

## Sulama Suyu Tuzluluğunun Sakız Fasulyesinin Bazı Bitkisel Özelliklerine Etkisi\*

Neslihan AKÇAMAN<sup>1</sup>, İsmail TAŞ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Manisa Ziraat Odası, Manisa

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale

\*Sorumlu yazar: [tas\\_ismail@yahoo.com](mailto:tas_ismail@yahoo.com)

Geliş Tarihi: 05.05.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 19.06.2020 Kabul Tarihi: 22.06.2020

### Öz

Çalışma, sakız fasulyesinin [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] sulama suyu tuzluluğuna olan hassasiyetini belirlemek amacıyla saksılarda, sera koşullarında yürütülmüştür. Çalışma bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 8 sakız fasulyesi genotipi materyal olarak kullanılmıştır. Sulama suyu olarak SAR değeri 3'den düşük olacak şekilde elektriksel iletkenlik değerleri (ECi) 0.35, 5, 15 ve 30 dS m<sup>-1</sup> olan tuzlu sulama suları kullanılmıştır. Artan sulama suyu tuzluluğu bitkilerde olumsuzluklara neden olmuştur. Saksı başına tane verimi 1.39-10.39 gram ve bitki boyu 18.61-80.68 cm arasında değişim göstermiştir. Artan sulama suyu tuzluluğu bitki kök bölgesi tuzluluğunda artışa neden olmuştur. Bitki kök bölgesindeki toprak tuzluluğu (ECe) değerleri 0.67-53.16 dS m<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sakız fasulyesi, sulama suyu tuzluluğu, tuzluluk indeksleri

### Effect of Irrigation Water Salinity on Some Plant Characteristics of Cluster Bean

#### Abstract

The study was conducted in pots at greenhouse conditions to determine the sensitivity of the cluster bean [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] to irrigation water salinity. The experiment was planned in completely randomized design in split plots with three replicates. A total of eight cluster bean genotypes used as the material in the study. Saline irrigation water was used prepared as to have final Sodium Absorption Ratio (SAR) of below 3 and electrical conductivity (ECi) value 0.35, 5, 15 ve 30 dS m<sup>-1</sup> as irrigation water. Increasing irrigation water salinity has caused negativities in plants. The grain yield per pot varied from 1.39 to 10.39 g and the plant height varied from 18.61 to 80.68 cm. Increased irrigation water salinity has resulted in an increase in salinity in the plant root zone. Soil salinity (ECe) values in the plant root zone varied between 0.67-53.16 dS m<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Guar, Irrigation water salinity, Salinity Index

#### Giriş

Bitkisel üretim alanlarında tarımsal üretimi etkileyen en önemli faktörlerden birisi olan tuzluluk problemleri, toprak verimliliğini olumsuz bir şekilde etkilemekte, ürün verimi ve kalitesini sınırlandırmaktadır. Yanlış sulama uygulamaları, sulamanın düşük kalitede sularla yapılması ve drenajın yetersiz olması, toprak tuzluluğunu arttıran nedenler arasındadır. Bitki su ihtiyacının karşılanmasında, suyun miktarının yeterliliği yanında kalitesinin de uygun olması gereklidir. Sulama suyu kalitesi, kurak ve yarı

kurak bölgelerde dikkat edilmesi gereken en önemli konulardan biridir. Gittikçe artan toprak tuzluluğuna en önemli neden, sulama suyu tuzluluğudur. Sulama suyu kalitesinin gün geçtikçe kötüleşmesi bitki verimlerini olumsuz etkilemektedir. Tuzlu topraklarda normal gelişme gösteren, tuzluluğa toleransı yüksek bitki genotiplerinin seçilmesi ve ıslah yoluyla yeni genotiplerin geliştirilmesi ve üreticilere bunların önerilmesi, kalıcı ve tamamlayıcı diğer yöntemlere nazaran daha ekonomik bir

yöntemdir (Epstein ve ark., 1980; Fooland, 1996; Daşgan ve ark., 2006).

Sakız fasulyesi, gıda ve endüstriyel üretimlerde kullanılan galaktomannan sakızının önemli bir kaynağıdır. Tropik ve yarı tropik bölgelere en iyi şekilde adapte olabilmiş bitkilerdendir. Hindistan, Pakistan ve ABD' de yaygın olarak yetiştirilen, yaz sezonunda tek yıllık olarak üretilen bir bitkidir. Tuzluluk için yüksek toleransa sahiptir (Ashraf ve ark., 2005; Francois ve ark., 1990) ve atmosferdeki azotu düzenleyebilme yeteneğine sahiptir (Wetselaar, 1967; Elsheikh ve Ibrahim, 1999). Kuraklık ve tuzluluğa dayanımı yüksek olması nedeniyle yarı kurak bölgelerde değerli alternatif bir bitkidir (Losavio ve ark., 1995). 31 adet sakız fasulyesi genotipi kullanılarak yapılan bir çalışmada, sulama suyu kalitesinin düşük olduğu bölgelerde alternatif yem bitkisi olarak önerilmektedir (Rasheed ve ark., 2015). Farklı seviyelerde ECi değerlerine sahip sulama sularıyla sulanan guar genotiplerinin, çimlenme hızı için eşik değer  $8 \text{ dS m}^{-1}$ , çimlenme gücü eşik değer  $12 \text{ dS m}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Akçaman ve ark., 2017). Bu çalışmalar dikkate alındığında sakız fasulyesinin tuzluluğa karşı dayanıklı olduğu gözlenmektedir.

