



Salinity Problem in Agricultural Lands

Gamze Tunç^{1,a}, Harun Kaman^{1,b*}

¹Department of Agricultural Structures and Irrigation, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, 07058 Campus, Antalya, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Review Article</i></p> <p>Received : 30/09/2022 Accepted : 10/10/2022</p> <p>Keywords: Yield loss Salinity Leaching requirement Irrigation management Sustainable agriculture</p>	<p>Soil and water are the two most important basic factors for ensuring sustainable agricultural production. On the other hand, supplying quality and sufficient irrigation water from the nature for agricultural production is getting harder day by day. The decrease or pollution of natural resources for irrigated agriculture, especially in arid and semi-arid climatic regions, necessitates making agriculture with the use of low-quality irrigation water. Low-quality irrigation water causes salinization of the soils in the production areas. If the salinized lands are not washed or rehabilitated, it is inevitable that they will be out of production soon. In the agricultural area, salinity can occur naturally as well as irrigation practice. Salinity, which is an important problem for agriculture in the world, causes increasing soil losses every year. Efforts should be made to eliminate the problem of salinity in sustainable agriculture. In addition, salinity-resistant plants can be preferred to be grown as well as encouraging conscious irrigation in the salinized areas.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(11): 2232-2236, 2022

Tarım Topraklarında Tuzluluk Sorunu

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Derleme Makale</i></p> <p>Geliş : 30/09/2022 Kabul : 10/10/2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Verim kaybı Tuzluluk Yıkama gereksinimi Sulama yönetimi Sürdürülebilir tarım</p>	<p>Sürdürülebilir tarımsal üretim için toprak ve su en önemli iki temel faktördür. Öte yandan, tarımsal üretimde kaliteli ve yeterli miktarda sulama suyunun doğadan temini gün geçtikçe zorlaşmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde, sulu tarım için doğal kaynakların azalması veya kirlenmesi, düşük kaliteli sulama suları ile tarım yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Düşük kaliteye sahip sular, üretimin yapıldığı bölgelerdeki toprakların tuzlanmasıyla sebep olmaktadır. Eğer tuzlanmış arazilerin yıkanması veya ıslahı yapılmazsa üretim dışı kalması kaçınılmazdır. Tarımsal alanlarda, tuzluluk doğal yollardan oluşabileceği gibi sulama kaynaklı olarak da meydana gelebilmektedir. Dünyada tarım toprakları için önemli bir problem olan tuzluluk, her yıl giderek artan toprak kayıplarına neden olmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir bir tarım için tuzluluk problemini ortadan kaldırmaya yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Bu çalışmalarda, tuzluluğa dayanıklı bitkiler yetiştirilebileceği gibi tuzlu alanlarda yıkama uygulanarak bilinçli sulama yapılması yaygınlaştırılmalıdır.</p>

^a gamze.tunc@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-3223-5803> | hkaman@akdeniz.edu.tr

^c <https://orcid.org/0000-0001-9308-3690>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Dünya nüfusu 1971 yılında 4 milyar iken, yaklaşık %60'lık bir artışla 2008 yılı itibarıyla 6,4 milyarı aşmıştır. 1971 yılında 36 milyon olan Türkiye nüfusu yaklaşık %97,22 oranında bir artışla 2008 yılında 71 milyonu aşmıştır (Anonim, 2011). Dünya nüfus artışı devam etmekte olup son verilere göre nüfus 7,4 milyara ulaşmıştır (Anonim, 2016). Artan nüfus için ihtiyaç duyulan gıda talebinin karşılanması gerekmektedir. Bu talebin karşılanmasında üretim artışları yanında mevcut üretimlerin en az kayıpla tüketiciye ulaştırılması da büyük önem taşımaktadır. Dünya nüfusteki artışlarda göz önüne alındığında birçok ülkede gıda üretimindeki kayıpların önlenmesinde anahtar etmen olan sulama suyu kalitesi ve miktarı ile drenaj olanaklarının önemi artmaktadır. Hızla artan nüfusun beslenme ihtiyaçlarını karşılayabilmek için gıda üretiminin artırılması ve var olan üretim alanlarının korunması gereklidir. Üretim alanlarının son sınırına gelindiğinden, tuzdan etkilenmiş sorunlu topraklardan yararlanma gereksinimi hat safhadadır.

