

# Sera Koşullarında Farklı Tuzluluk Düzeyindeki Sulama Sularının Domates Bitkisinin Kök Gelişimi Üzerine Etkisi

Selçuk ÖZER<sup>1,\*</sup> Ozan ÖZTÜRK<sup>1</sup> Ülviye ÇEBİ<sup>1</sup> Süreyya ALTINTAŞ<sup>3</sup> Engin YURTSEVEN<sup>2</sup> <sup>1</sup>Atatürk Toprak, Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü, Kırklareli<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara<sup>3</sup>Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ

\*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): selcuk.ozer@tarimorman.gov.tr

Geliş tarihi (Received): 25.04.2019

Kabul tarihi (Accepted): 19.07.2019

DOI: 10.21657/topraksu.655577

## Öz

Bu çalışma, Atatürk Toprak, Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü uygulama alanında mevcut plastik serada, farklı tuzluluk düzeyindeki sulama sularının domates bitkisinin kök gelişimine etkisini izlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada iki farklı tuz konsantrasyonuna sahip sulama suyu (T1: 0.38 dS m<sup>-1</sup> ve T2: 5.0 dS m<sup>-1</sup>) kullanılmış ve domates bitkisinin kök gelişimi dört farklı derinlikte (0-25, 25-40, 40-55, 55-70, 70-90 cm) minirhizotron kamera yardımıyla izlenmiştir. Elde edilen kök görüntüleri RootSnap programı yardımıyla analiz edilerek 5 farklı derinlikteki kök miktarları yüzdesel olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; T2 sulama suyu ile sulanan domates bitkisinin kök gelişimi, tuz miktarının yoğunlaştığı 0-25, 25-40 cm'lik toprak katmanında olumsuz olarak etkilenmiş ve buna bağlı olarak kök yüzdesi düşük olmuştur. Kullanılan sulama yöntemi kaynaklı olarak alt katlarda (40-55, 55-70, 70-90 cm) tuz birikimi daha düşük seviyelerde olduğundan, kök yüzdesinin arttığı gözlenmiştir. T1 sulama suyu ile sulanan konunun farklı katmanlardaki tuz miktarları kök gelişimini ve su alımını olumsuz yönde etkilemeyecek düzeylerde olduğundan, kök yüzdesi tüm katmanlarda birbirine yakın oranda belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Domates, kök izleme, minirhizotron, toprak tuzluluğu

## The Effect of Irrigation Water of Different Salinity Level on Root Development of Tomato Plant in Greenhouses Conditions

### Abstract

The aim of this study is to observe the effect of irrigation water of different salinity level on root development of tomato plant and carried out Atatürk Soil, Water and Agricultural Meteorology Research Institute's Greenhouses. Irrigation water (T1: 0.38 dS m<sup>-1</sup> - T2: 5,0.dS m<sup>-1</sup>) with two different amounts of salt was used in the study and the root development of the tomato plant was examined at four different depths (0-25, 25-40, 40-55, 55-70, 70-90 cm) were monitored with the aid of a minirhizotron camera. The obtained root images are analyzed with the help of the RootSnap program to calculate the root quantities in 5 different depths as a percentage.

As a result of the research, the root growth of tomato plant with T2 irrigation water was adversely affected by salt accumulation in the soil with high salt content (0-25, 25-40 cm) and accordingly root percentage was low. In the low-salt lower layers (40-55, 55-70, 70-90 cm), the percentage of root was increased because the salt accumulated in the soil was low. In T1 irrigation water, the percentages

of roots were obtained in close proximity in each layers, since that would not affect root development and water uptake negatively.

