

Atıf İçin: Temel, S., Keskin, B., Akış, R. ve Şeren, Z. N. (2025). Farklı Tuzlu Su Uygulamalarının Sudanotu (*Sorghum sudanense* Stapf)'nın Toprak Altı ve Toprak Üstü Organlarının Gelişimine Etkisi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(2), 719-725.

To Cite: Temel, S., Keskin, B., Akış, R. & Şeren, Z. N. (2025). Effects of Different Saline Water Applications on the Development of Underground and Aboveground Organs of Sudangrass (*Sorghum sudanense* Stapf). *Journal of the Institute of Science and Technology*, 15(2), 719-725.

Farklı Konsantrasyonlardaki Tuzlu Su Uygulamalarının Sudanotu (*Sorghum sudanense* Stapf)'nın Toprak Altı ve Toprak Üstü Organlarının Gelişimine Etkisi

Süleyman TEMEL¹, Bilal KESKİN^{1*}, Recep AKIŞ¹, Zeynep Nergiz ŞEREN¹

Öne Çıkanlar:

- Sudanotu
- Tuzluluk
- Kök

Anahtar Kelimeler:

- Sudanotu
- Kök
- Gövde
- Tuzluluk
- Tuza tolerans yüzdesi

ÖZET:

Bu araştırma, saksılarda yetiştirilen Sudanotu'nun toprak altı ve toprak üstü organlarının gelişimi üzerine tuzlu su uygulamalarının etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme İğdır Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkez Müdürlüğüne ait seralarında 2022 yılında tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Sudanotu bitkisi 7 (yedi) farklı konsantrasyona sahip tuzlu su (kontrol (0), 3, 6, 9, 12, 15 ve 18 EC) ile sulanmıştır. Araştırmada bitkilerin kök uzunluğu, bitki boyu, kök kuru ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu/bitki boyu oranı, kök kuru ağırlığı/bitki kuru ağırlığı oranı ve tuza tolerans yüzdeleri belirlenmiştir. Tuzlu su uygulaması Sudanotu'nun toprak altı ve toprak üstü organlarının gelişimi üzerine önemli etkileri olmuştur. Sudanotu'nun kök uzunluğu, bitki boyu, kök kuru ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu/bitki boyu oranı, kök kuru ağırlığı/bitki kuru ağırlığı oranı ve tuza tolerans yüzdeleri sırasıyla 13.4-20.7 cm, 20.5-115.8 cm 2.7-6.8 g /bitki, 11.4-99.0 g /bitki, %18.2-65.2, %5.6-12.0 ve %32.1-100 arasında değişmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, sulama suyundaki tuz konsantrasyonu arttıkça Sudanotu'nun bitki boyu, kök uzunluğu, kök kuru ağırlığı, bitki kuru ağırlığı ve tuz tolerans yüzdelerinde önemli düşüşler olurken, kök uzunluğunun bitki boyuna oranı ve kök kuru ağırlığının bitki kuru ağırlığına oranı ise artmıştır.

Effects of Different Concentrations Saline Water Applications on the Development of Underground and Aboveground Organs of Sudangrass (*Sorghum sudanense* Stapf)

Highlights:

- Sudangrass
- Salinity
- Root

Keywords:

- Sudabgrass
- Root
- Stem
- Salinity
- Salt tolerance percentage

ABSTRACT:

This research was carried out to determine the effects of irrigation with salt water on the development of aboveground and belowground organs of sudangrass grown in pots. The trial was established in the greenhouses of Iğdır University Agricultural Application and Research Center in 2022 according to the completely randomized design. Sudangrass plant was irrigated with 7 (seven) different concentrations of saline (control, 3, 6, 9, 12, 15 and 18 EC). In the research, root length, plant height, root dry matter, aboveground plant dry matter, root length/plant height ratio, root dry matter/plant dry matter ratio and salt tolerance percentages of the plants were determined. Salt-water application had significant effects on the development of underground and aboveground organs of Sudangrass. Root length, plant height, root dry matter, plant dry matter, root length/plant height ratio, root dry matter/plant dry matter ratio and salt tolerance percentages of Sudangrass varied between 13.4-20.7 cm, 20.5-115.8 cm, 2.7-6.8 g /plant, 11.4-99.0 g /plant, 18.2-65.2%, 5.6-12.0% and 32.1-100%, respectively. According to the research results, as the salt concentration in irrigation water increased, there were significant decreases in plant height, root length, root dry weight, plant dry weight and salt tolerance percentages of Sudangrass, while the ratio of root length to plant height and the ratio of root dry weight to plant dry weight increased.

