seyhan havzasında aylık ortalama sıcaklıkların 3°C artacağı; yıllık yağış miktarında ise %25'lik bir azalma olacağı saptanmıştır. Potansiyel evapotranspirasyonda %14'lük bir artış, buna karşı gerçek evapotranspirasyonda ise, yağışın azalmasına bağlı olarak, %17'lik bir azalışın olacağı kestirilmiştir.

Aydın vd., (2008) Japonya'da geliştirilen bir bölgesel iklim modeli ile 2070'lerde Akdeniz bölgesinde % 46 civarındaki yağış azalmasına dayalı olarak çıplak topraktan olan buharlaşmanın 50 mm kadar düşmesi (% 16,5 azalma) ile gelecekte toprak neminin de azalacağı öngörülmüştür.

İklim değişikliğinin etkileri kapsamında, Türkiye'de tarım sektöründeki etkilere yönelik çalışmaların büyük bölümü yerel ölçekli olmakla birlikte, az sayıda makro ölçekli çalışmalar da yapılmıştır. Yerel düzeydeki çalışmalardan birinde, Trakya Bölgesi'nde (Kırklareli), Buğday bitkisinin karbondioksit ve meteorolojik faktörlerdeki değişimden nasıl etkilenebileceği araştırılmıştır (Çaldağ ve Şaylan, 2005). Araştırmada, bir bitki-iklim modeli kullanılarak iklim değişikliğinin buğday bitkisi üzerine etkileri çalışılmıştır. Kadioğlu ve arkadaşlarının çalışması (2004), iklim değişikliğinin Türkiye'nin su kaynaklarına potansiyel etkilerini içermektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğüne hazırlanmış olan Türkiye'nin 1971-2000 ve 2007 kuraklık haritaları incelendiğinde sıcaklık artışlarına paralel olarak Türkiye'de ciddi anlamda bir kuraklık tehlikesinin bulunduğu ortaya çıkmaktadır. Orta Anadolu ve Ege Bölgesinin de bu kuraklıktan belirgin olarak payını alacağı beklenmektedir (Uğurlu ve Örcen, 2007).

Bastiaansen vd., (1996) tarafından, Hindistan-Haryana bölgesinde son yirmi yıl içinde sulanan alanlarda meydana gelen hızlı artışın, bölgesel su ve tuz bilançosuna ilişkin dengeleri bozduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada su ve tuz dengesi, kısa süreli nem ve eriyik iletim modeli olan SWAP ile analiz edilmiş ve model simülasyonları, Haryana'daki bütün tarımsal iklim bölgeleri için gerçekleştirilmiştir.

Kite ve Droogers (2000) tarafından kaleme alınan bir derleme, gerçek buharlaşma ve

terlemeyi tahmin etmek için 8 farklı yöntemi içeren ve farklı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen araştırmaya genel bir bakış sağlamaktadır. Araştırma, nispeten daha geleneksel yöntemler ile yeni geliştirilen yöntemleri karşılaştırmak için 1998 yaz boyunca Türkiye'nin batısında (Menemen) yürütülmüştür. Denemede SWAP modeli, 1998 yılında 9 aylık bir periyotta bir pamuk tarlası için ve farklı ürünlerin bulunduğu bir vadi tabanı için çalıştırılmıştır.

Droogers (2000), farklı ölçeklerde suyun verimliliğini değerlendirmek amacıyla iki adet havza ölçekli model (WSBM-SLURP) ve bir adet ayrıntılı tarla ölçekli model (SWAP) olarak, Türkiye ve İran'dan iki farklı havzayı karşılaştırmıştır. Ele alınan iki havzanın, iklim ve su yönetimi açısından tamamen farklı yapıya sahip olduğu vurgulanmıştır. Havza ölçeğinde su verimlilik değerleri, İran için 0,45 kg m⁻³ ve Türkiye için ise 0,17 kg m⁻³ bulunmuştur.

Kayam vd., (2002b) tarafından Gediz Havzası Entegre Araştırma Projesi bünyesinde 1998 yılında yürütülen bir çalışmada, sulanan bir alanda topraktaki su dengesine ilişkin bütün bileşenleri analiz etmek amacıyla tek boyutlu bir model (SWAP) kullanılmıştır. Beş farklı ürün ve dört farklı toprak tipi bileşimini içeren alanın, toprak- su dengesi açısından incelendiği çalışmada, kuraklık öncesi dönemde aşırı sulamalar nedeniyle derine sızmaların ve alt akımların meydana geldiği; kurak dönemde ise bu akımın negatif yönde olduğu ve kılcak yükselmelerin bitki kök bölgesine katkıda bulunduğu ortaya konulmuştur.

Droogers ve Van Dam (2002), California, Sacramento havzasında yürütülen ve su kaynakları, gıda ve çevrenin iklim değişikliğine adaptasyonu konulu çalışmada, tarla ölçeğinde SWAP modeli ile analizler ve öngörüler gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları, çeltik verimlerinde A2 iklim senaryosuna göre %50 artış ve B2 senaryosuna göre ise %20 artış beklenebileceğini ortaya koymuştur. Araştırmacılar, bu artışların atmosferdeki CO₂ düzeylerinin artmasından ileri gelebileceğini belirtmişlerdir.

Korkmaz vd., (2009) Ege bölgesinde Menemen Sol Sahil Sulama Sisteminin sekonder ve tersiyer kanal düzeyinde su dağıtım performansını ve agro-hidrolojik su dengesini 2005-2006 yılları için değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada, tarla düzeyinde su dengesine ilişkin bütün bileşenlerin

analiz edilmesi amacıyla tek boyutlu fiziksel bir model olan SWAP benzeşim modeli uygulanmıştır. Bu amaçla belirlenen alanlardaki örnek parsellerde ekimden-hasada kadar olan üretim dönemi boyunca, giren ve çıkan akımlar simüle edilmiş ve toprakta dönemsel su dengesi bileşenleri elde edilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında kurulan pamuk ekili deneme parselinde yürütülmüştür. Deneme alanı Büyük Menderes Nehrinin aktivitesi sonucu oluşmuş alüviyal topraklar üzerinde yer almakta olup, ova topraklarının genel özelliklerini temsil etmektedir.

İklim özellikleri ve toprak profili dikkate alındığında Xerofluent büyük grubunda yer alan deneme alanı toprakları, 0-90 cm toprak profili boyunca horizon esasına göre dört farklı katman içermekte olup, hafif ve orta hafif bir bünyeye sahiptir. 0-90 cm'de toplam yarayıslı nem, 170,6 mm olarak bulunmuştur. Hacim ağırlığı değerleri ise, 1,47 ile 1,65 gr cm⁻³ arasında değişmektedir. Çalışmada oluşturulan gözlem ve test parselinde, verim potansiyeli yüksek ve çirçir randımanı nispeten yüksek olan ve olumsuz çevre koşullarına dayanıklı olan Claudia çeşidi pamuk tohumu kullanılmıştır (Anonim, 2013). Çalışma alanının içerisinde yer aldığı Aydın ilinde, Akdeniz iklimi

hakimdir. Alt bölgeler arasında belirgin bir farklılık görülmeyen ilde, yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağışlıdır. İlde en yüksek sıcaklık Temmuz, en düşük sıcaklık ise Ocak aylarında görülmektedir. Yıllık sıcaklık ortalaması 17,6 °C'dir. Araştırma alanının çok yıllık yağış ortalaması 619,8 mm olup, en fazla yağış verisi Aralık ayında ölçülmüştür. (DMI, 2012).

Çalışmada, ülkelerin ekonomik gelişmelerine dayalı sera gazı emisyonlarına bağlı olarak oluşturulan iklim değişimi senaryoları çerçevesinde, IPCC 2007 raporlarında öncelikli olarak belirtilen A1B'e dayalı bölgesel iklim projeksiyonu temel alınmıştır. Buna göre projeksiyonlar, 1980-1999 aralığından 2080-2099 aralığına kadar Güney Avrupa - Akdeniz bölgesi (SEM) için bir Çoklu Model Veri Seti (MMD) içerisindeki 21 adet küresel modeli kapsayan öngörülere dayanılarak oluşturulmuştur. Çizelge 1'de gösterildiği gibi bu set içerisindeki modellerin küresel ısınmaya verdikleri tepkiler, sıcaklık ve yağıştaki olası değişimler olarak maksimum, minimum, medyan ile %25'lik ve %75'lik çeyrekler şeklinde gösterilmiştir. Buna göre, Güney Avrupa ve Akdeniz bölgesi için sıcaklık öngörülere yıllık ortalama olarak 2,2 C°'den 5,1 C°'ye ve yağıştaki azalmalar ise %4'ten %27'ye kadar bir değişiklik göstermiştir. Negatif işaretli değerler % azalma olarak ifade edilmiş, ekstrem sezonların oranı ise, 21 modelin en az 14'ü önemli çıktığında yüzdesel

Çizelge 1. A1B senaryosu için 21 küresel modelden gelen sıcaklık ve yağış öngörülerinin Kuzey Avrupa ve Güney Avrupa / Akdeniz bölgeleri düzeyinde mevsimlik ortalamaları (IPCC, 2007b)

Table 1. Regional averages of temperature and precipitation projections for North Europe and South Europe/Mediterranean from a set of 21 global models for the A1B scenario (IPCC, 2007b)

Bölge	Ay Mevsim	Sıcaklık Tepkileri (C°)						Yağış Tepkileri (C°)						Ekstrem sezonlar (%)		
		Min	25	50	75	Maks	Tyil	Min	25	50	75	Maks	Tyil	İllik	Nemli	Kuru
AVRUPA																
Kuzey Av. 40N, 10W ve 75N, 40E arasında	AOŞ	2,6	3,6	4,3	5,5	8,2	40	9	13	15	22	25	50	82	43	0
	MNM	2,1	2,4	3,1	4,3	5,3	35	0	8	12	15	21	60	79	28	2
	HTA	1,4	1,9	2,7	3,3	5,0	25	-21	-5	2	7	16		88	11	
	EEK	1,9	2,6	2,9	4,2	5,4	30	-5	4	8	11	13	80	87	20	2
	Yıllık	2,3	2,7	3,2	4,5	5,3	25	0	6	9	11	16	45	96	48	2
Güney Av. ve Akdeniz 30N, 10W ve 48N, 40E arasında	AOŞ	1,7	2,5	2,6	3,3	4,6	25	-16	-10	-6	-1	6	>100	93	3	12
	MNM	2,0	3,0	3,2	3,5	4,5	20	-24	-17	-16	-8	-2	60	98	1	31
	HTA	2,7	3,7	4,1	5,0	6,5	15	-53	-35	-24	-14	-3	55	100	1	42
	EEK	2,3	2,8	3,3	4,0	5,2	15	-29	-15	-12	-9	-2	90	100	1	21
	Yıllık	2,2	3,0	3,5	4,0	5,1	15	-27	-16	-12	-9	-4	45	100	0	46

bir değer almıştır (IPCC, 2007b).

Bu çalışmada, Çizelge 2, 3 ve 4'te gösterildiği şekliyle 3 adet senaryo Aydın bölgesi için yukarıdaki çizelgeye dayanılarak oluşturulmuştur. Buna göre, bölgedeki mevsimsel sıcaklık ve yağış değişimleri, (ekstrem sezonlar da dikkate alınarak ve bağımsız olarak) en çok, en az ve orta düzeyli tepkiler olarak senaryo analizine girmiş, dağılımda %25'lik ve %75'lik çeyreklere ilişkin değerler ise senaryo oluşumuna dahil edilmemiştir. Söz konusu iklim değişimi senaryoları çerçevesinde yağış ve sıcaklık öngörülerini, yöre için henüz ölçek küçültücü bir model bulunmaması nedeniyle aylık bazda mevsimsel olarak çalışılmıştır. Yalnızca Senaryo 3 için iki varsayım dikkate alınmıştır; mevcut iklimsel öngörüler ışığında taban suyunun yörede öngörülen düzeyde var olduğu (Senaryo 3a) ve taban suyunun olmadığı (veya çok derinde) serbest drenajın söz konusu olduğu (Senaryo 3b) duruma göre analiz yapılmıştır.

Deneme alanı topraklarından horizon esasına göre alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak

örneklerinde toprak bünyesi, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası gibi analizler (Tüzüner, 1990) yapılmıştır. Ayrıca, doymun ve doymun olmayan koşullarda hidrolik iletkenlik ve farklı hidrolik yüklerde toprak nem düzeyleri gibi hidrolik özellikler pedotransfer fonksiyonları kullanılarak modelleme yolu ile tahmin edilmiştir (Van Genuchten, 1980). Deneme parselinde her sulama öncesi ve yaklaşık on günlük aralıklarla nem izlemesi ve taban suyu gözlemleri yapılmıştır. Toprak nem düzeyleri; araziden horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde nemli toprak ağırlığından 105°C'de etüvde kurutulmuş toprak ağırlığının çıkarılmasından, gravimetrik olarak saptanmıştır. Taban suyu düzeyleri ise, gözlem alanının yakınına çakılmış olan bir taban suyu gözlem kuyusu (piyozometre) ile elde edilmiştir. Bitki veri seti ile ilgili olarak yetiştirme dönemi uzunluğu; pamukta ekim tarihinden ilk hasat tarihine kadar olan uzunluk (gün), bitki boyu; ilk kotiledon yaprak boğumundan büyüme noktasına kadar olan yükseklik (m) olarak ve toprağı kaplama oranı; pamuk gelişme dönemlerine

Çizelge 2. Projede Senaryo 1 için temel alınan Çoklu Model Veri Setine göre en az etki olasılıklı öngörüler

Table 2. The projections for Scenario 1 based on the minimum responses according to Multi Model Dataset

Mevsimler ve Aylar	Sıcaklıkta değişimler (°C)	Yağışta değişimler (%)
Kış (Aralık-Ocak-Şubat)	1,7	6
İlkbahar (Mart-Nisan-Mayıs)	2,0	-2
Yaz (Haziran-Temmuz-Ağustos)	2,7	-3
Sonbahar (Eylül-Ekim-Kasım)	2,3	-2

Çizelge 3. Projede Senaryo 2 için temel alınan ve A1B için oluşturulan Çoklu Model Veri Setine göre orta derecede etki olasılıklı öngörüler

Table 3. The projections for Scenario 2 based on the medium responses according to Multi Model Dataset for A1B

Mevsimler ve Aylar	Sıcaklıkta değişimler (°C)	Yağışta değişimler (%)
Kış (Aralık-Ocak-Şubat)	2,6	-6
İlkbahar (Mart-Nisan-Mayıs)	3,2	-16
Yaz (Haziran-Tem.-Ağustos)	4,1	-24
Sonbahar (Eylül-Ekim-Kasım)	3,3	-12

Çizelge 4. Projede Senaryo 3 için temel alınan ve A1B için oluşturulan Çoklu Model Veri Setine göre en fazla etki olasılıklı öngörüler

Table 4. The projections for Scenario 3 based on the maximum responses according to Multi Model Dataset for A1B

Mevsimler ve Aylar	Sıcaklıkta değişimler (°C)	Yağışta değişimler (%)
Kış (Aralık-Ocak-Şubat)	4,6	-16
İlkbahar (Mart-Nisan-Mayıs)	4,5	-24
Yaz (Haziran-Tem.-Ağustos)	6,5	-53
Sonbahar (Eylül-Ekim-Kasım)	5,2	-29

(FAO, 1998) göre toprağı gölgeleme oranı esas alınarak belirlenmiştir. Bitki kök gelişimi, deneme alanından seçilen örnek bitkilerin kök gelişimi kesit alınarak gözlenmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü alana ait 2012 yılı iklim verileri (maksimum ve minimum sıcaklık, solar radyasyon, nispi nem, rüzgar hızı ve yağış), pamuk gelişme dönemi olan Mayıs-Ekim ayları arasındaki dönem için Adnan Menderes Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yer alan meteoroloji istasyonundan günlük olarak elde edilmiştir. Deneme parseline 1 Mayıs 2012 tarihi itibarıyla pamuk ekimi yapılmış ve gübreleme, çapalama ve sulama uygulamaları yörede yaygın teknikler kullanılarak yürütülmüştür. Sulamalar, yüzey sulama yöntemi ile çiftçi uygulamaları ve bitki gözlemleri dikkate alınarak, toprak nem durumuna göre farklı miktarlarda uygulanmıştır. Pamuk kozalarının %50'si açığında hasat işlemleri gerçekleştirilmiştir. 2012 yılında yürütülen denemeye ilişkin sulamalar, yörede bulunan çiftçilerin uygulama zamanları dikkate alınarak ve sulama miktarları, topraktaki eksik nemin tarla kapasitesine getirilmesi yoluyla yapılmıştır. Senaryo analizlerinde ise, sulamalar yine elverişli nem düzeyleri temel alınarak ve yürütülen denemeye uygun olarak simüle edilmiştir.

Çalışma alanında toprak neminin simülasyonu ve olası iklim değişikliğinin toprak nemi üzerindeki etkilerini inceleyecek olan agrohidrolojik analizler, SWAP modeli kullanılarak yapılmıştır. Model, toprak-bitki-atmosfer bileşik sisteminde su döngüsünü simüle etmek amacıyla kullanılmıştır. Burada bulunan yaklaşımlar, bu çalışmanın esasını oluşturmuş ve elde edilen sonuçlar olası

iklim değişikliğinin toprak nem değişimi ve rejimi üzerindeki etkilerini yorumlama da kullanılmıştır. SWAP modelinde, toprak profilindeki su hareketini tanımlamak için, yer alan Richards denklemi kullanılmaktadır. Richards denkleminin sayısal çözümü, Belmans (1983) tarafından tanımlandığı şekliyle farklı durumlara uyarlanmıştır. SWAP modelinde, tarla düzeyinde toprak heterojenliği ele alınmaktadır. Kullanıcı, model içerisinde çok sayıda ölçüt faktörleri sağlayabilme olanağına sahiptir. Bu faktörler; buharlaşma, toprak profilinin geometrisi, toprağın fiziksel parametreleri, köklenme derinliği, histeresis, sulama programı, toprak yarıklarından geçen akım ve başlangıç nem durumu gibi faktörlerdir. SWAP modelinde yer alan iki farklı bitki modülünden biri olan "Basit Bitki Modülü" kullanılmıştır. Bitki ile ilgili birçok veri, 0 – 2 arasında değişen bitki gelişme dönemlerinin bir fonksiyonu olarak belirtilmiştir (Çizelge 5). Bitki verim tepki etmeni katsayıları, bölgede yürütülen bir çalışma olmaması nedeniyle pamuk için FAO 33 numaralı yayından alınarak, deneme süresince bitki gelişme dönemlerine göre uyarlanmıştır.

SWAP modeli, doymuş koşullara sahip sığ toprak katmanı ile derin yeraltı suyu varlığı arasında farklı seçenekler sunmaktadır. Bu seçenekler, alt katmanlarda basınç yükünü ve akım yönü ile birlikte miktarlarını da tahmin etmede kullanılmaktadır. Ayrıca, önceden tanımlanmış yeraltı su düzeyleri, serbest drenaj ve serbest yanak akımlar gibi farklı seçenekleri de sunmaktadır. Araştırmada, ölçülen taban su düzeyleri -100 cm ile -140 cm arasında değişiklik göstermiş ve modele veri olarak girilmiştir. Çalışmada serbest drenaj seçeneği, yalnızca Senaryo 3 için uygulanmıştır.

Çizelge 5. Pamuk gelişme dönemlerine dayalı gözlemler, ölçümler ve veriler

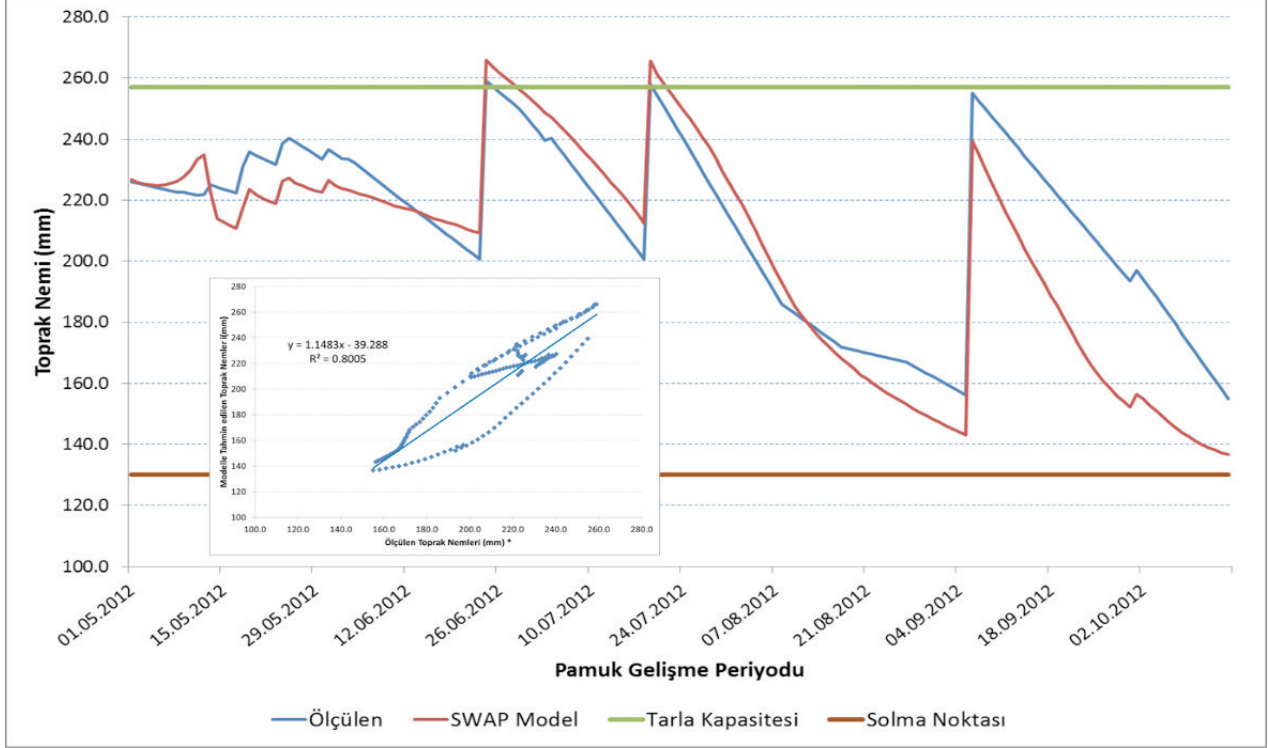
Table 5. The observations, measurements and data based on the growing periods of cotton

Tarih	Bitki Gelişme Dönemleri (0 – 2.0)	Kaplama Oranı (%)	Bitki Yüksekliği (cm)	Kök Gelişimi (cm)	Verim tepki etmeni (ky)
01.05.2012	0,00	0,00	0,00	0,00	-
19.06.2012	0,60	0,10	10,00	8,00	0,20
16.07.2012	0,90	0,35	50,00	10,00	0,20
08.08.2012	1,20	0,65	86,00	20,00	0,50
27.08.2012	1,40	0,90	96,00	25,00	0,75
13.09.2012	1,60	0,97	101,00	45,00	0,75
15.10.2012	2,00	0,93	105,00	60,00	0,25

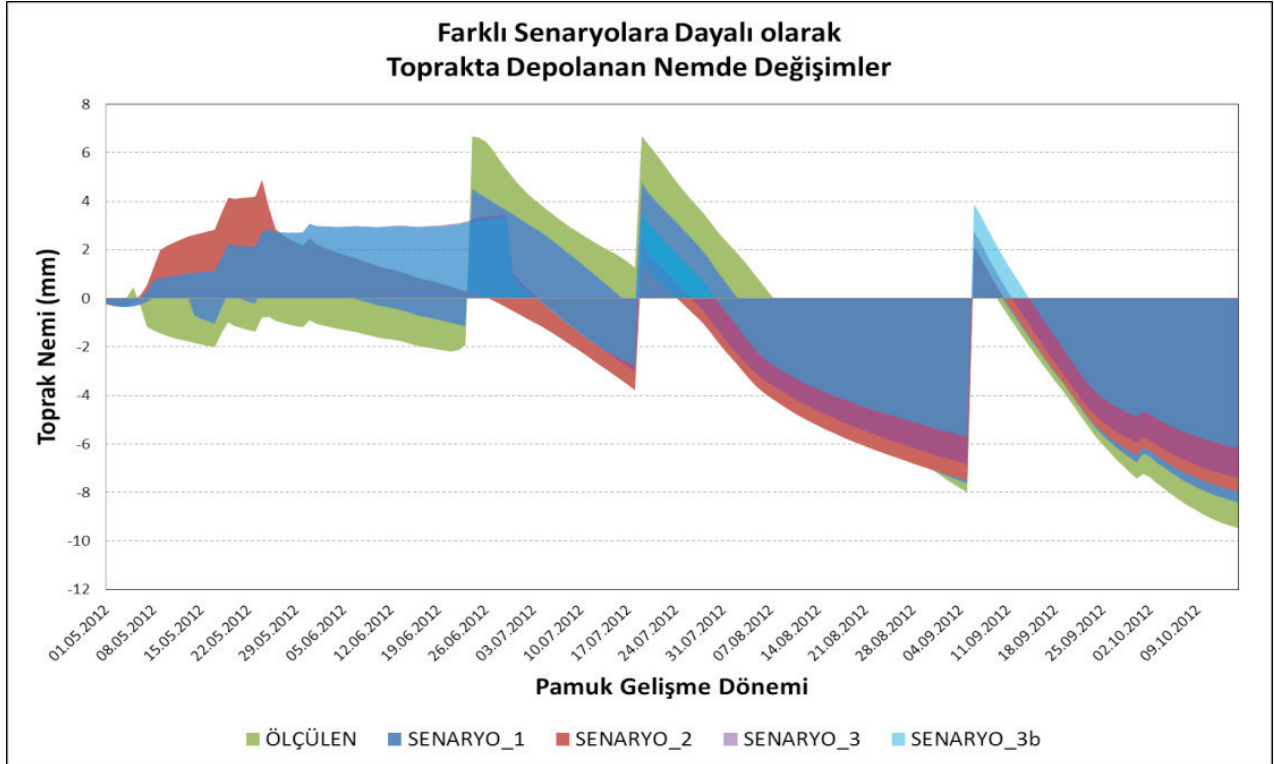
BULGULAR VE TARTIŞMA

Aydın iklim ve toprak koşullarında 2012 yılı pamuk yetiştirme döneminde yürütülen denemede,

toprak nemleri düzenli aralıklarla ve sulamalar öncesi gravimetrik olarak ölçülmüş, nem bütçesi



Şekil 2. Yetiştirme sezonu boyunca ölçülen ve SWAP modeli ile elde edilen toprak nem değerleri
Figure 2. The soil moisture values measured and modelled by SWAP during growing period



Şekil 3. Ölçülen ve senaryolara dayalı modellenmiş toprak nem değişimleri
Figure 3. Soil moisture changes measured and according to modeled scenarios

tekniki ile günlük olarak hesaplanarak Şekil 2'de görüldüğü gibi grafiklendirilmiştir. Deneme parseline ilişkin toprak özellikleri, bitki gelişimi ve iklimsel parametrelere ilişkin veriler kullanılarak çalıştırılan ve temel senaryo olarak adlandırılan model çıktısına dayalı toprak nem grafiği de aynı şekil üzerinde gösterilmiştir. Bu iki eğri incelendiğinde, ölçülerek hesaplanmış toprak nem değerleri ile modelin tahmin ettiği toprak nem değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu görülmüştür.