**Keywords:** minirhizotron, root monitoring, soil salinity, tomato

## GİRİŞ

Toprakta tuz birikimine sulama suyu niteliğinin etkisi büyüktür. Ancak tuzlanmaya kontrolsüz sulama ile uygulanan fazla su ve uygulama biçimi de etkili olmaktadır. Bunlarla birlikte hangi koşulda olursa olsun tuz birikimine bağlı olarak üretim kayıplarının meydana geleceği bir gerçektir. Bu nedenle kayıpların azaltılması için bitki büyüme dönemi, sulama yönetimi, sulama aralığı ve çevre koşulları gibi birçok etmenin bitkisel verim üzerine etkili olduğu göz önüne alınarak kültür bitkilerinin tuz stresi altındaki su kullanım özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

Bütün kültür bitkileri belli düzeydeki tuzluluğa karşı duyarlıdır. Tuzluluğun artması ile belli bir noktadan sonra verimde sürekli bir azalma söz konusudur. Özellikle sebzelerde düşük kaliteli suların kullanılması durumunda bitki özellikleri, verim ve kalitede oluşabilecek değişimlerin ve tarım alanlarında ortaya çıkan tuzluluk sorununun belirlenmesi oldukça önemlidir.

Sert ve tropikal iklim olmak üzere geniş bir iklim kuşağında yetişen domates toprak istekleri bakımından da seçici bir bitki değildir. Ancak toprak tuzluluğuna karşı orta hassasiyet gösterir ve toprak çözeltisinin EC'si 2.5 dS m<sup>-1</sup>'i geçtiği zaman domateste meyve verimi düşmeye başlar (Tülücü, 2003). Bunun yanında bitki genetiği ve fizyolojisi bakımından çok fazla bilgi olmasından dolayı domates bitkisi tuzlu alanlarda ve kötü kaliteli sulama sularının kullanımında model bitki olarak kullanılabilir (Cuartero ve Fernandez-Munoz 1999).

Yurtseven vd. (2005) saksıda yetiştirdikleri domates bitkisine 4 farklı tuz düzeyine sahip sulama suyu uygulamışlardır ( 0.25, 2.5, 5 ve 10 dS m<sup>-1</sup>). Araştırma sonucunda, sulama suyundaki tuzluluğun artması ile verimde düşmelere neden olduğunu bildirmişlerdir. Aynı doğrultuda Reina vd. (2005) sulama suyundaki tuzluluğun artması ile verimde düşmeler olduğunu bildirmiştir. Resticcia vd. (2002) yaptıkları çalışmada, domates sulamasında tuzlu su kullanılması durumunda bitki gelişiminin bozulmaması (verim ve kök yapısının) için sulama suyuna ek olarak yıkama suyu uygulaması yapılmasını önermişlerdir.

Kanada'da yapılan bir çalışmada buğday bitkisinde topraktaki nem miktarının artması ile bitkilerin köklerinin uzunluklarının arttığı ve köklerin daha derine indiğini gözlemişlerdir (Entz vd., 1992). Deveciler (2011) mısır sulamasında çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemini kullanmışlar ve minirhizotron tekniği ile tespit edilen kök uzunluklarının, uygulanan sulama suyu ile doğru orantılı olarak arttığını gözlemişlerdir.

Tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkileri; bitkinin çeşidine, uygulanan tuz çeşidi ile miktarına, uygulanan sulama suyunun kalitesine ve maruz kalma sıklığına bağlı olarak değişmektedir. Tuz stresi, hücre bölünmesini ve uzamasını etkileyerek, bitkilerin kök miktarı tuzlu olan toprak katmanlarında azalmakta ve verimde düşmelere neden olmaktadır (Bursens, 2000).

