

TOPRAK SU DERGİSİ

SOIL WATER JOURNAL

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

CİLT
VOLUME **6**

SAYI
NUMBER **2**

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.

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, Esin ERDOĞAN, Sevinç USLU KIRAN, Hesna ÖZCAN,
İknur YURDAKUL

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü / Managing Editor
Fahri KAYAALP

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 Tarihi (Gün/Ay/Yıl)/Yeri: 28 Eylül 2017 Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı - Eğitim Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı İvedik Caddesi Bankacılar Sokak No: 10 Yenimahalle, Ankara Türkiye

Yayın İdare Merkezi Adresi (Postal Addresses) : Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
İstanbul Yolu Üzeri, No : 32, 06170, Yenimahalle, Ankara - TÜRKİYE.

Yayın İdare Merkezi 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

CİLT 6
Volume

2017

SAYI 2
Number

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

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
Hatice DUMANOĞLU-Ankara Üniversitesi
Günay ERPUL-Ankara Üniversitesi
Fikret EYÜPOĞLU-Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Emekli)
Sait GEZGİN-Selçuk Üniversitesi
Coşkun GÜLSER- Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Aydın GÜNEŞ-Ankara Üniversitesi
İbrahim GÜRER-Yakın Doğu Üniversitesi
Sema KALE ÇELİK-Süleyman Demirel Üniversitesi
Rıza KANBER-Çukurova Üniversitesi (Emekli)
Mehmet Rüştü KARAMAN- Ankara Yüksek İhtisas Üniversitesi Kurucu Rektörü
Vahap KATKAT-Uludağ Üniversitesi (Emekli), Şeref KILIÇ-Ardahan Üniversitesi
Rıdvan KIZILKAYA-Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Süleyman KODAL-Ankara Üniversitesi
Eyüp Selim KÖKSAL-Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Yusuf KURUCU-Ege Üniversitesi
Ahmet MERMUT-Harran Üniversitesi (Emekli)
Ayten NAMLI-Ankara Üniversitesi
Nejat ÖZEN-Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü
Taşkın ÖZTAŞ-Atatürk Üniversitesi
Osman SÖNMEZ-Harran Üniversitesi Süleyman TABAN-Ankara Üniversitesi
Bülent TOPÇUOĞLU-Akdeniz Üniversitesi
Metin TURAN-Yeditepe Üniversitesi
Önder TÜRKMEN-Selçuk Üniversitesi
Sadık USTA-Ankara Üniversitesi
İlhami ÜNVER-Ankara Üniversitesi (Emekli)
Ruhsar YANMAZ-Ankara Üniversitesi
Engin YURTSEVEN-Ankara Üniversitesi

*Bilim danışmanları soyadına göre dizilmiştir.

Soil Water Journal
toprak su.
dergisi

İÇİNDEKİLER (Contents)
Araştırmalar (Research Articles)

- 1- Yarı Kurak Alanlarda Mikro Havza Su Hasadı Uygulamalarının Toprak Nemine Etkilerinin Belirlenmesi**
Determination Effects of Micro-Catchment Water Harvesting Applications to Soil Moisture in Semi-Arid Regions
İlknur Cebeci, Oğuz Başkan, Osman Mücevher, Yakup Köşker, Hicrettin Cebel, Oğuz Demirkıran, Ödül Öztürk, Erdal Gönülal 1-10
- 2- Farklı Sulama Düzeylerinin Serada Yetiştirilen Domatesin Verim ve Kalitesine Etkisi**
The Effect of Different Irrigation Levels on the Yield and Quality of Tomatoes in Greenhouse
Ali Fuat Tarı, Mesut Sapmaz 11-17
- 3- Aşılı ve Aşısız Patlıcan Bitkilerinin Su Noksanlığı Koşullarındaki Bazı Fizyolojik Özellikleri ve Verim Parametrelerine İlişkin İncelemeler**
Some Physiological Properties and Analysis of Yield Parameters of Grafted and Non-grafted Eggplants under Waterless Conditions
Sevinç Kiran, Şebnem Kuşvuran, Çağla Ateş, Şeküre Şebnem Ellialtıoğlu 18-25
- 4- Comparing the Nutritional Status of Organic and Conventional Oil-Bearing Rose (Rosa Damascena Mill.) Gardens in Lakes Region With Leaf and Flower Analyzes**
Göller Yöresinde Organik ve Geleneksel Yetiştiricilik Yapılan Yağ Gülü (Rosa damascena Mill.) Bahçelerinin Beslenme Durumlarının Yaprak ve Çiçek Analizleriyle Karşılaştırılması
İbrahim Erdal, Hilal Munduz 26-31
- 5- Trakya Bölgesi'nde Ayçiçeği Tarımında Kullanılan İmazamox Herbisit'inin Toprak Ortamında Kalıntı Düzeylerinin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi**
Determination and Evaluation of Residual Levels of Imazamox Herbicide in Soil Environment in Sunflower Farming in Thrace Region
Ülviye Kanburoğlu Çebi, Cemile Özcan, Mehmet Ali Gürbüz, Selçuk Özer 32-39
- 6- Soğanda (Allium Cepa) Azot ve Kükürtlü Gübre Uygulamalarının Yaprak Mineral Madde İçeriği Üzerine Etkisi**
The Effect of Nitrogen and Sulphur Fertilizer Applications on The Content of Leaf Mineral Matter of Onion (Allium cepa L.)
Barış Albayrak, Ö. Lütfü Elmacı 40-48
- 7- The Effects of Irrigation Regimes on the Yield and Water Use of Eggplant (Solanum melongena L.)**
Sulama Rejimlerinin Patlıcanın (Solanum melongena L.) Verim ve Su Kullanımına Etkileri
Serhat Ayas 49-58
- 8- Toprak Organik Maddesi ile Fosfor Adsorpsiyonu Arasındaki İlişkinin Langmuir Modeli ile Araştırılması**
Investigation of Phosphorus Adsorption and its Relationship With Soil Organic Matters, Analyzed with Langmuir Model
İlknur Yurdakul, Sadık Usta 59-70

Soil Water Journal
toprak su.
dergisi

Yarı Kurak Alanlarda Mikro Havza Su Hasadı Uygulamalarının Toprak Nemine Etkilerinin Belirlenmesi

İlknur CEBECİ*¹ Oğuz BAŞKAN¹ Osman MÜCEVHER² Yakup KÖŞKER¹ Hicrettin CEBEL¹
Oğuz DEMİRKIRAN¹ Ödül ÖZTÜRK¹ Erdal GÖNÜLAL²

¹Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara
²Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Konya

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): ilknur.cebeci@tarim.gov.tr
Geliş tarihi (Received) : 21.11.2016
Kabul tarihi (Accepted): 28.02.2017
DOI : 10.21657/topraksu.339819

Öz

Dünya nüfusunun ve artan su talebiyle sınırlı su kaynaklarına baskının artması nedeniyle, çalışmalar daha etkili su kullanımı üzerine yoğunlaşmıştır. Etkili su kullanım yollarından biri de yağmur suyu hasadı yöntemidir. Bu çalışmada, yarı kurak özelliğe sahip Karapınar Çölleşme ve Erozyon Araştırma Merkezi'nde bitkisel üretim için toprak neminin artırılması amaçlanmıştır. Çalışmada mikro havza su hasadı yöntemlerinden sırt ve karık sistemi uygulanmıştır. Farklı sırt genişliklerinin ve farklı kaplama malzemelerinin toprak nemine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, kavun yetiştiriciliği için, su hasadı konuları olarak üç farklı sırt genişliği ($g_1 = 30$ cm, $g_2 = 45$ cm ve $g_3 = 60$ cm) ve iki farklı kaplama malzemesi (P = plastik malç ve S = saman malç) ile sıkıştırılmış toprak sırt (T) uygulanmış ve kontrol konusu geleneksel toprak işleme yöntemiyle düz arazi üzerinde kurulmuştur. Hasat edilen yağmur suyunun toplanması için sabit 50 cm genişliğinde karıklar bırakılmış ve bu karıklarda kavun yetiştirilmiştir. Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlı yürütülmüştür. Tüm konularda toprak nemi 90 cm derinliğe kadar nötron metre ile takip edilmiştir. Bitki yetiştirme dönemi boyunca en fazla yağış 46.6 mm ile 2015 yılı haziran ayında düşmüştür. Yağışlı dönem sonrası hemen yapılan toprak nemi ölçümlerine göre en yüksek nem 294.6 mm ortalama ile plastik örtü uygulanan 60 cm sırt genişliğine sahip Pg_3 konusunda saptanmıştır. Bunu sırasıyla Pg_2 (277.8 mm), Pg_1 (261.9 mm), Sg_3 (209.3 mm), Sg_1 (205.9 mm), Sg_2 (204 mm), Tg_1 (200.3 mm), Tg_2 (194.9 mm) ve Tg_3 (194.8 mm) konuları izlemiş, kontrol konusu 170.2 mm ile toprak nemi açısından en son sırada yer almıştır. Bütün çalışma süresi boyunca yapılan ölçümlerde en fazla toprak neminin Pg_3 konusunda olduğu gözlemlenmiştir. Su hasadı uygulamaları ile özellikle plastik örtülü sirtlarda çok az miktardaki bir yağışın bile toprak nemini artırdığı saptanmıştır. Sırt genişliğinin artmasıyla toprakta nem birikiminin artmış olmasına rağmen, Karapınar bölgesinde yeterli yağış olmamasından dolayı pazar değeri olan kavun verimi elde edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak nemi, su hasadı, sırt/karık oranı, kurak-yarı kurak alan, yağış

Determination Effects of Micro-Catchment Water Harvesting Applications to Soil Moisture in Semi-Arid Regions

Abstract

Due to increasing world population and increasing water demand pressure on limited fresh water resources, studies have focused on more effective water uses. One of the effective water using ways is rainwater harvesting. In this study it was intended to increase soil moisture for crop production in semi-

arid areas in Karapınar Desertification and Erosion Research Center. Ridge and furrow system called micro catchment water harvesting methods were applied in the study. The effects of different ridge widths and different covering materials on soil moisture were investigated. The treatments consisted of three ridge widths ($g_1=30$ cm, $g_2=45$ cm and $g_3=60$ cm) and two different covering materials (P= plastic mulch and S= straw mulch) and compressed soil ridge (T) as rain water harvesting application and a conventional soil cultivation and growing melon on flat area as a control. A fixed 50 cm-width furrows were left to allow harvested rain water infiltration and also to grow melon in water harvesting treatments. The experiment was conducted in a randomized complete block design with split block with three replications. In all plots soil moisture was monitored with a neutron meter up to 90 cm depth. During the growing period the highest precipitation was 46.6 mm in Jun 2015. According to soil moisture measurements after the rainy period, the highest soil moisture content was 294.6 mm in 0-90 cm deep at plastic covered ridge which had 60 cm ridge width at 30 Jun 2015. After that, decreasing order of soil moisture were Pg_2 (277.8 mm), Pg_1 (261.9 mm), Sg_3 (209.3 mm), Sg_1 (205.9 mm), Sg_2 (204 mm), Tg_1 (200.3 mm), Tg_2 (194.9 mm) and Tg_3 (194.8 mm). The control plot had the least soil moisture with 170.2 mm. The highest soil moisture was determined in Pg_3 during the trial period. It was observed that even a small amount of precipitation caused increases in soil moisture for water harvesting treatments especially in the plastic covered ridge plots. Although the increased accumulation of moisture in the soil with increased ridge width it wasn't obtained marketable melon yield in Karapınar region due to lack of enough precipitation.

Key words: Soil moisture, water harvesting, ridge/furrow ratio, arid and semi-arid areas, precipitation

GİRİŞ

Küresel olarak günden güne artan su talebine karşın tarımda kullanılan su miktarı kısıtlanmakta ve dünya gıda güvenliği tehlikeye girmektedir. Sürekli artan gıda ve su talebini karşılamaya yönelik çözüm önerileri kapsamında yağmur suyundan etkin bir şekilde yararlanmanın önemi giderek artmaktadır. Su kısıtı olan alanlarda tarımsal üretim için su hasadı, su toplama havzasından derlenen suyun daha küçük bir alan içerisinde veya bitki kök bölgesinde depolanmasıdır (Boers ve Ben-Asher, 1982; Oweis ve Hachum, 2000). Bu yöntemde toplanan yağış suları yüzey akış alanının hemen yanındaki ekim alanında sulama amaçlı kullanılmakta ya da daha sonra kullanılmak üzere depolanmaktadır (Pamuk Mengü ve Akkuzu, 2008). Su hasadı yönteminin tarihi oldukça eski olup, yüzyıllardır geleneksel yöntemlerle pek çok ülkede denenmiş olmasına rağmen bu konuda yapılan bilimsel araştırma oldukça sınırlıdır. Olumsuz iklim koşulları ile başa çıkmak için geçmişten beri kullanılan yağmur suyu hasadı sistemi Boers vd. (1986) tarafından tarif edilmiştir. Bu yöntemlerden biri olan sırt ve karık yağmur suyu hasat sisteminde, sırtlardan hasat edilen su karıklarda infiltre olarak toprakta depolanır (Wang vd, 2008). Sulama yapılmayan ve yağışa dayalı tarımın yapıldığı bölgelerde yağış miktarındaki azalmaların, ürün miktarını olumsuz yönde etkilemesi kaçınılmazdır. Yüzey akış sadece

yağış olduğu zaman hasat edilebilir. Bitkilerin tamamının yağışlarla beslendiği bazı bölgelerde yıllık yağışlarda %50'ye varan bir azalma, toplam üründe büyük bir düşüşe sebep olabilir (Critchley ve Siegert 1991). Mikro havza su hasadı yöntemleri ile yağış miktarı az olsa bile mevcut yağışın toplanmasıyla bitki gelişimi sağlanabilmektedir.

Sırt:karık yöntemiyle Çin'de yapılan araştırmalarda Li vd. (2000) sıkıştırılmış toprak sırtlardan %7'lik bir yüzey akış etkinliği elde ederken plastik malçlı sırtlardan ortalama olarak %87 elde etmiştir. Yine Li vd. (2001) plastik malçlı sırt konusunda kontrole göre mısır veriminde ilk yıl %92, ikinci yıl %21 ürün artışı elde etmiştir. Wang vd. (2008) tarafından patates yumru veriminin plastik malçlı sırtlarda %158.6-175.0 oranında bir artışla geleneksel ekimden oldukça yüksek olduğu, sıkıştırılmış toprak sırtlarda ise %14.9-28.4 oranında ortalama verim artışı tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada olduğu gibi plastik kaplı sırtlarda toprak nem içeriği sıkıştırılmış toprak sırtlardan daha yüksek ve her ikisinde de kontrol konusundan daha yüksek bulunmuştur.

Ülkemizde su hasadı çalışmaları son yıllarda önem kazanmış olup, farklı iklim koşullarında konu ile ilgili yapılan çalışma sayısı günden güne artmaktadır. Bu çalışmanın amacı farklı sırt

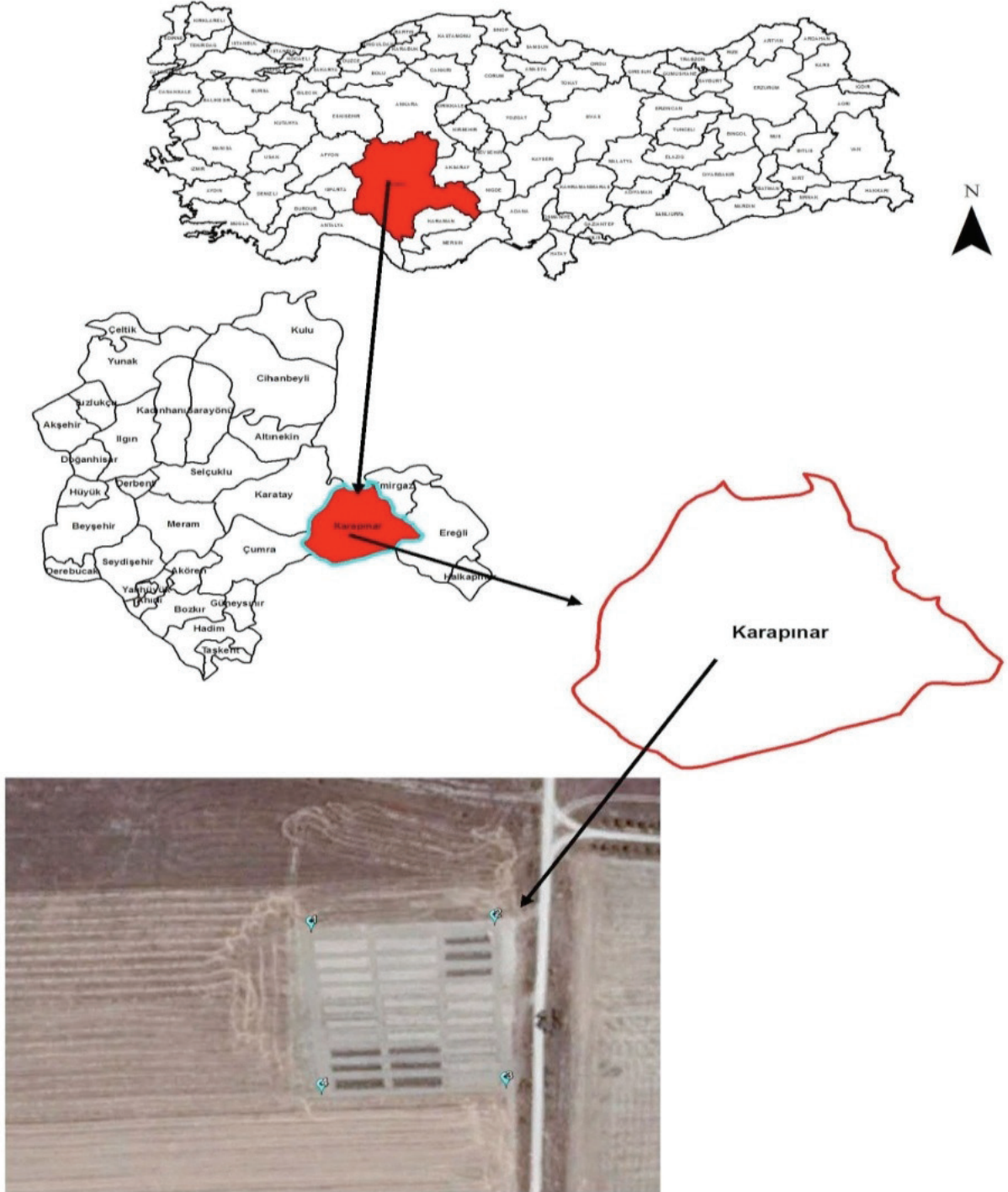
genişlikleriyle birlikte malç uygulamalarının bitki kök bölgesinde toprak nem korunumuna etkisinin belirlenmesidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, Konya Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü Karapınar Çölleşme ve Erozyon Araştırma Merkezi'nde yürütülmüştür

(Şekil 1). Konya'nın 95 km doğusunda bulunan Karapınar'da yağışların az olması ve yer üstü sularının yetersizliği ilçede kuru tarımı ön plana çıkarmaktadır (Anonim, 2016a).

Çalışma alanı topraklarına ait bazı fiziksel ve kimyasal analizler Çizelge 1.'de verilmiştir. Killi tınlı bünyeye sahip topraklarda kireç oranı oldukça fazla, organik madde miktarı düşük düzeydedir.



Şekil 1. Deneme alanının konumu

Figure 1. Location of experimental site

Çizelge 1. Çalışma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical characteristics of soil in experimental site

Derinlik (cm)	EC (ds/m)	Toplam Tuz (%)	pH	Kireç (%)	Bitkilere Yararlı Besin Maddeleri (kg da ⁻¹)		Organik Madde (%)	Suyla Doygunluk (%)	TK (%)	SN (%)	Hacim Ağırlığı (gr cm ⁻³)
					Fosfor (P ₂ O ₅)	Potasyum (K ₂ O)					
0-30	0.78	0.02	7.74	59.66	1.32	33.65	0.38	63.67	28.22	15.11	1.23
30-60	1.59	0.03	7.72	61.37	1.39	30.11	0.20	68.33	29.11	16.16	1.27
60-90	1.51	0.05	7.86	56.57	0.99	24.96	0.23	69.67	44.72	23.79	1.4

Çizelge 2. Çalışma alanı yağış ve sıcaklık verileri

Table 2. Precipitation and temperature data of experimental site

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Top./Ort.
YAĞIŞ (mm)													
Uzun Yıllar	24.6	22.7	18.8	25.3	23.2	23.7	5.8	2.6	10.3	17.4	21.0	32.8	228.2
2014	40.4	18.4	47.2	3.2	18.4	26.0	0	9.8	17.2	48.2	31.8	29.8	290.4
2015	13.2	24.9	42.6	16.2	28.0	46.6	0	5.2	0.8	3.6	1.6	0.6	183.3
SICAKLIK (°C)													
Uzun Yıllar	0.2	1.5	5.8	10.8	16.2	20.5	24.0	23.3	18.0	12.0	5.7	1.7	11.6
2014	2.4	3.9	7.5	12.8	16.1	19.3	26.1	24.0	18.6	11.8	5.8	5.5	12.8
2015	0.7	2.8	6.6	8.6	15.4	22.1	24.7	23.4	20.6	13.8	2.3	-2.7	11.5

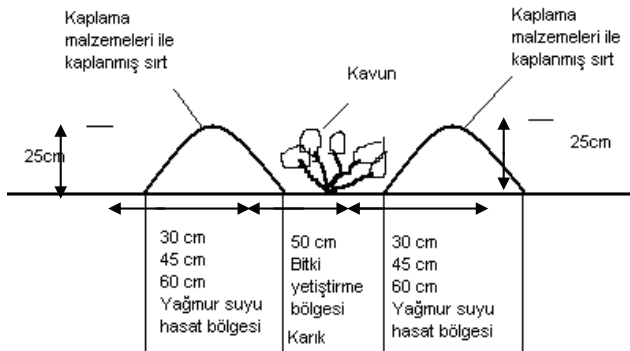
Karapınar bölgesinin iklimi yarı-kurak karasal iklimi olup yazlar sıcak ve kurak, kışlar yaz aylarına oranla soğuk ve yağışlıdır. Türkiye'nin en az yağış alan yerlerinden biri olan Karapınar'ın uzun yıllar (1996-2015) iklim verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 11.6 °C ve yıllık yağış miktarı 228.2 mm'dir (MGM, 2016) ve bunun çoğunluğu kış aylarında düşmektedir. Bölgede haziran-eylül ayları arasında düşen yağış miktarı yağışa dayalı tarım faaliyetleri için oldukça düşüktür (Çizelge 2). Bitki yetiştirme

dönemindeki ortalama sıcaklık 2014 yılında 21.9 °C ve 2015 yılında 22.3 °C ölçülmüştür.

Çalışmada uygulanan sırt/karık oranları; 30:50 cm, 45:50 cm ve 60:50 cm olup her genişlikteki sırtlardan su hasadı için plastik örtü, buğday ve arpa gibi bitkilerin sap ve samanı ve sıkıştırılmış toprak sırtlar kullanılmıştır (Şekil 2).

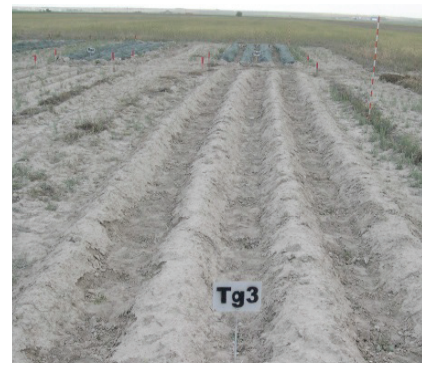
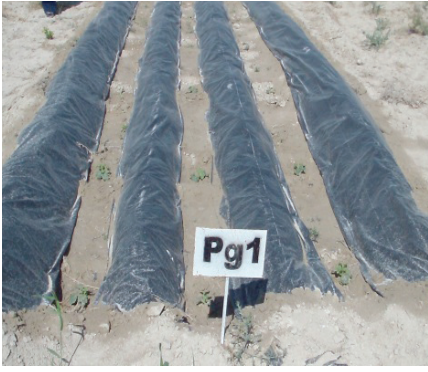
Deneme, plastik örtünün (P), sap-saman kaplamanın (S) ve malçsız toprak sıkıştırmasının (T), g₁= 30 cm, g₂= 45 cm ve g₃= 60 cm genişliğindeki sırtlara uygulandığı konular ve kontrol olmak üzere on konudan oluşmuştur. Plastik örtü ve sap saman üzerine serilen %15 gölgelikli file, sırtlara 2-3 mm kalınlıkta galvanizli çelik tel U şeklinde eğilerek sabitlenmiştir. Toprak sırtlar ise ahşap tokmakla sıkıştırılmıştır (Resim 1).

Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü yürütülen çalışmada bitki olarak kavun kullanılmıştır. Denemede kullanılan Edalı F1 hibrit kavun fideleri hazır fide firmasından temin edilmiştir. Kontrol



Şekil 2. Uygulanan farklı sırt/karık oranları

Figure 2. Applied different ridge / furrow rates



Resim 1. Uygulanan farklı sırt/karık oranları

Photo 1. Experimental subjects

konusu hariç her parselde dört sırt ve üç karık yapılmış ve her bir karığa on adet bitki dikilmiştir. Karıklarda her iki bitki sıra üzeri 150 cm mesafe bırakılmıştır. Sabit 50 cm karık genişliği için g_1 , g_2 ve g_3 konularında sırasıyla bitki sıra araları 80 cm, 95 cm ve 110 cm'dir. Bütün parsellerin uzunlukları eşit olup parsel enleri Feng vd. (2012)'de olduğu gibi uygulanan sırt genişliğine bağlı olarak farklıdır. Buna göre sabit 50 cm karık genişliği için g_1 konusunda 2.70 m, g_2 konusunda 3.30 m ve g_3 konusunda 3.90 m parsel eni olmuştur. Kontrol konusu için sırsız düz arazi üzerine sıra üzeri 150 cm ve sıra arası 50 cm olan parseller kurulmuştur

İlk yıl 15 Mayıs 2014 ve ikinci yıl 14 Mayıs 2015 tarihlerinde parsellere kavun fideleri dikilmiştir. Taban gübresi olarak dikimde 16 kg da⁻¹ DAP ve 10 kg da⁻¹ potasyum sülfat, üst gübre olarak 20 kg da⁻¹ amonyum sülfat uygulanmıştır. Kavun hasadı tek seferde olmak üzere ilk yıl 3 Eylül 2014 ve ikinci yıl 8 Eylül 2015 tarihlerinde yapılmıştır.

Denemede kavun yetiştirme dönemi boyunca toprak nem içeriği her parselde 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerden 15 ila 30 gün arasında CPN 503 DR Hydroprope model nötron prob cihazı ile takip edilmiş ve ayrıca gravimetrik yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Deneme parsellerinde ölçüm karığı olan orta karığa 5 cm çapında alüminyum akses tüpler çakılmıştır. Nötronmetre ile alınan standart sayım oranları ile derinliklere göre toprağın hacimsel nem içeriği arasındaki ilişki regresyon analizi ile ($R^2_{30cm} = 0.95$, $R^2_{60cm} = 0.94$ ve $R^2_{90cm} = 0.94$) belirlenmiştir.

Çalışmada elde edilen toprak nem verilerinin ortalama, minimum, maksimum, standart sapma, değişim katsayısı gibi tanımlayıcı istatistikleri SPSS istatistik programı ile yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki fark varyans analizi (ANOVA) ile

karşılaştırılmış, farkın önemli olduğu konularda çoklu karşılaştırma (Duncan) yöntemleri ile uygulamalar gruplandırılmıştır. Sonuçlar %5 hata düzeyinde değerlendirilmiştir. Aylık toplam yağış verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi SPSS paket programında, nötronmetre kalibrasyon eğrisini oluşturmak için regresyon analizi Microsoft Excel 2010 programında yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Karapınar Çölleşme ve Erozyon Araştırma Merkezi'nde bulunan otomatik meteoroloji gözlem istasyonundan (OMGI) alınan verilere göre toplam yağış miktarı 2014 yılında 290.4 mm, 2015 yılında 183.3 mm'dir (Çizelge 2). Çalışmanın yapıldığı 2014 yılı 15 Mayıs- 3 Eylül tarihleri arasında toplam yağış 44.2 mm, 2015 yılı 13 Mayıs- 8 Eylül tarihleri arasında toplam yağış 70.8 mm'dir (Çizelge 3). Bir yağış olayında 5 mm'den düşük yağışlar ihmal edilmiş (Faberio vd. 2001) ve 5 mm'den yüksek yağışlar etkili yağış olarak kabul edilmiştir (Tian vd. 2003; Li vd. 2007). Buna göre bitki yetiştirme dönemindeki etkili yağış miktarı 2014 yılında 30.6 mm ve 2015 yılında 44 mm olmuştur. Bitki yetiştirme dönemi boyunca günlük yağış dağılımı Çizelge 3'te verilmiştir.

Kontrol (K) konusu geleneksel ekim yöntemi ile oluşturulmuş ve herhangi bir su hasadı uygulaması yapılmadan doğrudan meteorolojik şartların etkisi altında bırakılmıştır. Buharlaşma kayıpları (düz arazide) tüm uygulamalar için aynıdır. Bu nedenle kontrol için farklı sıra aralarını içeren uygulama yapılmamıştır. İstatistiksel değerlendirmeler yukarıda açıklandığı gibi sıra aralarının açık meteorolojik şartlara bırakılan kontrol parsellerinden olan buharlaşmanın tamamını temsil edeceği düşüncesiyle yapılmıştır.

Çizelge 3. Bitki yetiştirme dönemi boyunca günlük yağış dağılımı**Table 3.** Daily precipitation during the plant growing season

Günlük yağışlar (mm)					
2014		2015			
Tarihi	Miktarı	Tarihi	Miktarı	Tarihi	Miktarı
23 Mayıs	7.6	22 Mayıs	3.4	9 Haziran	3.4
24 Mayıs	0.8	24 Mayıs	1.0	10 Haziran	1.8
1 Haziran	1.4	27 Mayıs	0.6	11 Haziran	8.8
2 Haziran	2.8	28 Mayıs	0.6	18 Haziran	0.4
3 Haziran	0.4	29 Mayıs	7.6	25 Haziran	2.0
4 Haziran	0.2	30 Mayıs	5.8	26 Haziran	1.4
5 Haziran	0.8	1 Haziran	0.2	4 Ağustos	1.4
6 Haziran	1.6	2 Haziran	12.2	6 Ağustos	0.8
7 Haziran	2.4	3 Haziran	9.6	15 Ağustos	0.4
8 Haziran	13.2	4 Haziran	4.0	16 Ağustos	0.6
9 Haziran	0.8	5 Haziran	0.8	24 Ağustos	2.0
10 Haziran	1.6	6 Haziran	0.2		
16 Haziran	0.8	7 Haziran	0.6		
5 Ağustos	9.8	8 Haziran	1.2		
Toplam	44.2	Toplam	70.8		
Etkili yağış toplamı	30.6		44.0		

Toprak nem değerlerinin istatistiksel değerlendirmesi sonucunda 2014 yılında standart sapma 21.2 mm, ortalama 162.5 mm, minimum değer 130.4 mm ve maksimum değer 207.6 mm iken 2015 yılında bu değerler sırasıyla 27.1 mm, 155.6 mm, 117.6 mm ve 220.3 mm bulunmuştur. Toprak nem verilerinin yıllar bazında değerlendirmesinde varyans analizi sonuçlarına göre sırt kaplama malzemesi ve sırt genişliği interaksyonu bakımından 2014 yılında istatistiksel olarak önemsiz olup, 2015 yılında ise interaksyon istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuş ve Duncan gruplandırması yapılmıştır. Buna göre 0-90 cm'de konulara göre ortalama toprak nem değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4'e göre 2014 yılında en fazla toprak nemi ortalama 195.2 mm ile Pg₃ konusunda belirlenmiş, bunu sırasıyla Pg₂, Pg₁, Sg₂, Sg₃, Sg₁, Tg₁, Tg₂ ve Tg₃ konuları izlemiştir, en az toprak nemi 149.5 mm ile kontrol konusunda olmuştur. İnteraksyonun önemli çıktığı 2015 yılında Duncan gruplandırmasında deneme konularına göre toprak nemi dokuz gruba ayrılmış ve 213.8 mm ile 128.0 mm arasında değişim göstermiştir. En

Çizelge 4. Yıl bazında deneme konularının toprak nemine etkileri**Table 4.** The effects of the experimental subjects on soil moisture by years

Konular	Ortalama Toprak Nemi (mm)	
	2014	2015
Pg ₁	187.6	176.2 c
Pg ₂	193.1	192.8 b
Pg ₃	195.2	213.8 a
Sg ₁	148.3	153.7 def
Sg ₂	161.8	155.5 de
Sg ₃	155.5	161.1 d
Tg ₁	156.6	138.5 fg
Tg ₂	152.7	140.2 efg
Tg ₃	150.9	148.6 def
K	149.5	128.0 g

fazla toprak nemi 2014 yılında olduğu gibi, Pg₃ (a) konusunda olmuş, bunu sırasıyla Pg₂ (b), Pg₁ (c), Sg₃ (d), Sg₂ (de), Sg₁ (def), Tg₃ (def), Tg₂ (efg), Tg₁ (fg) ve K (g) konuları takip etmiştir. Her iki yılda da elde edilen sonuçlara göre, sırt: karık sisteminin

uygulandığı Li vd. (2007)'ye benzer şekilde, en fazla toprak nemi plastik malçlı sırt konularında belirlenmiştir. Bunu sırasıyla sap-saman ve toprak sırt konuları takip etmiş, en az toprak nemi ise geleneksel yöntemle kurulmuş kontrol konusunda saptanmıştır.

Toprak nem verileri malç materyalleri bakımından değerlendirildiğinde her iki yılda da konular arasındaki fark istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 5. Sırt kaplama malzemesine göre 2014 ve 2015 yılları toprak nemi grupları

Table 5. Groups of soil moisture for the years 2014 and 2015 according to ridge covering material

Malç Materyali	Ortalama Toprak Nemi (0-90 cm (mm))	
	2014	2015
Plastik malç	191.9 a	194.3 a
Sap-saman	155.2 b	156.8 b
Toprak	153.4 c	142.4 c
Kontrol	149.5 d	128.8 d

Sırt kaplama malzemesi bakımından ortalama toprak nemi 2014 yılında 149.5 mm ile 191.9 mm arasında, 2015 yılında 128.8 mm ile 194.3 mm arasında değişim göstermiştir. Her iki yılda da ortalama toprak nemi dört gruba ayrılmış olup en yüksek toprak nemi plastik malç uygulamalarında (a) olup bunu sırasıyla sap-saman (b) ve toprak sırt (c) konuları takip etmiştir. En düşük toprak nemi ise kontrol konularında (d) belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu sonuçları destekler şekilde Li vd. (2000) tarafından sırt:karık mikro havza su hasadında plastik örtülü sırtlarda 0.8 ± 0.2 mm'nin üstünde yağışların yüzey akış oluşturduğu, sıkıştırılmış sırtlarda ise toprak infiltrasyon hızından daha yüksek hızdaki yağışlarda yüzey akış oluştuğu saptanmıştır.

Toprak nem verileri sırt genişliği bakımından değerlendirildiğinde konular arasındaki fark istatistiksel olarak 2014 yılında önemsiz olup 2015 yılında istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuş ve Duncan gruplandırması yapılmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6'ya göre 2015 yılında ortalama toprak nemi iki gruba ayrılmış olup 163.1 mm ile 149.3 mm arasında değişim göstermiştir. En yüksek toprak nemi 60 cm sırt genişliği uygulamalarında

Çizelge 6. Sırt genişliğine göre 2015 yılı toprak nemi grupları
Table 6. Groups of soil moisture for the year 2015 according to ridge width

Sırt Genişliği	Ortalama Toprak Nemi (0-90 cm) (mm)
30 cm	149.3 b
45 cm	154.3 b
60 cm	163.1 a

(a) olup 45 ve 30 cm sırt genişliklerinin etkisi aynı (b) bulunmuştur. Her iki yılda ekim ve hasat arasında düşen yağış miktarındaki farklılık sırt genişlikleri açısından farklı sonuçlar doğurmuştur. Gelişme döneminde 2014 yılında düşük yağışlar nedeniyle sırt genişliklerinin toprak nemini artırması bakımından önemli bir artışa yol açmadığı tespit edilmiştir.

Aylık toplam yağış verilerinin istatistiksel değerlendirmesine göre uzun yıllar, 2014 ve 2015 yılları yağış miktarları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Ancak bitki yetiştirme döneminde özellikle bitkinin suya ihtiyaç duyduğu çiçeklenme gibi kritik dönemlerdeki yağış uzun yıllara ait bu aylardaki yağışlardan daha düşük olmuştur. Örneğin uzun yıllar ortalamasına göre mayıs, haziran ve temmuz aylarında sırasıyla %10.2, %10.4 ve %2.5 yağış alırken 2014 yılında sırasıyla %6.3, %9 ve %0 ve 2015 yılında sırasıyla %15.3, %25.4 ve %0 yağış almıştır (Çizelge 7). Bu, özellikle kurak alanlarda, yağışın miktarı yanında yağdığı dönemin de verim üzerinde son derece etkili olduğunu göstermektedir.

Yıllar arasındaki yağış miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmasına rağmen, yukarıda bahsedildiği gibi, bitki yetiştirme dönemi boyunca düşen yağış miktarı 2014 yılında daha az olduğu için (Çizelge 7) tüm konularda toprak nem değerleri 2015 yılından daha düşük çıkmıştır. Denemenin yürütüldüğü aylar (mayıs, haziran, temmuz, ağustos) içinde en fazla yağış 46.6 mm ile 2015 yılı haziran ayında gerçekleşmiştir. Haziran ayındaki bu yağış miktarı toprakta depolanan nem üzerinde oldukça etkili olmuş ve tüm deneme boyunca en fazla toprak nemi 30.06.2015 tarihinde yapılan ölçüm sonucu elde edilmiştir (Pg_3 ortalama nem = 294.6 mm). Yağışlar sonucunda biriken toprak nemleri (0-90 cm) grafiksel olarak Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir. Bütün malç uygulamalarında sırt genişliğinin artmasıyla toprak nem içeriği artmıştır. Elde edilen

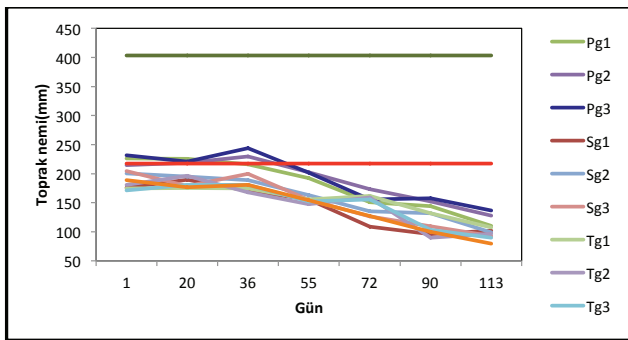
Çizelge 7. Uzun yıllar, 2014 ve 2015 yılları aylık yağışlarının değerlendirilmesi

Table 7. Evaluation of long-term, 2014 and 2015 monthly precipitation

Aylar	Uzun Yıllar Ort.		2014		2015	
	mm	%	mm	%	mm	%
Ocak	24.6	10.8	40.4	13.9	13.2	7.2
Şubat	22.7	9.9	18.4	6.3	24.9	13.6
Mart	18.8	8.2	47.2	16.3	42.6	23.2
Nisan	25.3	11.1	3.2	1.1	16.2	8.8
Mayıs	23.2	10.2	18.4	6.3	28.0	15.3
Haziran	23.7	10.4	26.0	9.0	46.6	25.4
Temmuz	5.8	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Ağustos	2.6	1.1	9.8	3.4	5.2	2.8
Eylül	10.3	4.5	17.2	5.9	0.8	0.4
Ekim	17.4	7.6	48.2	16.6	3.6	2.0
Kasım	21.0	9.2	31.8	11.0	1.6	0.9
Aralık	32.8	14.4	29.8	10.3	0.6	0.3
Toplam	228.2	100.0	290.4	100.0	183.3	100.0
Std. Sapma	8.7		16.0		16.7	
Ortalama	19.0		24.2		15.3	
Minimum	2.6		0.0		0.0	
Maksimum	32.8		48.2		46.6	

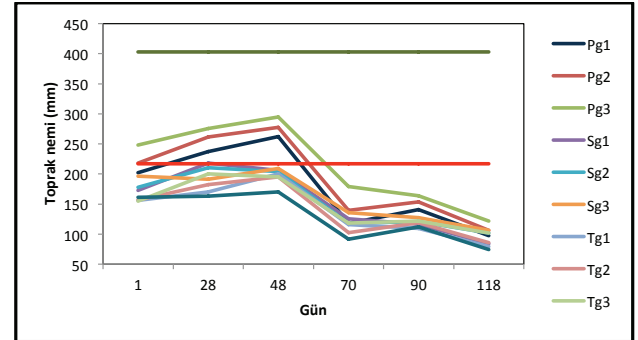
bulgular Feng vd. (2012) bulgularıyla benzerdir. Sırt genişliği en fazla olan (60 cm) konularda toprak nemi en fazla olmuş, bunu sırasıyla 45 cm ve 30 cm sırt konuları takip etmiştir. Feng vd. (2012), 30 cm karık genişliği için plastik malç uygulanan 30 cm ve 60 cm sırt genişliklerini denemiş, her iki uygulamada da düz arazi üzerine kurulan kontrol konusundan daha fazla toprak nemi ölçmüştü ve en fazla toprak nemi 60 cm sırt genişliği olan konuda olmuştur. Plastik malçlı sırtlarda buharlaşma

kayıplarının en az olması depolanan toprak nemi miktarında oldukça etkilidir. Plastik malçlı sırtlar önemli bir hasat etkinliğine sahiptir (Wang vd, 2008). Li vd. (2001)'in sıkıştırılmış toprak sırt ve plastik malçlı sırtlarla yaptığı çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde her iki yılda da kontrol parseliyle karşılaştırıldığında toplam toprak nemi değerlerinde, en fazla nem plastik malçlı sırt konusunda belirlenmiştir.



