

Farklı Sodyum Adsorbsiyon Oranı Değerlerine Sahip Sulama Sularının Bazı Toprak Özelliklerine Etkisi

Kadir Ersin TEMİZEL^{1*} Sedat TOK¹

ÖZET: Sodyum derişiminin yüksek olduğu sulama sularıyla toprağın sulanması genellikle toprağın sodyum içeriğinin artmasına neden olur. Sulama suyunun sahip olduğu tuz ve Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) değerleri toprağın fiziksel yapısında önemli değişiklikler meydana getirmektedir. Yapılan çalışmalarda killi topraklarda sınırlandırıcı değişebilir Na miktarının 1 - 1.5 meq 100-1 g toprak olduğu belirtilmiştir ki bu değer 4-8 Değişebilir Sodyum Yüzdesi (ESP) değerine karşılık gelmektedir. Yapılan bu çalışmada EC değerleri sabit ve 0, 15, 30, 40 SAR değerlerine sahip sulama sularının toprağın ESP, EC ve pH gibi bazı özelliklerine etkileri incelenmiştir. Deneme boyunca her konudan 3 tekerrür kullanılmış ve her tekerrürün üçer katmanından deneme sonunda toprak örnekleri alınmıştır. ESP değerleri, toplam Na değerinin, toplam Ca, Mg, K ve Na değerlerine bölümüyle bulunmuştur. EC ve pH değerleri ise laboratuvarında toprak örneklerinin ekstraktları hazırlanıp, bunların EC ve pH okuyan cihazlarla ölçülmesiyle bulunmuştur. SAR değerlerinin artmasıyla ESP değerlerinin de arttığı gözlemlenmiştir ve katman bazında incelendiğinde konular arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar çıktığı gözlemlenmiştir. En yüksek ESP değeri ortalaması SAR40 konusunun üçüncü katmanında 4.124 olarak meydana gelirken, en düşük ESP değeri SAR0 konusunun ikinci katmanında 1.312 olacak şekilde meydana gelmiştir. SAR değerlerinin artmasıyla EC ve pH değerleri artmış, istatistiksel olarak katman bazında bakıldığında önemli farklılıklar gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sulama suyu kalitesi, toprak alkaliliği, SAR, ESP

Effects Of Irrigation Water With Different Sodium Adsorption Ratio Values On Some Soil Properties

ABSTRACT: Irrigating the soil with irrigation water, which has a high sodium concentration, usually increases the sodium content of the soil. The salt and the Sodium Absorption Rate (SAR) values of irrigation water cause significant changes in the physical structure of the soil. In the clayey soil, limiter variable amount of Na is specified as 1 - 1.5 meq 100-1 g soil, which corresponds to 4-8 Exchangeable Sodium Percentage (ESP) value. In this study, the effects of some parameters such as ESP, EC and pH of irrigation water with constant EC values and 0, 15, 30, 40 SAR values were investigated. During the experiment, 3 replicates were used from each subject and soil samples were taken at the end of the experiment from each layer. ESP values were found with divided into total Na to total Ca, Mg, K and Na values. EC and pH values were obtained by extracting soil samples from the laboratory and measuring them with EC and pH measuring devices. As the SAR values increased, the ESP values increased and statistically significant differences were observed between the soil layers. The highest ESP value averaged 4.124 on the third layer of SAR40, while the lowest ESP value was 1.312 on the second layer of SAR0. As the SAR values increased, EC and pH values increased, statistically significant differences between the layers were observed.

Keywords: Irrigation water quality, soil alkalinity, SAR, ESP.

¹ Kadir Ersin TEMİZEL (Orcid ID: 0000-0003-1806-3950), Sedat TOK (Orcid ID: 0000-0003-1374-0158), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, SAMSUN

* Sorumlu Yazar: Kadir Ersin TEMİZEL, e-mail: ersint@omu.edu.tr

*Bu çalışma Doç. Dr. K. Ersin TEMİZEL ve Doktora öğrencisi Sedat TOK tarafından münferit olarak yürütülmüştür.

GİRİŞ

Tüm dünyada sodyumlu ve tuzlu topraklarda çevre ekolojik niteliği ve bitkisel verimi sınırlandıran ana sorunlardan bir tanesi tuzun zararlı etkisidir. (Rafael ve ark., 2009). Fazla tuz miktarı toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, mikrobiyal işlemleri ve bitki gelişmesinde olumsuz yönde bir etkiye sahiptir. Tejada ve Gonzalez (2005), elektriksel iletkenlikteki bir artışın, hacim ağırlığı, toprak strüktür stabilitesi ve geçirgenliği olumsuz şekilde etkilediğini ispat etmişlerdir. Makoi ve Verplancke (2010), sodyumlu toprakların, aşırı düzeyde eriyebilir tuz içerikleriyle (özellikle Na_2SO_4 ve NaCl) tanındığını ve dünyanın çok ciddi çevresel sorunlarından birisi sayıldığını belirtmişlerdir.

