

Erbaa Ovası Yeraltı Suyunun Tuzluluğunun Değerlendirilmesi

Saniye DEMİR¹ Kenan KILIÇ²

ÖZET: Bu çalışmada, Aşağı Kelkit Havzasında bulunan Erbaa ovasında yer alan sulama amaçlı kullanılan su kuyularının tuzluluğu incelenmiştir. Bu amaçla, ovada çiftçiler tarafından sulamada kullanılan 17 adet yeraltı suyu kuyusu belirlenmiş ve bu kuyulardan sulama mevsiminin başı olan Nisan 2011 ve sulama mevsiminin sonu olan Eylül 2011 tarihlerinde su numuneleri alınmıştır. Bu sularda EC ve pH analizleri yapılmış ve yeraltı suyunun tuzluluk derecesi araştırılmıştır. Sulama mevsimi öncesi EC 530 - 1924 mS cm⁻¹ ve sonrası EC 393- 1530 mS cm⁻¹ arasında değişen değerler bulunmuştur. Yeraltı suyu tuz içeriklerine göre C₂-C₃ sınıfı sulama suyu olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma sonucunda, sulama mevsimi öncesi ve sonrasında kuyulardaki yeraltı suyunun tuzluluk değerinin değiştiği, ancak sınıfının değişmediği belirlenmiştir. Sulama mevsimi öncesi ve sonrası pH değerleri sırasıyla 7.23 -7.65 ve 7.40 -7.93 aralığında bulunmuştur. Bulunan pH sonuçları büyük bir oranda nötr denebilecek bir aralıkta bulunduğu için herhangi bir problem oluşturmamaktadır.

Anahtar kelimeler: Yeraltı suyu kalitesi, tuzluluk, Erbaa ovası

Salinity Assessment of Groundwater in Erbaa Plain

ABSTRACT: In this study was investigated salinity of ground-water wells used to irrigate in Lower Kelkit Basin. With this aim, 17 different ground-water wells that are being used to irrigation by farmers were determined and water sample from these ground-water wells was collected the head of the irrigation period in April 2011 and the end of the irrigation period in September 2011. EC and pH analyzes were made and degree of salinity of ground-water was investigated. Between before of the irrigation period EC values 530 -1924 mS cm⁻¹ and after of the irrigation period EC values 393 -530 mS cm⁻¹ were found. According to the salt content of ground-water was classified as C₂-C₃ class irrigation water. Research results showed that the values of ground-water salinity were changed in wells after and before of the irrigation period but the class was not change. Before of the irrigation period pH values 7.23 -7.65 and after of the irrigation period pH values 7.40 -7.93 were found. This pH results to be called a neutral range to a large extent does not constitute any problem.

Keywords: Ground-water quality, salinity, Erbaa plain

¹ Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat, Türkiye

² Niğde Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Niğde, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Saniye DEMİR, saniye.140100@gmail.com

GİRİŞ

Dünyadaki toplam suyun % 96'dan fazlasını tuzlu sular oluşturmaktadır. Tüm tatlı su kaynaklarının % 68'inden fazlası buz ve buzulların içinde hapsedilmekte ve diğer % 30'luk kısmı ise yer altında bulunmaktadır. Nehirler, göller gibi yüzeysel tatlı su kaynakları toplam suyun % 1'ni oluşturmaktadır. İnsanların kullandığı su kaynaklarının çoğunu nehirler ve göller oluşturmaktadır. Gelecekte su kıtlığı yaşamamız için sularımızın kirlenmeye karşı korunması gerekmektedir (Anonymous, 2012).

Su, tarımsal üretim artışıdaki en önemli unsurlardan biridir. Bu girdinin verimli olabilmesi, ihtiyaç oranında kullanılmasıyla mümkündür. Bu nedenle suyun kontrollü dağıtımı, sulama tesislerinin iyi işletilmesi, genel sulama planlamalarının yapılması ile su yönetiminin çok iyi uygulaması gerekmektedir. Aşırı ve dengesiz sulama suyu kullanımına bağlı olarak, toprak taban suyu yüksekliğindeki artış toprak verimliliğini azaltmaktadır. Ayrıca, bazı sulama alanlarında aşırı derecede tuz seviyesinin artmasından dolayı çoraklaşma meydana gelmekte ve tarım arazileride tarımsal üretim yapılamaz hale gelmektedir. Taban suyu düzeyinin yüksekliği ve tuzluluk nedeniyle sulama alanlarının niteliğinin bozulması, sulamanın sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemekte ve yüksek düzeyde ekonomik kayıplar oluşmaktadır (Beltran, 1999).