Yapılan ilişki analizinde regresyon eşitliği; $y = 1,1483x - 39,288$ olarak bulunmuştur. Ölçülen ve tahmin edilen değerler arasında % 80 oranında bir uyum olduğu, korelasyon katsayısının ($r=0,90$) yüksek olması ise, sözü edilen değerler arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

Elde edilen bu sonuca göre, Aydın iklim ve toprak koşullarında farklı senaryo analizleri yapabilmek ve iklimsel değişimin toprak nemi üzerindeki etkilerini öngörebilmek amacıyla SWAP modelinin kullanılabileceği anlaşılmıştır. Model, öngörülen iklim senaryoları çerçevesinde çalıştırılmış ve toprak nem değişimleri Şekil 3'te ve toprak nemi bileşenlerine ilişkin değerler Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Elde edilen bilgilere göre 2012 yılında pamuk yetiştirme dönemi boyunca, yağış ve sulamalarla 0-90 cm toprak profiline 275 mm su girişi olmuş ve sezon içerisinde toplam 47 mm su kök

bölgesinden uzaklaşmış olduğu belirlenmiştir. Yüzey akımın olmadığı deneme parselinde bitki yapraklarının engellemesinden ötürü 1,2 mm su toprağa ulaşamamış, ancak buna karşın buharlaşma ve terleme yoluyla 334,5 mm nem tüketilmiş, bir başka değişle atmosfere buhar halinde transfer olmuştur. Sezon sonu itibarıyla toprak profiline depolanan nemde 107,1 mm'lik bir azalmanın olduğu model çıktılarından anlaşılmaktadır. Yürütülen denemeye ve diğer senaryolara ilişkin su dengesi bileşenleri, Çizelge 6'da dönemsel olarak sunulmuştur. Model çıktıları incelendiğinde; Senaryo 1'de iklim öngörülerine uygun olarak bir miktar azalma olmuş, sulama miktarı değişmemiş ve kök bölgesinden ise 40,2 mm su uzaklaşmıştır. Toprak profiline giren su miktarındaki azalma oranında evapotranspirasyon miktarı da azalmıştır. Senaryo 2 ve Senaryo 3'te sulama sayısının azalması ve yağıştaki öngörülen azalmaya bağlı olarak, giren su miktarı değişmiş, bu durum kök bölgesinden çıkan yani derine süzülen su miktarında da azalmaya neden olmuştur. Model çıktıları incelendiğinde, senaryolara göre giren akımlar arasındaki farklar 6 mm ile 22 mm arasında iken, temel senaryoya göre çıkan akımlarda bu farklar 8 mm ile 55 mm arasında oluşmuştur. Bu durum, toprakta depolanan nemdeki değişimlere de yansımıştır. Sezon başında 100 cm toprak profiline toprak nemi değeri 226 mm olarak hesaplanmış ve diğer senaryo analizlerinde de bu başlangıç değeri esas alınmıştır.

Çizelge 6. Farklı senaryolar için SWAP modeli su dengesi bileşenleri

Table 6. The water balance components from SWAP model for different scenarios

	Senaryo 0	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3a	Senaryo 3b
Giren Akımlar (mm)					
Yağış	55,6	54,4	46,5	40,3	40,3
Sulama	220,0	220,0	160,0	170,0	230,1
Alt Akım	-47,0	-40,2	-6,8	-1,4	-64,0
Toplam	228,6	234,2	200,8	208,9	206,4
Çıkan Akımlar (mm)					
Kesilme	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
Yüzey Akış	0	0	0	0	0
Transpirasyon	260,1	250,3	225,0	214,3	237,2
Evaporasyon	74,4	76,3	68,2	65,9	74,8
Toplam	335,7	327,8	294,4	281,3	313,0
Depolanan nemde değişimler (mm)	-107,1	-93,6	-93,6	-72,4	-106,6

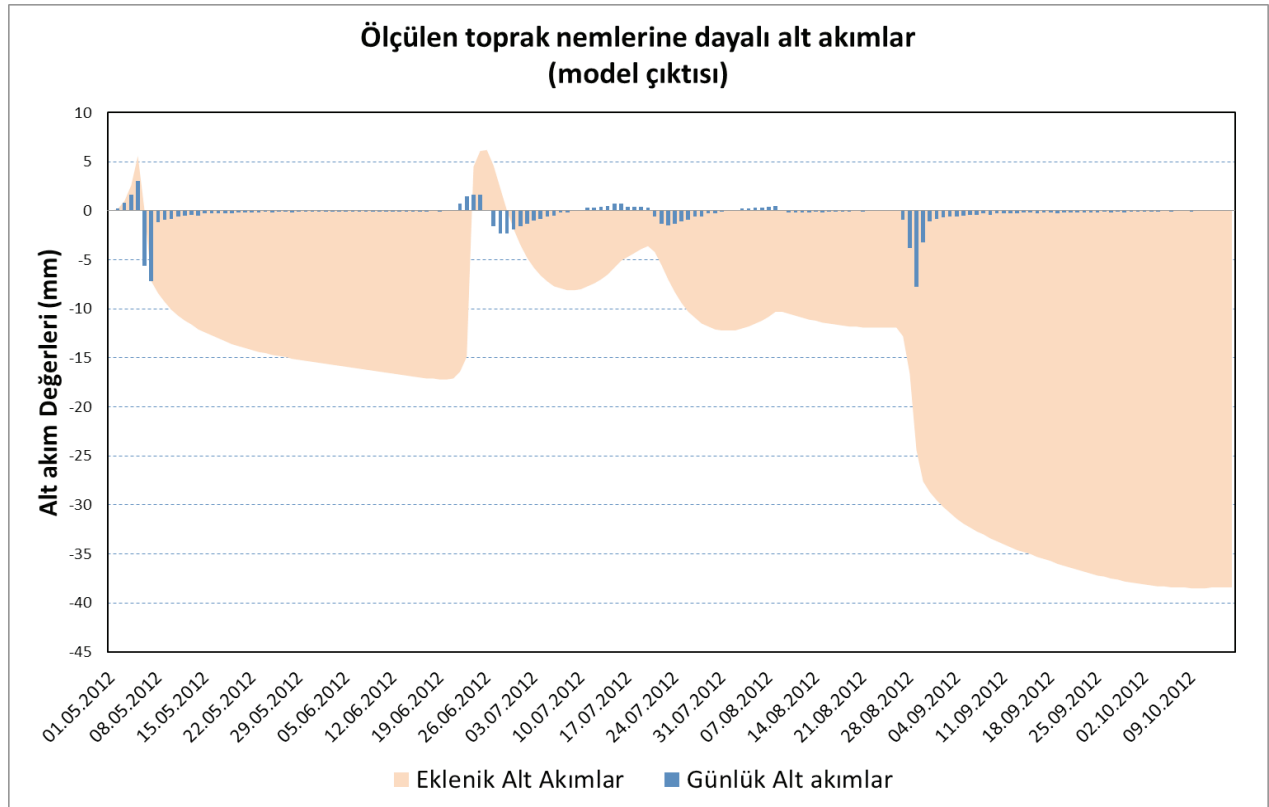
Pamuk bitkisinin sulanan bir ürün olması nedeniyle toprak nemi, profilde depolanan nem ile birlikte büyük oranda sulama uygulamalarına bağlı olarak değişmiştir. Ancak, yörede taban suyunun yüksek olması (-120 cm civarında) nedeniyle taban suyundan olan kapilar yükselme de bitki kök bölgesine sezon boyunca önemli derecede (20 ile 64 mm arasında) katkıda bulunduğu model çıktılarından anlaşılmaktadır.

Yapılan bu çalışmada, iklimsel senaryolara göre yağıştaki azalmaya bağlı olarak, taban suyu düzeylerinin sırasıyla %20, %40 ve %60 oranında azalması öngörülmüştür. Ölçüm günleri dışındaki değerler, SWAP modeli tarafından tahmin edilmiştir. Senaryo 1, 2 ve 3 için taban suyu düzeylerinin alt ve üst sınırları sırasıyla 120-168 cm; 140-196 cm ve 160-224 cm olarak model tarafından hesaplanmıştır. Senaryolara göre azalan taban suyu düzeyleri dışında, Senaryo 3 için taban suyunun olmadığı (veya çok derinlerde olduğu) ve serbest drenajın gerçekleştiği bir diğer varsayım da Senaryo 3b olarak adlandırılarak incelenmiştir.

Aydın Ovası iklim ve toprak koşullarında yer alan deneme alanında topraktaki su yüküne ve taban suyu düzeyine bağlı olarak alt akımlar dikey

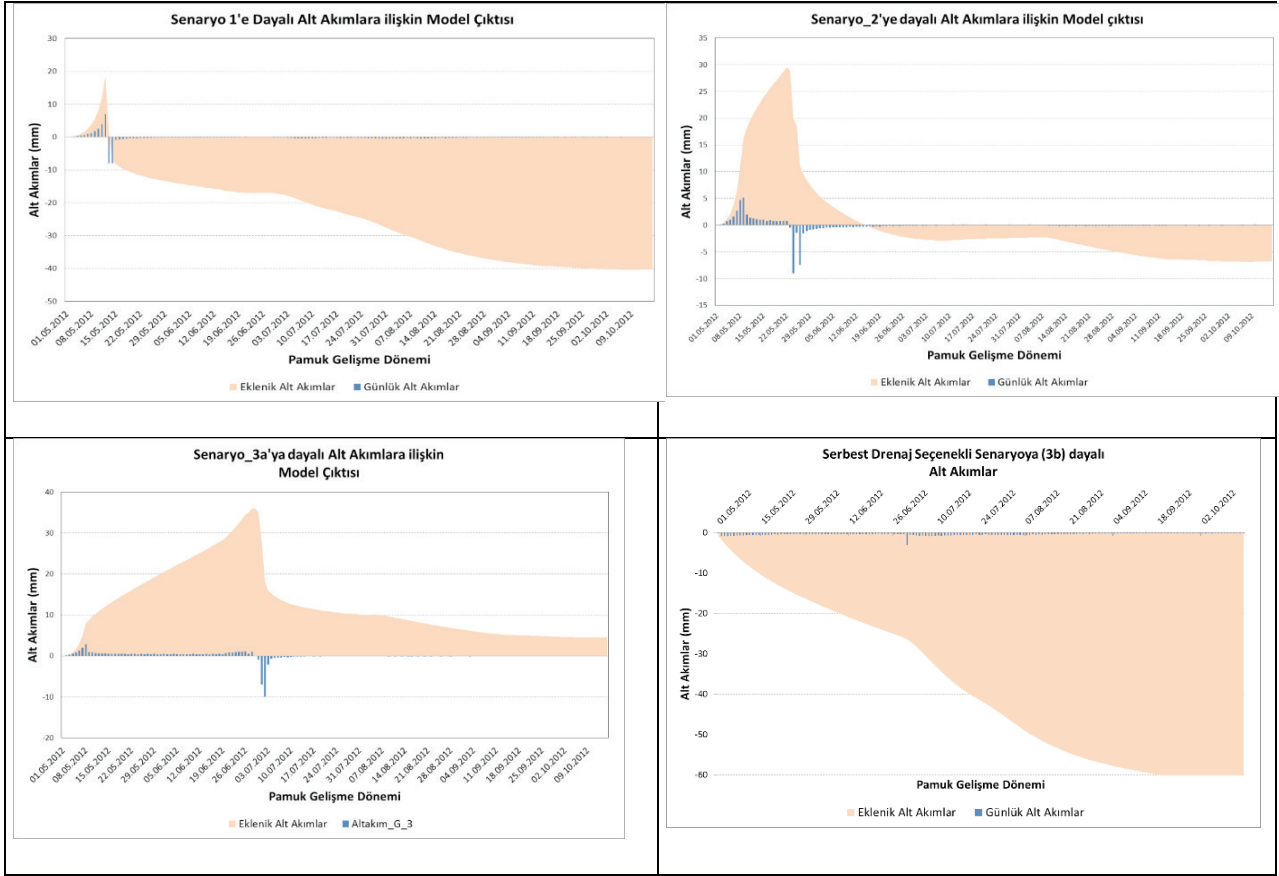
yönde yukarı ve aşağı hareket etme eğiliminde olmuşlardır. Buna göre alt akımlardaki değişmelere ilişkin model çıktıları, sezon boyunca ve birikimli olarak Şekil 4'te grafiksel biçimde gösterilmiştir.

Ölçülen ve Temel Senaryoya ilişkin alt akımlar incelendiğinde, yağışlar ve sulamalardan sonra oluşan su yükü nedeniyle aşağı doğru bir akımın oluştuğu, diğer günlerde ise taban suyundan kapilar yükselmenin etkisi ile yukarı doğru bir akımın mevcudiyeti Şekil 4'teki model çıktısından görülmektedir. Senaryo 1'e dayalı model çıktısında, yağışlı günler öncesi dışında toprak su hareketinde bir denge durumu olduğu dikkati çekmektedir. Senaryo 2'de ise, artan atmosferik buharlaşma talebinin etkisi ile özellikle sulamalar öncesinde önemli bir kapilar yükselme olması öngörülmektedir. Senaryo 3a'da yine sıcaklık artışından kaynaklanan buharlaşma talebi nedeniyle Temmuz ayının başına kadar, yukarı doğru bir akım tahmin edilmiştir. Bu ise, kök bölgesinde oluşan nemlilik nedeniyle ilk sulamanın gecikmesi sonucunu doğurmuştur. Genel olarak bakıldığında, temel senaryo için kapilar yükselme ile kök bölgesine yaklaşık 18 mm nem sağlandığı hesaplanmıştır. Bu katkı Senaryo 1

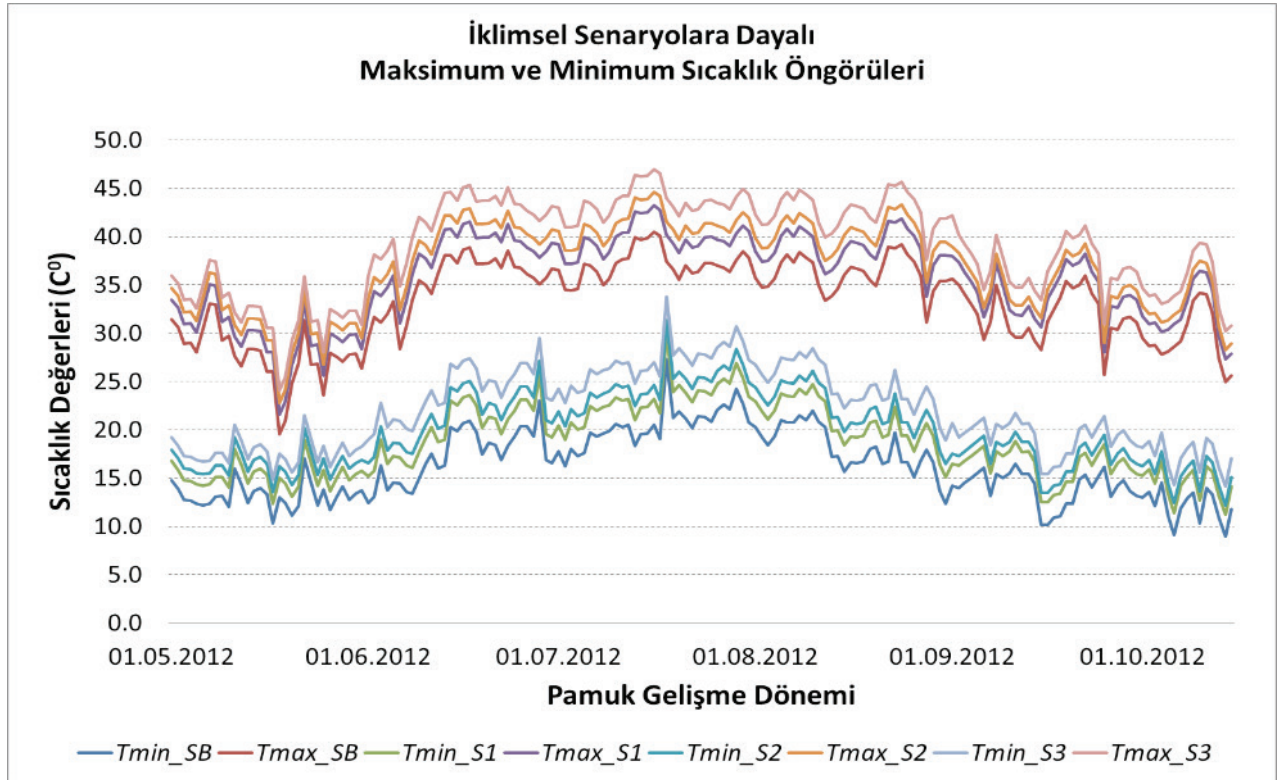


Şekil 4. SWAP modelinde ölçülen toprak nemlerine dayalı günlük ve birikimli akımlar

Figure 4. Daily and cumulative flows based on measured soil moistures by SWAP model



Şekil 5. SWAP modelinde senaryolara dayalı günlük ve birikimli akımlar
Figure 5. Daily and cumulative flows relating to the scenarios by SWAP model



Şekil 6. Aydın yöresinde pamuk bitkisi gelişme dönemi boyunca sıcaklık öngörülleri
Figure 6. The temperature projections during ther cotton growing period in Aydın region

için 20 mm, Senaryo 2 için 49 mm ve Senaryo 3a için ise yaklaşık 64 mm civarında olmuştur. Serbest Drenaj seçeneği senaryoda (3b) ise alt akımların yönü aşağı doğru olmuştur.

İklimsel Analizler

Pamuk yetiştirme sezonu için öngörülen sıcaklıklar, denemenin yürütüldüğü 2012 yılına ait sıcaklık değerleri baz alınarak tahmin edilmiştir. İklimsel senaryolara dayalı günlük maksimum ve minimum sıcaklık öngörülmesi Şekil 6'da gösterilmiştir.

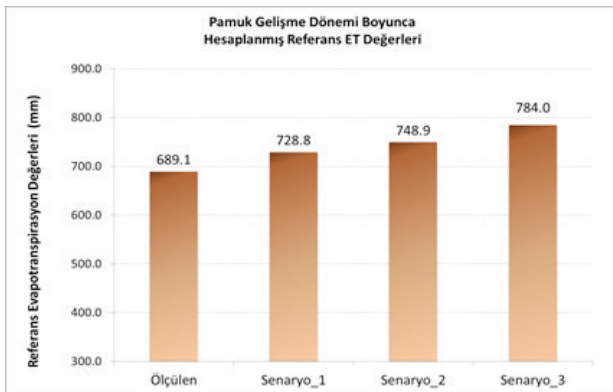
A1B İklim Projeksiyonlarına göre sıcaklıktaki değişim öngörülmesi temel alınarak mevsimsel olarak tahmin edilmiş ve ilkbahar döneminde Mayıs ayı, yaz döneminde Haziran-Temmuz-Ağustos ayları ile sonbahar dönemindeki Eylül-Ekim aylarına ilişkin sıcaklık tahminleri farklı olarak hesaplanmıştır. Şüphesiz iklim parametreleri açısından her yıl kendine özgü olup, ayrı olarak değerlendirilmesi gereklidir. Ancak çalışmada 2012 yılı günlük iklim değerlerinin uzun yılları temsil ettiği varsayılarak diğer iklim öngörülmesi bu yıla dayandırılmıştır.

Referans Evapotranspirasyon

Referans Evapotranspirasyonu tahmin etmede dünyada en çok kabul gören ve FAO tarafından modifiye edilmiş olan Penman-Monteith ETo eşitliği kullanılmıştır. Referans ET'nin günlük olarak tahmini, genel olarak iklimsel parametrelerin buharlaşma ve terlemeyi ne ölçüde etkilediği konusunda bir fikir vermekte ve ayrıca bitki katsayılarının kullanılması yoluyla farklı bitkilerin gerçekleştirdiği potansiyel evapotranspirasyonun tahmin edilmesinde araştırmacılara yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada, Referans ET'nin hesaplanmasında kullanılan iklimsel parametrelerden yalnızca maksimum ve

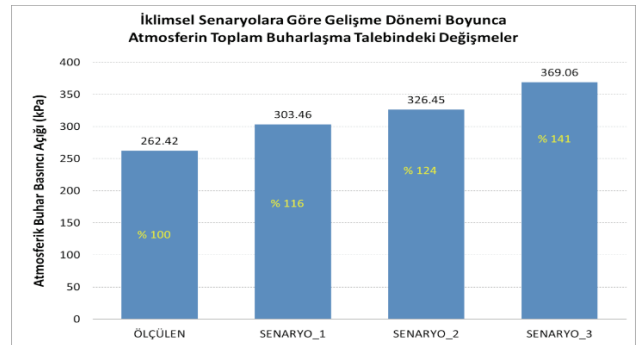
minimum sıcaklıkların senaryolar temel alınarak değiştiği, diğer parametrelerin ise değişmediği varsayılmıştır. Ancak sıcaklık değişimleri, yalnızca buharlaşmayı ve terlemeyi etkileyen bir parametre olmayıp, aynı zamanda atmosferin taşıyabileceği nem miktarını ve dolayısıyla buhar basıncını da etkileyen bir parametre olması nedeniyle önem arz etmektedir. Pamuk gelişme dönemi boyunca hesaplanmış toplam Referans ET değerleri Şekil 7'de gösterilmiştir. Senaryolara göre hesaplanmış olan Ref ET değerlerinin, 2012 yılına göre oldukça farklı değerler aldığı görülmektedir. Buna göre, Senaryo 1 için 39,7 mm, Senaryo 2 için 59,8 ve Senaryo 3 için ise 94,9 mm kadar farklılaşma göstermesi, potansiyel tüketimin artış oranı hakkında bize bir fikir vermektedir.