¹ Süleyman TEMEL ([Orcid ID: 0000-0001-9334-8601](https://orcid.org/0000-0001-9334-8601)), Bilal KESKİN ([Orcid ID: 0000-0001-6826-9768](https://orcid.org/0000-0001-6826-9768)), Recep AKIŞ ([Orcid ID: 0009-0005-1554-4021](https://orcid.org/0009-0005-1554-4021)), Zeynep Nergiz ŞEREN ([Orcid ID: 0009-0002-0183-9521](https://orcid.org/0009-0002-0183-9521)), İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Iğdır, Türkiye

***Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Bilal KESKİN, e-mail: bilalkeskin66@yahoo.com

GİRİŞ

Kuraklık, bilinçsiz sulama ve gübreleme gibi etmenler her geçen gün tuzlu alanların artmasına neden olmaktadır. Dünyada artan nüfusun beslenme ihtiyacını karşılamak için tarımsal faaliyetlerin tekniğine uygun olarak yapılması, düşük kaliteli sulama suyuyla sulama yapılmaması, tuzlu alanların artmasının engellenmesi, tuzlu alanların ıslah edilmesi veya tuza dayanıklı bitkiler yetiştirilmesi gerekmektedir. Bazen düşük kalitedeki sulama suyuyla ve tuzlu sularla sulama yapılmasının zorunlu olduğu durumlar olmakta ve tuzlu alanlarda bitki yetiştirilmesi zorunlu olmaktadır. Ancak düşük kaliteli sulama suyu veya toprak tuzluluğu bitkinin büyüme ve gelişmesini olumsuz etkilemekte ve aynı zamanda ürünün verim ve kalitesini düşürmektedir. Bu amaçla bilim insanları tarafından son yıllarda tuzluluktan kaynaklı problemleri minimize etmek ya da ortadan kaldırmak için tuzlu alanlarda yetiştirilebilecek bitkiler üzerinde pek çok fizyolojik çalışmalar yürütülmüş ve önemli sonuçlar alınmıştır.

Tuzlu topraklarda tohumların çimlenmesi, büyümesi ve gelişmesi sınırlanmaktadır. Tohumların çimlenmesi, kök ve toprak üstü organların büyümesi topraktan alınacak su ile mümkündür. Ancak tuzlu topraklarda tuz yoğunluğunun oluşturduğu yüksek osmotik basınç nedeniyle tohum ve kökler tarafından yeter miktarda su alımı gerçekleşmemektedir (Mansour 1994; Hasegawa ve ark., 2000; Ghoulam ve Fares 2001; Ashraf ve ark., 2005; Temel ve ark., 2016; Keskin ve ark., 2023). Bunun sonucu olarak bitkilerde fotosentez ve solunum hızı yavaşlamakta ve ayrıca yüksek oranda alımı yapılan Na ve Cl gibi tuzlar bitkide toksik etki yapmaktadır (Levitt, 1980; Yeo ve Flowers, 1983; Leopold ve Willing, 1984; Sakamoto ve ark., 1998). Her bir bitki tür ve çeşidi tuzluluk şartlarına farklı tepkiler vermektedir. Tuzluluk seviyesi ve tuzun etkisinde kalma süresi de bitki tür ve çeşidinin büyüme ve gelişmelerini farklı oranlarda etkilemektedir (Shannon ve Grieve, 1999; Geressu ve Gezaghegne, 2008; Munns ve Tester, 2008; Aishah ve ark., 2010; Nawaz ve ark., 2010; Temel ve ark., 2016; Keskin ve ark., 2017; Keskin ve ark., 2023). Tohumun çimlenme aşamasında olduğu gibi bitkinin büyüme ve gelişme aşamasında da bitki organları tuzdan etkilenmektedirler. Tuzlu topraklarda bitkinin fotosentez ve solunum yapma gücü, hücrelerin dehidrasyonu ve hücre membranlarının parçalanması sonucu su alımı, enzim ve hormonların faaliyeti önemli oranda etkilenmektedir (Hosseini ve ark., 2002; Munns, 2002; Parida ve Das, 2005; Marques ve ark., 2011). Tuzlu alanlardan maksimum oranda faydalanılması için toprakların ıslah edilerek tuzların uzaklaştırılması en ideal yöntemdir. Ancak topraklarda tuzun uzaklaştırılması pahalı ve uzun sürelerle ihtiyaç vardır. Tuzlu alanların değerlendirilmesinde en önemli ikinci yöntem tuza dayanıklı bitkilerin bu alanlarda yetiştirilmesidir.