Suyun tuzluluğunun yüksek olması, toprak çözeltisi ozmotik basıncının yükselmesine ve buna bağlı olarak köklerin topraktan su alımlarının azalmasına neden olacağından bitki verimini ve kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Tuzluluğun artmasıyla birlikte, yapraklar sararıp solmakta, bitki turgoru azalarak görünüm zayıflamaktadır. Uzun süre bu etki altında kalan bitkilerde kalıcı deformasyonlar oluşarak verimi olumsuz etkilemektedir (Arslan ve ark., 2007). Tuzluluğun düşük olduğu koşullarda ise bireysel bazı toksik iyonlar, yüksek konsantrasyonlarda bitki verim ve kalitesine etki et-

mektedir. Bu iyonların yüksek konsantrasyonları, yapraklarda ve vejetatif organlarda ciddi derecede zararlara neden olarak, meyvenin kalitesinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir (Ayyıldız, 1990; Yurtseven, 1997).

Kurak ve yarı kurak iklimin görüldüğü bölgelerde yeraltı suyunun kimyası çok hızlı bir şekilde değişmekte ve tuzluluk artmaktadır. Bu duruma, hidrojeolojik şartlar gibi yerel faktörler, sulama miktarı, çevrenin kuraklık durumu ve beklenmeyen yağışlarla oluşan sulama gibi faktörler etkili olmaktadır (Eagelson, 1978; 1979).

Yeraltı suyunun tuzluluğunun belirlenmesinde, tuz içeriğinin bir göstergesi olan elektriksel iletkenlik (EC) ve suyun asitliğinin veya alkaliliğinin derecesini gösteren pH gibi kimyasal analizler kullanılmaktadır. Sulama suları, EC değerine göre 4 sınıfta incelenmektedir (Çizelge 1). Az Tuzlu Su (C_1), tuzluluk yaratma ihtimali çok zayıf olup, hemen hemen her tip toprakta ve bitkilerin büyük bir kısmının sulanmasında güvenle kullanılabilir. Geçirgenliği çok fazla düşük olan topraklar hariç, normal sulama tedbirleri dışında herhangi bir tedbirin alınmasına gerek göstermez. Orta Tuzlu Su (C_2), sulama esnasında orta derecede bir tuz yıkanmasının sağlandığı hallerde kullanılabilir. Tuza karşı dayanıklılığı orta derecede olan bitkiler çoğunlukla tuzluluk kontrolü için özel tedbirler alınmasına gerek göstermeden yetiştirilebilir. Fazla Tuzlu Su (C_3), Drenajı kısıtlı sahalarda kullanılamaz. Drenajın iyi olması durumunda dahi tuza dayanıklı bitkilerin seçilmesi şart olup, tuzluluk kontrolü için özel tedbirlerin alınmasına gerek duyulabilir. Çok Fazla Tuzlu Su (C_4), normal şartlar altında sulama suyu olarak kullanılmaya uygun değilse de, ender hallerde kullanılabilir. Bu takdirde, toprağın geçirgenliğinin gayet iyi olması, suyun yeterli miktarda yıkanma sağlayacak şekilde bol olarak verilmesi, drenajın iyi olması ve nihayet tuza dayanıklı bitkilerin seçilmesi şarttır (Arslan ve Demir, 2011).

