

Su Kısıtı Koşullarında Şeker Mısırının Verim ve Kalitesine Zeolit Uygulamalarının Bakiye Etkisi

Aynur ÖZBAHÇE^{1*} Erdal GÖNÜLAL²

¹Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara/Türkiye

²Toprak Su ve Çölleşme İle Mücadele Araştırma Enstitüsü, Konya/Türkiye

*Sorumlu yazar: a_ozbahce@hotmail.com

Geliş tarihi: 18.08.2018, Yayına kabul tarihi: 18.05.2019

Özet: Kurak koşullar altında Konya Karapınar'da, farklı zeolit dozlarının bakiye etkisi ve farklı su seviyelerinin tatlı mısırın (*Zea mays saccharat. Sturt. var. BATEM Tatlı*) verim ve kalitesine olan etkileri değerlendirilmiştir. Araştırma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ana konuları zeolit dozları (Z_0, Z_3, Z_6, Z_9 ve Z_{12} t da⁻¹) oluştururken, alt konuları ise su kısıtı konuları ($I_{50}: 0.50, I_{75}: 0.75$ ve $I_{100}: 1.00$) oluşturmuştur. Sonuçlar, değişen sulama etkinliği oranları ile birlikte her bir zeolit dozunun verim ve verim bileşenlerini etkilediğini göstermiştir. Su kullanım etkinliğinin, zeolit ve sulama uygulamalarından etkilendiği tespit edilmiştir. En yüksek tane verimi (629 kg da⁻¹), Z_9 - I_{100} uygulamasından elde edilmiştir. Deneme yıllarında, aynı uygulamalarda sulama suyu miktarı 442 mm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca zeolit uygulamalarının mısır koçanı ağırlığı, hasat nemi, hektolitre ağırlığı ve tahılların bazı besin içerikleri gibi bazı kalite parametrelerinin içeriğini etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kalite, kısıtlı su, tatlı mısır, verim, zeolit

The Residual Effect of Zeolite Applications on Yield and Quality of Sweet Corn under Water Limited Conditions

Abstract: The residual effects of different zeolite doses and water levels on yield and quality of sweet corn (*Zea mays saccharat. Sturt. var. BATEM Tatlı*) were evaluated under arid conditions in Karapınar, Konya, Turkey. The experiment was conducted in a split-plot design with three replications. The main plots were formed of zeolite doses (Z_0, Z_3, Z_6, Z_9 and Z_{12} t da⁻¹) while the sub plots were formed of water stress ($I_{50}: 0.50, I_{75}: 0.75$ and $I_{100}: 1.00$). The results showed that in each doses of zeolite with changes in the rate of irrigation efficiency affected the yield and yield components. Water use efficiency was affected by zeolite and irrigation treatments. The highest yield, 629 kg da⁻¹, was obtained from Z_9 - I_{100} application. In the experimental years, irrigation water amount of the same treatment was determined as 442 mm. Also, zeolite treatments affected the content of some quality parameters such as weight of corn cobs, harvest moisture, hectoliter amounts and some nutrient contents of grains.

Key words: Quality, limited water, sweet corn, yield, zeolite

Giriş

İklim ve iklime bağlı olarak gelecekte ortaya çıkabilecek değişimler, sorunlar ve bunlara yönelik alınabilecek önlemler içinde bulunduğumuz yüzyılın en önemli konularından biridir. Her sektör iklim değişimi konusunu kendi yönünden ele alıp değerlendirmekte, gelecekle ilgili

tahminlerde bulunmaya çalışmaktadır. Bunun yanında söz konusu tahminlerden gidilerek geleceğe yönelik yeni stratejiler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Diğer konularda olduğu gibi, iklim değişikliğinin tarımsal faaliyetlere etkisinin de ciddi boyutlarda olması beklenmektedir. İklim değişikliğinin en önemli sonuçlarından birisi de su kaynakları üzerindeki olumsuz

etkileridir. Son yıllarda yağışların uzun yıllar ortalamasına göre düşmesi, gün geçtikçe sayıları artan sondajlar, ekonomik olmayan bilinçsiz sulama teknikleri, tarımda hatalı bitki deseni seçimi ve gerekli koruma tedbirleri alınmamasından dolayı karşımıza pek çok sorun çıkmaktadır. Bunların başında kullanıma elverişli yeraltı su kaynaklarının nitelsiz sularla karışımıyla birlikte su kaynaklarının kirlenmesi, azalması ve kullanılmaması gelmektedir.

Konya Kapalı Havzası'nda DSİ verilerine göre yağışların normal olduğu yıllarda yıllık yaklaşık 1.2 milyar m³ lük emniyetli su rezervi bulunmakta iken çekilen su miktarı 1.8 milyar m³'tür. Bu sonuca göre, bölgemizde yer altı ve yer üstü su kaynakları hızla azalmaktadır. DSİ verileri düşük yağışlarında etkisiyle, Konya Kapalı Havzası yer altı su kaynakları her yıl 700-800 milyon m³ açık verdiğini göstermektedir. Konya Ovası Projesi (KOP) tamamlanması ile bile ovaya verilecek su miktarı yıllık 600 milyon m³'den daha azdır (DSİ, 2008). Bu miktar yeraltından azalan miktarı karşılamadığı gibi; KOP projesi yeni ovaların da sulamaya açılmasına yönelik projeleri de içerdiğinden ihtiyaç duyulan su miktarının daha da artacağı açıktır. Bu bağlamda, Konya Ovası'nda su rezervlerindeki her yılki azalmaların öncelikle önlenmesi gerekmektedir. Havza su kaynaklarının büyük bir bölümünün de tarımda kullanıldığı dikkate alınırsa alınacak önlemler özellikle ve öncelikle tarımsal sulamaların etkinliğinin artırılmasına yönelik olmalıdır.