Sudanotu tuzluluğa orta derecede dayanıklı olmasının yanı sıra kurak, yarı kurak alanlara ve yüksek sıcaklığa adapte olmuş C4 bitkisidir. Mısır bitkisine göre Sudanotu tuzluluğa daha dayanıklı ve kurak şartlarda gelişmesini daha iyi sürdürebilmektedir (Hussain ve ark., 1991; Merrill ve ark., 2007; Marsalis ve ark., 2010; Feijão ve ark., 2011; Sowiński ve Szydelko, 2011).

Bu araştırma *Sorghum sudanense*'nin 7 farklı tuzluluk (kontrol, 3, 6, 9, 12, 15 ve 18 EC) seviyesine sahip sulama suyuyla sulanmasının bitkinin kök ve toprak üstü organlarının gelişimine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Araştırmada Sudanotu'nun Gözde-80 çeşidi kullanılmıştır. Sudanotu sera koşullarında 35x30 cm çap ve derinliğe sahip plastik saksılarda yetiştirilmiştir. Saksılar içerisine konulan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde toprakların killi-tın yapıda olduğu, hafif alkali, tuzsuz, az kireçli, organik madde çok az, azot miktarı düşük, potasyum

yüksek, magnezyum yüksek, sodyum orta ve fosfor içeriği ise orta seviyede olduğu görülmektedir (Richards, 1954; Ülgen ve Yurtsever, 1974; FAO, 1990). Tuzlu suyun hazırlanmasında ise NaCl (sodyum klorür) tuzu kullanılmıştır.

Çizelge 1. Saksı toprağının bazı özellikleri

Toprak özellikleri	Değerler	Toprak özellikleri	Değerler
Tekstür	Killi-tın	Potasyum (ppm)	245.7
pH	7.6	Magnezyum (ppm)	285.2
EC (dS /m)	1.5	Sodyum (ppm)	271.7
Kireç (%)	3.9	Fosfor (ppm)	18.9
Organik madde (%)	0.9	Tarla kapasitesi (%)	28.7
Azot (%)	0.05	Solma noktası (%)	11.6
Kalsiyum (ppm)	3175.2	Faydalı su (%)	17.1

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 (dört) tekerrürlü olarak 2022 yılında kurulmuştur. Saksıların dip kısmına 5 cm seviyesine kadar ince kum doldurulmuştur. Saksıların üst kısmında 5 cm boşluk olacak şekilde hazırlanan toprak karışımı doldurulmuştur. Başlangıçta her bir saksıya 12.05.2022 tarihinde 3 tohum ekimi yapılmıştır. Ekimle birlikte her bir saksıya 8 kg /da azot ve 8 kg /da fosfor hesabıyla gübre verilmiş ve toprakla karıştırılmıştır. Bitkiler 10 cm gelince yabancı ot kontrolü ve saksıda tek bitki kalacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Bitkiler 10 cm boyuna ulaşıncaya kadar normal sulama suyuyla sulanmış ve ileriki gelişme dönemlerinde 0 (kontrol), 3, 6, 9, 12, 15 ve 18 dS /m EC değerlerine sahip tuzlu suyla sulamaya devam edilmiştir. Saksı toprağı toprak su potansiyeli ölçme cihazı ile ölçülerek faydalı suyun %50'ye düştüğü zaman bitkilerin sulama işlemleri yapılmıştır. Kontrol uygulamasındaki bitkilerin tohumları hamur olum dönemine ulaştıklarında (ekim tarihinden 90 gün sonra) tüm saksılardaki bitkiler üzerinde ölçümler ve hasatlar gerçekleştirilmiştir.