Kuraklığa ve tuzluluğa dayanıklı alternatif bir bitki olarak önerilen guar bitkisinin 8 genotipi, sulama suyu tuzluluğu koşullarında alternatif bir bitki olarak üretilebilirliğini belirleme amacıyla yürütülen bu çalışmada,

sulama suyu SAR değeri 3'den küçük olacak şekilde ve farklı ECi değerlerine sahip ( $0.35$ ,  $5$ ,  $15$  ve  $30 \text{ dS m}^{-1}$ ) olan sulama suları kullanılarak sera koşullarında saksılarda guar genotipleri yetiştirilmiştir.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Çalışma, 2016 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesinin ısıtmasız serasında, kontrollü şartlarda ve 20 litre hacme sahip saksılarda yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan topraklar, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesinde yer alan ormanlık alanından temin edilmiştir. Söz konusu toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de sunulmuştur. Çizelgede görüldüğü gibi topraklar tuzsuz olup kumlu killi tın bünyeye sahiptir. Denemede kullanılan topraklar, kalsiyum, sodyum, magnezyum ve bakır konsantrasyonu bakımından yeterli iken fosfor, potasyum, demir ve çinko konsantrasyonu bakımından yetersizdir. Toprağın hacim ağırlığı  $1.50 \text{ g cm}^{-3}$ , tarla kapasitesi % 20.3 ve solma noktası değeri %8.6'dır. Saksılara eşit miktarda olacak şekilde 2 mm elek açıklığına sahip elekten elenmiş toprak doldurulmuştur. Saksılarda taban suyu oluşumunu engellemeye yönelik olarak serbest drenaj koşulları oluşturulmuştur.

**Çizelge 1.** Araştırmada kullanılan toprağa ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Analiz	Birim	Değer	Derece
pG 1:2,5		8.03	Alkalin
EC	%	0.03	Tuzsuz
Kireç	%	7.02	Orta kireçli
Organik madde	%	0.1	Çok az
Bünye	Kil	%	24
	Kum	%	70
	Silt	%	6
Fosfor	ppm	5.76	Yetersiz
Potasyum	ppm	69.13	Yetersiz
Kalsiyum	ppm	2716.05	Yeterli
Magnezyum	ppm	456.34	Yeterli
Sodyum	ppm	21.07	Yeterli
Demir	ppm	1.74	Yetersiz
Çinko	ppm	0.07	Yetersiz
Bakır	ppm	1.21	Yeterli
Tarla Kapasitesi	%	20.3	
Solma Noktası	%	8.6	
Hacim Ağırlığı	$\text{g/cm}^3$	1.50	

### Sulama Suyu Özellikleri

Araştırmada kullanılan sulama suyunun kimyasal özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir. Sulama suyunun elektriksel iletkenlik değeri  $350 \mu \text{ mhos cm}^{-1}$ , pH: 7.9 ve Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) 0.4 olarak belirlenmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi kontrol konusuna uygulanan sulama suyu, özellikleri bakımından sorun oluşturmayacak içeriktedir.

**Çizelge 2.** Sulama suyu kimyasal analiz sonuçları

Elementler	Birimi	Miktar
EC	$\mu \text{ mhos cm}^{-1}$	350
pG		7.9
SAR		0.4
Sodyum (Na)	$\text{meq L}^{-1}$	0.44
Kalsiyum (Ca)	$\text{meq L}^{-1}$	2.05
Magnezyum (Mg)	$\text{meq L}^{-1}$	0.6
Potasyum (K)	$\text{meq L}^{-1}$	0.07
Fosfor (P)	$\text{mg L}^{-1}$	0.019
Aliminyum (Al)	$\text{mg L}^{-1}$	0.034
Bor (B)	$\text{mg L}^{-1}$	0.005
Mangan (Mn)	$\text{mg L}^{-1}$	0.002
Demir (Fe)	$\text{mg L}^{-1}$	0.022
Nikel (Ni)	$\text{mg L}^{-1}$	0.045
Bakır (Cu)	$\text{mg L}^{-1}$	0.002
Çinko (Zn)	$\text{mg L}^{-1}$	0.054

### Araştırmada Kullanılan Malzeme ve Ekipmanlar

Denemede topraklar elenip saksılara konulduktan sonra her saksıya 3 adet tohum ekilmiştir. Tüm genotipler çimlenip 3. yaprakları çıktıktan sonra tekleme yapılmıştır. Denemede taban gübresi olarak di amonyum fosfat (DAP) gübresi kullanılmıştır. İlk çiçeklenme ve ilk meyve oluşumunda ise amonyum nitrat (AN) gübresi kullanılmıştır. Gübreler her saksıya 2 g gelecek şekilde 20 litre suda çözülüp, her bir saksıya 150 ml sulu gübre çözeltisi verilmiştir. Denemede ihtiyaç duyulduğunda havalandırma amaçlı saksıların yüzeyindeki kaymak tabakası kırılmış ve yine ihtiyaç halinde yaprak biti v.b zararlılara karşı ilaçlama yapılmıştır.

### Metot

#### Araştırma Konuları

Araştırmada farklı düzeyde tuzlu sulama sularının farklı sakız fasulyesi hatlarına olan etkisi araştırılmıştır. Araştırmada farklı tuz kaynakları kullanılarak ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ) 4 farklı EC’ye sahip (0.35, 5, 15 ve 30 dS  $\text{m}^{-1}$ ) sulama suları, SAR değeri 3’den küçük olacak

şekilde hazırlanmış ve uygulanmıştır. Deneme 4 farklı sulama suyu tuzluluğu uygulaması, 8 guar genotipi bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

### Sulama Suyu Miktarının Belirlenmesi

Sulama suyu miktarının belirlenmesinde Cemek ve ark. (2004)’nin önerileri doğrultusunda 100 ml’lik beherler seranın içerisine üç farklı noktada olacak şekilde yerleştirilmiştir. Hesaplama üç kaptan olan buharlaşmanın ortalaması sulama suyu miktarının belirlenmesinde dikkate alınmıştır. Söz konusu beherlerden olan buharlaşma 1 no’lu eşitlikten yararlanılarak hesaplanmış ve yine aynı araştırmacıların önerileri doğrultusunda 1.16 (1.15-1.17 arasında) ile düzeltilerek sulama suyu miktarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Belirtilen şekilde hesaplanan sulama suyu miktarı her saksıya hassas ölçü silindiriyle saksı toprağında herhangi bir erozyona neden olmayacak biçimde uygulanmıştır.

