

Farklı Tuzluluk ve Yıkama Suyu Oranlarına Sahip Sulama Sularının Ispanak (*Spinacia oleracea L.*) Gelişimi, Verimi ve Drenaj Suyu Kalitesine Etkisi *

Fazilet ERDEM Sema KALE ÇELİK*

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Isparta
Sorumlu yazar: semakale@isparta.edu.tr

Geliş tarihi:06/09/2018 Yayına kabul tarihi:18/11/2018

Özet: Çalışma farklı tuzluluk ve yıkama oranlarına sahip sulama sularının ıspanak bitkisinin gelişimi, verimi ve toprak ile drenaj suyu tuzluluğuna etkisinin belirlenmesi amacıyla saksı denemeleri şeklinde 2016-2017 yıllarında serada yürütülmüştür. Araştırma, 5 farklı sulama suyu tuzluluğu ($T_1=0$ dS m^{-1} , $T_2=1.0$ dS m^{-1} , $T_3=2.5$ dS m^{-1} , $T_4=5$ dS m^{-1} ve $T_5=7.5$ dS m^{-1}) ve 3 farklı Yıkama Suyu Oranı ($Y_1=\%10$, $Y_2=\%20$, $Y_3=\%30$) konuları tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme deseninde 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre; sulama suyu tuzluluğu ile bitki yaş ve kuru ağırlıkları arasında önemli ve negatif bir ilişki bulunmuştur. Verim sonuçları, yıkama suyu oranı açısından incelendiğinde, yıkama suyu miktarı arttıkça elde edilen verim artmıştır. Sulama suyu tuzluluk düzeyi arttıkça yıkama suyunun etkinliği azalmıştır. Y_1 konusunda oransal verim azalması T_2 ve T_3 konusunda yaklaşık %30 civarında iken T_4 ve T_5 konularında % 50-75 arasında değişmiştir. En yüksek verim 91.57 gr saksı⁻¹ ile T_1Y_3 konusunda, en düşük verim ise 22.93 g saksı⁻¹ değeri ile en yüksek tuz düzeyi ve en düşük yıkama suyu oranı konusu olan T_5Y_1 konusunda elde edilmiştir. Uygulanan sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak toprakta biriken tuz miktarı da artış göstermiştir. Yıkama suyu oranının artması ise biriken tuz düzeylerinin ve drenaj suyu tuzluluğunun azalmasına yol açmıştır.

Anahtar kelimeler: Ispanak, Sulama suyu tuzluluğu, Verim, Yıkama suyu oranı.

Effects of Irrigation Water with Different Salinity and Leaching Fraction on Spinach (*Spinacia Oleracea L.*) Growth, Yield and Drainage Water Quality

Abstract: The study was conducted as a pot experiment in a greenhouse to determine effects of different irrigation water salinity and leaching fraction on growth, yield and drainage water quality during years of 2016-2017. The study was carried out 5 different irrigation water salinities ($T_1=0$ dS m^{-1} , $T_2=1.0$ dS m^{-1} , $T_3=2.5$ dS m^{-1} , $T_4=5$ dS m^{-1} ve $T_5=7.5$ dS m^{-1}) and 3 different leaching fractions ($Y_1=\%10$, $Y_2=\%20$, $Y_3=\%30$) in randomized block design with factorials in 3 replications. According to the results of the research, significant and negative relationships were observed between the water salinity and dry and wet plant weight. Considering the amount of leaching water is taken into consideration, the yield obtained increased as leaching fraction increased. As the irrigation water salinity increases, the efficiency of the leaching water decreases. The relative yield reduction in Y_1 was about 30% for T_2 and T_3 , and between 50 and 75% for T_4 and T_5 . The highest yield was obtained from T_1Y_3 (91.57 g pots⁻¹), while the lowest yield from T_5Y_1 (22.93 g pot⁻¹). In parallel with the increase of the salinity of the applied irrigation water, the amount of salt accumulated in the soil also increased. Increasing the fraction of leaching has resulted in a decrease in the salt levels in soil and drainage water salinity.

Key words: Spinach, Irrigation water salinity, Yield, Leaching fraction.

*Bu makale Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir. Çalışma; Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi, tarafından 4354-YL1-15 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

Giriş

Ülkemizde tarım alanlarının sınırlı olması yanında bu alanların bir kısmının çevre kirlenmesi, çoraklık ve erozyona maruz kaldığı göz önüne alınırsa insan ve hayvanların gıda gereksinimlerini karşılayabilmek ve dış satım olanaklarını arttırabilmek için birim alandan daha fazla ürün alınması zorunlu hale gelmiştir. Günümüzde, ülkemiz gibi kurak ve yarı kurak iklim kuşağında bulunan alanlarda üretim miktarındaki artış büyük oranda sulamaya ve yetersiz olan su kaynaklarının da uygun yönetimine bağlıdır. Sulama, çağdaş tarımın ayrılmaz bir parçasıdır ve bitkisel üretimde en önemli tarımsal girdilerden birisidir. Sulamadan beklenen yararın elde edilmesi için, sulama suyunun miktarı kadar sulama suyunun kalitesi de oldukça önemli bir kriterdir (Çizikci, 1997). Sulama sularının kalitesinin belirlenmesinde göz önüne alınan temel unsurlar, erimiş olarak bulunan tuzlar ve bu tuzların cinsleridir. Ancak bir suyun uygulandığı toprakta yaratacağı tuzluluğa ayrıca toprağın yapısı, bünyesi, iklim koşulları, bitki cinsi ve drenaj şartları da etkili olmaktadır. Her ne kadar sular belirlenen bazı kriterlere göre sınıflandırılarak toprakta oluşturacağı problemler için bir tahmin yapılmaktaysa da, sayılan faktörler bir bütün içinde test edilerek toprakta oluşturacağı tuzluluğun belirlenmesini gerektirmektedir (Van Hoorn and Van Aart, 1980).