Klepper ve Taylor (1979) yaptıkları çalışmada, bitkide suyun alınmasında ve taşınmasında kök yüzey alanının önemli bir parametre olduğunu ve diğer önemli parametrelerin ise kök uzunluğu ve kök yoğunluğu olduğunu belirtmişlerdir. Zobel (1975), stres koşulları altında yetiştirilen domates bitkisinin, kontrol bitkilerine göre daha fazla yanal besleyici kök geliştirdiğini bildirmiştir. Papadopoulos ve Rendig (1983)'e göre ise yüksek tuz konsantrasyonlarında domates bitkisi kök gelişimi daha az olurken, tuz konsantrasyonunun azalmasıyla kök yoğunluğu ve su alımı artmıştır. Bitki kökünün bulunduğu katmanlardaki tuzluluk kökün büyümesini kısıtlar. Bunun yanında tuza karşı çok hassas olan köklerde ölü kök uzunluğu artmaktadır (Snapp ve Shennan, 1992). Toprak katmanlarındaki tuzun kök bölgesindeki dağılımı zamana ve yere bağlı olarak değişmektedir. Bitki kök bölgesinin üst kısımlarından alt kısımlarına oranla daha fazla su alımı yapmaktadır, dolayısıyla kök bölgesinin üst kısmındaki tuzluluk verimde daha etkili olmaktadır (Öztürk, 1994). Yaylalı (2007) domates bitkisi sulamasında kullanılan sulama suyundaki tuzluluk artışı ile bitki boylarında azalmalar meydana geldiğini fakat kök uzunluklarının arttığını bildirmiştir.

Geleneksel olarak, köklere erişmek için kaplama, kanal açma ve kazı gibi yıkıcı teknikler kullanılmıştır. Daha yakın zamanda, rizosfer içindeki köklerin

doğrudan ve tekrarlı gözlemlerine izin vermek için rizotronlar ve minirhizotronlar gibi tahribatsız teknikler geliştirilmiştir (Rewald ve Ephrath, 2013). Minirhizotron tekniği, köklerin yayıldığı ortam boyunca, yerleştirilen şeffaf bir tüp aracılığıyla kökleri yerinde gözleme ve kaydetmeye dayanır (Polomski ve Kuhn, 2002). Bu teknikte, aynı kök parçacıkları doğrudan ve tekrarlanabilen ölçümlerle gözlenebilir. Genellikle minirhizotron gözlem tüpleri toprağa dikey (90°) veya açılı olarak monte edilir. Açılı gözlem tüpleri çoğunlukla 30° veya 45°'de monte edilir, ancak farklı açılarda yaygındır (Johnson vd., 2001). Elde edilen görüntüler görüntü analiz için geliştirilen yazılımlar sayesinde analiz edilebilmektedir (Lobet ve Périlleux, 2013; Lobet, 2017).

Son yıllarda tarım arazileri ile birlikte yer altı ve yerüstü potansiyel su kaynaklarının sınırlı olduğu dikkate alındığında mevcut kaynakların verimli kullanılmasının yanında alternatif kaynakların değerlendirilmesi özellikle su kısıdının yaşandığı bölgelerde oldukça önemlidir. Düşük kaliteli olarak nitelendirilen bu sularla yapılan sulamalar sonucunda içerisinde barındırdıkları fazla miktarda tuzlar toprakta bitki kök bölgesinde birikmekte ve zamanla toprak tuzlu hale gelerek bitki kök gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir.

Bu çalışma, 2016 yılında, Atatürk Toprak, Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü uygulama alanında yer alan plastik serada farklı tuzluluk düzeyindeki sulama sularının domates bitkisinin farklı toprak katmalarındaki kök gelişimine etkisini izlemek amacıyla yapılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Araştırma yeri

Araştırma Marmara Bölgesinin kuzey kısmında yer alan Kırklareli İlinin 4 km batısında bulunan Atatürk Toprak, Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü arazisinde kurulu olan 608 m<sup>2</sup>'lik alana sahip (76m x 8m), kuzey-güney doğrultusunda konumlandırılan yay çatılı plastik örtülü serada yürütülmüştür. Sera toprağının tekstür sınıfı; 0-30 ve 60-90 cm'lik katmanları tın, 30-60 cm'lik katmanı kumlu tın'dır.

Araştırmada bitki materyali olarak "Swanson F1" domates çeşidi kullanılmıştır.