Şekil 3. 2014 yılı konulara göre toprak nem değerlerinin (mm) zamansal değişimi

Figure 3. Temporal variation of soil moisture values (mm) by subjects in 2014



Şekil 4. 2015 yılı konulara göre toprak nem değerlerinin (mm) zamansal değişimi

Figure 4. Temporal variation of soil moisture values (mm) by subjects in 2015

Saman kaplı sırtlar sıkıştırılmış toprak sırtlardan daha fazla nem artışı sağlamıştır. Saman ve toprak sırtlarda buharlaşma kayıplarının plastik sırtlara göre daha fazla olması, hem daha yoğun yağışlarda ancak yüzey akış vermeleri hem de sırtlar üzerinde yetişen yabancı otlar nedeniyle depolanan toprak nem miktarının plastik malçlı sırtlara göre daha az çıkmasına neden olmuştur. Ancak bu konulardaki toprak nemi hiçbir uygulama yapılmayan kontrol konusuna göre daha fazla bulunmuştur. Kontrol konusu geleneksel yöntemlerle düz arazi üzerine sırsız ve karıksız olarak kurulduğu için bir yandan yüzey akış, konsantre edilemediğinden toprakta sığ bir tabakada depolanmış ve diğer yandan buharlaşma kayıpları nedeniyle kaybedilmiştir. Yapılan araştırmalarda kavun için bitki su tüketimi Ankara koşullarında ortalama 565 mm (Yıldırım vd., 2009), Kayseri koşullarında ortalama 635 mm (Keskin, 2016) olarak belirlenmiştir. Karapınar koşullarında kavunun bitki su tüketimi 617,5 mm (Anonim, 2016b) olup tüm deneme süresince bütün konularda söz konusu neme ulaşamamış hatta çoğu zaman solma noktası değerinin altında kalmış dolayısıyla bitkisel üretimde ekonomik verim alınamamıştır. Bu nedenle verim bakımından istatistiksel değerlendirme yapılamamıştır. Diğer uygulamalarda her parselde meyve verimi alınamazken plastik örtülü sırt konularında sınırlı sayıda ve ekonomik değeri olmayan meyve elde edilmiş ve bitki başına meyve sayısı bakımından Pg_1 , Pg_2 ve Pg_3 konularında 2014 yılında sırasıyla 0.47 adet, 0.42 adet ve 0.53 adet, 2015 yılında sırasıyla 0.59 adet, 0.67 adet ve 0.84 adet meyve elde edilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışma, kurak-yarı kurak alanlarda bitkisel üretimde verim artışına yönelik toprak nemini artırma ve toprak yüzeyinden buharlaşma miktarını azaltmak için yağış sularından optimum fayda sağlamak amacıyla yürütülmüştür.

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara göre yağmur suyu hasadı için kullanılan sırt: karık mikro havza su hasadı sistemleri, kontrol konusuna göre toprak nemini artırmıştır. Toprak neminin bu artışında sırtlardan hasat edilen suyun karıklarda konsantre edilerek toprakta daha derinlere sızarak depolanması ve buharlaşma yüzeyinin azaltılması etkili olmuştur.

Plastik örtülü sırtlar, sap-saman örtülü sırtlar ve sıkıştırılmış toprak sırtlar ile karıklardan oluşan mikro

havza su hasadı sistemleri içerisinde toprak nemini en çok plastik örtülü sırtlar artırmıştır. Uygulanan plastik örtülü sırt konuları düşen yağışları karıklara ve bitki kök bölgesine yönlendirmiş ancak diğer uygulamalar plastik malçlı sırt konuları kadar başarılı olamamıştır. Su hasadının yapıldığı sırtların genişliğinin artmasına paralel şekilde toprak nemi de artmıştır. Saman kaplı sırtlarda sıkıştırılmış toprak sırtlardan daha fazla toprak nemi artışı sağlanmıştır.

Etkili yağış miktarının tamamı karıklara yönlendirilmesi nedeniyle en fazla hasat etkinliği plastik malçlı sırtlarda olmuş; sırasıyla 30 cm, 45 cm ve 60 cm genişlik için 0.6, 0.9 ve 1.2 kat daha fazla yağış hasat edilmiştir. Buna göre kontrol konusuyla karşılaştırıldığında plastik malç ile kaplı 60 cm genişliğindeki sırtlardan 2014 yılında 36.7 mm ve 2015 yılında 52.8 mm daha fazla yağış hasat edilmiştir. Bu değerler 45 cm sırt genişliği için sırasıyla 27.5 mm ve 39.6 mm iken 30 cm genişliğindeki sırtlar için 18.4 mm ve 26.4 mm olmuştur. Görüldüğü gibi sırt genişliğinin artmasıyla birim alandan hasat edilen yağış miktarı dolayısıyla toprakta depolanan nem miktarı artış göstermiştir. Plastik malçlı sırt konularında hasat edilen yağışın daha fazla olmasına rağmen düşen yağışlar çok yetersiz kalmış ve bitkisel üretimde ekonomik verim alınamamıştır. Böyle marjinal alanlarda daha büyük sırt genişliği oluşturularak erozyonu önlemenin yanında tamamlayıcı sulama ile ekonomik verim alınması mümkün gözükmektedir.

KAYNAKLAR

Anonim a. (2016). <http://www.karapınar.gov.tr>. TC Karapınar Kaymakamlığı resmi internet sitesi.

Anonim b. (2016). Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberi. TAGEM-DSİ. Ankara

Boers T.M, Ben-Asher J (1982). A Review of Rainwater Harvesting. *Agricultural Water Management*, 5: 145-158

Boers T.M, Zondervan K, Ben-Asher J (1986). Micro-Catchment Water Harvesting for Arid Zone Development. *Agricultural Water Management*, 12: 21-39

Critchley W, Siegert K. (1991). *Water Harvesting: a Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production*. FAO, Rome.

Fabeiro, C., de santa Olalla, M., de Juan, J.A., 2001. Yield and Size of Deficit Irrigated Potatoes. *Agri. Water Manag.* 18, 255-266.

Feng H, Kun W, Lin L-X, Xia L-G (2012). Effects of Ridge and Furrow Rainfall Harvesting System on Elymus Sibiricus Yield in Bashang Agro-pastoral Zone of China. *African Journal of Biotechnology* Vol. 11(38), p 9175-9181

Keskin, G. (2016). Kısıtlı Sulama Koşullarında Kavunda Anaç Kullanımının Bitkisel Gelişime ve Verime Etkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi).

Li X-Y, Gong J-D, Wei X-H (2000). In-Situ Rainwater Harvesting and Gravel Mulch Combination for Corn Production in the Dry Semi-arid Region of China. *Journal of Arid Environment*, 46:371-382

Li X-Y, Gong J-D, Gao Q-Z, Li, F-R (2001). Incorporation of Ridge and Furrow Method of Rainfall Harvesting With Mulching For Crop Production Under Semi-Arid Conditions. *Agricultural Water Management*, 50: 173-183

Li X., Su D. and Yuan Q. (2007). Ridge-Furrow Planting of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) for Improved Rainwater Harvest in Rainfed Semiarid Areas in Northwest China. *Soil & Tillage Research* 93: 117-125

MGM, (2016). Meteoroloji Genel Müdürlüğü Verileri

Oweis T, Hachum A (2000). Water Harvesting And Supplemental Irrigation for Improved Water Use Efficiency. *Advanced Short Course on Water Saving in Irrigated Agriculture*. Cairo.

Pamuk Mengü G, Akkuzu E (2008). Küresel Su Krizi ve Su Hasadı Teknikleri. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5: 75-85

Tian Y, Su D, Li F, Li X (2003). Effect of Rainwater Harvesting with Ridge and Furrow on Yield of Potato in Semiarid Areas *Field Crops Research* 84: 385-391

Wang Q, Zhang E, Li F, Li F (2008). Runoff Efficiency and the Technique of Micro-water Harvesting with Ridges and Furrows, for Potato Production in Semi-arid Areas. *Water Resour Manage*, 22: 1431-1443.

Yıldırım, O., Halloran N., Çavuşoğlu, Ş., Şengül, N. (2009). Effects of Different Irrigation Programs on the Growth, Yield and Fruit Quality of Drip-irrigated Melon. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33: 243-255.

Farklı Sulama Düzeylerinin Serada Yetiştirilen Domatesin Verim ve Kalitesine Etkisi

Ali Fuat TARI*

Mesut SAPMAZ

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Şanlıurfa

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): aftari@harran.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 13.02.2017

Kabul tarihi (Accepted): 13.02.2017

DOI : 10.21657/topraksu.339821

Öz

Bu çalışma, serada yetiştirilen domates (*Lycopersicon esculentum* Mill cv. Astona) için en uygun sulama programının oluşturulması amacıyla, 2012-2013 yetiştirme sezonunda Akdeniz iklimi koşullarında yürütülmüştür. Araştırma tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüş ve dört ayrı sulama konusu ele alınmıştır. Sulama konularının oluşturulmasında açık su yüzeyinden meydana gelen buharlaşma miktarlarının farklı oranları (%60, %80, %100 ve %120) esas alınmıştır. Araştırma sonucunda, sulama düzeylerinin, domates verimi ve bazı kalite kriterleri üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. En uygun sulama programı olarak açık su yüzeyi buharlaşmasının %100'ünün verildiği uygulamaya bulunmuştur. Bu konunun sulama suyu gereksinimi, su tüketimi, verimi ve sulama suyu kullanım randımanı sırasıyla 350 mm, 361 mm, 128.7 t ha⁻¹, 36.8 kg m⁻³ olmuştur.

Key words: Domates, sera, damla sulama, verim, kalite

The Effect of Different Irrigation Levels on the Yield and Quality of Tomatoes in Greenhouse

Abstract

This study was carried out in 2012-2013 season in the in the Mediterranean climate conditions to establish the optimum irrigation schedule for tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill cv. Astona) in greenhouses. The experiment was conducted as a randomized block design with three replications as different irrigation levels. Different ratios of the amount of evaporation (60%, 80%, 100%, and 120%) from ClassA Pan was based on irrigation scheduling. The effects of different irrigation levels was significantly found on tomato yield and some quality criteria. The most appropriate irrigation program could be recommended that 100% of open water surface evaporation should be applied as the amount of irrigation water. The requirement of irrigation water, marketable yield, irrigation water use efficiency for the recommended irrigation scheduling were 350 mm, 360, 128.7 t ha⁻¹, 36.8 kg m⁻³, respectively.

Anahtar Kelimeler: Tomato, greenhouse, drip irrigation, yield, quality

GİRİŞ

Tarımsal üretimde, en önemli girdilerden birisi sulamadır. Su kaynaklarının kısıtlı olmasının yanında sanayi ve kentsel su gereksiniminin artması, sulamada kullanılan suyun azalmasına ya da kalitenin düşmesine neden olmaktadır (Özbahçe ve Tari, 2009). Bu durum azalmakta olan sulama

suyundan en yüksek yararın sağlanabilmesini yani birim alandan birim su ile daha fazla ürün elde edilmesini zorunlu kılmaktadır (Ertek vd., 2002).

Su kaynaklarının ve tarım arazilerinin azalmasının yanında nüfustaki artış dikkate alındığında iklimsel kısıtların olumsuz etkilerini

de azaltarak birim alandan daha yüksek verim alınması büyük önem arz etmektedir. Tarımda en fazla ürün artışı, çevre koşullarına bağlı olmadan seralarda ya da örtü altı yetiştiricilikte sağlanabilir. Aynı zamanda pazara sürekli taze sebze ve meyve verebilmek tarımda mevsimlik işgücü kullanımını tüm mevsim boyunca değerlendirmek ancak seracılıkla mümkündür (Yüksel, 1995). Buna ek olarak, sera teknolojisi çeşitli şekillerde su, çevre kirliliği ve ekolojik sistemin istikrarsızlığı gibi küresel sorunları çözmek için katkıda bulunabilir (Hashimoto, 2000).

Ülkemiz sebze tarımında domates, gerek seracılıkta gerekse tarlada önemli bir yere sahiptir. Çünkü ülkemizde 1 871 637 dekar alanda yetiştiriciliği yapılmakta olup yılda alandan yaklaşık 13 milyon ton üretim gerçekleştirilmektedir. Bu üretimin de %27'si örtü altı yetiştiriciliğinden elde edilmektedir (TUİK, 2016).

Örtü altı yetiştiriciliği, diğer tarım kolları arasında yüksek tesis ve işletme giderleri gerektiren, daha fazla teknik bilgi ve beceri ile sürekli ve daha çok uğraşı isteyen bir işletme biçimi olmakla birlikte, birim alandan daha fazla ürün elde edilmesini sağlamakta ve açıkta üretilen ürünlerin pazara arzından önceki periyot içinde pazarda yer alması ile yüksek bir fiyat elde etmek suretiyle işletme karını artırmakta ve tarımda gizli işsizliğin azaltılmasına olanak sağlamaktadır (Pezikoğlu, 1999). Ülkemizde örtü altı yetiştiriciliği ekolojik koşullara bağlı olarak geliştiğinden özellikle güney kıyılarımızda yoğunlaşmıştır. Ülkemiz genelinde 663621 da alanda örtü altı yetiştiriciliği yapılırken bunun 162508 dekarı Mersin ilinde bulunmaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü Silifke'de 5044 da alanda örtü altı yetiştiriciliği yapılmaktadır (TUİK, 2016).

Seracılık maksimum gelir elde edilmesi amacıyla uygun çevre koşullarının sağlanması için başvurulan bir yetiştiricilik sistemidir (Von Zabeltitz, 1999). Bu koşullardan biri bitkinin gereksinimi olan suyun sağlanmasıdır. Çünkü sulama bitkisel

üretimde verim artışını en fazla etkileyen tarımsal faaliyettir. Bu nedenle Akdeniz Havzasında örtü altında yetiştirilen sebzeler için optimum sulama programının oluşturulması amacıyla araştırmalar yürütülmektedir. Bu araştırmalarda genellikle açık su yüzeyi buharlaşmasından yararlanılmaktadır (Abou-Hadid vd., 1994; Tüzel vd., 1994) Ülkemizin farklı bölgelerinde de örtü altında yetiştirilen bitkilerin optimum sulama programlarını elde etmeyi amaçlayan bazı araştırmalar yürütülmüştür (Derviş vd., 1992; Ekici, 2002; Kırdı vd., 2004; Tüzel vd., 2005).

Serada domates yetiştiriciliğinde diğer tarımsal uygulamaların yanında, sulamadan en etkin bir biçimde yararlanmak, yüksek verim ve kaliteyi sağlamak için bitkilere verilecek sulama suyu miktarı ve zamanının bilinmesi gerekir. Bu çalışma, cam sera koşullarında domates bitkisine uygulanan farklı miktarlardaki sulama suyunun domatesin verim ve kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve METOT

Araştırma, Mersin'in Silifke ilçesinde 36° 22' kuzey enlemi ve 33° 55' doğu boylamında yer alan Meslek Yüksek Okulu arazindeki cam serada yürütülmüştür. Söz konusu sera 21 metre uzunluğunda ve 6.5 metre genişliğinde olup kuzey-güney yönünde konumlu, 136.5 m² büyüklüğündedir. Alüvyal topraklar grubunda yer alan deneme alanı topraklarının bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü bölgede tipik Akdeniz iklimi görülür. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Uzun yıllık meteorolojik verilere göre, yörenin uzun yıllık yağış ortalaması 572.2 mm'dir. Bölgede uzun yıllık sıcaklık ortalaması 17.8 °C, yıllık buharlaşma ise 1608 mm'dir (DMİ, 2015).

Araştırmanın yürütülmesinde gerekli olan sulama suyu, deneme alanında bulunan derin kuyudan temin edilmiş olup T₂A₁ sınıfına girmektedir.

Çizelge 1. Deneme yeri topraklarına ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Table 1. Some physical and chemical properties of the soil experimental site

Derinlik (cm)	pH	EC (dS m ⁻¹)	CaCO ₃ (%)	Bünye (%)			TK (g g ⁻¹)	SN (g g ⁻¹)	HA (g cm ⁻³)
				Kum	Kil	Silt			
0-30	7.9	0.74	23.2	18	57	25	28.71	19.54	1.39
30-60	7.9	0.68	26.1	16	61	23	27.12	19.41	1.61
60-90	8.0	0.62	31.2	12	65	23	28.71	21.34	1.61

Denemenin kurulması amacıyla ağustos ayında bir önceki dönemden kalan bitkisel materyal sökülerek seranın içerisi temizlenmiştir. Daha sonra pullukla sürülen sera toprağı sulandıktan sonra 5 hafta süreyle solarizasyon uygulanmıştır. Solarizasyondan sonra tekrar sulanan deneme alanına tava geldikten sonra 5 kg da⁻¹ N ve 5 kg da⁻¹ P₂O₅ olacak şekilde gübre uygulanarak rotovatorle sürülerek dikime hazır hale getirilmiştir. Deneme süresince K₁₀₀ konusuna fertigasyon yoluyla 100 mg l⁻¹ saf azot, 30 mg l⁻¹ saf fosfor ve 150 mg l⁻¹ saf potasyum uygulanmıştır (Papadopoulos, 1987). Diğer konulara da K₁₀₀ konusuna verilen gübre miktarına denk gelecek şekilde, farklı gübre konsantrasyonları hazırlanarak uygulanmıştır.

6 Kasım 2012 tarihinde dikim işlemi yapılmıştır. Dikim öncesinde 1.50 m genişliğinde ve 5.60 m uzunluğunda olacak şekilde deneme parselleri oluşturulmuştur. Daha sonra her bir parsele, bölgede dikim mesafesi olarak tercih edilen, 0.75 m sıra aralığı ve 0.40 m sıra üzeri aralığı olacak şekilde iki sıra fide dikimi yapılmış dolayısı ile her bir parselde 28 adet bitki yer almıştır. Denemede piyasadan temin edilen, sofralık Astona F1 (5825) sınıf domates çeşidi kullanılmıştır.

Dikimden hemen sonra bitkilere can suyu verilmiştir. Ardından her bitki sırasına bir lateral gelecek şekilde damla sulama sistemi döşenmiştir. Bu sistem kullanılarak konulu uygulamalar öncesinde 2 kez yapılan fiks su uygulaması yapılmıştır. Dikimden 3 hafta sonra çapalama ve domates yetiştiriciliğinde bitkinin adventif kök oluşturma özelliğine sahip olmasından dolayı önemli bir uygulama olan boğaz doldurma işlemi yapılmıştır. Ayrıca gerektiği çapalama ve ot temizliği yapılmıştır.

Denemede koltuk sürgünleri gözlemlenerek ortalama sürgün boyları 3 cm olduğunda kesilerek uzaklaştırılmıştır. Deneme süresince işlevini yitirmiş, yaşlı, zarar görmüş ve yere değen yaprakların alındığı alt yaprak budamaları yapılmıştır. Dikimden 30 gün sonra koltuk sürgünü budamasına başlanmıştır. Bu işlem Mayıs ayı sonunda kadar sürdürülmüş ve tüm vejetasyon dönemi boyunca 16 kez tekrarlanmıştır. Ürünlerin ekonomik önemini yitirmeye başladığı sera domates üretim mevsiminin sonuna yaklaşıldığı dönemde bitkinin daha fazla uzamasını engellemek ve üzerinde mevcut bulunan meyvelerin daha erken kızarmasını sağlamak amacıyla en üstteki çiçek salkımından sonra iki yaprak bırakılarak tepe

budaması yapılmıştır. Bitkilerde domates meyveleri aşağıdan yukarıya doğru hasat edildikçe ve alt yaprak budamalarından sonra yapraksız kalan gövde kısmı yaprakların başladığı noktaya kadar paralel gelecek şekilde yatırılmıştır. Böylece bitki boyunu bir miktar kısaltılarak bakım işlemleri ve hasat kolaylaştırılmıştır. Araştırma, tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme konuları, açık su yüzeyi buharlaşmasının farklı oranlarının (k_p), sulama suyu olarak uygulanması esasına göre oluşturulmuş olup, konular Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Deneme konuları

Table 2. Experiment treatments

Konu adı	k _p katsayıları
K ₆₀	0.60
K ₈₀	0.80
K ₁₀₀	1.00
K ₁₂₀	1.20

Deneme alanının sulanmasında damla sulama sistemi kullanılmıştır. Sistem, güç ünitesi, elek filtre, gübre tankı vana, su saati, manometreler, bağlantı parçaları, manifold boru hatları, her parsele ait kontrol vanaları, lateral hatları ve damlatıcılarından oluşmuştur. Manifold hatları 32 mm dış çaplı PE borulardan lateral hatları ise 16 mm dış çaplı içten geçik yuvarlak PE borulardan tesis edilmiştir. Damlatıcılar lateral boyunca ve konular arasında su dağılımının homojen olması için sabit debili özellikte seçilmiştir. Sistemin lateral aralığı 75 cm, damlatıcı aralığı 30 cm, damlatıcı debisi 2 L h⁻¹ ve işletme basıncı 1.0 atm'dir.

Sera içerisine yerleştirilen Class A Pan kabından meydana gelen yığılımlı buharlaşma miktarı 20 mm ±3 mm ulaştığında sulamalar yapılmıştır. Ölçülen buharlaşma değerleri k_p katsayısı ve ıslatma yüzdesi ile çarpılarak uygulanacak sulama suyu miktarı belirlenmiştir. Sulama suyu miktarının hesaplanmasında Eşitlik 1'den yararlanılmıştır (Tarı, 2016).

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

Eşitlikte; I: Parsele uygulanan sulama suyunu (litre), A: Parsel alanı (m²), E_p: Açık su yüzeyinden meydana gelen birikimli buharlaşma miktarını (mm), k_p: Deneme konusuna ilişkin katsayısı, P: ıslatma oranını ifade etmektedir. ıslatma oranı (P), serada yapılan test sonucunda 0.70 olarak belirlenmiştir.

Bitki su tüketiminin hesaplamasında toprağın 0-90 cm derinliği esas alınmış ve Eşitlik 2 kullanılarak belirlenmiştir (James, 1988).

$$ET=I+P+K-D-R+\Delta S \quad (2)$$

Eşitlikte; ET: Bitki su tüketimini (mm), I: sulama suyunu (mm), P: yağışı (mm), K: kapilar yükselişi (mm), D: derine süzülme kayıplarını (mm), R: yüzey akışı (mm) ve ΔS : toprak profilindeki nem değişimini (mm) göstermektedir. Hesaplamalarda P, K, R ve D değerleri sıfır alınmıştır. Toprak nem ölçümleri orta tekerrürdeki parsellerde gravimetrik metot ile 90 cm derinliğindeki her 30 cm'lik katmanda yapılmıştır.

Sulama programlarının değerlendirilmesinde ise sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) ve su kullanım etkinlik değerlerinden (WUE) yararlanılmıştır. Bu değerler, Howell vd., (1990) tarafından bildirilen eşitliklerden (Eşitlik 3. ve Eşitlik 4.) hesaplanmıştır.

$$WUE=Ey/ET \quad (3)$$

$$IWUE=Ey/IR \quad (4)$$

Eşitliklerde; Ey ekonomik verimi ($kg\ ha^{-1}$), ET mevsimlik su tüketimini (mm), ve IR toplam sulama suyu miktarını (mm) ifade etmektedir.

Elde edilen sonuçların istatistikî değerlendirmelerinde, sulama düzeyi ile verim ve verim unsurları arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesinde SPSS paket programından yararlanılmıştır. Sonuçların yorumlanması ise Yurtsever (1984)'e göre yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sulama suyu miktarı ve su tüketimi

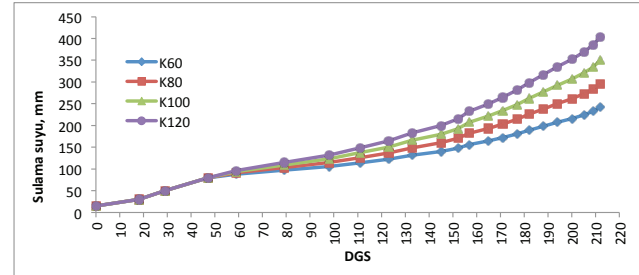
Araştırmada, fide dikiminin hemen ardından deneme parsellerine 15 mm can suyu verilmiştir. Dikiminden sonraki süreçte konulu uygulamalara başlanıncaya kadarki dönemde 18.11.2012 tarihinde 15 mm ve 29.11.2012 tarihlerinde 20

Çizelge 3. Araştırma konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve su tüketimleri

Table 3. Amounts of water consumption and irrigation water applied according to the treatments

KONULAR	Sulama suyu, mm	Su tüketimi, mm
K ₆₀	242	276
K ₈₀	296	325
K ₁₀₀	350	361
K ₁₂₀	404	406

mm olmak üzere iki kez daha tüm konulara aynı miktarda sulama suyu uygulanmıştır. Çizelge 3'de deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve konuların su tüketim miktarları verilmiştir. Şekil 1'de ise yığışimli sulama suyu miktarları gösterilmiştir.



Şekil 1. Yığışimli sulama suyu miktarları

Figure 1. Cumulative amount of irrigation water

Araştırmada, konulu sulamalara 23 Aralık 2012 tarihinde tüm konular tarla kapasitesine getirilerek başlanmış ve 06.06.2013 tarihine kadar devam etmiştir. Yetiştirme dönemi süresince üçü can suyu ve adaptasyon sulaması olmak üzere toplamda 22 kez sulama yapılmıştır. Şekil 1'de görüldüğü gibi dikimden sonra geçen gün sayısı (DGS) 150 oluncaya kadar 10-12 gün aralıklarla devam eden sulamalar, günlerin uzaması, sıcaklıkların artması ve bitkilerin gelişmesine bağlı olarak nisan ayından itibaren 5-7 gün aralıklarla devam etmiştir. Mayıs ayının ortasından hasada kadar geçen dönemde ise sulama aralığı 3 güne kadar düşmüştür.

Deneme konularına verilen sulama suyu miktarları Pan katsayısına (k_p) bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Pan katsayısı 0.60 olan (K_{60}) konuya toplam 242 mm sulama suyu uygulanırken, en fazla sulama suyu K_{120} konusuna verilmiştir. Bu konunun toplam sulama suyu miktarı 404 mm olmuştur (Çizelge 3). Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları, tarla denemelerinde uygulanan sulama suyu miktarlarından daha az olmuştur (Çetin ve Uygan, 2008; Özbahçe ve Tari, 2010). Sera koşullarında yapılan çalışmalarda Topçu vd., (2007) 314 mm, Kırdar vd., (2004) 345 mm, Derviş vd., (1992) 403 mm sulama suyu önermişlerdir. Bu değerler bu araştırmada önerilen K_{100} konusuna uygulanan sulama suyu miktarına benzerlik göstermektedir. Denemenin yürütüldüğü sera koşullarına, deneme yılına ilişkin iklim koşullarına ve yetiştirilen çeşidin özelliklerine bağlı olarak sulama suyu miktarlarında bir miktar farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Araştırma konularına verilen sulama suyu miktarları

konulara ait su tüketimlerinin belirleyicisi olmuştur. Çok sulama suyu uygulanan konuların su tüketim değerleri yüksek olurken sulama suyundaki azalmaya bağlı olarak su tüketimleri de azalmıştır. En yüksek su tüketimi 406 mm ile K_{120} konusunda, en az su tüketimi ise 276 mm ile K_{60} konusunda gerçekleşmiştir.

Verim ve kalite

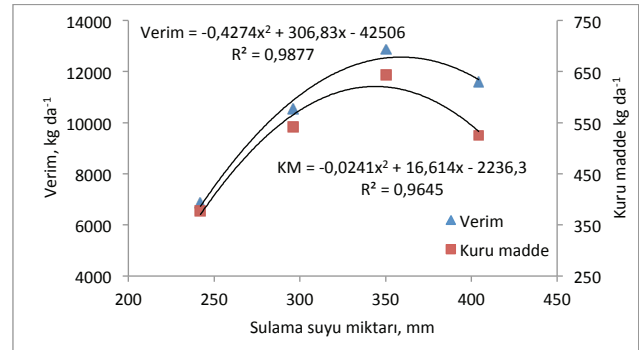
Bitkilerde ilk çiçekler Aralık ayı başında görülmeye başlamış ve 27 Mart tarihinde ilk hasat yapılmıştır. Çizelge 4'de konulardan elde edilen toplam meyve verimleri ve bazı kalite değerleri verilmiştir.

Araştırmada, Mart ayı sonunda başlanan hasat işlemine 11 Haziran tarihine kadar devam edilmiş ve bu dönemde toplam 12 kez hasat yapılmıştır. Çizelge 4'de görüldüğü gibi uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak deneme konularından 68.4 t ha⁻¹ ile 128.7 t ha⁻¹ arasında verim elde edilmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı bir düzeye kadar verim artışına neden olurken, bu düzeyden daha fazla uygulanan sulama suyunun verim üzerinde olumsuz etkisi olmuştur. En yüksek verim pan katsayısı 1.00 olan K_{100} konusundan elde edilmiştir. Derviş vd., (1992) ise aynı bölgede yaptıkları araştırmada en yüksek verimi pan katsayısı 1.20 olan konudan elde etmişlerdir. Bu farklılığa, yetiştiricilikte yapılan uygulamalar ve sera koşulları neden olabilir.

Deneme konularından elde edilen domates verimleri istatistiki olarak değerlendirildiğinde, konular arasında %1 önem seviyesinde farklılık görülmüştür. Buna bağlı olarak konulardan elde edilen verim sonuçları Duncan gruplandırması ile değerlendirilmiştir. Duncan testi sonucu deneme konularının verimleri 3 ayrı grupta yer almış olup, K_{100} konusu tek başına ilk grupta yer almıştır. Sulama suyunun verim ve kuru madde üzerine etkisi regresyon analizi ile değerlendirilmiş ve elde edilen ilişkileri gösteren grafikler Şekil 2'de verilmiştir.

Kuru madde oranı domateste önemli bir kalite kriteridir. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre konulara uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça meyvenin içerdiği kuru madde oranında azalma meydana gelmiştir. Artan sulama suyuna karşılık meyvede kuru madde oranının azalmasını, aynı konuda araştırmayapan diğer araştırmacılar tarafından da tespit edilmiştir (Branthome vd., 1994; Elkner vd., 1993; Tan, 1995; Çevik vd., 1997; Kırnak ve Kaya, 2004; Kırdı vd., 2004). En düşük kuru madde oranı %4.53 ile K_{120} konusunda bulunurken en yüksek kuru madde oranı ise %5.53 ile K_{60} konusunda bulunmuştur. Bu oranlar arasındaki farklar istatistiki değerlendirme sonucunda %1 önem seviyesinde önemli bulunmuştur. Yapılan Duncan testi sonucu konular 3 ayrı grupta yer almış ve K_{60} konusu ilk grubu oluşturmuştur.

Kuru madde oranının yanında kuru madde miktarı da domates bitkisinde dikkate alınan bir diğer önemli kalite göstergesidir. Kuru madde miktarını domates verimi ile kuru madde oranı etkilemektedir. Araştırmadan elde edilen kuru madde miktarları değerlendirildiğinde en fazla kuru madde verimin en fazla alındığı K_{100} konusundan elde edilmiştir. Bu konuyu verimdeki azalmaya bağlı olarak diğer konular takip etmiştir. Sulama suyu miktarı ile kuru madde arasındaki ilişki önemli bulunmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Sulama suyu miktarı ile verim ve kuru madde ilişkisi
Figure 2. The relationship between of irrigation water with yield and dry matter

Çizelge 4. Deneme konularına ilişkin domates verimi ve bazı kalite özellikleri

Table 4. Tomato yield and some quality properties of experiment treatments

Konular	Verim t ha ⁻¹	Kuru madde %	Kuru madde t ha ⁻¹	Ort. meyve ağırlığı g	pH	Meyve delinme direnci, bar	C vitamini mg 100ml ⁻¹
K_{60}	68.4c	5.53a	3.784c	104c	4.33b	1.21c	9.26a
K_{80}	105.5b	5.13b	5.418b	119b	4.40b	1.27b	8.52b
K_{100}	128.7a	5.00b	6.440a	130a	4.43b	1.37a	7.69c
K_{120}	115.8ab	4.53c	5.253b	124ab	4.58a	1.36a	7.62c

Deneme süresince her hasatta meyve örneklemeleri yapılarak konuların ortalama meyve ağırlıkları belirlenmiştir. Belirlenen ortalama meyve ağırlıkları 104 gram ile 130 gram arasında değişmiştir (Çizelge 4). Uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak meyve ağırlığı bir miktar artış göstermiş sonra verimde de olduğu gibi düşüş göstermiştir. Daha önce serada çalışan araştırmacılar da benzer sonuçlara ulaşmışlardır (Çevik ve vd., 1997; Kırdı vd., 2004). En yüksek meyve ağırlığı K_{100} konusundan elde edilmiştir. En az sulama suyu uygulanan konunun meyve ağırlığı ise en düşük olmuştur. Konulara ait ortalama meyve ağırlıkları %1 önem seviyesinde farklı bulunmuştur.

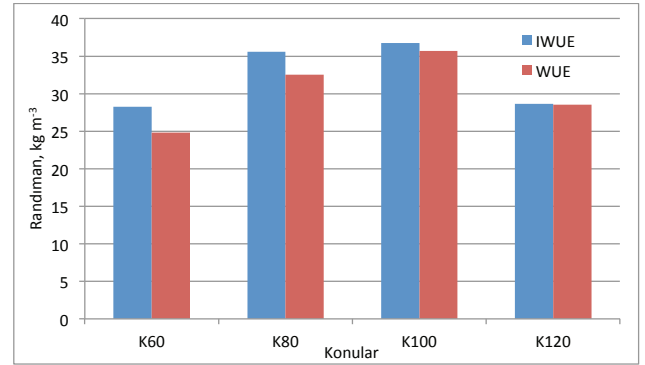
pH domatesin kalite yönünden değerlendirilmesinde dikkate alınan bir diğer ölçüttür. Bu araştırmada alınan meyve örneklerinin meyve sularında yapılan ölçümlerde deneme konularında su kısıntısı arttıkça pH değerlerinde düşüş gözlenmiştir. En az suyun uygulandığı K_{60} konusunda 4.33 olan pH, suyun en fazla uygulandığı K_{120} konusunda 4.58 olarak ölçülmüştür. Konuların pH değerleri arasındaki farklılaşma istatistiki olarak da önemli bulunmuştur. Topçu vd. (2007)'de su kısıntısının pH değerini düşürdüğünü ifade etmişlerdir. Ancak, Çukurova'da yapılan başka bir sera çalışmasında ise sulamadaki kısıntının domateste pH üzerine etkisi olmadığı ifade edilmiştir (Kırdı vd., 2004).

Sofralık domateste meyvelerin delinme direnci ve C vitamini içerikleri, önemli kalite kriterleri olup yetiştiricilikte uygulanan tarımsal işlemlerden önemli düzeyde etkilenmektedir. Yürütülen bu araştırmanın sonuçlarına göre uygulanan sulama suyu arttıkça domatesin meyve sertliği de artmıştır. Araştırmada, en çok kısıntının uygulandığı konunun meyve delinme dirençleri 1.21 bar iken optimum su uygulamasında bu değer 1.37 bar olmuştur. Ekici (2002)'de daha fazla sulama suyu uyguladığı konuların delinme dirençlerinin daha yüksek olduğunu ifade etmiştir. Bu araştırmada elde edilen bir başka sonuca göre, su kısıntısı domatesin C vitamini içeriğini artırmaktadır. Açık su yüzeyi buharlaşmasının 1.20 katının sulama suyu olarak uygulandığı K_{120} konusunun C vitamini içeriği $7.62 \text{ mg } 100\text{ml}^{-1}$ iken bu konunun yarısı kadar sulama suyu uygulanan konuda söz konusu değer $9.26 \text{ mg } 100\text{ml}^{-1}$ 'ye yükselmiştir. Domates bitkisinde yürütülmüş olan bir araştırmada sulama düzeyi ile C vitamini miktarının değişmediğini

ancak hasada doğru artış gösterdiği bildirilmiştir (Ekici, 2002).

Su kullanma randımanları

Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) sulama uygulamalarının değerlendirilmesinde önemli göstergelerdir. Bu çalışmada, sulama suyu miktarına bağlı olarak IWUE ve WUE değerleri de farklılık göstermiştir. Şekil 3'de deneme konularına ilişkin su kullanım randımanları grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 2. Deneme konularına ilişkin su (WUE) ve sulama suyu (IWUE) kullanım randımanları

Figure 2. Irrigation water use efficiency (IWUE) and Water use efficiency (WUE) values for the experimental treatments

Şekil 3'de görüldüğü gibi, WUE değerleri 24.8 kg m^{-3} ile 35.7 kg m^{-3} arasında; IWUE değerleri ise 28.3 kg m^{-3} ile 36.8 kg m^{-3} arasında değişmiştir. Sulama düzeyi arttıkça randımanlar da artmıştır. Ancak bu artış açık su yüzeyi buharlaşmasının %100 seviyesine kadar devam etmiş daha fazla sulama suyunun uygulanması ile düşüş göstermiştir. Daha önce yürütülen tarla denemelerinde Özbahçe ve Tari, (2010) IWUE değerini 12.0 kg m^{-3} Çetin ve Uygan, (2008) 15.3 kg m^{-3} bulurken, sera denemesinde Kırdı vd. (2004) 32.2 kg m^{-3} bulmuşlardır. Bu sonuçlar örtü altı yetiştiriciliğinde su kullanım randımanının tarla yetiştiriciliğine göre çok yüksek olduğunu göstermektedir.

SONUÇLAR

Bu araştırmanın sonuçlarına göre, sera koşullarında damla sulama ile sulanan domates yetiştiriciliğinde, pan kabından olan buharlaşma miktarının 1.0 katı kadar sulama suyunun (toplam 350.2 mm) verilmesi uygun bulunmuştur. Önerilen uygulamaya göre yapılan sulamadan göre en yüksek verim (128.7 t ha^{-1}) ve en yüksek sulama suyu kullanım randımanı (36.8 kg m^{-3}) elde edilmiştir.

Buna göre nisan ayına kadar 10-12 gün aralıklarla sulamalar yapılmalı, nisan ayından itibaren iklim ve sera koşullarına bağlı olarak ilk altı hafta 5-7 gün aralıklarla, son dönem ise 3-5 gün aralıklarla sulamalara devam edilmelidir. Uygulanan sulama suyu miktarındaki artış domateste ortalama meyve ağırlığını, meyve sertliğini ve toplam kuru madde miktarını artırırken, meyvede bulunan C vitamini miktarını ve kuru madde oranını düşürmüştür.