Toprakta tuz miktarının artması bitkilere olumsuz etki yapar. Bazı iyonların yüksek konsantrasyonlarda toprak çözeltisinde bulunması, bitkilerin gelişmesi için gerekli bitki besin maddelerini yeter miktarda almasına engel olur. Bazı durumlarda tuzların bitki bünyesine fazla girmesi ve birikmesi bitki dokularında katyon dengesini bozar ve bitkinin gelişmesine engel olur (Sönmez, 1990).

Türkiye’de toprak ve su kaynaklarının kullanımı ile ilgili çok sayıda sorun bulunmaktadır. Sulanabilir nitelikteki arazilerin ancak %18’lik kısmı sulanmakta; yüzey su kaynaklarının % 67’si, yeraltı suyu potansiyelinin ise %27’si henüz kullanılmamaktadır.

Sulanan alanların genişlememesi koşuluyla, şu andaki su miktarı yeterli gözükmemektedir. Ancak, yeni alanların sulamaya açılması durumunda, su kaynaklarının yetmeyeceği anlaşılmıştır. Yeni su kaynaklarının ve tuza dayanıklı yeni bitki tür ve çeşitlerinin bulunması gibi önlemlerin şimdiden alınması gerekmektedir. Türkiye’de yaklaşık 1.5 milyon hektarda tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunmaktadır. Toprakların tuzlulaşma ve alkalileşmesini, sulama, drenaj, toprak özellikleri ve iklim faktörleri gibi farklı faktörler önemli ölçüde etkilemektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)’nun tahminlerine göre, sulanan alanların yaklaşık yarısı “sessiz düşman” olan tuzluluk, alkalilik ve yüzeyde göllenme tehdidi altındadır (Kanber ve ark., 2005). Tuz stresi, bitkilerin büyümesini ve gelişmesini osmotik ve iyon stresine neden olarak engeller. Kök rizosferinde tuz miktarının artmasıyla birlikte ilk olarak osmotik stres oluşmaktadır. Oluşan bu dışsal osmotik stres, kullanılabilir su miktarının da azalmasına sebep olur ve bu olay “fizyolojik kuraklık” olarak da adlandırılır (Parida and Das, 2005; Tuteja, 2007).

Bu tez çalışması farklı tuzluluk ve yıkama oranlarına sahip sulama sularının, ıspanak bitkisinin gelişimi, verimi ve drenaj suyu kalitesine etkisinin belirlenmesini amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Deneme Süleyman Demirel Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi arazisinde bulunan plastik örtülü serada saksı (2.5 kg’lık) denemesi olarak 2016-2017 yılları arasında yürütülmüştür. Denemede kullanılan toprağın bünyesi kumlu-killi-tın (SCL) olarak belirlenmiştir. Yapılan laboratuvar analizlerinde pH değeri 7.74, EC değeri 0.30 dS m⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çalışmada Matador çeşidi ıspanak tohumu kullanılmıştır. Bu çeşit hızlı gelişen, yayvan, orta derecede dik büyüme gösteren bir çeşittir.(Anonim,1972). İlmi adı *Spinacea oleracea L.*’dir (Oraman, 1968).

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprağa ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler
Table 1. Some physical and chemical properties of experimental soil

Parametre <i>Parameter</i>	Değer <i>Value</i>
pH	7.74
EC (dS m ⁻¹)	0.30
Tarla Kapasitesi (%) <i>Field capacity (%)</i>	29.50
Solma Noktası (%) <i>Wilting point (%)</i>	17.20
Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³) <i>Bulk density (g cm⁻³)</i>	1.45
Organik Madde (%) <i>Organic matter (%)</i>	1.65
Bünye <i>Texture</i>	Kumlu-Killi-Tın (SCL) Sandy-Clay-Loam (SCL)

Yöntem

Araştırma, 5 farklı sulama suyu tuzluluğu ve 3 farklı yıkama suyu oranı konularını içerecek şekilde tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme deseninde 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür (Çizelge 2). Sulama sularının tuzluluk düzeylerinin ayarlanmasında portatif EC metre (Adwa AD32) kullanılmıştır.