### Araştırma konuları

Sulama suyu tuzlulukları:  $T_1$ :  $EC_w$ : 0.38 dS m<sup>-1</sup> ve  $T_2$ :  $EC_w$ : 5.0 dS m<sup>-1</sup>

Sulama suyu miktarı (mm): Profildeki mevcut nem düzeyi, tarla kapasitesine gelecek şekilde haftada iki kez sulama suyu uygulanmıştır.

Sulama Sistemi: damla sulama denetim birimi, gübre tankı, kum-çakıl filtresi, manometre, vana ve su sayacı ünitelerinden oluşturulmuştur, iletim biriminde ise, ana boru, yan borular, lateraller ve damlatıcılar mevcuttur. Çalışmada sulama suyu olarak  $T_1$  konulu su Kırklareli Barajından temin edilmiştir.  $T_2$  konulu sulama suyu, SAR değeri 1'den küçük tutularak 5 tonluk su tankında belli oranlarda  $MgSO_4$ , NaCl ve CaCl tuzları karıştırılarak elde edilmiştir (5 dS m<sup>-1</sup>).

Topraktaki tuz konsantrasyonu (0-25, 25-40, 40-55, 55-70, 70-90 cm), saturasyon ekstaktında elektrod yöntemiyle, Sağlam(1994)'e göre belirlenmiştir.

### Minirhizotron tekniği ve kök görüntüleme cihazı

Araştırmada, domates bitkisinin farklı kalitedeki sulama sularında kök sisteminin gelişimi kök görüntüleme cihazı ile izlenmiştir.

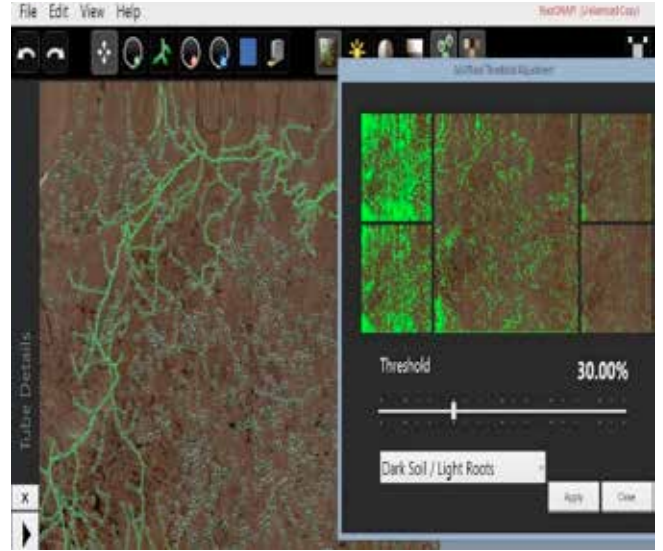
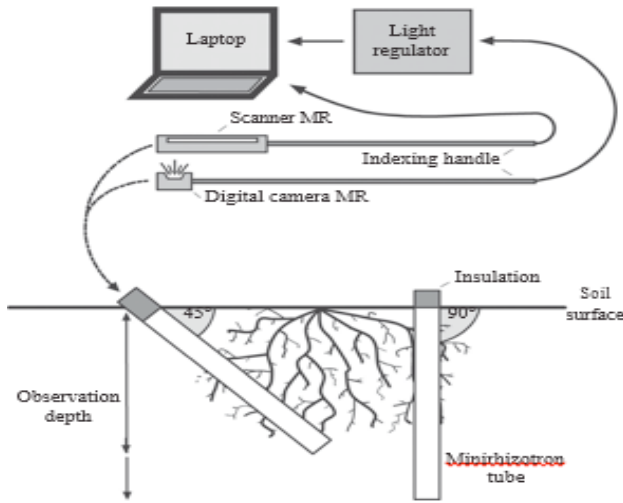
Minirhizotron tekniğinin esası: köklerin yayıldığı ortam boyunca, yerleştirilen şeffaf bir tüp aracılığıyla kökleri yerinde gözleme ve kaydetmeye dayanır (Polomski ve Kuhn 2002). Bu teknikte, aynı kök parçacıkları doğrudan ve tekrarlanabilen ölçümlerle gözlenebilir. Minirhizotronlar genellikle tek yıllık zirai kültür bitkilerinin ve laboratuvar ortamında yetiştirilen bitkilerin kök gözlemlerinde kullanılmaktadır (Box, 1996; Smit vd., 2000).

