

## Farklı Sulama Suyu Tuzluluk Seviyelerinin Sakız Fasulyesi (*Cyamopsis tetraganloba*)'nin Çimlenmesi Üzerine Etkileri

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

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar Sulama Bölümü, Çanakkale

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksek Okulu, Çanakkale

\*Sorumlu yazar: tas\_ismail@yahoo.com

Geliş Tarihi: 12.03.2017

Düzeltilme Geliş Tarihi: 24.03.2017

Kabul Tarihi: 27.03.2017

### Özet

Araştırma, 8 adet sakız fasulyesi (125-1, 1-1, 40-1, 57-1, 62-4, 94, 98, 114) hattında, SAR değeri 3'den küçük olacak şekilde farklı tuz kaynaklarından (NaCO<sub>3</sub>, MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>), farklı seviyelerde sulama suyu elektriksel iletkenlik (ECi) değerlerine (0, 4, 8, 12, 16, 20, 30, 40 dS m<sup>-1</sup>) sahip sulama sularının çimlenme üzerine etkilerini belirlemek amacıyla laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. Yapılan varyans analizleri sonucuna göre, sakız fasulyesi tohumlarının çimlenme hızı ve çimlenme gücü üzerine sulama suyu tuzluluğunun istatistiksel açıdan önemli (p < 0.05) etkileri olduğu belirlenmiştir. Sulama suyu tuzluluğu arttıkça çimlenme hızı ve çimlenme gücü azalma göstermiştir. Çimlenme hızı dikkate alındığında 8 dS m<sup>-1</sup>'lik uygulama seviyesinde, Dünya Tohumcular Birliği tarafından önerilen oranda (%80) çimlenme meydana gelmektedir. Çimlenme gücünde ise 12 dS m<sup>-1</sup> uygulamasından itibaren etkilenmenin olduğu belirlenmiştir. Genotipler de ise çimlenme hızı ve çimlenme gücü açısından genel olarak birbirine yakın oranlar belirlenirken en düşük oranlar 1 ve 2 nolu genotiplerde belirlenmiştir. Çalışma kapsamında, artan sulama suyu tuzluluk seviyesine bağlı olarak incelenen tüm parametrelerde etkilenme belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Çimlenme, guar, *Cyamopsis tetraganloba*, sulama suyu tuzluluğu

## Effects of Different Salinity Levels of Irrigation Water on Germination of Guar Gum (*Cyamopsis tetraganloba*)

### Abstract

The present study was conducted to investigate the effects of different irrigation water salinity levels [prepared as to have final Sodium Absorption Ratio (SAR) of below 3 with different salt sources (NaCO<sub>3</sub>, MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>) and different electrical conductivity (ECi) values (0, 4, 8, 12, 16, 20, 30, 40 dS) on germination of different guar lines mainly used as feed and food (125-1, 1-1, 40-1, 57-1, 62-4, 94, 98, 114), / m) under laboratory conditions. According to the results of the variance analysis, it was determined that the irrigation water salinity on the germination rate and germination power of guar seeds were statistically significant (p < 0.05). As the salinity of the irrigation water increased, the germination rate and germination efficiency decreased. When the germination rate is considered, germination occurs at the recommended level (80%) by the World Seed Association at the application level of 8 dS m<sup>-1</sup>. It has been determined that germination power is affected from 12 dS m<sup>-1</sup> application. In genotypes, the germination rate and germination power were generally close to each other while the lowest rates were determined in genotypes 1 and 2. Within the scope of the study, the influence of increasing salinity of the irrigation water was determined for all parameters examined.

**Key words:** Germination, guar, *Cyamopsis tetraganloba*, irrigation water salinity

## Giriş

Ülkemizde guar (*Cyamopsis tetraganloba* [L.] Taub.) sakız fasulyesi olarak isimlendirilen ve Hindistan'da yaygın şekilde yem bitkisi ve zamk sakızı üretimi için yetiştiriciliği yapılan bir bitkidir. Ayrıca toprağa azot bağlaması ve bakladan daha küçük tohumlu olması nedeniyle, iyi bir yeşil gübre bitkisidir. Sakız fasulyesi sakızı, galactomannan ve bir polisakkaritten oluşmaktadır. Sulu çözeltilerde yüksek viskozite göstermesi nedeniyle özellikle gıda sektöründe kıvam arttırıcı madde olarak kullanılmaktadır (Dhugga ve ark., 2004).

Sakız fasulyesi kuraklığa dayanıklı, derin köklü ve yaz sezonunda tek yıllık olarak yetiştirilen bir bitkidir. Haploid kromozom sayısı 7 olup genellikle 50-100 cm'ye kadar boylanabilir (Poats, 1961). Yüksek sıcaklık ve kuraklığa dayanabilmektedir. Kumlu-tınlı ve pH aralığı 7.5-8.0 olan topraklarda iyi gelişme gösterir (Douglas ve Routley, 2004).