Diğer taraftan yapılan birçok tahminde iklim değişikliğinden etkilenen ve gelecekte daha da çok etkilenecek ülke Türkiye'dir. İç Anadolu Bölgesi açısından konuya bakıldığında sorunun kuraklık ve susuzluk olmaktan çıkıp hızla "çölleşme" sorunu haline geldiği anlaşılmaktadır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ)'nce yapılan kuraklık araştırmasına göre Konya ve çevreleri çok kurak olarak gruplandırılmıştır (Gürer, 2007). Görüldüğü gibi, Türkiye ve Orta Anadolu Bölgesi özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak görülebilecek bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden birisidir. O halde su kıtlığı çekmemek için su

kaynaklarını artıramayacağımıza göre eldeki su kaynaklarından en iyi şekilde yararlanmamız gerekmektedir. İlimizdeki su kaynaklarının önemli bir bölümü tarımda kullanılmaktadır. Bu nedenle öncelikle tarımda su tasarrufuna önem verilmelidir.

Yenilenebilir su kaynaklarının büyük bir çoğunluğu sulama amaçlı kullanılmaktadır. Bu nedenle tarımda yapılacak su tasarrufu, kullanıma hazır yeni bir su kaynağı oluşturulması anlamına gelmektedir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki sulamada kullanılan suyun miktarını %10 oranında düşürmek, dünya çapında evlerde kullanım için su kullanımı için gerekli olan sudan iki kat daha fazlasını sağlamak anlamına gelmektedir (Shiklomanow, 1990; Konukcu ve ark., 2007).

Belirtilen sebeplerle artan sıcaklıklarla bağlı olarak su eksikliği bitkilerde strese neden olmakta, nemin azalışına bağlı olarak bitkide fizyolojik oluşumlar bozulmakta, büyüme yavaşlamakta, verim ve ürün kalitesi düşmektedir. Bu yüzden bitki yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi bozmadan mümkün olduğunca suyu tasarruf ederken suyun daha etkin kullanımını sağlayacak yöntemlere geçilmesi gerekmektedir.

Şeker mısırı bitkisi bilindiği gibi vejetasyon periyodu içinde fazla su tüketmektedir. Bölge toprağı da kumlu bünyede olduğu için, sık sık sulama yapılmakta ve böylece derine sızma kayıpları da artmaktadır.

Bu nedenle son yıllarda sulama suyunun etkinliğini artırmada su tutma kapasitesi yüksek materyallerin yetiştiricilikte kullanılması gündeme gelmiştir. Bu sebeple zeolit tarım sektöründe toprağın su tutma kapasitesini artırarak birim alandan daha fazla ve kaliteli ürün alma amacı ile yaygın kullanım potansiyeline sahiptir (Brown, 1998). Zeolit, hidrate olmuş alüminyum silikat içeriğinde kimyasal bir mineraldir. Toprakta yüksek katyon değişim kapasitesi (KDK), dengeli su alıp-salınma, iyon değişimi, besin alıp-verebilme ve asidite ile hava gözenekliliğini düzenleyebilmektedir. Ayrıca, zeolit yavaş yavaş yaygın gübre özelliğindedir (Sand and Mumpton 1978; Nozari et al., 2013). Bu özelliklerinden dolayı çevre bilimciler zeoliti su kalitesini iyileştirmede (Pirtola et al., 1998) toprakta

suyun tutunumunu artırmada ve toprağı iyileştirmede (Haidouti, 1997; Ozbahce ve ark., 2015; Ozbahce ve ark., 2018) kullanmayı önermişlerdir.

Bu çalışma su miktarının gittikçe azaldığı yöre topraklarında damla sulamayla yapılan su stresi koşullarında zeolit uygulamalarının bakiye etkisinin şeker mısırı bitkisinin verim, kalite ve toprağın su tutma kapasitesine olası faydasını belirlemek, bitkinin sulama programını oluşturmak ve bu şekilde de suyun etkin kullanımını sağlamak amacıyla yürütülmüştür. Diğer taraftan zeolit uygulamalarının bakiye etkisinin toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisinin araştırılması da amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırma Yeri

Deneme Konya ili Karapınar İlçesi, Toprak Su ve Çölleşme İle Mücadele Araştırma İstasyonu arazisinde (37° 41' 35.76" K ve 33° 30' 21.61" D) 2013 yılında yürütülmüştür.

Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Bölgenin iklimi yarı-kurak karasaldır, yazları kurak ve sıcak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Vejetasyon döneminde toplam yağış 119.8 mm olmuştur. Araştırma yerinin vejetasyon döneme ile uzun yıllara ait iklim değerleri Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1 Araştırma yerinin uzun yıllık ve deneme yıllarına ait iklim değerleri

Table 1 The climatic values of the research site for long years and trial years

İklim verileri (deneme yılı / uzun dönem) climate data (experiment year/long term)	Mayıs May	Haziran June	Temmuz July	Ağustos August	Eylül Sept.	Ekim Oct.	Ortalama / Toplam Mean/ Total
Ortalama Sıcaklık (°C) Mean temperature (°C)	16.7	20.1	21.6	21.7	17.1	8.5	16.2
Uzun dönem* Long term	15.4	19.7	23.0	22.2	17.6	11.0	18.1
Yağış (mm) Precipitation (mm)	64.4	24.4	2.4	0.6	12.8	15.2	119.8
Uzun dönem Long term	35.9	27.1	5.3	3.0	7.4	22.6	101.3
Buharlaşma (mm) evaporation (mm)	162	198	295	239	207	100	1201
Uzun dönem Long term	154	198	267	244	169	83	1115

*veriler 1975-2012 yıllarını kapsamaktadır

*data includes 1975-2012 years

Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri

Toprak bünyesi genellikle üst toprakta hafif kumlu-tın, aşağılara doğru inildikçe siltli-killi-tın ve kildir. Topraklar kireç ve potasyumca zengin, organik madde ve

fosforca fakirdir. Araştırma yeri toprak özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Deneme toprağının infiltrasyon hızı 13.2 cm/h olarak ölçülmüş ve zeolit uygulama sonrasında da değişme olmamıştır.