$$I = \text{Epan} \times \text{kp} \times \text{Dk} \quad (1)$$

I: Sulama suyu miktarı (ml)

Epan: Açık su yüzeyi buharlaşması (ml)

kp: Pan katsayısı (1.0)

Dk: Düzeltme katsayısı (1.16)

### Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizleri

Araştırma sonunda, hasadın bitiminde saksılardan toprak örnekleri saksı burgusu yardımıyla alınmıştır. Toprak örnekleri hava kuru hale geldikten sonra 2 mm’lik elekten geçirilmiş ve saturasyon için 100 g tartılarak saturasyon çamuru hazırlanmıştır. 24 saat bekletilen saturasyon çamurlar vakumlu saturasyon ekstraksiyon seti yardımıyla süzükleri çıkartılmıştır. Çamur süzüklerinde sodyum, kalsiyum, magnezyum, klor ve bikarbonat analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÇOBİLTUM) laboratuvarında katyonlar (Na, Ca, ve Mg) ICP kullanılarak, bikarbonat ve klor ise titrik yöntemle belirlenmiştir. Toprak bünyesi, Bouyoucos (1951) tarafından verilen esaslara göre hava kuru hale getirilerek 2 mm’lik elekten elenmiş toprak içindeki kum, silt ve kil miktarlarının Stockes yasası prensibine göre belirlenmiştir. Tarla kapasitesi ve solma noktası, basınçlı plaka aleti kullanılarak, bozulmuş toprak örneklerinin sırasıyla 1/3 ve 15 atmosfer basınçta tuttuğu nem miktarlarının saptanmasıyla ölçülmüştür.

Elektriksel iletkenlik değeri saturasyon çamurundan ekstrakte edilen süzükte

elektrokondiktivi metre ile ölçülmüştür. pH değeri ise cam elektrotlu pH-metre ile saturasyon ekstraktında ölçülmüştür.

#### Tuzluluk İndeksleri

Çalışma kapsamında, Rasheed ve ark. (2015) tarafından geliştirilen ve aşağıda detaylı şekilde açıklanan tuzluluk indisleri hesaplanmıştır. Konuları kontrol konusu dikkate alınarak Bitki Boyu Tuzluluk Stres İndeksi (BBTSİ), Yaş Ağırlık Tuzluluk Stres İndeksi (YATSİ) ve Kuru Ağırlık Tuzluluk Stres İndeksi (KATSİ) aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır. Kuru ağırlıklar 68 °C’de etüvde kurutularak elde edilmiştir.

$$\text{BBTSİ} = \frac{\text{Stres şartları altında bitki boyu}}{\text{Kontrol konusunun bitki boyu}} \quad (2)$$

$$\text{YATSİ} = \frac{\text{Stres şartları altında yaş ağırlık}}{\text{Kontrol konusunun yaş ağırlık}} \quad (3)$$

$$\text{KATSİ} = \frac{\text{Stres şartları altında kuru ağırlık}}{\text{Kontrol konusunun kuru ağırlık}} \quad (4)$$

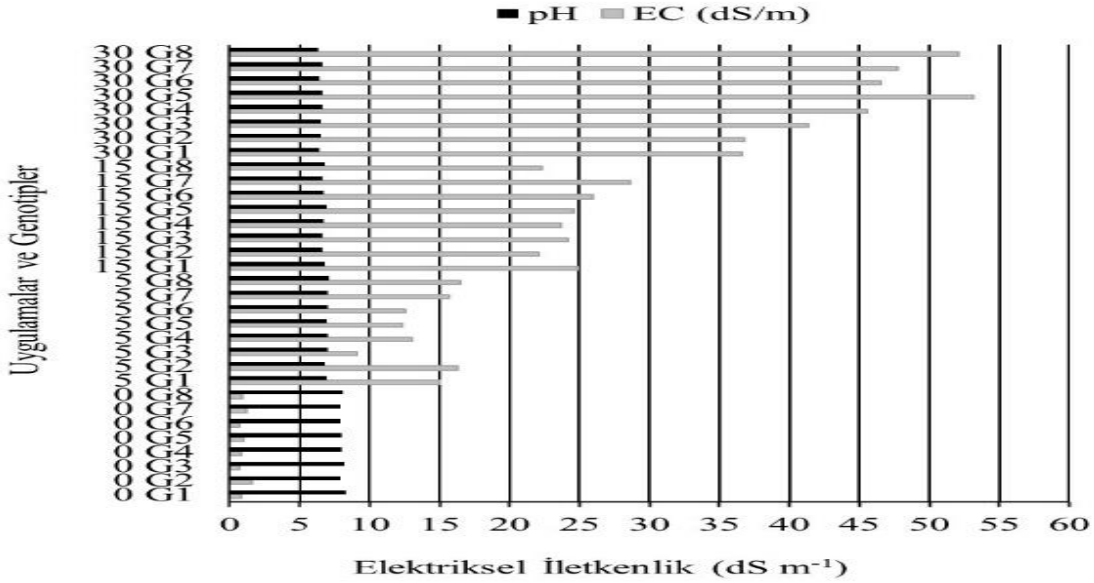
#### İstatistiksel analizler

Çalışmadan elde edilen sonuçlar JMP programı kullanılarak istatistikî olarak karşılaştırılmıştır.