Sulama suyu tuzluluğu, kurak ve yarı kurak bölgelerde önlem alınması gereken en önemli sorunlardan birisidir. Toprak tuzluluğuna sebep olan başlıca faktör sulamadır. Kalitesi düşük olan sulama sularının kullanıldığı bölgelerde hem bitkiler, hem de topraklar olumsuz etkilenmektedir. Sulama suyu tuzluluğu, bitkilerin ozmotik basıncını ve besin elementi alımını da etkilemektedir. Aynı zamanda toprakta birikimle de iyon toksisitesine neden olur (Lewitt, 1980). Bunlardan toksik etki, birincil tuz zararı sayılırken, diğerleri ise tuzluluğun bitkiler üzerinde ikinci etkisi olarak kabul edilmektedir. Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkileyen tuzluluk, ozmotik ve iyonik gerilimin yanı sıra hormonal dengesizliğe de sebep olmaktadır (Ashraf ve Foolad, 2007). Toprakta tuz yoğunluğunun artış göstermesiyle beraber, toprak yapısında bozulmalar, bitkilerin kök bölgesindeki su alımında problemler oluşmakta ve buna bağlı olarak bitki gelişimi yavaşlamaktadır (Kanber ve Ünlü, 2010). Kültür bitkilerinde, ortamın tuz yoğunluğunun artış göstermesine paralel olarak elde edilen ürün miktarında ve bitkinin dayanım düzeyinde önemli etkiler bulunmaktadır.

Tuzlu topraklarda oldukça fazla bulunan Na ve Cl gibi iyonların toksik etki oluşturması ve buna

bağlı olarak bitki su alımının engellenmesi, bitkinin çeşitli bölgelerine besin alımı ve taşınmasındaki problemler, bitki iyon dengesindeki bozulmalar, fotosentez ve solunum gibi fizyolojik işlevlerin zarar görmesi benzeri problemler bitkilerde verim azalışına neden olmaktadır (Flowers ve Yeo, 1981, Leopold ve Willing, 1984, Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Siegel ve ark. (1980), tuz stresindeki bitkilerde, aşırı miktarlarda biriken Na iyonunun, K alımını engellediğini belirtirken, İnal ve ark. (1995), Cl<sup>-</sup> iyonunun özellikle NO<sub>3</sub> alımını engellediğini dile getirmektedirler. Tuz gerilimi, bitkilerde ölüme sonuçlanabildiği gibi, tuz derişimi ve bitkinin dayanıklı olup olmamasına göre bitkide gelişmeyi engelleyip, yaprak yanıklığı gibi nekrozlara, klorozlara, dölllenme bozukluklarına, meyvelerin küçük kalmasına, niteliğin düşmesine ve ürün kayıplarına neden olabilmektedir (Coşkun ve ark., 2016). Kurak ve yarı kurak bölgelerde eş zamanlı çimlenmeyi etkileyen en önemli çevresel faktörlerden birisi tuzluluktur (Demir ve ark., 2003).

Tuzluluk çalışmalarında, bitki türlerinin tuza tepkilerinin belirlenmesinde çimlenme ve fide gelişim dönemleri daha çok dikkate alınmaktadır (Van Hoorn ve ark., 2001).

Bu çalışmada, sakız fasulyesi farklı sulama suyu elektriksel iletkenlik seviyelerinde tuz stresine maruz bırakılarak çimlenme hızı, çimlenme gücü, kabuk atma oranı, toplam yaş ağırlık, sürgün yaş ağırlık, toplam kuru ağırlık, sürgün kuru ağırlık, kök yaş ağırlık ve kök kuru ağırlık gibi parametreler incelenmiştir. Ayrıca sakız fasulyesinin çimlenme aşamasında hangi seviyelere kadar tuz dayanımı gösterdiği belirlenmeye çalışılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Çalışma 2016 yılında ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Uygulama Laboratuvarında yürütülmüştür. Araştırmada ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nden temin edilen 8 sakız fasulyesi hattı bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan genotiplerin seleksiyon numarası ve bitki tipi Çizelge 1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1.** Genotiplerin seleksiyon numarası ve bitki tipi

Genotip No	Seleksiyon No	Bitki Tipi
1	125-1	Tanelik
2	1-1	Tanelik
3	40-1	Tanelik
4	57-1	Tanelik
5	62-4	Tanelik
6	94	Yemeklik
7	98	Yemeklik
8	114	Yemeklik