KAYNAKLAR

- Abou-Hadid, AF, El-Shinawy MZ, El-Oksh I, Gomaa H, El-Beltagy AS (1994). Studies on waterconsumption of sweet pepper plant under plastic houses. *Acta Hort. (ISHS)* 366: 365-372.
- Branthome X, Ple Y, Machado JR, Bieche BJ (1994). Influence of drip irrigation on the technological characteristics of processing tomatoes. Fifth International Symposium on the processing tomato, Sorrento, Italy, 23-27 November, 1993. *Acta Horticulture*, 376: 285-290.
- Çetin Ö, Uygan D (2008). The effect of drip line spacing, irrigation regimes and planting geometries of tomato on yield, irrigation water use efficiency and net return . *agricultural water management* 95: 949 – 958.
- Çevik B, Abak K, Sarı N, Kırdı C, Topaloğlu F (1997). Harran Ovası koşullarında damla sulama yöntemiyle sulanan bazı sebzelerde farklı su düzeylerinin verim ve kaliteye etkileri. 6. Kültürteknik Kongresi. Bildiriler: 316-323. 5-8 Haziran, Kirazlıyayla-Bursa.
- Derviş Ö, Doğan M, Tok A, Ertekin Ü (1992). Antalya koşullarında cam serada tek ürün olarak yetiştirilen domatesin açık su yüzeyi buharlaşmasında yaralanarak damla sulama sistemiyle sulanması. *KHGM Tarsus Arşt. Enst. Yayınları* 178/122, p. 73.
- DMI (2015). Devlet Meteoroloji İşleri Silifke Müdürlüğü kayıtları
- Ekici B (2002). Sera domates yetiştiriciliğinde kısmi kök kuruluğu (partial rootzone drying) sulama tekniğinin bitki büyümesi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, p. 91, Adana.
- Elkner K, Kaniszewski S, Gerasoponlos D, Olympios CH, Passam H (1993). Effect of drip irrigation and mulching on quality of tomato fruits. International symposium on quality of fruit and vegetables: influence of pre and post harvest factors and technology, 20-24 Sept. Chania, Greece.
- Ertek A, Şensoy S, Yıldız M, Kabay T (2002). Açık su yüzeyi buharlaşmasından yararlanılarak sera koşullarında patlıcan bitkisi için en uygun sulama dozu ve aralığının belirlenmesi. *K.S.Ü.Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5: 57-67.
- Hashimoto Y (2000). Plant factory in the 21st century. ICAME 2000 Proceedings of the Third International Conference on Agricultural Machinery Engineering, vol. I, Seoul, South Korea, pp. 1-13.
- Howell TA, Cuenca RH, Solomon KH, (1990). Crop yield response. Management of farm irrigation systems, Edit. G.J. Hoffman., T.A. Howell., K.H. Solomon. Chap. 5. An ASAE Monograph, St. Joseph, MI pp. 93-116.
- James LG (1988). Principles of farm irrigation system design. John Willey and sons inc., p. 453. New York
- Kırda C, Çetin M, Daşgan Y, Topçu S, Kaman H, Ekici B, Derici MR, Özgüven AI (2004). Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 69: 191-201.
- Kırnak H, Kaya C (2004). Determination of irrigation scheduling of drip irrigated tomato using pan-evaporation in Harran Plain. *GOÜ Ziraat Fakültesi dergisi* 21(1): 43-50.
- Özbahçe A, Tarı AF (2009). Effects of different emitter spaces and irrigation levels on yield and yield components of processing tomato. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2): 63-70.
- Özbahçe A, Tarı AF (2010). Effects of different emitter space and water stress on yield and quality of processing tomato under semi-arid climate conditions. *Agricultural Water Management*, Vol: 97(9): 1405-1410.
- Papadopoulos I (1987). Nitrogen fertigation of Green House Grown Tomato. *Communications in Soil Sci. And Plant Analysis*, 18: 897-907.
- Pezikoğlu F (1999). Örtü altı sebze yetiştiriciliği ve sorunları, Tarım Bakanlığı, Tarım ve Köy Dergisi, Sayı: 128, Ankara.
- Tan CS (1995). Effect of drip and sprinkle irrigation on yield and quality of five tomato cultivars in southwestern Ontario. *Canadian Journal of Plant Science*, 75: 225-230.
- Tarı AF (2016) The effects of lateral spacings and irrigation water levels on yield and sugar content of drip irrigated sugar beet in semi-arid region of Turkey. *International Sugar Journal*. 118(1407) 36-43.
- Topcu S, Kırdı C, Daşgan Y, Kaman H, Çetin M, Yazıcı M, Bacon MA (2007). Yield response and N-fertiliser recovery of tomato grown under deficit irrigation *European Journal of Agronomy* 26: 64-70.
- TÜİK 2016. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (erişim tarihi 2/3/2016).
- Tüzel Y, Ul MA, Tüzel IH (1994). Effects of different irrigation intervals and rates on spring season glasshouse tomato production: II. Fruit quality. *Acta Horticulturae*, 366: 389-396.
- Tüzel Y, Gül A, Daşgan HY, Özgür M, Özçelik N, Boyacı HF, Ersoy A (2005). Örtü altı yetiştiriciliğinde gelişmeler, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 1.Cilt, 609-627. 3-7 Ocak, 2005, Ankara
- Von Zabeltitz C (1999). Greenhouse structures, ecosystems of the World's 20 greenhouses. Elsevier Publication, p 17-69. Amsterdam.
- Yurtsever N (1984). Deneysel istatistik metotları. Toprak ve Gübre Araş. Enst. Genel Yayın No: 121, p. 623, Ankara.
- Yüksel AN (1995). Sera yapım tekniği. Hasat Yayıncılık Ltd. Şti., II. Baskı, p. 335, İstanbul.

Aşılı ve Aşısız Patlıcan Bitkilerinin Su Noksanlığı Koşullarındaki Bazı Fizyolojik Özellikleri ve Verim Parametrelerine İlişkin İncelemeler

Sevinç KIRAN^{1*}Şebnem KUŞVURAN²Çağla ATEŞ¹Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU³¹Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara²Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokulu, Çankırı³Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): sevinckiran@tgae.gov.tr

Geliş tarihi (Received) : 15.02.2017

Kabul tarihi (Accepted): 15.02.2017

DOI : 10.21657/topraksu.339827

Öz

Bu çalışmada; 4 patlıcan kalem genotipinin (tuza tolerant: Mardin Kızıltepe, Burdur Merkez; tuza duyarlı: Artvin Hopa ve Kemer), 2 adet anaç çeşit (Köksal-F1, Vista-306) üzerine aşılı ve aşısız olarak oluşturdukları anaç/kalem kombinasyonlarının kuraklık stresi altındaki performansları araştırılmıştır. Ayrıca aşılamanın patlıcanda kuraklık stresinin olumsuz etkilerini azaltma üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Çalışma sıcaklık ve nem kontrolünün otomatik olarak sağlandığı cam serada (25°C sıcaklık, %50-55 oransal nem) yürütülmüştür. Kuraklık stresi saksılarda yarayışlı su seviyesinin %50 düzeyinde tutulması şeklinde oluşturulmuştur. Kuraklık uygulaması süresince 15 günlük aralarla bitkilerin stoma iletkenliği ve yaprak su potansiyeli (YSP) değerleri ölçülmüştür. Verim, ortalama meyve ağırlığı ve meyve çapı ölçümleri; kuraklık uygulamasının 44. günündeki ilk hasattan itibaren başlatılmış, son hasada kadar devam etmiştir. Stoma iletkenliği ve YPS değerleri, kuraklık stresi altında tüm uygulamalarda azalma göstermiştir. Verim parametrelerinden meyve çapı, meyve ağırlığı ve bitki başına toplam verim özellikleri de su noksanlığından olumsuz etkilenmiştir. Doksan gün süresince uygulanan stres sonucunda, aşısız bitkilerin aşılı bitkilere oranla kuraklık stresinden daha fazla etkilendiği belirlenmiştir. Ticari anaçlar üzerine aşılama uygulaması bitki başına toplam verim, ortalama meyve ağırlığı ve meyve çapı özellikleri bakımından, kuraklık stresinin olumsuz etkisini hafifletmiştir. Kurağa tolerant kalem genotiplerle oluşturulan kombinasyonlarda bu etki daha belirgin gerçekleşmiştir. Sonuç olarak; kullanılan anaca ve kalemin genotipine bağlı olarak anaçlar üzerine aşılamanın, kuraklığın olumsuz etkilerini azalttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aşılama, kuraklık, *Solanum melongena*, stoma iletkenliği, verim

Some Physiological Properties and Analysis of Yield Parameters of Grafted and Non-grafted Eggplants under Waterless Conditions

Abstract

In this study; the performance of grafted and non-grafted scion/rootstock combinations of 4 eggplant scion genotypes (salt tolerant: Mardin Kızıltepe, Burdur Merkez; salt sensitive: Artvin Hopa and Kemer) and 2 rootstock varieties (Köksal-F1, Vista-306) were studied under drought conditions.

Additionally, the decrease of the negative effect caused by drought conditions on grafted eggplants were analysed. The study was conducted in a glasshouse where the humidity and temperature was controlled automatically (with a temperature of 25°C and 50-55% humidity). Drought stress was applied by keeping the useable water level at 50%. During the duration of the applied drought conditions, measurements of stomatal conductance and leaf water potential (LWP) of the plants were taken every 15 days. Yield, average fruit weight, and fruit diameter measurements, were started on the 1st harvest taken on the 44th day since the drought stress application was started and was continued to be taken until the last harvest. On all the drought stress applications, a decrease was observed in both stomatal conductivity and LWP values. The yield parameters that were negatively affected during waterless conditions included fruit diameter, fruit weight, and total yield properties per plant. At the end of the 90 day drought stress application, it was determined that non-grafted plants were more negatively affected than grafted plants during drought conditions. Grafting on commercial rootstocks decreased the negative effect of drought stress on the total yield, average fruit weight, and fruit diameter properties per plant. This effect was more significant for the combination with the drought tolerant scion genotype. In conclusion, according to the rootstock used and the scion genotype, it was determined that grafting on rootstocks decreased the negative effect caused by droughts.

Key words: Drought, grafting, *Solanum melongena*, stomatal conductance, yield.

GİRİŞ

Solanaceae familyasında yer alan patlıcan, dünyada toplam 48.5 milyon tonluk üretim değeriyle patates ve domatesten sonra üçüncü önemli sebzedir. Türkiye’de bu üretim yaklaşık 800-900 bin ton düzeyindedir (FAO, 2015). Ülkemiz geçmişte patlıcan üretimi bakımından önemli bir konumda iken, son yıllarda üretim miktarında ciddi düşüşler yaşanmaktadır. Bunun en önemli nedenlerinden birisi, yetiştiricilik sırasında karşılaşılan kuraklıktan kaynaklanan verim ve kalite kayıplarıdır. Tarımsal kuraklık, bitkinin büyüüp gelişmesi için kök bölgesinde yeterli nem bulunmaması durumu olarak ifade edilir. Büyüme periyodu boyunca, bir bitkinin suya ihtiyaç duyduğu dönemde, yeterli toprak nemi olmadığı zaman tarımsal kuraklık meydana gelir. Bitkiler kuraklıkla birlikte strese girmekte ve fiziksel, biyokimyasal ve moleküler yanıtlar vermektedirler (Arora vd., 2002). Kuraklık, bitkilerin nispi nem içeriği ve yaprak su potansiyelindeki azalmaya bağlı olarak turgoritesini kaybetmesi sonucu, stomaların kapanmasına neden olabilmektedir (Bahadur vd., 2011). Kuraklığa adapte olmuş bitkilerde transpirasyon oranının düştüğü ve stomatal regülasyonun yükseldiği (Makbul vd., 2011), stoma yoğunluklarının çeşidin kuraklığa dayanım performansını etkilediği (Kuşvuran vd., 2009) ve yaprak su potansiyelinin bitkilerde kuraklık stresinin etkisini belirlemede önemli bir parametre olarak değerlendirilebileceği (Shamim vd., 2013) bildirilmektedir. Lutfor Rahman vd. (2002), kuraklık

stresi koşullarında ilk tepki olarak stomaların kapandığını, buna bağlı olarak fotosentetik aktivitenin bozulduğunu verimin, ortalama meyve ağırlığını ve kuru madde üretiminin önemli ölçüde azaldığını, kurağa hassas çeşitte düşüşün daha belirgin olduğunu bildirmişlerdir. Sarker vd. (2005) patlıcanda, Mafakhari vd. (2010) buğdayda; Behbahanizadeh vd. (2014) tütünde; Laurie vd. (2015) patateste yaptıkları çalışmalarda; kısıtlı su kullanımının transpirasyon oranı, stomatal iletkenlik ve fotosentez oranı üzerinde önemli ölçüde gerileme yarattığı, buna bağlı olarak biyokütle veriminde azalmaya sebep olduğunu bildirilmiştir. Stoma iletkenliğinin ve yaprak su potansiyelinin yüksek olması kuraklığa dayanımı olumlu yönde etkileyen bir özellik olması bakımından bitkilerin kuraklığa dayanım durumlarının belirlenmesinde bu iki parametrenin incelenmesi oldukça önem taşımaktadır. Çoğu kültür bitkisinin kuraklığa duyarlı olması ve bu bitkilerin stres koşullarını tolere edebilme yeteneklerindeki genetik farklılıklar, su kıtlığına karşı dayanımı artıracak kültürel uygulamalar ve dayanımı yüksek çeşitlerin kullanımını gerekli kılmaktadır. Dayanıklı çeşit ıslahının uzun zaman alması ve yüksek maliyet içermesi bakımından, buna alternatif olarak aşılı fide kullanımı, abiyotik streslere karşı dayanımı sağlayabilecek potansiyel taşımaktadır.

Aşılama sayesinde birçok bitki türünde biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanım sağlanabilmektedir. Kuraklık stresine karşı dayanıklı

anaç üzerine aşılansın daha yüksek yaprak su potansiyeli, stoma iletkenliği, fotosentez oranı ve verime sahip olduğu (Bhatt vd., 2002), aşılı fide kullanımının toplam verim, pazarlanabilir verim, ortalama meyve ağırlığında artışa neden olduğu belirtilmektedir (Altunlu, 2011; Sanchez-Rodriguez vd., 2012). Aşılanmanın başarı ile gerçekleştirildiği patlıcanda aşılanma ve kuraklık stresinin bir arada değerlendirildiği çalışmalar çok az sayıdadır. Bu çalışmanın amacı; kurağa ve tuza tolerant ve hassas patlıcan (*Solanum melongena* L.) genotiplerine ait kalemlerin tuza toleransı yüksek ticari anaçlar üzerine aşılanması suretiyle elde edilmiş olan bitkilerin ve aşısız kontrollerinin, kuraklık stresi altındaki tepkilerinin stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli, toplam verim, ortalama meyve ağırlığı ve meyve çapı bakımından incelenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Bitkisel Materyal ve Bitkilerin Yetiştirilmesi

Çalışmada patlıcan genotipleri (Tuza ve kurağa tolerant: Mardin Kızıltepe ve Burdur Merkez ile hassas: Artvin Hopa ve Kemer) (Yaşar, 2003; Kiran vd., 2014), tuza toleransı yüksek ticari Köksal-F1 ve Vista-306 patlıcan anaçları (*Solanum incanum* x *Solanum melongena*) (şekil 1) (Kiran vd., 2015) üzerine aşılanarak ve aşılanmadan (kendi kökleri üzerinde) yetiştirilmişlerdir. Tohumlar 2:1 oranında torf:perlit karışımı içeren viyollere ekilmiş, aşılanma işleminde sonra 2-3 gerçek yapraklı aşılı ve aşısız fideler içinde toprak (kum: %48.9 , silt: %17.5 , kil: %33.6 , hacim ağırlığı 1.26 gcm⁻³ tarla kapasitesi: %19.78 , solma noktası: %10.62 , EC: 1.28 dSm⁻¹, pH:7.75) bulunan 39x35 cm boyutlarında 35 L hacme sahip PE saksılara nakledilmişlerdir. Saksılara dikimle birlikte analiz sonuçları dikkate alınarak

dekara diamonyum fosfat ve üre formunda 10 kg fosfor ve 7 kg azot, çiçeklenme döneminde ise dekara üre formunda 3 kg azot verilmiştir. Çalışma cam serada yürütülmüş, sıcaklık ve nem koşulları otomatik olarak sağlanmıştır (25°C sıcaklık, %50-55 oransal nem).

Kuraklık Uygulaması

Kuraklık uygulanmayan kontrol bitkileri (K₀) tarla kapasitesi düzeyinde sulanmıştır. Kuraklık stresi (K₁) uygulamasına ait bitkiler ise yarıyışlı suyun %50'si düzeyinde tutulmuşlardır (stres uygulamasına ait bitkiler, yarıyışlı su seviyesi %50'nin altına düşünce sulanmış, ancak verilen su miktarı yarıyışlı su seviyesini sadece %50'ye tamamlayacak şekilde yapılmıştır). Topraktaki nem miktarı ağırlık esasına göre belirlenmiştir. Buna göre tarla kapasitesindeki ağırlıkları bilinen saksılar tartılarak eksilen kullanılabilir su, uygulamalara göre saksılara verilerek tamamlanmıştır.

lmler

Kuraklık uygulamasına başlangıçtan 20 gün sonra bitkilerde 15 gün ara ile stoma iletkenliği ve YSP llmştr. Stoma iletkenliği rastgele belirlenen aynı yapraklarda SC-1 model Decagon Devices marka yaprak porometresi ile, YSP ise basınç odası cihazından (Model 1000, PMS Instrument Com., Albany, USA) yararlanılarak llmştr. Stoma iletkenliği ile YSP lmleri gün içerisinde saat 13.00-14.00 arası yapılmıştır. Verim, ortalama meyve ağırlığı ve meyve çapı ile ilgili ölümlere ilk hasattan (kuraklık uygulamasına başladıktan 44 gün sonra) itibaren başlanmış ve son hasata kadar devam etmiştir (kuraklık uygulamasına başladıktan 92 gün sonra). Toplam verim, her uygulamada ilk hasattan son hasat



şekil 1. Çalışmada kullanılan patlıcan genotipleri
Figure 1. Eggplant genotypes used in the study

tarihine kadar olan süre içerisinde toplanan meyveler tartılarak kg bitk^{-1} olarak belirlenmiştir. Ortalama meyve ağırlığı (g), her konuda hasat edilen tüm meyvelerin ağırlıkları meyve sayısına bölünerek hesaplanmıştır. Ortalama meyve çapı (mm) için, her konuya ait hasat edilen meyvelerin tam orta noktasından çapı dijital kumpas ile ölçülerek ve ortalaması alınarak belirlenmiştir.

Denemenin Değerlendirilmesi

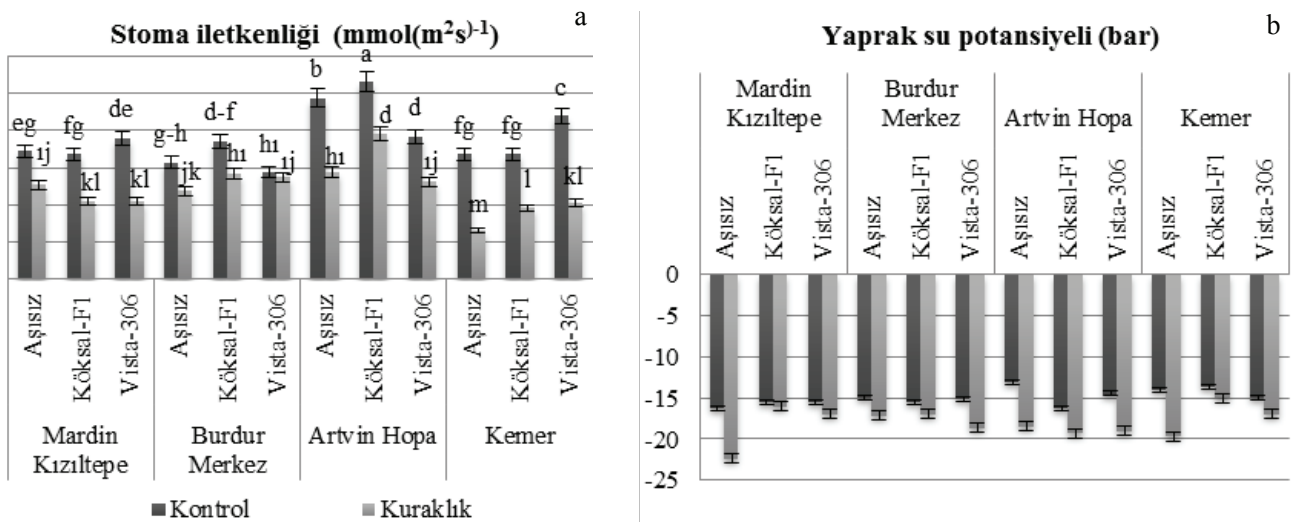
Tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen sayısal veriler varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiksel değerlendirmelerin yapılmasında MSTAT-C (Freed vd., 1989) paket programından yararlanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Stoma iletkenliği

Kuraklık stresinin aşılı ve aşızsız bitkilerde 'Anaç x Kalem x Uygulama' interaksyonunun etkisi stoma iletkenliği bakımından önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Kurak koşulda aşılı ve aşızsız bitkilerin stoma iletkenliğinde kontrole göre önemli düşüşler kaydedilmiştir. Stoma iletkenlikleri bakımından kurak ortamda yetişen anaç/kalem kombinasyonları farklı düzeylerde yanıtlar vermiş, anaçlar üzerine aşılanan genotipler çoğunlukla daha yüksek stoma iletkenliklerine sahip olmuşlardır. Kurak ortamda bulunan aşılı bitkiler arasında Köksal-F1/Artvin 391.05 $\text{mmol (m}^{-2}\text{s}^{-1})$ ile en yüksek stoma iletkenliğine sahip olurken, bunu sırasıyla Köksal-F1/Burdur Merkez (391.05 $\text{mmol$

$\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$), aynı grupta yer alan Vista-306/Burdur Merkez (274 $\text{mmol (m}^{-2}\text{s}^{-1})$ ve Vista-306/Artvin Hopa (261.72 $\text{mmol (m}^{-2}\text{s}^{-1})$) kombinasyonları izlemiştir. En düşük değerleri ise aynı istatistiksel grupta yer alan; Köksal-F1/Kemer (191.30 $\text{mmol (m}^{-2}\text{s}^{-1})$, Köksal-F1/Mardin Kızıltepe (211.10 $\text{mmol (m}^{-2}\text{s}^{-1})$, Vista-306/Mardin Kızıltepe (210.67 $\text{mmol (m}^{-2}\text{s}^{-1})$ ve Vista-306/Kemer (207.00 $\text{mmol (m}^{-2}\text{s}^{-1})$) kombinasyonları almıştır (Şekil 2a). Stoma iletkenliğinin yüksek olması, bitkinin stres koşuluna dayanımını olumlu etkileyen bir özelliktir. Bununla birlikte stres ortamındaki bitkilerin kendi kontrolleri ile kıyaslandığında ortaya çıkan azalma oranı, bitkilerin strese karşı dayanım durumu hakkında fikir vermesi bakımından oldukça önemlidir. Bu özellik bakımından, en az değişim Köksal-F1/Burdur Merkez ıslah hattında gözlenmiştir (% 4.59). Bunu sırasıyla Vista-306 üzerine aşılı Burdur Merkez ve Mardin Kızıltepe (%26.13, %26.13) ve Köksal-F1/Artvin Hopa (%26.26) kombinasyonları takip etmiştir. Kuraklık stresine uğrayan bitkilerde stomaların kapanması ile CO_2 'in mezofil hücrelerine girmeleri önlediğinden fotosentetik hız azalabilmekte ve sonuçta büyüme hızı yavaşlayabilmektedir (Costa vd., 2000). Mehri vd. (2009), Nawaz vd. (2015) kuraklığın stoma iletkenliğinde azalmalara yol açtığını bildirmişlerdir. Fernandez-Garcia vd. (2004) stoma iletkenliğinin kuraklık stresi altında aşılı domateste aşızsızlara göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Gerçekleştirilen bu çalışmada, anaçlar üzerine aşılı bitkiler kurak ortamda aşızsız bitkilere oranla stoma iletkenlikleri bakımından da daha yüksek değerlere sahip olmuşlardır. Özellikle tuza tolerant Köksal-F1



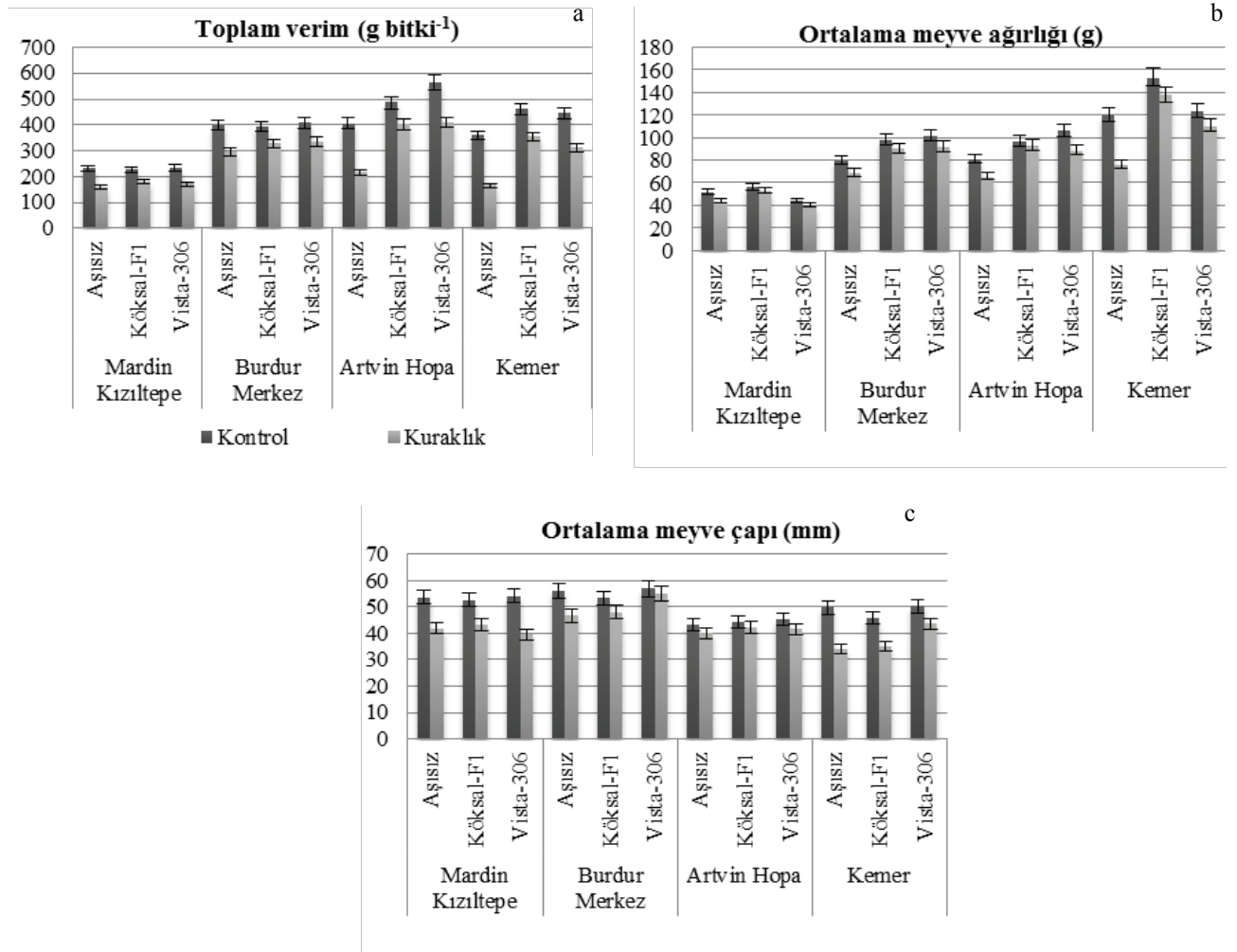
Şekil 2. Kuraklık stresi altında aşılı ve aşızsız patlıcınların stoma iletkenlikleri ($\text{mmol(m}^{-2}\text{s}^{-1})$) (a) ve yaprak su potansiyelleri (bar) (b) **Figure 2.** Stoma Conductances ($\text{mmol(m}^{-2}\text{s}^{-1})$) (a) of grafted and ungrafted eggplants under drought stress condition and leaf water potential (b) of these eggplants

anacı üzerine aşılanmış olan kurağa tolerant Burdur Merkez’de bu durum net bir şekilde görülebilmektedir. Elde edilen sonuçlar anacın kökünde veya kalemin yaprağında sentezlenen apoplastik ABA (absisik asit) düzeylerindeki bir değişime (Munns vd., 1996; Tardieu vd., 1996) veya ABA’de artışa neden olan, başka şekilde stomatal iletkenliği etkileyen, köklerden gelen bilinmeyen öncül bir sinyale veya ksilem sapında gözlemlenen pH değişikliklerine bağlı olabileceğini düşündürmektedir (Holbrook vd., 2002).

Yaprak Su potansiyeli

Çalışmada bitkilerde kuraklık stresi altında su potansiyelinin düşmesi su noksanlığı şeklinde ortaya çıkmıştır. Kuraklığa bağlı olarak değişen su durumunu belirleyebilmek için yapılan yaprak su potansiyeli ölçümlerine göre, kuraklığın ‘Anaç

x Kalem x Uygulama’ interaksiyonu bakımından ortaya çıkardığı farklılıklar önemsiz olmuştur ($p>0.05$). Buna karşın kuraklık uygulamasına ait anaçlar üzerine aşı ve aşız bitkilerin daha düşük yaprak su potansiyellerine sahip oldukları görülmüştür (Şekil 2b). Bununla birlikte kontrole göre aşı bitkilerin stres koşulunda aşız olanlara göre yaprak su potansiyellerini daha iyi koruyabildikleri dolayısıyla daha düşük değerlere sahip oldukları görülmüştür. Bu bakımdan özellikle Köksal-F1 üzerine aşıli Mardin Kızıltepe yaprak su potansiyelini en etkin biçimde koruyabilen genotip olarak öne çıkmıştır. Alexieva vd. (2001), Beroval vd. (2012), Kiran vd. (2014), kuraklık stresinin yaprak su potansiyelinde azalmaya yol açtığını bildirirken, Weng (2000) anacın su alım yeteneğinin kurak şartlara dayanım üzerine etkisinin önemli olduğunu ifade etmektedir.



Şekil 3. Kuraklık stresi altında aşıli ve aşız patlıcanların toplam verimleri (g bitki⁻¹) (a), ortalama meyve ağırlıkları (g) (b) ve ortalama meyve çapları (mm) (c)

Figure 3. Total yields (g bitki⁻¹) (a) of grafted or ungrafted eggplants under drought stress condition, average fruit weights (g) (b) and average fruit (c) diameters of these eggplants

Toplam Verim

Kuraklık stresi tüm patlıcan bitkilerinde bitki başına toplam verimin değişen oranlarda düşmesine neden olurken, 'Anaç x Kalem x Uygulama' interaksyonu istatistiksel bakımdan önemsiz düzeyde kalmıştır ($p>0.05$). Çalışmamızda anaç üzerine aşılı bitki kullanımı, aşısız bitkilere göre verimde artış sağlamıştır. Kuraklık stresi altında aşısız genotiplerde aşılılara nispeten verim kayıpları daha yüksek bulunmuştur (Şekil 3a). Özellikle aşısız Kemer ve Artvin Hopa genotiplerinde bu kayıplar net bir şekilde görülebilmiş, bu genotiplerin özellikle Köksal-F1 üzerine aşılınması verim kayıplarının azalması bakımından etkili bulunmuştur. Anaçların kuvvetli kök sistemleri sayesinde daha iyi su ve besin maddesi alabilmesi verim kaybının aşılı bitkilerde daha az ortaya çıktığı Ruiz vd., (1997) tarafından da belirtilmektedir. Kuraklığın marul ve karpuzda verim kayıplarına neden olduğu da ifade edilmiştir (Karam vd., 2002; Karipçin, 2009). Rouphael vd. (2008) ve Sanchez-Rodriguez vd. (2012) ise karpuzda ve domateste anaç kullanımının verim ve meyve kalite özellikleri üzerinde kuraklık stresinin olumsuz etkisini hafifletilebileceğini bildirmişlerdir.

Ortalama Meyve Ağırlığı ve Ortalama Meyve Çapı

Verim kaybının bileşenleri olarak meyve ağırlığı ve çapı gösterilmektedir. Kuraklık stresi meyvelerin ortalama ağırlıkları ile çaplarında farklılıklara yol açmış, ancak bu farklılıklar 'Anaç x Kalem x Uygulama' interaksyonu bakımından istatistiksel yönden önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Aşılı patlıcanların kuraklıktan etkilenme oranları aşısızlara oranla daha düşük düzeyde kalmıştır. Buna göre ortalama meyve ağırlıkları bakımından; Köksal-F1/Artvin Hopa kuraklıktan en az düzeyde etkilenen anaç/kalem kombinasyonu, ortalama meyve büyüklükleri bakımından ise kuraklıkta Vista-306/Burdur Merkez, en fazla öne çıkan kombinasyonlar olmuştur (Şekil 3b,c). Egilla vd. (2001) özellikle azot, potasyum ve kalsiyumun bitkilerde yeterince alınması durumunda kuraklığa toleransın önemli düzeyde artış gösterebileceğini ifade etmişlerdir. Kök gelişiminin kuvvetli olması ile birlikte su ve besin maddesi alımı da artış göstermektedir. Davis vd. (2008), bitkilerdeki meyve çapı, verim ve kalite parametrelerinin kalemin genotipi ve çevre koşullarından

etkilendiğini, Cosic vd. (2015) kuraklığın meyve çapını azalttığını bildirmektedirler. Ayrıca Altunlu (2011) domateste, Proietti vd. (2008) karpuzda kuraklık stresi koşulunda anaç kullanımının verimi ve pazarlanabilir verimi olumlu etkilediğini, ortalama meyve ağırlığı gibi verim parametrelerini olumlu etkilediğini rapor etmişlerdir.

Sonuç

Çalışmada kuraklık stresi altında, aşılı patlıcan genotiplerinin aşısız bitkilere oranla kuraklığa tolerans bakımından avantajlı olduğu buna bağlı olarak toplam verim, ortalama meyve ağırlığı ve meyve çapı gibi parametreler bakımından ön plana çıktığı belirlenmiştir. Bu etki kalem olarak kullanılan bitkilerin genotipine ve üzerine aşılana anacın çeşidine göre farklılık göstermiştir. Bitkilerin kuraklık stresine tolerans durumları hakkında yorum yapabilmek açısından verim ve verime ilişkin parametrelerin, stoma iletkenliği ve yaprak su potansiyeli gibi fizyolojik parametreler ile birlikte değerlendirilmesinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Nitekim kuraklık karşısında daha yüksek stoma iletkenliği ve yaprak su potansiyeline sahip olan aşılı bitkilerin, verim yönünden de aşısız bitkiler ile karşılaştırıldığında daha iyi performans gösterdikleri tespit edilmiştir. Buna göre stres altında incelenen özellikler bakımından Köksal-F1/Burdur Merkez kombinasyonu daha iyi sonuç vermiştir. Bu değerlendirmelerin ışığında uygun kalem ve anaç kullanımı ile patlıcanda kurağa dayanımın artırılacağı anlaşılmıştır.

Kaynaklar

Alexieva V, Sergiev I, Mapelli S, Karanov E (2001). The effect of drought ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant Cell and Environment*, 24 (12): 1337-1344.

Altunlu H (2011). Aşılamanın Domateste Kuraklık Stresine Etkileri. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Arora A, Sairam RK, Srivastava GC (2002). Oxidative stress and antioxidative systems in plants, *Current Science*, 82: 1227-1238.

Bahadur A, Chatterjee A, Kumar R, Singh M, Naik PS (2011). Physiological and biochemical basis of drought tolerance in vegetables. *Vegetable Science*, 38(1): 1-16.

Behbahanzadeh SA, Akbari GA, Shahbazi M, Alahdadi I (2014). Measuring leaf temperature and stomatal conductance to evaluate leaf water content in barley cultivars under terminal drought stress, *International Journal of Biosciences* 4(1): 298-305.

Beroval M, Stoilova T, Kuzmoval K, Stoeval N, Vassilev A, Zlatev Z (2012). Changes in the leaf gas exchange, leaf water potential and seed yield of cowpea plants (*Vigna unguiculata* L.) under soil drought conditions. *Agricultural Sciences*, IV: 26-34.

Bhatt R M, Rao NKS, Sadashiva AT (2002). Rootstock as a source of drought tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal Indian of Plant Physiol*, 7: 338-342.

Cosic M, Djurovic N, Todorovic M, Maletic R, Zecevic B, Stricevic R (2015). Effect of irrigation regime and application of kaolin on yield, quality and water use efficiency of sweet pepper. *Agricultural Water Management*, 159:139-147.

Costa França M G, Pham-Thi C A T, Pimentel R O P, Rossiello Y, Fodil Z, Laffray D (2000). Differences in growth and water relations among *Phaseolus vulgaris* cultivars in response to induced drought stress, *Environmental and Experimental Botany*, 43: 227-237.

Davis AR, Perkins-Veazie P, Sakata Y, López-Galarza S, Maroto JV, Lee SG, Huh Y C, Sun Z, Miguel A, King SR, Cohen R, Lee, JM (2008). Cucurbit grafting. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 27: 50-74.

Egilla J N, Davies F T, Malcolm C D (2001). Effect of K on drought resistance of *Hibiscus rosa-sinensis* cv. Leprechaun: Plant growth, leaf macro- and micronutrient content and root longevity. *Plant and Soil*, 229(2): 213-224.

FAO (2015). Food and Agricultural Organization. Available at <http://faostat3.fao.org/browse/O/C/E>. (Erişim tarihi: 27 Ağustos 2016).

Fernandez-Garcia N, Martinez V, Carjaval M (2004). Effect of salinity on growth, mineral composition and water relations of grafted tomato plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 167:616-622.

Freed R, Einensmith S P, Guets S, Reicosky D, Smail VW, Wolberg P (1989). User's guide to MSTAT-C, an analysis of agronomic research experiment. Michigan State University, USA.

Holbrook NM, Shashidhar VR, James RA, Munns R (2002). Stomatal control in tomato with ABA-deficient roots: response of grafted plants to soil drying. *Journal of Experimental Botany*. 53 (373): 1503-1514.

Karam F, Mounzer O, Sarkis F, Lahoud R (2002). Yield and nitrogen recovery of lettuce under different irrigation regimes. *Journal of Applied Horticulture*, 4 (2): 70-76.

Karapçin Z (2006). Yerli ve Yabani Karpuz Genotiplerinde Kuraklığa Toleransın Belirlenmesi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Kiran S, Özkay F, Kuşvuran Ş, Ellialtıoğlu Ş (2014). Tuz Stresine Tolerans Seviyeleri Belirlenmiş Bazı Genotiplerin Kuraklık Stresine Tepkilerinin Belirlenmesi. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Proje Sonuç Raporu: A-02.P-04, Ankara.

Kiran S, Kuşvuran Ş, Özkay F, Özgün Ö, Sönmez K, Özbek H, Ellialtıoğlu ŞŞ (2015). Bazı patlıcan anaçlarının tuzluluk stresi koşullarındaki gelişmelerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 8(1): 20-30.

Kuşvuran Ş, Küçükkömürçü S, Daşgan H Y, Abak K (2009). Relationships between drought tolerance and stomata density in melon. The 4th International Cucurbitaceae Symposium, 20-24 Eylül 2009, China.

Laurie RN, Laurie SM, du Plooy CP, Finnie JF, Van Staden J (2015). Yield of Drought-Stressed Sweet Potato in Relation to Canopy Cover, Stem Length and Stomatal Conductance, *Journal of Agricultural Science*, 7(1): 201-214.

Lutfur Rahman S M, Mackay W A, Quebedeaux B, Nawata E, Sakuratani T, Udin AS MM (2002). Superoxide dismutase activity, leaf water potential, relative water content, growth and yield of a drought-tolerant and a drought-sensitive tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars. *Subtropical Plant Science*, 54: 16-22.

Mafakheri A, Siosemardeh A, Bahramnejad B, Struik PC, Sohrabi Y (2010). Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. *Australian Journal of Crop Science*, 4(8):580-585.

Makbul S, Saruhan Güler N, Durmuş N, Güven S (2011). Changes in anatomical and physiological parameters of soybean under drought stress. *Turkish Journal of Botany*, 35:369-377.

Mehri N, Fotovat R, Saba J, Jabbari F (2009). Variation of stomata dimensions and densities in tolerant and susceptible wheat cultivars under drought stress. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 7 (1): 167-170.

Munns R, Cramer G R (1996). Is coordination of leaf and root growth mediated by abscisic acid? *Opinion. Plant and Soil*, 185:33-49.

Nawaz F, Ahmada R, Ashraf M Y, Waraicha E A, Khan S Z (2015). Effect of selenium foliar spray on physiological and biochemical processes and chemical constituents of wheat under drought stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 113: 191-200.

Proietti S, Roupheal Y, Colla G, Cardarelli M, De Agazi M, Zucchini M, Rea E, Moscatello, S, Battistelli A (2008). Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88: 1107-1114.

Roupheal Y, Cardarelli M, Colla G, Rea E (2008). Yield, mineral composition, water relations, and water use efficiency of grafted mini-watermelon plants under deficit irrigation. *HortScience* 43: 730-736.

Ruiz JM, Belakbir A, López-Cantarero I, Romero L (1997). Leaf-macronutrient content and yield in grafted, melon plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *Scientia Hort.*, 71: 227-234.

Sarker CB, Hara M, Uemura M (2005). Proline synthesis, physiological responses and biomass yield of eggplants during and after repetitive soil moisture stress. *Scientia Horticulturae*, 103: 387-402 .

Shamim F, Rehman Athar H, Waheed A (2013). Role of osmolytes in degree of water stress tolerance in tomato. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 25 (01) : 37-42.

Sánchez-Rodríguez E, Leyva R, Constán -Aguilar C, Romero L, Ruiz J M (2012). Grafting under water stress in tomato cherry: improving the fruit yield and quality. *Annals of Applied Biology*, 161(3): 302-312.

Tardieu F, Lafarge T, Simonneau T (1996). Stomatal control by fed or endogenous xylem ABA in sunflower: interpretation of correlations between leaf water potential and stomatal conductance in anisohydric species. *Plant Cell and Environment*, 19:75-84.

Weng J H (2000). The role of active and passive water uptake in maintaining leaf water status and photosynthesis in tomato under water deficit. *Plant Production Science*, 3(3): 296-298.

Yaşar F (2003). Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin in Vitro ve in Vivo Olarak İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 139 s, Van.

Comparing the Nutritional Status of Organic and Conventional Oil-Bearing Rose (*Rosa Damascena* Mill.) Gardens in Lakes Region With Leaf and Flower Analyzes

İbrahim ERDAL*

Hilal MUNDUZ

Süleyman Demirel University, Agriculture Faculty, Soil Science and Plant Nutrition Department, Isparta, Turkey

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): ibrahimerdal@sdu.edu.tr
Geliş tarihi (Received) : 20.02.2017
Kabul tarihi (Accepted): 20.02.2017
DOI : 10.21657/topraksu.339828

Abstract

In this study, it was aimed to compare nutritional status of organic and conventional oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill) gardens in Lakes Region. For this, leaf and flower samples were collected from oil-bearing rose gardens in Lakes Region, Isparta. In these samples nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, zinc, manganese, copper and boron analyses were made. When the leaf analysis results obtained from conventional and organic production areas were compared, it was seen that nutrient concentrations of the leaves from conventional gardens were higher generally. And these results were significant in terms of nitrogen, manganese, and zinc concentrations. Similarly, flower nutrient concentration of conventional gardens were higher for all examined nutrients and differences between organic and conventional gardens for nitrogen, potassium, calcium and iron concentrations were significant.