Çizelge 2. Deneme konuları
Table 2. Experimental treatments

Tuzluluk EC (dS m ⁻¹) <i>Salinity EC (dS m⁻¹)</i>	Yıkama oranı (%) <i>Leaching fraction (%)</i>
T ₁ Saf su (Kontrol)*	Y ₁ 10
T ₂ 1.0	Y ₂ 20
T ₃ 2.5	Y ₃ 30
T ₄ 5.0	
T ₅ 7.5	

*Purewater (control)

Denemede kullanılmak üzere hazırlanan topraklara yapılan verimlilik analiz sonuçlarına göre deneme başlangıcında saksı başına 1017 mg potasyum nitrat (%13N-%46 K₂O) ve 330 mg mono amonyum fosfat (%12 N-% 61 P₂O₅), 390 mg amonyum nitrat (%33 N) her bir saksıya süspansiyon halinde uygulanmıştır. Gübrenin diğer yarısı da bitki çıkışları tamamlandıktan sonra uygulanmıştır. Konulara göre uygulanacak tuzlu sulama suları laboratuvar ortamında saf suya tuz eklenerek hazırlanmış ve EC metre ile tuzluluk düzeyleri kontrol edilmiştir. Her saksıya 15'er adet ıspanak tohumu ekilerek, tarla kapasitesine ulaşana

dek saf su ile sulanmıştır. Çıkışlar tamamlandıktan sonra her saksıda 3'er adet bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Daha sonra konulu sulama uygulamalara geçilmiştir. Sulamalara yarayıklı suyun %30'u tüketildiğinde başlanmıştır. Her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı ağırlık esasına göre hesaplanmıştır. Her bir saksı günlük düzenli bir şekilde tartılmış ve saksı ağırlığındaki azalmalara bağlı olarak konulara göre hazırlanan sular ile sulanarak tarla kapasitesi düzeyine çıkarılmıştır. Konulu uygulamalara hasada kadar devam edilmiştir. Saksı altından drene olan suların elektriksel iletkenlikleri ölçülmüştür.

Denemede bitkiler belirli bir boya ulaştığında köklerinden kesilerek hasat edilmiş laboratuvar ortamına getirilen örnekler tartılmış ve değerler bitki yaş ağırlığı olarak kaydedilmiştir. Yaş bitkiler üzeri delinen kese kağıtlarına konularak 65 °C'lik fırında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve daha sonra kuru ağırlıkları alınıp kaydedilmiştir. Hasat işlemlerinin ardından deneme toprağının tuzluluk (EC_e) analizleri yapılmış ve deneme sonrası toprakta biriken tuz miktarı belirlenmiştir.

Çalışmada sulama suyu kullanım randımanının (IWUE) hesaplanmasında Howell vd., (1990) tarafından verilen IWUE = Y/I eşitliği kullanılmıştır. Eşitlikte; Y: Toplam verim (kg); I: Uygulanan sulama suyu miktarını (mm) göstermektedir.

Elde edilen sonuçlara SPSS 18.0 istatistik programı kullanılarak varyans analizi ve Tukey testi yapılarak Yurtsever (1984) tarafından verilen esaslara göre yorumlanmıştır.

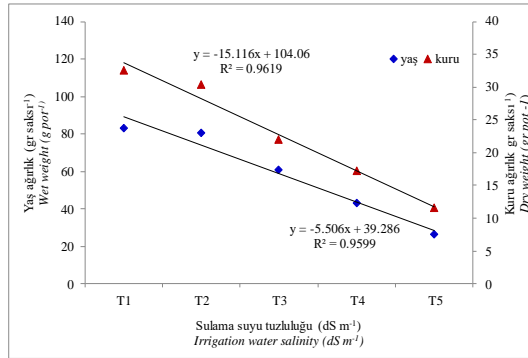
Bulgular ve Tartışma

Konular arasında en yüksek ortalama verim (yaş ve kuru ağırlık olarak) tuzluluk düzeyinin en az olduğu T₁ konusunda (83.03 ve 33.90 g saksı⁻¹) olarak elde edilmişken en düşük verim 22.93 ve 11.65 g saksı⁻¹ ile T₅ konusunda elde edilmiştir. Uygulanan sulama suyu tuzluluk düzeyleri arttıkça bitki yaş ve kuru ağırlıklarında düşüş gözlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Ispanağın yaş ve kuru ağırlık değerleri (gr saksı⁻¹)Table 3. Wet and dry weight of spinach (gr pot⁻¹)

Tuz düzeyleri Salt levels	Yaş ağırlık Wet weight	Kuru ağırlık Dry weight
T ₁	83.03 ^a	33.92 ^a
T ₂	80.63 ^a	30.35 ^a
T ₃	60.60 ^b	22.08 ^b
T ₄	42.93 ^c	12.51 ^c
T ₅	22.93 ^d	11.65 ^c

Sulama suyu tuzluluğu ortalama bitki yaş ve kuru ağırlıkları arasında negatif ve önemli bir ilişki söz konusudur. Korelasyon katsayısı (R²) hem yaş ağırlık ve hem de kuru ağırlık için 0.96 olarak bulunmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Sulama suyu tuzluluğu, bitki yaş ve kuru ağırlık ilişkisi

Figure 1. Relationship between irrigation water salinity and crop wet and dry weight

Sulama suyu tuzluluğu arttıkça ıspanak bitkisi veriminde oransal azalma olduğu belirlenmiştir. Çiçek ve Çakırlar, 2002; Neto et al., 2004; Turan ve ark., 2009; Tekeli ve Kale 2017; Arıcan ve Kale 2016 ve Karakoç ve Kale, 2016 tarafından yapılmış çalışmalarda da bildirilmiştir.

Deneme konularından elde edilen ortalama bitki yaş ve kuru ağırlık değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, konular arasında 0.05 düzeyinde istatistiksel fark belirlenmiştir. Yaş ağırlık değerleri sulama suyu tuzluluk seviyesi 2.5 dS m⁻¹ olduğunda %73'e, 5.0 dS m⁻¹ olduğunda %52'ye ve 7.5 dS m⁻¹ olduğunda ise %28'e kadar düşmüştür. Diğer bir

değişle konulara göre yaklaşık %3, %27, %48 ve %72'lik bir azalma söz konusudur. Kuru ağırlık için ise oransal verim değerleri sırasıyla %89, %65, %37, %34 olmuş ve %11, %35, %63 ve %66'lük azalma oranları elde edilmiştir.