Bitkinin toprak yüzeyinden salkım ucuna kadar olan kısım ölçülerek cm cinsinden bitki boyları ölçülmüştür. Saksıdaki toprak uzaklaştırıldıktan sonra kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığı belirlenmiştir. Bitki yaş ağırlığı ve kök yaş ağırlığı gölgede bir müddet kurutulduktan sonra 70 °C'ye ayarlı etüvde ağırlıkları sabitleşinceye kadar kurutularak bitki kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Tuz uygulamasındaki bitki kuru ağırlığının kontrol uygulamasındaki bitki kök ağırlığına oranı ile de tuza tolerans yüzdeleri belirlenmiştir (Schwachtje ve ark., 2002).

Araştırmadan elde edilen verilerin varyans analizi JMP 5.0.1 istatistik programında tesadüf parselleri deneme desenine göre yapılmış ve önemli çıkan faktörlerin ortalamaları LSD testine göre gruplandırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı tuzlu su uygulamaları sonucu elde edilen bitkilerin kök uzunluğu, bitki boyu, kök kuru ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu/bitki boyu oranı, kök kuru ağırlığı/bitki kuru ağırlığı oranı ve tuza tolerans yüzdeleri Çizelge 2 ve Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 1 ve Çizelge 2 incelendiğinde incelenen tüm özellikler üzerine tuzluluğun etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.

Kontrolle kıyasla 3 ve 6 EC tuzluluk seviyesine kadar *Sorghum sudanense*'nin kök uzunluğunda herhangi bir kısalma görülmemiştir. Tuzluluğun 9 EC'sinden itibaren artan tuzluluğa bağlı olarak kök uzunluğunda artan oranda kısaltmalar görülmüştür. En yüksek tuzluluk derecesinde kök uzunluğu 13.4 cm'ye kadar gerilemiştir. Kontrol sulamaya kıyasla tuzluluğun 6 EC'sine kadarki suyla sulamada bitki boyunda önemli kısaltmalar olmamıştır. Ancak 6 EC ve sonraki artan tuzluluk seviyelerinde bitki boyunda da artan oranda azalmalar tespit edilmiştir. Kontrol uygulamasında 115.8 cm olan bitki boyu en yüksek tuzlulukta bitki boyu 20.5 cm'ye kadar gerilemiştir. Yapılan bir araştırmada *Sorghum bicolor*'un bitki boyu tuzluluğun 50 mM seviyesinden sonra önemli azalma göstermiştir. Kök uzunluğu tuzluluk şartlarına daha dayanıklı olduğu ve kök uzunluğunda önemli azalmanın 150 mM tuzluluk

Farklı Konsantrasyonlardaki Tuzlu Su Uygulamalarının Sudanotu (*Sorghum sudanense* Stapf)'nın Toprak Altı ve Toprak Üstü Organlarının Gelişimine Etkisi

seviyesinden sonra olduğu bildirilmiştir (Atış, 2011). Diğer taraftan bazı araştırmalarda ise tuzluluğun 4 dS /m seviyesine kadar *Sorghum* türlerinin hem kök ve hem de sürgün uzunluğunun kontrole göre azalmadığını, ancak tuzluluğun 8 dS /m ve daha yüksek tuzluluk seviyesinde kök ve sürgün uzunluğunda önemli azalmalar olduğu bildirilmiştir (Asfaw ve Woldemariam, 2008; Netondo ve ark., 2004; Soysal ve ark., 2018). Bazı araştırmalarda ise artan tuzlulukta *Sorghum* türlerinin kök ve sürgün uzunluklarında artan oranda azalmalar olduğu bildirilmiştir (Lacerda ve ark., 2001). Tuzluluğun artmasına bağlı olarak osmotik potansiyel artmakta ve bitki köklerinin topraktan su alması engellenmektedir (Goertz ve Coons, 1991). Yeterli miktarda su alamayan yaprakların fotosentez yapma kapasiteleri azalmaktadır (McCree, 1986; Netondo ve ark., 2004). Su alımının azalması ve fotosentez oranının düşmesi bitki gelişmesini, kök uzunluğunu, bitki boyunu ve bunların kuru ağırlıklarını azalttığı düşünülmektedir.