Çizelge 2 Araştırma yeri toprak analiz sonuçları

Table 2 The result soil analysis of experiment site

Derinlik (cm) Depth (cm)	Kum/Sand (%)	Silt/Silt (%)	Kil/Clay (%)	Bünye / Texture	TK/FC (%)	SN/WP(%)	Hacim ağırlığı / Bulk density (g/cm ³)	pH	EC (dSm ⁻¹)	Kireç/Lime (%)	Organik Madde/ Org.Mat.(%)	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (ppm)
0-30	61	23	15	SL	13.3	7.8	1.42	8.1	0.45	48.6	1.9*	2.73*	124.8*
30-60	58.1	22.8	19.1	SCL	17.1	10.6	1.45	8.2	0.45	51.5	1.6**	4.17**	141.2**
60-90	16.0	24.4	59.6	C	30.5	17.4	1.31	8.3	0.85	54.6	-	-	-

*0-20 cm **20-40 cm TK-Tarla Kapasitesi SN-Solma Noktası EC-Elektriksel İletkenlik

Denemede Kullanılan Sulama Suyunun Özellikleri

Denemede kullanılan sulama suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıdaki Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelgeden de anlaşılacağı gibi sulama suyu T_2A_1 sınıfına girmektedir. Sulama suyu, bikarbonat ve sülfat iyonlarının hakim olduğu SAR değeri düşük yer altı suyudur.

Çizelge 3 Denemede kullanılan sulama suyunun özellikleri

Table 3 The characteristics of irrigation water used in the experiment

pH	EC dSm ⁻¹	Kasyonlar (me/l) Cations(me/l)				Anyonlar (me/l) Anions(me/l)				Top./Tot.	SAR
		Na	K	Ca	Mg	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄		
7.90	0.556	0.22	0.01	1.81	3.54	0.0	4.32	0.03	1.23	5.58	0.14

Denemede Kullanılan Zeolitin Özellikleri

Denemede yüksek su tutma, KDK, kataliz ve dehidrasyon özelliklerinden dolayı klinoptilolit tipi zeolit materyali (Manisa-Gördes) Rota Madencilik A.Ş. tarafından sağlanmıştır. Denemede kullanılan zeolit materyaline ait bazı fiziksel ve kimyasal kriterler Çizelge 4'de verilmiştir. Analizler Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü laboratuvarında yapılmıştır. Denemede zeolitin 0.5-1.5 mm çapında olanları kullanılmıştır.

Sulama Sisteminin Unsurları

Deneme alanının sulanmasında damla sulama sistemi kullanılmıştır. Sistem güç ünitesi, basınç düzenleyici, su saati, dozatron, hidrosiklon, elek filtre, ana vana, bağlantı parçaları, her parsel için kontrol vanaları, manifold boru hatları, lateral hatları ve damlatıcılarından oluşmuştur. Deneme konularına uygun olarak düzenlenen damla sulama sistemi her bitki sırasına bir lateral olacak şekilde tarlaya yerleştirilmiştir. Kullanılan damlatıcıların debisi 2 l/h ve işletme basıncı ise 1.1 atm'de tutulmuştur.

Çizelge 4. Denemede kullanılan zeolitin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 4. Some physical and chemical properties of zeolite used in the experiment

İçerik Content	%	İçerik Content	ppm
SiO ₂	71.00	B	0.87
TiO ₂	0.10	Cd	<5
Al ₂ O ₃	11.80	Zn	52
Fe ₂ O ₃	1.70	Pb	<50
CaO	1.96	Se	<50
MgO	1.40	Mn	164
K ₂ O	2.40	Mo	<5
Na ₂ O	0.40	Ni	<10
SO ₃	0.12	Cr	12
Si/Al	4.69	Cu	<10
pH	7.5	Co	<10
KDK/CEC	106 meq/100 g	As	<50

Denemede Kullanılan Bitki Çeşidi

Deneme BATEM Tatlı Şeker Mısır (Zea mays saccharat. Sturt. var. BATEM Tatlı) çeşidi ile yürütülmüştür. Bitki tek evciklidir. Erkek ve dişi çiçekler aynı bitki üzerinde farklı yerlerde yer almaktadır. Bin dane ağırlığı 250–300 gramdır. Bitki boyu 160–220 cm arasındadır.

Metot

Denemelerin Kurulması

Deneme arazi şartlarında Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Deseninde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ana konuları zeolit dozları ve alt konuları da sulama düzeyleri oluşturmuştur (Çizelge 5).

Ekimde parsel büyüklüğü 4.2x6 m= 25.2 m², hasatta kenarlardan birer sıra ve sıra uçlarından da 1 er m atılarak hasat

yapılmıştır. Hasatta parsel büyüklüğü $2.8 \times 4 = 11.2 \text{ m}^2$ olmuştur. Parseller arası 1.8 m ve bloklar arası da 3 m boşluk bırakılmıştır.

Çizelge 5. Deneme konuları

Table 5. The treatments

Ana Konular (Zeolit ton/da) Main Treatments (zeolite ton/da)	Alt Konular (Sulama düzeyi kcp) Sub. Treatments (irrigation level kcp)
0	0.50
3	0.75
6	1.00
9	
12	

Ekimden 3 yıl önce konularına göre zeolit araziye uygulanmış ve 0-30 cm toprak derinliğine karıştırılmıştır. Toprağa karıştırma işlemi düşük devirli rotatiller ile yapılmıştır. Zeolit uygulaması sadece ilk yıl yapılmış alana fasulye, patates ekim

nöbetinin ardından şeker mısır ekilmiş ve deneme çakılı olarak yürütülmüştür (Şekil 1).

Denemelerin Yürütülmesi

Toprak hazırlığı ve ekim

Tarla denemelerinde deneme yerleri sonbaharda derince sürülmüş, ilkbaharda ikinci defa işlenerek ekime hazırlanmıştır. Konularına göre zeolitin bakiye etkisini belirlemek için 3 yıl önceden toprak bünyesinin kum ağırlıklı ve teksel yapıda olan 0-30 cm'lik toprak derinliğine kadar karıştırılmıştır. Ekimler 70×28 cm mesafelerde mibzerle yapılmıştır. Tohumlar insektisit ve fungusitle ilaçlanarak ekilmiştir. Denemede tohum ekimi 02 Mayıs 2013 tarihinde hasat ise 20 Ekim 2013 tarihinde yapılmıştır. Vejetasyon periyodu 171 gün sürmüştür.