Baz yıl olan 2012 yılı ile kıyaslandığında oluşturulan farklı senaryolara göre, atmosferin toplam buhar basıncı açığının sırasıyla %16, %24 ve %41 oranında artacağı tahmin edilmiştir. Bu ise doğrudan atmosferin buharlaşma talebi anlamına gelmekte ve gelecekte oluşacak su talebi hakkında bilgi vermektedir. Gelecekte, topraktan olan buharlaşma ve bitkiden olan terlemenin yüksek oranda artacağı, bitki kök bölgesinde bulunan toprak neminin kısa sürede önemli miktarda azalacağı öngörülmektedir. Taban suyunun var olduğu ve düzeyinin de yüksek olduğu koşullarda ise, bitki kök bölgesine doğru hızlı bir su hareketi olacağı tahmin edilmektedir. Öngörülen bu iklim koşulları, şüphesiz taban suyu düzeyinin düşmesine de neden olacaktır. Taban suyunun yüksek olduğu koşullarda, kapılar yükselme oranının yüksek olmasının, beraberinde tuzlulaşma riskini de getireceği de unutulmamalıdır. Buna karşın, yüksek taban suyunun bulunmadığı koşullarda,



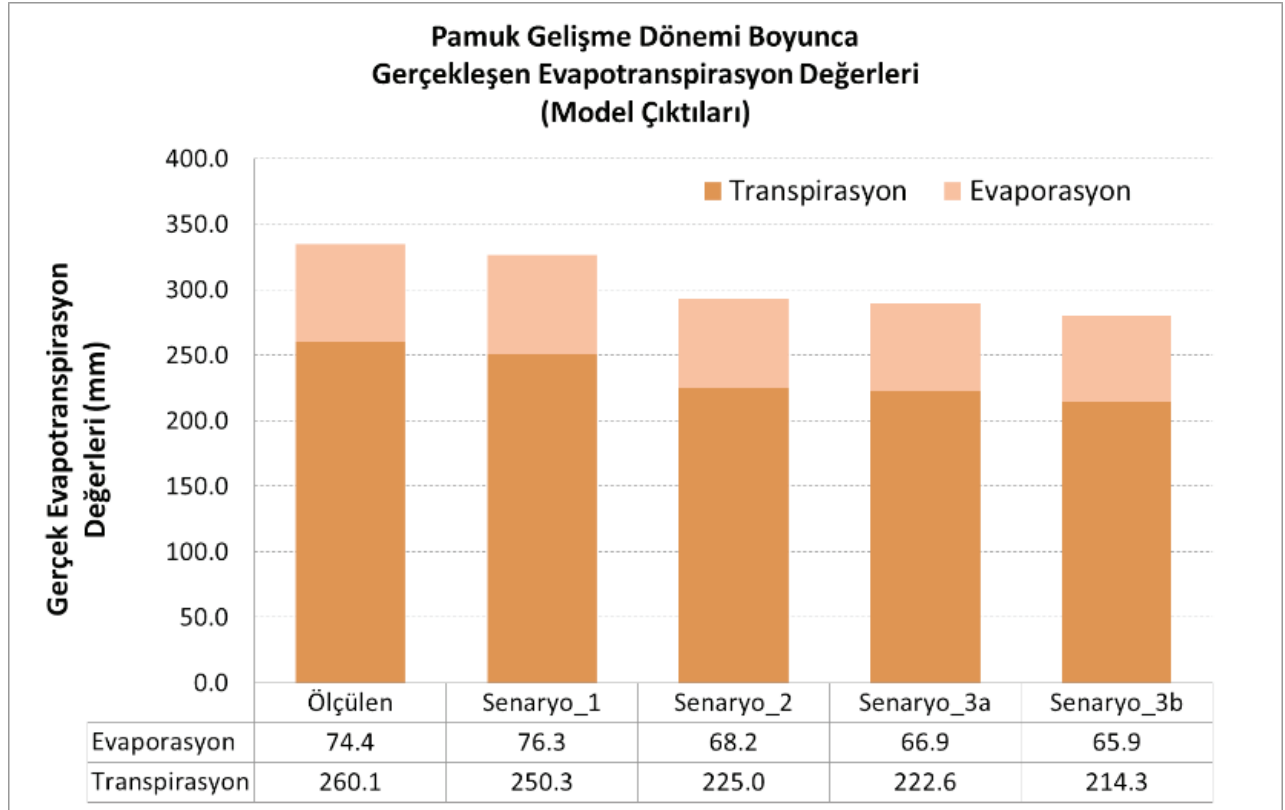
Şekil 7. Pamuk gelişme döneminde senaryolara göre hesaplanmış referans ET değerleri

Figure 7. The values of Reference ET for the scenarios during the cotton growing period



Şekil 8. İklimsel Senaryolara göre gelişme dönemi boyunca atmosferin toplam buharlaşma talebindeki değişimler

Figure 8. The total evaporation demand of atmosphere for the scenarios during the cotton growing period



Şekil 9. Pamuk gelişme dönemi boyunca SWAP modeli tarafından tahmin edilen gerçek buharlaşma ve terleme değerleri
Figure 9. Actual evaporation and transpiration amounts estimated by the SWAP model during the cotton growing period

bitkilerin gelişebilmesi için sulama suyu sağlama olanaklarının geliştirilmesi ve daha çok sulama suyu sağlanması bir zorunluluk olduğu açık olarak görülmektedir.

Yürütülen çalışmada, ölçülen verilere dayalı model sonucuna göre mevsimlik evapotranspirasyon değeri, 334,4 mm olarak hesaplanmış ve topraktan olan buharlaşma miktarı 74.4 mm; bitkiden olan terleme miktarı ise 260,0 mm olarak bulunmuştur (Şekil 9). Diğer senaryolar için toplam Evapotranspirasyon değerleri; Senaryo 1 için 326,6 mm; Senaryo 2 için 293,2 mm; Senaryo 3a için 289,5 mm ve Senaryo 3b için ise 280,2 mm olarak tahmin edilmiştir. Atmosferin buharlaşma talebinin ve buna dayalı olarak potansiyel (referans) evapotranspirasyonun da artmasına karşın, toprak koşulları ve sulama uygulamaları dikkate alındığında topraktaki nem miktarının azalacağı ve böylece bitkiden olan terleme ile topraktan olan buharlaşmanın da azalacağı görülmektedir. Ayrıca, bu durumun oransal verimlere yansıtacağı ve diğer biyolojik parametrelerin değişmediği varsayıldığında verimlerde de azalmaların olacağı tahmin edilmektedir.

SONUÇLAR

Küresel ısınmadan kaynaklanan iklim değişiminin, en çok tarım sektörünü etkileyeceği yadsınamaz bir gerçektir. Sıcaklık artışı ve yağış azalmasının öngörüldüğü Ege Bölgesinde, tarımsal verimliliğin doğrudan etkileneceği düşünüldüğünde, iklim değişikliğinin toprak nemi üzerindeki etkilerini inceleyen proje sonuçlarının, gerek bölgesel ekonomiye ve gerekse kırsal kesimdeki sosyal refaha etkilerinin büyük olacağı tahmin edilmektedir. Kısa sürede değiştiremeyeceğimiz ve dünyanın büyük bir bölümünü etkileyecek olan olası iklim değişiminin sonuçları ile başa çıkabilmemiz, ancak onu, izleyebilmemiz ve eğer varsa alınabilecek önlemleri alabilmemize bağlı olacaktır.

Bu çalışmada, iklim değişikliğinden en çok etkilenecek yörelerden birisi olan Aydın ili ve çevresinde toprak nem dengesini dikkate alan bir model (SWAP) gerçek zamanlı olarak yürütülmüş ve geçerliliği test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, modelin Aydın yöresi iklim ve toprak koşulları için toprak nem dengesini simüle etmede başarılı olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Toprak nem dengesini oluşturan toprak ve bitki özellikleri ile atmosfere ilişkin parametreler kullanıldığında, geleceğe ilişkin olası iklim değişikliğinin toprak nem dengesi üzerindeki etkileri ve değişiminin kestirilebileceği ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlara göre, Aydın yöresinde özellikle sıcaklık artışı ile atmosferin buharlaşma talebinde önemli artışlar olacağı ve bu durumun buharlaşma ve terlemeyi içeren bitki su tüketimlerini oldukça artıracağı görülmüştür. Bitkiden olan terlemenin artması yanında, topraktan olan buharlaşmanın da artması, özellikle yüksek taban suyu olan yörede kapılar yükselme ile bitki kök bölgesine daha fazla nem akışının olacağı model çıktıları ile anlaşılmıştır. Topraktaki nem dengesinin, bitki gelişme dönemi boyunca topraktaki dikey su hareketine veya akımlara bağlı olduğu, ancak, bu durumun su sağlama olanakları ile uyumlu olmaması durumunda toprakta depolanan nemde ve tarımsal verimlilikte önemli azalmaların olacağı tahmin edilmektedir.

Bundan sonraki çalışmalar, farklı toprak tiplerini ve farklı ürünleri içeren geniş alanlarda bu tür model çalışmalarının yapılmasına yönelmelidir. Geleceğe dönük iklimsel öngörüler ışığında toprak nem durumu, bitki su gereksinimi ve olası ürün desenlerinin belirlenmesine yönelik araştırma faaliyetleri, olası iklim değişikliğinin etkilerini değerlendirebilmemize ve tarımsal açıdan hazırlıklı olmamıza olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Anonim (2013) <http://www.karadastarim.com/bayer-bitki-koruma/pamuk-tohumlari/Claudia> .

Aydın M, Yano T, Evrendilek F, Uygur V (2008). Implications of Climate Change for Evaporation from Bare Soils in a Mediterranean Environment. *Environmental Monitoring and Assessment*, Volume 140, Numbers 1-3, 123-130, DOI: 10.1007/s10661-007-9854-4,

Bastiaansen W G M, Singh R, Kumar S, Schakel J K, Jhorar R K (1996). Analysis and Recommendations for Integrated on-farm Water Management in Haryana, India: A Model Approach, 118, DLO Winand Staring Centre for Integrated Land. Soil and Water Research, Wageningen, Netherlands.

Belmans C, Wesseling J G, Feddes R A (1983). Simulation of the Water Balance of Acropped Soil: SWATRE. *Journal of Hydrology*, 63, 271-286.

Çaldağ B, Şaylan L (2005). Sensitivity Analysis of the CERES-Wheat model for Variations in CO₂ and Meteorological Factors in Northwest of Turkey. *Int. J. Environ. Poll.* 23, 3, 300-313.

Droogers P (2000). Simulation Models to Assess Water Productivity at Different Scales, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.

Droogers P, Van Dam J C (2002). Field Scale Adaptation Strategies to Climate Change to Sustain Food Security: A Modeling Approach Across Seven Contrasting Basins, IWMI Working Paper, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.

FAO (1998). Crop evapotranspiration - Guidelines for Computing Crop Water Requirements - FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

IPCC (2007a). Climate Change, Synthesis Report, Valencia, Spain.

IPCC (2007b). Regional Climate Projections, Europe and Mediterranean Region (Chapter 11): Fourth assessment Report, pages 848-940.

Kanber R, Kapur B, Ünlü M, Tekin S, Koç D (2007). İklim Değişiminin Tarımsal Üretim Sistemleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: ICCAP Projesi, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, Ankara, sayfa 83-94.

Kayam Y, Ozsoy Ü, Lomas J, Öden O, Mandel M, Gurbuz M (2002a). The Impact of Climatic Change on Wheat Production of Aegean Region in Turkey: The Effect of Reduction of Rainfall and the Increase of Temperature on Wheat Yields. CLIMAGRImed Workshop, www.fao.org/sd/climagrimed, FAO, Rome, Italy.

Kayam Y, Beyazgül M, Droogers P (2002b). A Model Approach to Evaluate Irrigation System Water Balance; An Example from Gediz Basin. *International Journal of Water*, Volume 2, No. 2/3, Oxford, UK.

Kayam Y, Mandel M, Lomas J (2006). The interpretation of the Simulated Soil Moisture Balance; The Impact of Climate, Agrotechnology, Soil and Socio-economic Factors on Cotton Yields - Turkish-Israel Joint Research Project Final Report, Menemen-İzmir, Chapter pages 58-61.

Kite G, Droogers P (2000). Comparing Estimates of Actual Evapotranspiration from Satellites, Hydrological Models, and Field Data: A Case Study from Western Turkey. *International Water Management Institute, Research Report 42*. Colombo, Sri Lanka.

Korkmaz N, Kayam Y, Gündüz M, Acar C O, Şen S, Bilir Z L, Avcı M, Aşık Ş, Ünal B (2009). Menemen Sol Sahil Sulamasında Tersiyer Kanal ve Tarla Düzeyinde Su Dağıtım Performansının Değerlendirilmesi, Menemen Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Yayınları, Sonuç Raporu, Yayın No: 246.

Kömüçü A Ü (1998). Implications of Climate Change for Soil Moisture Availability in Turkey's Southeastern Anatolia Project Region, Drought Network News, University of Nebraska – Lincoln DigitalCommons@University of Nebraska – Lincoln.

Robock A, Vinnikov K Y, Srinivasan G, Entin J K, Hollinger S E, Speranskaya N A, Liu S, Namkhai A (2000). The Global Soil Moisture Data Bank. *Bull. Amer. Met. Soc.*, 81, 1281-1299.

Uğurlu Ö, Örcen İ (2007). Küresel Isınmanın Türkiye'nin Enerji Kaynaklarına Olası Etkileri, TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu- Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye Gerçeği, Ankara.

Van Dam J C, Feddes RA (2000). Simulation of infiltration, evaporation and shallow groundwater levels with the Richards' equation. *J. of Hydrol.*, 233, 72-85.

Van Dam J C, Huygen J, Wesseling J G, Feddes R A, Kabat P, van Walsum P E V, Groenendijk P, van Diepen C A (1997). Theory of SWAP version 2.0. Simulation of water flow, solute transport and plant growth in the Soil-Water-Atmosphere-Plant environment.

Van Genuchten, M Th, (1980). A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44, 892-898.

Wösten J H M, Veerman G J, de Groot W J M, Stolte J (2001). Water retention and hydraulic conductivity functions of top- and subsoils in The Netherlands: The Staring series. Alterra report 153, Wageningen, The Netherlands, 86 p. (in Dutch).

EÜAŞ Afşin-Elbistan Havzası Kışlaköy Linyit İşletmesinde Bulunan Organik Materyallerin Tarımda Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi

Aytan NAMLI*

Muhittin Onur AKÇA

Hanife AKÇA

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

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

DOI: 10.21657/topraksu.338306

Öz

Bu çalışma kapsamında, Afşin Elbistan Linyit işletme sahasında mevcut organik materyallerden elde edilen humik asit, organik toprak düzenleyicisi ve organomineral gübrelerin buğday bitkisi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla sera denemesi kurulmuştur. Sera denemesi sonuçlarına göre; en yüksek pH tek başına 15 kg da⁻¹ DAP uygulamasında belirlenmiş, mineral, organik ve organomineral gübrelerin artan düzeylerde uygulanması toprakların EC değerlerini kontrole göre artırmıştır. Denemeye alınan uygulamaların tamamında toprakların organik madde miktarı kontrol ve tek başına mineral gübre uygulamalarına göre önemli artış göstermiştir. En yüksek alınabilir P kapsamı organik toprak düzenleyicisi ile DAP gübresinin birlikte uygulamasında belirlenmiş, en yüksek N ise 10.10.10 organomineral gübre uygulamasında belirlenmiştir. Bütün uygulamalarda bitki boyu kontrole göre artış göstermiştir. Buğday bitkisi en yüksek yaş ağırlık 10.10.10 organomineral gübre uygulamasında, kuru ağırlık ise en yüksek tek başına 15.15.15 kimyasal gübre uygulamasında belirlenmiştir. Buğday bitkisi N ve P içerikleri en fazla 1lt humik asit uygulanmış topraklarda belirlenmiştir. Sonuç olarak AEL işletme sahasında önemli miktarlarda bulunan organik materyallerin içerik analizlerinin yapılarak organik toprak düzenleyicisi, organomineral gübre, K-humat ve humik asit şeklinde değerlendirilmesinin buğday yetiştiriciliğinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Buğday, gıdya, humik asit, organik toprak düzenleyici, toprak

Determination of the Usage Areas of the Organic Materials Which are Found in the Lignite Pit of EÜAŞ Afşin-Elbistan Basin in Agriculture

Abstract

In the scope of this study a greenhouse experiment was built in order to determine the effects of humic acid, organic soil conditioner and organomineral fertilizer on wheat plant and certain soil properties. According to the greenhouse experiment results; the highest pH was obtained by the 15 kg da⁻¹ DAP application by alone, increased use of mineral, organic and organomineral fertilizers have increased EC values compared to controls. In all of the applications included in the experiment, organic matter content of the soil have shown significant increase compared to controls and mineral fertilizer by alone. The highest available P amount was found in the application of organic soil conditioner together with DAP fertilizer; the highest N was determined in 10.10.10 organomineral fertilizer application. Plant heights have grown compared to controls in all applications. The highest wet weight of the wheat plant was found in the application of 10.10.10 organomineral fertilizer, and the dry weight was in 15.15.15. chemical fertilizer application. The highest N and P contents for wheat plant were found in 1 lt of humic acid applied soils. In conclusion, we have conducted content analysis for the organic material content found in significant amounts in the Afşin-Elbistan Lignite Pit and established the significance of organic soil conditioner, organomineral fertilizers, K-humate and humic acid in growing wheat.

Key Words: Wheat, gyttja, humic acid, organic soil conditioner, soil

GİRİŞ

Leonardit, linyit ve gıdya gibi organik kaynaklı materyaller toprakların havalanma kapasitesi, hidrolik geçirgenlik, su tutma kapasitesi, agregat stabilitesi gibi fiziksel özellikleri, organik madde miktarı, toprakta mevcut olan bitki besin elementlerinin yarayışlı forma dönüşmesi, katyon değişim kapasitesi, pH dengesinin sağlanması gibi kimyasal özellikleri ve bitki verimi, kök gelişimi vb. diğer toprak ve bitki özellikleri üzerine olumlu etkilere sahiptir (Anonymous 1973, Ülgen ve Dıgıdigoğlu 1975, Peker 1978, Akyıldız 1979, Munsuz ve Akyıldız 1979, Kaya 1982, Loomis ve Durst 1991, Erol 1992, Şipal 1994, Yazıcı 2001, Tamer ve Karaca, 2011).

Peker (1978), buğday bitkisinde düşük değerli linyitlerden oluşan azotlu gübrelerin etkisini incelediği çalışmada özel gübreler, kömür türevli gübreler ve bu gübrelerin kombinasyonları şeklinde bitkilere uygulamış ve araştırma sonucunda kömür kökenli gübrelerin teşvik edici olduğunu ve kömürden hazırlanan gübrelerin bitkiler üzerine toksik etki yapmadığını bildirmiştir. Afşin-Elbistan Linyit Havzası'ndan elde edilen gıdyaların toprağa karıştırılmasıyla, toprak organik karbon miktarı yükselir ve dolayısı ile toprağın organik madde kapsamı artar, toprak fiziksel koşulları elverişli düzeye gelip, kök gelişimi ve mikrobiyal faaliyet hızlanır (Yörük, 1981).

Erol (1992), Afşin-Elbistan Termik Santrali alanından alınan gıdya materyalinin mineral azotun mısır bitkisinde yarayışlılığına ve bitki gelişimine etkisini araştırdığı çalışmada farklı dozlarda gıdya ve amonyum sülfat gübresinin birlikte uygulanmasıyla azotun yarayışlılığının artırabildiğini ve gıdyanın tek başına kullanılmasıyla bitki gelişimi üzerine bir etkisinin olmadığını saptamıştır. Humik asit ve mineral besin maddelerinin uygulanmasının bitki kuru ağırlığına, bitkinin besin maddesi içeriğine, alımına ve tohum çimlenmesine olumlu etkileri vardır (Lobartini vd., 1997). Çimen ve Ok (2004), Afşin-Elbistan linyit kömürü havzasından elde edilen gıdyalardan, en yüksek humik ve fulvik asitlerin kömürlü gıdyadan, en düşük ise kireçli gıdyadan elde edildiğini bildirmişlerdir.

Kaya ve Haktanır (2005), gıdya ve linyitten elde edilen humik asitin tek başına ve gübre ile kombinasyonlarının Kızıltan ve Bayraktar buğday çeşitleri kullanılarak buğday verimi ve toprağın biyolojik aktivitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır.

Araştırma sonucunda özellikle Kızıltan buğday çeşidinin yetiştirildiği toprakta humik asitin tek başına ya da gübre ile uygulanmasında toprağın biyolojik aktivitesi üzerine olumlu olduğu, gıdyadan elde edilen humik asitin (özellikle tek başına uygulanması) tarımsal amaçlı kullanımlar açısından daha avantajlı olabileceği, toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerini iyileştirdiği, toprağın biyolojik aktivitesini artıran bir rol oynadığını saptamışlardır. Ulusoy ve Ok (2005), Afşin-Elbistan kaynaklı düşük değerli linyit materyallerinin tarımda kullanım olanaklarını saptamak amacıyla ham linyit, leonardit ve humik asit materyallerinin DAP gübresiyle birlikte belirli oranlarda dokuz farklı karışım hazırlamışlar ve tarla koşullarında Kızıltan, Tarm ve Bayraktar buğday çeşitleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Ham linyit materyalinin toprak organik maddesini artırdığı ve bitki gelişimi üzerine Karaca vd., (2006), yapmış oldukları çalışmada toprağa gıdyanın tek başına ve mineral gübrenin kombine olarak uygulamışlar, gıdya ve mineral gübrenin kombine uygulanmasında toprak organik maddesinin önemli derecede arttığını, yalnız gıdya ve yalnız mineral gübre uygulamasına kıyasla, gıdya ve mineral gübre kombinasyonu uygulamasının toprağın mikrobiyal özellikleri üzerine daha etkili olduğu, ekstrakte edilebilir Cd, Pb, Ni, Cu, ve Zn'nin yalnızca mineral gübre uygulamasında artış gösterdiğini, gıdya ve mineral gübre kombinasyonu uygulamasının inkübasyon süresi boyunca ekstrakte edilebilir ağır metal miktarında azalan sonuçlar verdiğini ($p < 0,05$) saptamışlardır. Organik materyal olarak gıdya uygulamasının toprağın metal adsorpsiyon kapasitesini artırdığını, bu materyalin mineral gübre uygulanmış topraklarda ağır metallerin hareketini ve yarayışlılığını azaltmak için kullanılabileceğini, gıdya ve mineral gübre kombinasyonu uygulamasının organo-mineral gübre olarak uygulanmasında bir alternatif olduğunu vurgulamışlardır.

Tamer ve Karaca (2006), gıdyanın toprakta enzim aktiviteleri ile kadmiyum kapsamı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, % 1, 2, 4 ve 8 dozlarında kömürlü gıdya (KG), humuslu gıdya (HG) ve ham linyit (L) materyallerinin toprağın N, C, P ve S döngülerinde görev alan enzim aktiviteleri (üreaz, β -glikozidaz, alkali fosfataz ve aryl-sülfataz) ve organik madde kapsamı üzerine etkilerini saptamışlardır. Her üç materyali kendi aralarında kıyasladıklarında, en yüksek

ürez, β - glikozidaz ve alkali fosfataz aktivite değerleri KG > L > HG şeklinde, aryl-sülfataz aktivitesi ise KG > HG > L şeklinde belirlemişlerdir. Buna göre, KG'nin toprak enzim aktivitelerini HG ve L'e göre daha fazla etkilediğini, üç materyalin de artan doza bağlı olarak toprağın organik madde miktarlarını kontrole göre artırdığını, toprakların organik madde kapsamı ile enzim aktiviteleri arasında önemli pozitif korelasyon belirlendiğini, elde edilen bulgulara göre kömürlü gıdyanın tarımsal amaçlı kullanımlar açısından daha avantajlı olabileceğini vurgulamışlardır. Turgay vd., (2001), linyit kökenli humik maddelerin bazı toprak özellikleri ve ekme buğday üzerine etkilerini saptamak amacıyla gıdy ve gıdyadan elde edilen humik-fulvik asit konsantrasyonunu toprağa hem tek başlarına hem de mineral bir gübre ile kombine halinde uygulayarak, iki yıl tekrarlamalı olarak ekme buğday yetiştirmişlerdir. Farklı tip ve dozlardaki humik maddelerin tek başlarına ya da kombine uygulamalarının, ardışık ürün sezonlarında toprak özelliklerindeki etkilerinin farklılık gösterdiği, denemenin ilk yılında toprak organik madde seviyesinin, yarıyıllı fosforun ve tane veriminin farklı humik madde uygulamalarında önemli derecede arttığı, ikinci yılında ise toprağa uygulanan humik maddelerin, toprak özelliklerine, makro ve mikro besin element durumları üzerine etki etmediği sonucuna varılmıştır.

Bu araştırmada Afşin-Elbistan Linyit havzasında bulunan organik materyallerin toprak özellikleri ve buğday bitkisi gelişimi üzerine etkileri sera koşullarında değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın ilk aşamasında ürün elde etme amaçlı zenginleştirme çalışmaları yapılmış, bu

kapsamda Toz ve Pelet Şeklinde Katı Organik Toprak Düzenleyici (% 60'dan fazla organik madde ve %8'den az kireç içeren linyit örnekleri); Humik Asit (katı -K-Humat ve sıvı olarak humik asit); Orgonomineral Gübre: (15.15.15 kompoze gübresi+gıdyadan elde edilen 5.5.5 ve 10.10.10 orgonomineral gübresi ile DAP+gıdyadan elde edilen 6.15.0 orgonomineral gübresi) elde edilmiştir. Ürünlerin içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Sera denemesi Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü serasında yürütülmüştür. Denemede plastik saksılara kuru ağırlık esasına göre 3 kg toprağa organik materyaller uygulanmıştır. Uygulama dozları sonuçların verildiği çizelgelerde belirtilmiştir. Her saksıya 15 adet buğday tohumu (Tosun bey) 6 cm derinliğe ekilmiştir. Ekim sonrası bitkinin çimlenmesine yetecek kadar saksılara su verilerek (can suyu) saksıların üzeri hava alacak şekilde kapatılarak ani kurumaları önlenmiş, bitkilerin çimlenmesi başlayınca saksıların örtüleri tamamen alınmıştır. Her gün sera şartları ve saksıların nem miktarları kontrol edilerek saksı topraklarının tarla kapasitesinde kalmaları sağlanmıştır. Çimlenmeden itibaren her saksı tek tek izlenerek her saksıda 10 bitki bırakılmıştır. Her gün kontrol edilen bitkilerde zaman zaman saksıların sera içinde konumları değiştirilerek seranın yer-yöney etkisi ortadan kaldırılmıştır. Sera denemesinin kurulmasından 8 haftalık vejetasyon dönemi sonunda toprağa en yakın dip kısımlarından hasat edilerek boyları ölçülmüş sonrasında saf su ile yıkanarak sabit ağırlığa gelinceye kadar 70 °C' de kurutularak toprak üstü organ ve kök kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bitkiler çelik bıçaklı bilender ile öğütülerek analize hazır hale getirilip azot, fosfor ve ağır metal içerikleri belirlenmiş, ayrıca sera saksı toprakları 2 mm'den

Çizelge 1. Sera denemesinde kullanılan ürünlerin içerikleri

Table 1. Contents of the products, used in the greenhouse experiment

Denemede Kullanılan Ürünler	Toplam Azot	Toplam Fosfor (P ₂ O ₅) %	Toplam Potasyum (K ₂ O) %	Toplam Organik Madde %	Humik Asit+Fulvik Asit %	pH
5.5.5 NPK'lı Karışım Ürün	5,21	5,69	5,18	37,65	32,36	5,57
10.10.10 NPK'lı Karışım Ürün	10,03	10,61	10,74	17,27	31,41	5,22
6.15.0 NP'li Karışım Ürün	6,14	16,84	-	39,53	30,48	6,95
Denemede Kullanılan Ürün	Toplam Azot %	EC (dS m ⁻¹)	Kireç %	Toplam Organik Madde %	Toplam Humik Asit+Fulvik Asit	pH
Organik Toprak Düzenleyici	1,23	0,36	3,03	72,93	69,46	7,34

elenmiştir. Toprak örneklerinde; bünye tayini Hidrometre yöntemiyle (Bouyoucos, 1951), kireç tayini Scheibler kalsimetresi (Richards, 1954) yöntemiyle, toplam N tayini Kjeldahl yöntemiyle (Bremner (1965), % organik madde tayini Walkley Black yöntemiyle (Jackson 1969), alınabilir P Spektrofotometrik olarak (Olsen vd., 1954), pH ve EC 1:2,5 toprak:su karışımı, (Jackson, 1962), toprak ve bitki örneklerinde Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cr, Cd, Ni yaş yakma ile ICP-OES cihazında (Kacar ve İnal, 2008) yapılmıştır. Denemelerin sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi Düzgüneş (1987)'den yararlanarak tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel düzende varyans analizi tekniği uygulanarak yapılmış, hesaplamalar için Minitab for Windows istatistik paket programından yararlanılmış, farklı grupların tespitinde ise Duncan çoklu karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Sera Denemesi Uygulamalarının Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri

Farklı dozlarda organik materyal ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen N, alınabilir P, OM, kireç, pH, EC ve tuz değerleri Çizelge 2'de, toprakların toplam Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Ni, Cr ve Cd kapsamı da Çizelge 3'de verilmiştir.