Bitkilerinin kök sistemlerinin görüntülenmesinde CI-600 model In-Situ kök görüntüleme cihazı kullanılmıştır. Cihaz 6.4 cm çapında ve 34.3 cm uzunluğunda dairesel olarak çalışan bir tarayıcıdır. Kök tarayıcısının kullanılabilmesi için bitki kök bölgesine 6.4 cm iç çaplı ve 170 cm uzunluğunda şeffaf pleksiglass kök görüntüleme tüpleri toprağa 45 derece açıyla yerleştirilmiştir. Şekil 1'de görülen kök izleme kamerasının boyu 35 cm ve bundan sonraki her derinlik ölçümü için 21 cm çubuklar kullanılmıştır. Şekil 1 ve Şekil 2'de kök görüntüleme cihazı, pleksiglass tüplerin toprağa konumlandırılmasına ve analiz programına ait görüntüler bulunmaktadır.

Domates bitkisinin kök gelişimi dört farklı derinlikte (0-25, 25-40, 40-55, 55-70, 70-90 cm) minirhizotron kamera yardımıyla izlenmiştir. Elde edilen kök görüntüleri RootSnap programı yardımıyla analiz edilerek 5 farklı derinlikteki kök miktarları yüzdesel olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 1.** Kök görüntüleme cihazı ve toprağa konumlandırılması  
**Figure 1.** Root imaging device and location to the soil