(a)



(b)



(c)

Şekil 1. Zeolitin araziye serilmesi (a), karıştırılması (b) ve uygulama derinliği (c)
Figure 1. Laying the zeolite on the field (a), mixing (b) and application depth (c)

Sulamalar, Bitki Su Tüketimi Hesabı, Sulama Suyu ve Su Tüketim Etkinliği

Sulamalar damla sulama yöntemiyle ve 6 gün aralıklarla yapılmıştır. Deneme alanına yerleştirilen Pan buharlaşma kabından her sulama öncesi buharlaşma miktarı ölçülerek ve K_{cp} ' in 1.00, 0.75 ve 0.50 katsayılarıyla hesaplanan sulama suyu miktarı, örtü yüzdesi ile düzeltilerek deneme konularına

verilmiştir. Parsellere uygulanan su miktarı her parsel başında bulunan vanalarla kontrol edilmiştir.

Toprakta nem izlemeleri 12 gün ara ile sulama öncesi ve sonrası dönemlerde nötronmetre ile yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle deneme alanına ilişkin kalibrasyon doğrusu elde edilmiştir. Söz konusu doğrudan yararlanılarak hacim yüzdesi

olarak mevcut nem belirlenmiştir. Ölçümler her 30 cm'lik katmanda ayrı ayrı olmak üzere 0-90 cm derinliği için yapılmıştır. İlk 30 cm derinliğindeki toprak nemi gravimetrik yöntemle de takip edilmiştir. Böylece sulamalarda derine sızmaların olup olmadığı izlenmiş ve derine sızmanın olmadığı gözlenmiştir. İlk sulamada 0-90 cm toprak derinliğindeki elverişli nem düzeyi tarla kapasitesine tamamlanmıştır. Bundan sonraki sulamalarda sulama gün aralığı esas alınmış Pan kabından olan buharlaşmalara göre konulu su uygulamalarına başlanmıştır. İlk sulamaya başlandığında örtü yüzdesi %35'un altında olduğundan örtü yüzdesi değeri %35 olarak alınmış ve bu değeri aştığında gerçek örtü yüzdesi değerleri kullanılmıştır. Sulama suyu miktarı Eşitlik 1'den yararlanılarak belirlenmiştir (Kırda ve Kanber, 1999).

$$I = E_p \times K_{cpx} \% P \times A \quad (1)$$

I= Sulama suyu miktarı (litre),
 E_p = Class A-Pan'dan olan buharlaşma (mm),
 K_{cp} = Pan katsayısı,
 $\%P$ = Örtü yüzdesi,
A= Parsel alanını (m^2) ifade etmektedir.

Bitki su tüketimi nem ölçümü yapılan 90 cm toprak derinliğindeki su dengesi esasına göre, Howell ve ark., (1995)'in belirttiği Eşitlik 2 ile hesaplanmıştır.

$$ET = P + I - R_f - D_p \pm \Delta S \quad (2)$$

Eşitlikte;
ET: Evapotranspirasyon (mm),
P: Periyot boyunca düşen yağış miktarı(mm),
I: Periyot boyunca uygulanan sulama suyu miktarı (mm),
 R_f : Yüzeysel akış miktarı (mm),
 D_p : Derine sızma (mm),
 ΔS : Periyot başlangıcı ve sonundaki toprak nemi, mm/60 cm değerlerini göstermektedir.

Su kullanım etkinliğinin belirlenmesi için Howell ve ark., (1990) tarafından belirtilen Eşitlik 3 ve 4'ten yararlanılmıştır.

$$IWUE = \frac{Y - Y_0}{I} \quad (3)$$

$$WUE = \frac{Y}{ET} \quad (4)$$

Eşitliklerde

IWUE: Sulama suyu kullanım etkinliği (kg/da/mm),

WUE: Su kullanım etkinliği (kg/da/mm),

Y: Ekonomik verim ($kg\ da^{-1}$),

Y_0 : Susuz konunun verimi ($kg\ da^{-1}$),

I: sulama suyu miktarı (mm),

ET: Toplam su tüketimini (mm) ifade etmektedir.

Gübreleme

Ekim öncesi 15:15:15 gübresi toprağa ilave edilmiş ve ekim esnasında da deneme alanı toprak analiz sonucuna göre eksik olan miktarlar 20 kg/da azot (%33 AN), 8 kg/da fosfor ve 8 kg/da potasyuma tamamlanmıştır. Fosforun (%46 DAP) ve potasyumun (%50 K_2SO_4) tamamı dikimden önce toprağa karıştırılmıştır. Azotlu gübre ise, 5 seferde bitki gelişme dönemleri (vegetatif gelişme, püskül oluşumu, süt olumu ve olgunlaşma) dikkate alınarak vejetasyon periyodu boyunca fertigasyon şeklinde verilmiştir.

İstatistiksel Analiz Metotları

Verim ve verim unsurlarına ait değerler varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan muamelelerde Duncan gruplandırılmaları yapılmıştır (Yurtsever, 1984). Sonuçların istatistiksel analizleri bilgisayar paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Konular arasındaki ortalamalara ait değerlere Duncan testi uygulanmıştır.

Bulgular

Konulara Uygulanan Sulama Suyu Miktarları ve Sulama Sayısı

Deneme konularına uygulanan sulama suyu ve ET miktarları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Konulara ait örtü yüzdesi, sulama suyu ve ET miktarları (mm)

Table 6. The percentage of canopy cover, irrigation water and ET amounts (mm) of treatments

Zeolit Konusu Zeolite treatment (t da ⁻¹ - Z)	Sulama Düzeyi Irrigation level (Kcp - I)	Örtü Yüzdesi Percentage of canopy cover	Sulama Suyu Irrigation Water	ET
Z ₀	100	0.35	442	602
	75	0.35	332	490
	50	0.35	221	366
Z ₃	100	0.40	442	598
	75	0.40	332	485
	50	0.40	221	360
Z ₆	100	0.70	442	594
	75	0.70	332	478
	50	0.70	221	358
Z ₉	100	0.85	442	598
	75	0.85	332	485
	50	0.85	221	363
Z ₁₂	100	0.85	442	595
	75	0.85	332	482
	50	0.85	221	362

Z: Zeolit dozu, I: Sulama dozu

Z: Doses of zeolite, I: Irrigation level

Denemenin yürütüldüğü sezon boyunca toplam 13 kez sulama yapılmış ve zeolit uygulanmayan tam su konusuna 442 mm sulama suyu uygulanmış ve aynı konunun ET'si 602 mm olarak ölçülmüştür. Yine aynı zeolit konusunun %75 su kısıtı uygulanan Z₀-I₇₅ konusuna uygulanan sulama suyu ve ET miktarları 332-490 mm olarak

ölçülürken %50 su kısıtı uygulanan Z₀-I₅₀ konusunda da 221-366 mm olmuştur.