Bu gibi tarımsal alanlarda sodyum birikmesi, pH, doymun hidrolik iletkenliği (K_s), değişebilir sodyum (NaX), sodyum adsorbsiyon oranı (SAR), saturasyon ekstraktı elektriksel iletkenliği (EC_e), değişebilir sodyum yüzdesi (DSY) ve yarayıklı toprak suyu içeriği (AWC) dahil toprakların birçok fiziko-kimyasal parametrelerini değiştirmektedir (Al-Busaidi ve Cooksen, 2003). Sonuçta, birçok bitkinin verim ve gelişmesi için gerekli olan mineral maddelerin ve suyun kullanılma oranı etkilenir (Tanji 1990). Aşırı değişebilir sodyum oranı ve fazla olan pH değerlerinin, hem killerin ayrışması ve şişmesi hem de agregatların parçalanmasına sebep olması nedeniyle toprak geçirgenliği ve infiltrasyon oranını düşürdüğü gözlemlenmiştir (Läuchli ve Epstein, 1990). Bu değişikliklerle beraber tuzlu koşullardaki bitki verimi düşmekte ve bu da birçok çiftçi açısından olumsuz bir sonuç anlamına gelmektedir.

Sulama yapılırken mutlaka toprağa belirli bir miktarda tuz iletimi olmaktadır (Yurtseven, 1999; Akgül, 2002; Yurtseven ve Bozkurt, 1997; Kanber ve ark., 1992). Sulama sularıyla toprağa verilen tuzlar, toprak çözeltisi içinde toplanarak üzerinde yetiştirilen bitkiyi farklı şekillerde

etkiler. Bu tuzlar toprak da fiziksel özellikleri etkileyebileceği gibi doğrudan bitki üzerine toksik etki de yapabilirler ve sonuçta verimde azalmalar meydana getirirler (Kara ve Apan, 2000).

Toprakta absorbe edilen sodyum (SAR) oranı %10-15'i geçtiğinde, kil kompleksleri disperse olur, toprak işleme güçleşir, geçirgenlik azalır, çimlenme zayıflar. Yani toprakta artan Na miktarları bitki gelişimi olumsuz yönde etkilenmektedir. Toprakta Na birikimini gösteren bir diğer gösterge de Değişebilir Sodyum Yüzdesi (ESP)'dir. Genellikle $\text{ESP} > 15$ olan topraklar alkali toprak (sodyumlu toprak) olarak sınıflandırılırlar (Kanber ve ark., 1992). Yapılan çalışmalarda killi topraklarda sınırlandırıcı değişebilir Na miktarının, 1 - 1.5 meq 100^{-1} g toprak olduğu belirtilmektedir. Bu değer 4-8 arasında Değişebilir Sodyum Yüzdesi (ESP)'ne karşılık gelmektedir.

Sodyumun sebep olduğu topraktaki alkalilik, tuzluluğun bir farklı bir şeklidir. Kil yüzeyindeki Na^+ iyonu adsorbsiyonunun (değişebilir sodyum yüzdesinin) toplam katyon değişim kapasitesine oranı %6'yı geçtiğinde ($\text{ESP} = \frac{[\text{Na}]}{\text{KDK}} > \%6$ olduğunda) sodyumun topraktaki değişim kompleksleri üzerindeki olumsuz etkileri görülmeye başlar (Rengasamy ve Olsson, 1993; Gordon, 2003). Sodyum tuzları toprakta kalsiyum ve magnezyum tuzlarından çok daha fazla çözünür ve bu çözünürlük özel problemler oluşturur (Patterson, 2001).

Sodyumla doymun topraklar kalsiyum ile doymuş topraklardan daha fazla hidrate ve dispers olurlar. Bunun sonucunda sodyum yoğunluğu yüksek olan topraklarda kil kompleksleri gibi değişim yüzeylerinin etkisi azalır ve toprak agregatları parçalanarak toprak strüktürü olmaz, kalsiyum toprak tanelerini kümeleştirici bir etki ortaya koyarak agregat oluşumunu teşvik eder (Özdemir, 1998).

Yapılan bu çalışmada EC değerleri sabit ve 0, 15, 30, 40 SAR değerlerine sahip sulama

sularının toprağın ESP, EC ve pH gibi bazı özelliklerine etkileri incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada birbirinden farklı SAR değerlerine sahip sulama sularının bazı toprak özelliklerine etkileri incelenmiştir. Denemede bitki olarak Bafra tipi tütün (*Nicotiana tabacum sp.*) bitkisi kullanılmıştır. Deneme Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi yerleşkesinde yer alan üstü kapalı yanları açık 120 m²'lik bir serada yürütülmüştür.