Çizelge 4. Konulara ait oransal verim yüzdeleri (%) ve farkları

Table 4. Relative percentage and variation of yield at the treatments

Konular (dS m ⁻¹) Subjects (dS m ⁻¹)	Yaş Ağırlık Wet weight		Kuru Ağırlık Dry weight	
	O.Y.*	O.F.*	O.Y.	O.F.
T ₁	100.0	0.00	100.0	0.00
T ₂	97.11	-2.89	89.48	-10.52
T ₃	72.99	-27.01	65.09	-34.91
T ₄	51.70	-48.30	36.88	-63.12
T ₅	27.62	-72.38	34.35	-65.65

O.Y: Oransal yüzde (Relative percentage)

O.F: Oransal fark (Relative differences)

Elde edilen veriler incelendiğinde konular arasında en yüksek ortalama yaş ağırlık yıkama oranının en yüksek olduğu Y₃ konusunda 92.90 g saksı⁻¹ elde edilmişken en düşük verim 83.03 g saksı⁻¹ ile Y₁ konusunda elde edilmiştir. Kuru ağırlık değerlerinde de aynı şekilde (Çizelge 5) en yüksek değer Y₃ konusunda en düşük değer de Y₁ konusunda elde edilmiştir. Varyans analiz tablosu yaş ağırlık için Çizelge 6'de, kuru ağırlık için Çizelge 7'de verilmiştir. Yaş ağırlık açısından konular arasında fark bulunamazken kuru ağırlık bakımından yıkama oranı konuları arasında 0.05 düzeyinde istatistiki düzeyde fark bulunmuştur. Yıkama oranlarına ilişkin Tukey sınıflaması Çizelge 5'de verilmiştir.

Uygulanan sulama suyunun değişik tuzluluk ve yıkama suyu düzeylerinde elde edilen bitki yaş ve kuru ağırlığı değerleri toplu halde Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 5. Yıkama oranlarına göre yaş ve kuru ağırlık değerleri (gr saksı⁻¹)Table 5. Wet and dry weight according to leaching fraction (gr pot⁻¹)

Yıkama Konuları Treatments of Leaching	Yaş ağırlık Wet weight	Kuru ağırlık Dry weight
Y ₁	83.03 ^a	33.92 ^a
Y ₂	88.53 ^a	34.07 ^b
Y ₃	92.90 ^a	39.63 ^b

Çizelge 6. Yıkama suyu konularına göre ortalama yaş ağırlık varyans analiz tablosu
 Table 6. Variance analysis table of wet weight according to leaching treatments

Varyasyon Kaynakları (Sources of variation)	SD	K.T	K.O	F	Tablodan F Table to F	
					0.05	0.01
Konular (Subjects)	2	146.70	73.36	2.02	5.14	10.92
Hata (Error)	6	218.30	36.39			
Genel (General)	8	365.10				

Çizelge 7. Yıkama suyu konularına göre ortalama kuru ağırlık varyans analiz tablosu
 Table 6. Variance analysis table of dry weight according to leaching treatments

Varyasyon Kaynakları (Sources of variation)	SD	K.T	K.O	F	Tablodan F Table to F	
					0.05	0.01
Konular (Subjects)	2	63.50	31.75	10.68*	5.14	10.92
Hata (Error)	6	17.84	2.97			
Genel (General)	8	81.34				

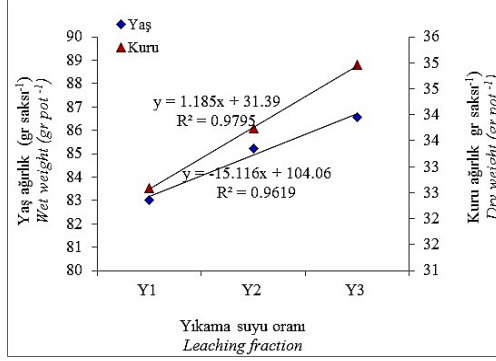
*%5 önemlilik düzeyini göstermektedir.

SD: Standart sapma (standart deviation) , KT:Kareler toplamı (Sum of the square) , KO: Kareler ortalaması (average of the square)

Çizelge 8. Tuzluluk ve yıkama konularına göre yaş ağırlık değerleri (gr saksı⁻¹)
 Table 8. Wet weight according to different salt and leaching doses of spinach (gr pot⁻¹)