Konu Uygulamalarının Şeker Mısırı Tane Verimine Olan Etkisi

Deneme konularına ait bitki verimleri Çizelge 7'de gösterilmiştir

Çizelge 7. Konulara ilişkin tane verimleri ve Duncan gruplaması (kg da⁻¹)Table 7. Crop yields and Duncan grouping of treatments(kg da⁻¹)

Z	I	1.Tekkerrür 1. Replication	2.Tekkerrür 2.Replication	3.Tekkerrür 3. Replication	Ortalama* Mean*
Z ₀	50	531	401	315	416 g
	75	479	448	406	444 ef
	100	539	628	496	554 c
Ort./Mean		516	492	406	471
Z ₃	50	386	482	431	433 efg
	75	553	491	491	512 cd
	100	601	690	523	605 b
Ort./Mean		513	554	482	517
Z ₆	50	392	526	461	460 de
	75	509	616	599	575 bc
	100	633	631	573	612 ab
Ort./Mean		511	591	544	549
Z ₉	50	482	570	397	483 d
	75	616	582	542	580 bc
	100	690	610	586	629 a
Ort./Mean		596	587	508	564
Z ₁₂	50	477	427	412	439 ef
	75	530	548	513	530 c
	100	603	532	523	553 c
Ort./Mean		537	502	483	507

*(p<0.01) Z: Zeolit dozu, I: Sulama dozu Z: Doses of zeolite, I: Irrigation level

İstatistik analiz değerlendirme sonuçlarına göre hem sulama ve zeolit uygulamaları arasındaki fark hem de sulama x zeolit arasındaki interaksiyon her iki yılda da istatistiki olarak %99 güven seviyesinde önemli çıkmıştır ($p<0.01$).

En yüksek tane verimi 629 kg da⁻¹ ile Z₉-I₁₀₀ konusundan alınmıştır. Bu konu ile Z₆-I₁₀₀ konusu (612 kg da⁻¹) arasındaki fark

istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. En düşük verim 416 kg da⁻¹ ile Z₀-I₅₀ konusundan alınmıştır ($p<0.01$).

Şeker Mısırın Verim Unsurlarına Sulama Seviyelerinin ve Zeolit Dozlarının Etkisi

Konulara ilişkin verim unsurları Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Konulara ait bitki verim unsurları ve Duncan gruplaması

Table 8. Plant yield components and Duncan grouping of treatments

Z	I	Koçanda dane ağırlığı (g)*	Hasat (%) ^{öd/ns}	nemi	Hektolitre ağırlığı (g) ^{öd/ns}
Z ₀	50	76.1 def	15.2		73.0
	75	84.7 cd	17.0		69.9
	100	89.3 bc	17.1		72.3
Ort./Mean		85.8	16.4		71.8 c
Z ₃	50	80.5 de	14.7		74.2
	75	80.5 de	16.0		71.9
	100	92.5 ab	14.7		74.8
Ort./Mean		84.5	15.1		73.6 a
Z ₆	50	74.2 def	15.8		72.5
	75	86.7 bc	16.4		72.2
	100	91.3 ab	16.8		72.1
Ort./Mean		83.4	16.3		72.3 bc
Z ₉	50	76.1 def	16.4		72.6
	75	87.1 bc	16.0		72.4
	100	96.7 a	15.7		72.4
Ort./Mean		84.8	16.0		72.5 ab
Z ₁₂	50	73.9 ef	15.4		75.1
	75	75.7 def	17.9		70.9
	100	82.0 cd	15.7		71.8
Ort./Mean		77.2	16.3		72.6 ab

* $p<0.05$ öd: önemli değil ns: not significant

Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre koçan dane ağırlığı parametresinde zeolit x sulama interaksiyonu %95 güven seviyesinde önemli çıkmıştır. Koçanda dane ağırlığı en yüksek Z₉-I₁₀₀ (96.7 g) konusunda elde edilmiştir. Bu konu ile Z₃-I₁₀₀ (92.5 g) ile Z₆-I₁₀₀ (91.3 g) arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Hasat nemi ve hektolitre değerlerinde hem zeolit x sulama interaksiyonunda da hem de alt konulardan su uygulamalarındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Hasat nemi değerlerinde ana konu zeolit uygulamalarında da fark bulunmamış, hektolitre ağırlığında zeolit konular arasındaki fark ise istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). İstatistiki

değerlendirmede 3 t zeolit uygulanan konuda (73.6 g) en yüksek hektolitre ağırlığı değeri elde edilirken, bu konu ile Z₉ (72.5 g) ve Z₁₂ (72.6 g) konuları arasındaki fark da önemsiz bulunmuştur ($p<0.05$).

Sulama suyu (IWUE) ve su tüketim (WUE) etkinliği

Sulama suyu ve su tüketim etkinliği Çizelge 9'da verilmiştir. IWUE 2.19 kg m⁻³ (Z₉-I₅₀) ile 1.25 kg m⁻³ (Z₀-I₁₀₀ ve Z₁₂-I₁₀₀) arasında değişmiştir. WUE ise 1.33 kg m⁻³ (Z₉-I₅₀) ile 0.91 kg m⁻³ (Z₀-I₇₅) arasında değişmiştir. Genellikle IWUE ve WUE değerleri sulama suyundaki azalışla artış göstermiştir.