Key words: Conventional farming, organic farming, nutrient, oil-bearing rose

Göller Yöresinde Organik ve Geleneksel Yetiştiricilik Yapılan Yağ Gülü (*Rosa damascena* Mill.) Bahçelerinin Beslenme Durumlarının Yaprak ve Çiçek Analizleriyle Karşılaştırılması

Öz

Bu çalışmada Göller Yöresinde organik ve geleneksel yöntemlerle gül yetiştiriciliği yapılan bahçelerin beslenme durumlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu nedenle Ispartada yağ gülü (*Rosa damascena* Mill) yetiştiriciliği yapılan alanlardan yaprak ve çiçek örnekleri toplanmıştır. Toplanan bu örneklerde azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, mangan, bakır ve bor analizleri yapılmıştır. Yaprak analiz sonuçlarına göre yapılan karşılaştırmada, genel olarak geleneksel yetiştiricilik yapılan bahçelerin besin elementi içeriklerinin daha yüksek olduğu görülmüş ve bu durum azot, mangan ve çinko için anlamlı bulunmuştur. Benzer şekilde, geleneksel yetiştiricilik yapılan bahçelerden alınan çiçek besin elementi içeriklerinin de organik bahçelerden alınanlara göre daha fazla olduğu, ve bu durumun azot, potasyum, kalsiyum ve demir için önemli olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Geleneksel tarım, organik tarım, besin elementleri, yağ gülü

INTRODUCTION

Despite there are some description on soil fertility, it is being used that soil fertility is "holding capacity of all physical, chemical and biological factors effecting high and quality yield in optimum levels and serving ability of water and nutrients on required time by plant". Fertile soils are rich in mineral elements needed by the plants. They contain sufficient amount of mineral nutrients, organic matter and microbial activity, the pH of the most of them are 6-7, they have good soil structure permitting good drainage and desired water holding capacity, and etc. Soils can lose their fertility properties with time depending on the use density. So, some additional precautions should be taken to protect their fertility. Nutrients in the soils can be lost with natural events such as leaching, erosion, fixation and denitrification processes or can decrease with the plant uptake. All plants require sufficient amount of available nutrients during their growth. And these nutrients should be supplied to meet plant demand. In a study conducted on barley, wheat and corn plants uptake 57, 78 and 260 kg N ha⁻¹; 11, 19 and 56 kg P ha⁻¹; 40, 47 and 172 kg K ha⁻¹; 10, 8 and 31 kg Ca ha⁻¹; 4, 11 and 31 kg Mg ha⁻¹; 130, 216 and 529 g Zn ha⁻¹ respectively (Mengel et al., 2001). In another study conducted by Erdal et al., (2006), it was found that tomato plant took N from the soil between 41.9- 196 kg ha⁻¹ depending on the irrigation program. El-Jendoubi et al., (2013) indicated that 3 years of peach trees giving about 60 kg fruits need 364, 59, 441, 575, 78, 5.2, 0.9, 1.0 and 1.1 g of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu and Zn, respectively. Koseva (1978) reported that rose oil plant uptake 64 kg N, 8.7 kg P and 36 kg K per hectare in a year. Also, Güçdemir (2006) noticed that oil-bearing rose plants need 40-160 kg N, 9-36 kg P, 41-107 kg K per hectare depending on the conditions for a good yield. According to Baydar and Kazas (2013), 150 kg ha⁻¹ diamonyum phosphate (18-46) in early spring and 200 kg ha⁻¹ ammonium sulphate in mid-season are needed to get 500 kg flower yield. Similarly, Singh and Ram (1987) suggest 100 kg N and 26 kg P ha⁻¹ combination for high flower yield for oil rose plant.

As understood from the previous studies, plants require different amount nutrients. These requirements can be met from organic and inorganic sources in conventional farming. But, in, the organic farming, the use of inorganic

materials for instance fertilizers are prohibited or depends on certain rules. So, in organic farming, providing plant's nutrient requirement with sufficient amount of all nutrients from organic fertilizers seems to be very difficult because of their low and slow release nutrient contents. So, sometimes growth and yield lose arise due to nutrient scarcity in organic farm soils.

Entz et al., (2001) conducted a research on crop yield and soil nutrient status on 14 organic farms. And they indicated that crop yields tended to be lower than those in conventional production, and that soil nutrient status was similar, and in some cases lower, than in conventional production. In a study presenting the results comparing soils managed organically for at least 15 years with soils under conventional management, on four arable farms in England, it was found that were no significant differences in total soil organic matter, total nitrogen or C:N ratio between the conventionally and organically managed soils. However, concentrations of extractable potassium and phosphorus were significantly lower in soils managed organically (Gosling and Shepherd 2005).

In this study it was aimed to compare the nutritional status of both organic and conventional oil-bearing rose gardens with leaf and flower analysis.

Material and methods

Leaf and flower samples from the 40 gardens (20 conventional and 20 organic) from Başmakçı, Gönen, Kılıç, Yakaören, A.Beltarla, Senir, Andıçlı, Ayvalıpınar, Pazarköy and Sarıköy where intensively oil-bearing rose productions are made. Both orchards were selected depending on the records of Isparta Directorate of Provincial Food Agriculture and Livestock. Middle-aged leaves and fully-opened flower leaves were collected in May from the four sites of plants and put in the plastic bags. Samples were brought to the laboratory immediately and washed with top water and distilled water to remove surface residues. After washing, plants were dried at 65±5 °C for 24 hours and grounded for nutrient analysis.

In order to determine N concentration, 0.5 g grounded samples were weighted in to the 250 ml macro-Kjeldahl tubes then 5 g of salt mixture

and 10 ml concentrated sulfuric acid (H₂SO₄) was added. Then the tubes were placed in the digesting block at 350-400 °C. After digesting, samples were distilled with sodium hydroxide (40%, NaOH). The ammonium N was fixed in boric acid (2%, H₃BO₃) and titrated with 0.1 N H₂SO₄. For determining nutrients (P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Fe and B) apart from N, plant samples were wet digested using microwave digesting system and then filled up to 50 ml with distilled water. Phosphorus and boron was determined calorimetrically using spectrophotometer, and the other nutrients were measured with atomic absorption spectrophotometer (Jones et al., 1991; Kacar and Inal 2008).

Comparisons of the leaf and flower nutrient concentrations of both orchards were made using COSTAT statistical software.

Results and discussion

Comparing leaf nutrient concentrations

Nutrient variations of conventional and organic farms have been seen in Table 1. As seen from there, minimum and maximum nutrient concentrations of conventional farms were 2.3-2.88%, 0.85-1.70%, 0.80-1.35%, 0.15-0.22%, 0.20-0.34%, 51.2-59.3 mg kg⁻¹, 95.1-157.4 mg kg⁻¹, 16.5-35.6 mg kg⁻¹, 16.1-17.3 mg kg⁻¹ and 41.6-55.1 mg kg⁻¹ for N, K, Ca, P, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu and B respectively. These variations in organic farming were 2.29-2.56%, 0.82-1.18%, 1.0-1.51%, 0.13-0.22%, 0.20-0.33%, 52.1-67.3 mg kg⁻¹, 94.3-132.2 mg kg⁻¹, 14.4-31.6 mg kg⁻¹, 15.4-17.1 mg kg⁻¹ and 42.2-50.4 mg kg⁻¹ for N,

K, Ca, P, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu and B respectively.

Comparison of nutrient concentrations of both conventional and organic oil-rose growing farms was given in Fig. 1 and in Fig. 2. As seen in Fig. 1, average values of conventional and organic farms for N, K, Ca, P and Mg are 2.66-2.41%, 1.13-0.99%, 1.04-1.19%, 0.19-0.18% and 0.24-0.24% respectively. When compared both systems in terms of macro elements it was seen that there were not significant difference except for N. But there was a significant variation for leaf N concentrations and it was seen that N concentrations of conventional farms were significantly higher than organic farms.

Mean values of leaf micro nutrients obtained from conventional and organic farms were 56.3-59.1 mg kg⁻¹ for Fe, 131.6-108.2 mg kg⁻¹ for Mn, 23.3-19.5 mg kg⁻¹ for Zn, 16.7-16.5 mg kg⁻¹ for Cu and 48.7-46.2 mg kg⁻¹ for B. Looking at leaf micronutrient concentrations there were not

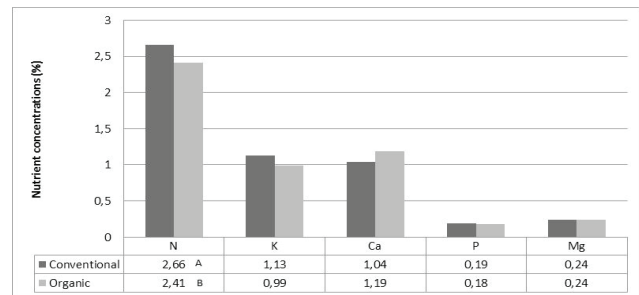


Figure 1. Leaf macro nutrient concentrations of conventional and organic rose farms

Şekil 1. Geleneksel ve organik gül bahçelerinin yaprak makro element konsantrasyonları

Table 1. Minimum, maximum and mean values of leaf nutrient concentrations of two farming systems

Çizelge 1. İki üretim sisteminin yaprak besin elementi içeriklerinin en az, en fazla ve ortalama değerleri

Nutrients	Conventional farming			Organic farming		
	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean
N, %	2.30	2.88	2.66	2.29	2.56	2.41
K, %	0.85	1.70	1.13	0.82	1.18	0.99
Ca, %	0.80	1.35	1.04	1.00	1.51	1.19
P, %	0.15	0.22	0.19	0.13	0.22	0.18
Mg, %	0.20	0.34	0.24	0.20	0.33	0.24
Fe, mg kg ⁻¹	51.20	59.30	56.3	52.10	67.30	59.10
Mn, mg kg ⁻¹	95.10	157.40	131.6	94.30	132.2	108.20
Zn, mg kg ⁻¹	16.50	35.60	23.30	14.40	31.60	19.50
Cu, mg kg ⁻¹	16.10	17.30	16.70	15.40	17.10	16.50
B, mg kg ⁻¹	41.60	55.10	48.70	42.20	50.40	46.20

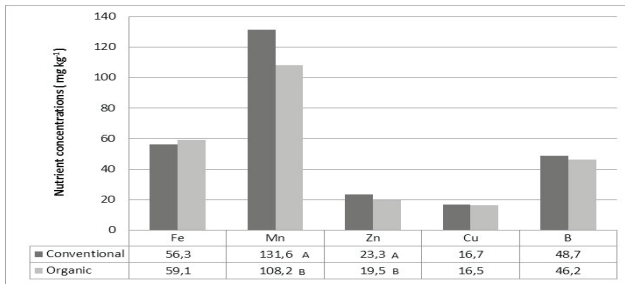


Figure 2. Leaf micro nutrient concentrations of conventional and organic rose farms

Şekil 2. Geleneksel ve organik gül bahçelerinin yaprak mikro element konsantrasyonları

significant differences between conventional and organic farms in terms of Fe, Zn and B. But, it was clearly seen that leaf Mn and Zn concentrations of conventional farms were significantly higher than organic farms.

Comparing flower nutrient concentrations

Flower nutrient variations of conventional and organic rose growing farms were 1.76-2.4% and 1.68-2.93% for N, 1.15-1.41% and 0.98-1.22% for K, 0.16-0.33% and 0.14-0.22% for P, 0.11-0.15% and 0.10-0.14% for Ca, 25.2-56.1 mg kg⁻¹ and 27.3-45.4 mg kg⁻¹ for Fe, 27.3-47.9 mg kg⁻¹ and 36.6-54.8 mg kg⁻¹ for Fe, 19.5-28.5 mg kg⁻¹ and 16.0-22.1 mg kg⁻¹ For Zn, 14.3-18.3 mg kg⁻¹ and 15.2-16.6 for Cu and 16.4-22.2 mg kg⁻¹ and 17.2- 22.4 mg kg⁻¹ for B respectively (Table 2).

Flower N, K and Ca concentrations of conventional and organic farms were significantly different from the each other. Analysis results showed that N, K and Ca concentrations of conventional farms were higher at the rate of 16%, 13% and 85% than organic farms. There

were not a significant differences of leaf P and Mg concentrations between two farms (Fig. 3). While micronutrient concentrations of conventional farming systems were higher comparing to organic farming, there were not significant differences between two systems except for Fe (Fig. 4). Flower Fe concentration of conventional farms were about 28 percent higher than organic farms' flowers Fe concentration.

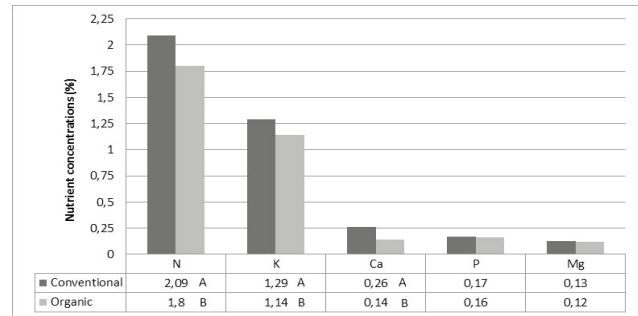


Figure 3. Comparing the flower macro nutrient concentrations of the oil-bearing rose gardens

Şekil 3. Yağ gülü bahçelerinin çiçek makro element konsantrasyonlarının karşılaştırılması

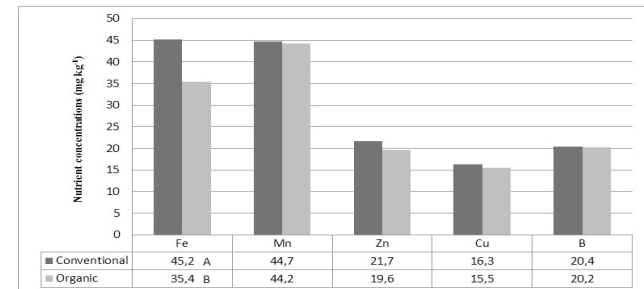


Figure 4. Comparing the flower micro nutrient concentrations of the oil-bearing rose gardens

Şekil 4. Yağ gülü bahçelerinin çiçek mikro element konsantrasyonlarının karşılaştırılması

Table 2. Minimum, maximum and mean values of flower nutrient concentrations of two farming systems

Çizelge 2. İki üretim sisteminin çiçek besin elementi içeriklerinin en az, en fazla ve ortalama değerleri

Nutrients	Conventional farming			Organic farming		
	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean
N, %	1.76	2.40	2.09	1.68	1.93	1.80
K, %	1.15	1.41	1.29	0.98	1.22	1.14
Ca, %	0.16	0.33	0.26	0.11	0.16	0.16
P, %	0.16	0.18	0.17	0.14	0.22	0.16
Mg, %	0.11	0.15	0.13	0.10	0.14	0.12
Fe, mg kg ⁻¹	25.20	56.10	45.20	27.30	45.40	35.40
Mn, mg kg ⁻¹	27.30	47.90	44.70	36.60	54.80	44.20
Zn, mg kg ⁻¹	19.50	28.50	21.70	16.00	22.10	19.60
Cu, mg kg ⁻¹	14.30	18.30	16.30	15.20	16.60	15.50
B, mg kg ⁻¹	16.40	22.20	20.40	17.20	22.40	20.2

From the analysis results of leaf and flower it can be seen that conventional rose gardens have higher nutrient concentrations generally. There were not significant differences in terms of some leaf and flower nutrient concentrations between both systems. However, three nutrients (N, Mn and Zn) in leaves and four nutrients (N, K, Ca, Fe) in flowers were significantly lower in organic farms comparing to the conventional farms. In a study conducted to compare the nutritional status and some quality parameters of organic and conventional olive trees, it was indicated that there were not significant differences for examined parameters between both growing types (Zincirlioğlu, 2010).

As given previous works, nutrient concentrations of plant-available nutrients leading to higher plant nutrient uptake under conventional systems are higher (Ryan et al., 2004). Similarly, Entz et al., (2001) indicated that crop yields and nutritional status of organic farms tended to be lower than those in conventional production. These results are not unexpected because of the organic systems rules. As it is better known, organic systems are controlled by some rules and it is forbidden to use all fertilizers. So it is quite difficult to meet plants' all nutrient demand sufficiently with the fertilizers using in organic farming. In a study, it was reported that meeting all nutrient requirement, notably N, of the plants (especially for perennials) from the organic sources is not possible (Pang and Letey, 2000). In another work depending on long period researches, it was reported that crop yields decreased by 20% in the organic farming systems (Mäder et al., 2002). Of course, there are many countries applying organic farming techniques without losing yield and quality by keeping soil fertility long time and it is possible with good management practices, particular crop types and growing conditions (Seufert et al., 2012). So, these techniques should be examined carefully and should be followed before applying organic farming. When looked at the previous study results carried out on rose gardens in the region, it can be seen that soils of the oil-bearing rose gardens already are poor in nutrient concentrations generally (Usta et al., 1994; Yalçın et al., 1994; Küçükşumuk and Erdal, 2008).

As conclusion, leaf and flower nutrient concentrations of organic oil rose orchards are lower when compared to the conventional orchards.

This may be due to poor quality of material given to the soil as fertilizers. If the necessary precautions are not taken to increase soil fertility, it may result in yield and quality losses with time.

Acknowledgment

We thank to SDU BAP for supporting this work.

References

- Baydar H, Kazas S (2013). Yağ Gülü ve Isparta Gülcülüğü. Gülbirlik Yayınları 1.
- El-Jendoubi H, Abadía J, Abadía A (2013). Assessment of nutrient removal in bearing peach trees (*Prunus Persica* L. Batsch) based on whole tree analysis. *Plant and Soil*, 369(1-2), 421-437.
- Entz M H, Guilford R, Gulden R (2001). Crop yield and soil nutrient status on 14 organic farms in the eastern portion of the northern Great Plains. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(2), 351-354.
- Erdal İ, Ertek A, Şenyiğit U, Yılmaz H İ (2006). Effects of different irrigation programs and nitrogen levels on nitrogen concentration, uptake and utilization in processing tomatoes (*Lycopersicum Esculentum*). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46, 1653-1660
- Gosling P, Shepherd M (2005). Long-term changes in soil fertility in organic arable farming systems in England, with particular reference to phosphorus and potassium. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 105(1), 425-432.
- Güçdemir İ H (2006). Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi, 5. Baskı T.C. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırma Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Jones Jr J.B, Wolf B, H A Mills (1991). *Plant Analysis Handbook. A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide*. Micro-Macro Publishing, Inc, Athens Ga
- Kacar B, Inal A (2008). *Plant Analysis*. Nobel Pres, (1241), 891.
- Koseva D (1978). Effect of fertilizers on the utilization and removal of NPK by kazanlik rose. *Rast. Nauki*, 15 (8), 107-118.
- Küçükşumuk Z, Erdal İ (2008). Evaluation of nutritional status of rose gardens in Isparta district. 4. National Plant Nutrition Fertilizer and Congress. 8-10 Septembre. Konya-Turkey. 554-562.
- Mäder P, Fliessbach A, Dubois D, Gunst L, Fried P, Niggli U (2002). Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*, 296 (5573), 1694-1697.
- Mengel K, Kirkby E A, Kosegarten H, Appel T (2001). *Principles of Plant Nutrition* (pp. 397-434). Springer Netherlands.
- Pang X P, Letey J (2000). Organic farming challenge of timing nitrogen availability to crop nitrogen requirements. *Soil Science Society of America Journal*, 64(1), 247-253.
- Ryan M H, Derrick J W, Dann P R (2004). Grain mineral concentrations and yield of wheat grown under organic and conventional management. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(3), 207-216

Seufert V, Ramankutty N, Foley J A (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*. 485 (7397): 229-232.

Singh D V, Ram M (1987). Effect of spacing, extent of pruning, growth hormone and nutrients on flower yield of essential oil bearing rose (*Rosa damascene*) in subtropical India. *Acta Hortic.* 208, 83-86.

Usta S, Yalçın R, Yüksel M, Topçuoğlu B (1994). Isparta Yöresinde Tarımı Yapılan Gül Bitkisinin Bazı Bitki Besin Maddesi İçerikleri Üzerinde Bir Araştırma. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı*, 1(4):183-190.

Yalçın R, Usta S, Yüksel M, Topçuoğlu B (1994). Gül Tarımı Yapılan Isparta Yöresinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı*, 1(4): 191-198.

Zincirlioğlu N (2010). Organik ve Geleneksel Zeytin Yetiştiriciliğinde Bitki Beslenme Durumunun Meyve, Yaprak ve Zeytinyağında Önemli Kalite Ölçütleri Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, İzmir. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi*.

Trakya Bölgesi'nde Ayçiçeği Tarımında Kullanılan İmazamox Herbisit'inin Toprak Ortamında Kalıntı Düzeylerinin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi

Ülviye KANBUROĞLU ÇEBİ^{1*} Cemile ÖZCAN² Mehmet Ali GÜRBÜZ¹ Selçuk ÖZER¹

¹Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü, Kırklareli

²Kırklareli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Kırklareli

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): ulviyecebi@yahoo.com

Geliş tarihi (Received) : 02.03.2017

Kabul tarihi (Accepted): 02.03.2017

DOI : 10.21657/topraksu.339829

Öz

Araştırma 2014 ve 2015 yıllarında, Trakya Bölgesi/Kırklareli İlinde yürütülmüştür. Çalışmada, bölgede ayçiçeği üretiminde en fazla kullanılan herbisit olan imazamox ana maddenin ve türevlerinin (imazapic, imazapyr, imazethapyr, imazaquin) toprakta kalıntı bırakıp bırakmadığı araştırılmıştır. Çalışma iki farklı lokasyonda yürütülmüş olup Kırklareli lokasyonundaki toprak, tın bünye ve 4.77 pH, Kavaklı lokasyonundaki toprak tınlı kum bünye ve 7.28 pH özelliğindedir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; toprak ortamında sadece imzamox ana maddesine rastlanmıştır. Nötr pH ve %22.92 kil içeren toprakta 2014 yılında 20.0 ug L⁻¹ ile 50.0 ug L⁻¹ arasında, 2015 yılında 11.3 ug L⁻¹ ile 77.8 ug L⁻¹ arasında imazamox kalıntısı belirlenmiştir. Asidik özellikte olan (pH=4.95) ve %8.33 kil içeren toprakta, 2014 yılında 18.9 ile 35.5 ug L⁻¹ arasında, 2015 yılında 13.8 ile 58.7 ug L⁻¹ arasında kalıntıya rastlanmıştır. Toprağın üst katmanlarında tespit edilen imazamox kalıntı miktarları, alt katlara oranla daha yüksek olarak belirlenmiştir. Tespit edilen kalıntı miktarları zamansal olarak değerlendirildiğinde ise sıralama 1. Hafta>6. Hafta>Hasat şeklinde olmuştur.

Anahtar Kelimeler: İmazamox, toprak, kalıntı, GC-MS

Determination and Evaluation of Residual Levels of Imazamox Herbicide in Soil Environment in Sunflower Farming in Thrace Region

Abstract

The research was carried out in Kırklareli province of Thrace Region in 2014 and 2015 years. In the study, it was investigated that whether or not the parent material and derivations of imazamox (imazapic, imazapyr, imazethapyr, imazaquin) which is mostly used in sunflower farming in the region generated residual in the soil. The study was carried out in two different locations and the loamy soil structure in Kırklareli location has 4.77 pH and loamy sand soil structure in Kavaklı has 7.28 pH. The field trial was designed according to randomized blocks trial design. According to the results, only imazamox main material was determined in the soil. Imazamox residual between 20 ug L⁻¹ and 50.0 ug L⁻¹ was determined in the soil which has neutral pH and %22.92 clay in 2014 and imazamox residual between 11.3 ug L⁻¹ and 77.8 ug L⁻¹ was determined in 2015. Residual between 18.9 and 35.5 ug L⁻¹ was determined in the acidic soil (pH=4.95) and %8.33 clay in 2014 and residual between 13.8 and 58.7

ug L⁻¹ in 2015. The imazamox residuals in the top layer of the soil were higher than the bottom layer of the soil. When the residual amounts were evaluated, sequence was as 1st week>6th week>harvest

Key words: Imazamox, soil, residual, GC-MS

GİRİŞ

Yüksek ve kaliteli verim elde etmek amacıyla tarımsal üretimde birçok girdi kullanılmakta ve bu girdilerden optimum yarar sağlanmaya çalışılmaktadır. Tarımsal girdilerin en önemli olanlarından bir tanesi de pestisitlerdir. Pestisitler, bitkilerin hastalık, zararlı ve yabancı otların etkilerinden korunmasını sağlayarak ürün miktarını ve kaliteyi arttırmaktadır. Modern tarımın vazgeçilmez girdilerinden olan pestisit kullanımı avantajlarının yanı sıra insan sağlığı ve çevre kirliliği açısından birçok dezavantajını da beraberinde getirmektedir. Ülkemizdeki pestisit kullanımı her ne kadar gelişmiş ülkelerdeki pestisit kullanma oranlarından az olsa da, yapılan entansif tarım ve en çok kullanılan pestisitlerin çevre ve sağlık açısından sorunlu kimyasal maddeler içermesi, pestisitlerin bilinçli ve kontrollü kullanılması hususundaki ciddiyetini arttırmaktadır.

Türkiye'nin ithalatında, işlenmiş ve işlenmemiş tarımsal ürünler önemli bir yere sahiptir. Bu ürünlerin, AB'ye uyum açısından ve tarımsal ürünlerin dış satışlarının artarak sürmesi için, gelişmiş ülkelerin standartlarına uygun üretim yapılması gerekmektedir. Ancak, tarımsal ürünlerimizin gelişmiş ülke standartlarına uyum göstermesi ne yazık ki çok zordur. Nitekim 2002 ve 2003 yıllarında, AB'nin yiyecekler ve yemler konusunda Hızlı Alarm Sistemi (Rapid Alert System) yoluyla internetten yayınladığı raporda AB ülkelerinde Türkiye'den giden ürünlerin uygun bulunmayan partiler açısından ilk üç ülke arasında yer aldığı bildirilmektedir (Delen ve Ark., 2005). Bu nedenle kullanılan pestisitlerin toprakta, suda ve yetiştirilen ürünlerde bıraktığı kalıntılarının belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Ayçiçeği bitkisi Dünya'da ve Türkiye'de en önemli yağ bitkilerinden biridir. Trakya Bölgesindeki ayçiçeği üretimi ülke genelinin %56.3'ü oluşturmakta ve tarımında yoğun herbisit kullanılmaktadır.

İMİ teknolojisi, ayçiçeği tarımında imidazolinone herbisitlerinin kullanımına izin veren yabancı ot kontrolü seçeneği olarak geliştirilmiştir. Geleneksel ayçiçeği imidazolinone herbisitlerine karşı daha duyarlı iken, İMİ ayçiçeği hibritleri bu herbisite

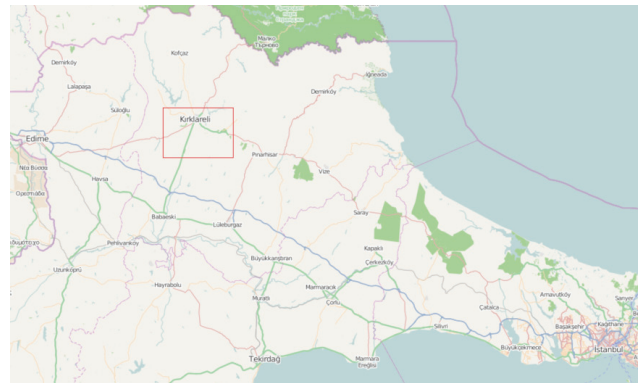
dayanıklı bir şekilde hayatta kalabilecek şekilde modifiye edilmiştir (Pfenning ve ark., 2008).

İmazamox'un Trakya Bölgesindeki kullanım miktarı son beş yıl içerisinde 3-4 kat artış göstermiştir. Kırklareli İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü verilerine göre imazamox tüketimi 2015 yılında, %72'lik pay ile birinci sırayı almıştır.

Yürütülen bu çalışmada, farklı yapıdaki topraklarda imazamox herbisitinin kalıntı bırakıp bırakmadığı belirlenmiş ve irdelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Marmara Bölgesinin kuzey kısmında yer alan Kırklareli ilinin 4 km batısında bulunan Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsünde ve ilin 10 km batısında bulunan Kavaklı Beldesinde çiftçi arazilerinde yürütülmüştür (Şekil 1). Kırklareli ili 41°42' Kuzey enlemi, 27°12' doğu boylamı ve 190 m yükseltide yer almaktadır. Ayçiçeği bitkisinin gelişme döneminde (Mayıs - Haziran - Temmuz - Ağustos) 2014 yılında toplamda 217.9 mm, 2015 yılında ise 95.1 mm yağış düşmüştür. Mayıs - Haziran - Temmuz - Ağustos aylarının ortalama sıcaklık değeri 2014 yılında 21.9, 2015 yılında 22.3 olarak ölçülmüştür.



Şekil 1. Deneme alanı

Figure 1. Test area

Deneme Alanı Toprakların Özellikleri:

Deneme iki farklı toprak yapısına sahip alanda yürütülmüştür. Deneme alanlarına ait toprak özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanlarına ait topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri**Table 1.** Some physical and chemical characteristics of the soils of trial areas

Deneme Alanı	pH	Hacim Ağırlığı gcm ⁻³	Bünye % Kil	Tarla Kapasitesi		Solma Noktası (%)	
				% Silt	%Kum		
Kırklareli Lokasyonu	7.28	1.50	22.92	31.25	45.83	20.0	10.0
Kavaklı Lokasyonu	4.75	1.80	8.33	12.50	79.17	13.0	7.1

Kullanılan Herbisitinin Özellikleri: Denemede imazamox içerikli herbisit kullanılmıştır. Kullanılan herbisit suda çözünen formülasyona sahip olup 40 gr L⁻¹ imazamox aktif madde içermektedir. Herbisit ayçiçeği bitkisi 4-10 gerçek yaprak döneminde, 125 mL da⁻¹ hesabı ile canavar otu, darıcan, domuz pıtrağı, horozibiği, köpek üzümü, kırmızı köklü tilkikuyruğu, sirken ve çobandeğneği zararlılarına karşı kullanılmaktadır.

İmazamox (C₁₅H₁₉N₃O), sıvı formda, sarımtırak renkte, 1.08 g cm⁻³ yoğunluğua sahip ve 27 ile 65 gün arasında yarılanma ömrüne sahiptir bir bileşiktir (Anonymous, 2014).

Çalışmada, ayçiçeği bitkisi 4-10 yapraklı olduğunda, imazamox herbisiti bitkiye püskürtme şeklinde uygulanmıştır.

Denemede kullanılan ayçiçeği çeşidi: Denemede, IMI toleranslı sanay mr ayçiçek tohumu kullanılmıştır.

Tarla denemesi iki yıl süre ile tesadüf blokları deneme desenine göre dizayn edilmiş olup, farklı toprak yapısına sahip iki lokasyonda, üç farklı imazamox dozu dört tekrarlamalı olarak uygulanmıştır. İmazamox, I1-kontrol, I2- çiftçi uygulaması (125 mL da⁻¹) (5 g aktif madde) ve I3-çiftçi uygulamasının %50 fazlası (187.5 mL da⁻¹) (7.5 g aktif madde) şeklinde uygulanmıştır. İmazamox ayçiçeği bitkisi 4-10 yapraklı olduğunda uygulanmıştır.

Toprak örneklemeleri, imazamox uygulamasından önce, imazamox uygulamasını takip eden birinci hafta sonunda, altıncı hafta sonunda ve hasatta olmak üzere toprağın 0-30 cm ile 30-60 cm derinliklerinden yapılmıştır.

Çizelge 2. Geri kazanım oranları (% , n=15)**Table 2.** Recovery ratios (% , n=15)

	İmazapyr	İmazapic	İmazethapyr	İmazamox	İmazaquin
Toprak	78–91	84–96	80–93	92–99	99–104
Standart sapma	± 5.30	± 3.74	± 4.34	± 2.32	± 2.07

Analiz Yöntemleri ve Optimizasyon

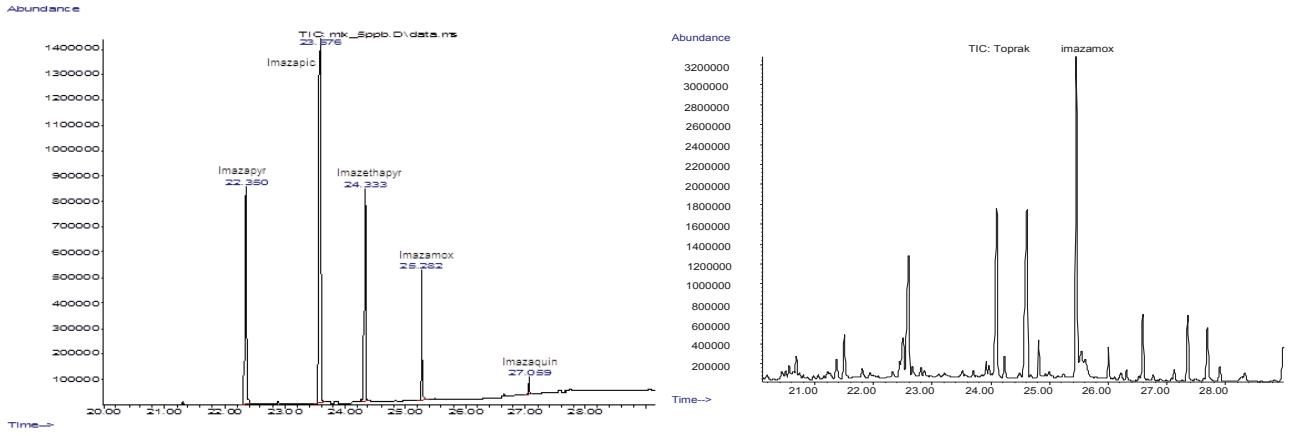
Çalışmaları: Yapılan optimizasyon çalışmasında mg L⁻¹ olarak çalışılan konsantrasyonlarda LOD (Algılama Sınırı: Makul bir kararlılıkla ölçülebilen en düşük içeriktir) değeri 1.7E-7 ile 1.3E-4, LOQ (Kantitatif Ölçme Sınırı: kabul edilebilir hassasiyet ve doğrulukla tayin edilebilen en düşük analit konsantrasyon) değeri 1.0E-4 ile 5.7E-7 arasında; ug L⁻¹ olarak çalışılan konsantrasyonlarda LOD değeri 0.040917 ile 1.9915E-05, LOQ değeri 0.13639 ile 6.64E-05 arasında belirlenmiştir.

Geri Kazanım Çalışmaları: Analizlere başlamadan önce geri kazanım çalışmaları yapılmıştır. Toprak örneklerine 25, 50, 100, 200 ug L⁻¹ konsantrasyonlarında standartlar eklenerek geri kazanım oranları belirlenmiştir (Çizelge 2).

Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

(Lao ve Gan, 2006): Toprak örneğine (1 g) 10 mL aseton eklenerek vorteks aletinde karıştırılmıştır. Üzerine 1 mL tetrabutylamonium hydroxide ve 2 mL iodometan eklenerek 45 °C de su banyosunda 1.5 h sürekli karıştırılarak bekletilmiştir. 1.5 h sonra soğumaya bırakılmıştır. Azot altında uçurma sistemi kullanılarak karışımındaki organik faz tamamen buharlaştırılmıştır. 2 mL ultra saf su, 15 mL dietileter:n-hexzane (1:2) karışımı eklenerek 2 dakika vortekslenmiştir. 12 g susuz sodyum sülfat kullanılarak ekstrakt içerisindeki su uzaklaştırılmıştır. Kalan süpernatant (süzüntü) azot altında kuruluğua kadar uçurulmuştur. Kalıntı 1mL hekzan ilave edilerek çözülmüştür. Hekzanlı faz enjektöre alınmıştır. 0.45 µm çapında (PTFE) enjeksiyon filtresi ile süzülerek vialde alınmıştır. GC-MS cihazına enjekte edilerek okuma yapılmıştır.

İmidazolinone karışımının metil türevlendirilmesinden elde edilen kromatogram ve toprak örneği örnek GC-MS SIM kromatogramı şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. GC-MS ile elde edilen imidazolinone karışımının metil türevlendirilmesinden elde edilen kromatogram ve toprak örneği örnek GC-MS SIM kromatogramı

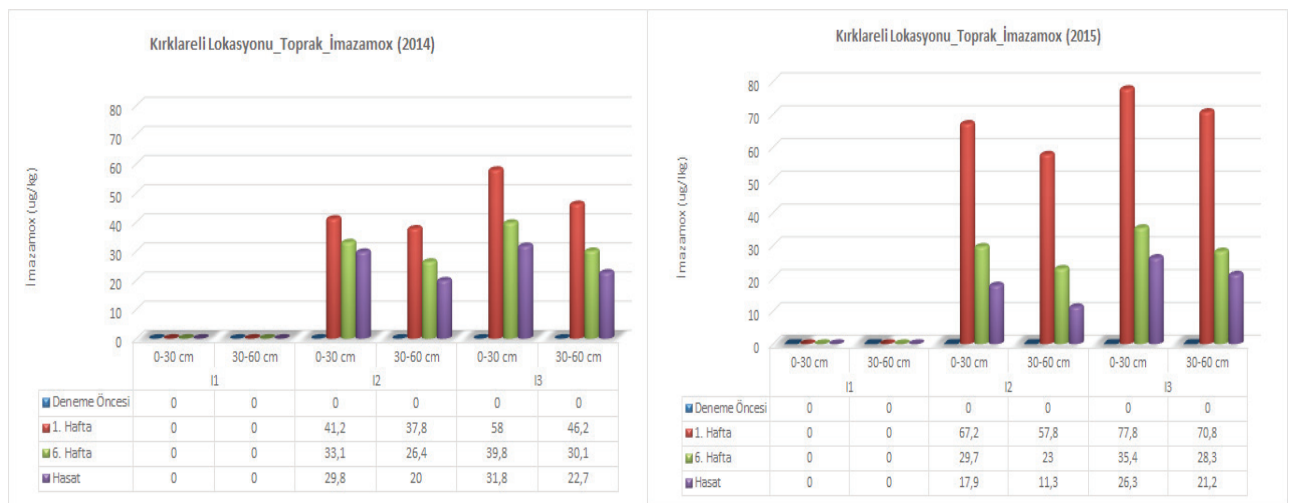
Figure 2. Chromatogram obtained from methyl derivatization of imidazolinone mixture from GC-MS and soil sample GC-MS SIM chromatogram

Bulgular ve Tartışma

Kırklareli lokasyonunda 2014 ve 2015 yıllarında deneme öncesi alınan toprak örneklerinde imazamox ve türevlerinin kalıntılarında rastlanmamıştır. İmazamox uygulamasından sonra yapılan ilk örneklemede 0-30 cm'lik toprak derinliğinde, I2 (önerilen çiftçi dozu uygulaması) konusunda birinci hafta 41.2 ug kg⁻¹, 6. Hafta 33.1 ve hasatta 29.8 ug kg⁻¹ imazamox tespit edilmiştir. 30-60 cm'lik toprak derinliğinde sırasıyla 37.8 >26.4>20.0 ug kg⁻¹ kalıntı belirlenmiştir. Önerilen dozun %50 fazlası şeklinde yapılan I3 uygulamasında 0-30 cm'lik toprak derinliğinde 58.0 >39.8>31.8 ug kg⁻¹, 30-60 cm'lik toprak derinliğinde 46.2>30.1>22.7 ug kg⁻¹ imazamox kalıntısı tespit edilmiştir (Şekil 3).

Denemenin ikinci yılında imazamox uygulamasından sonra yapılan ilk örneklemede 0-30 cm'lik toprak derinliğinde, I2 konusunda birinci hafta 67.2 ug kg⁻¹, 6. Hafta 29.7 ve hasatta 17.9 ug kg⁻¹ imazamox tespit edilmiştir. 30-60 cm'lik toprak derinliğinde sırasıyla 57.8 >23.0>11.3 ug kg⁻¹ kalıntı belirlenmiştir. Önerilen dozun %50 fazlası şeklinde yapılan I3 uygulamasında 0-30 cm'lik toprak derinliğinde 77.8>35.4>26.3 ug kg⁻¹, 30-60 cm'lik toprak derinliğinde 70.8>28.3>21.2 ug kg⁻¹ imazamox kalıntısı tespit edilmiştir (Şekil 3).

Konu bazında ve derinlik bazında yapılan istatistik değerlendirmelerde her üç tarihte de konular arasında %99 güvenle fark belirlenmiş, derinlik bazında ise istatistiki anlamda fark



Şekil 3. Kırklareli lokasyonunda 2014 ve 2015 yıllarında belirlenen imazamox kalıntı miktarları

Figure 3. Imazamox residual amounts in Kırklareli location in 2014 and 2015

Çizelge 3. Kırklareli lokasyonunda 2014 ve 2015 yıllarında belirlenen imazamox kalıntı miktarları varyans analiz sonuçları ve LSD sınıflaması

Table 3. Variance analysis results and LSD classification of imazamox residual amounts in Kırklareli location in 2014-2015 years.