Denemede kullanılan topraklar Ondokuz Mayıs Üniversitesi'ne ait Ziraat Fakültesi

Araştırma Ünitesi'nde saksı çalışmalarında kullanılmak için getirilen topraklardan alınmıştır. Denemede kullanılacak olan toprak örneğinde tekstür (Bouyoucous 1951), elektriksel iletkenlik (Anonymous 1954), pH (Anonymous 1954) Değişebilir katyonlar (Rhoades 1986), Kireç (Çağlar 1958), yarıyışlı P (Olsen 1954), tarla kapasitesi (Richards 1954), solma noktası (Richards 1954) analizleri yapılmış ve toprak bünyesi kumlu-tın (SL) olarak belirlenmiştir. Deneme topraklarında yapılan kimyasal ve fiziksel özelliklere ilişkin sonuçlar Çizelge 1' de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Deneme topraklarındaki kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları

Parametreler	Değerleri	Parametreler	Değerleri
ECe (dS m ⁻¹)	0.1	Kum yüzdesi	56.3
Mg (mg kg ⁻¹)	14.5	Kil yüzdesi	15.7
Na (mg kg ⁻¹)	28.2	Silt yüzdesi	25.6
K ⁺ (mg kg ⁻¹)	3.9	Bünye sınıfı	Kumlu-Tın
Saturasyon çamurunda pH	7.4	CaCO ₃ (%)	5.3
Tarla Kapasitesi (%)	28.5	P (mg kg ⁻¹)	100
Solma Noktası (%)	19.5	Ca (mg kg ⁻¹)	42.3
HCO ₃ ⁻¹ (mg kg ⁻¹)	360.7	CO ₃ ⁻² (mg kg ⁻¹)	-

Denemede kullanılan saksılar, 32 cm yükseklikte, 32 cm üst ve 25 cm alt taban çapında, toplam 23 L kapasiteye sahip PE malzemeden üretilmiştir. Denemede kullanılan topraklar, 4 mm'lik elekten elenerek, saksılara doldurulmuştur. Saksılar toprak ile doldurmadan önce bütün saksıların en altına drenajı sağlamak amacıyla 2 kg ağırlığında çakıl taşı konulmuştur. Saksıların alt kısımlarına 16 mm çapında delik açılarak çıkış sularının toplanacağı dren boruları yerleştirilmiştir. Çakıl taşlarının üstüne her bir saksıda 20 kg fırın kuru toprak ağırlığı olacak şekilde hava kuru toprak miktarları hesaplanarak doldurulmuş ve saksılar tesadüf parselleri

deneme desenine göre sera içerisine yerleştirilmiştir.

Tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülen bu çalışmada tuzluluk değerleri aynı, fakat SAR değerleri farklı olan (0, 15, 30 ve 40) sulama konusunun etkileri incelenmiştir. Denemede kullanılan suların hazırlanmasında, sudaki eriyebilirlikleri fazla olan üç tane tuz kullanılmıştır. Bunlar %99 saflıkta olan CaCl₂, %99 saflıkta olan MgSO₄, ve %99.5 saflıkta olan NaCl tuzlarıdır. Sulara karıştırılan tuz miktarları ve kullanılan şebeke suyunun analiz sonuçları Çizelge 2 ve Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Konulara göre sulama sularına katılan tuz miktarları

Konular	CaCl ₂ (g l ⁻¹)	MgSO ₄ (g l ⁻¹)	NaCl(g l ⁻¹)
SAR0	-	-	-
SAR15	0.027	0.009	0.438
SAR30	0.0075	0.0025	0.464
SAR40	0.002	0.0005	0.47

Çizelge 3. Denemede kullanılan şebeke suyunun analiz sonuçları

Parametreler	Değerleri	Parametreler	Değerleri
pH	7.64	Mg ²⁺ (meq L ⁻¹)	1.638
EC (dS m ⁻¹)	0.38	CO ₃ ⁻² (meq L ⁻¹)	0.640
Na ⁺ (meq L ⁻¹)	0.83	HCO ₃ ⁻¹ (meq L ⁻¹)	1.420
K ⁺⁺ (meq L ⁻¹)	0.05	Cl ⁻ (meq L ⁻¹)	0.524
Ca ⁺ (meq L ⁻¹)	1.64	SO ₄ ⁻² (meq L ⁻¹)	1.583