Çizelge 2. Farklı tuz konsantrasyonlarındaki *Sorghum sudanense*'nin ortalama kök uzunluğu, bitki boyu, kök ve bitki kuru ağırlıkları

Tuzlu su (EC dS /m)	Bitki boyu (cm)	Bitki kuru ağırlığı (g /bitki)	Kök uzunluğu (cm)	Kök kuru ağırlığı (g /bitki)
Kontrol	115.8 a	99.0 a	20.7 a	6.8 a
3	101.8 ab	85.2 b	20.1 a	4.9 b
6	93.5 bc	76.7 c	20.3 a	5.2 b
9	81.8 c	63.9 d	17.2 b	3.6 cd
12	62.5 d	46.3 e	16.1 bc	4.3 bc
15	38.8 e	31.7 f	14.0 cd	3.8 c
18	20.5 f	11.4 g	13.4 d	2.7 d
LSD değeri ve önemlilik	17.5**	5.0**	2.5**	1.0**

Aynı harflerle gösterilen rakamlar arasında fark önemli değildir. **P>0.01

Çizelge 3. Farklı tuz konsantrasyonlarındaki *Sorghum sudanense*'nin ortalama kök uzunluğu/bitki boyu, kök /bitki kuru ağırlığı ve tuza tolerans yüzdeleri

Tuzlu su (EC dS /m)	Kök uzunluk/bitki boyu oranı (%)	Kök kuru ağırlık/bitki kuru ağırlık oranı (%)	Tuza tolerans yüzdesi (%)
Kontrol	18.2 d	6.9 cd	100.0 a
3	20.2 d	5.7 d	86.0 b
6	22.0 cd	6.8 cd	77.5 c
9	21.2 cd	5.6 d	64.6 d
12	26.2 c	9.2 c	46.8 e
15	36.5 b	12.0 b	32.1 f
18	65.2 a	23.9 a	11.6 g
LSD değeri ve önemlilik	5.6**	2.6**	4.5**

Aynı harflerle gösterilen rakamlar arasında fark önemli değildir. **P>0.01

Tuzluluğun artmasına bağlı olarak kök kuru ağırlığı ve bitki kuru ağırlığında azalmalar olmuştur. Tuzluluğun artması *Sorghum sudanense* bitkisinin kök ve gövde gelişmesini önemli derecede etkilemiştir. En yüksek tuzluluk derecesinde (18 EC) *Sorghum sudanense*'nin kök ve gövde gelişiminin devam ettiği görülmüştür. *Sorghum sudanense*'de tuzluluk şartlarında sürgün ve kuru madde üretimi azalmasına rağmen (Feijão ve ark., 2011; De Oliveira ve ark., 2013), *Sorghum bicolor*'dan daha dayanıklı olduğu ve daha fazla sürgün ve kök gelişmesi sağladığı bildirilmiştir (De Oliveira ve ark., 2013). Tuzluluğun 50 mM veya bazı araştırmalarda 250 mM seviyesine kadar sap ve kök ağırlıklarında herhangi bir değişim olmazken, sonraki artan tuzluluk seviyelerinde kök ve sürgün ağırlıklarında önemli azalmalar olmaktadır (Netondo ve ark., 2004; Atış, 2011; Soysal ve ark., 2018). Diğer taraftan bazı *Sorghum* türlerinde artan tuzluluk seviyesine bağlı olarak sürgün ve kök ağırlıklarında da azalmalar görülmüştür (Almodares ve ark., 2007; Mahmood ve ark., 2010; Lacerda ve ark., 2001; Feijão ve ark., 2011; De Oliveira ve ark., 2013).