Varyasyon Kaynakları	Varyans Analizi P Değerleri (2014)			Varyans Analizi P Değerleri (2015)			
	1. Hafta	6. Hafta	Hasat	1. Hafta	6. Hafta	Hasat	
Derinlik	0.3561	0.1381	0.0962	0.1688	0.0245*	0.0260*	
Konu	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0001**	
Derinlik* Konu	0.4657	0.4287	0.0687	0.1409	0.0149*	0.1054	
Tekerrür	0.9708	0.2036	0.6685	0.8488	0.7087	0.3369	
Ort. Karşılaştırılması	İmazamox (ugkg ⁻¹)			İmazamox (ugkg ⁻¹)			
Konu	I3	52.09 a	34.95 a	27.25 a	74.28 a	31.84 a	23.74 a
	I2	39.50 b	29.79 a	24.91 a	62.46 b	26.34 b	14.60 b
	I1	-7.105e-15 c	3.5527e-15 b	0.00 b	-2.1e-14 c	-3.5e-15 c	0.00 c
LSD (0.05)	10.39	7.99	4.57	4.96	2.51	3.22	
P (%)	5			5			

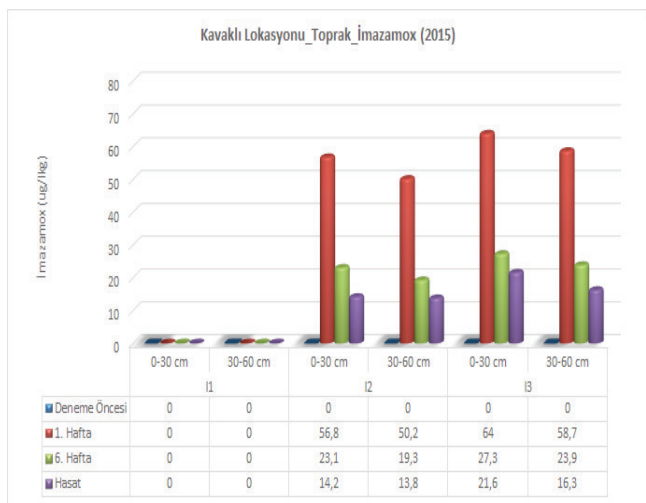
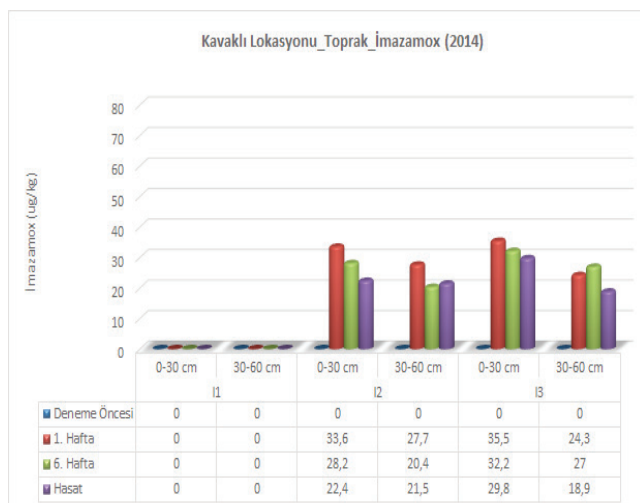
** %1 önem seviyesinde (P<0.01); * %5 önem seviyesinde (P<0.05) 1 Her sütun için aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir.

belirlenmemiştir. İlk örnekleme tarihinde uygulama yapılmayan konu ile iki farklı doz uygulaması arasındaki fark belirlenirken, 6. hafta ve hasatta belirlenen kalıntılar arasında istatistiki anlamda I1 ve I2/I3 konuları arasında fark belirlenmiş, I2 ve I3 konuları arasında fark belirlenmemiştir (Çizelge 3).

Kavaklı lokasyonunda, İmazamox uygulamasından sonra yapılan ilk örneklemede 0-30 cm'lik toprak derinliğinde, belirlenen kalıntı miktarları yine Kırklareli lokasyonunda olduğu gibi örnekleme tarihine göre farklılık göstermiştir. I2 konusunun 0-30 cm'lik toprak derinliğinde belirlenen kalıntı miktarları; birinci hafta (33.6

ug kg⁻¹)>6. hafta (28.2 ug kg⁻¹)>hasat (22.4 ug kg⁻¹) şeklinde olmuştur. 30-60 cm'lik katmanda belirlenen kalıntı miktarları 27.7 ile 21.5 ug kg⁻¹ arasında ve 0-30 cm'lik derinlikte belirlenen kalıntılardan daha düşük değerlerde olduğu görülmektedir (Şekil 4). I3 konusunda da derinlik ve zamansal değişim göz önüne alındığında benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Kırklareli lokasyonunda olduğu gibi, denemenin ikinci yılında, ilk yıla oranla toprakta belirlenen kalıntı miktarları daha fazla olmuştur (Şekil 4). Her iki lokasyonda da 2015 yılında belirlenen kalıntı miktarlarının 2014 yılında belirlenen kalıntı miktarlarından az olmasının nedeni, 2014 yılında



Şekil 4. Kavaklı lokasyonunda 2014 ve 2015 yıllarında belirlenen imazamox kalıntı miktarları

Figure 4. Imazamox residual amounts in Kavaklı location in 2014 and 2015

ayçiçeği bitkisinin vejetatif gelişme döneminde 217.9 mm yağış alırken, 2015 yılında aynı periyotta 95.1 mm yağış almasıdır.

Konu bazında yapılan istatistik değerlendirmelerde her üç tarihte toprak örneklerinde belirlenen imazamox kalıntı miktarlarında farklı uygulama dozları %99 güvenle fark yaratmıştır. İstatistiksel değerlendirmede derinlikler arasındaki fark 1. Hafta ve 6. Haftada %95 güvenle, hasatta yapılan örneklemede ise derinlik tek başına önemli çıkmaz iken, derinlik*konu (imazamox dozu) etkileşimi %95 güvenle önemli çıkmıştır (Çizelge 4).

Kırklareli lokasyonunda her iki yılda da yapılan toprak örnekleme çalışmalarında imazamox kalıntıları belirlenirken, imazapyr, imazapic, imazethapyr ve imazaquin türevlerine rastlanmamıştır.

Her iki yılda ve her iki lokasyonda deneme öncesi topraklarda imazamox ve türevlerine rastlanmamıştır. Deneme öncesi topraklarda imazamox ve türevlerine rastlanmamasının sebebi söz konusu deneme alanlarında herbisitlerin daha önce kullanılmamış olmasıdır.

İmazamox uygulaması yapılan toprak örneklerinde, analizler sonucunda sadece imazamox ana maddesine rastlanmıştır. Toprakta

imazamox'un türevleri olan imazapic, imazapyr, imazethapyr ve imazaquin'e rastlanmamıştır. İmazamox toprak ortamında hareketli olabildiği gibi uzun süre kalabilme özelliğine de sahiptir. İmazamox'un toprakta kalıcılığını etkileyen birçok faktör vardır. Çeşitli toprak tiplerinde, imazamox yarılanma ömrü 35 ile 118 gün arasında değişmektedir. İmazamox'un topraktaki yarılanma ömrü ortalama 65 gün olarak belirlenmiştir (http://pmp.cce.cornell.edu/profiles/herb-growthreg/fatty-alcohol-monuron/imazamox/imazamox_reg_0303.html).

Edirne ilinde, ayçiçeği üretiminde kullanılan imidazolinone grubu herbisitlerin, ayçiçeği bitkisinin arkasından 4 ay sonra ekilen kanola bitkisinin ürün veriminin %23.7, bitki çıkış oranının %35.7 azaldığı, uygulamadan 9 ay sonra ekilen şeker pancarı veriminin %11.6, bitki çıkış oranının %26.7 azaldığı tespit etmişlerdir (Süzer ve Büyük, 2010). Bu sonuç imazamox herbisitinin 9 ay sonra da toprakta kalabildiğini göstermektedir.

Yürütülen çalışmada toprakta kalıntı belirleme çalışmalarında üç farklı zaman diliminde örnekleme yapılmıştır. İmazamox uygulamasını takip eden 1. Hafta sonunda belirlenen kalıntı miktarları 6. Hafta örneklemede belirlenen kalıntı miktarlarından daha yüksek ve 6. Hafta örneklemede belirlenen

Çizelge 4. Kavaklı lokasyonunda 2014 ve 2015 yıllarında toprak örneklerinde belirlenen imazamox kalıntı miktarları varyans analiz sonuçları ve LSD sınıflaması

Table 4. Variance analysis results and LSD classification of imazamox residual amounts in Kırklareli location in 2014-2015 years.

Varyasyon Kaynakları	Varyans Analizi P Değerleri (2014)			Varyans Analizi P Değerleri (2015)		
	1. Hafta	6. Hafta	Hasat	1. Hafta	6. Hafta	Hasat
Derinlik	0.0261*	0.0281*	0.2082	0.0009**	0.0047**	0.0613
Konu	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0001
Derinlik*Konu	0.0698	0.5242	0.0310*	0.0001**	0.0001**	0.0645
Tekerrür	0.5673	0.4462	0.7757	0.4884	0.7036	0.7689
Ortalamaların Karşılaştırılması	İmazamox (ugkg ⁻¹)			İmazamox (ugkg ⁻¹)		
Derinlik	0-30 cm	23.05 a	20.20 a	-	40.25 a	36.29 a
	30-60 cm	16.46 b	15.62 b	-	16.80 b	11.94 b
LSD (0.05)	5.10	3.65	-	5.47	10.19	
Konu	12	29.88 a	29.63 a	24.38 a	45.65 a	40.13 a
	13	29.39 a	24.10 a	21.98 a	39.92 b	32.23 b
	11	0.00 b	0.00 b	0.00 b	3.5e-15 c	-3.5e-15 c
LSD (0.05)	4.95	8.07	4.33	2.61	5.50	3.23
P (%)	5			5		

** %1 önem seviyesinde (P<0.01); * %5 önem seviyesinde (P<0.05) 1 Her sütun için aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir.

imazamox kalıntı miktarları hasatta belirlenen kalıntı miktarlarından daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Belirlenen kalıntı miktarı sıralaması 1. hafta>6. hafta>hasat şeklinde olmuştur. Pestisitler toprağa veya bitkiye uygulandıktan sonra buharlaşma, toprak profilinden yıkanma, birikme ve bulaşma gibi süreçler geçirmektedir. Aynı zamanda her pestisit bir yarılanma ömrüne sahiptir. Tüm bu faktörlerin etkisi ile pestisitler zaman içerisinde kimyasal yapılarına göre ve uygulandıkları ortamın şartlarına bağlı olarak degradasyona uğramakta ve kaybolmaktadır.

Literatürlere göre herbisitlerin topraktaki mevcudiyeti iklim faktörleri ile ilişkili olup, iklim faktörlerinden yağış ve sıcaklık degradasyon açısından en önemli faktörlerdir. Aynı zamanda herbisitlerin topraktaki kalıcılık süreleri uygulama dozu, toprak sıcaklığı ve topraktaki nem oranına bağlı olduğu gibi toprağın kil ve organik madde içeriği de herbisitlerin topraktaki kalıcılığını etkilemektedir. Diğer taraftan toprak ortamındaki pestisitler, güneş ışınlarının etkisiyle fotokimyasal ve toprak mikroorganizmaları tarafından biyolojik bozunmaya uğrarlar. Braschi vd., (2011) göre toprak içine adsorbe olmuş pestisitler su vasıtasıyla toprak yüzeyine taşınarak buradan da havaya karışmaktadır.

Uygulanan imazamox dozu miktarı arttıkça belirlenen kalıntı miktarı da artmıştır. Her iki yılda ve her iki lokasyonda uygulanan imazamox dozlarının kalıntılar üzerine yarattığı farklı etki görülmektedir. Kırklareli lokasyonunda belirlenen kalıntı miktarları Kavaklı lokasyonunda belirlenen kalıntı miktarlarından daha yüksektir. Kırklareli lokasyonundaki toprağın kil oranı %22.92 iken Kavaklı lokasyonundaki toprağın kil oranı %8.33'tür. Birçok araştırmacıya göre de topraktaki kil miktarının artmasıyla imazamox'un yarılanma ömrü uzamakta ve toprak tarafından daha fazla miktarda adsorblanmaktadır (Ulbrich vd., 2005; Celis vd., 1999;)

İmazamox'un topraktaki kalıcılığını etkileyen bir diğer faktör de toprak pH'dır. Denemeden elde edilen sonuçlara göre de 7.28 pH'ya sahip Kırklareli lokasyonu toprağında, 4.75 pH'ya sahip Kavaklı lokasyonu toprağına oranla daha fazla imazamox kalıntısı tespit edilmiştir (Aichele ve Donald, 2005; Wang vd., 2005; Loux vd., 1989; Bresnahan vd., 2002).

Toprağın pH ve kil oranı kadar organik madde miktarı da imazamox'un topraktaki sorbsiyonunda etken bir faktördür. Kırklareli lokasyonu toprağında

OM miktarı 0-30 cm'lik toprak derinliğinde %1.99; 30-60 cm'de %1.76 iken Kavaklı Lokasyonunda 0-30 cm'de %0.41, 30-60 cm'de %0.39'dur. Literatürler de imazamox'un topraktaki bıraktığı kalıntı miktarının toprak organik maddesi ile önemli ve pozitif bir ilişki oluşturduğunu, organik madde hidrojen bağları, Van Der Waals kuvvetleri, suyun etkisi ve hidrofobik bağlanma, zirai kimyasallar ile etkileşebildiğini belirtmektedir ((Braschi vd., 2011; Sondhia, 2013; Kraemer vd., 2009; Sakaliene vd., 2007; Loux vd., 1989; Pannacci vd., 2006).

İmazamox'un topraktaki parçalanması, taşınması ve birikmesi önemli derecede organik maddeye bağlı olmakla birlikte topraktaki mikrobiyal aktivite de öne çıkan faktörlerdendir. Mikrobiyal aktivite, yüksek organik madde içeriği olan topraklarda genellikle daha yüksektir ve mikroorganizmalar organik materyal ve kil yüzeylerinde yoğunlaşmaktadır. Loux vd. (1989) kil oranı ve organik maddenin artmasıyla mikrobiyal faaliyetlerin arttığını belirtirken, Aichele ve Donald (2005), imazamox, imazethapyr ve imazaquinin pH 7'deki degradasyonunun pH 5'e göre daha hızlı olduğunu belirtmişlerdir. Bu olguyu mikrobiyal faaliyetlere dayandıran araştırmacılar, asit topraklarda mikrobiyal aktivitenin daha az olması sebebiyle parçalanmanın yavaş olması ve dolayısıyla herbisitlerin yararlılığının arttığını belirtmişlerdir.

Gerek Kırklareli gerek Kavaklı lokasyonunda 2015 yılında topraktaki tespit edilen kalıntı miktarları 2014 yılına kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Bu olgu, 2014 ve 2015 yıllarında ayçiçeği bitkisinin vejetatif gelişme dönemlerinde farklı miktarlarda yağış almalarından kaynaklanmaktadır. Ayçiçeği bitkisinin vejetatif gelişme dönemini kapsayan Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos aylarında 2014 yılında düşen yağış 218 mm iken 2015 yılında 95.1 mm yağış düşmüştür. İmazamox herbisitinin topraktaki degradasyonunu etkileyen en önemli faktörlerden birisi de toprak nemidir, topraktaki nem miktarının artması herbisitlerin yarılanma ömrünü kısaltmaktadır (Abu_Qare vd., 2002; Süzer ve Büyük, 2010; Heiser, 2007; Aichele ve Penner, 2005; Vischetti vd., 2002; Ball vd., 2003).

İki yıllık tarla denemesinde toprak ortamında çiftçi dozu uygulamasında belirlenen imazamox kalıntı miktarları Kırklareli lokasyonunda 77.8 ug kg⁻¹ ile 20 ug kg⁻¹ arasında, Kavaklı lokasyonunda 64.0 ug kg⁻¹ ile 13.8 ug kg⁻¹ arasında belirlenmiştir. Belirlenen 77.8 ug kg⁻¹ ile 64.0 ug kg⁻¹ değerleri

imazamox uygulamasından bir hafta sonra alınan örneklerde tespit edilen kalıntı miktarlarıdır. Bresnahan vd. (2002), 5.4-7.7 aralığında pH sahip ve %2.26-%3.31 aralığında organik madde içeren topraktan uygulamadan 3 hafta sonra yaptıkları örneklemede 14-17 ug kg⁻¹ imazamox kalıntısı tespit etmişlerdir.

Sonuç

İmazamox aktif madde içerikli herbisitler her ne kadar yapraktan uygulansa da toprakta da kalıntı bırakabilmektedir. Söz konusu herbisit Trakya Bölgeinde son 3-4 yıldır yoğun olarak kullanılmaktadır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, sadece bir yıl kullanım sonucu toprakta kalıntı bırakabilen bir herbisit olması sebebiyle, uzun yıllar kullanımı sonucu toprakta baki etki yapabileceği öngörülerin de göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

Teşekkür

Makale, TÜBİTAK tarafından desteklenen 113Y529 numaralı projede yer alan bazı çıktılardan yayımlanarak hazırlanmıştır.

Kaynaklar

Abu-Qare AW, Duncan HJ (2002). Herbicide Safeners: Uses, Limitations, Metabolism, and Mechanisms of Action, *Chemosphere* 48, 965-974.

Aichele TM, Donald P (2005). Adsorption, Desorption, and Degradation of Imidazolinones in Soil, *Weed Technol.* 19, 154-159.

Anonymous (2014). Agriculture Division of Crop and Pest Services and Massachusetts Department of Environmental Protection Office of Research and Standards.

Ball Daniel A, Yenish Joseph P, Alby III Theodore (2003). Effect of Imazamox Soil Persistence on Dryland Rotational Crops, 1. *Weed technology*, 17.1: 161-165.

Braschi I, Gessa CE, Blasioli S (2011). The Fate of Herbicides in Soil, Chapter 8, ISBN 978-953-307-476-4.

Bresnahan G, Dexter A, Koskinen W, Lueschen W (2002). Influence of soil pH-sorption Interactions on the Carry-over of Fresh and Aged Soil Residues of Imazamox, *Weed Research* 42:45-51.

Celis R, Koskinen WC, Cecchi AM, Bresnahan GA, Carrisoza MJ, Ulibarri MA, Hermosin MC (1999). Sorption of the Ionizable Pesticide Imazamox by Organo-Clays and Organohydrotalcites, *Journal of Environmental Science & Health Part B*, 34(6), 929-941.

Delen N, Durmuşoğlu E, Güncan A, Güngör N, Turgut C, Burçak A (2005). Türkiye'de Pestisit Kullanımı, Kalıntı ve Organizmalarda Duyarlılık Azalışı Sorunları, Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongre, 3-7 Ocak, Ankara.

Heiser JW (2007). Dissipation and carryover of imidazolinone herbicides in imidazolinone-resistant rice (*Oryza sativa*), Diss. University of Missouri-Columbia.

Kraemer AF, Marchesan E, Avila LA, Machado SLO, Grohs M (2009). Environmental Fate of Imidazolinone Herbicides - A Review, *Planta Daninha*, 27(3) Viçosa.

Lao W and Gan J (2006). High-performance liquid chromatographic separation of imidazolinone herbicide enantiomers and their methyl derivatives on polysaccharide-coated chiral stationary phases, *Journal of Chromatography A*, 1117, 184-193.

Loux MM, Liebl RA, Slife FW (1989). Adsorption of Imazaquin and Imazethapyr on Soils, Sediments and Selected Adsorbents, *Weed Science*, 37(5): 712-718.

Pannacci E, Onofri A, Covarelli G (2006). Biological Activity, Availability and Duration of Phytotoxicity for Imazamox in Four Different Soils of Central Italy, *Weed Research*, 46(3), 243-250.

Pfenning M, Palfay G, Guillet T (2008). The CLEARFIELD® Technology – A New Broad-Spectrum Post-Emergence Weed Control System for European Sunflower Growers, *Journal of Plant Diseases and Protection, Special Issue XXI*, 000-000, ISSN 1861-4051.

Sakaliene O, Papiernik SK, Koskinen WC, Spokas KA (2007). Sorption and Predicted Mobility of Herbicides in Baltic Soils, *Journal of Environmental Science and Health Part B*, 42(6):641-647.

Sondhia S (2013). Evaluation of imazethapyr Leaching in Soil Under Natural Rainfall Conditions, *Indian Journal of Weed Science* 45(1): 58-61.

Süzer S, Büyük H (2010). Residual Effects Of Spraying Imidazolinone-Family Herbicides on Clearfield®* Sunflower Production From The Point of View of Crop Rotation, *Heli*, 33(52): 25-36.

Ulbrich AV, Souza R, Shaner DL (2005). Persistence and Carryover Effect of Imazapyr and Imazapyr in Brazilian Cropping Systems, *Weed Technology*. 19(4): 986-991.

Vischetti C, Casucci C, Perucci P (2002). Relationship Between Changes of Soil Microbial Biomass Content and Imazamox and Benfluralin Degradation, *Biology and Fertility of Soils*, 35(1): 13-17.

Wang X, Wang H, Fan D (2005). Persistence and Metabolism of Imazapyr in Four Typical Soils of Zhejiang Province (China), *International Journal of Environmental and Analytical Chemistry*. Taylor & Francis, 85(2): 99-109

Soğanda (*Allium Cepa*) Azot ve Kükürtlü Gübre Uygulamalarının Yaprak Mineral Madde İçeriği Üzerine Etkisi**

Barış ALBAYRAK^{1*}Ö. Lütfü ELMACI²¹Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, YALOVA²Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İZMİR

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

Geliş tarihi (Received) : 14.03.2017

Kabul tarihi (Accepted): 15.03.2017

DOI : 10.21657/topraksu.339831

Öz

Bu çalışma, soğanda artan dozlarda azot ve kükürt uygulamalarının yaprakların mineral madde içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla 2012 ve 2013 yıllarında Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü deneme alanlarında yürütülmüştür. Denemede, azotun 0-5-10-20 kg da⁻¹ dozları ile kükürdün 0-2.5-5-10 kg da⁻¹ dozlarının kombinasyonları uygulanmıştır. Çalışmada gübre uygulamalarının soğan yapraklarının azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürt içerikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, azotlu gübrenin yaprakların azot içeriği üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Azot dozları arttıkça yaprağın azot içeriği artmıştır. En yüksek azot içerikleri 20 kg N da⁻¹ dozunda belirlenmiştir. Azot içerikleri ilk yıl %2.61-3.00, ikinci yıl %2.78-3.21 arasında bulunmuştur. Yaprak fosfor içerikleri ile azot dozları arasındaki ilişki ilk yıl önemli çıkmıştır. İkinci yıl fosfor içerikleri ile gübre uygulamaları arasındaki ilişki önemsizdir. Yapılan gübrelemelerin yaprakların potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürt içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsizdir. Yıllara göre sırasıyla yaprakların mineral madde içerikleri fosfor için %0.16-0.19, %0.19-0.21; potasyum için %3.60-4.12, %3.46-3.94; kalsiyum için %2.85-3.35, %2.99-3.41; magnezyum için %0.34-0.44, %0.36-0.39 ve kükürt için %0.53-0.79, %0.66-0.69 arasında belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Azot, kükürt, mineral madde, soğan, yaprak

The Effect of Nitrogen and Sulphur Fertilizer Applications on The Content of Leaf Mineral Matter of Onion (*Allium cepa* L.)

Abstract

The aim of this study was to determine effect of nitrogen and sulphur applications on mineral content of of onion's leaf. The study was carried out in Atatürk Central Horticultural Research Institute in the years of 2012 and 2013 in Yalova. The fertilizer were applied in combination of N, S and rates of the N- S combinations were 0-50-100 -200 kg N ha⁻¹ and 0-25-50-100 kg S ha⁻¹. The effects of fertilizer applications on nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sulphur content of leaves were determined in the study. Nitrogen content of leaf was significantly affected by applied nitrogen. Nitrogen content of leaf was increased by higher doses of nitrogen fertilization. There was no effect from sulphur fertilization. Both year, the highest nitrogen content were determined by 20 kg N da⁻¹ dose. The nitrogen content of first and second year was 2.61-3.00% and 2.78-3.21% respectively. The relation between nitrogen fertilization and leaf's phosphorus content were significant in the first year; but second year not. Additionally, the effect of nitrogen and sulphur fertilization on potassium, calcium,

magnesium and sulphur content were statistically insignificant. They were determined between 0.16-0.19%, 0.19-0.21% for P; 3.60-4.12%, 3.46-3.94% for K; 2.85-3.35%, 2.99-3.41% for Ca; 0.34-0.44%, 0.36-0.39% for Mg and 0.53-0.79%, 0.66-0.69% for S at 2012 and 2013 respectively.

Key words: Nitrogen, sulphur, mineral matter, onion, leaf

**"Soğanda (*Allium cepa*) Azot ve Kükürt Uygulamalarının Verim, Beslenme ve Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkisinin Araştırılması" adlı Doktora tezinin bir bölümüdür.

GİRİŞ

Soğan, dünyanın farklı bölgelerinde yetiştirilebilen ve çok farklı şekillerde tüketilebilen; 4 000 yıldan daha uzun bir süredir yetiştiriciliği yapılan bir sebzendir (Lawande, 2010). Soğanın esas anavatanı Akdeniz havzasından başlar İran ve Afganistan'a kadar uzanır. *Alliaceae* familyasına ait olan soğanın en yaygın bilinen ve yetiştiriciliği yapılan türü, *Allium cepa* L. türüdür (Robinowitch ve Brewster, 1990).

Soğan çok uzun zamandan beri sindirim sisteminin düzenlenmesinde, hafif yanık ve nefes darlığı tedavilerinde ilaç niyetine kullanılmaktadır. Soğanın kanın pıhtılaşması, damar sertleşmesi, kolesterol, romatizmal ağrılar gibi hastalıklar üzerine olumlu etkisi vardır. Ayrıca soğanın yapısında bulunan iso-allisinler kanda trombosit birikimini engeller (Kawakishi ve Morimutsu, 1994). Soğanın 100 g'ında 1.2 g protein, 0.1 g yağ, 8.9 g şekerli maddeler, 8 g su, 12 g kuru madde, 30 mg kalsiyum ve 42 kalori bulunur (Beşirli vd., 2007). Diğer taraftan soğanda bulunan ve allilik sülfidler olarak da bilinen maddeler insanda bağışıklık sistemini güçlendirir, karsinojenlerin vücuttan atılımını artırır ve tümör hücre çoğalmasını baskılayan enzimleri uyarak, koruyucu etki yaparlar (Aksoy, 2010).

Türkiye kuru soğan üretimi bakımından önemli ülkelerden biri olup; toplam üretimin yaklaşık %2'sini karşılar. Türkiye dünya kuru soğan üretiminde ilk on ülke arasında yer almaktadır. Dünyadaki toplam üretim miktarı 2014 yılında 88 475 089 tondur, aynı yıl Türkiye üretimi ise 1 790 000 ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2017 a).

Türkiye'de Doğu Anadolu bölgesi hariç hemen her bölgede kuru soğan yetiştiriciliği yapılmakla beraber, üretim yoğun olarak İç Anadolu, Akdeniz'in Doğusu, Orta Karadeniz ve Marmara Bölgesi'nde yapılmaktadır (Anonim, 2007). Türkiye'de soğan üretimi 2015 yılında 1 879 189 ton olarak gerçekleşmiştir. Aynı yıl Marmara Bölgesi toplam üretimin %15.48'ini sağlamıştır. Marmara

Bölgesi'nde 2015 yılında 290 845 ton kuru soğan üretimi yapılmıştır (Anonim, 2017 b).

Pazarlanabilir soğan üretiminde yüksek verim ve homojen baş büyüklüğü en önemli iki kriterdir (Krishnamatuhy ve Sharanappa, 2005). Bitki besin maddeleri, ürünlerin verimliliğinin artırılmasında ve kaliteli ürün elde edilmesinde önemli role sahiptir. Kuru soğan üretiminde ürün miktarının ve kalitenin artırılması ana hedef haline gelmiştir.

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki soğanın kimyasal yapısı üzerine genetik, çevre ve hasat sonrası faktörler etkilidir. Çevre faktörleri içerisinde kükürt ve azot en önemli role sahip olan etmenlerdir (Randle, 1992, 2000; McCallum vd., 2005).

Soğan gibi bütün bitkiler için azot büyüme ve verimlilik açısından son derece önemlidir. Azot verimin yanında başların kalitesi, olgunluğu, dayanımı ve depolanması üzerine etkindir. Bunun yanı sıra hastalık ve zararlılara dayanıklılık üzerine de çok önemli etki yapar. Azot eksikliği durumunda verimde azalma, baş çap/yüksekliklerinde küçülme görülür ve pazarlanabilir baş oranı düşer. Azot eksikliğinde başların olgunlaşması gecikir, olgunlaşan başların depolama potansiyeli düşer. Fazla azotlu gübreleme de verim ve kaliteyi bozar, sürmeyi ve bitkinin gelişimini etkiler, olgunlaşmayı geciktirir ve depolamayı olumsuz etkiler (Brown, 2000). Azotun verim üzerine olumlu etkileri Türkiye'de ve dünyada daha önceki çalışmalarda ortaya konmuştur (Kaptan vd., 1983; Demir ve Noyan, 1997; Tiwori vd., 2002).

Kükürt bir makro element olup soğan ve diğer allium türleri üzerinde önemli etkilere sahiptir (Bloem vd., 2004; McCallum vd., 2005; Al-Frahiat, 2009). Toprağa uygulanan kükürdün toprak pH'sını düşürücü, toprak-su ilişkilerini düzenleyici ve P, Fe, Mn ve Zn gibi besin elementlerinin topraktaki yayışlılığını artırıcı etkileri vardır (Marschner, 1998).

Toprak besin ortamındaki katyonik besin elementi konsantrasyonunun (NH_4^+ , Ca^{+2} gb) artmasının bitki dokusundaki diğer katyonların konsantrasyonlarının azalmasına sebep olabilir. Katyonlar arasında antagonizm, daha az oranda anyonlar anyonlar (NO_3^- , SO_4^{-2} gb) arasında da söz konusudur (Korkmaz ve Saltalı 2012, Mengel ve Kirkby, 2001)

Soğan hafif bünyeli, geçirgen, organik madde bakımından zengin topraklarda iyi gelişim gösterir. Toprak pH'sına karşı orta derecede hassas olup ideal pH isteği 6–7 arasında bulunmaktadır. Soğan su stresine, tuzluluğa, sodyum ve bor toksisitesine karşı son derece hassastır (Brown, 2000). Soğan üretiminde, toprak verimliliğini toprak reaksiyonu (pH), toprak kireci, tuzluluğu, organik maddesi, toprağın su tutma ve havalanma kapasitesi ile toprakta bulunan makro ve mikro besin elementlerinin miktar ve oranları etkiler (Beşirli vd., 2007).

Bu çalışmanın temel amacı farklı azot ve kükürtlü gübre uygulamalarının soğan (*Allium cepa*, L.) yapraklarının azot, fosfor, potasyum,

kalsiyum, magnezyum ve kükürt içerikleri üzerine etkisini belirlemektir. Bu amaçla 2 yıl yürütülen tarla denemeleriyle yaprakların mineral içerikleri üzerindeki farklılıklar ortaya konulmuştur.

MATERYAL VE METOT

Azot ve kükürt uygulamalarının kuru soğanın yapraklarının mineral içerikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışma; Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde 2012–2013 yıllarında, farklı parsellerde, tarla denemeleri şeklinde yürütülmüştür.

Materyal

Denemede bitki materyali olarak Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nce geliştirilen ve tohumdan baş bağlayan Kantartopu-3 soğan çeşidi kullanılmıştır. Kantartopu-3 soğan çeşidi tohumdan baş başlayabilen bir soğan çeşididir (Anonim, 2014 a). Çalışmada gübre kaynağı olarak azot için; Amonyum nitrat (%33 N) kullanılmıştır. Denemede fosfor ve potasyum kaynağı olarak MKP (Mono potasyum fosfat, %52

Çizelge 1. Deneme parselinin bazı toprak özellikleri (2012–2013)

Table 1. Some chemical properties of trial soil (2012-2013)

Toprak Özelliği Soil Property	Yıllar Years	
	2012	2013
Bünye Texture	Kumlu tın (SL) Sandy Loam	Kumlu Killi Tın (SCL) Sandy Clay Loam
EC (dS m^{-1}) Electrical Conductivity	0.09	0.11
pH	7.09	7.36
Kireç (%) Lime	0.20	1.03
Organik Madde (%) Organic Matter	2.19	2.09
Toplam Azot (%) Total Nitrogen	0.110	0.100
Alınabilir Fosfor (mg kg^{-1}) Available Phosphorus	33	18
Değişebilir Potasyum (mg kg^{-1}) Exchangeable Potassium	188	160
Değişebilir Kalsiyum (mg kg^{-1}) Exchangeable Calcium	2 591	2 688
Değişebilir Magnezyum (mg kg^{-1}) Exchangeable Magnesium	240	247
Ekstrakte Edilebilir $\text{SO}_4\text{-S}$ (mg kg^{-1}) Extractable Sulphur	13.8	14.6

P_2O_5 , %34 K_2O) ve kükürt için %96–98 saflıkta toz kükürt kullanılmıştır.

Her iki deneme yılında, çalışma başlangıcında deneme alanlarından alınan karma toprak örneklerinde; bünye (Bouyoucos, 1955), pH (Pratt, 1965), EC (Anonim, 1982), kireç (Çağlar, 1958), organik madde (Anonim, 1985), toplam azot (Kacar, 1994), alınabilir fosfor (Olsen vd, 1954), değişebilir potasyum, kalsiyum, magnezyum (Anonim, 1980) ve ekstrakte edilebilir sülfat (Fox vd, 1964) analizleri yapılmıştır (Çizelge 1).

Elde edilen sonuçlara göre denemelerin kurulduğu parsel toprakları; nötr reaksiyonlu, tuzluluk problemi olmayan, organik madde içeriği orta, kireç içeriği çok az, kumlu tın ve kumlu killi tın bünyeye sahiptirler. Besin elementlerinden potasyum az, diğerleri yeterli düzeydedirler.

Metot

Soğan tohumları, iklim ve toprak şartları dikkate alınarak Mart ayında küçük el mibzeriyle ekilmiştir. Tohum ekimi yapılırken sıra arası 20 cm olacak şekilde çiziler çekilmiş ve açılan çiziye ekim yapılmıştır. Tohumların çıkışından sonra, bitkiler 8–10 cm boylanınca elle seyreltme yapılmıştır (yaklaşık çıkıştan 1 ay sonra). Elle seyreltmede sıra üzeri 10 cm olacak şekilde soğan fideleri seyreltilmiştir. Seyreltme yapıldıktan sonra sıra üzeri 10 cm, sıra arası 20 cm olmuştur.

Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde, 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Denemede parsel büyüklüğü 2 m x 16 m= 32 m² dir. Her parselde toplam altı sıra bulunmaktadır. Denemede gözlem, ölçüm ve analizler ortadaki 4 sırada yapılmış, kenarda kalan sıralar kullanılmamıştır.

Her iki deneme yılında da tüm parsellere 15 kg da⁻¹ P_2O_5 ve 10 kg⁻¹ da K_2O 'e eşdeğer MKP uygulanmıştır. Azotlu gübrenin 2/4'ü, kükürdün, fosforun ve potasyumun tamamı ekim öncesi ikinci toprak işlemeden hemen önce uygulanmıştır. Azotlu gübrenin kalan kısmının yarısı, 3–4 gerçek yaprak döneminde (ilk yıl 06 Haziran, ikinci yıl 24 Mayıs), diğer yarısı ise baş oluşum döneminde uygulanmıştır (ilk yıl 04 Temmuz, ikinci yıl 30 Haziran). Deneme alanı damla sulama yöntemiyle sulanmıştır. Denemede azot için 0–5–10–20 kg da⁻¹, kükürt için 0–2.5–5–10 kg da⁻¹ olmak üzere 4'er farklı dozun kombinasyonları kullanılmıştır.

Soğan yapraklarının mineral madde içeriklerini belirlemek amacıyla, başların olgunluk öncesi döneminde gelişimini tamamlamış en genç yapraklardan örnek alınmıştır (Jones ve ark., 1991). Yaprak örnekleri; 2012 yılında 20 Temmuz, 2013 yılında ise 18 Temmuz'da alınmıştır. Yaprak örnekleri alındıktan sonra hemen laboratuvara getirilerek üzerindeki olası kalıntıları (toz, ilaç vs.) temizlemek amacıyla; teepol çözeltisiyle 1 defa musluk suyuyla, 1 defa normal su ve 2 defa da saf su ile yıkanmıştır. Suyu süzülen yapraklar; delikli kese kâğıtlarına alınarak etüve konulmuş, 60–65°C'de 48 saat tutulup kuruması sağlanmıştır. Kuruyan örnekler öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Öğütülmüş yaprak örneklerinin, yaş yakma ($HNO_3:HClO_4$; 4:1) yöntemiyle ekstraktları hazırlanmış (Kacar, 1972) ve N (%) (Kacar, 1972), P (%) (Lott ve ark., 1956), K, Ca, Mg, S (%) (Chapman ve Prat, 1961) analizleri yapılmıştır.

Yapılan gübre uygulamalarının, verime ve kalite özelliklerine etkisinin istatistikî değerlendirilmesinde varyans analizi yapılmıştır. Bu işlem için Jump istatistik paket programından yararlanılmıştır. Uygulamalar arasındaki ortalamaların farklılığı 0.05 önem seviyesine göre hesaplanmıştır. Ortalamalar arasındaki fark önemli çıktığında LSD testi uygulanarak farklılık seviyeleri belirlenmiştir (Yurtsever, 1984).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Her iki deneme yılına ait bulgular ayrı ayrı değerlendirilmiş olup; yaprakların bazı bitki besin maddesi içerikleri Çizelge 2–7'de verilmiştir. Azotlu gübre uygulamaları, yaprakların azot içeriklerine her iki deneme yılında önemli etkide bulunmuş olup; artan N dozu ile yaprakların N içerikleri kontrole göre düzenli artış göstermiş ve en yüksek N içerikleri 20 kg N da⁻¹ uygulamalarında gözlenmiştir. Denemenin ilk yılında yaprakların toplam azot içerikleri %2.61–%3.00; ikinci yılda ise %2.78–%3.21 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2 ve Şekil 1).

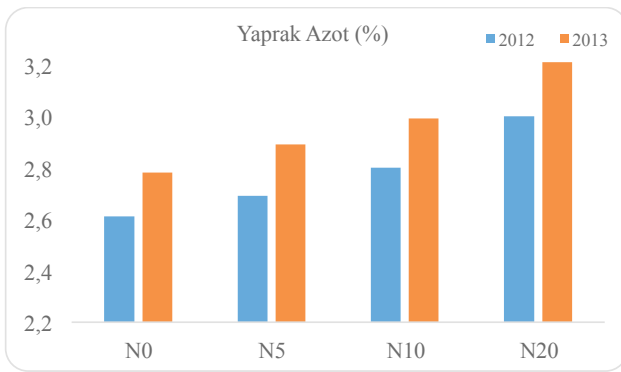
Soğanların azot ile beslenme bakımından herhangi bir sorunu bulunmamaktadır. Her iki yılda deneme alanından alınan soğan yapraklarının azot içerikleri, azot yeterlilik sınır değeri olarak %2.5–3.0'ü kabul eden Anonim (2014 b)'e ve %2.0–3.0'ü kabul eden Hocmuth vd. (2004)'e göre yeterli seviyededir.

Çizelge 2. Uygulamaların yaprakların azot (%) içerikleri üzerine etkisi²

Table 2. The effect of applications on leaf nitrogen content (%)²

	2012					2013				
	N ₀	N ₅	N ₁₀	N ₂₀	Ort.	N ₀	N ₅	N ₁₀	N ₂₀	Ort.
S ₀	2.60	2.73	2.82	3.02	2.79	2.78	2.91	3.02	3.22	2.98
S _{2.5}	2.58	2.71	2.80	2.96	2.76	2.75	2.96	2.99	3.17	2.97
S ₅	2.63	2.63	2.81	3.01	2.77	2.81	2.81	3.00	3.21	2.96
S ₁₀	2.61	2.68	2.78	3.01	2.77	2.79	2.87	2.97	3.22	2.96
Ort.	2.61 d	2.69 c	2.80 b	3.00 a		2.78 d	2.89 c	2.99 b	3.21 a	
CV(%)	1.03					2.02				

²Aynı sütunda veya satırda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.



Şekil 1. Azot dozları ve yaprakların azot içerikleri

Figure 1. Nitrogen doses and the nitrogen content of onion's leaf

Azotlu gübre uygulamalarının, yaprakların fosfor içeriklerine ilk yılda etkisi önemli, ikinci yıl önemsiz olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). İlk yıl önemli ($p < 0,05$) etkisi gözlenen azotlu gübre uygulamalarında; en yüksek fosfor içeriği %0.19 ile 0 kg N da⁻¹, en düşük fosfor içeriği ise %0.16 ile 20 kg N da⁻¹ uygulamalarında belirlenmiştir. Uygulamaların önemli etkisi gözlenmeyen ikinci yılda, yaprakların P içerikleri %0.19–0.21 arasında değişim göstermiştir. Tıpkı azot gibi fosforla beslenme konusunda herhangi bir sorun belirlenmemiştir. Her iki yılda deneme alanından

alınan yaprakların fosfor içerikleri de, fosfor yeterlilik sınırları Anonim (2014 b)'e göre verilen sınır değerleri (%0.1-0.2) arasında bulunmuştur.