Uygulama toprakları arasında en yüksek pH tek başına 15 kg da⁻¹ DAP uygulamasında belirlenmiş, kontrol toprağına ve diğer uygulamalara göre tek başına DAP uygulaması pH değerini artırmıştır. DAP gübresi organik toprak düzenleyici ile beraber uygulandığında ise toprak pH'sı tek başına DAP uygulamasına göre daha düşük bulunmuştur. Kimyasal gübrelerin tek başına ve organik düzenleyicilerle birlikte uygulanması, ayrıca K-Humat uygulamaları toprağın pH değerini artırmış, organik toprak düzenleyicisinin tek başına uygulaması ise toprağın pH'sını düşürmüştür.

Mineral, organik ve organomineral gübrelerin artan düzeylerde uygulanması toprakların EC değerlerini kontrole göre artırmıştır. Buna rağmen sera denemesi topraklarının tamamı tuzluluk sınıfında tuzsuz sınıfta bulunmuştur. Bu sebeple organik toprak düzenleyici ve organomineral gübrelerin kullanılmasında sera denemeleri açısından sorun görünmemektedir. Bu sebeple organik toprak düzenleyici ve organomineral gübrelerin kullanılmasında sera denemeleri açısından sorun görünmemektedir.

Denemeye alınan uygulamalar toprağın kireç kapsamı üzerine herhangi bir etki etmemiştir.

% 60'tan fazla OM ve % 8'den az kireç içeren linyitten elde edilmiş organik toprak düzenleyici uygulamasında toprak organik madde seviyesi diğer uygulamalara göre fazla belirlenmiştir. K-Humat uygulamaları da toprağın OM miktarını artırmış ancak bu artış, humik asit ve toprak düzenleyicilerindeki kadar olmamıştır. Ancak kullanılan miktarın az olması sebebiyle bu sonuç beklenen bir sonuç olup, öngörülenin dışında çıkmamıştır.

Sera denemesine alınan toprak örneklerinde kontrol toprağı en düşük N içeriğine sahip olup, en yüksek N ise 10.10.10 organomineral gübre uygulamasında belirlenmiştir. NP gübresi ile birlikte organik toprak düzenleyicinin birlikte verildiği uygulamalarda toplam azotun daha fazla belirlenmiş olması, organik maddenin toprakta azot yarayışlılığını artırdığını göstermektedir. Organik materyallerin tek başına uygulandığı tüm toprakların N miktarları kontrole göre artmış olmasına rağmen bu artış istatistiksel olarak önem arz etmemiştir. Uygulamalara bağlı değişim incelendiğinde, NP gübresi ile birlikte organik toprak düzenleyicinin birlikte verildiği uygulamalarda toplam azotun daha fazla belirlenmiş olması, organik maddenin toprakta azot yarayışlılığını artırdığını göstermektedir. Leonardit ve azot gübresinin birlikte uygulanması durumunda leonarditin azotun yarayışlılığını arttırabileceğini belirten Erol (1992) bulgularımızı desteklemektedir.

Sera denemesi topraklarının en yüksek alınabilir P kapsamı organik toprak düzenleyicisi ile DAP gübresinin birlikte uygulamasında belirlenmiştir. Tek başına 0,6 kg da⁻¹ K-Humat uygulaması ile 2 L humik asit uygulaması toprağın P kapsamını gerek kontrole gerekse tek başına kimyasal gübre uygulamalarına göre artırmıştır ($p < 0.05$ düzeyinde önemli). Topraktaki fikse olmuş fosforun organik madde ya da humik bileşikleri çözmüş olabileceği düşünülmektedir. Alkali özellikli topraklara fosforlu gübre ve humik asit uygulamasının bitkinin fosfor alımını ve bitki kuru ağırlığını artırdığı bildirilmiştir (Wang vd., 1995). Toprak organik maddesinin, ilave edilen fosforun Al-P, Fe-P ve Ca-P ile olan reaksiyonlarını geciktirerek yarayışlı fosfor miktarını arttırdığını belirten Tomer vd., (1984) ve yarayışlı fosforun, farklı humik madde uygulamalarında önemli derecede artış gösterdiğini bildiren Turgay

vd., (2011) bulgularımızı desteklemektedir. Erdal vd., (1999), humik asitin N, P, K gübreleri ile birlikte verilmesi durumunda elde edilen ürün artışının humik asitin tek başına verilmesinden elde edilen artıştan daha fazla olduğunu ve ayrıca humik asit uygulanması ile topraktaki P yarayırlılığının arttığını, Karabatak (2006) ise yüksek dozlarda uygulanan organik gübrenin bitkiye yarayırlı P fraksiyonlarında artışa neden olduğunu, mineral formda verilen fosforun farklı fraksiyonlardaki dağılımının organik gübrenin çeşidi, fosfor içeriği,

dozu ve toprak özellikleri tarafından etkilendiğini belirtmişlerdir.

Sera denemesine alınan uygulamalar toprağın toplam Fe, Cu, Zn içerikleri üzerine etki etmemiştir. Genel olarak topraklara organik materyal uygulamaları toplam Ni ve Cr değerlerinde azalma meydana getirmiştir. Sillanpaa (1972), mineral toprakların iz element kapsamının organik madde miktarının artışına bağlı olarak arttığını, toprak organik madde miktarının % 10'u

Çizelge 2. Sera denemesi uygulamalarının toprakların pH, EC, toplam N, alınabilir P, OM, Kireç kapsamları üzerine etkisi
Table 2. The effect of the greenhouse experiment applications on the soils' pH, EC, total N, obtainable P, OM, Lime contents

Uygulamalar	pH	EC dS m ⁻¹	Kireç %	OM %	N %	P mg kg ⁻¹
Kontrol	7,86c	0,563bc	7,844öd	1,177c	0,038b	6,167c
Gübreli kontrol DAP	8,06a	0,756bc	7,299 öd	1,130c	0,061b	7,882b
Gübreli kontrol 15.15.15	8,02ab	0,909ab	7,718 öd	1,194c	0,067b	7,268b
0.4 kg da ⁻¹ K Humat	7,93b	0,870ab	7,572 öd	1,223bc	0,041b	6,545c
0.6 kg da ⁻¹ K Humat	7,94b	0,696bc	7,154 öd	1,356bc	0,045b	8,858b
1 lt da ⁻¹ Humik asit	7,92b	0,787b	7,045 öd	1,474b	0,046b	6,919bc
2 lt da ⁻¹ Humik asit	7,89bc	0,821b	7,899 öd	1,415b	0,043b	9,003ab
150 kg da ⁻¹ TD	7,87c	0,870ab	7,790 öd	1,533b	0,040b	6,907c
150 kg da ⁻¹ TD + DAP	7,94b	0,881ab	7,427 öd	1,223bc	0,058ab	10,277a
300 kg da ⁻¹ TD	7,88c	0,699bc	7,028 öd	1,843a	0,054ab	6,930bc
5.5.5	7,84cd	0,875ab	7,681 öd	1,445b	0,062ab	7,599bc
10.10.10	7,92b	1,061a	7,500 öd	1,415b	0,106a	7,823bc
6.15.0	8,00ab	0,970ab	7,209 öd	1,420b	0,050c	9,960ab
LSD	0,0797	0,263	1,069	0,317	0,0374	2,068

Çizelge 3. Sera denemesi uygulamalarının toprakların toplam Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Ni, Cr ve Cd kapsamları üzerine etkisi (mg kg⁻¹)
Table 3. The effect of the greenhouse experiment applications on the soils' Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Ni, Cr and Cd contents (mg kg⁻¹)

Uygulamalar	Fe	Cu	Zn	Mn	Pb	Ni	Cr
Kontrol	2788 öd	30,67 öd	66,07 öd	526,88 b	15,50öd	51,80ab	48,42ab
Gübreli kontrol DAP	2855 öd	31,72 öd	73,47 öd	556,05 ab	15,42 öd	54,02a	51,97ab
Gübreli kontrol 15.15.15	2691 öd	31,37 öd	65,60 öd	532,08 bc	15,50 öd	51,62ab	54,90a
0.4 kg da ⁻¹ K Humat	2686 öd	30,87 öd	67,07 öd	618,40 bc	15,27 öd	50,92ab	49,40ab
0.6 kg da ⁻¹ K Humat	2872 öd	32,55 öd	69,20 öd	670,85 a	16,27 öd	53,65ab	52,60ab
1 lt da ⁻¹ Humik asit	2325 öd	33,47 öd	68,37 öd	607,67 b	15,97 öd	50,70b	46,37b
2 lt da ⁻¹ Humik asit	1993 öd	35,22 öd	66,55 öd	522,00 b	15,72 öd	45,25c	40,22bc
150 kg da ⁻¹ TD	2319 öd	30,17 öd	60,92 öd	587,83 ab	16,90 öd	51,00ab	45,10b
150 kg da ⁻¹ TD + DAP	2117 öd	30,65 öd	69,27 öd	574,25 ab	16,10 öd	48,42bc	48,60ab
300 kg da ⁻¹ TD	1918 öd	31,05 öd	65,17 öd	492,07 c	15,65 öd	43,60cd	39,05c
5.5.5 -I	2195 öd	32,40 öd	68,30 öd	530,88 b	15,97 öd	48,22b	49,52ab
10.10.10 -I	2322 öd	35,07 öd	64,40 öd	554,35 ab	16,07 öd	48,65b	46,85b
6.15.0 -II	2271 öd	33,77 öd	64,50 öd	557,38 ab	15,10 öd	46,97c	43,35bc
LSD	37516	100,04	181,5	54,52	2,535	4,565	6,757

geçmesinden sonra ise organik madde miktarı arttıkça Fe, Cu, Zn, Mn miktarının da azaldığını belirtmiştir. Cheng (1977), organik maddenin yapısında yer alan humik asit miktarının belirli bir seviyeden sonra iz elementleri bağladığını ve organik madde miktarının çok fazlaşması halinde bu etkinin açıkça görülebileceğini belirtmektedir. Hamilton vd. (1993)'a göre, toprak organik maddesi arttıkça bitkilerin Zn absorpsiyonu da artış göstermektedir. Çinkonun topraktaki alımını etkileyen önemli faktörlerden biri organik madde içeriğidir. Organik madde çinkonun topraktaki hem çözünürlüğü hem de difüzyonunu artırmaktadır (Obrador vd., 2003).

Sera Denemesi Uygulamalarının Buğday Bitkisi Üzerine Etkileri

Sera denemesinde yetiştirilen buğday bitkisinin N, P, bitki boyu, kuru ve yaş ağırlıkları Çizelge 4'de, element içerikleri ise Çizelge 5'de verilmiştir.

Bütün uygulamalarda bitki boyu kontrole göre artış göstermiştir. Sera denemesine alınan uygulama konularından buğday bitkisinin boyu en fazla tek başlarına DAP ve 15.15.15 kimyasal gübre uygulamaları ile 0.6 kg da⁻¹ K-humat uygulamasında gerçekleşmiştir. Humik asitin 2 lt da⁻¹ uygulaması ile organik toprak düzenleyicisinin DAP gübresiyle birlikte 150 kg da⁻¹ dozunda uygulanması da bitki boyunu kontrole göre önemli derecede artırmıştır.

Organik materyallerin gerek tek başına gerekse kimyasal gübrelerle birlikte uygulamaları bitkinin kuru ağırlığını istatistiksel olarak önemli artış göstermiştir. Buğday bitkisi en yüksek yaş ağırlık 10.10.10 organomineral gübre uygulamasında belirlenmiş, kuru ağırlık ise en yüksek tek başına 15.15.15 kimyasal gübre uygulamasında belirlenmiştir.

Bütün uygulamalarda buğday bitkisi N ve P kapsamı kontrole göre artış göstermiştir ($p<0,05$). Buğday bitkisi N ve P içerikleri en fazla 1 lt humik asit uygulanmış topraklarda belirlenmiştir. Bitkinin N ve P kapsamı organik materyal uygulamalarının tamamında tek başına kimyasal gübre uygulamalarına göre fazla bulunmuştur ($p<0,05$). Bu sonuç, organik materyallerin topraktaki N, P, K, Fe ve Zn gibi besin elementlerinin alımını kolaylaştırdığı görüşüyle örtüşmektedir (Kaya vd., 2005). Humik asitin N, P, K gübreleri ile birlikte verilmesi durumunda elde edilen ürün artışının humik asitin tek başına verilmesinden elde edilen artıştan daha fazla olduğunu ve ayrıca humik asit uygulanması ile topraktaki P yarayışlılığının arttığını bildiren (Erdal vd., 1999) ve yüksek dozlarda uygulanan organik gübrenin bitkiye yarayışlı P fraksiyonlarında artışa neden olduğunu, mineral formda verilen P'nin farklı fraksiyonlardaki dağılımının organik gübrenin çeşidi, P içeriği, dozu ve toprak özellikleri tarafından etkilendiğini bildiren Karabatak (2006) ile bulgularımız uyumludur.

Çizelge 4. Sera denemesi uygulamalarının buğday bitkisinin bitki boyu, yaş ve kuru ağırlıkları ile N, P kapsamı üzerine etkisi
Table 4. The effect of the greenhouse experiment applications on wheat plant's height, wet and dry weights alongside with N, P contents

Uygulamalar	Bitki Boyu	Yaş Ağırlık g	Kuru Ağırlık g	P %	N %
Kontrol	44,75bc	10,973b	2,268b	0,146c	0,800bc
Gübreli kontrol DAP	55,25a	16,318ab	3,463a	0,236b	0,967ab
Gübreli kontrol 15.15.15	54,75a	19,175a	4,028a	0,239b	1,003ab
0.4 kg da ⁻¹ K Humat	48,25bc	14,315ab	3,108ab	0,380a	0,801bc
0.6 kg da ⁻¹ K Humat	54,75a	15,398ab	3,420a	0,325ab	1,081ab
1 lt da ⁻¹ Humik asit	46,25bc	14,413ab	3,078ab	0,385a	1,118a
2 lt da ⁻¹ Humik asit	49,75ab	14,468ab	3,448a	0,349a	0,957ab
150 kg da ⁻¹ TD	45,25bc	17,370a	3,803a	0,391a	0,914ab
150 kg da ⁻¹ TD + DAP	50,00ab	15,458ab	3,393a	0,243b	0,865bc
300 kg da ⁻¹ TD	48,00bc	15,300ab	3,295ab	0,377ab	0,860bc
5.5.5	46,25bc	15,363ab	3,423a	0,333a	0,880bc
10.10.10	45,25bc	18,530a	3,795a	0,313ab	0,913b
6.15.0	50,75ab	15,525ab	3,090ab	0,307ab	0,947ab
LSD	5,811	4,388	0,948	0,084	0,181

Çizelge 5. Sera Denemesi uygulamalarının buğday bitkisinin Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Ni ve Cr kapsamı üzerine etkisi (mg kg⁻¹)
Table 5. The effect of the greenhouse experiment applications on the wheat plant's Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Ni and Cr contents (mg kg⁻¹)

Uygulamalar	Fe	Cu	Zn	Mn	Pb	Ni	Cr
Kontrol	76,10öd	6,12ab	15,77 öd	17,87b	4,05ab	3,47ab	6,65 öd
Gübreli kontrol DAP	88,30 öd	7,45a	17,90 öd	18,70b	5,27a	5,77a	6,35 öd
Gübreli kontrol 15.15.15	85,95 öd	6,52ab	16,05 öd	21,52ab	4,57ab	3,35ab	3,40 öd
0.4 kg da ⁻¹ K Humat	56,67 öd	5,35ab	16,67 öd	24,25a	3,25b	3,15b	5,05 öd
0.6 kg da ⁻¹ K Humat	44,25 öd	4,85ab	14,67 öd	22,45a	3,22b	2,75b	4,42 öd
1 lt da ⁻¹ Humik asit	76,63 öd	1,87c	15,37 öd	19,72ab	3,42b	2,55b	4,35 öd
2 lt da ⁻¹ Humik asit	89,33 öd	2,30bc	14,97 öd	24,12ab	3,70b	3,30b	4,75 öd
150 kg da ⁻¹ TD	93,75 öd	4,67b	15,62 öd	22,62ab	3,10b	2,70b	4,87 öd
150 kg da ⁻¹ TD + DAP	81,70 öd	1,02c	15,42 öd	24,32ab	2,87bc	2,30bc	4,45 öd
300 kg da ⁻¹ TD	69,67 öd	1,55c	14,72 öd	21,35ab	3,37b	2,30bc	5,72 öd
5.5.5	54,70 öd	3,97bc	16,02 öd	20,90ab	3,60b	2,87b	5,67 öd
10.10.10	55,75 öd	3,27bc	15,90 öd	20,70ab	4,62ab	2,72b	5,90 öd
6.15.0	65,97 öd	4,95ab	16,95 öd	20,90ab	3,25b	2,80b	5,25 öd
LSD	48,12	2,665	4,113	5,216	1,272	2,707	3,407

Bitkilerin Fe, Zn ve Cr içerikleri uygulamalar arasında istatistiksel olarak önem arz edecek değişiklik göstermemiştir. En yüksek Mn içeriğine sahip bitki 0,6 kg da⁻¹ K-humat uygulanmış toprakta yetiştirilmiştir. Pb ve Ni gibi bitkinin Mn içerikleri de organik materyal uygulamalarında kontrole göre azalma göstermiştir (Çizelge5).

SONUÇLAR

Organik madde kaynağı olarak sayısız yararları olan organik toprak düzenleyicilerin tarım topraklarımızın ihtiyacı olduğu bir gerçektir. Bu materyallerin tek başlarına ya da diğer NPK içerikli gübrelere kompoze şekilde uygulanarak topraklarımızın gübrenmesi verimi artırma yönünde iyi bir alternatiftir. Bu sayede topraklarımıza besin elementleri takviyesi ile beraber organik madde kaynağı da sağlanmış olunur. Sonuç olarak incelenen özellikler birlikte değerlendirildiğinde; Afşin Elbistan Linyit işletme sahasında önemli miktarlarda bulunan organik materyallerin içerik analizlerinin yapılarak gerek tek başlarına organik toprak düzenleyicisi olarak gerekse kimyasal gübrelere farklı oranlarda karıştırılmak suretiyle organomineral gübre olarak gerekse de K-humat ve humik asit şeklinde değerlendirilmesinin buğday yetiştiriciliğinde önemli olduğu belirlenmiştir. Humik asitlerin önemleri hormonal etkinlikleri ilerletebilme yeteneklerine bağlıdır. Humikasitlerin hepsi kimyasal birer iletişimci olup bitki gelişimini düzenledikleri

gibi çevrelerini saran ortam koşullarına karşı tepkiyi ayarlama da yardımcı olurlar (Ulukan, 2008). Ulukan, toprakta, torf yataklarında, linyit katmanlarında, taze su kaynaklarında ve leonardit madenlerinde bulunan humik asitlerin sıvı ya da toz halinde sulama suyuna karıştırılarak, topraktan ya da yapraktan uygulanmasının doğal ve organik yolla yaşamsal besin maddeleri, vitamin ve iz elementleri sağlamanın en mükemmel yol olduğunu belirtmiştir. Türkiye gibi beslenmesi tahıla dayalı olan ülkelerde tahılların, özellikle de buğday çeşitlerinin, organik materyallere karşı olan tepkilerinin ortaya konulabilmesi, verim ve kalite özelliklerine etkilerinin bilinmesi, buğday yetiştiriciliğinde verim ve kalitenin artırılmasını sağlayacaktır. Bu nedenle, AEL İşletme sahasında bulunan organik materyallerin farklı uygulama şekillerinin (topraktan, yapraktan, toz, sıvı, toprak düzenleyici, organomineral vb) ve doz çalışmalarının tarla koşullarında yapılması ülkemiz tarımına katkı sağlayacak potansiyeldedir.

Teşekkür

Desteklerinden dolayı EUAŞ Maden Sahaları Daire Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Akyıldız R (1979). Afşin-Elbistan Linyit Kömürü Havzası Gıdalarının Bölge Tarım Topraklarının Fiziksel Özelliklerine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi (Basılmamış), Ankara Üniversitesi, Ankara.

Anonymous (1973). Reports, On The Examination of Elbistan Coal in Respect Of It's Suitability for the Production of Humus Fertilizer, Unpublished Report, 1-12, Ankara.

Bouyoucos G J (1951). A Recalibration of Hydrometer for Marking Mechanical Analysis of Soil. *Agronomy Journal*, 43:434-439.

Bremner J M (1965). *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Ed. C.A. Black Amer. Soc. Of Agron. Inc. Pub. Agron. Series No: 9. Madison, Wisconsin, Usa.

Cheng B T (1977). Soil organic matter as a Plant nutrient. *Proc. Int. Symp. Organic Matter Studies*. 1:IAEA, Vienna.

Çimen F, Ok S S (2004). Properties of Gytta Materials and Their Humic and Fulvic Acids in Afsin-Elbistan Region. (International Soil Congress Natural Research Management for Sustainable Development. Uluslararası Toprak Kongresi'nde Sözlü Sunum. 7-10 Haziran 2004, Erzurum.

Erdal İ, Bozkurt M A, Çimrin K, Karaca S, Sağlam M (1999). Kireçli Bir Toprakta Yetiştirilen Mısır Bitkisi (Zea Mays L.) Gelişimi ve Fosfor Alımı Üzerine Humik Asit ve Fosfor Uygulamasının Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Van.

Hamilton M A, Westermann D T, James D W (1993). Factors affecting zinc uptake in cropping systems. *Soil Sci Soc Am J* 57(5):1310-1315.

Jackson M L (1962). *Soil Chemical Analysis* Prentice Hall. Inc. Cliffs., Usa.

Kacar B, İnal A (2008). Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara.

Karabatak İ (2006). Organik Madde Uygulamalarının Kireçli Topraklarda Mineral Fosfor Fraksiyonlarına Etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enst. Toprak Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.

Karaca A, Turgay C, Tamer N (2006). Effects of a Humic Deposit (Gyttja) on Soil Chemical and Microbiological Properties and Heavy Metal Availability. *Biology and Fertility of Soils* 42:585-592.

Kaya M, Atak M, Çiftçi C Y, Ünver S (2005). Çinko ve Humik Asit Uygulamalarının Ekmeklik Buğday (Triticum aestivum L.)'da Verim ve Bazı Verim Öğeleri Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, s:9-3

Kaya P, Haktanır K (2005). Gıda, Linyit ve Bunlardan Elde Edilecek Humik Asit Uygulamalarının Buğday Verimi ile Toprağın Biyolojik Aktivitesi Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Lisans Bitirme Tezi.

Kaya Z (1982). Çukurova Bölgesinde Yaygın Bazı Toprak Serilerinde Fosforun Statüsü ve Toprak-Bitki Sistemindeki Dinamiği. Doçentlik Tezi (Basılmamış), Çukurova Üniversitesi, Adana.

Lobartini J C, Orioli G A, Tan K H (1997). Characteristics of Soil Humic Acid Fractions Separated by Ultrafiltration. *Commun. Soil Sci. Plant Anal*, 28 (9&10):787-796.

Löffler C M, Busch R H (1982). Selection for Grain Protein, Grain Yield and Nitrogen Partitioning Efficiency in Hard Red Spring Wheat. *Crop Sci*. 22:591-595.

Loomis W D, Durst R W (1991). Boron and Cell Walls *Curr. Topics Plant Biochem. Physiol.* 10, S, 149-178, USA.

Munsuz N, Akyıldız R (1979). Afşin-Elbistan Bölgesi Linyit Kömürü Yataklarından Elde Edilen Gıdaların Bölge Topraklarının Kıvam Limitleri Üzerinde Bir Araştırma. *Türk Toprak İlimi Derneği 7 ve 8. Bilimsel Toplantı Tebliğleri*, 420-431.

Obrador A, Novillo J, Alvarez J M (2003). Mobility and availability to plants of two zinc sources applied to a calcareous soil. *Soil Sci Soc Am J* 67:564-572.

Peker İ (1978). Düşük Değerlikli Demirciköy Linyitinden Azotlu Gübreler Hazırlanması. Doktora Tezi (Basılmamış), İTÜ, Maden Fakültesi, İstanbul.

Richards L A (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. U.S.Dept.Agr.Handbook 60.

Sillanpää M (1972). Trace elements in soils and agriculture. *Food & Agriculture Org.*

Şipal S (1994). Gıyada Bulunan Humin Asitlerine Demir ve Çinkonun Bağlanması ile Oluşturulan Organomineral Komplekslerin Bitki Gelişimine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Çukurova Üniversitesi, Adana.