Çizelge 1. EC değerleriyle ilişkili su sınıfları (Anonymous, 1960)

EC Değeri	Sınıfı
100-250 mS cm ⁻¹	C_1 (Az Tuzlu Sular)
250-750 mS cm ⁻¹	C_2 (Tuzlu Sular)
750-2250 mS cm ⁻¹	C_3 (Çok Tuzlu Sular)
2250-5000 mS cm ⁻¹	C_4 (Çok Fazla Tuzlu Sular)

Kuvaterner'e ait traverten ve alüvyonlar da bulunmaktadır. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün toprak haritalarına göre (KHGM, 2002) Kelkit havzasında; kahverengi, kahverengi orman, kireçsiz kahverengi orman, kestane rengi, alüvyal, kolüvyal, hidromorfik, ve gri kahverengi podzolik olmak üzere sekiz büyük toprak grubu yer almaktadır. Aşağı Kelkit havzasında ağırlıklı toprak yapısı kolüvyal topraklardır. Bu topraklar vadi yamaçlarından yer çekimi, toprak kayması, yüzey akışı ve yan dereler ile kısa mesafelerden taşınarak eğimin azaldığı vadi tabanında birikmiş ve kolüvyon denilen materyal üzerinde oluşmuştur. Toprak karakteri daha çok çevredeki büyük arazi topraklarına benzemektedir. Eğim ve bünyeleri nedeniyle drenajları iyidir (Karaer, 1994; Günesen, 2008).

Yöntem

Yeraltı Su Kuyularının Tespit Edilmesi ve Su Örneklerinin Alınması: Bu araştırma, 2011 yılı nisan ve kasım ayı sonunda Aşağı Kelkit havzasında Erbaa ovasında DSİ sulama birliklerine ait sol sahil kuyularında yürütülmüştür. Çalışma alanında DSİ'ye ait 17 adet sulama kuyusu kullanılmıştır. Gözlem kuyularının arazideki yerini tespit etmek için kuyu koordinatları GPS aleti ile hassas bir şekilde belirlenmiştir.

Su örneklerinin alınmasında Ayyıldız (1990)'da verilen kriterler kullanılmıştır. Su örnekleri, sulama mevsiminin başlangıcı olan nisan ve sulama mevsiminin sonu olan eylül aylarında alınmıştır. Suyu kuyularından alınan örneklerde, pompalar bir müddet çalıştırılmış, pompa içinde ve borularda bulunan suların dışarı tamamen atılmasından 15-20 dakika sonra su örnekleri alınmıştır. Örnekler ikişer litrelik lastik tıpalı şişelerle alınmış ve kuyu numaraları ile etiketlenmiştir.

İstatistiksel Analizler: Araştırma, sahasında sulama öncesi ve sulama sonrası su kalitesinin değişimi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla eşli karşılaştır-

ma yöntemi analizi yapılmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında alınan verilere ait ortalama, en düşük ve en yüksek değerleri belirlenmiştir.

EC değerlerinin interpolasyonunda Inverse Distance Weight (IDW) yöntemi kullanılmıştır. Bu en basit yaklaşımdır (Roberts et al., 2004). IDW interpolasyon modellemesi, su kaynakları, bitki dağılımı ve toprak özelliklerinin haritalarını oluşturmak için kullanılan ve zamandan oldukça tasarruf edilen bir yöntemdir. Uygulaması oldukça kolaydır ve semivariogram modelleri yoktur (Declerco, 1996).