İnsanlığın yaşamında toprak ve su kaynaklarının kaliteli ve sürdürülebilir olması çok önemli bir yer teşkil etmektedir (Turhan ve Başer, 2001). Zamanla artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacının karşılanmasında sulu tarımın önemli bir yeri vardır. Bununla birlikte, nüfus ve sanayinin artmasıyla evsel ve endüstriyel amaçlı su kullanımı artmakta ve tarımsal amaçlı su kullanımı ile büyük bir rekabet ortaya çıkmaktadır (Ul, 2007). Diğer yandan, suyun nitelik ve nicelik yönünden bozulması, çevre kirliliği ve iklim değişiklikleri karşısında doğadan nitelikli sulama suyu temini her geçen gün zorlaşmaktadır (Atay, 2006). Günümüzde yeterli su temini kadar sulama suyunun kalitesi de önemli bir sorun oluşturmaktadır. Dünya nüfusunun ve su kaynaklarının kontrolsüz artışına karşı suyun azalmasını göz önünde bulundurarak, tarımsal sulamada kalitesiz suların kullanılması artan ihtiyacın karşılanmasında gereklilik olacaktır (Çebi ve ark., 2020).

Toprak ve su kaynaklarının kullanılmasında sürdürülebilirlik ve etkinlik gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Tarımda kullanılabilir kalitedeki suya erişimde güçlük yaşanmasından dolayı düşük kaliteli suları tarımda kullanmanın yolları aranmaktadır (Ertaş Peker ve Öztürk, 2020).

Modern tarımda temel zorluklardan biri tuzluluk probleminin önüne geçmektir. Yaşanılan iklim değişikliği, deniz seviyesindeki yükselme ve kuraklık bu problemin daha da artmasına neden olmaktadır (Negacz ve ark., 2022).

Tarımda sulama amaçlı kullanılan sular içerdikleri tuzlara göre değişik özellikler göstermektedir. Kayaların ve toprak zerrecilerinin ayrışma ve parçalanmalarıyla oluşan tuzlar, kireç, jips gibi toprak mineralleri içerebilir. Bu tuzlar sulama suyuyla toprak içerisinde taşınarak bitki kök bölgesine kadar ulaşır ve orada birikirler. Bu tuzlar yağışlar ve yıkama ile bitki kök bölgesinden uzaklaştırılmazsa tuzluluk sorunu meydana gelir (Sönmez ve Beyazgül, 2008). Bitkide zarar oluşturacak miktarda değişebilir sodyum ya da çözünebilir tuz bulduran topraklar tuzlu topraklar olarak adlandırılırlar (Munsuz ve ark., 2001).

Tuzluluk problemi olmayan topraklarda dahi, zamanla elverişsiz sulama, uygun olmayan sulama sistemleri ve yetersiz drenaj gibi nedenlerden dolayı kısa zamanda

verimsiz araziler haline gelmektedir (Çiftçi ve ark., 2004). Kötü bir drenaj tuzluluğa neden olan etmenlerin başında gelir. Düzgün yapılmayan ıslah işlemleri ve kontrolsüz sulama taban suyu seviyesinde yükselmeye neden olur. Toprağın su geçirgenliği az ya da taban suyu yüksek ise toprakta tuz birikimi gerçekleşir. Kötü drenaja sahip alanlarda yüksek yerlerden sızan sular arazinin alçak kesimlerinde toplanır ve yüzey sularının buharlaşmasıyla da toprak tuzluluğu oluşur (Ergene, 1993). Çözünmüş tuzların her sulamayla geri dönmesi, kaçınılmaz olarak suyun kalitesini düşürür. Böylece diğer çiftçilerin ve toplulukların su kaynaklarına eriştikleri suyollarının tuzluluğunu arttırır (Wichelns ve Qadir, 2015).