Gübre uygulamalarının, yaprakların potasyum içeriklerine her iki deneme yılında etkisi önemli olmamıştır. Yaprakların potasyum içerikleri; ilk yılda %3.60–4.12 arasında, ikinci yılda ise %3.46–3.94 arasında belirlenmiştir. Potasyum içerikleri bakımından en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla; birinci yıl N₂₀S₅, N₁₀S₁₀ konularında, ikinci yıl ise N₀S₅, ve N₅S₁₀ konularında tespit edilmiştir (Çizelge 4). Soğan yapraklarında potasyum için %3.5–5.0 yeterli düzey aralığı olarak belirtilmiştir (Jones vd., 1991). Bu değerlere göre her iki yılda yaprakların potasyum içerikleri yeterli düzeyin üzerinde bulunmuştur.

Gübre uygulamalarının, yaprakların kalsiyum içeriklerine her iki deneme yılında önemli etkisi olmamıştır. Soğan yapraklarının kalsiyum içerikleri; 2012 yılında %2.85 (N₁₀S_{2.5}) – 3.35 (N₂₀S₅), 2013 de ise %2.99 (N₁₀S₅) – 3.41 (N₂₀S_{2.5}) arasında belirlenmiştir (Çizelge 5). Soğan yapraklarında kalsiyum için %1.5–2.2 yeterli düzey aralığı olarak belirtilmiştir (Jones vd., 1991). Bu değerlere göre her iki yılda yaprakların kalsiyum içerikleri yeterlilik sınır değerinin üzerinde bulunmuştur.

Çizelge 3. Uygulamaların yaprakların fosfor (%) içerikleri üzerine etkisi²

Table 3. The effect of applications on leaf phosphorus content (%)²

	2012					2013				
	N ₀	N ₅	N ₁₀	N ₂₀	Ort.	N ₀	N ₅	N ₁₀	N ₂₀	Ort.
S ₀	0.20	0.18	0.17	0.17	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
S _{2.5}	0.19	0.16	0.17	0.17	0.17	0.20	0.20	0.19	0.20	0.20
S ₅	0.19	0.17	0.18	0.16	0.17	0.21	0.20	0.19	0.20	0.20
S ₁₀	0.19	0.17	0.18	0.15	0.18	0.19	0.21	0.19	0.21	0.20
Ort.	0.19 a	0.17 bc	0.18 b	0.16 c		0.20	0.20	0.19	0.20	
CV(%)	3.08					5.58				

²Aynı sütunda veya satırda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

Çizelge 4. Uygulamaların yaprakların potasyum (%) içerikleri üzerine etkisi²
Table 4. The effect of applications on leaf potassium content (%)²

	2012					2013				
	N ₀	N ₅	N ₁₀	N ₂₀	Ort.	N ₀	N ₅	N ₁₀	N ₂₀	Ort.
S ₀	3.86	3.81	3.61	3.97	3.81	3.53	3.66	3.73	3.86	3.69
S _{2.5}	3.74	3.61	3.66	3.75	3.69	3.75	3.70	3.72	3.87	3.76
S ₅	3.90	3.67	3.88	3.60	3.76	3.46	3.81	3.83	3.59	3.67
S ₁₀	3.78	3.81	4.12	3.71	3.86	3.67	3.94	3.71	3.79	3.78
Ort.	3.82	3.73	3.82	3.76		3.60	3.78	3.74	3.78	
CV(%)	2.68					4.69				

²Aynı sütunda veya satırda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

Çizelge 5. Uygulamaların yaprakların kalsiyum (%) içerikleri üzerine etkisi²
Table 5. The effect of applications on leaf calcium content (%)²

	2012					2013				
	N ₀	N ₅	N ₁₀	N ₂₀	Ort.	N ₀	N ₅	N ₁₀	N ₂₀	Ort.
S ₀	3.21	3.16	2.97	3.32	3.17	3.23	3.11	3.05	3.30	3.17
S _{2.5}	3.14	3.05	2.85	3.28	3.08	3.22	3.27	3.25	3.41	3.29
S ₅	3.15	2.99	3.07	3.35	3.14	3.31	3.34	3.99	3.16	3.20
S ₁₀	3.11	3.14	2.87	3.10	3.05	3.21	3.34	3.18	3.20	3.23
Ort.	3.15	3.09	2.94	3.26		3.24	3.27	3.12	3.27	
CV(%)	3.60					4.65				

²Aynı sütunda veya satırda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

Azot ve kükürt uygulamalarının, yaprakların magnezyum içeriklerine her iki deneme yılında önemli etkisi olmamıştır. Yaprakların Mg içerikleri; 2012 yılında %0.34–0.44 (N₁₀S₁₀ – N₂₀S_{2.5}), 2013 yılında ise %0.36–0.39 (N₁₀S₁₀ – N₅S₀, N₅S_{2.5}, N₂₀S₁₀) aralığında belirlenmiştir (Çizelge 6). Jones vd. (1991) tarafından verilen sınır değerleriyle (%0.25-0.40) karşılaştırıldığında, her iki yılda yaprakların toplam Mg içerikleri yeterli ve yüksek düzeylerde saptanmıştır.

Uygulamaların yaprakların kükürt içeriklerine her iki deneme yılında etkisi önemsizdir. Yaprakların kükürt içerikleri; ilk yıl %0.53–0.79 (N₂₀S₁₀ – N₀S₁₀), ikinci yıl ise %0.66–0.69 (5 farklı uygulama–N₅S₅) arasında tespit edilmiştir (Çizelge 7). Yapılan kükürt gübrelemesi yaprakların kükürt içeriklerini değiştirmemiştir. Kullanılan çeşidin genetik yapısından dolayı yaprakların kükürt miktarlarında farklılık önemli bulunmamıştır. Soğan yapraklarında S için %0.5–1.0 yeterli

Çizelge 6. Uygulamaların yaprakların magnezyum (%) içerikleri üzerine etkisi²
Table 6. The effect of applications on leaf magnesium content (%)²

	2012					2013				
	N ₀	N ₅	N ₁₀	N ₂₀	Ort.	N ₀	N ₅	N ₁₀	N ₂₀	Ort.
S ₀	0.43	0.39	0.36	0.43	0.40	0.38	0.39	0.38	0.37	0.38
S _{2.5}	0.39	0.40	0.35	0.44	0.40	0.38	0.39	0.38	0.38	0.38
S ₅	0.39	0.38	0.41	0.39	0.39	0.37	0.38	0.38	0.37	0.37
S ₁₀	0.38	0.39	0.34	0.40	0.38	0.38	0.38	0.36	0.39	0.38
Ort.	3.82	3.73	3.82	3.76		0.38	0.38	0.38	0.37	
CV(%)	5.64					3.44				

²Aynı sütunda veya satırda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

Çizelge 7. Uygulamaların yaprakların kükürt (%) içerikleri üzerine etkisi²
Table 7. The effect of applications on leaf sulphur content (%)²

	2012					2013				
	N ₀	N ₅	N ₁₀	N ₂₀	Ort.	N ₀	N ₅	N ₁₀	N ₂₀	Ort.
S ₀	0.71	0.65	0.55	0.53	0.61	0.66	0.67	0.67	0.66	0.66
S _{2.5}	0.71	0.58	0.59	0.57	0.61	0.66	0.68	0.66	0.68	0.67
S ₅	0.73	0.61	0.66	0.54	0.64	0.66	0.69	0.68	0.67	0.68
S ₁₀	0.79	0.59	0.67	0.50	0.64	0.67	0.67	0.67	0.68	0.67
Ort.	0.73	0.61	3.62	0.53		0.66	0.68	0.67	0.67	
CV(%)	8.51					2.84				

²Aynı sütunda veya satırda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

düzye aralığı olarak belirtilmiştir (Jones vd., 1991). Bu değerlere göre, her iki yılda yaprakların S içerikleri yeterli düzeyde bulunmuştur.

Soğan depolanabilen bir sebzedir. Bu nedenle başlardaki mineral madde içeriği, özellikle de azot içeriği son derece önemlidir. Soğan başlarında aşırı azot birikimi depoda sürmeye neden olmaktadır (Kaptan vd., 1983). Kuru soğanın azotlu ve fosforlu gübre isteğinin belirlenmesi amacıyla yapılan denemede azotlu ve fosforlu gübrelerin verim üzerine etkileri önemli bulunmuştur (Demir ve Noyan, 1997). Ekonomik optimum nokta 11 kg N da⁻¹ olarak saptanmıştır. Fosforlu gübre denemeleri sonucunda toprak fosforunun etki değeri (c1) 0.207, gübre fosforunun etki değeri (c) 0.0841, ortalama maksimum ürün ise 2344 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Soğan başlarının olgunlaşması öncesinde alınan yaprak örneklerinde; azotlu gübre uygulamalarının yaprakların azot içerikleri üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Azotlu gübre seviyeleri arttıkça yaprakların azot içerikleri artmıştır. Azotlu gübre uygulamasıyla yaprak azot içeriği arasında doğrusal bir ilişki tespit edilmiş ve bu ilişkinin iki üretim yılında hemen hemen aynı eğilimde olduğu belirlenmiştir. Jilani vd. (2004) 3 farklı soğan çeşidinde yaptıkları çalışmada azot dozlarının artışıyla her üç çeşitte de yaprak uzunluğunun, toplam verimin ve yaprak N içeriğinin arttığını belirlemişlerdir.

Soğanda N, P, K gübrelemesi yapılan bir başka çalışmada maksimum verim 26.3 kg da⁻¹ N dozunda ve 8.4 kg da⁻¹ K dozunda elde edilmiştir. Fosfor gübrelemesi verim üzerinde etkili olmamıştır. N, P, K gübrelemesi yaprak N, P ve K içeriklerini attırmıştır (Boyhan vd., 2007).

Soğanda yapılan bir diğer gübreleme çalışmasında N ve S gübrelemesinin yaprak sayısı, bitki boyu, soğan baş çapı, ve verimi üzerine etkili olduğu bildirilmiştir (Nasreend vd., 2007). Aynı çalışmada gübre uygulamalarının başların N ve S alımını da arttırdığı belirlenmiştir. Soğan başları en fazla besini 12 kg da⁻¹ N ve 4 kg da⁻¹ S dozunda almışlardır ki bu dozlar en yüksek verimin alındığı dozlardır. Soğan başlarının besin maddesi alımında N ve S arasındaki antagonistik etki azotun 16 kg da⁻¹, kükürdün 40 kg da⁻¹'dan fazla kullanımında ortaya çıkmıştır.

Azotlu gübreleme ve su kullanım etkinliğinin birlikte yürütüldüğü bir başka çalışmada; sulamanın ve farklı azotlu gübre dozlarının şalot soğanın boyuna, yaprak sayısına, su kullanma kapasitesine, N alımına, baş sayısına, ortalama baş çapına ve verime olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir. Su kullanımı ve azotlu gübre etkinliği arasında önemli ilişki belirlenmiştir (Kemal, 2013).

Yapılan kükürt uygulamalarının, soğan baş ve yapraklarının mineral madde (N, P, K, Ca, Mg, S) içeriğine etkilerinin istatistiksel anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir. Yaprak kükürt içerikleri de yapılan uygulamalardan etkilenmemiştir. Benzer şekilde Chope ve Terry (2008) de yaptıkları çalışmada uygulanan kalsiyum ve kükürdün soğan başlarında mineral içerik bakımından önemsiz farklara sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Kantartopu-3 soğan çeşidi orta acı sınıfta yer alan bir çeşittir (Anonim, 2014 a). Soğana acılığı veren kükürtlü bileşiklerdir. Kullanılan çeşidin genetik olarak içerdiği kükürt miktarı fazladır. Topraktaki mevcut kükürten faydalanabilmiştir. Chope ve Terry, (2008) de yaptıkları bir çalışmada uygulanan kükürdün soğan başlarında kükürt bakımından önemsiz farklara sebep olduğunu bildirmişlerdir.

SONUÇ

Çalışma, farklı azotlu ve kükürtlü gübre uygulamalarının soğan yapraklarının mineral madde içerikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla iki üretim sezonunda yürütülmüştür. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, soğan yaprağının azot içeriği yapılan azotlu gübre uygulamalarından etkilenerek artmıştır. Yaprakların ilk yıl fosfor içeriği de azotlu gübre uygulamasından etkilenmiştir. Gübre uygulamalarının yaprakların potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürt içerikleri üzerine etkisi ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Soğanların beslenme durumu üzerine azot gübrelemesi etkili olurken; kükürt gübrelemesi etkili olmamıştır. Yapılan azotlu gübreleme soğan yapraklarının azot içeriklerini arttırmıştır. Azot içeriğindeki artış, yapılan azotlu gübre dozlarındaki artışa paralel olarak gerçekleşmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesi için finansman sağlayan Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne ve Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nün başta idarecileri olmak üzere tüm personeline en içten teşekkürler.

KAYNAKÇA

Aksoy M (2010). Kanser ve Beslenme, Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyabetik Bölümü. <http://www.ukdk.org/pdf/kitap/14.pdf> (Erişim Tarihi: 04 Ocak 2010).

Al-Fraihat A H (2009). Effect of Different Sulfur and Nitrogen Fertilizer Levels on Growth, Yield and Quality of Onion, *Jordan Journal of Agricultural Sci.*, Vol.5, No:2.

Anonim (1980). Soil and Plant Testing and Analysis as a Basis of Fertilizer Recommendations. F.A.O., *Soils Bulletin* 38/2, p:95.

Anonim (1982). *Methods of Soil Analysis* Ed.: A. L. Page. Number 9. Part II. Madison, Wisconsin. USA.

Anonim (1985). *Agricultural Analysis Handbook*. Hach Company 22546-08, p:65-69.

Anonim (2007). Soğan Yetiştiriciliği, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Çiftçi Eğitim Serisi Yayın No. 57.

Anonim (2014 a). Sebze Çeşitleri, <http://yalovabahce.gov.tr/sebzecesit.aspx> (Erişim Tarihi: 18 Ekim 2013).

Anonim (2014 b). Onion Leaf Analysis Guide for Diagnosis Crop Nutrient Status http://vric.ucdavis.edu/veg_info/onion_leaf_analysis.htm (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2014).

Anonim (2017 a). FAO Stat Crop Production, <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/q/qc/e> (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2017).

Anonim (2017 b). Bitkisel Üretim ve İstatistik Veri Tabanı, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim Tarihi: 17 Şubat 2017).

Beşirli G, Sönmez İ, Albayrak B, Ruşen M, Çakır E, Maden S, Barış A, Kepenekçi İ, Evlice E. ve Karataş S E (2007). Soğan Yetiştiriciliği, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Çiftçi Eğitim Serisi Yayın No. 57.

Bloem E, Haneklaus S and Chung E (2004). Influence of N and S Fertilization on the Alliin Content of Onions and Garlic, *J. of Plant Nut.* Vol:7, No:10, p:1827-1839.

Bouyoucos G J (1955). A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soils. *Agronomy Journal*, 4(9).

Boyhan E, Torrance R L, and Hill C R (2007). Effects of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Rates and Fertilizer Sources on Yield and Leaf Nutrient Status of Short-Day Onions, *Hort Science*: 42(3):653-660.

Brown B (2000). Onions. *Southern Idaho Fertilizer Guide*, CIS 1081, University of Idaho.

Çağlar K Ö (1958). *Toprak Bilgisi*. A. Ü. Z. F. Yayınları, Yayın No:10. s:286.

Chapman H D and Pratt P F (1961). *Method of Analysis for Soils, Plant and Waters*. University of California, Division of Agricultural Science. 1-6.

Chope G A and Tery L A (2008). Use of Canonical Variate Analysis to Differentiate Onion Cultivars by Mineral Content as Measured by ICP-AES, *Food Chemistry*, Volume 115, Issue 3.

Demir M ve Noyan Ö F (1997). Tokat ve Amasya Yöresi Sulu Koşullarında Kuru Soğanın Azotlu ve Fosforlu Gübre İsteği, K. H. A. E., Genel Yayın No:102, Tokat.

Fox R L, Olson R A and Rhoades H F (1964). Evaluating the Sulfur Status of Soils by Plant and Soil Tests. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 281. p:435-439.

Hochmuth G, Maynard D, Vavrina C, and Simonne E (2004). *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida*. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/ep/ep08100.pdf> (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2014).

Jilani M S, Ghaffoor A, Waseem K and Farooqi J I (2004). Effect of Different Levels of Nitrogen on Growth and Yield of Three Onion Varieties, *Int. J. Agri. Biol.*, Vol. 6, No:3.

Jones Jr J B, Wolf B and Mills H A (1991). *Plant Analysis Handbook*. Micro-Macro Publishing, Inc. U. S. A. p:1-213.

Kacar B (1972). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 453.

Kacar B (1994). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yay. No: 3.

Kaptan H, Türkeş N ve Kaynaş K (1983). Soğanın Ticari Gübre İsteği ve Beslenmenin Dayanıklılık Üzerine Etkisinin Saptanması, *Atatürk Bah. Kül. Ar. Ens.*, Yalova.

Kawakishi S and Morimutsu Y (1994). Sulfur Chemistry of Onions and Inhibitory Factors of the Arachidonic-Acid Cascade, *ACS SYM. SER.* 546, p:120-127.

Kemal Y O (2013). Effects of Irrigation and Nitrogen Levels on Bulb Yield, Nitrogen Uptake and Water Use Efficiency of Shallot (*Allium cepa* var. *ascalonicum* Baker), *African Journal of Agricultural* 8(37): 4637- 4643. http://academicjournals.org/article/article-1380905577_kemal.pdf

Korkmaz A ve Saltalı K (2012). Bitki Besin Elementi Yarayışlılığını Etkileyen Faktörler, *Bitki Besleme, GÜBRETAŞ Rehber Kitaplar Dizisi:2*, s.93-123.

Krishnamatuhay D and Sharanappa S (2005). Effect of Sole and Integrated Use of Improved Composts and NPK fertilizers on Quality, Productivity and Shelf Life Bangalore Rose Red Onion (*Allium cepa* L.), *Mysore J. of Agric. Sci.*, 39(3):355–361.

Lawande K E (2010). Onion, National Research Centre for Onion and Garlic, Pune. <http://obtrando.files.wordpress.com/2010/05/allium-sp-onion-keluarga-bawang-merah.pdf> (Erişim Tarihi: 02 Kasım 2010).

Lott W L, Gallo J P and Medaff J C (1956). Leaf Analysis Technic in Coffee Research. *Ibec. Research Institute II*: p:21–24.

Marschner H (1998). *Mineral Nutrition in Higher Plants*, Academic Pres, Harcourt Brace Jovanovich Publisher, 674.

McCallum J, Porter N, Searle B, Shaw M, Bettjeman B and McManus M (2005). Sulfur and Nitrogen Fertility Affects Flavour of Field-Grown Onions, *Plant and Soil* (2005) 269, p:151–158.

Mengel K and Kirkby E A (2001). *Principles of Plant Nutrition*, 5th Edition, Kluwer Academic Pub., London.

Nasreen S, Haque M M, Hossain M A and Farid A T M (2007). Nutrient Uptake and Yield of Onion as Influenced by Nitrogen and Sulphur Fertilization, *Bangladesh J. of Agric. Res.* 32(3):413–420.

Olsen S R, Cole V, Watanabe F S and Dean L A (1954). Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. U. S. D. A. Circular no. 939. Washington D. C.

Pratt P F (1965). *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Ed. C. A. Black. Amer. Soc. Agr. Inc. Pub. Agron. Series No: 9, Madison, Wisconsin, USA.

Randle W M (1992). Onion Germplasm Interacts With Sulfur Fertility for Plant Sulfur Utilization and Bulb Pungency, *Euphytica*, 59, p:151–156.

Randle W M (2000). Increasing N Concentration in Hydroponic Solutions Affects Onion Flavor and Bulb Quality, *J. Am. Soc. Hort. Sc.* 181 p:254–259.

Robinowitch H D and Brewster J L (1990). *Onions and Allied Crops*, Vol. I, CRC Pres, Boca Raton, Florida.

Tiwori R S, Ankur A and Sengar S C (2002). Effect of Doses and Method of Nitrogen Application on Growth, Bulb Yield and Quality of Onion, *Indian J. of Agric. Sci.* 72(1):23–25.

Yurtsever N (1984). *Deneyisel İstatistik Metodlar*. Köy Hizmetleri Genel Müd., Toprak ve Gübre Araştırma Enst. Yayın No 56, Ankara.

The Effects of Irrigation Regimes on the Yield and Water Use of Eggplant (*Solanum melongena* L.)

Serhat AYAS

Yenişehir İbrahim Orhan College, University of Uludag, Yenişehir, Bursa, Turkey.

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail):serayas@uludag.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 31.05.2017

Kabul tarihi (Accepted): 07.06.2017

DOI : 10.21657/topraksu.339835

ABSTRACT

The general objective of this study was to specify the influence of deficit irrigation on yield for eggplant grown under unheated greenhouse condition. The area trials were conducted at the Agricultural Research Station of Yenişehir Vocational School of Uludag University in Bursa, Turkey during growing season of 2007. In the study, irrigation regimes consisted of full irrigation ($K1_{cp}$) and three deficit irrigation treatments ($K2_{cp}$, $K3_{cp}$, and $K4_{cp}$ corresponding to 0.75, 0.50 and 0.25 of accumulative pan evaporation). A nonirrigated treatment ($K5_{cp}$) was also designed for control purpose. Applied irrigation water amounts were changed between 85 and 464 mm, and water consumption were varied from 170 to 472 mm. Eggplant yield, length, diameter, weight and dry matter were significantly influenced by irrigation water level. The highest yield averaging 62 t ha⁻¹ was obtained at $K1_{cp}$. Crop yield response factor (k_y) for eggplant was found as 1.14. Water use efficiency (WUE) and irrigation water use efficiency (IWUE) for the $K2_{cp}$ treatment were calculated to be 13.16 and 10.63 kg m⁻³. These were the highest WUE and IWUE values. $K2_{cp}$ application (75%) can be recommended as the most effective irrigation level for the eggplant to which drip irrigation is applied under scarce water resource and unheated greenhouse conditions.

Key words: Evapotranspiration, deficit irrigation, water use efficiency (WUE), yield and quality parameters, irrigation scheduling.

Sulama Rejimlerinin Patlıcanın (*Solanum melongena* L.) Verim ve Su Kullanımına Etkileri

Öz

Bu çalışmanın amacı, ısıtmasız sera koşulları altında patlıcan'ın verimi üzerinde kısıntılı sulamanın etkisini belirlemektir. Araştırma, 2007 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Yenişehir Meslek Yüksekokulu Tarımsal Araştırma İstasyonunda yürütülmüştür. Çalışmada, 2 günlük sulama sıklığına karşılık gelen A Sınıfı Buharlaşma Kabından olan buharlaşmanın 1.00 ($K1_{cp}$), 0.75 ($K2_{cp}$), 0.50 ($K3_{cp}$), 0.25 ($K4_{cp}$) ve 0.00 ($K5_{cp}$) % (kontrol olarak)'ı kadar patlıcana sulama suyu uygulanmıştır. Bitkiler için uygulanan sulama suyu miktarı 85 mm ile 464 mm ve bitki su tüketimi 170 mm ile 472 mm aralığında değişmiştir. Verim, boy, çap, ağırlık ve kuru madde miktarı üzerinde, sulama suyu düzeyinin etkisi önemli bulunmuştur. En yüksek verim 62 t ha⁻¹ ($K1_{cp}$) olmuştur. Bitki verim tepki faktörü (k_y) 1.14 olarak bulunmuştur. Su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) için en yüksek değerler, $K2_{cp}$ uygulaması için 13.16 ve 10.63 kg m⁻³ olarak bulunmuştur. Su kaynaklarının yetersiz olduğu ısıtmasız sera koşulları altında damla sulama ile sulanan patlıcan için $K2_{cp}$ uygulaması, en uygun su uygulama düzeyi olarak önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Evapotranspirasyon, su kullanım etkinliği (WUE), verim ve kalite parametreleri, sulama planlaması.

INTRODUCTION

As a great advancement in agricultural production (Aldrich and Barto, 1999), greenhouse technology is the best possible way for efficient use of agricultural inputs under limited agricultural area and demand for vegetables. Environmental conditions are fully or partially controlled at greenhouses covered by transparent materials to obtain maximum yield and the highest quality. Greenhouse production is steadily increasing throughout the world (Enoch and Enoch, 1989; Von Elsner et al., 2000). Turkey takes fifth place in the world in terms of greenhouse covered land (FAO, 2013). Turkey has Mediterranean type greenhouses; low-priced, unheated plastic-covered frames with soil-grown crops. Recently, crop cultivation in greenhouses is being commercially realized at more than 50 countries (Mahajan and Singh, 2006).

Ritchie and Johnson (1990) stated that irrigation scheduling prevented soil water deficiency that was caused by falling below some lower limit values in a certain crop and soil condition, moreover, irrigation scheduling enabled estimations of the latest date for irrigation and effective irrigation to abstain from harmful influences of water stress on the crops. Insufficient irrigation decreases production as giving rise to water stress on the crops, on the other hand excessive irrigation reduces productivity. Therefore, drip irrigation system is very important in irrigation scheduling.

Approaches based on evapotranspiration (Bar-Yosef and Sagiv, 1982; Mc Neish et al., 1985; Clough et al., 1990; Hartz, 1993) or allowable soil-water depletion (Bogle et al., 1989) were mostly used to build some scheduling strategies for drip irrigation. Pan evaporation method which integrates evaporation measured from Class A pan to crop consumptive water use (CWU) is widely used method for estimating CWU. A pan coefficient (K_p) is used to relate these two quantities. An approach based on the pan coefficient (K_p) with no employment of complicated instrument may be considered as one of the simplest methods in irrigation scheduling. A certain estimation for k is generally compulsory in the view of regional and local characteristics, soil characteristics, plant physiology and cultural applications. Yuan et al. (2003) stated that k values that were estimated for regional irrigation scheduling program remained in low level for an

effective irrigation management while it should be sufficiently high to eliminate water stress which might occur in urgent and special local conditions. There could be found many studies that focused on irrigation methods using Class A evaporation pan. Some of the studies are as follows; tomato (Locascio and Smajstrla, 1996), eggplant (Ertek et al., 2006), lettuce (Yazgan et al., 2008), green bean (Büyükçangaz et al., 2008), cucumber (Ayas and Demirtaş, 2009), pepper (Demirtaş and Ayas, 2009), onion (Ayas and Demirtaş, 2009), potato (Ayas and Korukçu, 2010; Ayas, 2013) and broccoli (Ayas et al., 2011).

Eggplant (*Solanum melongena* L.) is one of the conventional crops in many tropical, subtropical and Mediterranean countries. Although there have been many researches on the influences of regulated water limitation on yield and quality parameters, relatively few number of papers related eggplant irrigation under semi-arid conditions have mentioned the relationships among yield, vegetative growth, and physiological responses to different irrigation levels. However, some studies have been reported on eggplant irrigation in Turkey and other parts of the world (Behboudian, 1977; Graaf and Ende, 1981; Eliades, 1992; Chartzoulakis and Drosos, 1999; Ertek et al., 2002; Kirnak et al., 2002; Hamdy et al., 2002; Ertek et al., 2006;). These studies clearly exhibit that crop characteristics such as yield, fruit length, fruit weight and biomass production were highly connected with optimal amounts of irrigation water supply.

The goal of our trial was to specify the influences of different irrigation water levels on the yield, fruit diameter, length and weight and dry matter, daily and seasonal cumulative evaporation, yield response factor (k_y), water use efficiency (WUE) and irrigation water use efficiency (IWUE).

MATERIALS AND METHODS

Field trials were conducted under unheated greenhouse conditions in the region of Bursa-Yenişehir (40°15'09 "N latitude, 29° 38'43"E longitude and altitude of 225 m above mean sea level). For experimental purposes, high tunnel type plastic covered greenhouse with the size of 8 m x 40 m was built. The climate characteristics of the experiment field was hot and dry in summer and cold and rainy in winter. Total precipitation

Table 1. Some of chemical and physical properties of experimental field soil.

Çizelge 1. Deneme alanının bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri

Soil depth (cm)	Y (g cm ⁻³)	Soil type	Field Capacity (%)	Wilting Point (%)	pH	Total Salt (%)	CaCO ₃ (%)	Organic Matter	Available (kg da ⁻¹)	
									P	K
0-30	1.34	SL	19.66	11.94	7.99	0.058	5.67	2.94	1.53	38.35
30-60	1.37	SL	17.26	9.98	8.04	0.051	8.49	1.39	1.24	19.52

Y:Unit weight of soil, SL:Sandy loam, P: Phosphorus, K: Potassium

of growth period and the average temperature of growth period for the regions where greenhouse experiments were carried out was 337.8 mm and 11.3 °C, respectively. The average minimum temperature was gauged as 3.6 °C in December while the maximum temperature was gauged as 23.3 °C in August (Anonymous, 2003). The soil of the experiment field was classified as sandy loam and soil pH ranged between 7.99 and 8.04. Some of the physical and chemical characteristics were presented in Table1.

Mankozeb and Endosulfan were sprayed to the experiment fields as a chemical drug against diseases and insect pests, and 120 kg ha⁻¹ 21% N and 120 kg ha⁻¹ 46 % P₂O₅ granular fertilizer

was applied two weeks prior to sowing process. An additional 120 kg ha⁻¹ 46% K₂O fertilizer was applied when the crops reached to height of 15 cm. 10 L ha⁻¹ chlorophyllous-ethyl was sprayed against insects. Transplantation date of the eggplant seedlings to the plots was 5 September 2007. Eggplant seedlings came to the harvest stage after 114 days of the planting day. Eggplants were harvested once a week and it was harvested three times. In the experiments, row and plant spacing were 0.5 m 0.75 m, respectively. Each plot has contained 45 plants. 9 plants of middle row were harvested to prevent the water penetration from its neighboring plots (Figure 1).

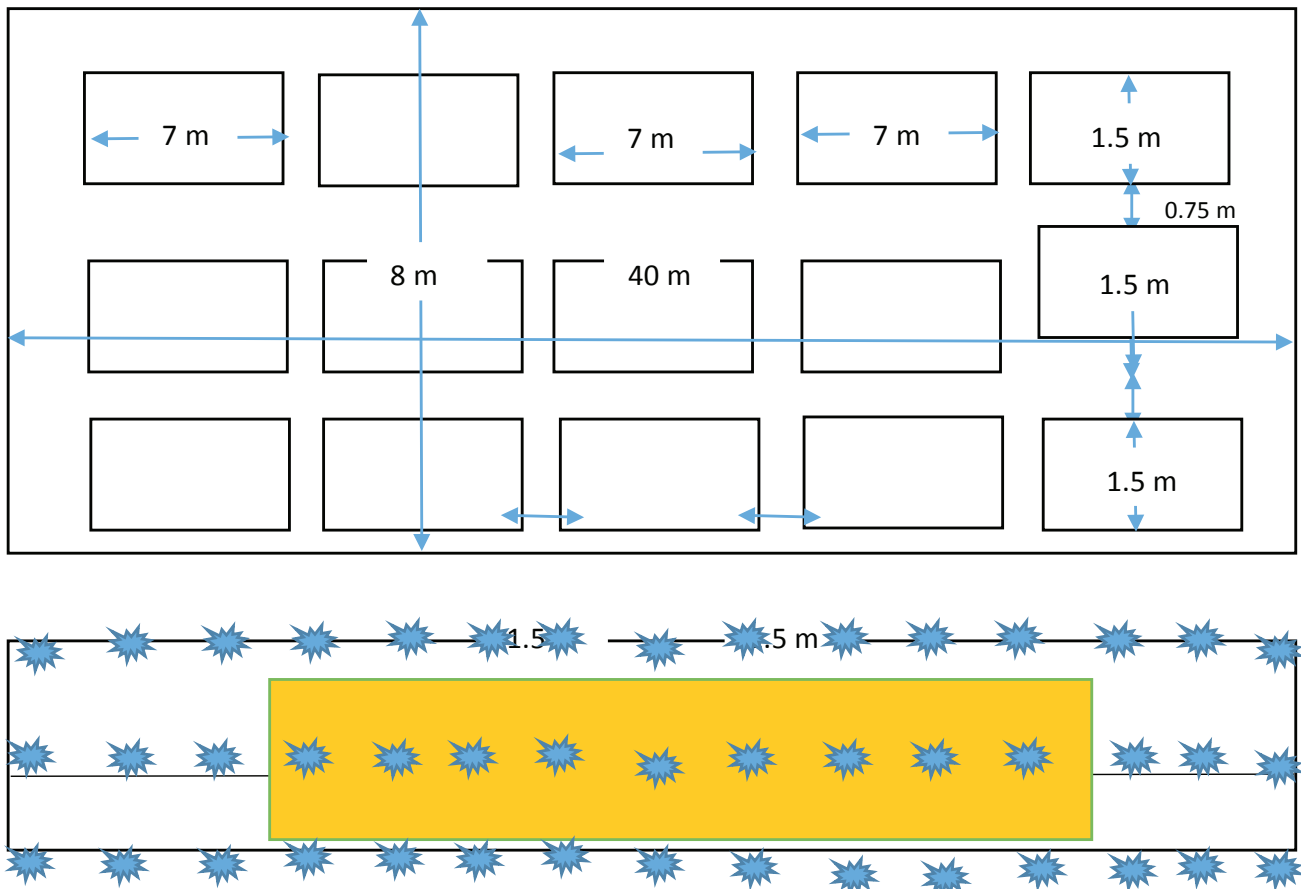


Figure 1. The order of the trial and details of parcels

Şekil 1. Deneme düzeni ve parsellerin detayları

The length (cm), diameter (cm) and weight (g) of eggplants were measured by callipers and the average of measured values was calculated. Dry matter content was determined by the separation and drying (at 65°C in drying oven) of fruits (two samples for each plot). The amount of dry matter of fruits and leaves was determined by using Kjeldahl method (AOAC, 2000). The order of the trial was set as a randomized block design with 3-replication and single factor, and 5 irrigation applications were randomly distributed to each blocks. The irrigation applications were created using five different crop evaporation coefficients (K1cp: 1.00, K2cp: 0.75, K3cp: 0.50, K4cp: 0.25, K5cp: 0.00-for control purposes). The amount of irrigation water was determined using below stated equation (Doorenbos and Pruitt, 1977; Kanber, 1984):

$$IW = E_{pan} \times K_{cp} \times P$$

Where, Ep is cumulative evaporation (mm) for 2-day irrigation frequency, Kcp is pan evaporation coefficient, and P is the percentage of wet area. Evaporations that occurred in the 2 day irrigation frequency was measured using US Weather Bureau Class A that was held in the center of greenhouse applications and drip irrigation method was used. The amount of irrigation water was measured with flowmeter devices at the gate of each plot. The required irrigation water was supplied from a deep well (3 L s-1) that was drilled in the field. Quality properties of the irrigation water were presented in Table-2. Irrigation water quality was low sodium risk and classified in C2S1 with medium level EC value.

Crop evapotranspiration (Cumulative evapotranspiration - ET_c) was calculated for 2 day irrigation interval using the below stated water balance equation;

$$ET_c = (SWC_{t_0} - SWC_{t_1}) + IW - D$$

Where $(SWC_{t_0} - SWC_{t_1})$ is the change in volumetric soil water content (mm); IW (mm) and D (mm) are, irrigation water depth (mm) and drainage (mm) for the related period, respectively.

Prior to irrigation water applications, water content in 0.60 mm soil depth was determined with a gravimetric method (Lorenz and Maynard, 1980). Water content of the soil was monitored till 0.90 depth with increments of 30 cm depth following irrigation applications for each irrigation application. In subplots, the percolations below 0.60 m soil depth were omitted. In our study, the relationships between yield and ET were determined by the Stewart model (Doorenbos and Kassam, 1979):

$$(1 - Y_a / Y_m) = k_y (1 - ET_a / ET_m)$$

Where, Ya and ETa are actual crop yield productivity (t ha⁻¹) and cumulative evaporation (mm), respectively, under insufficient irrigation conditions; Ym and ETm are maximum crop yield productivity (t ha⁻¹) and cumulative evaporation (mm) under sufficient water conditions. Yield productivity response factor of the limited irrigated eggplants was presented with ky. Water use efficiency (WUE) value was calculated to evaluate the irrigation efficiency in the applications. The two terms that are used to encourage the effective use of irrigation water in crop production phases are water use efficiency (WUE) and irrigation water use efficiency (IWUE). Water use efficiency (WUE) is calculated as the efficiency ratio of YLD to ETa and depicted as $WUE = YLD / ET_a$ (kg m⁻³). Irrigation water use efficiency (IWUE) was estimated with the below stated equation (Howell et al., 1990):

$$IWUE(kg m^{-3}) = \frac{YLD - YLD_{rainfed}}{IRGA}$$

Where, YLD is yield value of each treatment plot (kg ha⁻¹), $YLD_{rainfed}$ is yield value from control (full irrigated) treatment plot (kg ha⁻¹), IRGA is seasonal irrigation water amount (mm). Eggplant seedlings completely grew and fruit had the yield productivity, fruit width, length and weight, color and taste characteristics to its species, 114 days (DOY=114) after plantation, i.e. in harvest season. Yield productivity and quality parameters, i.e. fruit width, length and weight and dry matter ratio, were evaluated for each harvest season.

Table 2. Chemical composition of irrigation water used in the experiment.

Çizelge 2. Denemede uygulanan sulama suyunun kimyasal bileşimi.

Water source	EC ₂₅ × (10 ₆)	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	pH	Class	SAR
		(me L ⁻¹)						
Deep well	715	2.3	2.56	9.25	5.7	7.12	C2S1	0.85

Variance analysis was conducted with yield productivity and productivity components by using MSTAT-C (version 2.1-Michigan State University 1991) and MINITAB (Texas University, Austin) software. The significance of irrigation applications was calculated at 0.05 and 0.01 probability levels with F-test (Steel and Torrie, 1980).

RESULTS

Water applied and water used: All treatments received 85 mm irrigation water to refill available soil water content of 0-60 cm soil depth up to field capacity level following planting date. Class A pan measurements of evaporation were just started after first irrigation water application. The maximum and minimum amounts of irrigation water applied were 464 and 85 mm for K1_{cp} treatment and K5_{cp} treatment, respectively. The amount of water applied to other treatments varied from 116 to 348 mm. An increase in seasonal evapotranspiration (ET_a) was observed with an increase at applied irrigation water. The actual evapotranspiration ranged

between 170 mm to 472 mm for K5_{cp} and K1_{cp} treatments, respectively (Table 3).

Linear relationships between crop evapotranspiration (ET_c) with yield productivity (Y_a), and irrigation water (IW) with yield (Y_a) were observed. The relationship equation is as follows; $Y_a = 0.1489ET_c - 8.063$ with $R^2 = 0.99$ and $Y_a = 0.1191IW - 9.3396$ with $R^2 = 98$ (Figure 2).

The highest yield productivity was obtained from K1_{cp} application with 62 t ha⁻¹. It was followed by K2_{cp}, K3_{cp} and K4_{cp} applications, in order, with yield productivity values of 55 t ha⁻¹, 36 t ha⁻¹ and 24 t ha⁻¹, respectively. As expected, the minimum yield productivity (18 t ha⁻¹) was found from control K5_{cp} application in which irrigation was not applied. The yield productivity of unirrigated K5_{cp} application was lower at a rate of 244.4 % in a comparison with K1_{cp} application. Moreover, lower yield productivity levels at a rate of 12.7 %, 72.2 % and 158.3 % from K2_{cp}, K3_{cp} and K4_{cp} applications were observed in a comparison with K1_{cp} application, respectively (see Table 4).

Table 3. Relationship between the decrease in relative water use and decrease in relative yield and yield response factor for drip-irrigated eggplant.

Çizelge 3. Damla sulama ile sulanan patlıcan için oransal su kullanımındaki azalma ile oransal verim ve verim tepki faktöründeki azalma arasındaki ilişki.

Irrigation treatment	Yield (t ha ⁻¹)	Applied Water (mm)	ET _a (mm)	ET _a /ET _m	Y _a /Y _m	1-(ET _a /ET _m)	1-(Y _a /Y _m)	k _y
K1 _{cp}	62	464	472	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
K2 _{cp}	55	348	418	0.909	0.887	0.091	0.113	1.239
K3 _{cp}	36	232	302	0.640	0.581	0.360	0.419	1.164
K4 _{cp}	24	116	219	0.463	0.387	0.537	0.613	1.141
K5 _{cp}	18	85	170	0.360	0.290	0.640	0.710	1.109

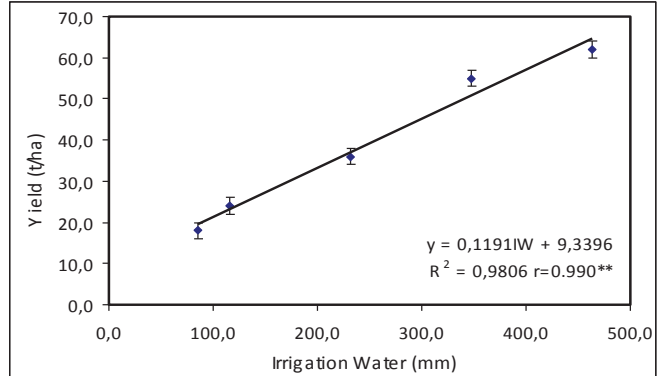
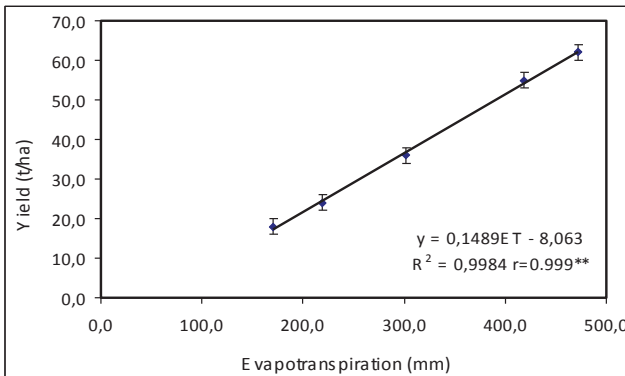


Figure 2. The relationship between crop evapotranspiration with yield and water irrigation with yield. (The errors bars are SE of 10 plants)

Şekil 2. Verim ile bitki su tüketimi ve verim ile sulama suyu arasındaki ilişki (Hata çubukları 10 bitkinin SE standart hata değeridir).