Konular Treatments	Yaş ağırlık (gr saksı ⁻¹) Wet weight (gr pot ⁻¹)				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Y ₁	90.1	83.6	58.9	45.2	22.5
	84.8	76.3	63.8	42.2	23.8
	74.2	82.0	59.1	41.4	22.5
Ortalama/Mean	83.03	80.63	60.6	42.93	22.93
Y ₂	92.7	85.6	59.1	57.1	35.4
	90.2	79	65.8	52.4	36.4
	82.7	73.6	68.7	53	37.5
Ortalama/Mean	88.53	79.40	64.53	54.17	36.43
Y ₃	95.1	84.8	63.7	61.4	40.6
	84.2	76.9	58.9	50.6	41.1
	95.4	86.6	63.6	56	42.8
Ortalama/Mean	91.57	82.77	62.07	56.00	41.50
Konular Treatments	Kuru ağırlık (gr saksı ⁻¹) Dry weight (gr pot ⁻¹)				
	T ₁	T ₁	T ₁	T ₁	T ₁
Y ₁	33.44	33.44	33.44	33.44	33.44
	35.2	35.2	35.2	35.2	35.2
	33.12	33.12	33.12	33.12	33.12
Ortalama/Mean	33.92	33.92	33.92	33.92	33.92
Y ₂	35.28	35.28	35.28	35.28	35.28
	34.16	34.16	34.16	34.16	34.16
	32.76	32.76	32.76	32.76	32.76
Ortalama/Mean	34.07	34.07	34.07	34.07	34.07
Y ₃	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8
	40.76	40.76	40.76	40.76	40.76
	41.32	41.32	41.32	41.32	41.32
Ortalama/Mean	39.63	39.63	39.63	39.63	39.63

Yıkama oranları ile ortalama bitki yaş ve kuru ağırlıkları arasında pozitif ve önemli bir ilişki söz konusudur. Korelasyon katsayısı (R^2) yaş ağırlık ve kuru ağırlık için sırasıyla 0.96 ve 0.98 olarak bulunmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Yıkama oranları bitki yaş ve kuru ağırlık ilişkisi

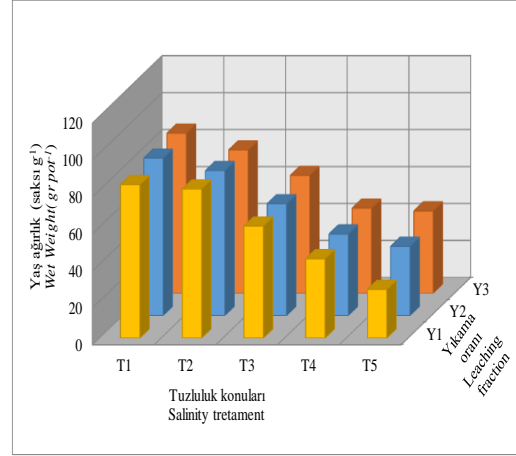
Figure 2. Relationship between leaching fractions and plant wet-dry weight

Yıkama suyu konularına göre yaş ağırlık değerleri kullanılarak oransal farklar hesaplandığında Y_2 konusunda Y_1 konusuna göre %2.65 ve Y_3 konusuna göre ise %4.26 düzeyinde, kuru ağırlık değerlerinde ise %3.50 ve %7.27 düzeyinde artış olmuştur. En yüksek ortalama yaş ve kuru ağırlık (verim) değerleri tuzluluk düzeyinin en az yıkama oranının en yüksek olduğu T_1Y_3 konusunda 91.57 ve 39.63 g saksı⁻¹ olarak elde edilmişken en düşük verim 22.93 ve 11.65 g saksı⁻¹ ile en yüksek tuz düzeyi ve en düşük yıkama suyu oranı konusu olan T_5Y_1 konusunda elde edilmiştir (Şekil 3).

Farklı yıkama suyu düzeylerinde tuzluluk konularına göre ortalama bitki yaş ve kuru ağırlıkları arasında negatif ve önemli bir ilişki söz konusudur. Korelasyon katsayısı (R^2) yaş ağırlık değerleri açısından ele alındığında Y_1 , Y_2 ve Y_3 için 0.96, 0.96 ve 0.97 kuru ağırlık değerleri ele alındığında ise 0.95, 0.95 ve 0.99 olarak bulunmuştur (Şekil 4).

Sulama suyu tuzluluk düzeyi arttıkça bitki yaş ve kuru ağırlık değerlerinde azalma gözlenirken yıkama suyu miktarı arttıkça bitki yaş ve kuru ağırlık değerinde artma saptanmıştır. Ayrıca yıkama suyunun etkinliği tuzluluk seviyesi arttıkça azda olsa düşmüştür. Şekil 5'de farklı yıkama suyu

konularında tuzluluk düzeylerine göre yaş ağırlık değerlerindeki oransal yüzde ve fark değerleri verilmiştir.

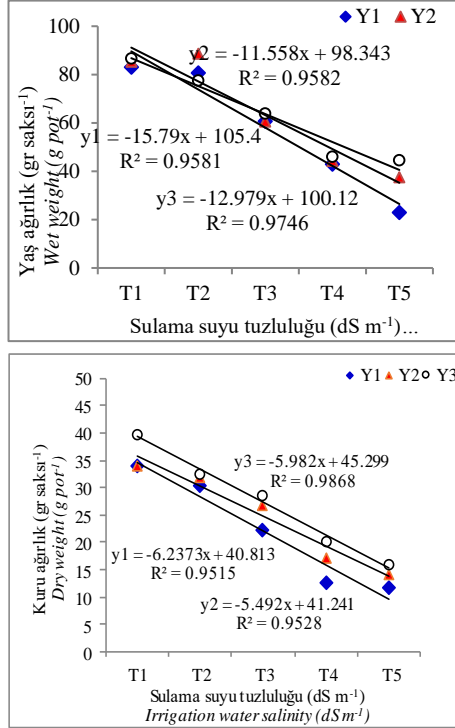


Şekil 3. Farklı tuzluluk ve yıkama suyu oranlarında ortalama bitki yaş ve kuru ağırlık değerleri