Topraktaki tuzluluk, toprak verimliliğini ve bitki su alımını azaltan etkisiyle dünyada giderek artan bir sorun durumundadır. Tarımsal üretim olumsuz etkilenerek, tuzluluk arttıkça verim kaybı yaşanmaktadır (Deliboran ve Savran, 2015). Dünyadaki birçok tarım ülkesi yeterli gıda ihtiyacını karşılayamayacak derecede toprak tuzluluğuyla karşı karşıyadır (Sharma ve ark., 2016). Mevcut tuzlu toprakların dışındaki arazilerde, tuzluluğun ortaya çıkmasıyla endişelenecek bir durum oluşturmaktadır. Gıda ihtiyacını karşılayan bitkisel üretimin çoğunun karşılandığı bu topraklar tuzluluk nedeni ile verim kayıpları oluşturacaktır. Herhangi bir önlem alınmazsa ileriki yıllarda verim ve kalite kayıpları daha da kaçınılmaz olacaktır (Turhan ve Başer, 2001).

Tarım Arazilerinde Tuzluluk ve Oluşumuna Neden Olan Etmenler

Toprak tuzluluğu birtakım faktörlere bağlıdır. Bunlar birincil (jeolojik süreç vb.) ve ikincil (insan kaynaklı) nedenlerden dolayı kıyı veya iç bölgelerde meydana gelir (Ruto ve ark., 2018). Birincil tuzlanma, toprak profilinde ve yeraltı suyunda uzun süreli tuz birikmesi veya doğal suların kaynaklanan toprakların deniz suyu altında bir kerelik suya batırılmasıyla oluşur. Bu tür tuzlanma jeolojik süreçler, kayalardaki spesifik mineral türleri, tuzlu yeraltı sularının yükselmesi ve deniz suyu içermesiyle oluşur (Ruto ve ark., 2018). Bu değişikliklerin çoğunun iklim değişiklikleriyle oluşması muhtemeldir. İkincil tuzlanma, tuz bakımından zengin su ile sulama, kötü sulama yönetimi, uygun olmayan drenaj koşulları, yeraltı sularının aşırı kullanılması ve kıyı topraklarına deniz suyu girişini önlemek için kıyı koruma önlemlerinin eksikliği ve/veya yetersiz olmasından kaynaklanan insan faaliyetlerini içerir (Rusco ve ark., 2008; Ruto ve ark., 2018; Negacz ve ark., 2022).

İlk olarak, sulama ve gübreleme hataları yer almaktadır. Sadece yıllardır sulama yapılan topraklar değil günümüzde yeni sulanan topraklar tuzluluk sorunu ile karşı karşıyadır. Zamanında yapılmayan ve fazla miktarda verilen su, taban suyunda yükselmeye ve buharlaşmadan kaynaklı toprak yüzeyinde tuz birikimine sebep olur. Sulama suyu olarak düşük kalitedeki tuzlu suların kullanılması problemi daha da artırmaktadır (Turhan ve Başer, 2001).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde sulamanın dışında aşırı otlama, çevre kirliliği, ormanların yok olması gibi etmenler de toprakta tuz birikimine sebep olmaktadır.

Toprak tuzluluğuna neden olan etmenlerinin en başında kültürel işlemlerden olan sulama ve gübreleme uygulamalarındaki hatalar gelir. Şimdilerde birçok tarım alanı bu problemler karşılaşmaktadır. Sadece uzun yıllardır sulama yapılan topraklar değil, aynı zamanda son yıllarda sulamaya başlanan topraklarda da bu tehlike söz konusudur. Ayrıca, yeterli barajların olmaması da kontrol edilemeyen sel felaketleri de toprakta tuzlanmaya neden olur (Turhan ve Başer, 2001).