Çizelge 9. Sulama suyu (IWUE) ve su tüketim etkinliği (WUE)
Table 9. Irrigation water (IWUE) and water use efficiency (WUE)

Z	I	Sulamasuyu/ Irr. water (mm)	ET (mm)	Verim Yield (t ha ⁻¹)	IWUE (kg m ⁻³)	WUE (kg m ⁻³)
Z ₀	50	221	366	4.16	1.88	1.14
	75	332	490	4.44	1.34	0.91
	100	442	602	5.54	1.25	0.92
Z ₃	50	221	360	4.33	1.96	1.20
	75	332	485	5.12	1.54	1.06
	100	442	598	6.05	1.37	1.01
Z ₆	50	221	358	4.60	2.08	1.28
	75	332	478	5.75	1.73	1.20
	100	442	594	6.12	1.38	1.03
Z ₉	50	221	363	4.83	2.19	1.33
	75	332	485	5.80	1.75	1.20
	100	442	598	6.29	1.42	1.05
Z ₁₂	50	221	362	4.39	1.99	1.21
	75	332	482	5.30	1.60	1.10
	100	442	595	5.53	1.25	0.93

Z: Zeolit dozu, I: Sulama dozu Z: Doses of zeolite, I: Irrigation level

Zeolit uygulamalarının toprağın bazı özelliklerine etkisi

Zeolit uygulamasından üç yıl sonrası organik madde, pH ve EC değerlerinde herhangi bir değişiklik olmamıştır. Ancak P, K, Ca, Mg ve Mn içeriklerinde zeolit uygulamalarına bağlı olarak artan oranlarda artış gözlenmiştir. Cu içeriğinde görülen değişiklik fazla olmazken, infiltrasyon hızı zeolit uygulama öncesi ve sonrası aynı

kalmıştır. Zeolit uygulama öncesi toprağın P₂O₅, K₂O, Ca, Mg ve Mn değerleri ile zeolit uygulama sonrası toprakta en fazla artışa sebep olan Z₆ konusunun değerleri kıyaslandığında zeolit toprakta sırasıyla %67, %65, %13, %40 ve %35 oranında bir artışa sebep olmuştur. Zeolitin 6 t da⁻¹ dozu diğer uygulamalara göre öne çıkarken zeolitin 9 t da⁻¹ uygulaması arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (p<0.05) (Çizelge 10).

Çizelge 10. Zeolit uygulama öncesi ve sonrası toprak özellikleri
Table 10. The soil properties before and after zeolite application

Derinlik/Depth (cm)	Toprak özellikleri Soil properties	Uygulama öncesi/ Before Application	Uygulama sonrası After Application			
			Z3	Z6	Z9	Z12
0-30	pH ^{öd/ns}	8.1	7.9	8.0	7.9	8.1
	EC (dSm ⁻¹) ^{öd/ns}	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6
	ESP (%) ^{öd}	0.52	0.59	0.58	0.41	0.49
	KDK (meq/100 g)*	6.32 c	6.80 c	7.98 b	8.36 a	8.05 a
	Organik madde (%) ^{öd/ns}	1.2	1.2	1.4	1.5	1.5
	P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)*	1.6 b	1.4 b	4.9 a	4.5 a	4.8 a
	K ₂ O (kg da ⁻¹)*	37.4 c	79.7 b	108.1 a	97.3 a	92.3 a
	Ca (kg da ⁻¹)*	270.3b	279.3b	310.2 a	299.6a	305.2a
	Mg (kg da ⁻¹)*	2.1 b	2.2 b	3.5 a	2.7 b	2.1 b
	Zn (ppm)*	0.2 c	1.7 a	1.2 b	1.6 a	1.5 b
	Mn (ppm)*	1.3 c	1.2 c	2.0 a	1.1 c	1.5 b
	Cu (ppm) ^{öd/ns}	0.2	0.1	0.3	0.2	0.3
	İnfiltrasyon hızı (mm h ⁻¹)*	13				

öd: önemli değil (p<0.05) / ns: not significant

*Bu değer zeolit uygulama sonrası değişmemiştir

* this value did not change after application of zeolite

Kasyon değişim katsayısı (KDK) zeolit uygulanan konuda %24 oranında artmıştır. Değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) de

uygulamalara bağlı olarak azalmıştır. Toprağa uygulanan 9 t da⁻¹ zeolit uygulamasında en yüksek KDK (8.36 meq/100 g) ve en düşük ESP (%0.41) değeri elde edilmiştir. Toprağın hacim ağırlığı, tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerinde zeolit uygulama öncesi ve sonrası ölçülebilir bir değişim yakalanmamıştır (p<0.05) (Çizelge 3.5).

Tartışma ve Sonuç

Deneme sonuçlarına göre; zeolit x su uygulamaları (Z₉-I₁₀₀) verim ve bazı verim unsurlarının (koçanda dane ağırlığı, hasat nemi ve hektolitre) iyileşmesine neden olmuştur. Ayrıca Z₉-I₁₀₀ (629 kg da⁻¹) ile Z₆-I₁₀₀ (612 kg da⁻¹) konusunun şeker mısırı tane verimi ve koçanda dane ağırlığı (sırasıyla 96.7 g ve 91.3 g) arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Zeolit uygulamalarının pozitif etkisi daha önce yapılan farklı ürünlerdeki denemelerde de elde edilmiştir. Havuç, patlıcan, fasulye, soya fasulyesi ve patates bitkilerinde yürütülen çalışmalarda da toprağa zeolit uygulamasının verimi artırdığı belirlenmiştir (Yuan et al., 2003; Polat ve ark., 2004-2005; Gul ve ark., 2005; Nozari et al., 2013; Ozbahce ve ark., 2015; Ozbahce ve ark., 2018). Azarpour ve ark., (2011) tarafından börülcede ve Ozbahce ve ark., (2015) tarafından da fasulyede yapılan çalışmada zeolit uygulamalarının ürün verimini, bitkide bakla sayısını, baklada tane sayısını ve 100 tane ağırlığını artırdığını tespit etmişlerdir. Bu araştırmacılar en iyi uygulama dozunu sırasıyla dekara 5 ve 9 t zeolit uygulamasından almıştır.