#### Araştırma Bulguları ve Tartışma

##### Elektriksel İletkenlik, pH ve Toprak İyonu İçeriğindeki Değişimler

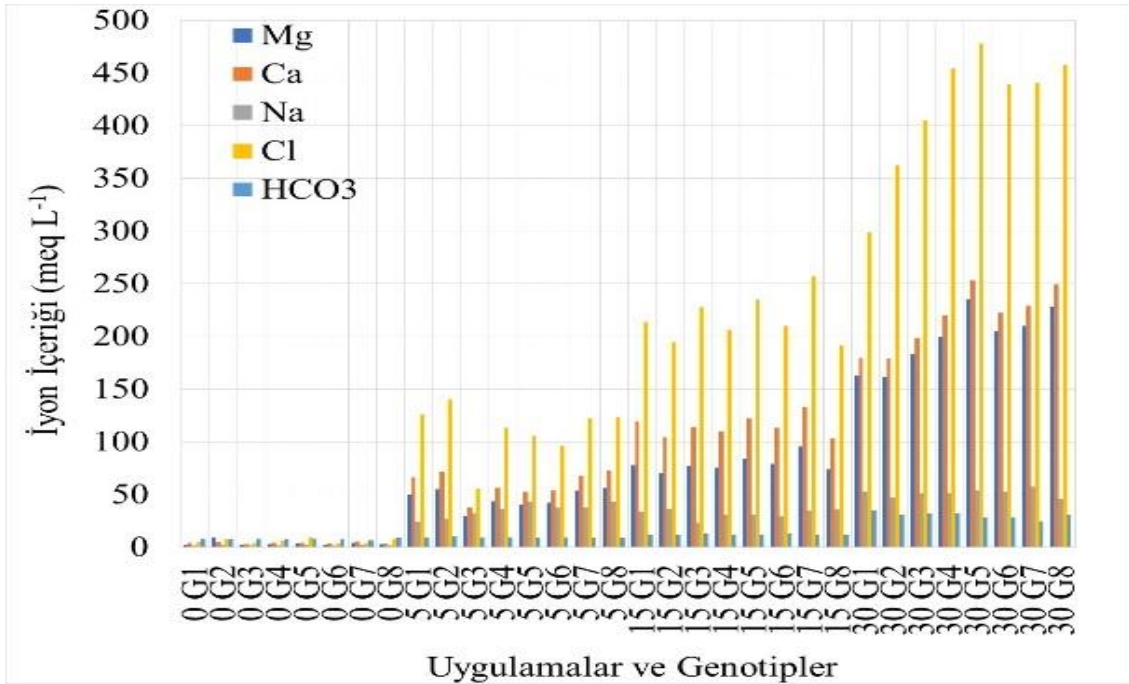
Uygulamada artan ECi seviyesine bağlı olarak toprakların ECE değerleri de artış göstermiştir. En yüksek EC değeri Şekil 1’den de görüldüğü gibi 30 dS m<sup>-1</sup> konusuna (53.16 dS m<sup>-1</sup>) ait olup, en düşük değer ise kontrol konusuna (0.67 dS m<sup>-1</sup>) aittir. Benzer şekilde toprak pH değerleri 6.35-8.26 arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Bitki kök bölgesi Ece ve pH değerlerindeki değişim

Uygulamalar sonucunda toprakların iyon içeriğindeki değişim Şekil 2’de gösterilmiştir. Söz konusu şekilden de görüleceği gibi Ca, Mg ve Na katyonları dikkate alındığında artan ECi değerine bağlı olarak artış göstermiştir. Sulama suyu tuz çözeltileri hazırlanırken SAR değerinin 3’den küçük ve Ca/Mg oranının ise yaklaşık 2 olması için Ca tuzu en fazla olmak üzere, sonrasında sırasıyla Mg ve Na tuzları kullanılmıştır. Bu iyonlardaki artışın sebebi sulama sularının hazırlanmasında Ca, Mg ve Na içerikli tuzların kullanılmasıdır. Buna göre Ca değeri 3.21-253.27 meq L<sup>-1</sup> ; Mg değeri 2.35-235.47 meq L<sup>-1</sup>; Na değeri 1.38-57.74 meq L<sup>-1</sup>

arasında değişim sergilemiştir. Buna neden Taş ve ark. (2017)’de de belirtildiği gibi bitkinin Ca’sı besin elementi olarak alması olarak alınması olarak değerlendirilmiştir. Ca bitkinin beslenmesi için gerekli olan temel elementlerden bir tanesidir. Aynı durum Mg için de geçerli olup, ECi’deki artışla birlikte o da artış göstermiştir. Bitki kök bölgesindeki Mg değişimi 2.05 - 235.47 meq L<sup>-1</sup> aralığında gerçekleşmiştir. Benzer durum Na iyonu için de geçerli olup ECi’nin artmasıyla birlikte artış göstermiştir. Bitki kök bölgesindeki Na değişimi 1.38 - 57.74 meq L<sup>-1</sup> aralığında gerçekleşmiştir.



Şekil 2. Toprak iyonu içeriğindeki değişim

Şekil 2 incelendiğinde Sulama suyu EC'sindeki artışa bağlı olarak Cl ve HCO<sub>3</sub> anyonları da artış göstermiştir. Cl ve HCO<sub>3</sub> anyonlarına baktığımızda ise onlarda katyonlarda olduğu gibi tuz içeriğinin artış göstermesine bağlı olarak artış göstermiştir. Sürdürülebilir bir tarımsal üretim için bitki kök bölgesinde hem anyonların hem de katyonların dengeli bir şekilde bulunması istenir. Anılan tuzların artışına bağlı olarak Cl birikimi fazla olmuştur. Konuların klor içeriği 3.71-477.77 meq L<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Keating ve Fisher (1985)'in çalışmalarında belirttiği üzere Cl birikimine bağlı olarak verimde düşüşler meydana gelmiştir. Bikarbonat içeriği artan sulama suyu EC seviyesine bağlı olarak bitki kök bölgesinde hafif bir artış göstermiştir. HCO<sub>3</sub> değeri 6.89-35.41 meq L<sup>-1</sup> arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

Sulama suyu tuz konsantrasyonuna bağlı olarak toprak iyon içeriğindeki artış, Yurtseven ve Güngör (1990); Yurtseven ve Sönmez (1996); Yurtseven ve Öztürk (2001); Yurtseven ve ark., (2002) Özkay ve ark., (2014) ve Taş ve ark., (2017)'nin yapmış oldukları çalışmalarla uyum göstermektedir.