**Şekil 2.** Kök görüntüleme sistemi ve analiz programı  
**Figure 2.** Root imaging system and analysis program

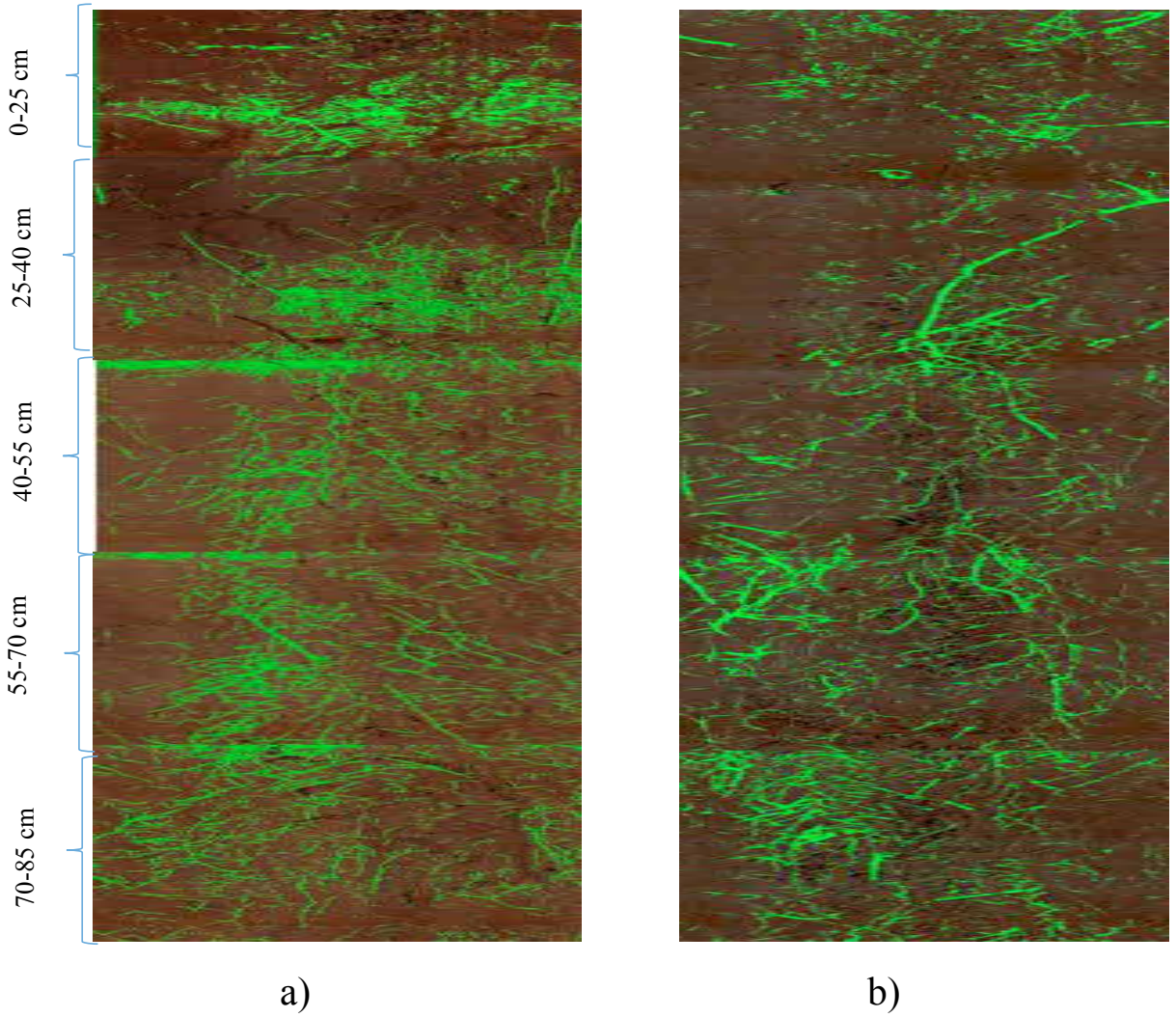
## BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 1'de kök görüntülerinin alındığı toprak katmanlarındaki toprak tuzluluğu ve kök yüzdeleri verilmiştir. Ayrıca Şekil 3'de T1 ve T2 konularından elde edilen kök görüntüleri verilmiştir. Çizelge 1'de yer alan verilere göre;

yüksek tuz konsantrasyon içerikli T2 sulama suyu, toprak profilinin 0-25 ile 25-40 cm'lik katmanında alt katlara oranla daha fazla tuz birikmesine neden olmuştur. Söz konusu derinliklerdeki tuz birikimi kök gelişimini de olumsuz etkilemiş

**Çizelge 1.** T1 ve T2 konularına ait hesaplanan kök yüzdeleri (%) ve toprak katmanlarındaki tuzluluk değerleri ( $dS m^{-1}$ )  
**Table 1.** Analysis of Variance for Grain Nitrogen, Zinc and Iron Concentrations and Grain Yield Values

Derinlik (cm)	Konular			
	T1		T2	
	Toprak Tuzluluğu ( $dS m^{-1}$ )	Hesaplanan kök yüzdesi (%)	Toprak Tuzluluğu ( $dS m^{-1}$ )	Hesaplanan kök yüzdesi (%)
70-85	0.47	6.88	1.14	6.53
55-70	0.47	8.57	1.14	10.92
40-55	0.37	8.63	2.30	11.13
25-40	0.36	5.64	3.90	8.26
0-25	0.38	5.41	3.21	7.51