BULGULAR

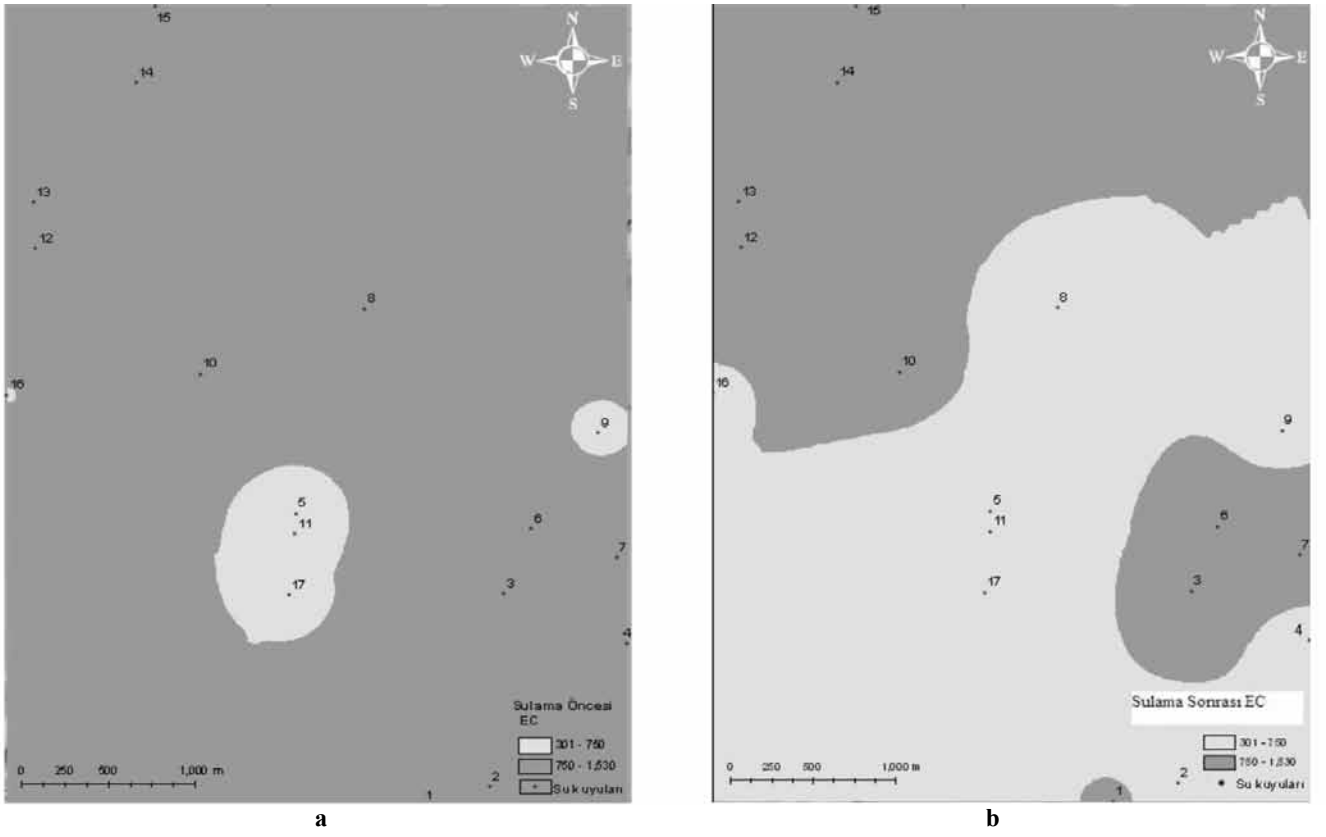
Çalışma kapsamında Erbaa Ovası Sol Sahil sulama alanında belirlenen 17 adet yeraltı suyu kuyusundan, sulama mevsimi öncesi ve sonrasında alınan su örneklerindeki ortalama, en düşük ve en yüksek değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde, yeraltı suyunun EC değerlerinin sulama mevsiminden önce 530 - 1949 mS cm⁻¹ arasında ve sulama mevsimi sonrasında ise 301 - 1530 mS cm⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çakır ve ark. (1997)'de, EC değeri 7.2 dS m⁻¹ ve SAR değeri 15 - 26 olan Ergene Nehri suyu ile EC değeri 0.8 dS m⁻¹ ve SAR değeri 0.87 olan şebeke suyunu karşılaştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, birinci yıl sonunda şebeke suyu ile sulanan toprağın EC değerinin 0.5 - 0.6 dS m⁻¹ sınırları arasında kaldığını, nehir suyu ile sulanan alanda 6 - 8 kat artışla 3 - 4 dS m⁻¹ ye ve, ikinci yılın sonunda ise bu 8 - 10 dS m⁻¹'ye ulaştığını bildirmişlerdir.