#### **Baklada Tane Ağırlığı**

Uygulanan sulama suyu tuzluluğuna bağlı olarak sakız fasulyesi genotiplerinin, bakla toplam tane ağırlıkları farklılık göstermiştir. Söz

konusu farklar %1 önem düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlı olarak belirlenmiştir. En yüksek baklada tane ağırlığı hem kontrol konusunda hem de 5 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde 4 no'lu genotipte sırasıyla 18.287 ve 6.317 g saksı<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür. 15 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde ise 2.16 g saksı<sup>-1</sup> ile 1 no'lu genotipte belirlenmiştir (Çizelge 3). 30 dS m<sup>-1</sup> tuz konusunda ise bitkiler henüz gelişme döneminde kuruduğu için bakla geliştirememiş ve buna bağlı olarak hasat yapılamamıştır. Ayrıca, söz konusu konu istatistiksel analize dahil edilmemiştir.

En düşük toplam bakla tane ağırlığı her üç uygulamada da 7 no'lu genotipte belirlenmiştir. Sırasıyla kontrolde 4.097 g saksı<sup>-1</sup>, 5 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde 1.747 g saksı<sup>-1</sup> ve 15 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde ise 0.34 g saksı<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Sulama suyu tuzluluk seviyelerinin istisnasız tüm genotipleri üzerinde etkili olduğu ve artan tuzluluk seviyesine bağlı olarak bakla toplam tane ağırlığının azaldığı görülmektedir. Artan sulama suyu tuz seviyesi bitkide gelişmeyi engellemiş, baklaların küçük kalmasına ve ürün kayıplarına sebep olmuştur. Elde edilen sonuçlar Francois ve ark., (1990)'nin guarda ve Coşkun ve ark., (2016)'nin buğdayda bulmuş olduğu sonuçlarla uyumludur.

**Çizelge 3.** Uygulamaların bakla tane ağırlığına etkisi

Konular (dS m <sup>-1</sup> )	Toplam Bakla Tane Ağırlıkları (g saksı <sup>-1</sup> )
0.35 G1	5.593 cde*
0.35 G2	14.927 ab
0.35 G3	13.137 abc
0.35 G4	18.287 a
0.35 G5	9.457 bcd
0.35 G6	8.84 bcde
0.35 G7	4.097 de
0.35 G8	6.413 bcde
5 G1	2.457 de
5 G2	5.247 cde
5 G3	4.663 cde
5 G4	6.317 cde
5 G5	4.257 de
5 G6	2.473 de
5 G7	1.747 de
5 G8	1.763 de
15 G1	2.16 de
15 G2	1.403 de
15 G3	1.147 de
15 G4	1.117 de
15 G5	1.48 de
15 G6	1.13 de
15 G7	0.34 e
15 G8	0.64 de

**Bakla Sayısı**

Sakız fasulyesi yetiştiriciliğinde önemli unsurlardan birisi de bakla sayısıdır. Sulama suyu tuzluluğu, bitkinin bakla sayılarında farklılığa neden olmuştur. Söz konusu farklılıklar %1 önem seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Çizelge 4 incelendiğinde en az bakla sayısı kontrol konusunda 1 no'lu genotipte (28 adet), 5 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde yine 1 no'lu genotipte (10 adet) ve 15 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde ise 7 no'lu genotipte (4 adet) belirlenmiştir. En yüksek ise kontrol ve 5 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde 4 no'lu genotipte sırasıyla 78 ve 30 adet olarak belirlenirken, 15 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde 1 no'lu genotipte 12 adet olarak belirlenmiştir. Sulama suyu tuzluluk seviyelerinin artışına bağlı olarak bakla sayısında azalmalar görülmektedir. Sulama suyu tuzluluğunun bitkilerdeki bakla sayısını etkilediği anlaşılmaktadır. Bakla sayısının sulama suyu tuz seviyesinden etkilenmesi konusunda elde edilen sonuçlar Francois ve ark. (1990)'nin sakız fasulyesi konusunda yapmış oldukları araştırmalarında elde ettikleri sonuçlarla uyum göstermektedir.

**Çizelge 4.** uygulamaların ortalama bakla sayısına etkisi

Konular (dS m <sup>-1</sup> )	Ortalama Bakla Sayısı (adet)
0.35 G1	28 bcde*
0.35 G2	54 ab
0.35 G3	39 bcde
0.35 G4	78 a
0.35 G5	41 bcd
0.35 G6	51 ab
0.35 G7	37 bcde
0.35 G8	47 abc
5 G1	10 de
5 G2	22 bcde
5 G3	20 bcde
5 G4	30 bcde
5 G5	18 bcde
5 G6	20 bcde
5 G7	21 bcde
5 G8	18 bcde
15 G1	12 cde
15 G2	9 de
15 G3	8 de
15 G4	11 cde
15 G5	9 de
15 G6	10 de
15 G7	4 e
15 G8	5 de

**Baklada Tane Sayısı**

Uygulanan farklı seviyelerdeki sulama suyu tuzluluğu, bakla tane sayısında farklılığa neden olmuştur. Bu farklılık istatistiksel açıdan %1 önem seviyesinde anlamlı olarak bulunmuştur. En yüksek ortalama bakla tane sayısı kontrol ve 5 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde 4 no'lu genotip sırasıyla 354 ve 183 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). 15 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde ise 1 no'lu genotipte 73 adet olarak ölçülmüştür. En düşük değerler ise kontrol ve 5 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde 7 no'lu genotipte sırasıyla 67 ve 38 adet olarak belirlenmiştir. 15 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde ise 8 no'lu genotipte 17 adet olarak belirlenmiştir. Sulama suyu tuzluluk seviyeleri tüm genotipler üzerinde etkili olduğu ve ECi seviyesi artışına bağlı olarak bakla tane sayısının azaldığı görülmektedir. Bakla tane sayısının sulama suyu tuz seviyesinden etkilenmesi konusunda elde edilen sonuçlar Ahmad ve Sandhu'nun (1988) fasulyede yapmış oldukları araştırmalarında elde ettikleri sonuçlarla uyum göstermektedir.