Kurak ve yarı kurak iklimlere sahip bölgelerde sulama ile birlikte drenaj yetersizliği olması durumunda tuzlanma çok daha hızlı ortaya çıkmaktadır. Sulamayla sudaki çözünbilir tuzlar kapilarite ile yukarı taşınır ve bitki kök bölgesinde birikirler. Yüksek miktarda eriyebilir tuzlara sahip su ile yanlış sulama uygulaması yapılan alanlarda drenaj yetersizliği de toprakta tuz yığılmasının diğer nedenleri arasındadır. Toprak çözeltisindeki temel katyonlar; Na, Ca, Mg ve K, anyonlar ise Cl, SO₄, HCO₃, CO₃, ve NO₃ mineraller olup tuzluluğa sebep olmaktadır (Deliboran ve Savran, 2015).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde tuzluluğun oluşma nedeni yetersiz yağışlara ek olarak aşırı bir buharlaşmanın olmasıdır (Greenway ve Munns, 1980). Tuzluluk doğal yolla oluşabildiği gibi insan kaynaklı yani bilinçsiz sulama ile de olabilir. Kötü drenaj ve aşırı sulamayla taban suyu yükselir ve yüksek sıcaklık etkisiyle topraktaki suyun buharlaşmasıyla sudaki çözünmüş tuzlar yüzeyde kalarak tuzluluğu oluşturur.

Toprakta Tuzluluğun Giderilme Olanakları

Tuzluluğa karşı alınacak tedbirlerin ilki tuzluluğa neden olan etmenin ortadan kaldırılmasıdır. Bir bölgede toprak tuzlu ise yapılacak program hem maliyetlidir hem de iş gücü gerektirir. Tuzlu toprakların ıslah edilmesinin başında tuzun topraktan uzaklaştırılması yani yıkılması gelir. Yıkama işlemi bitki su kullanımının düşük olduğu serin iklimlerde yağmurlama sistem kullanılarak sürekli göllendirme yerine aralıklı göllendirme yapılarak uygulanmalıdır (Sönmez ve Kaplan, 1997). Eğer topraklar yüksek oranda alkali ise pH kimyasal yöntemler ile düşürülebilir. Kalsiyum (Ca) eksikliği görülen magnezyum (Mg) tuzları içeren topraklardaysa her iki yöntem olan kimyasal madde uygulaması ve yıkama uygulanır. Benzer şekilde, fazla miktarda kalsiyum iyonları (CaSO₄) içeren topraklarda ise alkalın uygulaması yapılabilir. Yağış miktarı fazla olan (Doğu Karadeniz Bölgesi gibi) yerlerde görülen asitliği fazla olan topraklarda ise kireç uygulaması ile toprak asitliği düzeltilebilir (Turhan ve Başer, 2001).

Sulamanın dışında toprakta tuz birikimine neden olan etmenler, kurak ve yarı kurak bölgelerde ormanların yok olması, aşırı otlatma, çevre kirliliği, hava ve su yoluyla tuz taşınması sayılabilir. Ormanların yok edilmesi ve aşırı otlatma sonucu toprak yüzeyi boş kalacağından taban suyu ve/veya hava yoluyla tuz taşınması olmaktadır. Tuzlanma yanında bu alanlarda toprak erozyonu da bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Dünyada endüstriyel gelişime paralel olarak akarsuların tuz içeren kimyasal atıklarla kirletilmesi ve daha sonra bu suların sulama suyu olarak kullanılması topraklarda tuzlanmaya sebep olmaktadır (Turhan ve Başer, 2001).

Tuz ve bordan etkilenen toprakların ıslah edilerek geri kazanılması önem taşımaktadır. Islah süreci oldukça

zaman alıcı ve zahmetlidir. Bor ve tuzu bitki kök bölgesinden uzaklaştırmak toprak özelliklerine göre değişmekle birlikte çok büyük miktarda suya gereksinim duyar. Ağır bünyeli topraklarda su infiltrasyonu uzun zaman alır. Yıkama için uygulanan suda aynı zamanda buharlaşma ile önemli kayıplar verilmekte bu da yıkama randımanının düşmesine sebep olmaktadır. Küresel ısınma ile giderek azalan su ile bitki yetiştirme döneminde yapılan yıkama su temininde sorular oluşturmaktadır (Bahçeci ve ark., 2021).

Tuzlu toprakların ıslah edilmesindeki temel kademelerden birisi yıkama işlemidir. Ancak, yıkama uygulaması için suyun yetersiz olduğu yerlerde, kurak ve yarı kurak bölgelerde suyun bilinçsiz ve aşırı kullanımı problem oluşturmaktadır. Kuraklık sorunundan dolayı yeterli olmayan su kaynakları, bu uygulamada da dikkatli kullanılmalıdır (Örs ve Anapalı, 2014).