**Şekil 3.** T1S (a) ve T2S (b) konularında elde edilen kök görüntüleri  
**Figure 3.** Root images obtained from T1S (a) and T2S (b) subjects

ve belirlenen kök yüzdeleri düşük olmuştur. Tuz birikimi alt katmanlarda daha düşük olmuş (40-55, 55-70, 70-90 cm) ve kök gelişimi üst katmanlardaki kadar sınırlanmamıştır. T2 konusunda 0-25, 25-40 cm derinliklerinde tuzluluk miktarlarının yüksek olması ( $3.21$  ve  $3.90$   $dS\ m^{-1}$ ) ve kök yüzdesinin T1 konusuna göre bir miktar yüksek olması, Snapp ve Shennan (1992)'de açıklanan tuz stresine bağlı olarak ölü kök yüzdesinin artması ile açıklanabilir. T1 sulama suyunda ( $0.39$   $dS\ m^{-1}$ ) ise farklı katmanlardaki tuz miktarları kök gelişimini ve su alımını olumsuz yönde etkilemeyecek düzeylerde olduğundan, kök yüzdesi tüm katmanlarda birbirine yakın oranda elde edilmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlarla paralel olarak, Papadopoulos ve Rendig (1983) yaptıkları araştırmada tuz konsantrasyonunun yüksek olduğu toprak

katmanlarında kök gelişiminin sınırlandığını ve tuz konsantrasyonunun azalması ile kök yoğunluğunun arttığını ve su alımının kolaylaştığını bildirmişlerdir. Snapp ve Shennan (1992), bitki kökünün bulunduğu katmanlardaki yüksek tuzluluk kök gelişimini kısıtladığını vurgulamışlardır. Rhodes, (1992)'ye göre de tuz stresi koşullarının artması durumunda bitki gelişimi ve kök gelişimi yavaşlamaktadır.

Çizelge 2'den izleneceği gibi düşük kaliteli sulama suyu ile sulanan domates bitkisinin veriminde azalmalar meydana gelmiştir. Bunun nedeninin düşük kaliteli sular ile sulanan toprakta tuz birikiminin artması ve domates bitkisinin su alımının kısıtlanması olarak gösterilebilir. Benzer şekilde bir çok araştırmacı toprakta artan tuz miktarının kök gelişimini engellediğini ve toprak neminin azalması ile kök uzunluklarının arttığını

bildirmektedir (Papadopoulos ve Rendig 1983, Öztürk 1994, Maggio ve ark. 2007, Yaylalı 2007).

**Çizelge 2.** T1 ve T2 konularından elde edilen verimler

**Table 2.** Yields obtained from T1 and T2 subjects

Ortalama Pazarlanabilir Verim (kg da <sup>-1</sup> ) (%)	T1S	T2S	Oransal verim azalması
	10943	7654	30

## SONUÇLAR

Sonuç olarak; domates bitkisinin kökleri tuz miktarı yüksek katmanlarda (0-25, 25-40 cm) gerekli olan sulama suyunu alamadığı için gelişimini yavaşlattığı, tuz miktarı daha düşük olan alt katmanlara doğru uzadığını göstermiştir. Kalitesi düşük T2 sulama suyu ile sulanan bitkilerden verim alınmaya devam edilmesi bunu desteklemektedir.

T1 sulama suyu ile sulanan domates bitkisi toprakta biriken yüksek tuz konsantrasyonuna maruz kalmadığı için normal kök gelişimini tüm katmanlarda devam ettirmiştir.

Özellikle kalitesi düşük sulama suları ile sulama yapılması zorunlu olan yerlerde domates yetiştiriciliği yapılacaksa, iyi bir bitki gelişimi, kök gelişimi ve yüksek verim sağlanması için yetiştirme mevsimi sonunda yıkama yapılması önerilmelidir. Ya da sulama suyuna ek bir yıkama suyu da eklenerek sulama yapılması toprakta tuzluluğun azaltılmasına ve iyi bir kök gelişiminin elde edilmesine yardımcı olacaktır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde 2014-2017 yılları arasında yürütülen ve TAGEM tarafından desteklenen "Farklı Tuzluluk Düzeyindeki Sulama Sularının Serada Yetiştirilen Domates ve Brokkoli'nin Verim-Kalite Parametreleri ve Toprak Profili Tuzluluğuna Etkisi" isimli araştırma projesi sonuç raporunun bazı verilerinden hazırlanmıştır.