Tamer N, Karaca A (2006). Gıda ve Linyitin Toprağın Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (38):14-22.

Tamer N, Karaca A (2011). Organik toprak düzenleyicilerin toprağın enzim aktiviteleri ile buğday verim ve kalitesi üzerine etkileri. A.Ü. Fen Bil. Enst. Doktora tezi, Ankara.

Turgay O C, Karaca A, Ünver S, Tamer N (2011). Effects of Coal Derived Humic Substances on Some Soil Properties and Bread Wheat Yield. *Communications in Soil Science and Plant Analyses*. 42:9, 1050-1070.

Ulukan H (2008). Tarla Bitkileri Tarımında Hüyük Asit Uygulaması. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 11:(2).

Ulusoy S, Ok S (2005). Gıda'nın Humik Asit ile Birlikte Uygulanmasında Elde Edilen Kimyasal Parametreleri.. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Lisans Bitirme Tezi.

Ülgen N, Diğdiğoğlu A (1975). Gıda Toprağının Gübre Değerinin Saptanması. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, 1973-1975 Yılları Araştırma Raporları, Genel Yayın No:67, Ankara.

Wang X J, Wang Z O, Li S G (1995). The Effect of Humic Acids on The Availability of Phosphorus Fertilisers in Alkaline Soils. *Soil Use and Management*, 11(129):99-102.

Yağbasanlar T, Çölkesen M, Genç İ, Kitok Y, Eren N (1990b). Çukurova ve Şanlıurfa Koşullarına Uygun Buğday Çeşitlerinin Saptanması Üzerinde Araştırmalar. II. Makarnalık Buğday (Triticum Durum L.) Kongresi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(2):17-32.

Yağmur M, Kaydan D (2008). Kışık Buğdayda Tane Verimi, Verim Öğeleri ve Fenolojik Dönemler Arasındaki İlişkiler. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 12(4): 9-18.

Yalvaç K, Atlı A, Çetin L, Fazıl D, Tuncer T, Ozan A N, Albustan S, Yazar S, Zencirci N, Eser V, Baran İ (1999). Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nün Geliştirdiği Ekmeklik

ve Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Orta Anadolu'da Verim, Kalite ve Hastalıklara Dayanıklılık Durumları. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları, S. 95-99, 8-11 Haziran 1999, Konya.

Yazıcı M A (2001). Sera Koşullarında Toprağa Uygulanan Gıdyanın Buğdayın Büyümesi ve Yeşil Aksam Bor ve Çinko Konsantrasyonu Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Çukurova Üniversitesi, Adana.

Yörük M (1981). Afşin-Elbistan Linyit Kömürü Havzasından Elde Olunan Gıdya'ların Tarımda Kullanılma Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi (Basılmamış), Ankara Üniversitesi, Ankara.

Yürür N (1994). Serin İklim Tahılları (Tahıllar I). U.Ü. Yayınları No:7- 030-0256. ISBN: 975-7657-79-4. Bursa.

Yürür N, Tosun O, Eser D, Geçit H H (1981). Buğdayda Anasap Verimi ile Bazı Karakterler Arasındaki İlişkiler. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları, 755:443.

Yürür, N., Turan, Z.M. ve Çakmakçı, S. 1987. Bazı Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Bursa Koşullarında Verim ve Adaptasyon Yeteneği Üzerine Araştırmalar. Tübitak Türkiye Tahıl Sempozyumu, 6-9 Ekim 1987, Toag, S. 59-69, Bursa.

Zanetti S, Winzeler M, Feuillet C, Keller B, Messmer M (2001). Genetic Analysis of Breadmaking Quality in Wheat and Spelt. Plant Breeding, 120:13-19.

Zeleny L (1947). A Simple Sedimentation Test for Estimating The Bread-Baking and Gluten Qualities of Wheat Flour. Cereal Chem., 24, 465-475.

Gıdya ve Poliakrilamid Uygulamalarının Farklı Tekstürdeki Toprakların Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri

Gonca YÜCE¹ Tuğrul YAKUPOĞLU*²

¹Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Dulkadiroğlu İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Kahramanmaraş

²Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erdoğlan Akdağ Yerleşkesi, 66900, Yozgat

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): tugrul.yakupoglu@bozok.edu.tr

DOI: 10.21657/topraksu.338307

Öz

Bu çalışmada, killi ve kumlu topraklara uygulanan poliakrilamid (PAM) ve gıdyanın toprakların bazı fiziksel özelliklerinde zamana bağımlı olarak meydana getirdiği değişimler incelenmiştir. Çalışmanın amacına yönelik olarak fırın kuru ağırlık esasına göre gıdya ve PAM'ın farklı doz kombinasyonları deneme konusu topraklara uygulanmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre kurgulanan çalışma, sera koşullarında tutulan plastik saksılarda yürütülmüştür. Deneme kurulduktan sonra 4. 8. ve 12. aylarda saksılar bozularak gerekli ölçümler yapılmıştır. Toprakların fiziksel özelliklerindeki değişimi değerlendirmek için doğrusal uzama katsayısı (COLE), likit limit (LL), plastik limit (PL) ve doymun hidrolik iletkenlik (K_{sat}) değerleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda gerçekleştirilen varyans analizine göre ölçülen bütün değişkenler üzerine toprak çeşidi, uygulama ve örnekleme zamanının etkisi önemli ($p<0,001$) bulunmuştur. Toprakların COLE değerleri uygulama dozlarının artışıyla azalma gösterirken, K_{sat} , LL ve PL değerleri uygulama dozlarının yükselmesiyle artış göstermiştir. Bu fiziksel parametrelerin zamana bağımlı değişimleri incelendiğinde K_{sat} , LL ve PL azalırken, COLE'nin artış gösterdiği bulgusu elde edilmiştir. Değişkenlere ait verilere uygulanan Duncan testlerine ($\alpha = 0,05$) göre COLE'ü azaltmada etkili uygulamalar aralarında istatistiksel olarak fark bulunmayan birinci doz gıdyanın (G1) PAM ile birlikte uygulanması ([G1+PAM]) ve ikinci doz gıdyanın (G2) PAM ile birlikte uygulanması ([G2+PAM]) olarak bulunmuştur. LL'i artırmada en etkin uygulama [G2+PAM] iken PL'i ve K_{sat} 'ı artırmada ise aralarında istatistiksel anlamda fark bulunmayan G2, [G1+PAM] ve [G2+PAM] uygulamaları en etkili olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, saksılardaki organik madde miktarının zamana bağımlı olarak değişimine atfedilebilir ve organik maddenin toprak hidrolojisindeki etkinliği, toprak su bütçesinin fiziksel özelliklere etki etmesi ve PAM'ın agregatların stabilitesini artırmadaki etkinliği ile açıklanabilir.

Anahtar Kelimeler: Atterberg limitleri, COLE, hidrolik iletkenlik, toprak düzenleyiciler

Effects of Gytija and Polyacrylamide Applications on Some Physical Properties of Soils with Different Texture

Abstract

In this study, polyacrylamide (PAM) and gytija applied to clayey and sandy soils caused by time-dependent changes in some physical properties were investigated. For the purpose of the study, various dose combinations of gytija and PAM were applied to soils by the oven dry weight basis. Study constructed according to a randomized complete block experimental design was carried out in plastic pots kept under greenhouse conditions. 4, 8 and 12 months after the experiment establishment, pots were deteriorated and necessary measurements realized. In order to assess the changes in physical properties of soils, coefficient of linear extensibility (COLE), liquid limit (LL), plastic limit (PL) and saturated hydraulic conductivity (K_{sat}) values were measured. According to ANOVA test results, effects of soil,

application, and sampling time on measured all variables were found as significant ($p < 0.001$). While COLE values of soils decreased with rising application doses, K_{sat} , LL and PL values increased. When analyzing the time-dependent changes of these physical parameters, it was obtain a finding that K_{sat} , LL and PL decreased but COLE increased. According to Duncan test ($\alpha= 0.05$) results, the most effective applications to decrease in COLE were first dose gyttja + PAM ([G1+PAM]) and second dose gyttja + PAM ([G2+PAM]) that there is no statistically difference between these. The most effective application to increase in LL was [G2+PAM] and the most effective applications to increase in PL and K_{sat} were G2, [G1+PAM] and [G2+PAM] that two applications was same, statistically. These results attributed to changes of organic matter content as time-depending in pots and argued and described frame of these changes. frame.

Key Words: Atterberg limits, COLE, hydraulic conductivity, soil conditioners

GİRİŞ

Toprak organik maddesinin, toprakların fiziksel özellikleri üzerine doğrudan ve dolaylı etkileri bilinmektedir. Toprakların fiziksel özelliklerinin optimum seviyede olması, fiziksel verimliliklerinin yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Özellikle toprakta suyun tutulması ve hareketi, toprakların şişme-büzülme özellikleri ve kıvam indeks değerleri tarım topraklarında büyük öneme sahiptir. Bu özellikler toprak organik maddesi ile doğrudan ilişkilidir.

Yaklaşık 3000 yıldır tarım yapılan ülkemiz toprakları sahip olduğu topoğrafik yapı, iklim koşulları ve hatalı kullanımlara bağlı olarak özellikle organik maddece yoksullaşmıştır. Türkiye toprakları organik madde bakımından belirli alanlar dışında genellikle fakirdir. Türkiye’de birçok bölgede, özellikle Orta Anadolu bölgesi topraklarının organik madde içerikleri % 2’nin hatta yer yer % 1’in altına düşmüştür (Gezgin vd., 2001). Toprak ekolojisi göz önünde bulundurulduğunda, bitkilerin gelişimlerini devam ettirebilmeleri için tarım topraklarında verimliliğin artırılması veya mevcut verimlilik potansiyelinin korunması ve topraklardan kaldırılan veya çeşitli yollarla kayba uğrayan bitki besin elementlerinin çevre ile barışık şekilde yeniden bu topraklara kazandırılması gerekmektedir (Taban vd., 2005). Bu anlamda organik atıkların düzenleyici olarak topraklara uygulanması akılcı bir çözüm yoludur. Bu amacı yerine getirmek için uygun olan organik kökenli toprak düzenleyicilerin özellikle tarımsal sanayi atıklarının kullanılması, doğal kaynakların sürdürülebilirliği ve sürdürülebilir bir tarımsal üretim hedeflerine hizmet etmektedir (Bhuiyan, 2001). Bu nedenle organik madde yönünden genelde fakir olan ülkemiz tarım arazilerinde organik atıkların topraklara düzenleyici olarak uygulanması daha da önem kazanmaktadır.

Toprakların organik madde içeriği enerji sağlama başta olmak üzere toprak fonksiyonlarının birçoğu için gereklidir (Lal ve Kimble, 1997). Özellikle toprakların organik madde içeriklerinin korunması ve artırılması sürdürülebilir tarımda büyük önem taşımaktadır. Yoğun tarımsal faaliyetler sonucunda azalan organik madde ihtiyacının karşılanması için toprağa organik madde ilavesi gerekmektedir. Organik düzenleyici olarak kullanılan kaynaklar ahır gübresi başta olmak üzere pirina, leonardit, çay fabrikasyon atığı, fındık zuru, tütün fabrikasyon atığı, çeltik kavuzu, biyokati ve bunların kompostlanmış şekilleridir. Bu kaynaklardan birisi de toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirebilecek nitelikte olan gıda materyalidir. Gıda, yüksek oranda karbon ve humik asitler içeren, kömür düzeyine ulaşmamış doğal bir organik materyaldir.

Fiziksel özellikleri bakımından bozulmuş topraklarda yapıyı iyileştirmek için üst toprak içerisine organik atıkların karıştırılması en yaygın yol olarak izlenmektedir. Ancak toprakların ıslahında fazla miktarda organik girdiye ihtiyaç duyulması ve söz konusu organik madde kaynağının topraktaki ayrışma sürecinin uzun olması bu alanda organik kökenli sentetik toprak düzenleyicilerinin alternatif kullanım olanaklarının araştırılmasına yol açmıştır. Bu alanda poliakrilamid (PAM) kullanımı yoğun olarak araştırılmaya başlanmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarda, sentetik polimerlerin toprak yüzeyine çok düşük dozlarda uygulanmasının bile agregat stabilitesini artırma bakımından önemli pozitif etkiler yapabileceği genel bir sonuç olarak vurgulanmaktadır (Bryan, 1992; Sojka ve Lentz, 1994; Imbufe vd., 2005).

Bu çalışmada, organik düzenleyici olarak kullanılan gidyanın, tek başına ve PAM ile kombine edilerek uygulanan farklı dozlarının, toprakların

Atterberg limitleri, doğrusal uzama katsayıları ve hidrolik iletkenlik özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Deneme Topraklarının Alındığı Yerler ve İklim-Toprak Özellikleri

Araştırmada kullanılan kumlu toprak örneği Kahramanmaraş Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Müdürlüğü uygulama arazilerinden, killi toprak örneği ise Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Kampüsü arazilerinden alınmıştır. Deneme konusu toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri sırasıyla Çizelge 1 ve 2’de verilmiştir.

Denemede Kullanılan Organik ve Sentetik Düzenleyiciler

Bu çalışmada organik düzenleyici materyal olarak gidya, düzenleyici polimer olarak ise poliakrilamid (PAM) kullanılmıştır. Afşin Elbistan Termik santralinden temin edilen ve denemede kullanılan gidya, bazı kimyasal özellikleri, kimyasal kompozisyonu ve bazı fiziksel özellikleri Yakupoğlu vd., (2013)’de tanımlanan materyaldir.

Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi

Denemeye konu olan topraklar ahşap tokmakla dövülerek 2 mm’lik elekten geçirilmiş ve 13,5 cm boyunda, 9 cm çapında plastik saksılara konulmuştur. Hazırlanan topraklara gidya ve PAM Çizelge 3’de verilen kombinasyonlarda kuru ağırlık esasına göre (w/w) uygulanmıştır. Gidya materyali uygulanmadan önce 0,5 mm’lik elekten geçirilmiştir. PAM ise saf suda eritildikten sonra bir el püskürtücüsü yardımıyla uygulanmıştır. Verilen kombinasyonlar, farklı zamanlarda bozulmak üzere üç grup halinde hazırlanmıştır. Saksı denemesi 01.06.2013 tarihinde kurulmuştur. Hazırlanan denet ve karışım saksıları, 12 ay süre ile sera koşullarında tutulmuş ve saksılardaki nem tarla kapasitesinin yaklaşık yarısına kadar düştüğünde yine tarla kapasitesine ulaşınca kadar sulanmıştır. Uygulamaların toprakların fiziksel özelliklerinde zamana bağlı olarak meydana getirdiği değişimi belirlemek için her 4 ayda bir uygulama grupları bozulmuş ve ilgili analizler yapılmıştır.

Toprak Analizleri

Doğrusal uzama katsayısı (COLE), doygunluktan biraz daha az nem düzeyinde

Çizelge 1. Deneme konusu toprakların bazı kimyasal analiz sonuçları

Table 1. Some chemical analyses results of experiment soils

Toprak	pH	EC _{25°C} dS m ⁻¹	CaCO ₃ g kg ⁻¹	OC g kg ⁻¹	KDK cmol _c (+)/kg ⁻¹	Ca ⁺⁺ µg g ⁻¹	Mg ⁺⁺ µg g ⁻¹	K ⁺ µg g ⁻¹	Na ⁺ µg g ⁻¹
Mollic Xerofluvent	8,1	2,53	67	13,2	38	12030	871	116	60
Typic Xerorthent	8,5	1,90	181	10,1	17	7915	427	127	57

pH ve EC saturasyon çamurunda ölçülmüştür. Değişebilir katyonların, amonyum asetatla ekstrakte edilebilir formları verilmiştir

Çizelge 2. Deneme konusu toprakların bazı fiziksel analiz sonuçları

Table 2. Some physical analyses results of experiment soils

Toprak	Kil g kg ⁻¹	*Silt gkg ⁻¹	Kum gkg ⁻¹	Tekstür sınıfı	HA Mgm ⁻³	SAT cm ³ cm ⁻³	TK cm ³ cm ⁻³	DSN cm ³ cm ⁻³	YS cm ³ cm ⁻³
Mollic Xerofluvent	548	228	224	C	1,30	0,65	0,44	0,33	0,11
Typic Xerorthent	291	192	517	SCL	1,36	0,40	0,31	0,19	0,12

*Parçacık büyüklüğü belirlenirken USDA ölçütleri esas alınmıştır. HA: Hacim ağırlığı, Ksat: Sature hidrolik iletkenlik, SAT: Saturasyon yüzdesi, TK: Tarla kapasitesi, DSN: Devamlı solma noktası, YS: Yarayışlı su

Çizelge 3. Kullanılan düzenleyicilerin uygulama dozları

Table 3. Application doses of conditioners

Notasyon	Uygulama
Kontrol	1500'er gram hava kuru toprak
G1	FKA üzerinde % 3 OM içerecek kadar gidya
G2	FKA üzerinde % 6 OM içerecek kadar gidya
G1 + PAM	G1 uygulanan saksıya % 0,005 PAM
G2 + PAM	G2 uygulanan saksıya % 0,005 PAM

iken balçıklaştırılan topraktan, bir şırınga yardımı ile elde edilen 1 cm çapında ve 6-10 cm uzunluğundaki çubukların, vazelin sürülmüş bir yüzey üzerinde 48 saat süre ile atmosfer koşullarında kurutulduktan sonra uzunluklarının ölçülmesi ve ıslak çubuk ve kuru çubuk arasındaki uzunluk farkının, kuru çubuk uzunluğuna oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Schafer and Singer, 1976). Toprakların likit limit (LL) değerleri Casagrande aleti kullanılarak, plastik limit (PL) değerleri ise nemli toprağın 3 mm'lik iplikçiler haline getirilmesinden sonra dağılmaya başladığı anda sahip olduğu nem miktarına göre belirlenmiştir (Sowers, 1965). Toprakların doymun koşullardaki hidrolik iletkenlik değerleri (K_{sat}) Darcy yasası uyarınca laboratuvar koşullarında Mariotte düzeneği kurularak ölçülmüştür (Özdemir, 1998).

İstatistiksel Analizler

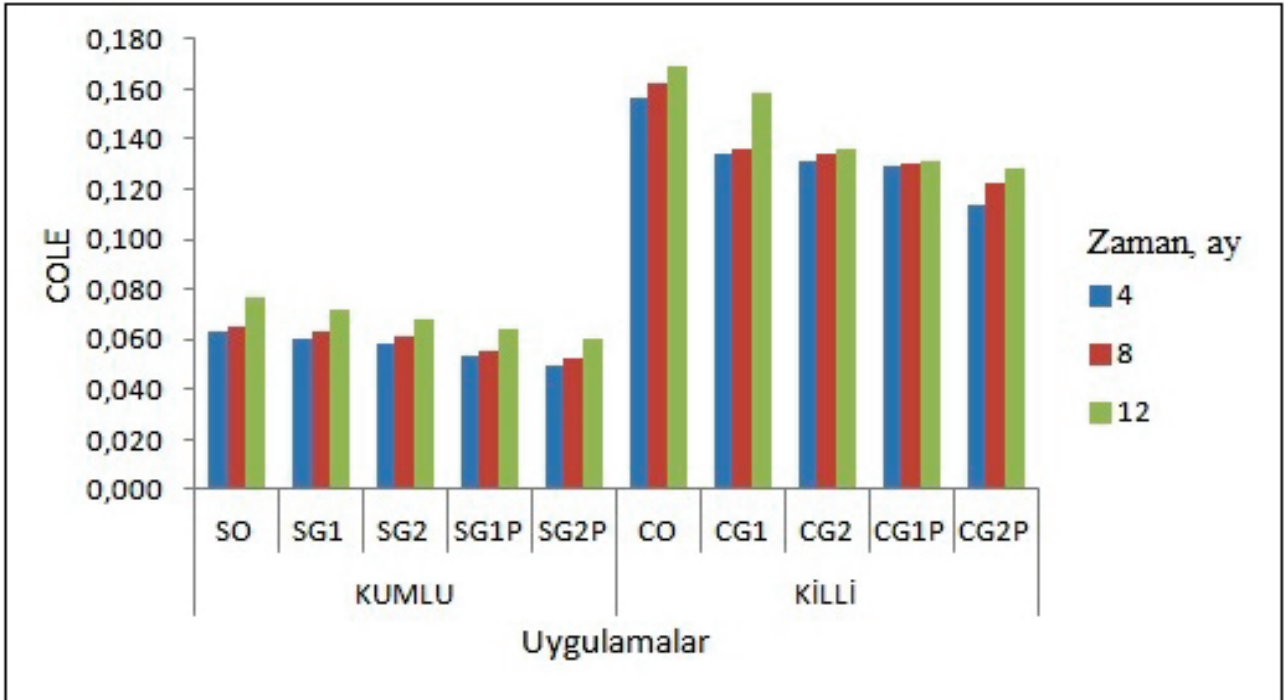
İstatistiksel analizler SPSS bilgisayar programında yapılmıştır. Ölçülen değişkenler üzerine istatistiksel konuların etkili olup olmadığının araştırılmasında varyans analizinden yararlanılmıştır. Varyans analizi sonucunda F değeri önemli bulunan değişkenler üzerine konuların etkinliğini incelemek için Duncan testinden faydalanılmıştır (Yurtseven, 1984).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Gıdya ve PAM'ın Toprakların Doğrusal Uzama Katsayıları (COLE) Üzerine Etkileri

Uygulanan düzenleyicilerin deneme konusu toprakların COLE değerlerinde kontrole göre sağladığı değişimler Şekil 1'de sunulmuştur. Adı geçen şekle göre Gıdya ve PAM uygulamaları toprakların COLE değerlerini uygulama dozlarının artmasıyla azaltmış ancak zamana bağlı olarak toprakların COLE değerleri artma eğilimi göstermiştir. Örnekleme zamanları dikkate alındığında COLE en düşük kumlu toprakta 4. ayda bozulan saksılardan alınan örneklerde belirlenmiştir. 8. ve 12. aylarda COLE'nin örnekleme zamanının uzamasına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. En düşük cole değeri (0,050) kumlu toprağa yüksek doz gıdya ve PAM'ın birlikte uygulandığı (G2+PAM) saksıda 4. ay örneklemesinde ölçülmüştür. En yüksek COLE (% 0,169) ise killi toprağın kontrol uygulaması için belirlenmiştir. ANOVA sonuçlarına COLE değerlerine uygulama dozunun, toprak çeşidinin ve örnekleme zamanının etkisi istatistiksel açıdan $p < 0.001$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4. ve 5'de COLE değişkeni için sırasıyla uygulamalara ve zamana ait Duncan test sonuçları



Şekil 1. Uygulamaların toprakların Cole kapsamlarında meydana getirdiği değişimler (S0: Kumlu toprak kontrolü, CO: Killi toprak kontrolü, G1: Gıdya birinci doz uygulaması, G2: Gıdya ikinci doz uygulaması, G1P: [G1+PAM], G2P: [G2+PAM])

Figure 1. Changes in COLE values of soils with applications (S0: Control for sandy soil, Co: Control for clayey soil, G1: First gytija dose application, Second gytija dose application, G1P: [G1+PAM], G2P: [G2+PAM])

Çizelge 4. COLE değişkeni için uygulamalara ait Duncan testi sonucu**Table 4.** Duncan test results for COLE from applications

Uygulama	COLE (Alt küme)			
	1	2	3	4
G2+PAM	0,0877d			
G1+PAM	0,0937cd	0,0937cd		
G2		0,0980bc	0,0980bc	
G1			0,1038b	
Kontrol				0,1155a
Sig.	0,108	,239	,118	1,000
HKO= 3,85E-005. $\alpha = 0,05$				

Çizelge 5. COLE değişkeni için örnekleme zamanına ait Duncan testi sonucu**Table 5.** Duncan test results for COLE from applications

Zaman	COLE (Alt küme)	
	1	2
4.ay	0,0948b	
8.ay	0,0981b	
12.ay		0,1063a
Sig.	0,247	1,000
HKO= 3,85E-005 $\alpha = 0,05$		

verilmiştir. Uygulamaların COLE üzerine etkinlikleri incelendiğinde ortalama en yüksek COLE değerinin kontrol saksıları için hesaplandığı, COLE'yi azaltmada en etkili uygulamaların aralarında istatistiksel fark bulunmayan G1+PAM ve G2+PAM uygulamaları olduğu görülmüştür. Çizelge 5'e göre 4. 8. aylara ait ortalama COLE değerleri istatistiksel bakımdan farklılık arz etmemiş ancak 12. ay örnekleme ilk iki örnekleme zamanının ortalamalarından farklı olmak üzere en yüksek bulunmuştur. Bu bulgular, organik düzenleyici uygulamalarının COLE değerlerini düşürdüğünü ifade eden başka bir çalışmanın (Yakupoğlu ve Özdemir, 2006) sonuçları ile örtüşmektedir.