**Çizelge 5.** Uygulamaların bakla tane sayısına etkisi

Konular (dS m <sup>-1</sup> )	Bakla Tane Sayısı Ortalaması (adet)
0.35 G1	133.666 bcdef*
0.35 G2	300.666 ab
0.35 G3	216.000 abcd
0.35 G4	354.666 a
0.35 G5	222.666 abc
0.35 G6	144.666 bcdef
0.35 G7	67.333 cdef
0.35 G8	96.000 cdef
5 G1	54.666 def
5 G2	117.666 cdef
5 G3	90.666 cdef
5 G4	183.000 bcde
5 G5	106.666 cdef
5 G6	56.333 cdef
5 G7	38.000 ef
5 G8	40.000 ef
15 G1	73.000 cdef
15 G2	55.666 cdef
15 G3	38.000 ef
15 G4	63.666 cdef
15 G5	46.666 ef
15 G6	29.333 ef
15 G7	13.333 f
15 G8	17.000 ef

**Bitki Yaş Ağırlığı**

Hasattan hemen sonra alınan bitki yaş ağırlıklarına sulama suyu tuzluluğunun etkilediği ve konular arasındaki farkların %1 önem seviyesinde istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6 incelendiğinde en düşük yaş ağırlık değeri tüm uygulamalarda 4 no'lu genotipte belirlenmiştir. Söz konusu genotipte belirlenen ortalama bitki yaş ağırlığı kontrol konusunda 12.463 g, 5 ds m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde 4.030 g ve 15 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde ise 2.933 g olarak ölçülmüştür. En yüksek yaş ağırlıklar ise kontrol ve 5 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde 1 no'lu genotipte, 15 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde ise 7 no'lu genotipte belirlenmiştir. Ölçülen yaş ağırlık değerleri sırasıyla kontrol konusunda 49.150 g, 5 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde 26.663 g ve 15 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde ise 7.426 g'dır. 30 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde genotiplerin tamamı fide gelişme döneminde etkilenip kurumuşlardır. Bu nedenle bakla alınamamış olsa da biomas olarak dikkate alınmış ve değerlendirmeye dahil edilmiştir. Bu ECi seviyesinde en yüksek yaş ağırlık 8 no'lu

genotipte 0.436 g olarak ölçülürken en düşük 1 no'lu genotipte 0.30 gr olarak belirlenmiştir. Sulama suyunun artan EC değeri tüm genotipleri olumsuz olarak etkilemiştir. Artan dozla birlikte yaş ağırlıkların azaldığı görülmektedir. Bitki yaş ağırlığının sulama suyu tuz seviyesinden etkilenmesi konusunda elde edilen sonuçlar Ashraf ve ark. (2002) ve Ashraf ve ark. (2005) sakız fasulyesi genotiplerinde yapmış oldukları araştırmalarında elde ettikleri sonuçlarla uyum göstermektedir.

**Çizelge 6.** Uygulamaların bitki yaş ağırlığına etkisi

Konular (dS m <sup>-1</sup> )	Bitki Yaş Ağırlığı Ortalaması (g)
0.35 G1	49.150 a*
0.35 G2	16.216 bcdefg
0.35 G3	29.890 b
0.35 G4	12.463 cdefghi
0.35 G5	25.923 bcd
0.35 G6	14.536 cdefghi
0.35 G7	22.133 bcde
0.35 G8	20.533 bcdef
5 G1	26.663 bc
5 G2	11.556 defghi
5 G3	19.483 bcdefg
5 G4	4.030 hı
5 G5	10.256 efghi
5 G6	6.843 fghi
5 G7	12.986 cdefghi
5 G8	9.820 efghi
15 G1	4.353 hı
15 G2	4.693 ghı
15 G3	5.976 fghi
15 G4	2.933 hı
15 G5	5.853 fghi
15 G6	4.686 ghı
15 G7	7.426 efghi
15 G8	4.220 hı
30 G1	0.030 ı
30 G2	0.050 ı
30 G3	0.070 ı
30 G4	0.050 ı
30 G5	0.050 ı
30 G6	0.080 ı
30 G7	0.116 ı
30 G8	0.436 ı

**Bitki Kuru Ağırlığı**

Uygulamaların, bitki kuru ağırlıklarında meydana getirdiği farklar istatistiksel bakımdan %1 önem seviyesinde anlamlı olarak belirlenmiştir. Çizelge 7 incelendiğinde ortalama en yüksek bitki kuru ağırlığı kontrol (30.28 g) ve 5 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde (9.406 g) 1 no'lu genotipte belirlenmiştir. 15 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde ise 2.800 g olarak 7 no'lu genotipte belirlenmiştir. En düşük bitki kuru ağırlıkları ise

kontrol konusunda 6 no'lu genotipte (8.503 g), 5 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde 1 no'lu genotipte (2.876 g) ve 15 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde ise 8 no'lu genotipte (1.573 g) belirlenmiştir. Artan sulama suyu tuzluluk seviyeleri genotipler üzerinde etkili olduğu ve doz artışıyla birlikte bitki kuru ağırlığının azaldığı görülmektedir. Bitki kuru ağırlığının sulama suyu tuz seviyesinden etkilenmesi konusunda elde edilen sonuçlar Ashraf ve ark. (2002) ve Ashraf ve ark. (2005) sakız fasulyesi genotiplerinde yapmış oldukları araştırmalarında elde ettikleri sonuçlarla uyum göstermektedir.