Kök uzunluğunun bitki boyuna oranı ilk dört tuzluluk seviyesinde (kontrol, 3, 6 ve 9 EC) değişmezken, sonraki tuzluluk seviyelerinde tuzluluk seviyesi arttıkça kök uzunluğunun bitki boyuna oranında önemli artışlar görülmüştür. Buna göre yüksek tuzluluk seviyelerinde kök uzunluğu daha az

etkilenirken, bitki boyu daha fazla etkilenmiş ve bitki boyu daha fazla kısalmıştır. Dolayısıyla toprak üstü organlarının yüksek tuzluluktan daha fazla etkilendiği belirlenmiştir. Yapılan bazı araştırmalarda köklerin tuzlu şartlara sürgünlerden daha dayanıklı olduğu bildirilmiştir (Lacerda ve ark., 2001; Mahmood ve ark., 2010; Atış, 2011). Tuzluluğa köklerin daha dayanıklı olması kök uzunluğu/sürgün uzunluğunun yüksek çıkmasını sağlamıştır.

Kök kuru ağırlığının bitki kuru ağırlığına oranı ilk dört tuzluluk seviyesinde (kontrol, 3, 6 ve 9 EC) önemli oranda etkilenmezken, sonraki artan tuzluluk (12, 15 ve 18 EC) seviyelerinde kök kuru ağırlığı bitki kuru ağırlığına oranı yüksek olmuştur. Yüksek tuzluluk seviyelerinde kök kuru ağırlığı daha az etkilenirken, bitki kuru ağırlığı daha fazla etkilendiği belirlenmiştir. Tuzluluk şartlarında köklerin daha az etkilenmesi kök kuru ağırlığının sürgün kuru ağırlığına oranının yüksek çıkmasına neden olduğu bildirilmiştir (Lacerda ve ark., 2001; Mahmood ve ark., 2010; Atış, 2011).

Artan tuzluluk *Sorghum sudanense*'nin tuza tolerans yüzdelerinde azalmaya neden olmuştur. Kontrol sulama suyuyla sulanan *Sorghum sudanense*'nin tuza toleransı %100 olarak hesaba katıldığında, en yüksek tuzluluk seviyesinde *Sorghum sudanense*'nin tuza tolerans yüzdesi %11.6'ya kadar düştüğü belirlenmiştir. *Sorghum sudanense* bitkisi en yüksek tuzluluk seviyesinde bile gelişmesini sürdürdüğü tespit edilmiştir. Tuza tolerans yüzdesi tuz uygulamasındaki bitki kuru ağırlığının kontrol uygulamasındaki kuru ağırlığına bölünmesiyle belirlenmektedir. Tuz stresinin düşük olduğu 3 ve 6 EC tuzluluk seviyelerinde tuza tolerans yüzdeleri yüksek olurken, sonraki artan tuzluluk seviyelerinde tuz stresi önemli derecede arttığından dolayı tuza tolerans yüzdelerinde de sert düşüşler olduğu görülmüştür. Yapılan araştırmalarda bitki tür ve çeşitlerinin tuzluluğa tolerans yüzdelerinde önemli farklar olduğu belirlenmiştir (Netondo ve ark., 2004; Almodares ve ark., 2007; Asfaw ve Woldemariam, 2008; Atış, 2011; De Oliveira ve ark., 2013).

SONUÇ

Kontrol (0) ile birlikte farklı tuzlu su konsantrasyonlarının test edildiği bu çalışmada; kök uzunluğunun 9 EC, bitki boyu, kök kuru ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu/bitki boyu oranı, kök/bitki kuru ağırlığı oranı ve tuza tolerans yüzdelerinin ise 3 EC tuzluluk seviyesinden itibaren azaldığı tespit edilmiştir. En yüksek tuzluluk seviyesinde (18 EC) kök uzunluğu 13.4 cm'ye, bitki boyu 20.5 cm'ye, bitki kök kuru ağırlığı 2.7 g'a bitki kuru ağırlığı 11.4 g'a ve tuza tolerans yüzdesi ise %11.6'ya kadar düşmüştür. Sulama suyundaki tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak kök uzunluğunun bitki boyuna oranı ve kök kuru ağırlığının bitki kuru ağırlığına oranında artışlar olmuştur. Kök gelişiminin tuzluluktan daha az, toprak üstü organlarının ise daha fazla etkilendiği ortaya konulmuştur. Her ne kadar incelenen özelliklerdeki düşüşler 3 EC'den itibaren görülse de *Sorghum sudanense*'nin 6 dS /m tuzluluk seviyesine kadar tuzluluktan önemli derece etkilenmeden yetiştirilebileceğini göstermiştir.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Aishah, H. S., Saberi, A. R., Halim, R. A. & Zaharah, A. R. (2010). Salinity Effects on Germination of Forage Sorghumes. *Journal of Agronomy*, 9(4), 169-174.
- Almodares, A., Hadi, M. R. & Dosti, B. (2007). Effects of salt stress on germination percentage and seedling growth in sweet sorghum cultivars. *Journal of Biological Sciences*, 7(8), 1492-1495.