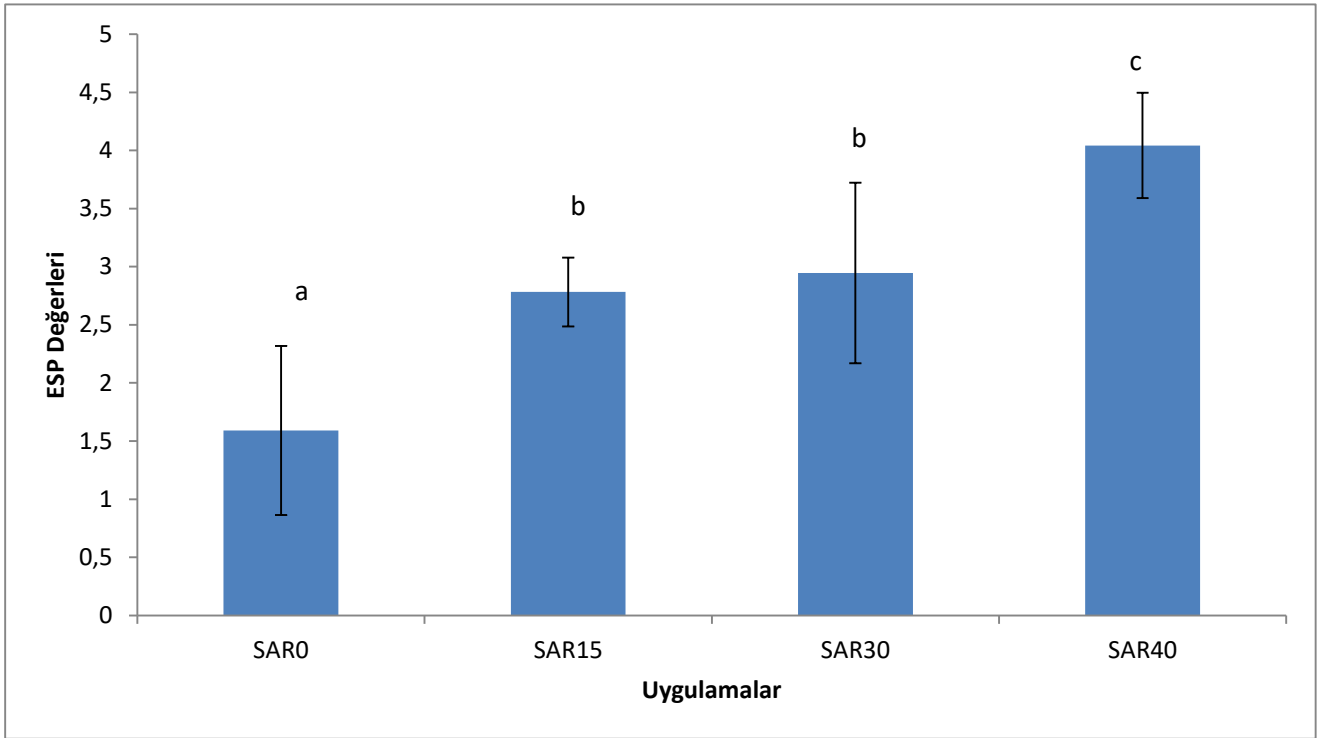
Samsun İli'nin Bafra İlçesi'nden getirilmiş olan tütün fideleri bütün saksılarda 2 adet fide olacak şekilde 26.05.2017 tarihinde dikilmiştir. Fidelerin toprağa adapte olmasıyla beraber her saksıda 1 adet fide olacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Yapılan bu seyreltme işleminden 20 gün sonra, deneme konularına göre sulama uygulamalarına başlanılmıştır. Sulama aralığı 11.08.2017 tarihine kadar 6 gün sulama olacak şekilde belirlenmiştir. Bu tarih itibariyle tuz ve su stresinin bitki üzerindeki etkisini daha çok gösterebilmesi amacıyla sulama aralığında 9 gün sulama uygulamasına geçilmiştir. Bitki dikimi ve hasata kadar olan zaman göz önüne alındığında toplamda 10 sulama yapılmıştır.