Yıkamanın asıl amacı topraktan özellikle de bitki kök bölgesinden çözünbilir tuzların uzaklaştırılmasıdır. Bu toprakların ıslah edilmesi çalışmaları daha çok iyileştirme, iyileştirici miktarı, yıkama süresi ve yıkama miktarlarının hesaplanmasını sağlayan çalışmalardır. Aralıklı göllendirme şeklinde yıkama suyu uygulanan çalışmaların, yıkama suyu dilimleri arasında çoğunlukla 24 veya 48 saat beklenmelidir. Genellikle yapılan ıslah çalışmaları farklı iklim ve bölgelerde, farklı toprak koşullarında yürütülmelerine rağmen, uygulanan su dilimleri arasındaki zaman aynı seçilmiştir (Yıldırım, 1981; Anapalı, 1991).

Hali hazırda tuzluluk problemi olan toprakların yanında tuzlanmaya başlayan topraklar tarım açısından daha kaygı vericidir. Çünkü, bitkisel üretimin büyük bir kısmı bu topraklar üzerinde yapılmaktadır. Bu gibi alanlarda önlem alınmadığı takdirde gelecekte bitki veriminde ve kalitesinde önemli düzeydeki düşüşler kaçınılmaz olacaktır (Turhan ve Başer, 2001).

Sulama Yöntemleri ve Tuzluluk

Kurak ve yarı bölgelerde, tarımın önündeki başlıca kısıtlamalar ekilebilir arazi azlığı, iklim koşulları ve kaliteli su azlığıdır. Bitki kök bölgesindeki tuzlu suyun tuzluluk etkilerini aza indirmek için toprak tuzluluğu etkilerini artırmayan uygun sulama yöntemi seçilmelidir. Belirli bir alan için seçilen sulama yöntemi, uygulanan sulama suyunun derinliğine, yıkama ve yüzey akıştan kaynaklanan su kayıplarına, tuz birikim bölgelerine ve sulama suyunun uygulanmasının homojenliğine bağlıdır (Zaman ve ark., 2018).

Her sulama yönteminde toprağın belli bölgesinde tuzluluk gelişebilir. Bu nedenle, sulama yönetiminin dikkatli bir şekilde izlenmesi gerekir. Her sulama yönteminde altında toprak içerisinde tuz yığılmasının yeri ve miktarı değişkendir.

Yağmurlama sulama yönteminde suyun verimli ve ekonomik kullanımı amaçlanır. Burada sulama suyu toprak üzerine püskürtülür. Suyun topraktan derine sızma yoluyla kayıpları azaltılır. Yağmurlama sulama yönteminde uygulanan tuzlu su, yaprak nekrozuna (yanmalarına) neden olabilir. Bitkilerin yaprak yanmalarına karşı toleransları farklılık gösterebilir. Ancak, geceleri veya yüksek nem dönemlerinde uygulanan yağmurlama sulama yaprak nekrozunu azaltabilir veya ortadan kaldırabilir.

Damla sulama yöntemiyle günlük ve/veya periyodik olarak ürüne gerekli miktarlarda su sağlanabilir. Yaprak nekrozuna karşı hassasiyeti yüksek olan türler için genellikle damla sulama yöntemi tercih edilir. Ancak, damlatıcı açıklıkları oldukça küçük olduğu için tuzlu suyun buharlaşmasıyla tıkanmalar olabilmektedir. Bu sorunu çözmek için periyodik olarak damlatıcılar kontrol edilmelidir.

Sonuç ve Öneriler

Dünyada ve Türkiye’de, kurak ve yarı kurak iklime sahip bölgelerde, özellikle drenaj eksikliğinin bulunması önemli tarımsal problem olan tuzlu toprak miktarı giderek artmaktadır. Topraktaki çözünbilir tuzlar sulama ile birlikte, kapilarite ile yukarı taşınır ve birikirler. Yanlış sulama uygulamaları, yetersiz drenaj ve sulama suyunda yüksek miktarda tuz bulunması tuzlanmanın sebeplerindedir. Tuzluluk bitkiler üzerinde ciddi derecede verim kaybına sebep olmaktadır (Deliboran ve Savran, 2015).