- Asfaw, K. G. & Woldemariam, M. G. (2008). Response of some lowland growing sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) accessions to salt stress during germination and seedling growth. *African Journal of Agricultural Research*, 3(1), 44-48.
- Ashraf, M. Y., Akhtar, K., Sarwar, G. & Ashraf, M. (2005). Role of rooting system in salt-tolerance potential of different guar accessions. *Agronomy for Sustainable Development*, 25, 243-249.
- Atış, İ. (2011). Bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) çeşitlerinin çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2), 58-67.
- De Oliveira, V. P., Marques, E. C., de Lacerda, C. F., Prisco, J. T. & Gomes Filho, E. (2013). Physiological and biochemical characteristics of *Sorghum bicolor* and *Sorghum sudanense* subjected to salt stress in two stages of development. *African Journal of Agricultural Research*, 8(8), 660-670.
- FAO, (1990). *Micronutrient assessment at the country level: An international study*, FAO Soil Bulletin, No: 63, Rome
- Feijão, A. R., Silva, J. C. B., Marques, E. C., Prisco, J. T. & Gomes-Filho, E. (2011). Efeito da nutrição de nitrato na tolerância de plantas de sorgo sudão à salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, 42, 675-683.
- Geressu, K. & Gezaghagne, M. (2008). Response of Some Lowland Growing Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Accessions to Salt Stress During Germination and Seedling Growth. *African Journal of Agricultural Research*, 3(1), 44-48.
- Ghoulam, C. & Fares, K. (2001). Effect of Salinity on Seed Germination and Early Seedling Growth of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). *Seed Science and Technology*, 29, 357-364.
- Goertz, S. H. & Coons, J. M. (1991). Tolerance of tepary and navy beans to NaCl during germination and emergence. *Hortscience*, 26, 246-249.
- Hasegawa, P. M., Bressan, R. A., Zhu, J. K. & Bohnert, H. J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Biology*, 51, 463-499.
- Hosseini, M. K., Powell, A. A. & Bingham, I. J. (2002). Comparison of the seed germination and early seedling growth of soybean in saline conditions. *Seed Science Research*, 12, 165-172.
- Hussain, A., Mohammad, D., Bhatti, M. & Zahid, M. (1991) Response of sudangrass to various levels of nitrogen in combination with phosphorus under rainfed conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 12, 158-164.
- Keskin, B., Temel, S., Yılmaz, İ. H. & Şimşek, U. (2017). Accumulation of Macronutrients in Forage Grasses Under Saline and Alkaline Conditions *Journal of Animal and Plant Sciences*, 27(3): 961-970, 2017
- Keskin, B., Temel, S., & Akbay Tohumcu, S. (2023). Determination of forage yield performance of different *Chenopodium quinoa* cultivars in saline conditions. *Zemdirbyste-Agriculture*, 110(2), 149-156. <https://doi.org/10.13080/z-a.2023.110.018>
- Lacerda, C. F. D., Cambraia, J., Cano, M. A. O. & Ruiz, H. A. (2001). Plant growth and solute accumulation and distribution in two sorghum genotypes, under NaCl stress. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 13, 270-284.
- Levitt, J. (1980). *Responses of Plants to Environmental Stresses*. Academic Press, New York.
- Leopold, A. & Willing, R. P. (1984). *Evidence of Toxicity Effects of Salt on Membranes*. In: Staples R. C, and Toenniessen G. H (Eds), *Salinity Tolerance in Plants*. John Wiley and Sons, New York, pp. 67-76.
- Mahmood, T., Iqbal, N., Raza, H., Qasim, M. & Ashraf, M. Y. (2010). Growth modulation and ion partitioning in salt stressed sorghum (*Sorghum bicolor* L.) by exogenous supply of salicylic acid. *Pakistan Journal of Botany*, 42(5), 3047-3054.
- Mansour, M. M. F. (1994). Changes in Growth, Osmotic Potential and Cell Permeability of Wheat Cultivars Under Salt Stress. *Biologica Plantarum*, 36, 429-434.