Deneme sonunda toprak saturasyon ekstraktında Ca ve Mg değerleri EDTA titrasyonu yoluyla, K ve Na değerleri ise flame

okuyucusuyla elde edilmiştir. ESP değerleri, toplam Na değerinin, toplam Ca, Mg, K ve Na değerlerine bölümüyle bulunmuştur. EC ve pH değerleri ise laboratuvarında toprak örneklerinin ekstraktları hazırlanıp, bunların EC ve pH okuyan cihazlarla ölçülmesiyle bulunmuştur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

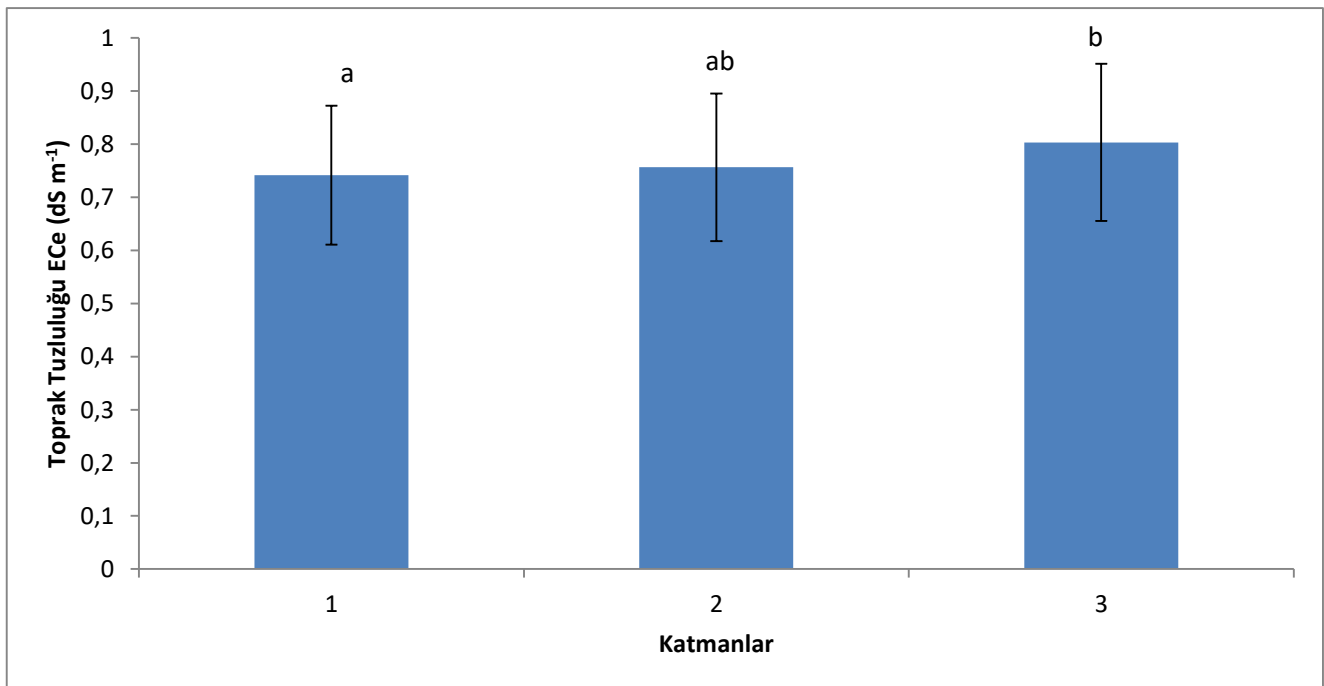
Sodyum Adsorbsiyon Oranı değerlerinin artmasıyla ESP değerlerinin de arttığı görülmüş ve uygulamalar arasında istatistiksel olarak katman bazında önemsiz fakat uygulamalara göre önemli farklılıklar çıktığı gözlemlenmiştir. En yüksek ESP değeri ortalaması SAR40 konusunun üçüncü katmanında 4.12 olarak meydana gelirken, en düşük ESP değeri SAR0 konusunun ikinci katmanında 1.31 olarak meydana gelmiştir.