Table 4. Effects of irrigation treatments on eggplant marketable parameters.

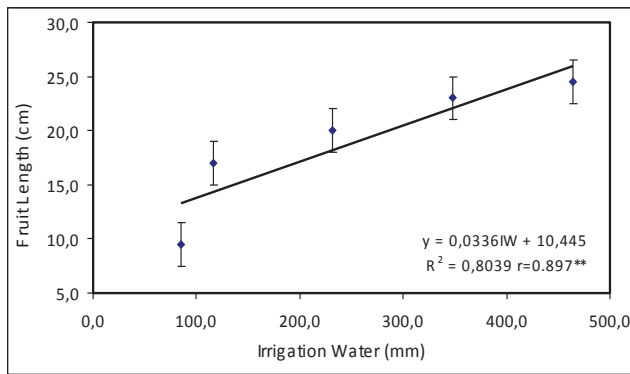
Çizelge 4. Sulama uygulamalarının patlıcanın pazarlanabilir parametreleri üzerine etkisi.

Irrigation treatment	Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)	Fruit weight (g)	Dry matter (%)	Yield (t ha ⁻¹)
K1 _{CP}	24.5a	8.0a	230a	8.0d	62a
K2 _{CP}	23.0a	7.5a	222a	10.4c	55b
K3 _{CP}	20.0a	6.5ab	202a	12.1bc	36c
K4 _{CP}	17.0a	5.5ab	186ab	13.8ab	24d
K5 _{CP}	9.5b	4.0c	144b	14.2a	18d
Treatments	**	**	**	**	**
Blocks	**	ns	ns	ns	ns

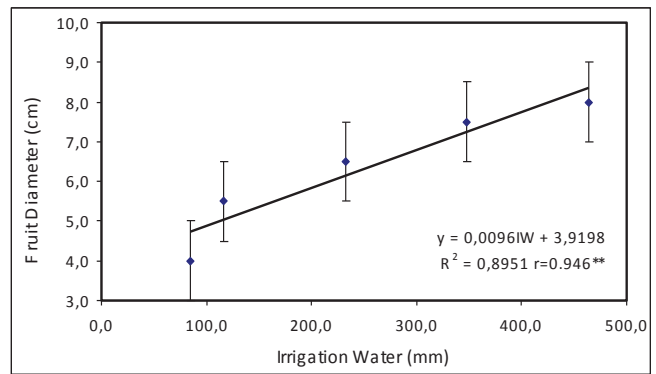
** Correlation is significant at the 0.01 level, * Correlation is significant at the 0.05 level, ns non-significant

Crop yields and quality are reduced due to water deficits applied particularly three or four weeks before harvest. Fruit length and fruit weight were significantly influenced by deficit irrigation, while the values of K1_{CP}, K2_{CP}, K3_{CP}, K4_{CP} and K5_{CP} treatments were each located in a different statistical group. It may be concluded

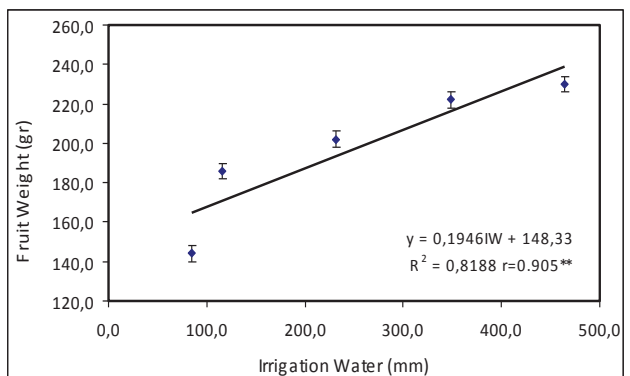
that significant reduction in fruit diameter was not observed with the deficit of applied irrigation water (25%). A high level of linear relationship was determined between fruit diameter, length and weight, whereas negative linear relation was found between dry matter and amount of water applied (IW). The related equations were



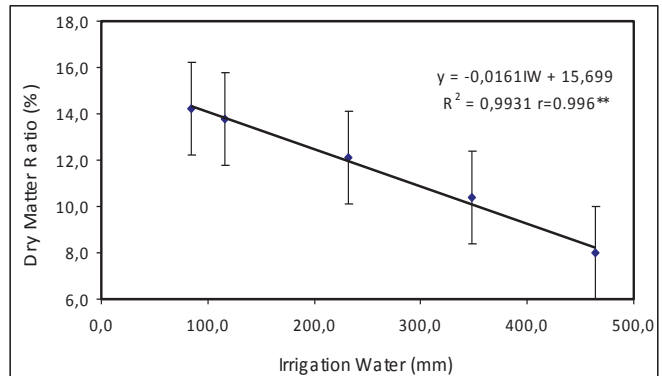
(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 3. Relationship between applied irrigation water and fruit length (a), diameter (b), weight (c) and dry matter (d). (The errors bars are SE of 10 plants)

Şekil 3. Uygulanan sulama suyu ile meyve boyu (a), çapı (b), ağırlığı (c) ve kuru madde (d) arasındaki ilişki (Hata çubukları 10 bitkinin SE standart hata değeridir).

as follows; fruit length = $0.0336IW + 10.445$ with $R_2 = 0.80$ (Fig. 3.a), fruit diameter = $0.0096IW + 3.9198$ with $R_2 = 0.90$ (Fig. 3.b.), fruit weight = $0.1946IW - 148.33$ with $R_2 = 0.82$ (Fig. 3.c.), and dry matter = $-0.0161IW + 15.699$ with $R_2 = 0.99$ (Fig. 3.d.).

Crop yield response factor (k_y): Linear relationship between proportional decrease in water consumption and proportional decrease in yield productivity is depicted with crop yield productivity response factor (k_y) that represents yield productivity response to be lowered in water consumption. In other saying, it explains the decrease in yield productivity in relation with the decrease in water consumption per unit (Stewart et al., 1975; Doorenbos and Kassam, 1979). For irrigation application, seasonal yield productivity response factor (k_y) was calculated as 1.14 (see Fig. 4). k_y values increased with parallel to increase in water amount, except K5_{cp} application.

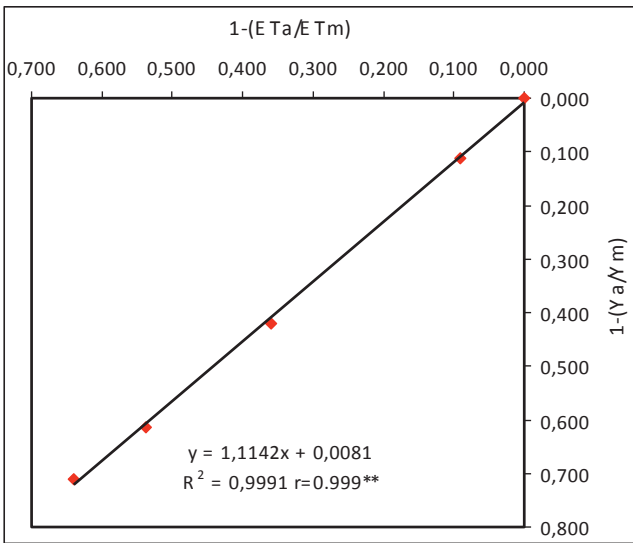


Figure 4. Relationship between relative yield decrease and relative crop evapotranspiration decrease for eggplant throughout the total growing season

Şekil 4. Toplam büyüme mevsimi boyunca patlıcanda oransal bitki su tüketimindeki azalma ile oransal verimdeki azalma arasındaki ilişki.

Water use efficiencies: Values of WUE and IWUE was lowered when the amount of irrigation water was reduced. The highest WUE and IWUE values were calculated from K2_{cp} application as 13.16 and 10.63 kg m⁻³, respectively. IWUE value of K2_{cp} application was found higher than other applications as K1_{cp}, K3_{cp}, K4_{cp} and K5_{cp}, in order (See Table 5).

Table 5. Total water use efficiency (WUE) and irrigation water use efficiency (IWUE) values for drip- irrigated eggplant at different irrigation treatments.

Çizelge 5. Farklı sulama uygulamalarında damla sulama ile sulanan patlıcan için toplam su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı değerleri.

Irrigation treatment	Yield t ha ⁻¹	WUE kg m ⁻³	IWUE kg m ⁻³
K1 _{cp}	62	13.14	9.48
K2 _{cp}	55	13.16	10.63
K3 _{cp}	36	11.92	7.76
K4 _{cp}	24	10.98	5.17
K5 _{cp}	18	10.59	0.00

DISCUSSION

Chartzoulakis and Drosos (1999) reported that the water requirements of eggplant ranged between 150 mm and 380 mm. Eliades (1992) stated that the eggplant could grow with as low as 285 mm of water. Aujla et al. (2007) stated that required irrigation water amount of eggplant ranged between 618 and 1051 mm, the seasonal evapotranspiration was between 815 and 1222 mm. When irrigation water was applied to eggplant at the 10 mm of pan evaporation, the highest evapotranspiration (800 mm) was observed in a study of (Chiaranda and Zerbi, 1986). Ertek et al. (2006) also found that applied irrigation water amounts for each treatment ranged from 372 to 689 mm, while average evapotranspiration values changed between 420 and 689 mm. Irrigation water (1276 mm) was applied to full irrigation (100 % refill of A pan evaporation) treatment of drip-irrigated eggplant in Southeastern part of Turkey, and the seasonal water amount for eggplant changed between 905 and 1373 mm in the same study (Kırnak et al., 2002). In their study for eggplant production in soilless culture, the average water consumption of eggplant was found as low as 290 mm under Mediterranean climate conditions (Hamdy et al., 2002). Seasonal crop water consumption for eggplant yield ranged from 452 mm – 696 mm (Ertek et al., 2002). In our study, irrigation water applied to eggplants changed between 85 and 464 mm, and water consumption changed between 170 to 472 mm for eggplants. These results are notably in accordance with the irrigation water amounts and crop water consumption values obtained from previous studies (Eliades, 1992; Chartzoulakis and Drosos, 1999; Ertek et al., 2006).

The eggplant yield changed between 18 t ha⁻¹ and 62 t ha⁻¹. Based on to the results of this study, a significant effect of deficit irrigation was observed on fruit yield. This result is in agreement with those of (Chartzoulakis and Drosos, 1999; Ertek et al., 2002; Ertek et al., 2006; Aujla et al., 2007; Lovelli et al., 2007; Ünlükara et al., 2008). Previous researches have presented similar results under different irrigation regimes (Ertek et al., 2006; Aujla et al., 2007; Michalojc and Buczkowska, 2009). Yield was considerably lowered as the amount of irrigation water reduced. Quality parameters such as fruit diameter, length and weight have produced a similar response to deficit irrigation as observed at yield. As expected, all irrigation treatments had higher values than the non-watered (K5_{cp}) treatment. These values are similar to those of (Kara et al., 1996; Ertek et al., 2006; Lovelli et al., 2007; Karam et al., 2009; Şenyiğit et al., 2011). Since K1_{cp} treatment has higher fruit weight than the other treatments, the lowest dry matter was found at K1_{cp} treatment when the highest was observed at K5_{cp} treatment. We may conclude that significant increases in dry matter may be experienced by the increasing level of irrigation water deficit. These results are in agreement with those of (Ertek et al., 2006; Lovelli et al., 2007; Aujla et al., 2007).

WUE and IWUE values varied from 10.59 to 13.16 and from 0.00 to 10.63, respectively. K2_{cp} treatment has delivered the highest WUE and IWUE with 13.16 and 10.63 kg m⁻³, respectively. When the results regarding water use efficiency are compared with the findings of different researchers, they were found to be similar (Kara et al., 1996; Ertek et al., 2002; Lovelli et al., 2007; Dutta and Tafardar, 2008). Eggplant variety choice, climate, soil structure and effective use of water also affect these values. Crop yield response factor (k_y) was calculated as 1.14. The specified value of k_y (1.14) which is greater than 1.00 shows that eggplant is susceptible to the water. Crop yield response factor (k_y) also coincides with the values found by researchers who studied on similar issues (Kara et al., 1996; Lovelli et al., 2007; Dutta and Tafardar, 2008; Karam et al., 2009).

CONCLUSIONS

The ultimate goals of optimum irrigation management strategies in deficit areas are to enhance yield and quality as much as possible,

increase WUE and reduce water consumption. K2_{cp} treatment allowed high yield and quality (in terms of fruit length, diameter and weight), increased WUE and reduced water use. The variety choice of eggplant, climate and soil structure also influenced to change WUE and IWUE values. Crop yield response factor of eggplant (1.14) which is greater than 1.00 shows that eggplant is susceptible to the water. K2_{cp} application (75%) can be recommended as the most effective irrigation level for the eggplants to which drip irrigation is applied under scarce water resource and unheated greenhouse conditions.

REFERENCES

- Aldrich R A, Barto J W (1989). Greenhouse Engineering. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Cooperative Extension, Ithaca, NY.
- Anonymous (2003). Meteoroloji Bülteni (in Turkish). Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Başbakanlık Basımevi, Ankara, pp. 111–112 (In Turkish).
- AOAC (Association of Official Analytical Chemistry) (2000). Official Methods of Analysis, 17th ed. AOAC, Washington, DC, USA.
- Aujla M S, Thind H S, Buttar G S (2007). Fruit yield and water use efficiency of eggplant (*Solanum melongena* L.) as influenced by different quantities of nitrogen and water applied through drip and furrow irrigation. *Sci. Horti.* 112: 142–148.
- Ayas S, Demirtaş C (2009). Deficit irrigation effects on cucumber (*Cucumis sativus* L. Maraton) yield in unheated greenhouse condition. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol. 7 (3&4): 645–649.
- Ayas S, Demirtaş C (2009). Deficit irrigation effects on onion (*Allium cepa* L. E.T. Grano 502) yield in unheated greenhouse condition. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol. 7(3&4): 239 – 243.
- Ayas S, Korukcu A (2010). "Water-yield relationships in deficit irrigated potato. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University, Cilt 24, Sayı 2, 23–36.*
- Ayas S, Orta H, Yazgan S (2011). Deficit irrigation effects on Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. Monet) yield in unheated greenhouse condition. *Bulgarian Journal of Agricultural Science.* 17(4): 551- 559.
- Ayas S (2013). The effects of different regimes on Potato (*Solanum Tuberosum* L. Hermes) yield and quality characteristics under unheated greenhouse conditions. *Bulgarian Journal of Agricultural Science,* 19 (No1) 2013, 87–95.
- Bar-Yosef B, Sagiv B (1982). Response of tomatoes to N and water applied via a trickle irrigation system. *II Water. Argon. J* 74:637–639.
- Behboudian M H (1977). Responses of eggplant to drought. I. Plant water balance. *Scientia Horti.* 191:149–156.

- Bogle C R, Hartz T K, Nuntoez C (1989). Comparison of subsurface trickle and furrow irrigation on plastic mulched and bare soil for tomato production. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 114:40–43.
- Buyukcangaz H, Yazgan S, Ayas S, Candogan B N, Ayas F (2008). Effects of deficit irrigation on yield and quality of unheated greenhouse grown green bean. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol. 6(2): 168–172.
- Chartzoulakis K, Drosos N (1999). Irrigation requirements of greenhouse vegetables in Crete. *Cahiers Options Mediterraneennes*, 31: 215-221.
- Chiaranda F O, Zerbi G (1986). Water requirements of eggplant grown under a greenhouse. *Acta Hort.* 191:149–156.
- Clough G H, Locasio S J and Olsen S M (1990). The yield of successively cropped polyethylene-mulched vegetables as affected by irrigation method and fertilization management. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 115:884–887.
- Demirtas C, Ayas S (2009). Deficit irrigation effects on pepper (*Capsicum annuum* L. Demre) yield in unheated greenhouse condition. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol. 7 (3&4): 989 – 993.
- Doorenbos J, Pruitt WO (1977). Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- Doorenbos J, Kassam A H (1979). Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33, Rome.
- Dutta D and Tafardar P K (2008). Crop-Water Productivity of Eggplant *Solanum melongena* L.) as Influenced by Irrigation and Mulch in Semi-Arid Region of West Bengal, India. Department of Agronomy, Department of Soil and Water Conservation, Bidhan Chandra Krishi Viswavidyalaya (BCKV), Mohanpur-741252, Nadia, West Bengal, India.
- Eliades G (1992). Irrigation of eggplants grown in heated greenhouses. *J. Hort. Sci.*, 67(1):143-147.
- Enoch H Z, Enoch Y (1999). The history and geography of greenhouse. In Stanhil, G and Enoch, H Z (eds). *Greenhouse Ecosystems. Ecosystems of the World 20*. Elsevier, Amsterdam, pp.1–15.
- Ertek A, Şensoy S, Yıldız M, Kabay T (2002). Açık su yüzeyi buharlaşmasından yararlanılarak sera koşullarında patlıcan bitkisi için en uygun su miktarı ve sulama aralığının belirlenmesi. *KSU J. Science and Engineering* 5(2):57–67.
- Ertek A, Şensoy S, Küçükyumuk C, Gedik İ (2006). Determination of plant-pan coefficients for field-grown eggplant (*Solanum Melongena* L.) using class A pan evaporation values. *Agricultural Water Management* 85: 58–66.
- FAO (2013). (http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001).
- GraafR, EndeJ (1981). Transpiration and evapotranspiration of the glasshouse crops. *Acta Hort.* 119:147–158.
- Hamdy A, Chouaib W, Pacucci G (2002). Eggplant production in soilless culture under saline irrigation practices and soil conditioner application. *Acta Hort.* 633.
- Hartz T K (1993). Drip irrigation scheduling for fresh market tomato production. *HortScience* 28:35–37.
- Howell T A, Cuenca R H, Solomon K H (1990). Crop yield response. Chapter 5 in *Management of Farm Irrigation Systems*, pp. 93-122. Edited by G. J. Hoffman, T. A. Howell, and K. H. Solomon. ASAE Monograph, ASAE, St. Joseph, Michigan. 1040 pp.
- Kanber R (1984). Çukurova Koşullarında Açık Su Yüzeyi Buharlaşmasından Yararlanarak Birinci ve İkinci Ürün Yerfistiğinin Sulanması. Bölge Toprak su Arşt. Enst. Yay. 114 (64), 93, Tarsus.
- Kara C, Gündüz M, Sipahi N (1996) Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No:108, Rapor Serisi No:79.
- Karam F, Saliba R, Skaf S, Breidy J, Roupheal Y, Balendock J (2009). Yield and Water Use of Eggplants (*Solanum melongena* L.) Under Full and Deficit Irrigation Regimes. *Agricultural Water Management* 98:1307–1316.
- Kırnak H, İsmail T, Cengiz K, David H (2002). Effects of deficit irrigation on growth, yield and yield quality of eggplant under semi-arid conditions. *Aus. Jour. of Agri. Res.* 53(12): 1367–1373.
- Locascio S J, Smajstrla A G (1996). Water application scheduling by pan evaporation for drip-irrigated tomato. *Journal of the American Society for Horticulture Science* 121(1):63–68.
- Lorenz O A, Maynard D N (1980). *Knott's Hand Book for Vegetable Growers*. 2nd ed. John Wiley Sons, New York.
- Lovelli S, Perniola M, Ferrara A, Di Tommaso T (2007). Yield response factor to water (ky) and water use efficiency of *Carthamus Tinctorius* L. and *Solanum Melongena* L. *Agricultural Water Management* 92: 73-80.
- Mahajan G and Singh K G (2006). Response of Greenhouse tomato to irrigation and fertigation. *Agricultural Water Management*. 84:202–206.
- McNeish C M, Welch N C, Nelson R D (1985). Trickle irrigation requirements for strawberries in coastal California. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 110:714–718.
- Michalojc Z, Buczkowska H (2009). Influence of varied potassium fertilization on eggplant yield and fruit quality in plastic tunnel cultivation. *Folia Horticulturae* 21/1: 17–26.
- Ritchie J T, Johnson B S (1990). Irrigation of agricultural crops. *Agronomy Monograph* no. 30, pp. 363–390.
- Şenyiğit U, Kadayıfçı A, Özdemir F O, Öz H, Atılğan A (2011). Effects of Different Irrigation Programs on Yield and Quality Parameters of Eggplant (*Solanum melongena* L.) Under Greenhouse Conditions Department of Agricultural Structure and Irrigation, Faculty of Agriculture, Süleyman Demirel University, No: 32260, Isparta.
- Steel R G D, Torrie J H (1980). *Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach*. McGraw-Hill, New York, pp.186–187.
- Stewart J I, Misra R D, Pruitt W O, Hagan R M (1975). Irrigating corn and sorghum with a deficient water supply. *Trans. ASAE*, 18:270–280.

Ünlükara A, Kurunç A, Kesmez G D, Yurtseven E, Suarez D (2008). Effects of salinity on eggplant (*Solanum melongena* L.) growth and evapotranspiration. *Irrig. and Drain.* DOI:10.1002/ird.453.

Von Elsner B, Briassoulis D, Waaijenberg D, Mistriotis A, Von Zabeltitz C H R, Gratraud J (2000). Mechanical properties of covering materials for greenhouses. Part I. General overview. *J. Agric. Eng. Res.* 67:81–96.

Yazgan S, Ayas S, Demirtas C, Buyukcangaz H, Candogan B N (2008). Deficit irrigation effects on lettuce (*Lactuca sativa* var. Olenka) yield in unheated greenhouse condition. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 6(2):168–172.

Yuan B Z, Sun J, Nishiyama S (2003). Effect of drip irrigation on strawberry growth inside a plastic greenhouse. *Biosystems Engineering* 87 (2):237–245.

Toprak Organik Maddesi ile Fosfor Adsorpsiyonu Arasındaki İlişkinin Langmuir Modeli ile Araştırılması

İlknur YURDAKUL^{1*}

Sadık USTA²

¹Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Ana Bilim Dalı

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail):ilknur.yurdakul@tarim.gov.tr

Geliş tarihi (Received) : 05.06.2017

Kabul tarihi (Accepted): 07.06.2017

DOI : 10.21657/topraksu.339839

Öz

Fosfor (P) bitki beslenmesinde makro besin maddesi olarak büyük bir öneme sahiptir. Toprak fosforu bünyesinde barındıran önemli bir doğal kaynaktır. Fosfor toprakta az bulunmakla birlikte çeşitli mekanizmaların da etkisindedir. Topraktaki fosforun adsorpsiyonuna etki eden özelliklerin teşhis edilmesi, fosforun bitki tarafından daha etkin kullanılmasına yardımcı olacak stratejilerin geliştirilmesine imkan sağlayacaktır. Bu amaçla, Ankara-Sarayköy (Düver Serisi) ve Şanlıurfa-Koruklu (Harran Serisi) bölgesinden alınan iki farklı toprakta, toprakların fraksiyonlarında, organik madde ile P-adsorpsiyonu arasındaki ilişki çalışılmıştır. Toprakların ve fraksiyonlarının P-adsorpsiyon maksimumları, içerisinde 0-50 mg P (KH₂PO₄) kg⁻¹ konsantrasyonları bulunan 0.01 M CaCl₂ çözeltisi ile oda sıcaklığında (25 °C) 24 saat dengeye getirilmesi ve çözeltideki P'un spektrofotometre ile okunması ile elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, P-adsorpsiyonu 124-323 mg P kg⁻¹ arasında elde edilmiştir. Her iki toprak ve bu toprakların fraksiyonlarına ait (Harran serisi kil fraksiyonu hariç) Langmuir adsorpsiyon izotermelerinde yüksek bir korelasyon (p<0.01) gözlenmiştir. Langmuir izoterminden hesaplanan yükleme enerjileri k=0.42-15.67 L mg⁻¹ P arasında ve ayırma faktörü 1-6.33x10⁻¹⁶ arasında hesaplanmış ve olayın adsorpsiyon lehinde gerçekleştiğini göstermiştir. Çalışma sonuçlarına göre organik maddenin her iki toprakta adsorpsiyon bölgelerini maskeleyerek P-adsorpsiyonunu azalttığını söylemek mümkündür. Sonuçlar ayrıca toprak mineralojisinin P adsorpsiyonunu kontrol eden önemli bir faktör olduğunu da göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Adsorpsiyon, toprak fraksiyonu, fosfor, Langmuir.

Investigation of Phosphorus Adsorption and its Relationship With Soil Organic Matters, Analyzed with Langmuir Model

Abstract

Soils are a significant natural source of Phosphorus containing in macro nutrients, which is important in plant nutrition. Phosphorus is under the influence of various mechanisms with little presence in the soils. Identification of the properties that affect the adsorption of phosphorus in the soil will enable the development of strategies. This will help the plant to use phosphorus more effectively. For this purpose, Phosphorus adsorption (P-adsorption) capacity and its relationship with organic matters were studied by using two different soils (Düver and Harran series) from Ankara (Sarayköy) and Urfa (Koruklu) and fractionations of them. Adsorption values for the soil a samples and their fractionations were obtained by equilibrating the respective soil samples for 24 hours at 25°C temperature with 0.01 M CaCl₂, containing 0-50 mg kg⁻¹ of applied external P as KH₂PO₄. The results of this study showed that P-adsorption maximum of these soils and its fractionations were between 124 mg P kg⁻¹ and 323 mg P kg⁻¹. Langmuir adsorption

isotherms showed well fitness with correlation ($p < 0.01$) in all the soils and their fractionations except in removed organic matter of the Harran soil clay fractionations. The constant related to bonding energy (k) and R calculated from the Langmuir adsorption model varied from $0.42-15.67 \text{ L mg}^{-1}$ and $1-6.33 \times 10^{-16}$ which means that the event occurred in favor of adsorption. The results showed that the organic matter decreased P-adsorption, masking the adsorption sites in the soils. The further results showed that soil mineralogy is an important factor for controlling P-adsorption.

Key Words: Adsorption, soil fractions, Langmuir, phosphorus.

GİRİŞ

Doğal kaynakların tükendiği fikrinin benimsenmesi ile toprağı korumak ve verimli kullanmak önemli hale gelmiştir. Sağlıklı bitki gelişimi yeterli ve dengeli besin maddelerini barındıran toprakta olmaktadır. Fosfor (P) toprakta az bulunan ve birçok fizikokimyasal olayın etkisinde uzaklaşabilen makro besin maddesidir ve organik ve inorganik P döngüsü ile kontrol edilmektedir (Lajthal ve Harrison, 2002; Moazed vd, 2010; Wogi, 2015). Topraktaki P, adsorpsiyon/desorpsiyon, çökme/tekrar çözünme, immobilizasyon/mineralizasyon ve bitki alımı/bitki parçalanması gibi kimyasal ve biyolojik etkiler altındadır, bunların bilinmesi toprağın sürdürülebilir kullanımı için önemli olmaktadır (Campbell ve Edwards, 2001; Zhou ve Li, 2001). Sorplanmış P bitki için alınabilir forma dönebilen dolayısıyla yararlı olan P'dur, P'lu gübre ihtiyacının tahmin edilmesinde sorpsiyon izotermi anlamlı bulunmaktadır. Fosfor gübreleme yönetiminde labil ve labil olmayan fosforun bilinmesinde dolayısı ile P-adsorpsiyonunun bilinmesi yöntemin başarısında önemli olmaktadır. Yeterli gübre uygulaması yapılmadan sürekli kültüvasyon, labil P'un azalmasına ve optimum verimin elde edilmesi için daha fazla gübre uygulamasına neden olmaktadır (Fox ve Kamprath, 1970; Klages vd., 1988; Duffera ve Robarge, 1999; Khan, 2012; Tsado vd., 2012). Adsorplanan P ile çözeltideki P arasındaki ilişkiyi tarif etmek için en çok tercih edilen Langmuir ($q = k \cdot C \cdot b / (1 + k \cdot C)$) ve Freundlich ($q = K \cdot d \cdot C^{1/n}$) adsorpsiyon izotermi modelleridir (Campbell ve Edwards, 2001; Moazed vd, 2010).

Ağır bünyeli toprak serisinde ve fraksiyonlarında P-adsorpsiyonuna, organik maddenin etkileri bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Toprak verimliliğinin yorumlanmasına katkı sağlayacağı düşünülen toprak P-adsorpsiyon kapasitesinin tayin edilebilmesi için bu çalışma yürütülmüştür. Toprak özelliklerinin adsorplama kapasitesinin bilinmesi, uygulama çalışmalarında, gübrelerin daha etkin

ve ekonomik kullanımında, P'la ilgili yorumların toprak yapısı bakımından açıklanmasında faydalı olmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Yeri ve Konuları

Ağır bünyeli iki toprak Ankara-Sarayköy (Düver serisi) ve Şanlıurfa-Koruklu'dan (Harran serisi) alınmıştır. Topraklar kurutulmuş 2 mm'lik elekten geçirilerek kimyasal analizlere ve organik madde (OM) giderme işlemlerine hazırlanmıştır. OM giderme işleminden sonra toprakların ve işlem görmemiş (orijinal) toprakların, kil ve silt fraksiyonları ayrılmış, elde edilen tüm topraklarda P-adsorpsiyon kapasitelerinin elde edilmesi için gerekli çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Toprakların Tanımlanması Amacıyla Yapılan Analizler

Topraklar Jackson (1962)'ye göre yüzeyden (0–30 cm) alınmıştır. Toprak tepkimesi suyla doygun toprakta cam elektrotlu pH-metre ile (Richards, 1954), % kum, silt ve kil fraksiyonları hidrometre yöntemi ile (Bouyoucous, 1951), tuz saturasyon ekstraktındaki iletkenliğin iletkenlik ölçen aletle ölçülmesiyle ($dS \text{ m}^{-1}$) (Richards, 1954), KDK sodyum asetat metoduna göre ($\text{meq } 100 \text{ g}^{-1}$) (Polemio ve Rhoades, 1977), % kireç Scheibler kalsimetresi ile (Martin ve Reeve, 1955), % organik madde yanma kaybı ve geri titrasyon ile (Walkley ve Black, 1934), potasyum, ekstrakt çözeltisi olarak 1N Amonyum Asetat (pH 7.0) kullanılarak çözeltiye geçen potasyumum alev fotometresi ile ölçülmesi ile (Richards, 1954), P toprakta bulunan P'un 0.5M Sodyum Bikarbonat (pH 8.5) çözeltisi ile açığa çıkarılarak çözeltiye geçirilmesi ve çözeltiye geçen P'un mavi renkli ortamda bağlanıp indirgenerek elde edilen rengin yoğunluğunun spektrofotometrede okunması ile (Olsen vd., 1954), toplam demir Hidroflorik, Sülfürik ve Perklorik Asit karışımı ile yaş yakma yöntemine göre yakılıp, AAS'de okunması

ile tayin edilmiştir (Jackson, 1958). Toprakta OM giderme işlemi % 30'luk H₂O₂ kullanılarak Hartge (1971)'e göre gerçekleştirilmiştir. OM giderme işlemleri tamamlanan topraklar Bouyoucus (1951) tarafından belirtilen metoda göre fraksiyonlarına ayrılmıştır.

Denge Çözeltisi Yöntemi

KH₂PO₄ kullanılarak 0–50 mg L⁻¹ P içerikli 0.01M CaCl₂ çözeltileri hazırlanmıştır. Hava kuru topraktan 1 g ve 25 ml CaCl₂ çözeltisi alınmış, 25 °C'de 24 saat çalkalanmıştır. Dengeye gelen çözelti filtre edilip sıvı fazı ayrılıp kolorimetrik P analizi yapılmıştır. Renklendirme prosedürü için Page vd., (1982)'e göre Askorbik Asit renklendirmesi; 12 g amonyum paramolibdat ((NH₄)₆ Mo₇O₂₄ 4H₂O) 250 ml distile suda çözülmüş ve 0.2908 g potasyum antimon tartarat (KSbO C₄H₄O₆) 100 ml saf suda çözülüp, 1 L sülfürik asit ile çözeltiler karıştırılmıştır ve 2 L'ye tamamlanmıştır. 1.056 g Askorbik Asit 200 ml hazırlanan bu çözeltide eritilerek renklendirmede günlük olarak hazırlanan bu çözelti kullanılmıştır. Okumalar spektrofotometre ile 882 nm'de yapılmıştır (Pierzynski, 2000). Final P değeri ve ilave edilen P değerlerine göre yapılan hesaplama ile Langmuir izoterm grafiği oluşturulmuştur.

Langmuir İzoterm Grafiğinin Oluşturulması

Hazırlanan denge çözeltilerinden (Pierzynski, 2000) denge çözeltisi P içeriği (C) askorbik asitle renklendirme metoduna uygun olarak spektrofotometre okuması ile yapılmıştır. Toprağın adsorpladığı P değeri (S); başlangıçta topraktaki yarayıllı P (S₀) içeriğinin ve çözelti P'ü ile son P kapsamı arasındaki farkın toplamı olarak hesap yöntemi ile bulunmuştur. Deneysel yollarla elde edilen denge çözeltisi P içeriği apsiste (C), denge çözeltisindeki P içeriğinin toprak tarafından adsorplanan P içeriğine (C/S) oranı ise ordinatta yer alacak şekilde Lineer Langmuir P-adsorpsiyon izotermi ($C/S = 1/kS_{max} + C/S_{max}$) her bir konu için çizilmiş ve izoterm grafikleri elde edilmiştir. Toprakların Langmuir P-adsorpsiyon izoterm grafiğinin (Allen, 2002; Guilherme vd., 2000; Pant ve Reddy, 2001; Moazed vd., 2010) eğim değerleri kullanılarak (S_{max}=1/eğim) P-adsorpsiyon maksimumu, kayma değerleri kullanılarak da ($k=1/(kayma \cdot S_{max})$) yükleme enerjisi hesaplamaları yapılmıştır. Langmuir izotermilerinin temel karakteristikleri ayırma faktörü (R) ile izah edilmektedir (Hall vd., 1966). İzoterm grafiklerinden elde edilen P-adsorpsiyon yükleme enerjileri, gerçekleştirilen olayın adsorpsiyon lehinde olup

olmadığının kontrolü için, $R=(1+1k/Ci)$ formülünden (R=ayırma faktörü, Ci=denge çözeltisi P içeriği) ayırma faktörleri hesabı yapılmıştır (Nagda vd., 2006; Karthikeyan ve Ilango, 2007). Ayırma faktörü olarak bildirilen (R) değerinin adsorpsiyonun elverişliliğini bulmakta kullanılan boyutsuz bir sabit olduğu ve bu sabitin 0 ile 1 arasında değerler almasının elverişlilik durumunun sağlanmış olduğunun göstergesi olduğu bildirilmektedir. R>1 elverişli olmayan, 0<R<1 elverişli, R=1 linear, R=0 tersinmez ilişkiden söz etmektedir (Çakmak, 2007; Dada, 2012).

Langmuir izoterm grafiklerinden adsorpsiyon maksimum değerleri bulunup sonuçların organik madde miktarı ile olan ilişkileri regresyon analizi ile yorumlanmıştır. Regresyon analizinde regresyon katsayısı (r²) ve olasılık (P) hesaplanmıştır (Yurtsever, 1984).

Bulgular ve Tartışma

Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Düver serisi toprağı, killi, kuvvetli bazik reaksiyonlu, orta derecede kireç içerikli, yarayıllı potasyum miktarı yeterli, P miktarı ve organik maddesi azdır (Çizelge 1). Ağır bünyelerinden dolayı, alt katmanları son derece geçirimsizdir. Kurak dönemlerde arazi yüzeyinde oluşan hegzagonal biçimli çatlaklar ve B horizonlarındaki kayma yüzeyleri bu toprakların tipik özellikleri olarak yansımaktadır (Arcak, 2003). Harran serisi toprağı ise, killi, hafif bazik reaksiyonlu, fazla kireç içerikli, yarayıllı potasyum miktarı yeterli, P miktarı orta seviyede, organik madde miktarı azdır (Çizelge 1). Topraklar alüvyal ana materyalli düz ve düze yakın eğimli derin topraklardır. Tipik kırmızı renkli profilleri killi tekstürlüdür. Üst toprak orta köşeli blok ve granüler, alt toprak kuvvetli iri prizmatik ve kuvvetli orta köşeli blok yapıdadır (Dinç vd., 1988). Düver serisi toprağında baskın olarak 2Ø açısı 10 ve daha az olan bölgelerde (18–10 A°) yoğunlaşan montmorillonit ve illit varlığı, ayrıca 2Ø açısı 15 civarında (7 A°) olduğu bölgelerde ise kaolinit grubu minerallerin varlığı görülmektedir (Çizelge 2). Bu killerin birlikte bulunduğu topraklarda vertikal özellik görülebilmektedir. Harran serisi toprağında ise montmorillonit tipi killerin yoğunlaştığı, bunun yanında illit kil mineralinin de bulunduğu, daha az miktarda ise kaolinit grubu kil minerallerinin bulunduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 2). Kil tipi dağılımının bu şekilde olduğu topraklar genellikle vertisol olarak tanımlanabilmektedir.

Çizelge 1. Toprakların temel kimyasal ve fiziksel özellikleri
Table 1. Chemical and physical properties of soils

Analizler	Düver Serisi	Harran Serisi
Toprak tepkimesi	8.09	7.64
Bünye	Killi C	Killi C
% Kum	1.79	14.79
% Silt	28.47	28.62
% Kil	69.74	56.59
EC, (dS m ⁻¹)	1.50	1.51
Kireç, (%)	12	24
Organik madde, (%)	1.88	1.95
Yarayışlı potasyum, K ₂ O(kg da ⁻¹)	157	257
Yarayışlı P, P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	2.3	6.2
Toplam P, P (%)	0.016	0.054
Toplam azot, N (%)	0.081	0.13
Toplam Fe, (%)	3.12	1.19
KDK (me 100g ⁻¹)	36.51	31.29
Çözünebilir iyonlar (meq L ⁻¹)		
Kalsiyum (Ca ⁺²)	2.42	10.83
Magnezyum (Mg ⁺²)	1.41	3.43
Sodyum (Na ⁺)	10.5	1.8
Potasyum(K ⁺)	0.3	0.5
Toplam Katyonlar	14.64	16.55
Karbonat (CO ₃ ⁻²)	0.00	0.00
Bikarbonat (HCO ₃ ⁻)	9.50	11.52
Klorür (Cl ⁻)	3.10	3.50
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	2.03	1.53
Değişebilir katyonlar (%)		
Sodyum (Na ⁺)	13.63	2.49
Potasyum (K ⁺)	3.90	5.50
Kalsiyum (Ca ⁺²)	42.54	64.39
Magnezyum (Mg ⁺²)	39.74	27.20

Çizelge 2. Topraklardaki hakim kil mineralleri
Table 2. Dominant clay minerals in the soil

Toprak	Kil Minerali		
Düver Serisi	Montmorillonit, +++*	İllit, +++	Kaolinit, +
Harran Serisi	Montmorillonit, +++	İllit, +	Kaolinit, +

*: + işareti başatlık durumunu ifade etmektedir

Toprakların Organik Madde Miktarları

Düver serisi orijinal toprağı ve bu toprağın kil ve silt fraksiyonu organik madde içerikleri sırasıyla %1.88, %1.93 ve %1.46 olarak bulunmuştur. Harran serisi toprağı, kil ve silt fraksiyonu organik madde içeriğı %1.95, %2.79 %1.1 olarak bulunmuştur. Toprakların her ikisinde de organik

madde büyük çoğunlukla kil fraksiyonunda yer almaktadır. Özellikle Harran serisi toprağında bu değer daha baskın durumdadır (Çizelge 3). Düver serisi toprağında pH 8.09 iken, OM giderme işleminden sonra pH 7.9'a düşmüş ve Harran serisi toprağında pH 7.64 iken, OM giderme işleminden sonra pH 7.8'e yükselmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Topraklar ile kil ve silt fraksiyonlarının organik madde içerikleri
Table 3. Organic matter content of soils and clay and silt fractions

Konular	Organik madde (%)	
	Düver Serisi	Harran Serisi
Toprak	1.88	1.95
Kil fraksiyonunda organik madde	1.93	2.79
Silt fraksiyonunda organik madde	1.46	1.1

Çizelge 4. OM giderme işleminden önce ve sonra toprak reaksiyonları
Table 4. Soil reactions before and after OM removal

Konular	Düver Serisi	Harran Serisi
Toprak	8.09	7.64
Organik madde giderilmiş toprak	7.90	7.80

Topraklar ve Fraksiyonlarının Langmuir P-Adsorpsiyon İzotermi

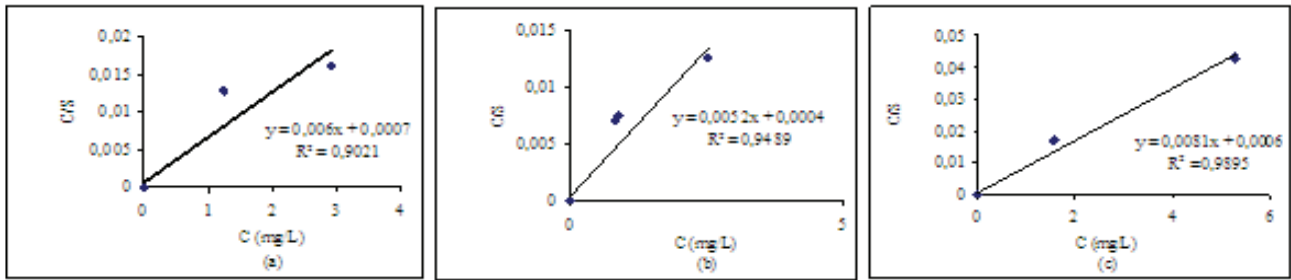
Düver serisi toprağının orijinal toprak, kil ve silt fraksiyonuna ait Langmuir P izoterm grafiklerinde eğim değerleri sırası ile 6×10^{-3} , 5.2×10^{-3} ve 8.1×10^{-3} olarak, P-adsorpsiyon maksimumu 167, 192 ve 124 mg kg^{-1} olarak, kayma değerleri 7×10^4 , 4×10^4 ve 6×10^4 olarak bulunmuştur. Toprakların P yükleme enerjisi sırası ile 8.7, 13 ve 13.5 L

$\text{mg}^{-1} \text{ P}$ olarak bulunmuştur (Çizelge 5; Şekil 1). Harran serisi toprağının orijinal toprak, kil ve silt fraksiyonları için Langmuir P izoterm grafiklerinden bulunan eğim değerleri sırası ile 6.4×10^{-3} , 4.7×10^{-3} ve 7.4×10^{-3} olarak, P-adsorpsiyon maksimumları 156, 213 ve 135 mg kg^{-1} olarak, kayma değerleri ise 5×10^{-4} , 104×10^{-4} ve 1×10^{-3} olarak bulunmuştur. Toprakların P yükleme enerjileri 12.8, 0.45 ve $7.4 \text{ L mg}^{-1} \text{ P}$ olarak bulunmuştur (Çizelge 5; Şekil 2).