Zeolit uygulamaları toprağın bazı fiziksel ve kimyasal içeriğine de etki etmiştir. Toprağın mevcut su içeriğini, katyon değişim kapasitesini (KDK) ve bazı makro-mikro besin elementi (P, K, Ca, Mg ve Mn) içeriğini artırmıştır. Benzer sonuçlar diğer bazı araştırmacılar yapmış olduğu denemelerde de elde edilmiştir. Yapmış oldukları çalışmalarda zeolit toprağın N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn ve Cu içeriğini artırdığını belirlemişlerdir (Navrotsky et al., 1995; Mumpton, 1999; Ramesh et al., 2011; Ozbahce ve ark., 2015; Mehrab et al., 2016; Ozbahce ve ark., 2018). Ayrıca toprağın

değişebilir sodyum yüzdesi zeolit uygulamalarına bağlı olarak düşmüştür. Benzer sonuçlara Savidov (2002) tarafından yürütülen deneme de ulaşılmıştır. Ancak deneme toprakları problemlili olmadığı için bu konuda kesin yargıya ulaşmak için farklı sorunlu toprak gruplarında ayrı denemeler yürütülmelidir. Zeolit uygulamalarının toprağın besin elementi içeriğini artırdığına yönelik olarak elde edilen bulgulara ilişkin birçok çalışma yürütülmüştür (Gevrek ve ark., 2009; Mahmoodabadi et al., 2009; Yolcu ve ark., 2011). Toprağın KDK içeriği de zeolit uygulamalarının artışına bağlı olarak artış göstermiştir. Xibun and Zhanbin (2001), Polat ve ark., (2004 ve 2005) ve Dakovic ve ark., (2007) tarafından yürütülen çalışmalarda da zeolit dozlarının toprağın KDK'sını artırdığı belirlenmiştir.

Verim ve birçok verim unsurları konusunda öne çıkan konu olan Z₉-I₁₀₀ ve Z₆-I₁₀₀ konularının toprak su içeriği de incelenmiştir. Her iki konu da dikimden hasada kadar geçen sürede, toprağın nem içeriği tarla kapasitesine yakın seyretmiştir. Bitki bu konularda stres çekmemiştir. Sonuçta ıslatma derinliğindeki artışa bağlı olarak uygulanan toplam sulama suyu, mevsimlik bitki su tüketimi, dane verimi ve bazı kalite parametreleri (koçanda dane ağırlığı ve hektolitre) artmıştır. Zeolit hem toprak şartlarını iyileştirmiş hem de ürün veriminin artmasına yardımcı olmuştur (Yapparov et al., 1988; Mumpton, 1999; Nozari et al., 2013; Ramesh et al., 2015).

Deneme sonuçlarına göre IWUE ve WUE değerleri hem zeolit hem de su uygulamalarından etkilenmiştir. Genellikle hem IWUE hem de WUE zeolit dozlarının artması ile artmıştır. Diğer taraftan IWUE ve WUE değerleri sulama suyundaki azalışla artış göstermiştir. Benzer sonuçlar Abdi ve ark., (2006) ve Ozbahce ve ark., (2018) tarafından yürütülen denemelerde de tespit edilmiştir. Zeolit su kullanım etkinliğini artırmada potansiyel olarak uygulanmaktadır (Xiubin and Zhanbin 2001).

Sonuç olarak; artan oranlarda zeolit (0, 3, 6, 9 ve 12 t da⁻¹) uygulamasının bakiye etkisi ile Class-A pandan olana buharlaşmanın farklı oranlarında (1.0, 0.75 ve 0.50 kcp) su kısıtı konularından Z₉-I₁₀₀ ve Z₆-I₁₀₀ konusu şeker mısırı üretiminde öne

çıkan konu olmuştur. Verim ve verim unsurları parametrelerinde öne çıkan Z₉-I₁₀₀ konusu dekara şeker mısırı tane verimini Z₀-I₁₀₀ konusuna göre %12 ve Z₆-I₁₀₀ konusu ise %9 oranında artırmıştır. Ayrıca Z₉-I₁₀₀ konusu tane verimini Z₆-I₁₀₀ konusuna göre yaklaşık %3 oranında da artırmıştır. Belirlenen bu artış miktarı üretim alanı artıkça daha da önem arz edecektir. Bu sebeplerle kurak ve yarı kurak alanlarda şeker mısırı yetiştiriciliğinde Z₉-I₁₀₀ konusu önerilmektedir.