Açık alanların yanında denize yakın seralarda da kalitesiz sulama suyunun kullanılması ve aşırı gübreleme tuzluluk sorununa neden olmaktadır. Hali hazırda tuzluluk problemi görülmeyen yerlerde çiftçi eğitimi ile bu problemin önüne geçilebilir. Ancak, tuzluluk problemi başlamışsa uygun kültürel işlemler ve toprak ıslahına başlanmalıdır. Tuzluluğun giderilemediği veya toprak ıslahının mümkün olmadığı, ekonomik olarak ta toprağa bağlı olunan yerlerde tuza dayanıklı bitkilerden yararlanılabilir (Turhan ve Başer, 2001).

Tuzluluk problemi yaşanan alanların ıslah edilerek tekrar tarıma kazandırılmasının zaman alıcı ve pahalı yöntemler olması, tuzluluğa dayanıklı bitkiler yetiştirmeyi zorunlu hale getirmektedir. Tuzluluğa dayanıklı bitkilerle tuzluluk probleminin ortadan kaldırılacağı ve bilinçli sulamanın yaygınlaşmasıyla da toprak tuzluluğunun engellenebileceği düşünülmektedir (Deliboran ve Savran, 2015). Tuzluluk ve alkaliliğin olumsuz etkilerinin giderilebilmesi ya da mevcut olumsuz koşulların en az girdi kullanımı ile optimum düzeyde iyileştirilebilmesi için tuzluluk ve alkalilik haritalarının hazırlanması ve yönetim uygulamalarının bu haritalar rehberliğinde belirlenmesi en akılcı yoldur (Yakupoğlu ve Özdemir, 2007).

Özellikle kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer alan bölgelerde sulama suları ile gelen tuzlar, kış yağışları ile toprakta alt katmanlara doğru yıkanmıyorsa, toprak zamanla tuzlu ve sodyumlu durumuna gelerek çoraklaşacak ve bitkisel üretimin yapılamadığı verimsiz bir biçime dönüşecektir.

Su, günümüzün en kıt doğal kaynaklarının başında gelmektedir. Küresel iklim değişikliği nedeniyle bu kıt kaynaklar üzerindeki baskı giderek artarken su kaynaklarının kalitesi de giderek düşmektedir. Yıllar itibarıyla oluşan tuz yığılması daha ciddi sorunlar meydana getirebilmektedir. Eğer yıkama sağlanmıyorsa, zaman boyutunda tuzlar bitki kök bölgesi derinliğinde birikecektir. Tuzluluk Türkiye’de ve dünyada gün geçtikçe önemini arttıran bir sorun olmaya devam edecektir.

Kaynaklar

Anonim 2011. <http://anrcatalog.ucdavis.edu-Publication> 8447, June 2011 [Son erişim tarihi: 06.04.2016].