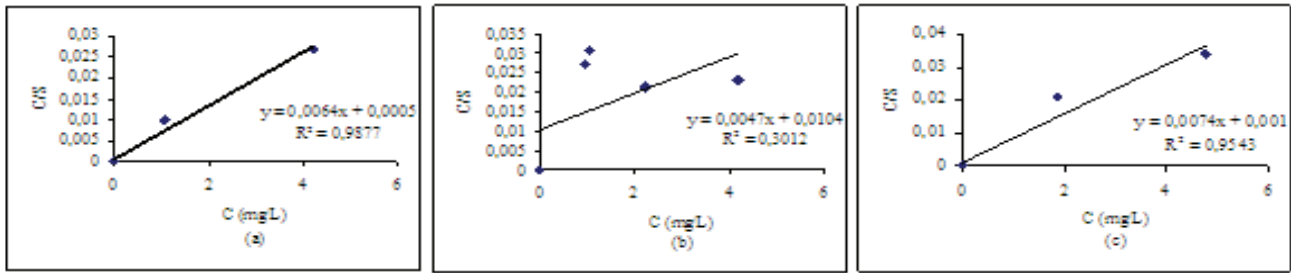
Çizelge 5. OM giderme işlemi yapılmış toprak ve toprak fraksiyonlarının Langmuir parametreleri ve regresyon analizi sonuçları
Table 5. Langmuir parameters and regression analysis results of OM removal soil and soil fractions

Konu	Olsen P mg kg^{-1}	S_{max} mg P kg^{-1}	Eğim	Kayma	k $\text{L mg}^{-1} \text{ P}$	P	R^2	r
Toprak	4.10	167	0.006	0.0007	8.57	2.31×10^{-6}	0.9021	0.949**
Kil fraksiyonu	13.26	192	0.0052	0.0004	13	8.73×10^{-8}	0.9489	0.974**
Silt fraksiyonu	6.13	124	0.0081	0.0006	13.5	3.14×10^{-11}	0.9895	0.995**
Düver Serisi								
Organik madde giderilmiş toprak	23.06	143	0.007	0.0005	14	8.91×10^{-12}	0.9918	0.996**
Organik madde giderilmiş kil frag.	36.68	213	0.0047	0.0003	15.67	1.79×10^{-9}	0.9765	0.988**
Organik madde giderilmiş silt frag.	12.44	124	0.0081	0.0007	11.57	1.79×10^{-9}	0.9873	0.995**
Harran Serisi								
Toprak	11.67	156	0.0064	0.0005	12.8	7.05×10^{-11}	0.9877	0.994**
Kil fraksiyonu	35.03	213	0.0047	0.0104	0.45	0.065	0.3012	0.549
Silt fraksiyonu	9.76	135	0.0074	0.001	7.4	5.02×10^{-8}	0.9543	0.977**
Organik madde giderilmiş toprak	17.27	154	0.0065	0.0007	9.29	1.01×10^{-8}	0.9668	0.983**
Organik madde giderilmiş kil frag.	223.33	323	0.0031	0.0073	0.42	4.67×10^{-5}	0.8227	0.907**
Organik madde giderilmiş silt frag.	38.01	149	0.0067	0.0006	11.17	1.35×10^{-10}	0.9860	0.993**

** : $p < 0.01$



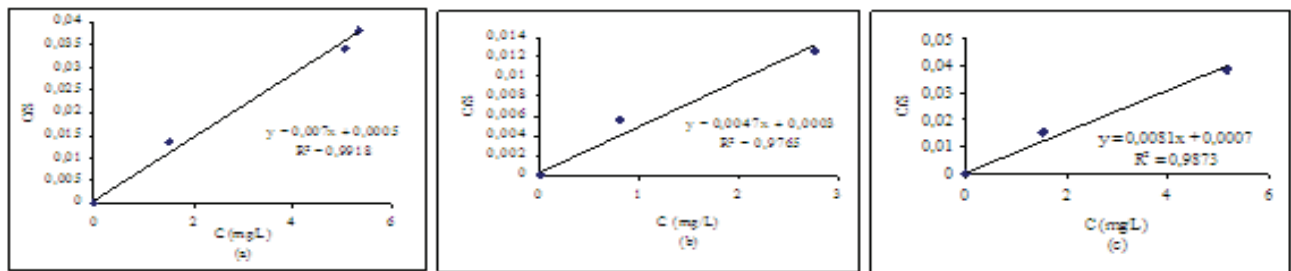
Şekil 1. Düver serisi toprağının; a) toprak, b) kil fraksiyonu, c) silt fraksiyonu Langmuir P-adsorpsiyon izotermi
Figure 1. Düver series soil; a) soil b) clay fraction, c) silt fraction Langmuir P-adsorption isotherms



Şekil 2. Harran serisi toprağının; a) toprak, b) kil fraksiyonu, c) silt fraksiyonu Langmuir P-adsorpsiyon izotermi
Figure 2. Harran series soil; a) soil b) clay fraction, c) silt fraction Langmuir P-adsorption isotherms

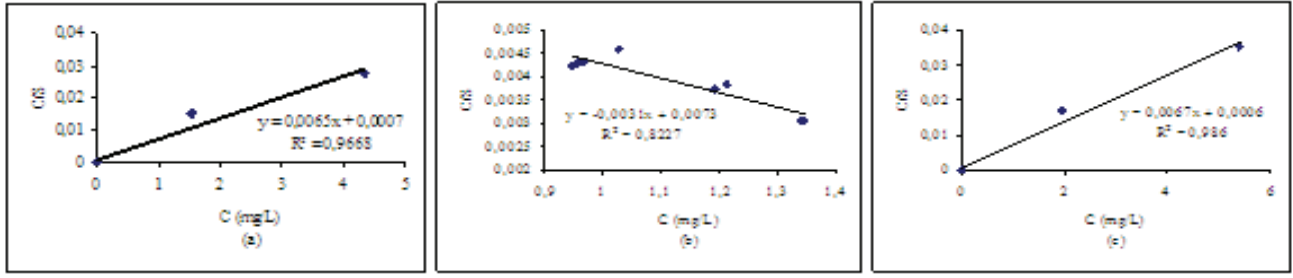
Topraklardan OM giderildiği durumda Langmuir P izoterm grafiklerinden toprak, kil ve silt fraksiyonları sırası ile Düver serisi toprağında eğim 7×10^{-3} , $4,7 \times 10^{-3}$ ve $8,1 \times 10^{-3}$ olarak, P-adsorpsiyon maksimumu 143, 213 ve 124 mg kg^{-1} olarak, kayma değerleri ise 5×10^{-4} , 3×10^{-4} ve 7×10^{-4} olarak bulunmuştur. Toprakların P yükleme enerjileri 14, 15,67 ve 11,57 L mg^{-1} P olarak bulunmuştur. Harran serisi toprağında eğim $6,5 \times 10^{-3}$, $3,1 \times 10^{-3}$ ve $6,7 \times 10^{-3}$ olarak, P-adsorpsiyon maksimumu 154, 323 ve 149 mg kg^{-1} olarak, kayma değerleri ise 7×10^{-4} , $7,3 \times 10^{-3}$ ve 6×10^{-4} olarak bulunmuştur. Toprakların P yükleme enerjileri 9,29, 0,42 ve 11,17 L mg^{-1} P olarak bulunmuştur (Çizelge 5; Şekil 3, 4). Topraklar ve fraksiyonlarında (C) denge konsantrasyonu ile konsantrasyonun adsorpsiyona oranı (C/S) arasındaki ilişkinin,

Langmuir P-adsorpsiyon izotermine uyumun araştırıldığı regresyon analizi ile yapılan istatistiki değerlendirme sonuçları Çizelge 5’de verilmiştir. Harran serisi toprağının kil fraksiyonunun Langmuir P-adsorpsiyon izotermine uyumunun regresyon analizi sonucuna göre önemsiz olması ile birlikte ($r=0,549$) diğer konularda (C) ile (C/S)’in birbirlerine göre ilişkisi ve P-adsorpsiyonunun Langmuir P-adsorpsiyon izotermine uyumu önemli çıkmıştır. Regresyon analizi sonuçları $r=0,907-0,996$ arasında ve olasılık değeri $p<0,01$ olarak elde edilmiştir. Lin vd. (1991) 7 farklı çay bölgesi toprağında P statüsünü, adsorpsiyonu, fiksasyonu ve çözelti P’ünü belirlemeye çalıştıkları çalışmalarında; P-adsorpsiyon kinetiğinin en iyi Langmuir izotermi ile tariflendiğini belirtmişlerdir. Sharma vd. (1994) 0–15 cm derinlikten alınan



Şekil 3. Düver serisi toprağının OM giderme işlemi durumunda; a) toprak, b). kil fraksiyonu, c). silt fraksiyonu Langmuir P-adsorpsiyon izotermi

Figure 3. In the case of OM removal process of the Düver series soil; a) soil, b) clay fraction, c) silt fraction Langmuir P-adsorption isotherms



Şekil 4. Harran serisi toprağının OM giderme durumunda; a) toprak, b) kil fraksiyonu, c) silt fraksiyonu Langmuir P-adsorpsiyon izotermi

Figure 4. In the case of OM removal process of the Harran series soil; a) soil, b) clay fraction, c) silt fraction Langmuir P-adsorption isotherms

topraklarda 6 farklı gübre uygulaması ile buğday ve mısır yetiştirilen topraklarda P-adsorpsiyonunun en iyi Langmuir ve Freundlich izotermi ile bulunduğunu belirtmişler, P-adsorpsiyon ve desorpsiyon değerlerinin Langmuir izotermi ile tüm saksılar için $123\text{--}498 \mu\text{g g}^{-1}$ olduğunu bildirmişlerdir. Hesaplanan Langmuir P-adsorpsiyon izotermi ayırma faktörü (R) değerleri, Düver ve Harran serisi topraklarında $1\text{--}6 \times 10^{-3}$ ve $1\text{--}8 \times 10^{-3}$ arasında bulunmuştur. Yapılan hesaplamalar ayırma faktörünün 0-1 arasında bulunduğunu ve gerçekleşen olayın adsorpsiyonun lehinde geliştiğini göstermektedir (Low ve Lee, 1995; Çakmak, 2007).

Toprakların Adsorpsiyon Maksimumlarının Genel Değerlendirilmesi

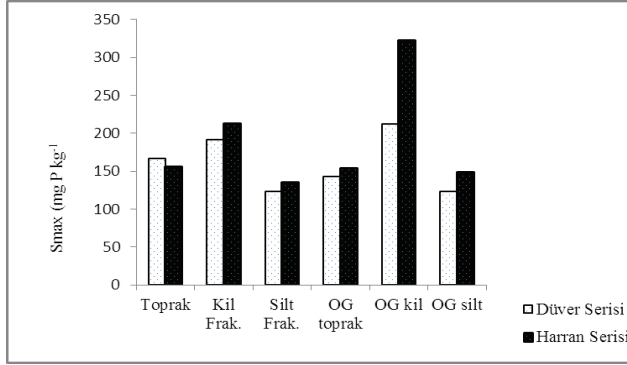
Toprak örneklerinin denge çözeltileri sonucunda, Langmuir izoterminden faydalanılarak bulunan P-adsorpsiyon maksimumları, Düver serisi toprağında (167 ppm) Harran serisi toprağından (156 ppm) biraz yüksek çıkmıştır (Çizelge 5). Ağır bünyeli iki toprak kil fraksiyonları bazında ele alındığında, büyük bir fark oluşmamakla birlikte Harran serisi toprağının kil fraksiyonunun P-adsorpsiyonu (213 ppm) Düver serisi toprağının kil fraksiyonu P-adsorpsiyonundan (192 ppm) daha fazla olduğu ortaya çıkmaktadır. Topraklar silt fraksiyonları bazında değerlendirildiğinde, yine Harran serisi toprağının silt fraksiyonu Düver serisi toprağının silt fraksiyonundan daha fazla P adsorplamaktadır. Bu toprakların kil ve silt fraksiyonları incelendiğinde; Harran serisi toprağının fraksiyonlarının P-adsorpsiyon kapasitesinin, Düver serisi toprağının fraksiyonlarının P-adsorpsiyon kapasitesinden daha fazla olduğu görülmektedir. Harran serisi toprağındaki baskın killerin montmorillonit olmasının bu olayda

etkili olduğu söylenebileceği gibi, Düver serisi toprağında Harran serisi toprağına göre yüksek Fe ve Na miktarının da P-adsorpsiyon alanlarını işgal edeceğinden dolayı bu olayda etkili olduğu söylenebilmektedir. Nitekim kil minerallerinde, adsorpsiyon yüzeyleri Ca^{+2} , Fe^{+3} ve Al^{+3} tarafından doyurulduğunda toprak çözeltilesindeki P'da artış ortaya çıktığı belirlenmiştir (Bennani vd., 2005). Demir oksitlerin P'u bağlamadaki rolü (Zhou vd. 2001; Shen vd. 2003; McBeath vd. 2004) bilinmesine rağmen kendilerinin işgal ettiği alanın daha önemli olduğu düşünülmektedir. Gaziantep yöresi Kayacık ovasının topraklarının adsorpsiyon maksimumlarının $58\text{--}113.3$ ppm arasında (Derici ve Ağca, 1999), tipik Luvisol toprakları için yapılan bir çalışmada da bu değerlerin $484\text{--}912$ ppm arasında (Han vd., 2005), killi topraklardaki bir çalışmada da $48\text{--}1429$ ppm arasında olduğu bulunmuştur (Valladares vd., 2003). Yine bu kapsamda yapılan incelemeler sonucunda yapılmış başka bir çalışmada yarı kurak bölge topraklarında P-adsorpsiyon kapasitelerinin $124\text{--}805$ ppm arasında bulunduğu bildirilmiştir (Pereira ve De Faria, 1997). P-adsorpsiyon maksimumu, nemli tropikal topraklarında $103\text{--}460$ ppm arasında (Agbenin, 2003), batı Afrika'nın kuzeyindeki topraklarda $36\text{--}230$ ppm arasında bulunduğu düşünüldüğünde (Nwoke vd., 2004) her iki toprak içinde bulunan P-adsorpsiyon değerleri normal karşılanabilmektedir.

Düver serisi toprağında, OM giderildiği durumda toprağın P-adsorpsiyon maksimum değerinde azalma meydana gelmiş, bu değer 143 ppm olmuştur. Harran serisi toprağı P-adsorpsiyon maksimumu, OM giderme işleminden sonraki P-adsorpsiyon maksimumları ile kıyaslandığında, bir değişimin olmadığı görülmüştür (Çizelge 6, Şekil 5).

Çizelge 6. OM giderme işlemi yapılmış toprakların ve bunların fraksiyonlarının P-adsorpsiyon maksimum değerleri
Table 6. The P-adsorption maximum values of the OM-removed soils and their fractions

Konular	Düver Serisi			Harran Serisi		
	Toprak	Kil fraks.	Silt fraks.	Toprak	Kil fraks.	Silt fraks.
Orijinal	167	192	124	156	213	135
OG	143	213	124	154	323	149

**Şekil 5.** Düver ve Harran serisi, topraklarının, kil ve silt fraksiyonları ile OM giderme işlemi yapılmış toprak ile kil ve silt fraksiyonlarının P-adsorpsiyon ilişkisi**Figure 5.** P-adsorption relationships of soil, clay and silt fractions of Düver and Harran series soils, clay and silt fractions and the soil with OM removal

Toprakta Organik Maddenin Fosfor Adsorpsiyonuna Etkisi

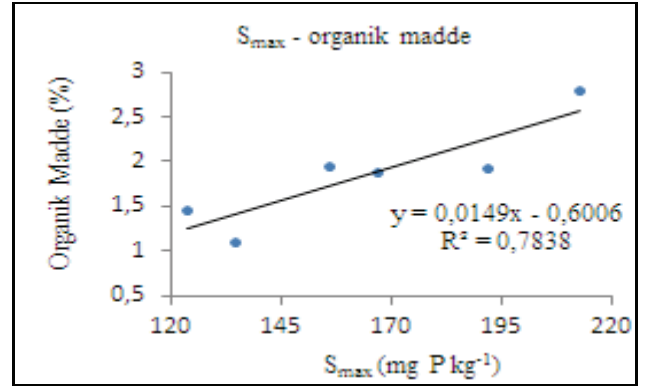
Toprakların ve fraksiyonlarının organik madde (%) içerikleri 1.1-2.79 arasında P-adsorpsiyon maksimumları ise 124-213 mg P kg⁻¹ arasında değişmiştir. Organik madde değişimi ile P-adsorpsiyon maksimumu arasında iyi bir korelasyon olduğu görülmekte ve korelasyon katsayısı $r=0.885$ ($P<0.01$) olarak bulunmaktadır (Şekil 6). Düver serisine ait deneme toprağının 167 ppm olan P-adsorpsiyon maksimum değeri, topraktaki organik maddenin uzaklaştırılması ile 143 ppm seviyesine inmiştir. Harran serisine ait toprağın 156 ppm olan P-adsorpsiyon maksimumu, organik maddenin uzaklaştırılması ile 154 ppm seviyesine inmiştir (Çizelge 6, Şekil 5). Bu olay organik maddenin kendisinin P-adsorplama kabiliyetinde olduğunu veya adsorpsiyon olayını teşvik ettiğini ortaya koymaktadır. Nitekim, bazı araştırmacılar, siğir gübresinin uygulandığı durumu, toprak organik madde seviyesi ile kontrol etmişler ve bu durumda da P-adsorpsiyonunun artışı organik madde artışı sonucu oluştuğunu bulmuşlardır (Potarzycki vd., 2004). Ayrıca Brasil ve Muraoka (1995) tarafından killi ve orta tekstürlü

Latosollerde gerçekleştirilen bir çalışmada da P sorpsiyon indeksi ile kil ve organik madde içeriği arasında iyi bir korelasyon bulunduğu bildirilmiştir. Ni vd. (1995) organo-inorganik gübrelemenin ve organik materyalin adsorpsiyon maksimumunu artırırken, mineral P ilavesinin bu değerlere çok az bir etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Sardı ve Csatho (2002) toprak pH'sı 4.46–7.27 arasında değişen topraklardaki çalışmalarında, toprak özelliklerindeki farklılıkların, gübrelerle uygulanan P ve toprakta önceden bulunan P'un durumunda etken olduğunu bildirerek, uzun süreli P uygulamasının, saksı denemelerindeki toprakların P-adsorpsiyonuna etkisinde pH ve humus içeriğinin etkili olduğunu belirtmişlerdir. Kordlaghari (2006), düşük organik madde içerikli kalkerli topraklardaki P-adsorpsiyon kapasitelerini üç farklı modelle (basit Langmuir, Ferundlich ve İki-yüzey Langmuir eşitliği) kıyaslamıştır. P sorpsiyonunun organik maddeden etkilendiğini belirtmiştir. Harran serisinin toprağı ile organik maddesi uzaklaştırılmış Harran serisi toprağı kıyaslandığında düşük P uygulamalarında adsorpsiyon gelişmezken, yüksek P uygulamalarında da denge çözeltisi P konsantrasyonları (0.4 mg L⁻¹) çok küçük bir aralıkta farklılık göstermiştir. Bu değerler şekilsel olarak değişim var gibi görünmekle birlikte değer olarak çok fark bulunmamaktadır. Bu konudaki yüzey P'unun yüksekliği nedeniyle olayın bu şekilde gerçekleşmiş olduğu söylenebilir. Düşük konsantrasyonlarda P ilavesinde adsorpsiyonun gelişmemesine neden olarak organik madde (organik C) ile P'un adsorpsiyon alanları için yarış halinde olduğu bildirilmektedir (Ayaz vd. 2010; Zhuan-xi vd. 2009).

Kil Fraksiyonunda Organik Maddenin Fosfor Adsorpsiyonuna Etkisi

Düver serisine ait toprağın kil fraksiyonunun P-adsorpsiyon maksimum değeri 192 ppm iken OG ile bu değer 213 ppm seviyesine yükselmiştir. Harran serisi toprağının 213 ppm olan P-adsorpsiyon maksimum değeri, kil fraksiyonundan organik maddenin uzaklaştırılması ile 323 ppm seviyesine

yükselmektedir (Çizelge 6, Şekil 5). Organik madde kil fraksiyonunda, P-adsorpsiyon maksimumunu azaltma yönünde etkilemiştir. Her iki toprağın kil fraksiyonunda organik maddenin olmadığı durumda P-adsorpsiyon maksimum değeri artmıştır. Düver ve Harran topraklarının kil fraksiyonlarında sırası ile orjinal kil fraksiyonundaki toplam organik maddenin %71.82 ve %81.02'si bulunmaktadır. Bu olayda muhtemelen fraksiyonlarda bulunan organik maddenin, kil fraksiyonlarını oluşturan bileşenlerin P-adsorpsiyon alanlarını işgal ederek, kil fraksiyonunun daha az P adsorplaması neticesinde P-adsorpsiyon maksimumunu azaltmış olabileceği sonucuna gidilebilmektedir. Nitekim araştırmacılar organik madde ilavesinin (pH 5.0) monokalsiyum fosfatın yayıllığına, Fe^{+3} , Al^{+3} ve kil mineralojisinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, demir ve alüminyumun humik maddelerle chelat oluşturmak (ortamdaki Fe^{+3} ve Al^{+3} lerle P'un bitkilerce alımı daha kolay hale gelen Fe'li ve Al'lu bileşiklere dönüşümü) suretiyle P'un daha yayıllı forma dönüşümünün engellenmiş olduğunu bildirmiştir. Sahu ve Sahu (1991) tek başına kilin kil-organik kompleksinden daha fazla P adsorpladığını bildirmiştir. Kil minerallerinde (smektit), adsorpsiyon özellikleri Ca^{+2} , Fe^{+3} ve Al^{+3} tarafından doyurulduğunda, toprak solusyonundaki P'da artış ortaya çıktığı bildirilmiştir (Bennani vd., 2005). Araştırmacılar yaptıkları çalışmada, organik gübre ilavesi ile toprakta kalan P azalırken, toprak çözeltisine salınan P miktarında artış bulduklarını belirtmişlerdir (Zhang ve Sun, 1995, Jiao vd., 2007). Bazaltik kahverengi ve kırmızı ferrik latosollerden yüzey toprakları; kil içerikleri ve demir içerikleri yüksek topraklarda oksitlerin ve organik maddenin P sorpsiyonuna etkilerinin araştırıldığı çalışmada, organik maddenin P-adsorpsiyonunu oksitlerin bireysel etkisini maskeleyerek yaptığı bildirilmiştir (Almeida vd., 2004). Yu vd. (2013) organik gübre ilavesinin ana toprak materyalinde P-adsorpsiyonunun azalmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu azalmanın oluşan organik asitlerin P-adsorpsiyon alanlarını işgal ederek, çözünen organik maddenin P'un daha fazla açığa çıkmasını teşvik ederek, topraktaki seski oksitlerin organik madde ile kombine olup P-adsorpsiyonunu engelleyerek yani organik maddenin P-adsorpsiyonunu maskeleyerek oluştuğunu bildirmişlerdir. Lateritik topraklarda organik madde ilavesinin organik karbonun P-adsorpsiyon alanlarını işgal ederek adsorpsiyonunun azaltıldığı bildirilmektedir (Yusran, 2010).



Şekil 6. Düver ve Harran serisi, toprakları ile kil ve silt fraksiyonlarının P-adsorpsiyonu ile organik madde arasındaki ilişki

Figure 6. Relationship between P-adsorption and OM of Düver and Harran series, soil and clay and silt fractions

Silt Fraksiyonunda Organik Maddenin Fosfor Adsorpsiyonuna Etkisi

Düver serisine ait toprağın silt fraksiyonunun P-adsorpsiyon maksimum değeri 124 ppm iken OM giderme işleminden sonra, P-adsorpsiyon maksimumu değişmeden 124 ppm seviyesinde kalmıştır. Harran serisi toprağının silt fraksiyonunun P-adsorpsiyon maksimum değeri 135 ppm iken OM giderme işleminden sonra bu değer 149 ppm seviyesinde az da olsa yükselmiştir (Çizelge 6, Şekil 5). Bu durum organik maddenin P-adsorpsiyon alanlarındaki maskeleyme etkisinin, kil fraksiyonunda olduğu gibi devam ettiğini göstermektedir. Organik maddenin P-adsorpsiyonuna etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda sonuçlar bahsedilen bulguyu destekler niteliktedir. Örneğin; organik madde uygulaması ile P'lu gübreleme birlikte yapıldığında, P'un bitkiye yayıllılığının artmasının nedeninin bozulan organik madde sebebiyle P sorpsiyonundaki azalmanın olduğu ve fosfor aktivitesinin organik asitlerden etkilendiği belirtilmiştir (Guppy vd., 2005; Yu vd., 2013). Ayrıca organik madde ve humusun, fosforun yayıllılığını arttırdığı göz önüne alınarak, özellikle organik madde içeriği düşük alanlarda organik madde kaynaklarının kullanılmasının alınabilir fosforu artırarak gübre etkinliğini artıracak da belirtilmektedir (Ceylan, 2003).

Sonuçlar

Düver ve Harran serisinin ağır bünyeli topraklarındaki Langmuir P-adsorpsiyon izotermi gerçekleşen olayın adsorpsiyonun lehinde geliştiğini göstermektedir. Ortamda organik maddenin bulunması P-adsorpsiyonunu

artıran bir etki olarak görülmekte bu durum organik maddenin kendisinin de P-adsorplama kabiliyetinin olduğunu göstermektedir. Toprakların kil fraksiyonunda bulunan organik maddenin, kil fraksiyonlarını oluşturan bileşenlerin P-adsorpsiyon alanlarını işgal ederek, kil fraksiyonunun daha az P adsorplaması neticesinde P-adsorpsiyon maksimumunu azaltmıştır. Organik maddenin toprağın kil fraksiyonundaki P adsorpsiyon alanlarını işgal etmesi nedeni ile toprağın daha az fosfor adsorplanması, toprakların fosfor bakımından fakirleşmesine neden olabilmekte ve bu da rizosfer bölgesindeki labil fosfor desteğinin azalmasını beraberinde getirmektedir. Bu durum organik maddenin çok fazla olduğu topraklarda toprak çözeltisinde yeterince fosforun olabilmesi için daha fazla fosforlu gübre uygulamasına ihtiyaç olacağını göstermektedir.

Teşekkür

Bu çalışma kullanılan veriler Ağır Bünyeli Toprakta Bazı Toprak Bileşenlerinin Fosfor Adsorpsiyon Kapasitesine Etkilerinin Langmuir İzotermi ile Araştırılması (TOVAG-106O300) projesinin bir bölümünden alınmıştır. Proje TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Yazarlar TÜBİTAK'a desteklerinden dolayı teşekkür ederler.

Kaynaklar

Agbenin OJ (2003). Extractable Iron and Aluminium Effects on Phosphate Sorption in a Savanna Alfisol. *Soil Science of America Journal*, (67): 589–595

Almeida JA, Torrent J and Barron V (2004). Soil Colorphosphorus Pools and Phosphate Adsorption in Latosols Developed from Basalt in the South of Brazil. *Agroveterinarias. Universidade Do Estado De Santa Catarina, desc. Caixa Postal 281*

Allen D (2002). Standarditaion of Soil Test for Phosphorus. *Chemistry Centere (Wa), Grains Research and Development Corporation: Part 1 Sorption.*

Arcak Ç (2003). Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Sarayköy Araştırma ve Deneme İstasyonu Toprakları. Tarım ve Köyışleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Teknik Rapor No: 3, Ankara.

Ayaz M, Saleem A and Memon M (2010). Phosphorus adsorption parameters in relation to soil characteristics. *Journal Chemical Society of Pakistan*, 32:129-139

Bennani F, Badraoui M and Mikou M (2005). Monocalcium Phosphota Monohydrate Concentration in Soil Suspension Amended with Organic Matter. *Phys. Iv. France*, 12: 159–163

Bouyoucus GJ (1951). A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soil.

Brasil EC and Muraoka T (1995). Phosphorus Adsorption Capacity of Yellow Latosol and Red Yellow Podzolic Soil from Eastern Amazonia. *Boletim Da Faculdate De Ciencias Agrarias Do Para*, 24: 81–91

Campbell KL and Edwards DR (2001). Phosphorus and water quality. In: W F Ritter and A Shirmonhammadi (Eds.), *Agricultural nonpoint source pollution, waterahed management and hydrology*, Boca Raton, New York. Washington. D.C. pp. 91-107

Ceylan Ş, Kılınc R ve Karakaş D (2003). Bitlis Yöresi Topraklarının Fosfor Adsorpsiyon ve Fiksasyon Durumlarının Nükleer Yöntem ile Belirlenmesi *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 40(1):71-78

Çakmak M E (2007). Adsorpsiyon Teorisi. Available: <http://www.odevarsivi.com>.

Dada AO, Olalekan AP, Olatunya AM ve Dada O (2012). Langmuir, Freundlich, Temkin and Dubinin–Radushkevich Isotherms Studies of Equilibrium Sorption of Zn²⁺ Unto Phosphoric Acid Modified Rice Husk. *Journal of Applied Chemistry*, 3(1): 38-45

Derici MR and Ağca N (1999). Phosphorus Adsorption of the Soils of the Gaziantep Kayacık Plain. *Tr. J. Agriculture and Forestry, Tübitak*, 23(2): 395–400

Diñç U, Şenol S, Sayın M, Kapur S, Güzel N, Derici R, Yeşilsoy N Ş, Yeğingil İ, Sarı M, Kaya Z, Aydın M, Kettaş F, Berkman A, Çolak AK, Yılmaz K, Tunçgöğüs B, Çavuşgil V, Özbek H, Gülüt KY, Karaman C, Diñç O, Öztürk N, Kara EE (1988). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAT) 1. Harran Ovası. TÜBİTAK Tarım ve Ormançılık Grubu Güdümlü Araştırma Projesi Kesin Sonuç Raporu, Proje TOAG-534

Duffera M and Robarge WP (1999). Soil Characteristics and Management Effects on Phosphorus Sorption by Highland Plateau Soils of Ethiopia. *Soil Science Society of America Journal*, 63(14): 551–462

Fox RL and Kamprath EG (1970). Phosphate Sorption Isotherm for Evaluating the Phosphate Requirements of Soil. *Soil Science. Soc. Am. Proc.*, 34: 383–411

Guilherme LRG, Curi N, Silva MLN, Reno NB and Machado RAF (2000). Phosphorus Adsorption in Lowland Soils From Minas Gerais State Brazil. *Revista Brasileira De Ciencia Do Solo*, 24(1): 27–34

Guppy CN, Menzies NW, Blamey FPC and Moody PW (2005). Do Decomposing Organic Matter Residues Reduce Phosphorus Sorption in Highly Weathered Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 69: 1405–1411

Hall KR, Eagleton, LC, Arcivos A and Vermeulen T (1966). Pore and Solid Diffusion Kinetics in Fixed Bed Adsorption Under Constant Pattern Conditions. *Ind. Eng. Chem*, 5: 1212–1219

Han X, Tang C, Song C, Wang S and Qiao Y (2005). Phosphorus Characteristics Correlate With Soil Fertility of Albic Luvisols. *Plant and Soil*, 270(1): 47–56

Hartge KH (1971). *Die Physikalische Untersuchung Von Böden*. Enke Verlag Stuttgart. pp. 31–50

Jackson ML (1958). *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall. Inc. Eng. Cliffs. New Jersey, USA.

- Jackson ML (1962). Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall. Inc. Eng. Cliffs. N. J., USA.
- Jiao Y, Whalen JK and Hendershot WH (2007). Phosphate Sorption and Release in a Sady-Loam Soil as Influenced by Fertilizer Sources. *Soil Science Soc. Am. J.*, 71: 118–124
- Karthikeyan G and Ilango SS (2007). Fluoride Sorption Using Moringa Indica-Based Activated Carbon. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 4(1): 21–28
- Khan OU, Khan MJ, Rehman S ve Khan SU (2012). Impact of equilibrating time on phosphate adsorption and desorption behaviour in some selected saline sodic soils. *Journal- Chemical Society of Pakistan* 34(1):33-37
- Klages MG, Olsen RA and Haby VA (1988). Relationship of Phosphorus Isotherm to Nahco₃-Extractable Phosphorus as Affected by Soil Properties. *Soil Science*, 146: 85–91
- Kordlaghari KP (2006). Sorption-Desorption Behavior of Phosphorus and Potassium in Four Soil Series of Isfahan. 18. World Congress of Soil Science, Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- Lajthal K and Harrison AF (2002). Strategies of Phosphorus Acquisition and Conservation by Plant Species and Communities. Phosphorus in the Global Environment. Institute of Terrestrial Ecology, Merlewood Research Station, Grange Over Sands, Cumbria LA11 6JU.UK.
- Lin Z, Wu X, Wang XP and Yu YM (1991). Phosphorus Nutrition in Tea Soil in Red Earth Region of China. *Proceeding of The International Symposium on Tea Science Shizuoka, Japan*, pp. 722–726
- Low KS and Lee CK (1995). Crome Waste as Adsorbent for the Removal of Arsenic (V) from Aqueous Solution. *Environ. Technol.*, 16: 65–71
- Martin A E and Reeve R (1955). A Rapid Manometric Method for Determining Soil Carbonate. *Soil Sci.* 79: 187-197
- Mcbeath TM, Lombi E and Mclaughlin M (2004). Sorption of Orthophosphate and Pyrophosphate in Australian soils. 3rd Australian New Zealand Soils Conference, 5 – 9
- Moazed H, Hoseini Y, Naseri AA ve Abbasi F (2010). Determining Phosphorus Adsorption Isotherm in Soil and its Relation Soil Characteristics. *International Journal of Soil Sciences*, 5(3):131-139
- Nagda GK, Ghole VS and Diwan AM (2006). Tendu Levels Refuse as a Biosorbent for Cod Removal From Molasses Fermentation Based Bulk Drug Industry Effluent. *Journal of Applied Science and Environmental Management*, 10(3): 15–20
- Ni WZ, Zhang YS and Sun X (1995). Effect of Organic Manure on Phosphorus Adsorption-Desorption and Availability in Paddy Soil Derived From Red Earth. *Pedosphere*, 5(4): 357–361
- Nwoke OC, Vanlauwe B, Diels J, Sanginga N and Osonubi O (2004). The Distribution of Phosphorus Fractions and Desorption Characteristics of Some Soils in Te Moist Savanna Zone of West Africa. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 69(2): 127–141
- Olsen SR, Cole V, Watanable FS and Dean LA (1954). Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction With Sodium Bicarbonate. U. S. Dept. of Agr. Cir., 939, Washington. D.C.
- Page AL Miller RH and Keeney DR (1982). *Methods of Soil Analysis. Chemical and Mikrobiological Properties. Second Edition.* American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA.
- Pant HK and Reddy KR (2001). Phosphorus Sorption Characteristics of Estuarine Sediments Under Different Redox Conditions. *Journal of Environmental Quality*, 30: 1474–1480
- Pereira JR and De Faria CMB (1997). Phosphorus Sorption in Some Soils of the Semi-Arid Region of the Brazilian Northeast. *Aceito Para Publicaçao, Cptsaa.*
- Pierzynski GM (2000). *Methods of Phosphorus Analysis for Soils, Sediments, Residuals and Waters.* Department of Agronomy, Southern Cooperative Series Bulletin No: 396, 2004 Throckmorton Plant Sciences Ctr. Kansas State University, Ks 66506–5501, Manhattan.
- Polemio M and Rhoades J D (1977). Determining Cation Exchange Capacity: New Procedure for Calcareous and Gypsiferous Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 41: 524-528
- Potarzycki J, Gaj R and Schnug E (2004). Phosphorus Adsorption in Soils After 20 Years of Organic and Mineral Fertilization. *Landbauforschung Volkenrode*, 54: 13–20
- Richards LA (1954). *Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils.* U. S. Dep. Agr. Handbook 60.
- Sahu NC and Sahu SS (1991). Adsorption of Phosphorus and Potassium by Clays and Clay-Organic Complexes of Some Soils of West Bengal. *Environment and Ecology*, 9(4): 959–962
- Sardi K and Csatho H (2002). Studies on The Phosphorus Adsorption of Diffrent Soil Types and Nutrient Levels. 17.Wcss., Thailand.
- Sharma KN, Harjit S, Vig AC and Singh H (1994). Influence of Continuous Cropping and Fertilization on Adsorption and Desorption of Soil Phosphorus. *Fertilizer Research*, 40(2): 121–128
- Shen J, Rengel Z, Tang C, and Zhang F (2003). Role of Phosphorus Nutrition in Development of Cluster Roots and Release of Carboxylates in Soil-Grown Lupinus Albus. *Plant and Soil* 248:199-206
- Tsado PA, Osunde OA, Igwe CA, Deboye MKA ve Lawal BA (2012). Phosphorus sorption characteristics of some selected soil of the Nigerian Guinea Savanna. *Int. J. Agr. Sci.* 2(7): 613-618.
- Valladares GS, Pereira MG and Dos Anjos UHC (2003). Phosphate Sorption in Low Activity Clay Soils. *Bragantia Campinas*, 62(1): 111–118
- Walkley A and Black IA (1934). An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Cromic Acid Titration Method. *Soil Sci.* 37: 29-38
- Wogi L, Msaky JJ, Rwehumbiza FBR ve Kibret K (2015). Phosphorus Adsorption Isotherm: A Key Aspect for Soil Phosphorus Fertility Management. *American Journal of Experimental Agriculture* 6(2): 74-82.

Yu W, X Ding X, Xue S, Li S, Liao X ve Wang R (2013). Effects of organic-matter application on phosphorus adsorption of three soil parent materials. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. [online], 13(4): 1003-1017, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162013005000079>.

Yurtsever N (1984). *Deneysel İstatistik Metotlar. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No:121. Ankara.*

Yusran FH (2010). The Relationship between Phosphate Adsorption and Soil Organic Carbon from Organic Matter Addition. *J. Trop. Soils*, 15(1): 1-10

Zhang NWZ and Sun X (1995). Effect of Organic Manure on Phosphorus Adsorption-Desorption and Availability in Paddy Soil Derived from Earth. *Pedosphere*, 5(4): 357-361

Zhou M and Li Y (2001). Phosphorus Sorption Characteristics of Calcareous Soils and Limestone from the Southern Everglades and Adjacent Farmlands. *Soil Science Society of America Journal*, 65(5): 1404-1412

Zhuan-xi L, Bo Z, Jia-liang T and Tao W (2009). *Ecological Engineering*. pp 35-57

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 atfı 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 atf 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.

İnternetten alınan bilgi:

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

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

Tezler

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

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

Tam metin kongre/sempozyum kitabı:

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

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

Şekiller ve Çizelgeler: Şekil, grafik, fotoğraf ve benzerleri "Şekil", sayısal değerler ise "Çizelge" olarak belirtilmelidir. Tüm şekil ve çizelgeler makalenin sonuna yerleştirilmelidir. Şekil ve çizelgelerin boyu tek sayfa düzeninde en fazla 16x20 cm ve çift sütun düzeninde ise genişliği en fazla 8 cm olmalıdır. Şekil ve çizelgelerin boyutu baskıda çıkabilecek özellikte olmalıdır. Araştırma sonuçlarını karşılaştırmalı olarak sunma özelliğinde olmayan fotoğraf makalede yer almamalıdır. Araştırma sonuçlarını destekleyici nitelikteki resimler 600 dpi çözünürlüğünde "jpg, pdf ve tiff" formatında olmalıdır. Renkli resimler yerine gri tonlu resimler tercih edilmelidir. Çizelgelerde dikey çizgi kullanılmamalıdır. Her çizelge ve sekile 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." Seklinde 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 kullanılabilmesine izin verdiğimizizi kabul ve garanti ederim.

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

a) Patent hakları,

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

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

Yazarlar tarafından yukarıda bahsedilen amaçlar doğrultusunda kullanıldığı takdirde makalenin TOPRAK SU DERGİSİ tarafından 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 be 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 practice. 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 parentheses, eg. According to Ozcan (2003) or Erşahin 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 Assessment*, 140:249-265

Öztaş T (1997). Topraklarda difüzyon 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.