Gıdya ve PAM'ın Toprakların Likit Limit (LL) Değerleri Üzerine Etkileri

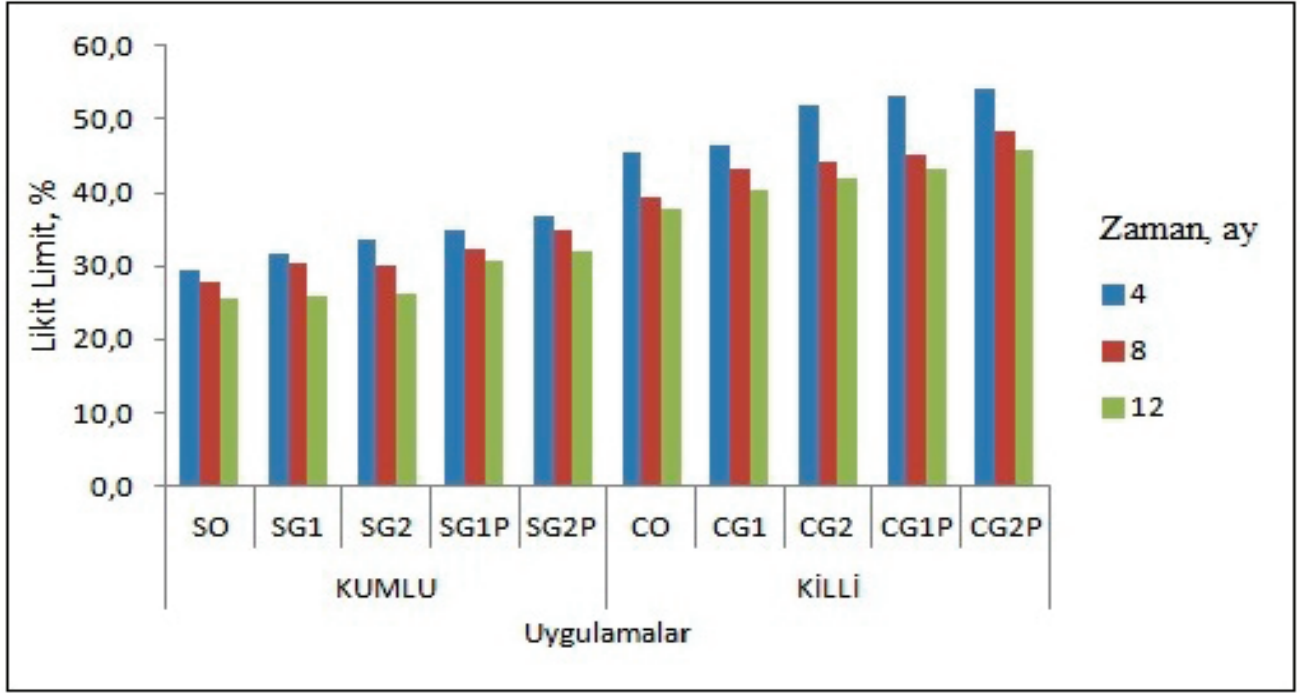
Uygulanan düzenleyicilerin deneme konusu toprakların LL değerlerinde kontrole göre sağladığı değişimler Şekil 2'de sunulmuştur. Söz konusu şekle göre gıdya ve PAM uygulamaları toprakların LL değerlerini artırmış ancak zamana bağlı olarak toprakların LL değerlerinin azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Örnekleme zamanları dikkate alındığında LL en yüksek 4. ayda bozulan saksılardan alınan örneklerde belirlenmiştir. 8. ve 12. aylarda LL azaldığı belirlenmiştir. En düşük LL değeri (% 25,5) herhangi bir uygulama yapılmayan kumlu toprakta 12. ayda, en yüksek LL değeri ise (% 54,0) killi

toprağa [G2+PAM] uygulamasının yapıldığı saksıda 4.ay örnekleme belirlenmiştir. Yüksek doz gidyanın PAM ile birlikte uygulandığında özellikle 8. ve 12. aylarda toprağın LL değerindeki azalmanın daha az olduğu görülmüştür.

Likit limit değişkenine ait ANOVA sonuçlarına göre toprakların LL değerlerinde meydana gelen değişim uygulama çeşidinden, örnekleme zamanından ve toprak çeşidinden etkilenmiştir ($p < 0,001$).

Çizelge 6. ve 7'de LL değişkeni için sırasıyla uygulamalara ve zamana ait Duncan test sonuçları verilmiştir. Uygulamaların LL üzerine etkinlikleri incelendiğinde G1 ve G2 uygulamasının istatistiksel bakımdan aynı olduğu, en düşük LL kontrol uygulamasında belirlenirken en yüksek LL'nin [G2+PAM] uygulaması ile elde edildiği sonucuna ulaşılmıştır. Diğer taraftan üç örnekleme zamanında yapılan LL ölçümlerine ait ortalamalar birbirinden farklı bulunmuş, en yüksek LL 4. ay, en düşük LL ise 12. ay örnekleme için belirlenmiştir.

Likit limit değerleri toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak farklılık gösterebilmekte, kohezyonsuz topraklarda bu değer değeri % 20'nin altına düşebilmektedir (Head, 1984). Smith vd., (1985) tarafından yürütülen bir çalışmada, toprakların organik madde kapsamı ile LL



Şekil 2. Uygulamaların toprakların Likit limit kapsamlarında meydana getirdiği değişimler (S0: Kumlu toprak kontrolü, C0: Killi toprak kontrolü, G1: Gıyda birinci doz uygulaması, G2: Gıyda ikinci doz uygulaması, G1P: [G1+PAM], G2P: [G2+PAM])

Figure 2. Changes in liquid limit values of soils with applications (S0: Control for sandy soil, C0: Control for clayey soil, G1: First gyttja dose application, Second gyttja dose application, G1P: [G1+PAM], G2P: [G2+PAM])

değerleri arasında önemli istatistiksel ilişkiler elde edilmiştir. Farklı organik atıkların toprakların kıvam limitleri üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürütülen başka bir çalışmada (Gülser ve Candemir,

2004) organik atıkların uygulama miktarlarının artmasıyla LL değerlerinin arttığı açıklanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular sıralanan literatürde verilen bilgilerle örtüşmektedir.

Çizelge 6. Likit limit değişkeni için uygulamalara ait Duncan testi sonucu

Table 6. Duncan test results for LL from applications

Uygulama	LL, % (Alt küme)			
	1	2	3	4
Kontrol	34,3167d			
G1		36,3500c		
G2		37,9667c		
G1+PAM			39,9333b	
G2+PAM				41,9833a
Sig.	1,000	,056	1,000	1,000
HKO= 1.928 $\alpha = 0,05$				

Çizelge 7. Likit limit değişkeni için örnekleme zamanına ait Duncan testi sonucu

Table 7. Duncan test results for LL from sampling time

Zaman	LL, % (Alt küme)	
	1	2
12.ay	34,9500c	
8.ay		37,6200b
4.ay		
Sig.	1,000	1,000
HKO= 1,928 $\alpha = 0,05$		

Gıdya ve PAM'ın Toprakların Plastik Limit (PL) Değerleri Üzerine Etkileri

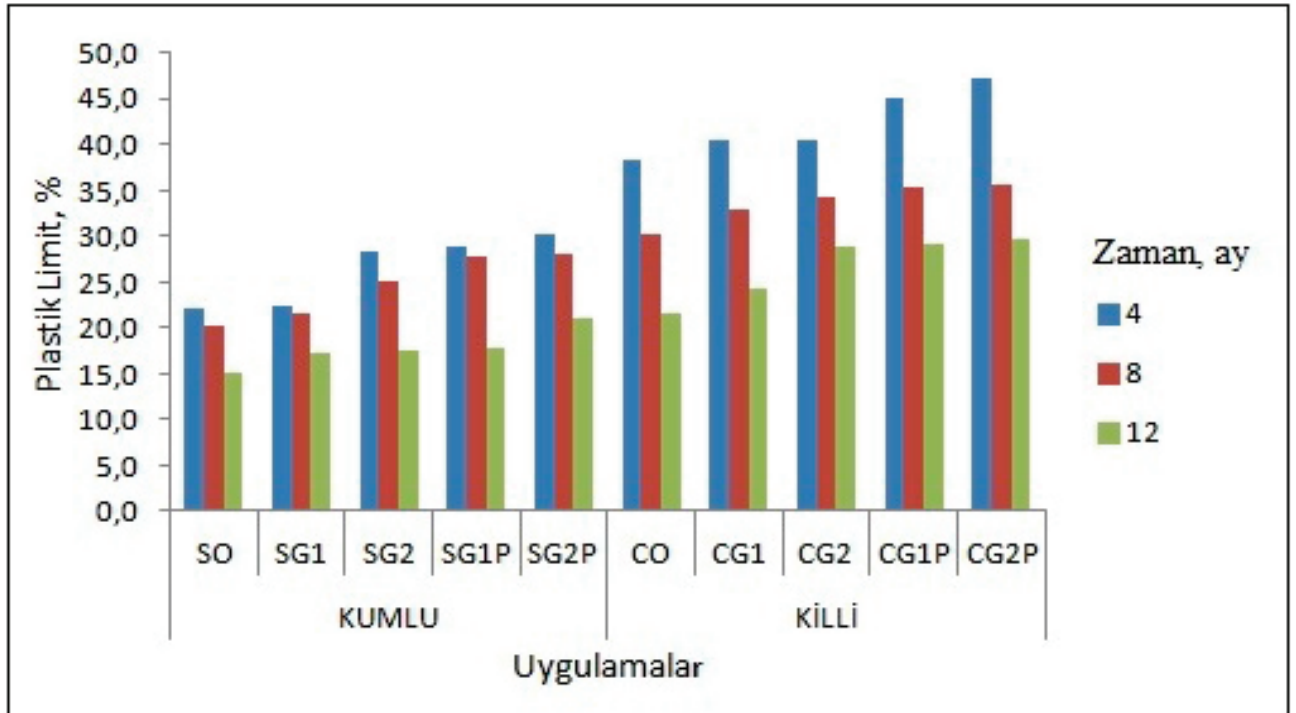
Düzenleyici olarak kullanılan malzemenin deneme konusu toprakların PL değerlerinde kontrole göre meydana getirdiği değişimler Şekil 3'de sunulmuştur. Şekil 3'e göre gıdya ve PAM uygulamaları toprakların PL kapsamalarını artırmış ancak zamana bağlı olarak toprakların PL kapsamalarının azaldığı görülmüştür. Örnekleme zamanları dikkate alındığında PL en yüksek 4. ayda bozulan saksılardan alınan örneklerde belirlenmiştir. 8. ve 12. aylarda PL değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. En yüksek PL değeri % 47,2 ile killi toprağa G2+PAM uygulamasının yapıldığı saksıda 4.ay örneklemesinde belirlenmiştir. En düşük PL değeri ise (% 15,1) kumlu toprağın kontrol saksısında belirlenmiştir. Genel olarak kumlu toprakta PL değerleri killi topraktan daha düşük bulunmuştur. Diğer taraftan her iki toprakta da uygulanan gıdya dozunun artışına paralel olarak örnekleme gruplarının (4, 8 ve 12. aylar) kendi içerisinde PL değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Yüksek doz gidyanın PAM ile birlikte uygulandığında özellikle 4. aylarda toprağın PL bütçesine daha fazla katkı sağladığı görülmüştür.

Plastik limit değişkenine ait varyans analizi sonuçlarına göre toprakların PL değerlerinde

meydana gelen değişime örnekleme zamanının, uygulama dozunun ve toprak çeşidinin etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0,001$) bulunmuştur.

Çizelge 8 ve 9'da PL değişkeni için sırasıyla uygulamalara ve zamana ait Duncan test sonuçları verilmiştir. Uygulamaların PL üzerine etkinlikleri incelendiğinde, en düşük PL'nin aralarında istatistiksel olarak fark bulunmayan kontrol ve G1 uygulaması yapılan saksılarda ölçüldüğü en yüksek PL'nin ise istatistiksel bakımdan aynı olan, G2, G1+PAM ve G2+PAM uygulamalarının yapıldığı saksılar için belirlendiği sonucuna ulaşılmıştır. Çizelge 9.'a göre PL en yüksek 4. aya, en düşük ise 12. aya ait örneklerde tespit edilmiştir. Her üç örnekleme zamanı da PL değeri üzerine etkinlikleri bakımından birbirinden farklı bulunmuştur.

Munsuz ve Akyıldız (1979), Afşin-Elbistan bölgesi linyit kömürü havzasından çıkartılan gıdya materyalinin, bu bölge tarım topraklarının fiziksel özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri bir laboratuvar çalışmasında, gıdya ilavesinin killi, tınlı ve killi-tınlı bünyedeki toprakların kıvam ve limit değerlerini yükselttiği belirlemiştir. Adı geçen bilim adamlarının sonuçlarını doğrular nitelikte olacak şekilde, bu çalışmanın sonuçları da Afşin-Elbistan linyit havzasından çıkarılan gidyanın toprak kıvam limiti değerlerini yükselttiğini göstermektedir.



Şekil 3. Uygulamaların toprakların Plastik limit kapsamalarında meydana getirdiği değişimler (S0: Kumlu toprak kontrolü, C0: Killi toprak kontrolü, G1: Gıdya birinci doz uygulaması, G2: Gıdya ikinci doz uygulaması, G1P: [G1+PAM], G2P: [G2+PAM])

Figure 3. Changes in plastic limit values of soils with applications (S0: Control for sandy soil, C0: Control for clayey soil, G1: First gıdya dose application, Second gıdya dose application, G1P: [G1+PAM], G2P: [G2+PAM])

Çizelge 8. Likit limit değişkeni için örnekleme zamanına ait Duncan testi sonucu**Table 8.** Duncan test results for LL from sampling time

Uygulama	Plastik limit, % (Alt küme)		
	1	2	3
Kontrol	24,5667c		
G1	26,4833bc	26,4833bc	
G2		29,1667ab	29,1667ab
G1+PAM			30,6833a
G2+PAM			31,9500a
Sig.	0,162	0,055	0,058

HKO = 5,261 $\alpha = 0,05$

Çizelge 9. Plastik limit değişkeni için örnekleme zamanına ait Duncan testi sonucu**Table 9.** Duncan test results for PL from sampling time

Zaman	Plastik limit, % (Alt küme)		
	1	2	3
12. ay	22,2300c		
8. ay		29,1100b	
4. ay			34,3700a
Sig.	1,000	1,000	1,000

HKO = 5,261 $\alpha = 0,05$

Gıdya ve PAM'ın Doymun Koşullarda Toprak Hidrolik İletkenliği (K_{sat}) Üzerine Etkileri

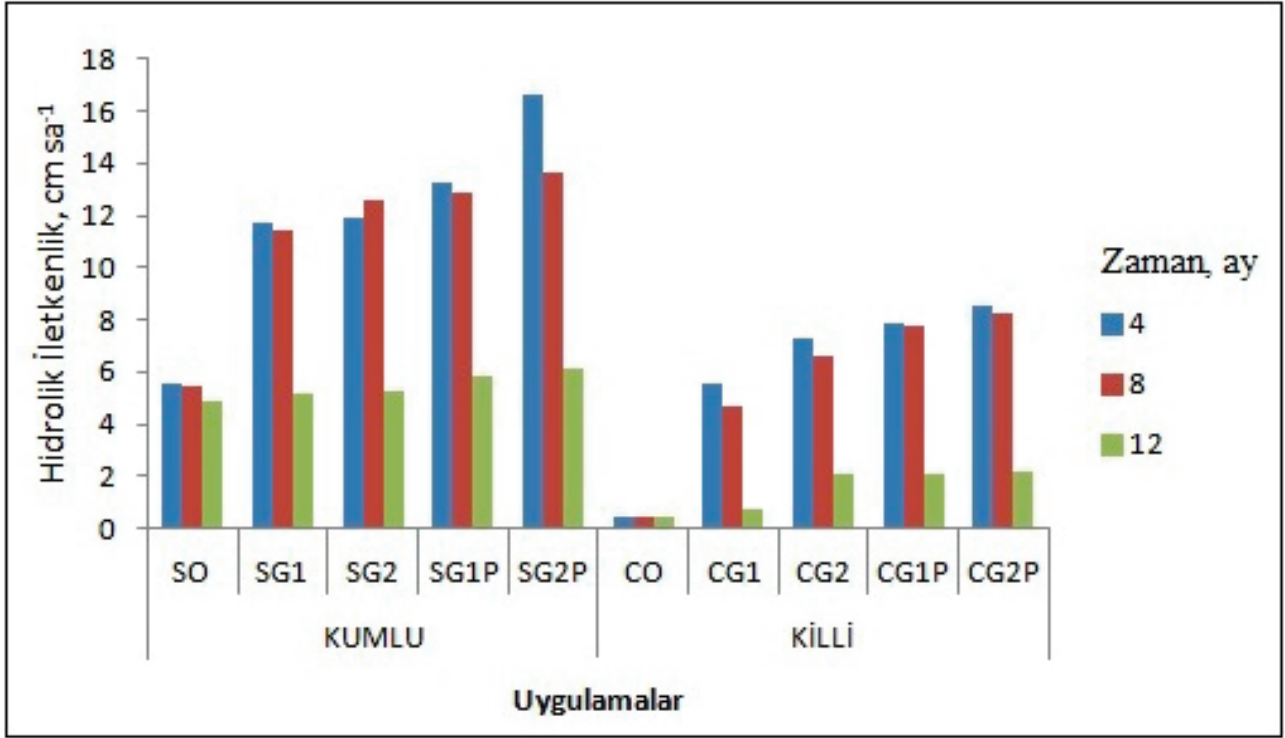
Uygulanan düzenleyicilerin deneme topraklarında hidrolik iletkenlik değişkenini kontrole göre ne şekilde değiştirdiği Şekil 4'de sunulmuştur. Söz konusu şekilden, gıdya ve PAM uygulamalarının toprakların K_{sat} değerlerini artırdığı ancak zamana bağlı olarak toprakların K_{sat} değerlerinin azaldığı anlaşılmaktadır. Örnekleme zamanları dikkate alındığında K_{sat} en yüksek 4. ayda bozulan saksılardan alınan örneklerde belirlenmiştir. 8. ve 12. aylarda K_{sat} 'ın azaldığı belirlenmiştir. Genel olarak killi toprakta K_{sat} ölçüm değerleri kumlu topraktan daha düşük bulunmuştur. Diğer taraftan her iki toprakta da uygulanan gıdya dozunun artışına paralel olarak örnekleme gruplarının (4, 8 ve 12. aylar) kendi içerisinde K_{sat} değerlerinin arttığı ancak zamana bağlı olarak bu değerlerin azaldığı tespit edilmiştir.

Toprakların doymun koşullardaki hidrolik iletkenlik (K_{sat}) değerlerine ait ANOVA test sonuçlarına göre toprakların K_{sat} değerlerinde meydana gelen değişim üzerine uygulamaların, toprak çeşidinin ve örnekleme zamanının etkileri

istatistiksel açıdan $p < 0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 10 ve 11'de K_{sat} değişkeni için sırasıyla uygulamalara ve zamana ait Duncan test sonuçları verilmiştir. Çizelge 10'a göre G1, G2 ve G1+PAM uygulamaları K_{sat} üzerine etkinlikleri bakımından istatistiksel olarak aynı bulunmuştur. En düşük K_{sat} değeri istatistiksel olarak diğerlerinden farklı olan kontrol saksıları için ve en yüksek K_{sat} değeri ise G2+PAM uygulaması yapılan saksılar için ölçülmüştür. Örnekleme zamanının K_{sat} üzerine etkinliği incelendiğinde 4. ve 8. ayın istatistiksel bakımdan aynı, 12. ayın ise ilk iki örnekleme zamanından farklı olduğu sonucu elde edilmiştir (Çizelge 11).

Hidrolik iletkenlik toprakların su iletim özelliği olup gözenekliliğin bir fonksiyonudur. Toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi organik materyallerin toprağa ilave edilmesi toplam porozitenin artmasını sağlamakta ve sonuçta hidrolik iletkenlik değerinin yükselmesini sağlamaktadır (Boparai vd., 1992). Barzegar vd. (2002), toprağa uyguladıkları çeşitli organik kökenli materyallerin uygulama dozları arttıkça, toprağın hidrolik özelliklerinde kontrole göre



Şekil 4. Uygulamaların toprakların Hidrolik iletkenlik kapsamlarında meydana getirdiği değişimler (SO: Kumlu toprak kontrolü, CO: Killi toprak kontrolü, G1: Gıdya birinci doz uygulaması, G2: Gıdya ikinci doz uygulaması, G1P: [G1+PAM], G2P: [G2+PAM])

Figure 4. Changes in hydraulic conductivity values of soils with applications (SO: Control for sandy soil, CO: Control for clayey soil, G1: First gıdya dose application, Second gıdya dose application, G1P: [G1+PAM], G2P: [G2+PAM])

önemli derecede artış saptamışlardır. Kum bünyeli topraklara organik madde ilavesi yapıldığında, iri boşlukları dolduran humus fraksiyonu, suyu tutabilecek büyüklükteki boşlukların oluşmasına katkıda bulunmaktadır. Ağır kil bünyeli topraklarda, mineral taneler arasındaki boşluklar ve aynı zamanda infiltrasyon oranı, hidrolik iletkenlik düşüktür. Organik maddeler taneleri birbirinden uzaklaştırarak ya da teksel kil tanelerini kümeleştirmek suretiyle, daha fazla su depolamasına yardım etmektedirler (Lal, 1979). Toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi için yeşil gübre veya bitki artıklarının toprakla karıştırılması organik maddenin gelişmesine toplam gözenekliliğin artmasına ve sonuçta hidrolik iletkenliğin artmasına katkıda bulunmaktadır (Tirlok vd. 1980; Boparai vd. 1992).

Kumlu ve killi topraklara uygulanan gıdya ve PAM'ın ölçülen değişkenlerde kontrole göre meydana getirdiği değişimler Çizelge 12'de sunulmuştur. Adı geçen çizelgeye göre düşük doz uygulamalarının bile killi topraklarda K_{sat} değerlerini yükseltmede başarılı olduğu görülmektedir. Genel olarak ise yüksek dozlar ölçülen değişkenlerde oransal olarak daha büyük değişimler meydana getirmekle birlikte Atterberg limitleri ve COLE'deki

değişimlerin kumlu topraklarda daha belirgin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Diğer taraftan toprağa uygulanan gıdya, özellikle PAM ile birlikte uygulanan yüksek dozlarıyla toprakların doğrusal uzama katsayılarını düşürmüş, hidrolik iletkenliklerini ve atterberg limitleri değerlerini yükseltmiştir. Uygulamaların etkinliği genel olarak zamana bağımlı değişkenlik göstermiştir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, organik kökenli toprak düzenleyicilerin polimerler ile birlikte kullanıldıklarında, toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirmede sadece organik atık ilavesine göre daha başarılı olacağını göstermiştir. Konunun daha iyi anlaşılması için farklı topraklar üzerinde denemeler yapılmasına ve değişik [organik atık x polimer] kombinasyonlarının denemelere konu edilmesine gereksinim bulunmaktadır. Bitki yetiştiriciliği altında denemeler yürütülmesi, farklı bitki, toprak ve ekolojik şartlar için en uygun dozun belirlenmesine katkı sağlayacak ve uygulamaların sonuçları tarımsal üretimin ekonomik göstergelerine olumlu yansıtacaktır. Ayrıca parsel koşullarında yürütülecek denemelerin sonuçlarına göre çiftçi düzeyinde tavsiyeler geliştirilmelidir.

Çizelge 10. Hidrolik iletkenlik değişkeni için uygulamalara ait Duncan testi sonucu

Table 10. Duncan test results for K_{sat} from applications

Uygulama	K_{sat} cm sa ⁻¹ (Alt küme)		
	1	2	3
Kontrol	2,8750c		
G1		6,5467b	
G2		7,6183ab	7,6183ab
G1+PAM		8,2833ab	8,2833ab
G2+PAM			9,2350a
Sig.	1,000	0,085	0,107
HKO = 2,508	$\alpha = 0,05$		

Çizelge 11. Hidrolik iletkenlik değişkeni için örnekleme zamanına ait Duncan testi sonucu

Table 11. Duncan test results for K_{sat} from sampling time

Uygulama	K_{sat} cm sa ⁻¹ (Alt küme)	
	1	2
12. ay	3,4750b	
8. ay		8,3880a
4. ay		8,8720a
Sig.	1,000	0,0501
HKO = 2,508	$\alpha = 0,05$	

Çizelge 12. Uygulamaların ölçülen değişkenler bakımından topraklarda kontrole göre meydana getirdiği değişimler

Table 12. Changes in measured variables with applications according to control

Toprak	Uygulama Değişken	Kontrole göre değişimler, %											
		4. Ay				8. Ay				12. Ay			
		G1	G2	G1 + PAM	G2 + PAM	G1	G2	G1 + PAM	G2 + PAM	G1	G2	G1 + PAM	G2 + PAM
Kumlu	COLE	-5	-8	-16	-21	-4	-7	-16	-20	-7	-12	-17	-22
	LL	7	13	18	24	10	8	16	25	2	3	20	26
	PL	1	28	31	36	7	24	37	38	15	16	18	39
	K_{sat}	111	116	134	206	107	129	134	147	7	8	20	24
Killi	COLE	-14	-16	-17	-27	-16	-17	-20	-25	-7	-20	-22	-24
	LL	2	14	17	18	10	12	14	22	7	10	14	21
	PL	6	6	17	23	13	14	16	18	13	34	35	38
	K_{sat}	1096	1465	1617	1770	945	1388	1634	1744	76	388	417	424

SONUÇLAR

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, organik kökenli toprak düzenleyicilerin polimerleriyle birlikte kullanıldıklarında, toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirmede sadece organik atık ilavesine göre daha başarılı olacağını göstermiştir. Konunun daha iyi anlaşılması için farklı topraklar üzerinde denemeler yapılmasına ve değişik [organik atık x polimer] kombinasyonlarının denemelere konu edilmesine gereksinim bulunmaktadır.