Çalışma alanında, sulama mevsimi öncesi ve sonrası yer altı suyunun EC dağılımını gösteren haritalar Şekil 2'de verilmiştir. Çizelge 1'de verilen tuzluluk sınıflandırılmasına göre EC haritaları yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına ait EC, pH ve tuzluluk sınıfı Çizelge 3'de verilmiştir. Yeraltı suyunun EC değerinin sulama

Çizelge 2. Yeraltı suyu örneklerine ait bazı istatistiksel değerler

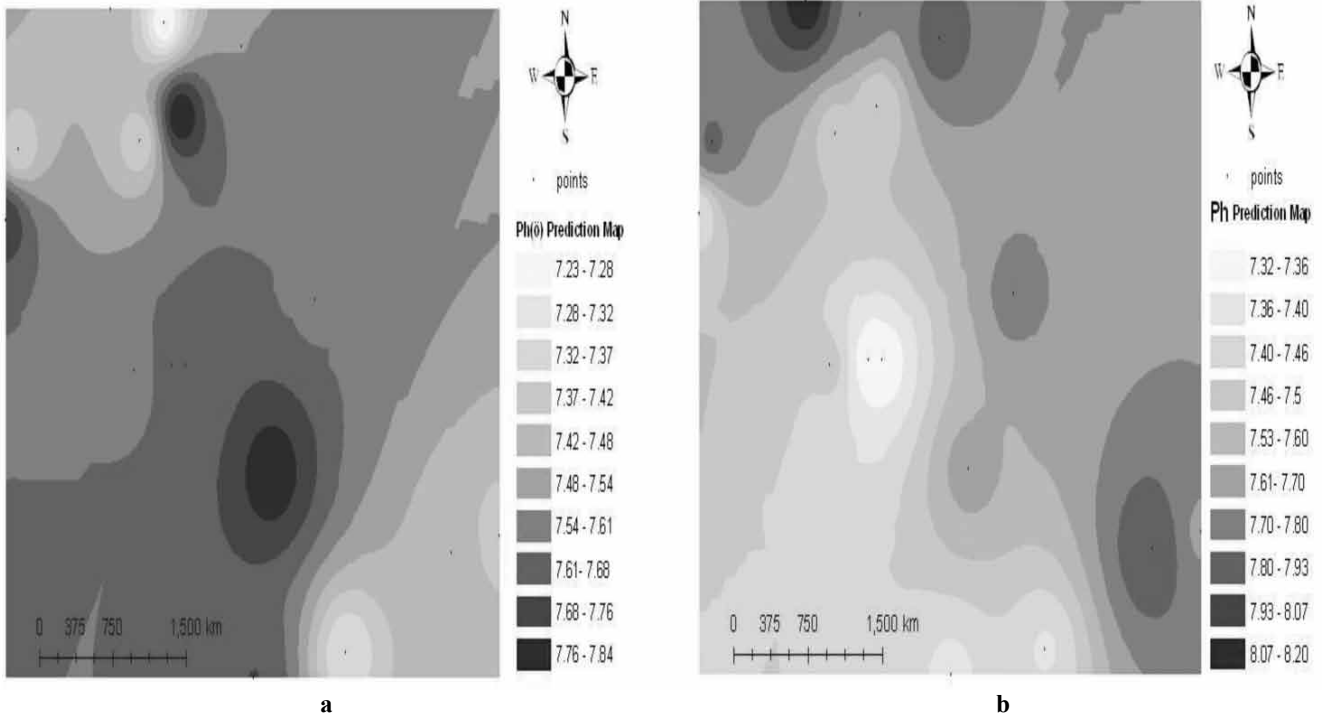
Dönem	Parametre	Min.	Max.	Ortalama
Sulama Öncesi	EC (mS cm ⁻¹)	530	1949	1227.71
	pH	7.23	7.65	7.41
Sulama Sonrası	EC (mScm ⁻¹)	301	1530	821.88
	pH	7.40	8.20	7.72



Şekil 2. Yeraltı suyunun EC (mS cm^{-1}) değerleri a) sulama öncesi b) sulama sonrası.