Figure 3. The average of plant wet and dry weight values for different salinity and leaching water ratios

Bu şekilden de anlaşılacağı üzere Y_1 konusunda oransal azalma değeri T_2 ve T_3 konusunda %30'un altında iken (%2.89 ve %27.07) T_4 ve T_5 konularında %50-75 arasında değişmiştir. Bu durumda tuzluluk düzeyi arttıkça yıkama suyunun etkinliğinin azaldığını göstermektedir. Tuzluluk düzeylerine göre Y_1 , Y_2 ve Y_3 yıkama konuları karşılaştırıldığında ise T_2 , T_3 ve T_4 konularında yıkama suyu düzeylerinin verim üzerine etkileri çok büyük bir fark ortaya çıkarmamıştır. Ancak T_5 konusunda Y_2 ve Y_3 yıkama düzeyinde elde edilen verim Y_1

konusundan elde edilen verime göre %25 daha fazla olmuştur. Konulara göre kuru ağırlık değerlerinde de benzer eğilim elde edilmiştir.

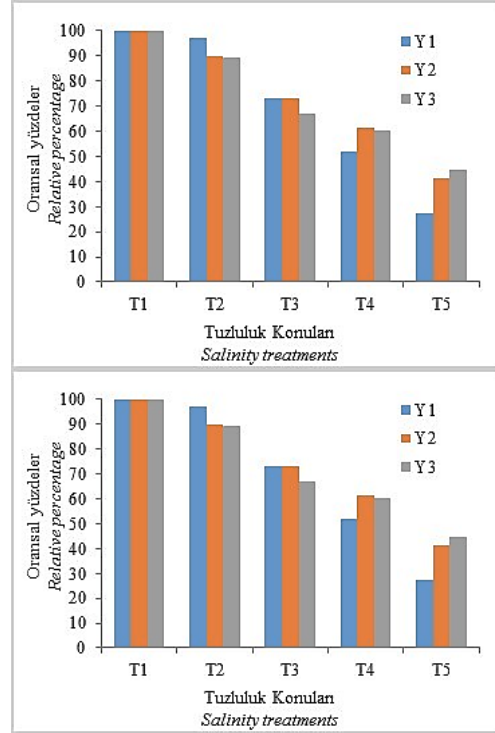


Şekil 4. Farklı sulama suyu tuzluluğunda yıkama oranlarına göre bitki yaş ve kuru ağırlık ilişkisi

Figure 4. Relationship between plant wet and dry weight by rates in different irrigation water salinity

Deneme bitiminde bitki hasadı sonrasında saksılardaki topraklar analiz edilmiş ve uygulanan sulama suyu tuzluluk düzeyleri ve yıkama suyu oranlarına göre ölçülen toprak saturasyon eriyiğindeki tuzluluk (EC_e, dSm^{-1}) değerleri Çizelge 9'de verilmiştir.

Uygulanan sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak toprakta biriken tuz miktarı da artış göstermiştir. Yıkama suyu miktarlarının artması ise biriken tuz düzeylerinin azalmasına yol açmıştır. İspanağın toprak tuzluluk eşik değeri $2.0 dS m^{-1}$ olarak verilmektedir (Mass and Hoffman, 1977).



Şekil 5. Farklı tuzluluk ve yıkama suyu konularına göre oransal yüzde ve oransal farklar

Figure 5. Relative percentages and proportional differences according to different salinity and wash water conditions

Çizelge 9. Deneme konularına göre ölçülen toprak tuzluluğu değerleri

Table 9. Measured soil salinity values according to treatments

Konular Subjects	Toprak tuzluluğu ($dS m^{-1}$) Soil salinity ($dS m^{-1}$)				
	T1	T2	T3	T4	T5
Y1	0.315	3.11	5.852	11.541	15.750
Y2	0.251	1.948	4.757	6.516	11.254
Y3	0.151	1.845	3.528	6.479	8.502

Toprak tuzluğu değerlerine göre yıkama oranı %10 olduğunda T2 konusundaki toprak tuzluluk değeri eşik değerinin üzerine çıkmıştır. Yıkama oranı %20 ve %30 değerinde olduğunda ise toprak tuzluluk düzeyi eşik değerinin altında kalmıştır. Bu da yıkama oranı arttıkça toprak tuzluluğunun bitkiye olan zararlı etkisinin azaldığını göstermektedir.

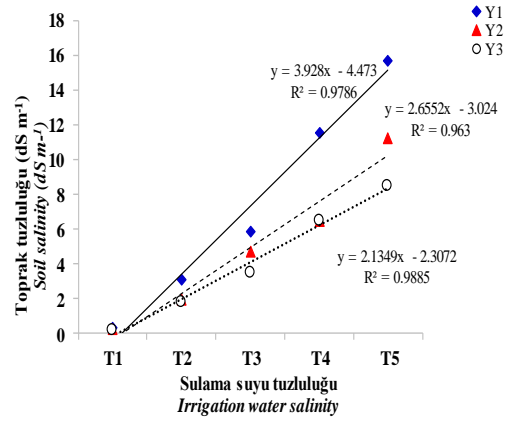
Bu sonuçlar Van Hoorn and Van Alphen, 1977; Satti and Lopez, 1994; Karakullukçu ve Adak, 2008; Özdemir ve Engin, 1994; Joaquin et al., 1982; Goertz and Coons, 1991 ile benzerlik göstermektedir.