Denemede kullanılan sulama suyunun SAR değeri 3'den küçük olacak şekilde farklı tuz kaynakları ( $\text{NaCO}_3$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ) kullanılarak farklı elektriksel iletkenlik (ECi) (Kontrol, 4, 8, 12, 16, 20, 30, 40  $\text{dS m}^{-1}$ ) seviyeleri oluşturulmuştur. Ayrıca hazırlanan sulama sularında Ca/Mg oranının 2'den büyük olmasına özen gösterilmiştir. Her genotipten 20 tohum içerisinde Whatman No.1 filtre kâğıdı bulunan petri kaplarına (9 cm çapında) konulmuştur. Petri kapları içerisine hazırlanan sulama sularından her konu için 10 ml çimlenme suyu eklenmiştir. Sonra üzeri kapaklarıyla kapatılmış ve evaporasyonu önlemek için de parafilm ile kaplanmıştır. Tohumlar petri kaplarında 5 gün süreyle laboratuvar ortamında izlenmiş ve her gün çimlenen tohumlar sayılmıştır. Gözlemlerin her gün aynı saatte yapılmasına özen gösterilmiştir. Wang ve ark., (2009) ve Kuşvuran (2015)'in önerileri doğrultusunda kökçük görüldükten sonra tohumun çimlendiği kabul edilmiştir. Denemenin birinci gününde çimlenmenin başladığı belirlenmiştir. 5. gün sonunda petri kapları açılmış ve kabuk atan tohumlar sayılmıştır ve daha sonra yüzdeye çevrilerek kabuk atma oranları hesaplanmıştır. Kök ve sürgün yaş ağırlığı hassas terazide tartılmıştır. Yaş ağırlıkları belirlenen bitkiler 3 gün boyunca ortalama  $60^\circ\text{C}$ 'lik etüvde kurutulup yine hassas terazide tartılarak kuru ağırlıkları ölçülmüştür.

Her petri kabında çimlenen tohumlar Atak ve ark., (2006)'nın önerdiği şekilde yüzdeye çevrilmiştir. Denemenin üçüncü gününde gerçekleşen çimlenme oranı "çimlenme hızı", beşinci gününde elde edilen çimlenme oranı ise "çimlenme gücü" olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler; JMP 5 istatistik paket programında tesadüf parsellerinde faktöriyel düzenlemeye göre varyans analizi yapılmıştır. İstatistiksel olarak önemli olan özelliklerde ortalamaların karşılaştırılmasında LSD testi kullanılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

**Çizelge 2.** Sakız fasulyesi bitkisinin farklı sulama suyu tuzluluğu koşullarında çimlenme hızı ve gücü ortalamaları

Konular ( $\text{dS m}^{-1}$ )	Çimlenme hızı (%)	Çimlenme gücü (%)	Hat	Çimlenme hızı (%)	Çimlenme gücü (%)
Kontrol	87.92 a*	91.67 a	1	41.25 c	55.00 c
4	86.25 a	90.83 a	2	46.66 bc	47.08 c
8	83.33 ab	88.33 a	3	52.92 ab	65.00 ab
12	75.00 b	85.00 ab	4	59.58 a	64.17 b
16	62.92 c	78.33 b	5	57.50 a	69.58 ab
20	27.08 d	56.67 c	6	52.08 ab	68.33 ab
30	1.25 e	16.67 d	7	57.50 a	73.33 a
40	0.00 e	0.00 e	8	56.25 a	65.00 ab

\*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ( $P < 0.05$ )

Gelişiminin ilk safhası olan çimlenmede bitkilerin, sulama suyu tuzluluğuna olan tepkileri oldukça hızlıdır. Çizelge 2'den de görüleceği gibi, sulama suyu tuzluluğu, sakız fasulyesinin çimlenme hızı ve çimlenme gücü üzerine olan etkisi istatistiksel olarak %5 önem düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Söz konusu bitki, 8  $\text{dS m}^{-1}$  sulama suyu elektriksel iletkenlik seviyesine kadar tolere edilebilir oranda etkilenme göstermiştir. Diğer bir ifadeyle, Dünya Tohum Birliği tarafından (ISTA, 2009), kabul edilen %80'lik oranın üzerinde (kontrol=%87.92, 4  $\text{dS m}^{-1}$ =%86.25 ve 8  $\text{dS m}^{-1}$ =%83.33) olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde çimlenme gücü değerleri dikkate alındığında 12  $\text{dS m}^{-1}$  iletkenlik seviyelerinde %80'nin üzerinde (kontrol=%91.67, 4  $\text{dS m}^{-1}$ =%90.83, 8  $\text{dS m}^{-1}$ =%88.83 ve 12  $\text{dS m}^{-1}$ =%85.0) çimlenme gücü saptanmıştır. Ancak 12  $\text{dS m}^{-1}$  iletkenlik seviyesinin üzerindeki dozlarda ise çimlenme gücü değerleri, ISTA, (2009) tarafından belirtilen kabul edilebilir seviyelerin altına düştüğü tespit edilmiştir. Öte yandan en yüksek sulama suyu elektriksel iletkenlik değeri olan 40  $\text{dS m}^{-1}$  iletkenlik seviyesinde çimlenme saptanmamıştır.