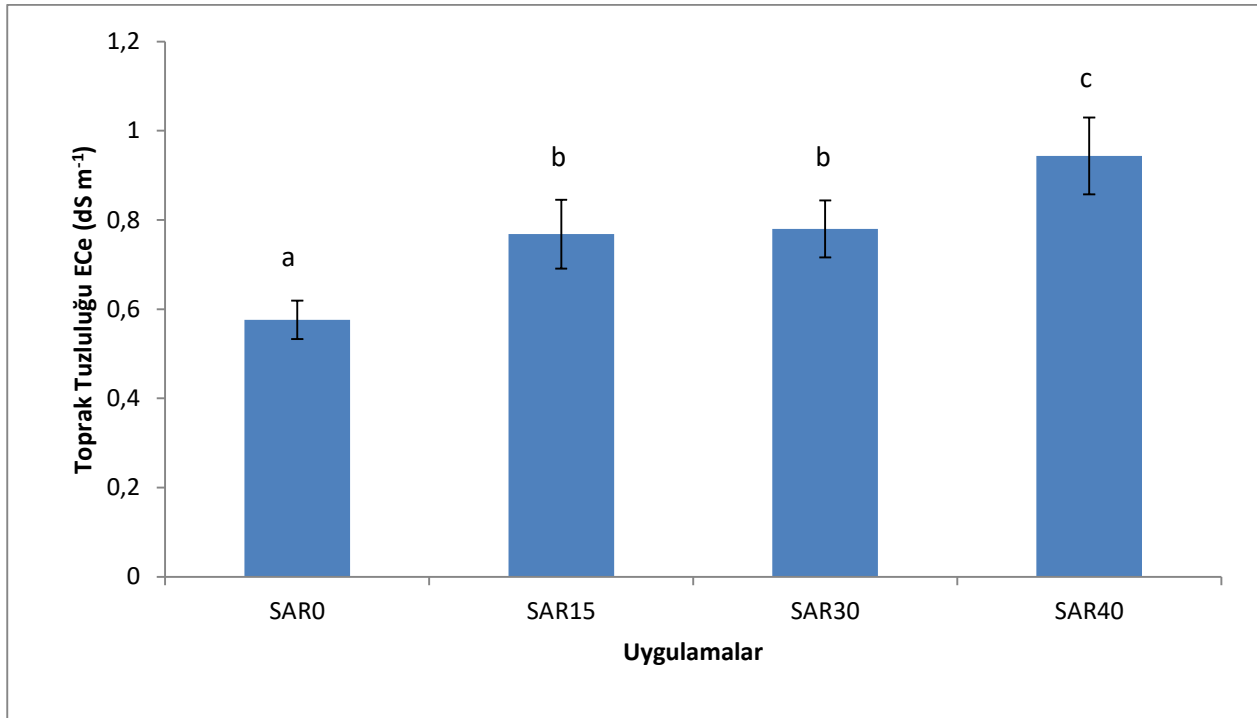
Şekil 1. Uygulamalara göre ESP değerleri

Sodyum Adsorbsiyon Oranı değerlerinin artmasıyla toprak tuzluluk değerleri hem katman hem de uygulamalara göre artış göstermiş ve istatistiksel olarak incelendiğinde her iki durumda da önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır.

En yüksek tuzluluk değeri SAR40 uygulamasının üçüncü katmanında 0.99 dS m^{-1} olacak şekilde, en düşük tuzluluk ise SAR0 uygulamasının birinci katmanında 0.63 dS m^{-1} olacak şekilde meydana gelmiştir.



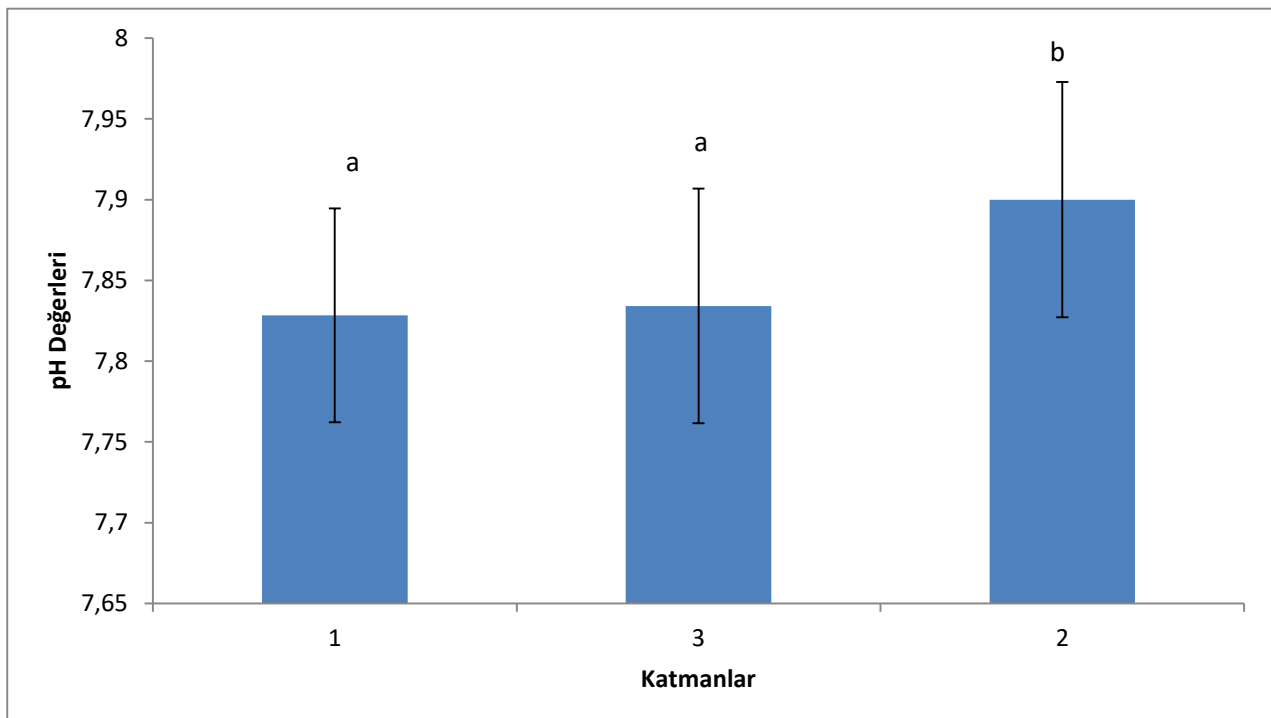
Şekil 2. Katmanlara göre toprak tuzluluğu değerleri