## KAYNAKLAR

Burssens S, Himanen K, Van de Cotte B, Beeckman T, Van Montagu M, Inzé D, Verbruggen N (2000). Expression of cell cycle regulatory genes and morphological alterations in response to salt stress in *Arabidopsis thaliana*. *Planta*, 211(5): 632-640.

Box JE Jr (1996). Modern Methods of Root Investigations (2nd ed.). In: Waisel Y, Eshel A, Kafkafi U, eds. *Plant Roots: The Hidden Half*. New York; Marcel Dekker, pp: 193-237.

Cuartero J, Fernandez-Munoz R (1999). Tomato and salinity. *Scientia Horticulture*, 78: 83-125.

Deveciler M (2011). Farklı yağmurlama sulama düzeylerinin mısır kök gelişimi ve nitrat yıkanması üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı- 76s, Çanakkale.

Entz M H, Gross K G, Fowler D B (1992). Root growth and soil water extraction by winter and spring wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 72 (4): 1109-1120.

Johnson M G, Tingey D T, Phillips D L, Storm M J (2001). Advancing fine root research with minirhizotrons. *Environ Exp Bot* 45: 263-289.

Klepper B ve Taylor H M (1979). Limitations to current models describing water uptake by plant root systems. *The Soil-Root Interface / edited by Harley J.L., Russell R.S.* London ; New York : Published under the aegis of the New phytologist by Academic Press, p. 53-65.

Lobet G, Draye X, Périlleux C (2013). An online database for plant image analysis software tools. *Plant methods*, 9(1): 38.

Lobet G (2017). Image analysis in plant sciences: publish then perish. *Trends in Plant Science*, 22(7): 559-566.

Maggio A, Raimondi G, Martino A, De Pascale S (2007). Salt stress response in tomato beyond the salinity tolerance threshold. *Environmental and Experimental Botany*, 59(3): 276-282.

Öztürk A (1994). Taban suyu derinliği ve sulama suyu kalitesinin biber verimine etkisi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Papadopoulos I ve Rendig V V (1983). Tomato plant response to salinity. *Agron. J.* 75, 696-700.

Polomski J ve Kuhn N (2000). Kahlschlagbedingte Veraänderungen im Wurzelraum eines Buchenniederwaldes auf Rendzina. 10. Borkheider Seminar zur Oekophysiologiedes Wurzelraumes. Stuttgart, Germany: BG Teubner, pp 65-71.

Reina-Sanchez A, Romero-Aranda R, Cuartero J (2005). Plant water uptake and water use efficiency of greenhouse tomato cultivars irrigated with saline water. *Agricultural Water Management*, 78: 54-66.

Rewald B, Ephrath J E (2013). Minirhizotron techniques. *Plant roots: The hidden half*, 42, 1-15.

Sağlam M T (1994). Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları, Tekirdağ.

Smit A L, George E, Groenwold J (2000). Root observations and measurements at (transparent) interfaces with soil. In *Root methods* (pp. 235-271).

Snapp S S, ve Shennan C (1992). Effects of salinity on root growth and death dynamics of tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. *New phytologist*, 121(1): 71-79.

Tülücü K (2003). Özel Bitkilerin Sulanması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Genel Yayın No: 254, Adana.

Yaylalı İ K (2007). Değişik tuz konsantrasyonuna sahip farklı sulama suyu uygulamalarının domateste verim ve kalite üzerine etkileri. Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Yurtseven E, Kesmez G D, Ünlükara A (2005). The effects of water salinity and potassium levels on yield, fruit quality and water consumption of a native central anatolian tomato species (*Lycopersicon Esculentum*). *Agricultural Water Management*, 78:128-135.

Zobel R L (1975). The genetics of root development. The development and function of roots, 261-275.