Bitki yetiştiriciliği altında denemeler yürütülmesi, farklı bitki, toprak ve ekolojik şartlar için en uygun dozun belirlenmesine katkı sağlayacak ve uygulamaların sonuçları tarımsal üretimin ekonomik göstergelerine olumlu yansıtacaktır. Ayrıca parsel koşullarında yürütülecek denemelerin sonuçlarına göre çiftçi düzeyinde tavsiyeler geliştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Barzegar A R, Yousefi A, Daryashenas A (2002). The Effect of Addition of Different Amounts and Types of Organic Materials on oil Physical Properties and Yield of wheat. *Plant and Soil*, 247: 295-301.
- Bhuiyan N I (2001). Application of integrated plant nutrition system (IPNS) in agriculture-Bangladesh experiences, Countr paper, September, Bangkok, Thailand, s.18-20.
- Boparai B S, Yadvinder S, Sharma B D (1992). Effect of Green Manure on Pyhsical Properties of Soil and Growth of Rice-wheat and maize-wheat Cropping System. *Agrophus*, 6: 95-101.
- Bryan R B (1992). The influence of some soil conditioners on soil properties: laboratory tests on Kenyan soil samples. *Soil Technologies*, 5(3): 225-247.
- Gezgin S, Dursun N, Hamurcu M, Harmankaya M, Onder M, Sade B, Topal A, Soylu S, Akgun N, Yorgancılar M, Ceyhan E, Ciftci N, Acar B, Gultekin İ, Isık Y, Seker C, Babaoğlu M, (2001). Determination of B Contents of Soils in Central Anatolian Cultivated Lands and its Relations Between Soil and Water Characteristics. Boron in Plant and Animal Nutrition. Edited by Goldbach et al., Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Gülser C, Candemir F (2004). Changes in Atterberg Limits with Different Organic Waste Applications. International Soil Congress (ISC) on "Natural Resource Management for Sustainable Development" June 7-10, Erzurum, Turkey.
- Hanay A (1992). Çöp kompostu uygulamasının toprakların kıvam limitleri ile bazı strüktür stabilite indekslerine etkisi üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniv. Zir.Fak. Dergisi*, 23(1):29-38.
- Head K H (1984). *Manual of Soil Laboratory Testing*. Vol.1: Soil Classification and Compaction Tests. ISBN, 0-7273-1302-9. Biddles Ltd, Guildford, Surrey.
- Imbufe A U, Patti A F, Burrow D, Surapaneni A, Jackson W R, Milner A D 2005. Effects of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia. *Geoderma*, 125: 321-330.
- Karabulut M, Cosun F (2009). Precipitation trend analyses in Kahramanmaraş. *Journal of Geographical Science*, 7(1): 61-83.
- Lal R (1979). Physical Properties and Moisture Retention Characteristics of some Nigerian Soils. *Geoderma*, 21: 209-223.
- Lal R, Kimble J M (1997). Conservation tillage for carbon sequestration. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 49: 243-253.
- Munsuz N, Akyıldız R (1979). Afşin-Elbistan Bölgesi Linyit Kömürü Havzası Gytja'larının Bölge Tarım Topraklarının Fiziksel Özelliklerine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu, Proje No: TOAG-301, Ankara.
- Özdemir N (1998). *Toprak Fiziği*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fak.Ders Kitabı No:30.
- Schafer W M, Singer M J (1976). A new method of measuring shrink-swell potential using soil pastes. *Soil Sci. Soc. Am. J*, 40: 805-806.
- Smith C W, Hadas A, Dan J, Koyumdjisky H (1985). Shrinkage and Atterberg Limits in Relation to Other Properties of Principal Soil Types in Israel. *Geoderma*, 35: 47-65.
- Sojka R E, Lentz R D (1994). Time for yet another look at soil conditioners. *Soil Science*, 158(4): 233-234.
- Sowers G F (1965). Consistency. *Methods of Soil Analysis*. Part I. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin U.S.A.
- Taban S, İbrikçi H, Ortaş İ, Kahraman MR, Orhan Y, Güneri A (2005). Türkiye'de gübre üretimi ve Kullanımı, Ankara, s.17.
- Tirlok S, Nagarajarao Y, Sadaphal M N (1980). Effect of Legumes on Physical Properties of Soil in Mixed Cropping with Maize. *Indian J. Argon*, 25(4): 592-599.
- Yakupoğlu T, Özdemir N (2006). Erozyona uğramış topraklarda organik atık uygulamalarının bazı mekaniksel özelliklere etkisi. *OMÜ Ziraat Fak. Dergisi*, 21(2):173-178.
- Yakupoğlu T, Yılmaz K, Demir, O F (2013). Some physico-chemical properties of gytja as a soil conditioner; removed from Afşin-Elbistan Coal Power Plant basin in Turkey. International Conference on Environmental Science and Technology (ICOEST-2013), Eds: C. Özdemir, S. Şahinkaya, E. Kalıpçı, M.K. Oden. June 18-21, Urgup, Nevşehir, Turkey. Published on CD.
- Yurtseven N (1984). *DeneySEL İstatistik Metodlar*. Tarım ve Köy İşleri Bak. Köy Hizmetleri Gen. Müd. Toprak ve Düzenleyici Araş. Enst. Yayınları, Teknik Yayın No: 56, Ankara.

Karbon / Azot Oranının Organik Toprakların Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi

Rawaz Khasro QADER Hüseyin DİKİCİ* Ömer Faruk DEMİR

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kahramanmaraş

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): hdikici@ksu.edu.tr
DOI: 10.21657/topraksu.338308

Öz

Bu çalışma C/N oranının Kahramanmaraş İli, Sağlık Ovası organik topraklarının bazı toprak özellikleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaç için alandan 50 adet toprak örneği alınmış, analizleri yapılmış, daha sonra veri seti hesaplanan C/N oranlarına göre üç farklı gruba ayrılmıştır. Grup 1 en düşük C/N oranlarına sahip iken grup 3 en yüksek C/N oranlarını içermiştir. Analizi yapılan toprak özelliklerinden pH, elektriksel iletkenlik, kation değişim kapasitesi, kireç içeriği, organik madde, toplam azot, organik karbon ve bitkice alınabilir P, Mg, Na, Cu, Zn ve Mn konsantrasyonları üzerine C/N oranlarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken, bitkiye yararlı Ca ve K bu değişimlerden etkilenmemiştir. C/N oranı grup 1'den grup 3'e doğru arttıkça, organik madde, organik karbon, pH, KDK, MVR ve CDFA yöntemleriyle humik asit değerleri de artış göstermiştir. Bu sonuçlar C/N oranlarının organik topraklarda toprak kalitesinin bir göstergesi olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: C/N oranı, humik asit, organik toprak, toprak degradasyonu

Effect of Carbon to Nitrogen Ratio on Some Properties of Organic Soils

Abstract

This study was performed to determine the effect C/N ratio on some properties of organic soils in Sağlık Plain, Kahramanmaraş. To achieve this objective, 50 soil samples were collected from the area and analyzed for some soil attributes, and data set were divided into three almost equally numbered groups based on the calculated C/N ratio values. The group 1 had the lowest C/N ratios, and the group 3 had the highest among the three. The measured soil attributes such as pH, electrical conductivity, cation exchange capacity, lime content, organic matter, total nitrogen, organic carbon, and extractable P, Mg, Na, Cu, Zn, and Mn were significantly affected by C/N ratios except for plant available Ca and K. As C/N ratio increased from group 1 to 3, soil organic matter, organic C, soil pH, CEC, humic acid contents by MVR and CDFA methods also increased significantly. The results showed that C/N ratio can be used as an indicator of soil quality in organic soils.

Key Words: C/N ratio, humic acids, organic soil, soil degradation

GİRİŞ

Toprak organik karbonu ve azotu, sürdürülebilir toprak kalitesi, bitkisel üretim ve çevresel etkilerden açısından oldukça önemli bir role sahiptir (Bauer ve Black, 1994; Doran ve Parkin, 1994). Organik materyalin C/N oranı mikroorganizmalar tarafından açığa çıkarılan CO₂ gazına oranla ne kadar azotun mineralize olacağını gösterir. Topraklarda C/N oranı 8 ile 17 arasında değişkenlik

gösterir (Alistair, 1979) ve bu oran toprak kalitesi için oldukça önemli bir indekstir (Zhang vd., 2011). Bu oran ayrıca pH, besin maddesi birikimini ve toprakta humik madde içeriğini de etkilemektedir (Yano vd., 2000). Berg ve McClaugherty (2003) humus tabakaların kalınlığı ile C/N oranı arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirmiştir.

Toprak işleme organik maddenin parçalanmasına yol açar, işlenen topraklarda C/N oranının daha dar olduğu bildirilmiştir (Seeber ve Seeber, 2005). Orman topraklarının tarım topraklarına göre daha yüksek C/N oranına sahip olduğu da rapor edilmiştir (John vd., 2005; Puget ve Lal, 2005).

Hüyük maddeler doğal olarak oluşan, biyogenetik ve heterojen yapıda, siyahtan sarıya değişen renkleriyle kolaylıkla tanımlanabilen, yüksek moleküler ağırlığa sahip ve parçalanmaya karşı dayanıklı materyallerdir (Sparks, 2003). Hüyük maddeler fulvik asit, hüyük asit ve hüyük olarak sınıflandırılırlar. Fulvik asitler, hüyük asitlere göre daha yüksek C/N oranına sahiptir (Anderson ve Hepburn, 1986). Hüyük olmayan organik materyaller mikroorganizmalarca kolaylıkla parçalanır ve toprakta daha kısa süre kalırlar (Schnitzer ve Kahn, 1972; Sparks, 2003).

Sulak alanlarda önemli düzeylerde organik karbon bulunmaktadır ve peat materyallerinde organik maddenin %60-85'i hüyük maddelerdir (Garnier-Sillam vd., 1999). Organik topraklar drene edildiğinde, temel fonksiyonları olan su ve karbon rezervleri olma görevleri yerine birer sera gazı kaynağı haline gelirler (Okruszko, 1993).

Karbon ve azot arasındaki oran humifikasyon işleminin bir indeksi olarak değerlendirilebilir (Brady, 1990; Miller ve Gardiner, 1998). Bu oran ayrıca organik topraklarda degradasyonun bir ölçüsü olarak da kullanılabilir. Bu orandaki azalmalar degradasyonun artmasının bir göstergesi olabilir. Bu çalışmanın amacı drene edildiği 1950'li yıllardan bu yana önemli değişimlere uğrayan Sağlık Ovası organik topraklarının C/N oranlarının diğer toprak özellikleri üzerine etkisini araştırmaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada araştırma materyali olarak Kahramanmaraş İli, Sağlık Ovası organik toprakları kullanılmıştır. Bölgeden yanmamış organik topraklardan ve birbirine komşu yaklaşık 4 tarladan, 0-30 cm derinlikten 50 adet toprak örneği alınmıştır. Çalışma alanı ile ilgili detaylı bilgiler Dikici ve Yılmaz (2006) tarafından verilmektedir. Kurutulan toprak örnekleri öğütülüp polietilen torbalara konulmuştur. Böylece analize hazır hale getirilmiştir. Toprak örneklerinde EC tayini YSI 32 marka elektriksel iletkenlik aleti ile saturasyon çamurunda (Rhoades, 1996), pH

tayini yine saturasyon çamurunda WTW-Inolab marka pH metre ile (Thomas, 1996) ve organik madde modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemine (Nelson ve Sommers, 1996) göre belirlenmiştir. Toplam kireç Gülçür (1974), toprakların katyon değişim kapasitesi ise sodyum asetat kullanılarak belirlenmiştir (Chapman, 1965). Toprak ve bitki örneklerinde toplam N Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Bremner, 1996). Bitkiye yarayışlı Ca, Mg ve K ve ekstrakte edilebilir Na 1 N amonyum asetat (NH₄OAC, pH=7) yöntemiyle (Helmke ve Sparks, 1996) ve Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (Perkin Elmer, 3110) aletinde belirlenmiştir. Bitkiye yarayışlı fosfor 0,5 M NaHCO₃ yöntemiyle (Kuo, 1996) Optima SP-3000 spektrofotometresinde, ekstrakte edilebilir Zn, Cu ve Mn ise DTPA yöntemiyle Perkin Elmer 3110 AAS ile belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978).

Toprak örneklerinde hüyük asit tayini Türk Standartları Enstitüsü (Anonim, 2003), Mesa Verda Resources (MVR) (Reid, 1999) ve Kaliforniya Gıda ve Tarım Departmanı (CDFA) (Page, 1982) yöntemlerine göre tayin edilmiştir.

Çalışma sonunda tüm istatistiksel analizler SPSS programı kullanılarak yapılmıştır. Farklı C/N grupları varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Buna göre uygulamalar arasındaki farklar, p değeri 0,05'ten küçükse (p<0,05) önemli olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Organik topraklarda yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizlerin sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Toprakların pH değerleri 6,80 ile 7,53 arasında değişmiş, ortalama değer 7,22 olarak bulunmuştur. Organik topraklar için ana materyale bağlı olarak benzer, daha düşük ve daha yüksek pH değerleri rapor edilmiştir (Bascomb, 1964; Ponnampereuma, 1972; Collins vd., 1997; Bridgham ve Richardson, 1993). Saturasyon çamurunda ölçülen ve 1,78 ile 3,70 dS m⁻¹ arasında değişen elektriksel iletkenlik değerleri bu topraklarda tuzluluk probleminin bir göstergesidir. Toprakların katyon değişim kapasitesi 35,20 ve 90,10 cmol_c kg⁻¹ arasında değişmiş ve ortalama değer ise 68,37 cmol_c kg⁻¹ olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Toprakların kireç içerikleri ise % 4,82'nin altında bulunmuştur.

Organik topraklarda organik karbon değerleri %12,50 ile %30,60, organik madde içerikleri ise

% 21,50 ile % 52,70 arasında bulunmuştur (Çizelge 1). Toprakların ortalama organik karbon ve organik madde değerleri sırasıyla %22,81 ve %39,82 olarak hesaplanmıştır. Leeper ve Uren (1993) yaptıkları çalışmada peat toprakları için organik madde içeriklerini % 27-33 olarak bildirmişlerdir. Toplam azot %1,39-2,55, C/N oranları ise 8,99-13,20 aralıklarında bulunmuştur. Organik topraklara ait % 0,5 ile % 2,6 arasında değişen toplam azot değerleri diğer araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Kaila, 1958; Scheffer, 1976).

Toprakların hümik asit içerikleri üç farklı yöntem (TSE, MVR ve CDFA) ile ölçülmüş ve değerler TSE yöntemi için %6,00-15,20, MVR yöntemi için %1,67-5,23 ve CDFA yöntemi için %2,58-30,57 aralığında bulunmuştur. Türk Standartları Enstitüsü metodu yaş yakma yöntemi ile hem hümik hem de fulvik asitleri ekstrakte etmektedir (Anonim, 2003). Bulgular Bozkurt (2005)'in peat toprakları için bildirdiğine benzer (%5-15) fakat Çelik (2003)

tarafından bildirilen değerlere (%15-30) göre daha düşüktür. Mesa Verda Resources (MVR) yöntemi kalorimetrik olarak sadece hümik asitleri ölçtüğü için diğer iki yöntemle göre daha düşük değerler ortaya koymuştur.

Organik topraklarda analizi yapılan bitkiye yararlı makro- ve mikro-elementlerin analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Genel olarak toprakların bitkiye yararlı Ca ve Mg içeriklerinin oldukça yüksek, bitkiye yararlı P ve K içeriklerinin ise düşük olduğu bulunmuştur. Bitkiye yararlı Cu, Zn ve Mn içerikleri mineral topraklar için yeterli kategoride yer alsa da organik topraklar için bu değerler düşüktür.

Karbon/azot oranının toprak özellikleri üzerine olan etkisini araştırmak için veri seti hesap edilen C/N oranına göre küçükten büyüğe sıralanıp ve bu sıralamaya göre üç gruba ayrılmıştır. Sıralama ile Grup 1 en düşük ve Grup 3 ise en yüksek C/N oranına sahip örnekleri kapsamıştır (Çizelge 3).

Çizelge 1. Ölçülen bazı kimyasal ve fiziksel toprak parametrelerine ait özet istatistikler

Table 1. Summary statistics of the some properties of organic soils

	Minimum	Maksimum	Ortalama
pH	6,80	7,53	7,22
EC (dS m ⁻¹)	1,78	3,70	3,19
KDK (cmolc kg ⁻¹)	35,20	90,10	68,37
Kireç (%)	2,10	4,80	3,77
OM (%)	21,50	52,70	39,32
OC (%)	12,50	30,60	22,81
N (%)	1,39	2,55	2,05
C/N	8,99	13,20	11,00
H.A (TSE, %)	6,00	15,20	10,30
H.A (MVR, %)	1,67	5,23	3,33
H.A (CDFA, %)	2,58	30,57	16,56

Çizelge 2. Ölçülen bitkice alınabilir makro ve mikro elementlere ait özet istatistikler

Table 2. Summary statistics of plant available macro and micro-nutrients in organic soils

	Minimum	Maksimum	Ortalama
P (mg kg ⁻¹)	6,01	11,27	8,41
Ca (mg kg ⁻¹)	6634,87	10904,50	8941,64
Mg (mg kg ⁻¹)	2994,80	5426,08	4183,30
K (mg kg ⁻¹)	32,27	120,88	63,96
Na (mg kg ⁻¹)	36,30	60,09	47,43
Cu (mg kg ⁻¹)	0,42	1,27	0,91
Mn (mg kg ⁻¹)	2,88	11,48	7,61
Zn (mg kg ⁻¹)	1,58	3,38	2,54

Çizelge 3. Toprak örnekleri için oluşturulan C/N gurupları**Table 3.** Soil groups based on C/N ratios

C/N Gurupları	C/N Aralıkları
Gurup 1	8,99-10,29
Gurup 2	10,30-11,70
Gurup 3	11,71-13,20

Çizelge 4. C/N oranına göre toprak özelliklerinin istatistiksel karşılaştırılması**Table 4.** Statistical comparisons of some soil properties among the different C/N groups

C/N Gurupları	% O.M	% OC	% N	pH	ECdS m ⁻¹	KDK cmol _c kg ⁻¹	% Kireç	% H.A TSE	% H.A MVR	% H.A CDFA
1	31,02c	18,00c	1,85b	7,01c	2,93b	59,15c	3,43b	8,70b	2,27c	9,76c
2	38,79b	22,49b	2,05b	7,22b	3,17b	69,03b	3,58b	10,02b	3,07b	15,38b
3	48,72a	28,26a	2,28a	7,43a	3,47a	77,46a	4,32a	12,28a	4,75a	25,05a

Çizelge 5. C/N oranına göre toprak özelliklerinin istatistiksel karşılaştırılması**Table 5.** Statistical comparisons of some soil properties among the different C/N groups

C/N Gurupları	P mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹	Ca mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	Na mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹
1	7,79b	4006,05b	8708,78	57,14	45,52b	6,43b	2,21b	0,83b
2	8,08b	4065,07b	8710,25	63,97	46,13b	7,45b	2,60a	0,91ab
3	9,44a	4497,25a	9434,90	71,20	50,85a	9,04a	2,84a	1,00a

Karbon/azot oranı arttıkça toprak organik maddesi, organik karbon, pH, KDK, MVR ve CDFA yöntemi ile hümik asit içerikleri de artış gösterdi. Organik azot, elektriksel iletkenlik, kireç içeriği ve TSE yöntemi ile hümik asit içeriği ise C/N oranının en yüksek olduğu grupta diğer iki gruptan istatistiksel olarak daha yüksek bulundu (Çizelge 4). Bu çalışmadaki bulgulara benzer şekilde, Leeper ve Uren (1993) C/N oranındaki artış ile toprakların pH ve KDK'larının arttığını rapor etmiştir.

Bitkice alınabilir makro ve mikro besin elementlerinin C/N oranı ile değişimi incelendiğinde, P, Mg, Na ve Mn yarayırlılığının en yüksek C/N oranı grubunda (Grup 3) artış gösterdiği, gruplar arasında bitkiye yarayırlı Ca ve K açısından istatistiksel bir fark olmadığı bulunmuştur (Çizelge 5). Bitkice alınabilir Mn açısından Grup 1 istatistiksel olarak Gruplar 2 ve 3'ten daha düşük olarak bulundu. Bitkiye yarayırlı Cu ise en yüksek C/N oranına sahip grupta, Grup 1'e göre daha yüksek olarak ölçüldü.

Bu çalışma ile C/N oranı ile ölçülen diğer toprak özellikleri arasında önemli ilişkiler bulunmuştur, bu bulgular C/N oranlarının organik topraklarda toprak kalitesinin bir göstergesi olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

SONUÇLAR

Sağlık ovası organik toprakları 1950'li yılların sonlarında drene edilmiş ve zamanla alan tarıma açılmıştır. Alandaki organik topraklar gerek oksidasyonunun artması gerek ise çıkan yangınlarla önemli değişimlere uğramışlardır. Geride kalan organik toprakların korunması için çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışma ile C/N oranı ile ölçülen toprak özellikleri arasında önemli ilişkiler bulunmuştur, bu bulgular C/N oranlarının organik topraklarda toprak kalitesinin bir göstergesi olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Karbon/azot oranındaki azalmalar topraklarda degradasyonun bir ölçüsü olarak değerlendirilmiştir. Sağlık ovası organik topraklarının tarım alanı olarak kullanılmasının topraklarda degradasyonu arttıracığı ve aşırı kullanılacak azotlu gübrelerin de süreci hızlandırabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından desteklenmiştir (2014/2-40YLS).

KAYNAKLAR

Alistair F (1979). Pitty Geography and soil properties, Taylor and Francis.

Anderson H, Hepburn A (1986). Variation of humic substances within peat profile. In: Peat and water (Ed. C. H. Fuchsman), N.Y.: Academic Press, 177–194.

Anonim (2003). Türk Standardı TS 5869 ISO 5073. Kahverengi kömürler ve linyitlerde humik asitlerin tayini.

Bascomb C L (1964). Rapid method for the determination of cation exchange capacity of calcareous and non-calcareous soils. *J. Sci. Food Agric.* 15:821-823.

Bauer A, Black A L (1994). Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58, 185–193.

Berg B, McClaugherty C (2003). Plant litter: decomposition, humus formation, carbon sequestration. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, Germany. 286 pp.

Bozkurt M (2005). Ayrışma Dereceleri Farklı Peatlerin Humik Asit Kapsamlarının İki Ayrı Yöntemle Karşılaştırılması. A.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

Brady N C (1990). The Nature and Properties of Soils. Tenth edition. Macmillan Publ. Co., New York, NY.

Bremner J M (1996). Nitrogen Total. in D.L. Sparks (Eds) Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5, SSSA., Madison,WI, P:1085–112.

Bridgman S D, Richardson C J (1993). Hydrology and nutrient gradients in North Carolina peatlands. *Wetlands* 13:207–218.

Chapman H D (1965). Cation-exchange capacity. In: C.A. Black (ed.). Methods of soil analysis - Chemical and microbiological properties. *Agronomy* 9:891-901.

Collins D W, Maydew E L, Weiss I S (1997). Changes in the value-relevance of earnings and book values over the past forty years. *Journal of Accounting and Economics*, 24(1), 39.

Çelik C (2003). Tabiat ananın gizemli hediyesi; humik maddeler (II), *Hasad Dergisi*, Yıl: 19, Sayı: 217.

Dikici H, Yılmaz C H (2006). Peat Fire Effects on Some Properties of an Artificially Drained Peatland. *J. Environ. Qual.*, 35(3):866-870.

Doran J W, Parkin T B (1994). Defining and assessing soil quality. Doran, J.W., et al., (Eds.), Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Special Publication No. 35. Soil Science Society of America, Madison, WI, pp. 3–21.

Garnier-Sillam E, Hariyanto S, Bourezgui Y (1999). Humic substances in peats. *Analysis*, 27(5), 405–408.

Gülçur F (1974). Topragın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 1970, O. F. Yayın No: 201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.

Helmke PA, Sparks DL (1996). Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium, and Calcium, in Sparks, D.L., (Eds). Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5, SSSA., Madison,WI, P:551–574.

John B, Yamashita T, Ludwig B, Flessa H (2005). Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of soils under different types of land use. *Geoderma*. 128:63-79.

Kaila A (1958). Effect of superphosphate on the mobilization of nitrogen in a peat soil. *J. Sci. Agric. Soc.*

Finland, 30:114–124.

Kuo S (1996). Phosphorus. (Methods of Soil Analysis: Chemical Methods. Part 3. Madison, WI., USA: Ed. Sparks, D.L.) 869-921.

Leeper G W, Uren N C (1993). Soil science, an introduction (5th edn ed.). Melbourne: Melbourne University Press. ISBN 0-522-84464-2.

Lindsay, W.L., ve Norvell, W.A., (1978). Development of a DTPA Micronutrient Soil Test for Zinc, Iron, Manganese, and Copper. *SSSA. Journal*, 42:421–428.

Miller R W, Gardiner D T (1998). Soils in Our Environment. Eight edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Nelson D W, Sommers L E (1996). Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. in D.L. Sparks (Eds) Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5, SSSA., Madison,WI, P: 961 1011. Odin, S., Huminsäuren. Th. Steinkopff, Dresden und Leipzig, 1922, 199 pp.

Okruszko H (1993). Transformation of fen-peat soils under the impact of draining. *Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych*, 406:3–73.

Page A L (1982). Methods of Soil Analysis Part 2, American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin.

Ponnamperuma F N (1972). The chemistry of submerged soils. *Adv. Agron.* 24:29–96.

Puget P, Lal R (2005). Soil organic carbon and nitrogen in a Mollisol in central Ohio as affected by tillage and land use. *Soil and Tillage Research*. 80: 211-213.

Reid B (1999). University of New Mexico, Owner of Mesa Verde Resources.

Rhoades J D (1996). Salinity: Electrical conductivity and total dissolved gasses. p. 417–437. In D.L. Sparks (ed.) Methods of soil analysis. Part 3. SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI.

Scheffer B (1976). Nitrogen transformations in fen soils (in German). *Landwirtschaftliche Forschung*, 33:20–28, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt-am-Main, Germany.

Schnitzer M, Khan S U (1972). Humic Substances in the Environment. Marcel Dekker, Inc., New York, NY.

Seeber J, Seeber G U H (2005). Effects of landuse changes on humus forms on alpine pastureland (Central Alps, Tyrol). *Geoderma*. 124:215-222.