Farklı yıkama suyu düzeylerinde tuzluluk konularına göre ortalama toprak tuzluluğu değerleri arasında pozitif ve önemli bir ilişki söz konusudur. Korelasyon katsayısı (R^2) Y_1 , Y_2 ve Y_3 için 0.98, 0.96 ve 0.99 olarak bulunmuştur (Şekil 6).

Toprak tuzluluğu açısından sulama suyu tuzluluğu ve yıkama oranları arasında 0.05 düzeyinde istatistiki olarak fark olduğu saptanmış olup tuzluluk konuları ile yıkama suyu konuları arasında interaksiyon bulunmuştur.

Deneme süresince altı kez sulama yapılmıştır. Her sulama sonunda saksının altına drene olan suda elektriksel iletkenlik ölçümü yapılmıştır. Sulamalar sonrasında

elde edilen drenaj suyu tuzluluk düzeyleri Çizelge 10'de verilmiştir.



Şekil 6. Farklı yıkama oranlarında sulama suyu ve toprak tuzluluğu ilişkisi

Figure 6. Relation of between irrigation water and soil salinity at different leaching fractions.

Çizelge 10. Sulamalar sonrası ortalama drenaj suyu tuzluluk değerleri

Table 10. Mean of drainage water salinity after irrigation

Konular Treatments	Drenaj suyu tuzluluğu (dS m ⁻¹) Drainage water salinity (dS m ⁻¹)						
	1.Sulama 1.Irrigation	2.Sulama 2.Irrigation	3.Sulama 3.Irrigation	4.Sulama 4.Irrigation	5.Sulama 5.Irrigation	6.Sulama 6. Irrigation	
Y ₁	T ₁	2.0	2.5	2.0	2.5	2.2	2.7
	T ₂	5.9	2.5	3.4	3.9	4.6	4.9
	T ₃	7.0	7.0	8.0	7.5	8.6	8.1
	T ₄	14.4	16.0	17.3	17.5	18.5	20.9
	T ₅	20.7	23.2	24.5	26.7	29.5	31.3
Y ₂	T ₁	2.4	1.8	1.9	2.0	2.2	1.8
	T ₂	6.3	5.6	4.0	4.7	3.8	4.8
	T ₃	6.8	7.4	8.9	8.9	8.9	10.2
	T ₄	14.0	16.1	17.6	19.4	20.7	19.9
	T ₅	18.6	22.4	23.3	25.5	25.8	30.6
Y ₃	T ₁	1.9	2.3	1.6	2.1	2.1	2.2
	T ₂	6.4	5.4	4.6	4.4	4.0	4.8
	T ₃	6.1	7.3	8.2	8.4	8.8	8.7
	T ₄	14.0	15.3	16.5	17.0	17.8	22.3
	T ₅	17.5	20.2	22.1	24.4	23.7	28.4

Çizelgeden de anlaşılacağı üzere sulama periyodu boyunca drenaj sularının elektriksel iletkenlik değeri tuzluluk konularında artış gösterirken, yıkama konuları içerisinde azalma göstermiştir.

Yani; 1. sulamadan itibaren 6. sulamaya kadar drenaj sularının elektriksel iletkenliği T₁ konusundan T₅ konusuna doğru artış gösterirken, yıkama konularında elektriksel iletkenlik değeri Y₁ konusundan Y₃ konusuna doğru azalma göstermiştir.

Tartışma ve Sonuç

Sonuçlardan da anlaşılacağı üzere sulama periyodu boyunca drenaj sularının elektriksel iletkenlik değeri tuzluluk konularında artış gösterirken, yıkama konuları içerisinde azalma göstermiştir. Buna göre, 1. sulamadan itibaren 6. sulamaya kadar drenaj sularının elektriksel iletkenliği T₁ konusundan T₅ konusuna doğru artış gösterirken, yıkama konularında elektriksel iletkenlik değeri Y₁ konusundan Y₃ konusuna doğru azalma göstermiştir.

Sulama suyu tuzluluk düzeyi arttıkça verim; yaş ağırlık olarak %3, %27, %48 ve %72 düzeyinde, kuru ağırlık olarak %11, %35, %63 ve %66 düzeyinde azalma göstermiştir.

Sadece yıkama suyu oranı açısından ele alındığında yıkama suyu miktarı arttıkça elde edilen verim artmıştır. Sulama suyu tuzluluk düzeyi arttıkça yıkama suyunun etkinliği azalmıştır. Y₁ konusunda oransal verim azalması T₂ ve T₃ konusunda yaklaşık %30 civarında iken T₄ ve T₅ konularında %50-75 arasında değişmiştir.

En yüksek ortalama verim değerleri tuzluluk düzeyinin en az yıkama oranının en yüksek olduğu T₁Y₃ konusunda elde edilmişken, en düşük verim en yüksek tuz düzeyi ve en düşük yıkama suyu oranı konusu olan T₅Y₁ konusunda elde edilmiştir.

Uygulanan sulama suyu tuzluluğunun artışına paralel olarak toprakta biriken tuz miktarı da artış göstermiştir. Yıkama suyu oranının artması ise biriken tuz düzeylerinin azalmasına yol açmıştır. 2.5 dS m⁻¹ ve daha fazla tuzluluğa sahip sulama suyu uygulamaları sonucunda toprakta biriken tuz düzeyi yıkama suyu oranının % 10 olduğu konuda ıspanak bitkisinin verim azalma eşik değeri olarak bilinen 2 dS m⁻¹ seviyesinin üzerinde olmuştur. Ancak yıkama suyu oranı arttıkça toprak tuzluluk düzeyi eşik değerinin altında kalmıştır.