**Çizelge 7.** Uygulamaların bitki kuru ağırlığına etkisi

Konular (dS m <sup>-1</sup> )	Bitki Kuru Ağırlığı Ortalaması (g)
0.35 G1	30.280 a*
0.35 G2	9.180 bcdefg
0.35 G3	16.736 b
0.35 G4	8.643 cdefgh
0.35 G5	13.866 bc
0.35 G6	8.503 cdefgh
0.35 G7	12.243 bcd
0.35 G8	11.613 bcde
5 G1	9.406 bcdef
5 G2	5.350 defghi
5 G3	6.403 cdefghi
5 G4	2.876 fghi
5 G5	4.433 efghi
5 G6	2.896 fghi
5 G7	4.676 defghi
5 G8	3.866 efghi
15 G1	2.206 fghi
15 G2	1.456 ghi
15 G3	2.173 fghi
15 G4	1.753 fghi
15 G5	2.426 fghi
15 G6	1.990 fghi
15 G7	2.800 fghi
15 G8	1.573 ghi
30 G1	0.503 ı
30 G2	0.276 ı
30 G3	0.743 ı
30 G4	0.533 ı
30 G5	0.473 ı
30 G6	0.473 ı
30 G7	0.950 Gı
30 G8	1.260 Gı

#### **Bitki Tuzluluk Stres İndeksleri**

Rasheed ve ark., (2015)'de verilen esaslara göre yapılan stres indeks hesaplamaları Çizelge 8'de gösterilmiştir. Söz konusu çizelgeden de görüldüğü gibi sulama suyu tuz seviyeleri artışı, bitki boyunda azalmalara sebebiyet vermiştir. Araştırmaya ilişkin

belirlenen Bitki Tuzluluk Stres İndeksleri Çizelge 10'da sunulmuştur. Bitki boyu tuzluluk stres indeksi parametresine bakıldığında en düşük stres, sulama suyu tuzluluğunun en düşük olduğu konu olan 5 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesi belirlenmiştir. Genotipler dikkate alındığında 5 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde en düşük stres 2 no'lu tanelik genotipte 0.77 olarak belirlenmiştir. En fazla stres ise 4, 6 ve 8 no'lu genotiplerde 0.56 olarak belirlenmiştir. 15 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde en düşük stres 6 no'lu genotipte 0.40 olarak belirlenirken, en fazla stres ise 4 no'lu genotipte 0.28 olarak belirlenmiştir. Sulama suyu EC'sinin en fazla olduğu 30 dS m<sup>-1</sup> tuz konusunda ise stresten en az etkilenen genotip 0.34 ile 8 no'lu genotip olurken, en fazla etkilenen genotip ise 0.19 indeks değeri ile 3 ve 5 no'lu genotipler olmuştur.

**Çizelge 8.** Stres indeks sonuçları

Konular	BBTSİ*	YATSİ**	KATSİ***
5G1	0.75	0.54	0.31
5G2	0.77	0.71	0.58
5G3	0.63	0.65	0.38
5G4	0.56	0.33	0.31
5G5	0.58	0.40	0.32
5G6	0.56	0.47	0.34
5G7	0.57	0.59	0.38
5G8	0.56	0.48	0.33
15G1	0.35	0.09	0.07
15G2	0.36	0.29	0.16
15G3	0.32	0.20	0.13
15G4	0.28	0.24	0.20
15G5	0.31	0.23	0.18
15G6	0.40	0.32	0.23
15G7	0.38	0.34	0.23
15G8	0.32	0.21	0.14
30G1	0.20	0.02	0.01
30G2	0.21	0.03	0.02
30G3	0.19	0.04	0.03
30G4	0.21	0.06	0.05
30G5	0.19	0.03	0.02
30G6	0.25	0.06	0.04
30G7	0.26	0.09	0.08
30G8	0.34	0.17	0.11

\*BBTSİ: Bitki boyu tuzluluk stres indeksi

\*\*YATSİ: Yaş ağırlık tuzluluk stres indeksi

\*\*\*KATSİ: Kuru ağırlık tuzluluk stres indeksi



Yaş ağırlık tuzluluk stres indeksi dikkate alındığında, en düşük stres 5 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde belirlenmiştir. Genotipler dikkate alındığında 5 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde en düşük stres 2 no'lu genotipte 0.71 indeks değeri hesaplanmıştır. En fazla stres ise 4 no'lu genotipte 0.33 indeks değeri ile belirlenmiştir. 15 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde en düşük stres 7 no'lu genotipte 0.34 indeks değeri belirlenirken, en fazla stres ise 1 no'lu genotipte 0.09 hesaplanmıştır. Sulama suyu EC'sinin en fazla olduğu 30 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde ise stresten en az etkilenen genotip 0.17 indeks değeri ile 8 no'lu genotip olurken, en fazla etkilenen genotip ise 0.02 indeks değeri ile 1 no'lu genotip olmuştur. Kuru ağırlık tuzluluk stres indeksi parametresine bakıldığında en düşük stres 5 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinin olduğu konularda belirlenmiştir. Genotipler dikkate alındığında 5 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde en düşük stres 2 no'lu genotipte 0.58 indeks değeri ile belirlenmiştir. En fazla stres ise 1 ve 4 no'lu genotiplerde 0,31 indeks değeri ile belirlenmiştir. 15 dS m<sup>-1</sup> tuz konusunda en düşük stresi 6 ve 7 no'lu genotiplerde indeks değeri 0.23 olarak belirlenirken, en fazla stres ise 1 no'lu genotipte 0.07 olarak belirlenmiştir. 30 dS m<sup>-1</sup> ECi seviyesinde stresten en az etkilenen genotip 0.11 indeks değeri ile 8 no'lu genotip olurken, en fazla etkilenen ise 0.01 indeks değeri ile 1 no'lu genotip olmuştur.