Kaynaklar

- Abdi, Gh., Khosh-Khui, M. and Eshghi, S. 2006. Effects of natural zeolite on growth and flowering of strawberry. *International Journal of Agricultural Research*, 1: 384-389.
- Azarpour, E., Motamed, M.K., Moraditochae, M. and Bozorgi, H.R. 2011. Effects of zeolite application and nitrogen fertilization on yield components of cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *World Applied Sciences Journal*, 14 (5): 687-692.
- Brown, L. 1998. İktisadi Büyümenin Geleceği, Dünyanın Durumu. TEMA Vakfı Yayınları, Çev: İdil Eser, 1-24 s., İstanbul.
- Dakovic, A., Tomasevic-Canovic, M., Rottinghaus, E.G., Matijasevic, S. and Sekulic, Z. 2007. Fumonisin B₁ adsorption to octadecyldimethylbenzyl ammonium-modified clinoptilolite-rich zeolite tuff. *Microporous and Mesoporous materials*, 105: 285-290.
- DSİ 2008. Küresel Isınmanın Etkileri ve Su Kaynaklarının Sürdürülebilir Yönetimi. DSİ IV. Bölge Müdürlüğü Raporu, 15 Ocak 2008, Konya
- Gevrek, M.N., Tatar, O., Yagmur, B. ve Ozaydin, S. 2009. The effects of clinoptilolite application on growth and nutrient ions content in rice grain. *Turkish Journal Field Crops*, 14: 79-88.
- Gul, A., Eroglu, D. ve Ongun, A.R. 2005. Comparison of the use of zeolite and perlite as substrate for crisp-head lettuce. *Science Horticulture*, 106: 464-471.
- Gürer, İ. 2007. Küresel Isınma, Türkiye'nin Su Kaynakları, Olası Etkileşim. I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi – TİKDEK 2007, 11-13 Nisan 2007, İTÜ, 8-27 s., İstanbul.
- Haidouti, C., 1997. Inactivation of Mercury in Contaminated Soil Using Natural Zeolites. *The Science of The Total Environment*, 208: 1-2.
- Howell, T.A., Cuenca, R.H. and Solomon, K.H. 1990. Crop Yield Response. "Management of Farm Irrigation Systems, Edit. G.J. Hoffman., T.A. Howell., K.H. Solomon." Chap. 5. An ASAE Monograph, s. 93-116, St. Joseph, MI
- Howell, T.A., Yazar, A., Schneider, A.D., Dusek, D.A. and Copeland, K.S. 1995. Yield and water use efficiency of corn in response to LEPA irrigation. *Transaction of ASAE*, Vol. 38 (6) 1737-1747.
- Kırda, C. and Kanber, R. 1999. Water, No Longer a Plentiful Resource, Should be Used Sparingly, Irrigated Agriculture. In: C. Kırda, P. Moutonnet, C.Hera and D.r. Nielsen , eds. *Crop Yield Response to Deficit Irrigation*, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- Konukcu, F., İstanbulluoğlu, A. ve Kocaman, İ. 2007. Küresel Su Krizi, Geleceği Ve Alınacak Önlemler: Yenilenemeyen Su Kaynaklarının Opsiyonu. I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi – TİKDEK 2007, 11-13 Nisan 2007, İTÜ, 436-446 s., İstanbul.
- Mahmoodabadi, M.R, Ronaghi, A., Khayat, M. and Hadarbadi, Gh. 2009. Effects of zeolite and cadmium on growth and chemical composition of soybean. *Tropic Subtr Agroecosyst*, 10: 515-521.
- Mehrab. N., Chorom, M. and Hojati, S. 2016. Effect of raw and NH₄⁺ enriched zeolite on nitrogen uptake by wheatband nitrogen leaching in soils with different textures. *Commun Soil Sci Plant Anal* 47(10):1306-1316.
- Mumpton, F.A. 1999. Uses of natural zeolites in agriculture and industry.

- Proc. of the National Academy of Sci. of the USA 196 (7), 3463-3470.
- Navrotsky, A., Petrovic, I., Chen, C.Y. and Davis, M.E. 1995. Energetic of Microporous Materials. Journal of Noncrystalline Solids, 192-193.
- Nozari, R., Moghadam, H.R.T. and Zahedi, H. 2013. Effect of cattle manure and zeolite applications on physiological and biochemical changes in soybean (*Glycine max* L. Merr.) grown under water deficit stress. *Revista Cientifica UDO Agricola* 13 (1): 78-84pp.
- Ozbahce, A., Tari, AF., Gonulal, E., Simsekli N. and Padem, H. 2015. The effect of zeolite applications on yield components and nutrient uptake of common bean under water stress. *Archives of Agronomy and Soil Science*. DOI:10.1080/03650340.2014.946021. Vol. 61, Issue 5, 615-626pp.
- Ozbahce, A., Tari, AF., Gonulal, E. and Simsekli, N. 2018. Zeolite for enhancing yield and quality of potatoes cultivated under water deficit conditions. *Potato Research*, DOI:10.1007/s11540-018-9372-5, 1-13pp.
- Pirtola, L., Hultman, B. and Lowen, N. 1998. Effects of Detergent Zeolite in A Nitrogen Removal Activated Sludge Process. *Water Science and Technology*, 38: 189-196.
- Polat, E., Karaca, M., Demir, H. ve Onus, N. 2004. Use of Natural Zeolite (Clinoptilolite) in Agriculture. *Orchard Management in Sustainable Fruit Production. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. Vol: 12, 2004, Turkey.
- Polat, E., Demir, H. ve Onus, A.N. 2005. Farklı Zeolit Düzeylerinin Marul (*Lactuca Sativa* var. *longifolia*) Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. *Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2005, 18(1), 95-99
- Ramesh K, Reddy D.D., Biswas A.K. and Rao, A.S. 2011. Zeolites and their potential uses in agriculture. *Advances in Agronomy*, 113:215-236.
- Ramesh, V., George, J., Jyothi, J.S. and Shibli, S.M.A. 2015. Effect of Zeolites on Soil Quality, Plant Growth and Nutrient Uptake Efficiency in Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.). *Journal of Root Crops*, Vol. 41, No:1, 25-31 pp.
- Sand, L.B. and Mumpton, F.A. 1978. *Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Use*. New York: Pergamon.
- Savidov, N. 2002. Greenhouse operations exciting times for the greenhouse industry in Alberta. November 18, Issue of Agriculture News.
- Shiklomanow, I.A. 1990. 'Global Water Resources. *Nature and Resources*'. No:26:3.
- Xiubin, H. and Zhanbin, H. 2001. Zeolite Application for Enhancing Water Infiltration and Retention in Loess Soil. *Conservation and Recycling*. 34 (2001) 45-52, China.
- Yapparov, F.S.H., Shilovskii, L.P., Tsitsishvili, G.V. and Andronikashvili, T.G. 1988. Growing certain vegetables on substrates containing natural zeolites. *Horticultural Abstracts*. pp: 117-121.
- Yolcu, H., Seker, H., Gullap, M.K., Lithourgidis, A. and Gunes, A. 2011. Application of cattle manure, zeolite and leonardite improves hay yield and quality of annual ryegrass under semi arid conditions. *Australian Journal of Crop Science*, 5(8): 926-931.
- Yuan, B., Nishiyama, S. and Kang, Y. 2003. Effects of Different Irrigation Regimes on the Growth and Yield of Drip-Irrigated Potato. *Agric. Water Manage.* 63, 157-167.
- Yurtsever, N. 1984. *Deneysel İstatistik Metotlar. (Mülga) Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enst. Müd. Yay. No: 121, Teknik Yay. No: 56, Ankara.*