Çoklu karşılaştırma için yapılan LSD testi sonucunda genotiplerin genel olarak birbirlerine yakın çimlenme hızı değerleri göstermiştir. 1 ve 2 nolu genotiplerinin (%41.25 ve %46.66) diğer genotiplere göre daha düşük çimlenme oranı değerleri ile farklı bir grupta yer almıştır. Çimlenme gücü açısından incelendiğinde 3, 5, 6, 7, 8 nolu genotipler genel olarak birbirlerine yakın çimlenme gücü değerleri göstermiştir. 4 nolu genotip farklı bir grup oluşturarak çok fazla etkilenmezken 1 ve 2 nolu genotipler ise daha düşük çimlenme gücü değerleri (%55.00 ve %47.08) ile diğer genotiplerden farklı bir grup oluşturmuştur. Genotiplerin genetik yapılarındaki farklılıkların, tuzluluğa karşı gösterilen tepkilerinde farklı olmasına neden olmaktadır. Genel olarak çimlenme oranı değerlerinin ISTA (2009)'nın kabul edilebilir değerlerinin altında çıkmasının sebebi, 40  $\text{dS m}^{-1}$  sulama suyu elektriksel iletkenlik seviyesinde çimlenmenin gerçekleşmemesidir.

Araştırmada sulama suyu tuzluluğu, baklagil bitkilerinde çimlenme test parametrelerinden olan kabuk atma oranına olan etkisi istatistiksel olarak %5 önem düzeyinde önemli etkilerde bulunmuştur. Çizelge 3'den de görüldüğü gibi, sulama suyu tuzluluğunun Sakız fasulyesi bitkisinin kabuk atma oranı üzerine önemli etkilerde bulunmuştur. 0 ve 4 dS m<sup>-1</sup> iletkenlik seviyelerinde kabuk atma oranının çok fazla etkilenmediği, 8 dS m<sup>-1</sup> iletkenlik seviyesinde etkilenmeye başladığı, daha yüksek

dozlarda ise kabuk atma oranlarının düştüğü tespit edilmiştir. Genotiplerin kabuk atma değerlerine baktığımızda ise 3 nolu genotipin (%18.33) diğer genotiplerle karşılaştırıldığında en düşük kabuk atma oranı, 5 nolu genotipin (%31.67) ise en yüksek kabuk atma oranı göstermiştir. Bu farklılığa, genotiplerin genetik yapılarındaki farklılıklardan dolayı tuza karşı farklı tepkilere sahip olmalarının neden olduğu düşünülmektedir.

**Çizelge 3.** Sakız fasulyesi bitkisinin farklı sulama suyu tuzluluğu koşullarında kabuk atma oranı

Konular (dS m <sup>-1</sup> )	Kabuk atma oranı (%)	Hat	Kabuk atma oranı (%)
Kontrol	47.50 a*	1	22.50 <sup>öd</sup>
4	45.00 a	2	21.67 <sup>öd</sup>
8	30.83 b	3	18.33 <sup>öd</sup>
12	24.17 bc	4	25.00 <sup>öd</sup>
16	16.25 cd	5	31.67 <sup>öd</sup>
20	15.83 cd	6	27.92 <sup>öd</sup>
30	9.17 de	7	22.08 <sup>öd</sup>
40	0.00 e	8	20.00 <sup>öd</sup>

<sup>öd</sup>: Aynı sütundaki ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli değildir (P>0.05)

\*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (P<0.05)

**Çizelge 4.** Sakız fasulyesi bitkisinin farklı sulama suyu tuzluluğu koşullarında yaş ağırlık (kök+sürgün) ortalamaları

Konular (dS m <sup>-1</sup> )	Yaş ağırlık (g)	Hat	Yaş ağırlık (g)
Kontrol	0.9723 a*	1	0.4442 c
4	0.8525 b	2	0.4771 c
8	0.7472 c	3	0.5872 ab
12	0.6909 c	4	0.4699 c
16	0.5861 d	5	0.5203 bc
20	0.4210 e	6	0.6362 a
30	0.1427 f	7	0.6592 a
40	0.0000 g	8	0.6259 a

\*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (P<0.05)

Sulama suyu tuz seviyesi sürgün yaş ağırlıklarını da etkilemiş ve konular arasında farklılıklara neden olmuştur. Söz konusu farklar %5 önem düzeyinde anlamlı olup, yapılan LSD testi sonuçları oluşan gruplar Çizelge 5'te verilmiştir. En yüksek sürgün yaş ağırlığı kontrol konusunda 0.7473 g olarak elde edilirken, bunu 4, 8 ve 12 dS m<sup>-1</sup> sulama suyu tuz seviyesi takip etmektedir.