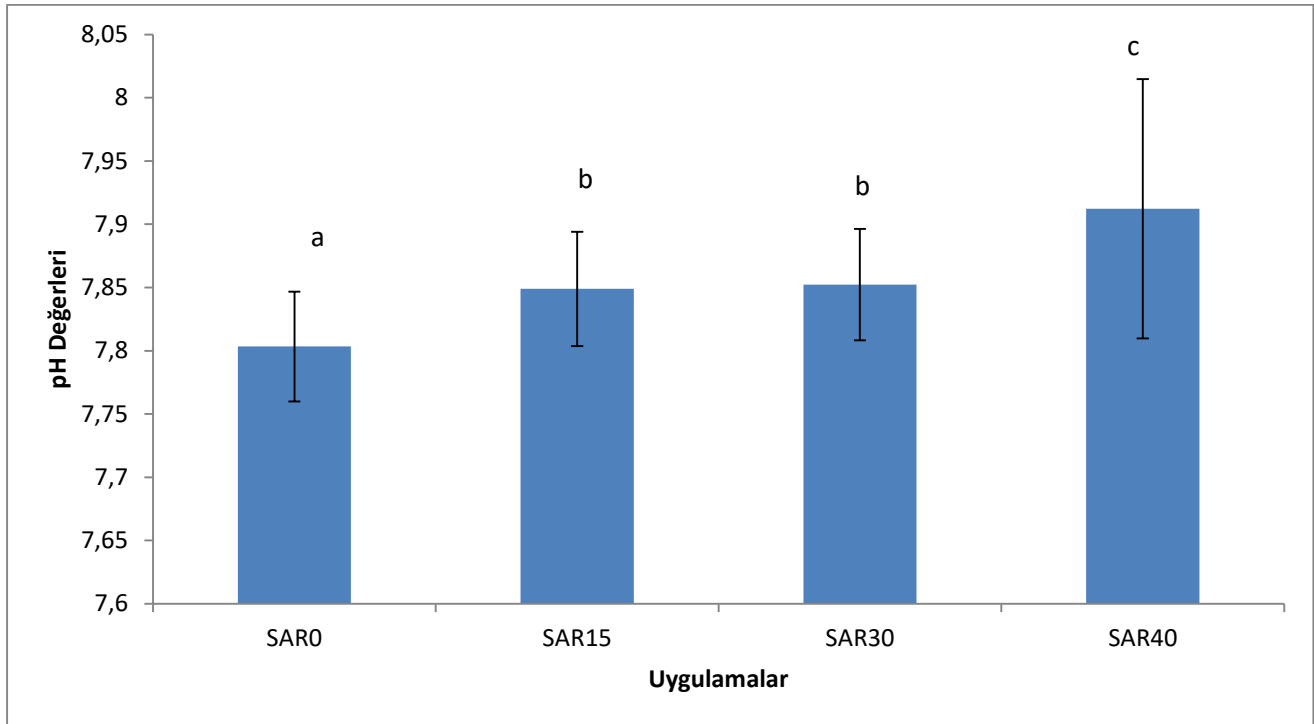
Şekil 3. Uygulamalara göre toprak tuzluluğu değerleri

Sodyum Adsorbsiyon Oranı değerlerinin artmasıyla hem katman hem de uygulamalara göre pH değerlerinde artışlar gözlemlenmiş ve istatistiksel olarak her iki durumda da önemli farklılıklar bulunmuştur. En yüksek pH değeri

SAR40 uygulamasının ikinci katmanında 8.03 değerinde meydana gelirken, en düşük pH değeri ise 7.79 değeriyle SAR0 uygulamasının birinci katmanında meydana gelmiştir.