- Anonim 2016. Dünya Nüfusu ve Gıda Verileri. <http://www.worldometers.info/tr/> [Son erişim tarihi: 02.02.2016].
- Anapalı Ö. 1991. Iğdır Ovası tuzlu, sodyumlu ve borlu topraklarının kademeli jips uygulaması ve yıkama ile ıslahı. Erzurum Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Yayın No:31, Erzurum.
- Atay AN. 2006. Harran ovası koşullarında damla sulama sistemi ile sulanan biberin tuza dayanımının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Bahçeci B, Tarı AF, Bahçeci İ. 2021. Burdur Gölü çevresindeki tuzlu ve borlu toprakların ıslahı için gerekli yıkama suyu miktarı ve ıslah süresi. Çukurova Tarım Gıda Bil. Dergisi 36(2): 289-300, 2021. <https://doi.org/10.36846/CJAFS.2021.56>.
- Çebi U, Aydın B, Özer S, Öztürk O. 2020. Effect of irrigation Waters in Different Salinity Levels on Crop Yield and Energy Use in Greenhouse Tomato Production in Türkiye: A Case Study in Kırklareli Province. HortiS 37(2): 123-133. <https://doi.org/10.16882/HortiS.810011>.
- Çiftçi N, Topak R, Yılmaz AM, Süheri S. 2004. Konya Ovası tuzlu sodyumlu topraklarında jips uygulaması. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu. 20-21 Mayıs, Ankara. T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü Bildiri Kitrabı, 117-121.
- Deliboran A, Savran Ş. 2015. Toprak tuzluluğu ve tuzluluğa bitkilerin dayanım mekanizmaları. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 8(1): 57-61, 2015. ISSN:1308-0040, E-ISSN:2146-0132, www.nobel.gen.tr.
- Ergene A. 1993. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu, Yayın No:267.
- Ertaş Peker A, Öztürk HS. 2020. Sodyumlu sulama sularının toprak tuzluluk değişimine etkisi. Toprak Su Dergisi, 2020, 9 (2): (102-115), Araştırma Makalesi. <https://www.doi.org/10.21657/topraksu.713951>.
- Greenway H, Munns R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in non halophytes, Annual Review in Plant Physiology, 31:149-190.
- Munsuz N, Çaycı G, Ok SS. 2001. Toprak ıslahı ve düzenleyiciler Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1518, Yardımcı Ders Kitabı:471.
- Negacz K, Malek Z, Vos A, Vellinga P. 2022. Saline soils worldwide: Identifying the most promising areas for saline agriculture. Journal of Arid Environments 203 (2022) 104775. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2022.104775>
- Örs S, Anapalı Ö. 2014. Farklı kuruma seviyelerinde aralıklı yıkamaların topraktaki tuz dağılımına etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 45(2): 117-124, 2014. ISSN: 11300-9036.
- Rusco E, Toth G, Montanarella L. 2008. The State, causes and impact of soil salinization: a global overview. SALFAR Work Package 3 Baseline January 2018 Report. Lincoln.;
- Ruto E, Gould I, Bosworth G, Wright I. 2018. The State, Causes and Impact of Soil Salinization: a Global Overview. SALFAR Work Package 3 Baseline January 2018 Report, Lincoln.
- Sharma PC, Kaledhonkar MJ, Immappa K, Chaudhari SK. 2016. Reclamation of waterlogged saline soils through subsurface drainage technology. In ICAR-Central Soil Salinity Research Institute (ICAR-CSSRI), Karnal, Technology Folder 02 (pp.02-04). Haryana, India:ICAR-Central Soil Salinity Research Institute. <https://doi.org/10.1002/1dr.511> Montanarella.
- Sönmez S, Kaplan M. 1997. Toprak tuzluluğunun bitki gelişimi üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10:323-335.
- Sönmez B, Beyazgül M. 2008. Türkiye’de tuzlu ve sodyumlu toprakların ıslahı ve yönetimi, Sulama ve Tuzlanma Konferansı, 12-13 Haziran 2008, Şanlıurfa.

- Turhan H, Başer İ. 2001. Toprak tuzluluğu ve bitki gelişimi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2001, 12(1): 171-179.
- Ul MA. 2007. Su kullanım bilinci ve organik tarım. Bahçeşehir Üniversitesi Organik Tarım Kongresi, 19-20 Ekim 2007, s:113-115, İstanbul/Türkiye.
- Wichelns D, Qadir M. 2015. Achieving sustainable irrigation requires effective management of salts, soil salinity and shallow groundwater. *Agricultural Water Management* 157 (2015):31-38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2014.08.016>
- Yakupoğlu T, Özdemir N. 2007. Tuzluluk ve alkaliliğin toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2007, 22(1):132-138.
- Yıldırım B. 1981. Eskişehir Beylikahır Yöresi tuzlu sodyumlu ve borlu toprakların ıslahı için gerekli jips yıkama suyu miktarı ve ıslah süresinin tespiti. Eskişehir Bölge Toprak Su Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No:167. Eskişehir.
- Zaman M, Shahid SA, Heng L. 2018. Irrigation systems and zones of salinity development. International Atomic Energy Agency 2018, *Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques*, Chapter 4. November 2018, doi:10.1007/978-3-319-96190-3_4