Hatlar bakımından ise yaş ağırlıkta olduğu gibi 6, 7 ve 8 nolu hatlarda 0.5658-0.5387 g arasında en yüksek değerler ölçülmüştür. En düşük değerler ise 1, 2 ve 4 nolu hatlarda 0.3511 ve 0.3928 arasında ölçülmüştür. Sürgün yaş ağırlığı 4 dS m<sup>-1</sup> sulama suyu tuz seviyesinden itibaren etkilenme göstermiştir.

**Çizelge 5.** Sakız fasulyesi bitkisinin farklı sulama suyu tuzluluğu koşullarında sürgün yaş ağırlığı ortalamaları

Konular (dS m <sup>-1</sup> )	Sürgün yaş ağırlık (g)	Hat	Sürgün yaş ağırlık (g)
Kontrol	0.7473 a*	1	0.3928 d
4	0.6473 b	2	0.3511 d
8	0.5854 bc	3	0.4825 bc
12	0.6014 bc	4	0.3540 d
16	0.5323 c	5	0.4327 cd
20	0.4115 d	6	0.5578 ab
30	0.1427 e	7	0.5658 a
40	0.0000 f	8	0.5387 ab

\*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (P<0.05)

Sulama suyu tuz seviyesi yaş ağırlıkta olduğu gibi kuru ağırlıkta da konular arasında farklılığa neden olmuş ve bu farklılıklar %5 önem düzeyinde anlamlı olarak belirlenmiştir. Ortalamalar LSD testi ile karşılaştırılmış ve ortalamalar ile oluşan gruplar Çizelge 6’te sunulmuştur. En yüksek kuru ağırlık (kök + sürgün) değerleri kontrol konusu ve 4 dS m<sup>-1</sup> iletkenlikte 0.1951 g ve 0.1976 g ölçülürken en düşük kuru ağırlık (kök + sürgün) ise 30 dS m<sup>-1</sup> EC’ye sahip tuzluluk seviyesinde 0.0490 g olarak ölçülmüştür. Hatlar içerisinde ise yine 6, 7 ve 8 nolu hatlar en iyi sonuçları vermiş ve 0.1624-0.1774 g arasında ölçülmüştür.

Benzer durum sürgün kuru ağırlıkta da görülmektedir. Bu parametrede kuru ağırlığa paralel bir değişim sergilemiştir (Çizelge 7). Sürgün kuru ağırlık bakımından en yüksek değer kontrol konusunun yanında, 4, 8 ve 12 dS m<sup>-1</sup> sulama suyu tuzluluk seviyesi konularında ve 0.1858-0.1695 g

**Çizelge 6.** Sakız fasulyesi bitkisinin farklı sulama suyu tuzluluğu koşullarında kuru ağırlık (kök + sürgün) ortalamaları

Konular (dS m <sup>-1</sup> )	Kuru ağırlık (g)	Hat	Kuru ağırlık (g)
Kontrol	0.1951 a*	1	0.1061 b
4	0.1976 a	2	0.0989 b
8	0.1857 ab	3	0.1586 a
12	0.1774 ab	4	0.1121 b
16	0.1655 b	5	0.1209 b
20	0.1242 c	6	0.1774 a
30	0.0490 d	7	0.1699 a
40	0.0000 e	8	0.1624 a

\*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (P<0.05)

**Çizelge 7.** Sakız fasulyesi bitkisinin farklı sulama suyu tuzluluğu koşullarında sürgün kuru ağırlığı

Konular (dS m <sup>-1</sup> )	Sürgün kuru ağırlık (g)	Hat	Sürgün kuru ağırlık (g)
Kontrol	0.1832 ab*	1	0.1033 bc
4	0.1858 a	2	0.0909 c
8	0.1754 ab	3	0.1516 a
12	0.1695 ab	4	0.1041 bc
16	0.1607 b	5	0.1158 b
20	0.1232 c	6	0.1720 a
30	0.0490 d	7	0.1644 a
40	0.0000 e	8	0.1565 a

\*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (P<0.05)

değerleri arasında ölçülmüştür. Hatlardan ise 3, 6, 7 ve 8 nolu hatlar en yüksek sürgün kuru ağırlığı değerine ulaşmışlardır. Sürgün kuru ağırlığı bakımından 12 dS m<sup>-1</sup> sulama suyu tuzluluk seviyesi üzerinden itibaren etkilenme artış göstermektedir.