- Marques, E. C., Freitas, V. S., Bezerra, M. A., Prisco, J. T. & Gomes-Filho, E. (2011). Efeitos do estresse salino na germinação, emergência e estabelecimento da plântula de cajueiro anão precoce. *Revista Ciência Agronômica*, 42, 993-999.
- Marsalis, M. A., Angadi, S. V. & Contreras-Govea, F. E. (2010) Dry matter yield and nutritive value of corn, forage sorghum, and BMR forage sorghum at different plant populations and nitrogen rates. *Field Crops Research*, 116, 52–57.
- McCree, J. K. (1986). Whole-plant carbon balance during osmotic adjustment to drought and salinity stress. *Australian Journal of Plant Physiology*, 13, 33–43.
- Merrill, S. D., Tanaka, D. L., Krupinsky, J. M., Liebig, M. A. & Hanson, J. D. (2007). Soil water depletion and recharge under ten crop species and application to the principles of dynamic cropping systems. *Agronomy Journal*, 99, 931–938.
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*, 25, 239-250.
- Munns, R. & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681.
- Nawaz, K., Talat, A., Iqra, Hussain, K. & Majeed, A. (2010). Induction of Salt Tolerance in Two Cultivars of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) by Exogenous Application of Proline at Seedling Stage. *World Applied Sciences Journal*, 10(1), 93-99.
- Netondo, G. W., Onyango, J. C. & Beck, E. (2004). Sorghum and salinity: II. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. *Crop science*, 44(3), 797-805.
- Parida, A. K. & Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60, 324-349.
- Richards, L. A. (1954). *Origin and nature of saline and alkali soil*, In: Diagnosis and improvement of saline and alkali soil. Agricultural Handbook No: 60, USDA, Washington, D.C., USA, 1-6.
- Sakamoto, A., Murata, A. & Murata, N. (1998). Metabolic engineering of rice leading to biosynthesis of glycine betaine and tolerance to salt and cold. *Plant Molecular Biology*, 38, 1011-1019.
- Schwachtje, J., Vorwieger, A., Jain, A., Singh, A., Punia, M. S., Behl, R. K. & Bergmann, H. (2002). Effect of sodium chloride on seed germination and other growth factors in soybean (*Glycine Max.* L.). *National Journal of Plant Improvement*, 4(2), 9-12.
- Shannon, M. C. & Grieve, C. M. (1999). Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*, 78, 5-38.
- Soysal, A. Ö. Ş., Demirkol, G., Aşçı, Ö. Ö., Arıcı, Y. K., Acar, Z. ve Yılmaz, N. (2018). Tuz stresinin sorgum× sudanotu melezinde çimlenme ve fide gelişim özelliklerine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 4(2), 247-252.
- Sowiński, J. & Szydełko, E. (2011) Growth rate and yields of a sorghumsudangrass hybrid variety grown on a light and a mediumheavy soil as affected by cutting management and seeding rate. *Polish Journal of Agronomy*, 4, 23–28.
- Temel, S., Keskin, B., Şimşek, U., & Yılmaz, İ. H. (2016). The Effect of Saline and Non-saline Soil Conditions on Yield and Nutritional Characteristics of Some Perennial Legumes Forages. *Journal of Agricultural Sciences*, 22(4): 528-538. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001411
- Ülgen, N. ve Yurtsever, N. (1974). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayını, No:28, Ankara.
- Yeo, A. R. & Flowers, T. J. (1983). Varietal Difference in the Toxicity of Sodium Ions in Rice Leaves. *Physiologia Plantarum*, 159, 189-195.