Sulamalar sonunda drene olan suların tuzluluk düzeyleri uygulanan sulama suyu tuzluluk seviyesinin artmasına paralel olarak artış göstermiştir. Yıkama suyu miktarının artması ise drenaj suyu tuzluluğunun azalmasına neden olmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma; Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi, tarafından 4354-YL1-15 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir. SDÜ Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi'ne desteklerinden dolayı teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

Anonim, 1972. Türk Standartları TS 1130, Ispanak Standardı, TSE, Ankara.

- Arıcan, B., ve Kale, S. 2016. Farklı Sulama Suyu Tuzluluğu Koşullarında Değişik Hidrojel Dozlarının Şeker Mısır (*Zea mays*) Verimine Olan Etkileri. SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 1 (1), 8-16.
- Çiçek, N. and Çakırlar, H. 2002. The Effect of Salinity on Some Physiological Parameters in Two Maize Cultivars. Bulg. J. Plant Physiol., 28(1-2), 66-74.
- Çizikci, S. 1997. Değişik Tuzluluk, SAR ve Ca:Mg Oranlarına Sahip Sulama Sularının Ispanağın Çimlenme ve Verimine Olan Etkileri. KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı. APK Daire Başkanlığı. Toprak ve Su Kaynakları Şube Müdürlüğü, Yayınları, 205-219.
- Goertz, S. H., and Coons, J. M. 1991. Tolerance of Tepary and Navy Beans to NaCl During Germination and Emergence. Hort. Science 26(3), 246-249.
- Joaquin, S. R., Dantur, N. C., Casanova, M. R. and Bustos, V. N. 1982. Performance of Soybean cv. Bragg under Conditions of Soil Salinity in The Field. Revista Industrial Agrícola de Tucumen. 31(2), 147-149.
- Howell, T. A., R. H. Cuenca, and K. H. Solomon. 1990. Crop yield response. Chapter 5 in Management of Farm Irrigation Systems, pp. 93-122.
- Kanber, R. Çullu, M.A. Kendirli, B. Antepli, S. ve Yılmaz, N. 2005. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildirileri: 213-251.
- Karakoç, B., ve Kale, S. 2016. Farklı Erirlikteki Tuz Cinslerine Sahip Sulama Suyu Tuz Düzeylerinin, Marul (*Lactuca Sativa*) Verimi Üzerine Etkileri. SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(1), 1-7.
- Karakullukçu, E. ve Adak, M. S. 2008. Bazı nohut (*Cicer arietinum L.*) Çeşitlerinin Tuza Toleranslarının Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 14 (4), Ankara.
- Maas, E.V., and Hofmann, G.J. 1977. Crop Salt Tolerance-Current Assessment and Management Manual. K.K. Tanji (ed.) ASCE, 262-304 p, Newyork.

- Neto, A.D.A, Prisco, J.T., Enéas-Filho, J., Lacerda, C.F., Silva, J.V., Costa, P.H.A. and Gomes-Filho, E. 2004. Effects of Salt Stress on Plant Rowth, Stomatal Response and Solute Accumulation of Different Maize Genotypes. *Braz. J. Plant Physiol.* 16, 31-38.
- Oraman, N. 1968. Sebze İlimi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 323, Ankara.
- Özdemir S. ve Engin M. 1994. Nohut (*Cicer arietinum L.*) Bitkisinin Çimlenme ve Fide Büyümesi Üzerine NaCl Konsantrasyonlarının Etkisi, *Turkish Journal of Agricultural and For.* 18, 323-328.
- Parida, A.K. and Das, A.B. 2005. Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: a Review, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60, 324-349.
- Satti, S.M.E. and Lopez, M. 1994. Effect of Increasing Potassium Levels for Alleviating Sodium Chloride Stress on The Growth and Yield of Tomato. *Commun. Soil Sci. Plant Analysis*, 25(15-16), 2807-2823.
- Sönmez, B. 1990. Tuzlu Sodyumlu Topraklar, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 62s, Şanlıurfa.
- Tekeli, G. and Kale Celik S. 2017. Impacts of irrigation water salinity on leaf carbon isotope discrimination, stomatal conductance and yields of sweet corn (*Zea mays saccharata*). *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LX, pp; 407-412. Print ISSN 2285-5785.
- Turan, M.A., Avad Elkarim, A.H., Taban, N., and Taban, S. 2009. Effect of Salt Stress on Growth, Stomatal Resistance, Proline and Chlorophyll Concentration on Maize Plant. *African Journal of Agricultural Research*. 4(9), 893-897.
- Tuteja, N. 2007. Mechanisms of High Salinity Tolerance in Plants, *Methods in Enzymology*, 428, 419-438.
- Van Hoorn, J.W. and Van Aart, R. 1980. The use of Saline Water For Irrigation, Land Reclamation and Water Management. 148p, Ilri.
- Van Hoorn, J.W. and Van Alphen, J. G. 1991. Salinity Control, Salt Balanced and Leaching Requirement of Irrigated Soils, Course Lectures, International Center For Advance Mediterranean Agronomic Studies of Bari, Italy.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotları, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. Yayın No: 121, Ankara.