Sulama suyu tuzluluğunun kök yaş ağırlığına etkisi artan sulama suyu tuzluluk seviyesine bağlı olarak azalma meydana getirmiştir (Çizelge 8). Konular arasındaki farklar istatistiksel açıdan %5 düzeyinde önemli bulunmuş ve LSD testi ile karşılaştırılmıştır. 4 dS m<sup>-1</sup> sulama suyu tuz seviyesine kadar etkilenme ihmal edilebilir seviyelerdedir. Bu düzeyden sonra hızlı bir azalma meydana gelmektedir. En yüksek kök yaş ağırlığı kontrol ve 4 dS m<sup>-1</sup> sulama suyu tuz seviyesinde sırasıyla 0.2249 ve 0.2052 g olarak ölçülmüştür. Hatlar açısından ise en yüksek kök yaş ağırlığı sırasıyla 2, 3 ve 4 nolu hatlarda belirlenmiştir.

**Çizelge 8.** Sakız fasulyesi bitkisinin farklı sulama suyu tuzluluğu koşullarında kök yaş ağırlığı

Konular (dS m <sup>-1</sup> )	Kök yaş ağırlık (g)	Hat	Kök yaş ağırlık (g)
Kontrol	0.2249 a	1	0.0514 d
4	0.2052 a	2	0.1259 a
8	0.1617 b	3	0.1047 abc
12	0.0895 c	4	0.1159 ab
16	0.0537 d	5	0.0876 bc
20	0.0095 e	6	0.0784 cd
30	0.0000 e	7	0.0934 bc
40	0.0000 e	8	0.0872 bc

\*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (P<0.05)

Kök yaş ağırlığında olduğu gibi kök kuru ağırlığında da benzer sonuçlar saptanmıştır. Kök kuru ağırlık bakımından (konular arasındaki farka yapılan istatistiksel analiz ve LSD testi sonucu) kontrol ve 4 dS m<sup>-1</sup> sulama suyu tuz seviyesinin yanında 8 dS m<sup>-1</sup> düzeyinde de aynı sınıfta yer aldığı kök kuru ağırlığı açısından konular arasında farkın olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 9). En yüksek kök kuru ağırlığı daha önce de dile getirildiği gibi sırasıyla kontrol (0.0119 g), 4 dS m<sup>-1</sup> (0.0118 g) ve 8 dS m<sup>-1</sup> (0.0104 g) konularında elde edilmiştir. Kök kuru ağırlığı bakımından en yüksek değerlerin 2 (0.0080 g), 4 (0.0079 g) ve 3 (0.0070 g) nolu hatlarda olduğu belirlenmiştir.

Aynı seviyede uygulanan tuz konsantrasyonlarının bazı hatlarda daha fazla negatif etki yaparken, bazı hatlarda daha az etki gösterebilmektedir. Buna neden hatların genetik yapılarındaki farklılıklar olabilir. Mansour (1994), bitkilerin çimlenme dönemlerinde yüksek tuz konsantrasyonuna bağlı olumsuzluklar görülebileceğini dile getirmektedir. Yüksek tuz

konsantrasyonunda tohum çimlenme için gerekli olan suyu içine almada zorlanır. Buna temel neden olarak çimlenme ortamında tuz yoğunluğu artışı ile

birlikte tohumun su alımının zorlaşması ve ortamın osmotik basıncındaki değişim gösterilebilir.

**Çizelge 9.** Sakız fasulyesi bitkisinin farklı sulama suyu tuzluluğu koşullarında kök kuru ağırlığı ortalamaları

Konular (dS m <sup>-1</sup> )	Kök kuru ağırlık (g)	Hat	Kök kuru ağırlık (g)
Kontrol	0.0119 a*	1	0.0028 d
4	0.0118 a	2	0.0080 a
8	0.0104 a	3	0.0070 abc
12	0.0079 b	4	0.0079 ab
16	0.0048 c	5	0.0052 c
20	0.0010 d	6	0.0054 c
30	0.0000 d	7	0.0055 c
40	0.0000 d	8	0.0058 bc

Sakız fasulyesi bitkisi, çimlenme ortamındaki tuz yoğunluğunun artmasına bağlı olarak çimlenme oranında azalma oluşmuştur. Vinisky ve Ray (1985), tarafından yapılan çalışmada tuz konsantrasyonunun artmasıyla çimlenme oranında bir azalma meydana geldiği bildirilmektedir. Garg ve ark., (1997), Sakız fasulyesine takviye edilen kalsiyumun, NaCl'ün olumsuz etkisine rağmen potasyum alımını artırarak Na alımını azalttığını bildirmişlerdir. Francois ve ark., (1990), tuzluluğun vejetatif büyüme ve tohum verimine etkisini Kinman ve Esser adlı 2 Sakız fasulyesi çeşidinde incelemişler ve bitki kök bölgesi saturasyon ekstratı elektriksel iletkenlik değeri 8.8 dS m<sup>-1</sup>'ye kadar etkilenmenin önemsiz düzeyde olduğunu belirlemişlerdir. Lahiri ve ark., (1996), Sakız fasulyesini elektriksel iletkenlik değeri 10 dS /m<sup>-1</sup> olan toprak tuzluluğu koşullarında 10 farklı genotipte kuru ağırlık, tohum verimi, yaprak alanı, mineral bileşimi, konsantrasyonu, enzim aktiviteleri ve yaprak metabolitleri incelenmiş ve sonuçta tohum verimine bakarak toleranslı (Malosen ve HFG-182), orta toleranslı (AG-111, Kutch-8, KVS-2, DP Safed, ve B-22-11-55) ve hassas (Durgajai, FS-277, ve B-31-1-55) olarak sınıflandırmışlardır.