Çizelge 3. Su kuyularına ait parametre değerleri

Örnek No	Sulama mevsimi öncesi			Sulama mevsimi sonrası		
	EC	pH	Suyun	EC	pH	Suyun
	mS cm^{-1}		sınıfı	mS cm^{-1}		sınıfı
1	964	7.41	C ₃	780	7.74	C ₃
2	964	7.37	C ₃	560	7.83	C ₂
3	1924	7.37	C ₃	1000	7.48	C ₃
4	760	7.46	C ₃	408	8.20	C ₂
5	530	7.32	C ₂	301	7.65	C ₂
6	1831	7.42	C ₃	853	7.84	C ₃
7	1726	7.23	C ₃	1530	7.76	C ₃
8	1949	7.59	C ₃	560	7.74	C ₂
9	604	7.54	C ₂	604	7.88	C ₂
10	1144	7.65	C ₃	910	7.82	C ₃
11	670	7.32	C ₂	393	7.65	C ₂
12	1915	7.32	C ₃	1228	7.40	C ₃
13	1697	7.31	C ₃	1262	7.42	C ₃
14	1516	7.45	C ₃	1205	7.93	C ₃
15	1289	7.40	C ₃	1222	7.68	C ₃
16	742	7.39	C ₂	702	7.68	C ₂
17	646	7.49	C ₂	454	7.55	C ₂



Şekil 3. Yeraltı suyunun pH değeri a) sulama öncesi b) sulama sonrası.

öncesinde tuzluluk içeriği yüksek olan C_2 sınıfına girdiği ve 5, 9, 11, 16 ve 17 nolu kuyuların yeraltı sularının tuza karşı orta derecede dayanıklı bitkilerin sulamasına uygun olduğu belirlenmiştir. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14 ve 15 nolu kuyuların ise tuz içeriği fazla olan ve drenajı iyi olmayan alanlarda kullanılmayan C_3 sınıfına girdiği görülmüştür. Sulama mevsimi sonrası 2, 4, 5, 8, 9, 11, 16 ve 17 nolu kuyuların C_2 ve 1, 3, 6, 7, 10, 12, 13, 14 ve 15 nolu kuyuların ise C_3 sınıfına girdiği belirlenmiştir. EC değerlerinin sulama öncesinde araştırma alanının batısında, sulama sonrasında ise doğusunda yüksek olduğu belirlenmiştir. Kelkit ırmağı suyunun alkali özelliğe sebebiyle, ırmağa yaklaştıkça değerlerin düştüğü görülmüştür.

Sulama sularında pH değerinin 6.5 - 8.4 arasında olması istenmektedir. Sulama sularında pH değerinin belirtilen değerlerden farklı olması, bitkilerde dengelessiz beslenmeye veya toksik maddelerin birikimine neden olmaktadır (Anonymous, 1994). Arslan ve ark., (2007) Bafra ovası yeraltı su kuyularında yapmış oldukları çalışmalarında, EC değerlerini 1.85 - 11.00 dS m^{-1} olarak bulmuşlardır. Bu değerlerin sulama suyu olarak kullanılabilir EC değerlerinin çok üzerinde olduğunu, ancak pH değerlerinin 6.6 - 8.3 arasında olmasından dolayı bu suların sulamada kullanılmasında pH

açısından herhangi bir sorun oluşturmadığını saptamışlardır. Araştırma sahasından alınan örneklerin sulama mevsiminden önce ve sonraki pH değerleri verilmiştir. Çizelge 2'den pH değerlerinin sulama mevsiminden önce 7.23 - 7.65 arasında; sulama mevsiminden sonra ise 7.40 - 8.20 arasında değiştiği ve pH değerinin sulama için uygun olduğu görülmektedir. Çalışma alanında sulama mevsimi öncesi ve sonrası yer altı suyunun pH dağılımını gösteren haritalar Şekil 3'de verilmiştir. Haritalar incelendiğinde yeraltı suyunu besleyen Kelkit ırmağına yaklaştıkça pH değerinin arttığı, bölgenin diğer kısımlarında ise düştüğü görülmektedir.