Sparks D L (2003). Environmental Soil Chemistry 2nd Ed., Academic Press, Amsterdam, The Netherlands.

Thomas G W (1996). Soil pH and Acidity. (Methods of Soil Analysis: Chemical Methods. Part 3. Madison, WI., USA: Ed. Sparks, D.L.) 475-491.

Yano Y, McDowell W H, Aber J D (2000). Biodegradable dissolved organic carbon in forest soil solution and effects of chronic nitrogen deposition. *Soil Biology and Biochemistry* 32, 1743-1751.

Zhang C H, Wang Z M, Ju W M, Ren C Y (2011). "Spatial and Temporal Variability of Soil C/N Ratio in Songnen Plain Maize Belt," *Environmental Science*, Vol. 32, No. 5, pp. 1407-1414.

Elma Ağaçlarında Yaz Budamasının Meyve ve Yaprakların Kalsiyum İçeriği Üzerine Etkisi

Kadir UÇGUN* Mesut ALTINDAL Murat CANSU

Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Isparta

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): kadirucgun@gmail.com
DOI: 10.21657/topraksu.338309

Öz

Vejetatif gelişmeyi teşvik eden herhangi bir uygulama meyvelerin Ca içeriğini olumsuz etkiler. Mevcut Ca'un kullanımında meyve ve vejetatif aksam arasında vejetatif aksam lehinde şiddetli bir yarış vardır. Azot, P, Mg ve K iyonları floemde kolaylıkla taşınabilmesine rağmen Ca iyonu çok az ve yavaş taşınmakta ve yeni gelişen meristematik dokulara yapraklarda gerçekleşen transprasyon ile yani ksilem yolu ile ulaşmaktadır. Kalsiyumun elma yapraklarında genellikle eksikliği görülmediği halde meyvelerde Ca eksikliğine sık rastlanmaktadır. Tohum anacı üzerine aşılı tam verimdeki "Starkrimson Delicious" çeşidinde yapılan bu çalışmada yaz budamasının yaprak ve meyvenin Ca içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır. Mayıs ayı sonlarında aynı yılın sürgünleri yaklaşık 20 cm olduğunda yaz budaması yapılmış ve Temmuz ayı başında meyveler yaklaşık 70 g olduğunda hem yapraklarda hem de meyvelerde Ca analizleri yapılarak uygulamalar karşılaştırılmıştır. Yaprakların Ca içeriği yaz budaması yapılan ağaçlarda %1,29; yapılmayanlarda ise %1,26 bulunmuş ve istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Meyvelerde ise yaz budaması yapılan ve yapılmayan ağaçların Ca içeriği sırasıyla 59,47 ve 50,86 mg 100 g⁻¹ olduğu tespit edilmiş ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu sonuçlar meyvenin Ca içeriğinin artırılmasında yaz budamasının önemini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Elma, kalsiyum, yaz budaması

The Effect of Summer Pruning on Calcium Content of Fruit and Leaves of Apple Trees

Abstract

Any applications promoting vegetative growth effects adversely Ca content of fruit. There is a violent race between fruit and vegetative parts in the use of existing Ca and vegetative parts are more powerful in this race. Although nitrogen, P, Mg and K can be transported easily in phloem, Ca ions are transported very small amounts and slowly. Calcium ions absorbing can be reached to meristemetic tissue by the xylem or transpiration that occurring in leaves. Although Ca deficiency is not seen in apple leaves, it is seen commonly in the fruits. This study was carried out "Starkrimson Delicious" cultivar grafted onto seedling rootstocks and at full yield and it was investigated efficiency of summer pruning on Ca content of leaves and fruit. In late May, summer pruning was made when shoots of the same year were approximately 20 cm length. In early July, both leaves and fruit samples were collected when fruits were about 70 g and Ca contents were determined and the applications were compared in terms of Ca and the other nutrients. While Ca content of leaves were 1.29 % in summer pruning, 1.26% in not summer pruning and not statistically significant. In fruit, Ca content were 59.47 mg 100 g⁻¹ in summer pruning, 50.86 mg 100 g⁻¹ in not summer pruning and it was found that the results were significant statistically at the 1% level. These results demonstrate the importance of summer pruning to increase the Ca content of fruit.

Key Words: Apple, calcium, summer pruning

GİRİŞ

Kalsiyum (Ca) diğer bitki besin elementlerine göre yer kabuğunda daha yaygın ve daha fazla bulunur. Yer kabuğunun yaklaşık %3,50'si Ca'dur. Kalsiyum kapsamı yönünden topraklar arasında büyük farklılıklar vardır. Tekstürleri ne olursa olsun kurak yöre topraklarının Ca kapsamı yüksektir. Bunun nedeni yağışın ve dolayısıyla yıkanmanın az olmasıdır. Kurak yörelerdeki çoğu topraklar, profilleri arasında kalsiyum karbonat ya da kalsiyum sülfat birikintilerine sahiptir (Kacar, 1995).

Kalsiyum, bitkiler tarafından Ca^{+2} iyonu şeklinde alınır ve bitkiler için zorunlu bir element olan Ca^{+2} bitki bünyesinde inorganik tuzlar, organik asitler, plazma kolloidlerine tutulmuş şekilde ve immobilize edilmiş şekilde bulunur. Kalsiyum diğer maddelerle birlikte bitki dokularının yapısal ve fizyolojik stabilitesinde görev alır (Bergmann, 1992). Elmalarda Ca'un yetersiz seviyeleri yapraklardan daha çok meyvelerde oluşur. Yapraklarda eksiklik belirtileri bahçelerde nadiren görülür fakat düşük Ca ile beslenen ağaçlarda eksiklik belirtileri tanımlanabilir. Kalsiyum eksikliği en genç sürgün yapraklarının yukarıya doğru fincan şeklinde kıvrılması, daha sonra damarsal ve damar aralarında kloroz gelişimi, sonuç olarak yaprak kenarlarında nekrotik dokular ve klorotik benek gelişimi olarak tanımlanmıştır. Meyve üzerindeki belirtiler çok daha belirgin olmaktadır ve anormal kabuk bronzlaşması, geç sezonda lentisellerin koyulaşması ve bazı zaman hasatta şiddetli meyve çatlaması ile kendini gösterir. Yetersiz Ca, sebze ve meyvelerde depolarda birçok fizyolojik bozuklukları ortaya çıkarmaktadır. Örneğin elmalarda Acıbenek, Çatlama, İç Kararması, Jonathon Spot, Lentisel Blotch, İç Sulanması ve Düşük Sıcaklık ve Yaşlanma bozulmaları Ca eksikliğinde ortaya çıkan fizyolojik bozukluklardır (Nielsen ve Nielsen, 2003). Perring vd. (2006), Lentisel Blotch ve/veya İç Sulanması görülen bahçelerden aldıkları meyvelerde Ca içeriklerinin çok düşük olduğunu tespit etmişler ve özellikle depolama esnasında Lentisel Blotch şiddetinin Ca konsantrasyonunun düşmesi ve/veya K konsantrasyonunun artması ile arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca aynı yerden alınan meyvelerde görülen çatlamanın da bu etmenlerden olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Ca nedenli fizyolojik bozukluklar Ca miktarı meyvede taze ağırlık üzerinden 40 ppm'in altına düştüğünde görülmüştür. Kadir (2004), $CaCl_2$ uygulamalarının meyve kalitesini arttırdığını

fakat Ca uygulamaları yapılan ağaçlarda kontrol uygulamalarına göre N, P, K ve Mg içeriğinin de yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu elementlerde Ca gibi meyve kalitesini etkilemektedir. Bu bilgiler ışığında $CaCl_2$ uygulamaları besin elementleri arasındaki dengeleri değiştirerek meyve kalitesini iyileştirdiği düşünülmektedir.

Yumuşak çekirdekli meyvelerde hasat sonrası meyve kalitesini etkileyen hasat öncesi şartların çoğu, kültürel uygulamalar ve iklim olmak üzere iki kategoriye ayrılır. Anaç/ağaç yaşı, sulama ve gübreleme uygulamaları, budama ve terbiye sistemleri, ürün yükü/meyve büyüklüğü, tozlaşma/tohum sayısı, kimyasal yaprak uygulamaları ve gelişim düzenleyicileri kültürel uygulamalar arasında yer almaktadır. İklim faktörlerini ise sıcaklık (sezonal ve hasat öncesi), ışık (kalite, yoğunluk ve süre) ve toprak suyu oluşturmaktadır (Bramlage, 1993). Kalsiyum eksikliği hücre içi nitrit taşınımını bozduğu için nitrit (NO_2^-) birikimine neden olur. Bu yüzden Ca eksikliği olan bitkiler azot kaynağı olarak etkili bir şekilde nitratları kullanamazlar (Bergmann, 1992).

Bitki besleme açısından Ca ile diğer besin elementleri arasında önemli ilişkiler bulunmaktadır. Bu ilişkiler olumlu ya da olumsuz olabilmektedir. Bor ve Ca arasında da yakın bir ilişki bulunmaktadır. B'un özellikle meyveye Ca'un taşınmasında önemli bir görevi vardır ve bu yolla "Corking" oluşumunu önler veya azaltır. Normal hücre gelişimi ve farklılaşması için her iki iyonun da yeterli miktarda bulunmasına ihtiyaç vardır. Bazen bu iki iyonun eksiklik belirtileri birbirine benzemektedir. Özellikle B ve Ca eksikliklerinin beraber olduğu bozukluklarda teşhis çok zor olmaktadır. Aşırı derecede Ca uygulanması B alınımını engellemektedir (Bergmann, 1992). Kalsiyum ve K arasındaki etkileşim ise meyvelerde en çok rastlanan olaylardan biridir. Meyvedeki K:Ca oranı sonbaharda Acıbenek ve diğer fizyolojik hastalıklar oluşup oluşmayacağına önemli bir göstergesi olarak tespit edilmiştir (Drahorad, 1999). Dilmaghani vd. (2004), yaptıkları çalışmada meyvedeki Ca ile meyve eti sertliğinin arttığını ancak hasatta meyvelerdeki K:Ca oranı artması ile meyve setliğinin azaldığını tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda yapraklardaki K:Ca oranı 0,9-1,4; meyvede ise 19-46 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Yapraktaki Ca %1,3-2,0 arasında olduğunda yeterli kabul edilir (Hoying vd., 2004). Elma ağaçlarında yaprak analizleri genellikle daha yüksek miktarlarda Ca ihtiyacı olduğunu göstermektedir. Elma ağaçları topraktan Ca'un alınması ve özellikle yaprak ve meyvelere taşınmasında çok etkili değildir. Hoying vd. (2004)'nin da belirttiği gibi kuraklık şartlarında meyvedeki Ca yapraklara taşınmaktadır. Bu nedenle meyvelerin Ca içeriğini arttırmak için yaprak gübrelemesi, hatta direk meyve üzerine yaprak gübrelerinin uygulanması ve meyvelerin Ca çözeltilerine daldırılması gibi uygulamalar yapılmaktadır. Topraktan Ca uygulamaları bu konuda başarısız olmaktadır. Elma köklerinin topraktan Ca iyonlarını almakta yetersiz olması, dışarıdan Ca alımını etkileyen toprakta Ca miktarının ve toprak pH'sının düşük olması ve Ca ile yarış halinde olan iyonların (K, Mg, NH₄) fazlalığı gibi faktörlerin etkisini büyütmektedir. Kökler tarafından alınan herhangi bir Ca iyonu ağaç içinden meyveye doğru çok yavaş hareket eder hatta ağaç büyüklüğüne bağlı olarak kök ucundan meyveye Ca'un ulaşması 2-4 yıl arasında değişir. Bu yüzden Ca uygulamasından en büyük etki meyve yüzeyine uygulamadan elde edilmektedir. Daha önce de bahsedildiği gibi özellikle B eksikliği ağaç içerisinde Ca hareketini yavaşlatmaktadır (Anonim, 2006). Kalsiyum alımında ağacın yaşı da önemli bir faktördür. Genç ağaçlarda vejetatif gelişmenin çokluğu nedeniyle düşük Ca'u beraberinde getirir. Budama gibi aşırı miktarda gelişmeyi teşvik eden uygulamalar Ca alımını olumsuz etkilemektedir. İyi bir tozlanma sonucu oluşan yeterli miktardaki tohum sayısı Ca alımını etkilemektedir. Tohumlar hormonların sentezlendiği yerdir. Özellikle tohumlarda sentezlenen oksin hormonu meyveye Ca taşınmasında önemlidir (Bramlage, 1993). Buccheri ve Di Vaio (2004), yaptıkları çalışmada tohum sayısı ile meyve ağırlığı ve meyvenin Ca içeriği arasında doğrusal ilişkiler olduğunu tespit etmişlerdir.

Hem topraktan hem yapraktan Ca uygulaması yapılabilir. Topraktan yapılacak uygulamalarda ise ülkemizde Karadeniz dışındaki bölgelerde faydasından çok olumsuz etkileri olabilmektedir. Çünkü diğer bölgedeki topraklarımızın Ca içeriği genellikle yüksek durumdadır. Karadeniz bölgesinde de topraktan yapılan kireç veya jips uygulamaları meyvenin Ca içeriğinin artırılmasında çok az etkili olmaktadır. Bu bölgede kireç uygulanması özellikle toprakların pH düzeylerinin

yükseltilerek Ca'un da dahil olduğu diğer besin elementlerinin alımını dolaylı sağlamaktadır.

Dilmaghani vd. (2004), meyve eti sertliği ile K:Ca oranı arasındaki ters ilişki nedeniyle kireçli topraklarda en az 8 kez yaprak gübrelemesinin gerekli olduğunu bildirmişlerdir. Kadir (2004), yaptığı çalışmada en az 6 uygulamanın meyve ağırlığı, meyve büyüklüğü ve kırmızı renk oluşumunu arttırdığını, scald oluşumunu azalttığını tespit etmiştir.

Meyvenin Ca içeriğinin artırılmasında yapraktan kimyasal uygulamalar etkili olduğu gibi yaz budamasının yapılması da meyvenin Ca içeriği üzerine olumlu etki yapacağı düşünülmektedir. Tohum anacı üzerine aşılı tam verimdeki "Starkrimson Delicious" çeşidinde yapılan bu çalışmada yaz budamasının yaprak ve meyvenin Ca içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada tohum anacı üzerine aşılı tam verimdeki "Starkrimson Delicious" çeşidi kullanılmıştır. Mayıs ayı sonlarında aynı yılın sürgünleri yaklaşık 20 cm olduğunda yaz budaması yapılmıştır. Ağaçların iç bölgesinde çıkan tüm sürgünler el ile koparılmıştır. Temmuz ayı başında meyveler yaklaşık 70 g olduğunda hem yaprak hem de meyve örnekleri alınmıştır. Yaprak örnekleri ağaçların taç bölgesinde bulunan güneş gören dallar üzerinde oluşmuş aynı yılın sürgünleri üzerinde oluşmuş gelişmesini tamamlamış en genç yapraklardan, meyve örnekleri ise yine ağaçların taç bölgesinde bulunan meyvelerden alınmıştır. Alınan bitki örneklerinde Ca ve diğer besin elementi analizleri yapılarak uygulamalar karşılaştırılmıştır. Bitki örnekleri önce çeşme suyunda, sonra 0.1 N HCl'de ve daha sonra saf suda yıkanarak 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve 0.5 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür. N analizi için kjeldahl yaş yakma metodu, P, K, Ca ve Mg analizi için kuru yakma uygulanmış ve okuma ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometer) cihazı ile yapılmıştır (Ryan vd., 2001). Yaprak analizlerinin doğruluğunu kontrol etmek için NIST marka referans elma yaprağı (1515) kullanılmıştır. İstatistik analizler için paket program (JMP) kullanılmıştır. Bu paket program ile normal dağılım analizi yapılmış ve ekstrem değerler atılmıştır. LSD çoklu karşılaştırma testi ile uygulamalar arasındaki farklılıklar belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yaz budaması yapılan ve yapılmayan uygulamaların besin elementi düzeyleri Çizelge 1 ve Çizelge 2’de verilmiştir. Her bir uygulama 6 tekerrürlü olarak ve her tekerrürde 4 ağaç bulunacak şekilde yapılmıştır. Çizelgede verilen her bir değer 24 değer üzerinden hesaplanmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde yaz budaması uygulamasının yaprakların besin elementi üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir (Çizelge 1). Meyvelerde ise yaz budamasının meyvenin besin elementi içeriği üzerine olumlu etkisinin olduğu yapılan analizlerle tespit edilmiştir (Çizelge 2). Yapraklarda tespit edilen N değerleri yeterlilik sınırının (%2,45-2,85; Uçgun vd., 2013) altında bulunmuş ve uygulamalara göre istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Meyvelerde ise yaz budamasının meyvenin N içeriğinin arttırdığı tespit edilmiştir. Fosfor değerleri hem yaprakta hem de meyvede uygulamalara göre farklılık göstermemiş ve yapraklarda tespit edilen P değerleri yeterlilik sınırının (%0,18-0,23; Uçgun vd., 2013) içinde yer almıştır. Yaprakların ve meyvelerin K değerinde uygulamalara göre farklılıklar gözlemlenirken yapraklarda var olan farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı meyvede ise önemli olduğu görülmektedir. Ayrıca yapraklarda tespit edilen K değerleri alt yeterlilik sınırına (%1,57-1,99; Uçgun vd., 2013) yakın olduğu tespit edilmiştir. Yaprakların Ca içeriği yaz budaması yapılan ağaçlarda %1,29, yapılmayanlarda ise %1,26 bulunmuş, istatistiksel olarak önemli olmamıştır ve bu değerler yeterlilik sınırı içerisinde (%1,10-1,41; Uçgun vd., 2013) yer almıştır. Meyvelerde ise yaz budaması yapılan ve yapılmayan ağaçların Ca içeriği sırasıyla 59,47 ve 50,86 mg 100 g-1 olduğu tespit edilmiş ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tespit edilen Mg

değerlerinde ise uygulamaların hem yaprakta hem de meyvede bir etkisinin olmadığı ve yaprakların Mg içeriğinin yeterlilik sınırının üzerinde (%0,32-0,43; Uçgun vd., 2013) olduğu görülmüştür. Denemenin yapıldığı elma bahçesine herhangi bir Mg gübrelemesi yapılmadığı halde yapraklarda Mg seviyesinin yüksek olması toprakta bitkiler tarafından alınabilir Mg seviyesinin yüksek (800 ppm) olması ile açıklanabilir. Ayrıca toprakların pH değeri (8,10) Mg alımı için uygun şartları oluşturmaktadır.

Meyvelerin K:Ca oranları incelendiğinde yaz budaması yapılmayanlarda 22,02; yaz budaması yapılanlarda ise 17,65 olmuştur. Yine meyvelerin N:Ca oranları incelendiğinde yaz budaması yapılmayan ve yapılan uygulamaların N:Ca oranları sırasıyla 9,63 ve 7,06 bulunmuştur. Yaz budaması yapılmayan uygulamalarda yüksek çıkan N ve K değerleri düşük çıkan Ca değerinin olumsuz etkilerini daha da arttıracakı düşünülmektedir. Drahorad (1999), özellikle K:Ca oranının acı benek oluşumunda çok etkili olduğunu ve bu oranın yükselmesi ile yani Ca miktarının oransal olarak azalması ile “Acıbenek” oluşumunun artacağını bildirmiştir. Yine N seviyesinin yükselmesi ile oransal olarak Ca miktarının azalması ile meyvelerin diğer fizyolojik bozukluklara daha hassas olacağı bir gerçektir.

Normal gelişim şartları altında yapraktaki Ca ile N arasında pozitif bir ilişki vardır. Bu ilişki transpirasyon ile hareket eden suyun sonucu olarak büyük miktarlarda Ca ve N’un ağaç içine alınması ve yapraklara taşınması ile oluşur. Artan N miktarıyla gelişim ve yaprak yüzeyi artacağından transpirasyonda artar. Fakat çok aşırı N uygulamaları yaprak/meyve oranını

Çizelge 1. Uygulamalara göre yaprakların besin elementi düzeyleri
Table 1. The level of nutrients in leaf according to application

Yaz Budaması	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Yok	2,35	0,22	1,55	1,26	0,46
Var	2,34	0,21	1,49	1,29	0,46

Çizelge 2. Uygulamalara göre meyvelerin besin elementi düzeyleri
Table 2. The level of nutrients in fruit according to application

Yaz Budaması	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (mg 100 g ⁻¹)	Mg (mg 100 g ⁻¹)
Yok	0,49*	0,09	1,12*	50,86	56,86
Var	0,42	0,09	1,05	59,47**	58,86

arttıracağından meyvede Ca'nın düşük olmasıyla ortaya çıkan problemleri beraberinde getirir. Bu durum özellikle toprak neminin yetersiz olduğu durumlarda önemlidir. Çünkü su stresi olduğunda meyvedeki Ca, meyvedeki suyun yaprağa hareketi ile yaprağa taşınır (Hoying vd., 2004). Yumuşak çekirdekli meyvelerde hasat sonrası kalitesi ile kültürel pratiklerin etkisi beraber düşünüldüğünde değişkenlerin çoğunu iki önemli ilişki açıklar. Birincisi, vejetatif gelişmeyi teşvik eden herhangi bir uygulama meyve kalitesini olumsuz etkilemektedir. Ağaçlarda mevcut Ca'un alınımı arasında meyve ve vejetatif aksam arasında şiddetli bir yarış vardır. Vejetatif aksam bu yarışta daha güçlü durumdadır. Bu yüzden ağaçlardaki aşırı bir gelişme meyvedeki Ca konsantrasyonunu düşürmesiyle hasat sonrası meyve kalitesini azaltmaktadır. İkincisi, meyve büyüklüğünü arttıran herhangi bir uygulama sulandırma etkisi ile meyvedeki Ca miktarını oransal olarak düşüreceğinden hasat sonrası meyve kalitesini azaltmaktadır (Bramlage, 1993). Çalışmanın sonucundan da görüleceği gibi yaz budaması yapılmayan yani vejetatif gelişmenin yüksek olduğu ağaçlardan alınan meyvelerin Ca içeriği daha düşük bulunmuştur.

SONUÇLAR

Yaz budaması yaprakların N, P, K, Ca ve Mg içeriği üzerine etkili olmazken meyvelerin P ve Mg dışındaki diğer elementler üzerine etkili bulunmuştur. Yaz budaması, meyve kalitesi ile çok yakından ilişkili olan Ca'un meyvedeki miktarını arttırmıştır. Besin elementlerinin yalnız kendi miktarlarından daha çok diğer besin elementleri ile arasındaki oranların eksiklik yada fazlalık oluşmasında daha önemli olduğu bilinmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde yaz budaması yapılan ağaçlardan hasat edilen meyvelerin fizyolojik bozukluklara karşı daha dayanıklı olduğu da görülmektedir. Kalsiyum eksikliğinin giderilmesinde yapraktan yapılan kimyasal gübreleme ile birlikte yaz budaması gibi kültürel uygulamaların da yapılması faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim (2006). Fertilizing Apples. A Guide to Fertilizing Apple Trees. Spectrum Analytic Inc. Spectrum Analytic Inc. P.O. Box639 Washington Court House, OH 43160, 1-23.
- Bergmann W (1992). Nutritional Disorders of Plants. Development, Visual and Analytical Diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York, p.741.
- Bramlage W J (1993). Interactions of Orchard Factors and Mineral Nutrition on Quality of Pome Fruit. Acta Hort. (ISHS) 326: 15-28.
- Buccheri M, Di Vaio C (2004). Relationship Among Seed Number, Quality, and Calcium Content in Apple Fruits. Journal of Plant Nutrition, 27(10): 1735-1746.
- Dilmaghani M R, Malakouti M J, Neilsen G H, Fallahi E (2004). Interactive Effects of Potassium and Calcium on K/Ca ratio and its Consequences on Apple Fruit Quality in Calcareous Soils of Iran. Journal of Plant Nutrition, 27(7): 1149-1162.
- Drahorad W (1999). Modern Guidelines on Fruit Tree Nutrition. 42. Annual IDFTA Conference. Hamilton Ontario, Canada.
- Hoying S, Fargione M, Iungerman K (2004). Diagnosing Apple Tree Nutritional Status: Leaf Analysis Interpretation and Deficiency Symptoms. New York Fruit Quarterly. 12(11), 6-19.
- Kacar B (1995). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3, Ankara.
- Kadir S A (2004). Fruit Quality at Harvest of "Jonathan" Apple Treated with Foliarly-Applied Calcium Chloride Journal of Plant Nutrition, 27(11): 1991-2006.
- Neilsen G H, Neilsen D (2003). Nutritional Requirements of Apple. Apples, Botany, Production and Uses. Ed. Ferree, D. Warington, I., CAP International, Wallingford U.K.
- Perring MA (2006). Lenticel Blotch Pit, Watercore, Splitting and Cracking in Relation to Calcium Concentration in the Apple Fruit. Journal of the Science of Food and Agriculture, 35 (11): 1165-1173.
- Ryan J, Estafan G, Rashid A (2001). Soil and Plant Analysis Laboratory, Manual 2nd ed. ICARDA and NARS, Aleppo, Syria. 135-140 p.
- Uçgun K, Gezgün S, Akgül H, Harmankaya M, Atasay A, Altındal M, İlban B, Cansu M, Seymen T (2013). Elma Ağaçlarında Yaprak Analizlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Referans Değerlerinin Isparta Bölgesi İçin Kalibrasyonu. Derim, 30 (2):54-61.

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 atfında "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 atıfı 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 - underground grain and seeds. ASAE, St. Joseph, MI.

İnternette alınmış bilgi:

Kurumsal bazda istatistik veri, standartlar ve elektronik dergiler internette alınmış 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 İtalik 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 (Système 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, 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 verdiğimizi 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 yayınlandığına 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 be given 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, 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 authour(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 referance 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.