Sakız fasulyesinde NaCl stresi, bitki boyu, tohum verimi, kök uzunluğunu, kök yaş ve kuru ağırlığını, sürgün yaş ve kuru ağırlığını etkilemektedir (Ashraf ve ark., 2002). Bu özelliklere ek olarak kökteki nodul sayısı da etkilenmektedir (Ashraf ve ark., 2005).

Igino ve ark., (2009), 200 mM NaCl stres koşullarında çimlenme denemesi yapılan 42 Sakız fasulyesi hattının çimlenme oranlarının %7.7 ile %90.3 arasında değişiklik gösterdiğini dile getirmişlerdir.

Bulgular, tuzluluk seviyesinde artışın çimlenme oranında azalmalara sebep olduğunu bildiren farklı araştırmacılar Datta ve ark., (1999), Pujol ve ark., (2000), Tobe ve ark., (2001), Rubio-Casal ve ark., (2003), Mamoodzadeh ve ark.,

(2013), Yang ve ark., (2014), Coşkun ve ark., (2016) ile uyumludur.

### Sonuç ve Öneriler

Sürdürülebilir tarımsal üretimin en temel bileşeni olan sulama suyu tuzluluğu hem toprak hem de bitki açısından önemlidir. Sınırlı ve sonlu bir kaynak olan suya olan talep sürekli artmaktadır. Bu nedenle de tarımsal üretimde düşük kalite olarak nitelendirilen suların kullanımı zorunlu hale gelmektedir. Tarımsal üretimde sulama suyunun SAR değeri 3'ün altında olması koşuluyla, Sakız fasulyesi bitkisinin çimlenme hızı için 8 dS /m<sup>-1</sup> sulama suyu tuzluluk seviyesi ve çimlenme gücü için 12 dS m<sup>-1</sup> sulama suyu tuzluluk seviyesi eşik değer olarak nitelendirilebilir. İncelenen diğer parametreler dikkate alındığında sulama suyu tuzluluğu arttıkça Sakız fasulyesi bitkisinin çimlenme parametreleri üzerinde azalmalara neden olduğu belirlenmiştir.

### Kaynaklar

- Ashraf, M.Y., Akhtar, K., Sarwar, G., Ashraf, M. 2002. Evaluation of arid and semi-arid ecotypes of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) for salinity (NaCl) tolerance. J. Arid Environ. 52: 473-482.
- Ashraf, M.Y., Akhtar, K., Sarwar, G., Ashraf, M. 2005. Role of the rooting system in salt tolerance potential of different guar accessions. Agron. Sustain. Dev. 25: 243-249.
- Ashraf, M., Foolad, M.R. 2007. Improving plant abiotic-stress resistance by exogenous application of osmoprotectants glycine betaine and proline. Environ. Exp. Bot., 59: 206-216.
- Atak, M., Kaya, M.D., Kaya, G., Kılıç, Y., Çiftçi, C.Y. 2006. Effects of NaCl on the Germination, Seedling Growth and Water Uptake of Triticale. Turk J. Agric. For. 30: 39-47.