### Sonuç

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, sakız fasulyesinin sulama suyu tuzluluğuna dayanıklı ve sulama suyu kalitesinin düşük olduğu alanlarda yetiştiricilik açısından alternatif bitki olarak üretilebileceği düşünülmektedir. Yaygın şekilde yetiştiriciliği yapılan arpa, buğday, şeker pancarı ve çeltik gibi bitkiler ile kıyaslandığında, bitki sulama suyu ve toprak tuzluluğuna karşı toleranslı olarak değerlendirilmektedir. Ancak sulama suyu tuz konsantrasyonlarının içeriğine dikkat edilmelidir. Sulama suyunda artan tuz yükü bitki veriminde düşmelere, baklaların küçük kalmasına ve bu sebeple ürün kaybına neden olabilmektedir. Araştırma sonuçlarına göre, uygulanan tuz konsantrasyonlarının tümü guar genotiplerinde verim ve kaliteyi düşürücü etki yaptığı saptanmıştır. Sulama suyu ve toprak tuzluluğuna toleransı çeşit geliştirmede istenen özelliklere göre çalışmada kullanılan dayanıklı genotipler seleksiyonda kullanılabilir.

### Teşekkür

\* Yüksek lisans tezinden üretilmiştir. FYL-2016-1033 nolu BAP projesi olarak ÇOMÜ BAP birimince desteklenmiştir.

\* Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

### Kaynaklar

- Ahmad M., Sandhu G.R., 1988. Response of Legumes to Salt Stress: Effect on Growth and Nitrogen Status of Soybean. Pakistan J. Agric. Res., Vol. 9, No. 4.
- Akçaman N., Taş İ., Coşkun Y., 2017. Farklı Sulama Suyu Seviyelerinin Sakız Fasulyesi (*Cyamopsis tetragonoloba*)'nin Çimlenmesi Üzerine Etkileri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, Cilt 4(2): 130-137.
- Ashraf M.Y., Akhtar K., Sarwar G., Ashraf M., 2002. Evaluation of Arid and Semiarid Ecotypes of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) for Salinity (NaCl) Tolerance. Journal of Arid Environments, 52:473-482.
- Ashraf M.Y., Akhtar K., Sarwar G., Ashraf M., 2005. Role of Rooting System in Salt Tolerance Potential of Different Guar Accessions. Agron. Sustain. Dev, 25 (2005) 243-249.
- Bouyoucos G.J., 1951. A Recalibration of Gydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. Agronomy Journal, 43: 434-438.
- Cemek B., Kara T., Apan M., Taşan M., 2004. Sera Koşullarında A Sınıfı Buharlaşma Kabı ve Küçük Buharlaşma Kaplarından Buharlaşan Su Miktarı Arasındaki İlişkiler. Uludağ Üniv. Zir. Fak. Derg., 18(2):13-24.
- Coşkun Y., Taş İ., Yeter T., 2016. Effects of different irrigation water salinity levels on germination of diploid, tetraploid and hexaploid wheat. Journal of International Scientific Publications. Agriculture & Food. 4:1314-8591.
- Daşgan G.Y., Koç S., Ekici B., Aktaş GH., Abak K., 2006. Bazı Fasulye ve Börülce Genotiplerinin Tuz stresine Tepkileri. Alatarım, 5(1): 23-31.
- Elsheikh E.A.E., Ibrahim K.A., 1999. The effect of Bradyrhizobium Inoculant on Yield and Seed Quality of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). Food Chemistry, 65:183-187.

- Epstein E., Nortlyn J.D., Rush D.W., Kingbury R.W., Keller D.B., Cunnineham G.A., Wrona A.F., 1980. Saline Culture of Crops: A Genetic Approach Sci., 210:399-404.
- Fooland M.R., 1996. Genetic Analysis of Salt Tolerance During Vegetative Growth in Tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. Plant Breeding, 115: 245-250.
- Francois L.E., Donovan T.J., Maas E.V., 1990. Salinity Effects on Emergence, Vegetative Growth and Seed Yield of Guar. Article in Agronomy journal 82(3).
- Keating B.A., Fisher M.J., 1985. Comparative Tolerance of Tropical Grain Legumes to Salinity. Aust. J. Agric. Res., 36:373-383.
- Losavio N., Infantino A., Vonella V., 1995. Guar: Una Potenziale Coltura Industriale Dell'area Mediterranea. Informatore Agrario, 39:41-43.
- Özkay F., Kıran S., Taş İ., Kuşvuran Ş., 2014. Effects of Copper, Zinc, Lead and Cadmium Applied with Irrigation Water on Some Eggplant Plant Growth Parameters and Soil Properties. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, 1(3):377-383.
- Rasheed Z.M., Ahmad K., Ashraf M., Al-Qurainy F., KGan S., Ur Rahman Athar H., 2015. Screening Of Diverse Local Germplasm Of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L. Taub.) For Salt Tolerance: A Possible Approach To Utilize Salt-Affected Soils. Pak. J. Bot., 47(5):1721-1726.
- Taş İ., Coşkun Y., Yeter T., Yıldırım Y.E., Görgişen C., Özkay F., 2017. Düşük SAR'a ve Yüksek Elektriksel İletkenliğe Sahip Sulama Sularının Toprak İyon İçeriğine Etkisi. V. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Kırklareli.
- Wetselaar R., 1967. Estimation of Nitrogen Fixation by Four Legumes in a Dry Monsoonal Area of North-Western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 7:518-522.
- Yurtseven E., Güngör Y., 1990. Değişik Tuzluluk Düzeylerindeki Sulama Sularının Toprak Tuzlulaşmasına Etkisi. Tr.J. of Agriculture and Forestry, 14:555-561.
- Yurtseven E., Sönmez B., 1996. Sulama Suyu Tuzluluğunun Domates Verimine ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi. Tr.J. of Agriculture and Forestry, 20(1):27-33.
- Yurtseven E., Öztürk G.S., 2001. Sulama Suyu Tuzluluğunun Tınlı Toprakta Profil Tuzluluğuna Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 7(3):1-8.
- Yurtseven E., Çaycı G., Sevimay C.S., Öztürk A., Parlak M., Yalçın L., 2002. Tuzluluk ve Su Miktarlarının Macar Fiği (*Vicia pannonica*, Crantz) Verimi ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi: I. Yıkama Uygulanmayan Koşul. A:Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 8(1):1-6.