Şekil 4. Katmanlara göre pH değerleri



Şekil 5. Uygulamalara göre pH değerleri

SONUÇ

Ülkemiz ve dünyada en önemli toprak ve su kaynakları sorunları arasında birinci sırayı tuzluluk alırken, ikinci sırada sodyumluluk sorunları gelmektedir. Sodyumlu sular ile sulanan topraklarda çoğunlukla sodyumluluk problemleri baş gösterirken, toprağa yaptığı tahribatlarda önemli derecede yüksektir. Sulama sularından kaynaklanan sodyumluluk problemleri toprakların başta pH ve ESP değerlerini kötüleştirilmesiyle ön plana çıkarken bitkilere de etkileri birçok kaynak tarafından tescillenmiştir. Bu çalışmada sodyum seviyeleri değiştirilmiş ancak tuz etkisinin oluşması engellenmiş sulama sularının sadece sodyumluluk etkisinin toprağa etkileri araştırılmıştır. Bulunan sonuçlara göre SAR değerlerinin artmasıyla ESP değerlerinin de arttığı görülmüş katman bazında bakıldığında alt katmanlara doğru bir artışın olduğu gözlenmiştir. Toprakların pH değerleri incelendiğinde alt katmanlara inildikçe pH değerlerinde belirli bir artış görülmüştür. Bu durum ESP değerlerine

paralel olarak sodyumluluk arttıkça toprak pH değerlerinin de arttığını göstermiştir. Toprakların tahrip olmaması için sodyum içerikleri düşük sularla sulanması önemlidir. Ayrıca topraklar üzerine belirli miktar da ıslah maddesinin kullanılması onların hem hidrolik iletkenliklerinin azalmasını önleyeceği hem de pH değerlerinin artmasını azaltacak olması bakımından göz önüne alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akgül H, 2002. Tuzluluk. Ziraat Mühendisliği Dergisi. Sayı 340. Ankara.
- Al-Busaidi AS, Cooksen P, 2003. Salinity-pH relationships in calcareous soils. *Agri Marine Sci* 8: 41-46.
- Anonymus. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A. Handbook, U.S. Salinity Laboratory Staff No: 60, Washington D.C.
- Bouyoucos, GJ, 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of Soils. *Agronomy Journal* 43:9, 434-438.

- Çağlar, K.Ö. 1958. Toprak İlmi A.Ü. Ziraat Fakültesi yayınları, No: 10, Ankara
- Gordon I, 2003. Defining soil salinity and its potential implications for road design in Queensland.
- Kanber R, Kırdı C, Tekinel O, 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:21. Ders Kitapları Yayın No:6. Adana.
- Kara T, Apan M, 2000. Tuzlu Taban Suyunun Sulamalarda Kullanımı İçin Bir Hesaplama Yöntemi. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 15(3):62-67.
- Lauchli A, Epstein E, 1990. Plant responses to saline and sodic conditions In: Tanji KK. Eds. Agricultural Salinity Assessment and Management. Am Soc Civ Engineers. New York. pp. 113-137.
- Makoi JHJR, Verplancke H, 2010. Effect of gypsum placement on the physical chemical properties of a saline sandy loam soil. Australian Journal of Crop Science. 4(7):556-563.
- Olsen, S.R. 1954. Estimation of available phosphorous in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular no:939, Washington, USA.
- Özdemir N, 1998. Toprak fiziği. OMÜ Yayınları. Ders Kitabı No: 30.
- Patterson AR, 2001. Consideration of soil sodicity when assessing land application. Environmental&Health Protection Guidelines Technical Sheet Reference 01/7.
URL:www.dlg.gov.au/dlg/dlghome/document/septicsafe /draftsodicity.pdf.
- Rafael MPL, Uwe H, Adriel FF, 2009. Sodicity and salinity in a Brazilian oxisol cultivated with sugarcane irrigated with wastewater. Agricultural water Management. 96:307-316.
- Rengasamy P, Olsson KA, 1993. Irrigation and Sodicity. Aust. J. Soil Res. 31: 821-37.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. USDA, Salinity laboratory, Agricultural Handbook, no.60, 110-118.
- Rhoades, J.D. 1986. Cation exchange capacity. Chemical and Microbiological Properties. In: Methods of Soil Analysis, Part II. Pp: 149-157. ASA and SSSA Agronomy Monopograph no 9 (2nd ed), Madison.
- Tejada M, Gonzalez JL, 2005. Beet vinasse applied to wheat under dry land conditions affects soil properties and yield. European Journal of Agronomy. 23 336-347.
- Tanji KK, 1990. Agricultural salinity assessment and management. Irrigation and Drainage Division. American Society of Civil Engineers. NY USA.
- Yurtseven E, Bozkurt E, 1997. Sulama Suyu Kalitesi ve Toprak Nem Düzeyinin Marulda Verim ve Kaliteye Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi. 3(2) 44-51.
- Yurtseven E, 1999. Sürdürülebilir Tarım ve Tuzluluk Etkileşimi. VII. Kültürteknik Kongresi Bildirileri. 11-14 Kasım 1999. Kapadokya. 237-245.