- 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.
- Datta, J.K., Nag, S., Banarjee, A., Mondal, N.K. 1999. Impact of salt stress on five varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under laboratory conditions. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 13(3): 93-97.
- Demir, I., Mavi, K.M., Okçu, G. 2003. Effect of Salt Stress on Germination and Seedling Growth in Serially Harvested Aubergine (*Solanum melongena* L.) Seeds During Development. 51: 125-131.
- Dhugga, K.S., Barreiro, R., Whitten, B., Stecca, K., Hazebroek, J., Randhawa, G.S., Dolan, M., Kinney, A.J., Tomes, D., Nichols, S., Anderson, P. 2004. Guar seed beta-mannan synthase is a member of the cellulose synthase super gen family. *Science*. 2004 Jan 16; 303(5656): 363-6.
- Douglas, C.A., Routely, R. 2004. Guar in the New Crop Industries - Handbook. Salvin, S., Bourke, M., Byrne, T. (Eds.), Rural Industries Research and Development. 04: 125.
- Flowers, T.J., Yeo, A.R. 1981. Variability in the resistance of sodium chloride salinity within rice (*Oryza sativa* L.) varieties. *New Phytol.* 88: 363-37.
- Francois, L.E., Donovan, T.J., Maas, E.V. 1990. Salinity effects on emergence, vegetative growth, and seed yield of guar. *Agron. J.* 82: 587-592.
- Garg, B.K., Kathju, S., Vyas, S.P., Lahiri, A.N. 1997. Alleviation of sodium chloride induced inhibition of growth and nitrogen metabolism of clusterbean by calcium. *Biologia Plantarum* 39: 395-401.
- Igino, T., Weixin, L., Ellen, B.P. 2009. Salinity effects on seed germination and plant growth of guar. *Crop science* 49: 637-642.
- Inal, A., Gunes, A., Aktas, M. 1995. Effects of chloride and partial substitution of reduced forms of nitrogen for nitrate in nutrient solution of the nitrate, total nitrogen and chlorine contents of onion. *Journal of Plant Nutrition*. 18: 2219-2227.
- ISTA, 2009. International Rules for Seed Testing. The International Seed Testing Association (ISTA), Zurichstr 50, CH-8303, Bassersdorf, Switzerland.
- Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y. 2005. The effect of drought on plant and tolerance mechanisms. *Gazi University Journal of Science* 18(4): 723-740 (2005).
- Kanber, R., Ünlü, M. 2010. Tarımda Su ve Toprak Tuzluluğu. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 281. Adana.
- Kusvuran, A. 2015. The effects of salt stress on the germination and antioxidative enzyme activity of Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) varieties. *Agricultural Research Communication Centre*. 38(1): 51-59.
- Lahiri, A.N., Garg, B.K., Vyas, S.P., Kathju, S., Mali, P.C. 1996. Genotypic differences to soil salinity in clusterbean. *Arid Soil Res. Rehab.* 10: 333-345.
- Leopold, A.C., Willing, R.P. 1984. Evidence of Toxicity Effects of Salt on Membranes. In: Salinity Tolerance in Plants, (eds. R.C. Staples and G.H. Toenniessen).
- Lewitt, J. 1980, Responses of Plants to Environmental Stresses, Vol.II, (2<sup>nd</sup> ed.) Academic Press, New York
- Mamoodzadeh, H., Khorasani, F.M., Besharat, H. 2013, Impact Salt Stress on Seed Germination Indices of Five Wheat Cultivars. *Annals of Biological Research*, 4(6): 93-96.
- Mansour, M.M.F. 1994. Changes in growth, osmotic potential and cell permeability of wheat cultivars under salt stress. *Biol. Plant.*, 36: 429-434.
- Poats, J.J. 1961. Guar A Summer Row Crop For Southwest. *Ecobn. Bot.*, 14(1961), p. 241.
- Pujol, A.J., Ramiraz-Diaz, L. 2000. Recovery germination from different osmotic conditions by four halophytes from southeastern Spain. *Annals Botany*, 85: 279-286.
- Rubio-Casal, A.E., Castillo, J.M., Luque C.J., Figueroa, M.E. 2003. Influence of salinity on germination and seeds viability of two primary colonizers of Mediterranean salt pans. *Journal of Arid Environment*, 53: 145-154.
- Siegel, S.M., Siegel, B.Z., Massey, J., Lahne, P., Chen, J. 1980. Growth of Corn in Saline Water. *Physiol Plant*, 50: 71-73.
- Tobe, K., Zhang, L., Qui, G.Y., Schimizu, H., Omasa, K. 2001. Characteristics of seed germination infive non halophytic Chinese desert shrub species. *Journal Arin Environment*, 47: 191-201.
- Van Hoorn, J.W., Katerji, N., Hamdy, A., Mastroilli, M. 2001. Effect of salinity on yield and nitrogen uptake of four grain legumes and on biological nitrogen contribution from the soil. *Agric. Water Manag*, 51: 87-98.
- Vinisky, I., Ray, D.T., 1985. Effects of Various Salts and Temperatures on Germination in Guar.

Forage and Grain: A College of Agriculture  
Report. 370064; P-64.

- Wang, W.B., Kim, Y.H., Lee, H.S., Kim, K.Y., Deng, X.P., Kwak, S.S. 2009. Analysis of antioxidant enzyme activity during germination of alfalfa under salt and drought stresses. *Plant Physiology and Bioch.* 47(7): 570-577.
- Yang, C., Zhao, L., Zhang, H., Yang, Z., Wang, H., Wen, S., Zhang, C., Rustgi, S., Von Wettstein, D., Liu, B. 2014. Evolution of physiological responses to salt stress in hexaploid wheat. *PNAS* (August 12), 111(32): 11882-11887.