Sulama öncesi ve sonrası dönemlerde yeraltı suyu kalite parametreleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için istatistiksel analiz yapılmıştır. Bulunan sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Analiz sonucunda EC ve pH değerleri sulama öncesi ve sonrası dönemlerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın temel amacı, Erbaa Ovasında sulama suyu olarak kullanılan yeraltı sularının tuz içeriğinin belirlenmesidir. Suyun asitliğinin veya bazikliğinin

Çizelge 4. Çalışma alanına ait bitki deseni ve tuz toleransları (mS cm⁻¹) (Anonymous, 1994; Kotuby et al., 1997; Bayraklı, 1998; Kanber ve ark., 1992'den uyarlanmıştır)

Bitki Çeşidi	Verimdeki Azalma (%)			
	Eşik Değer	10	25	50
	Sulama Suyu Tuzluluk Değeri EC (mS cm ⁻¹)			
Şekerpancarı	4700	5800	7500	10000
Çeltik	2000	2600	3400	4800
Domates	1700	2300	3400	5000
Mısır	1100	1700	2500	3900
Buğday	4000	4900	6300	8700
Biber	1000	1500	2200	3400
Lahana	1200	1900	2900	4600
İspanak	1300	2200	3500	5700
Fasulye	700	1000	1500	2400

bir göstergesi olan pH değerleri de hafif bazik ancak büyük bir oranda nötr denebilecek bir aralıkta bulunduğu için herhangi bir problem oluşturmamaktadır.

Çizelge 3 incelendiğinde çalışma alanındaki kuyuların sulama öncesi ve sonrası tuzluluk içeriklerinin değiştiği, sınıflarının değişmediği görülmektedir. C₂ sınıfı sular, tuza orta derecede duyarlı olan bitkilerde sorun yaratmadan kullanılabilirler. Ancak, tuza duyarlı bitkilerde yıkamaya önem verilmelidir. C₃ sınıfı sular ise, fazla miktarda tuz içeren sulardır. Sürekli kullanılmaları halinde tuzluluk problemi yaratmamaları için sürekli yıkama ve özel toprak işleme uygulanması gerekir. Yetiştirilecek bitkilerin tuza dayanıklı olması gerekir ve özellikle drenajın yeterli olmadığı yerlerde kullanılmamalıdır.

Çizelge 4'de verilen bitkiler ve tuzluluktan etkilenme oranları ile Çizelge 3'de kuyulara ait olan EC değerleri karşılaştırılmıştır. Çalışma alanında bulunan 1, 2, 4, 5, 9, 11, 16 ve 17 no.lu kuyular ile fasulye bitkisinin sulanması durumunda verimde herhangi bir azalma görülmeyecektir. 3, 6, 8, 10, 13, 14 ve 15 no.lu kuyularla sulama yapıldığında ıspanak, lahana, biber ve mısır gibi bitkilerde yaklaşık olarak % 10 verim kaybı olabilir. Çizelge 3 incelendiğinde 7 ve 12 nolu kuyulara ait suların tuzluluk değerlerinin 1572 - 1628 mS cm⁻¹ arasında değiştiği görülmektedir. Bu sular ile sulanan alanlarda mısırın yetiştirilmesi durumunda verimde % 10, biberin yetiştirilmesi durumunda ise verimde % 25 lik bir azalma oluşabilir.

KAYNAKLAR

- Akman, Y., 1999. İklim ve biyoiklim, biyoiklim metodları ve Türkiye iklimleri. Ankara, Palme Press.
- Anonim, 2012. Tokat iklimi. <http://tokat.meteor.gov.tr/iklimvecografya.htm>. (Erişim tarihi: 25.08.2012).
- Anonymous, 1954. U.S. salinity laboratory staff diagnosis and improvement saline and alkali soils. Agriculture Handbook 60, USA.
- Anonymous, 1960. Boron injury to plants. U.S. Department of Agricultural, Agricultural Information Bull., 211, Washington.
- Anonymous, 1994. FAO, water quality for agriculture. Irrigation and Drainage Paper, No:29, Rome.
- Anonymous, 2012. Earth's water distribution. Water Science For Schools. (29 Ağustos.2012).
- Arslan, H., 2005. Bafra ovası sağ sahil sulama alanının taban suyu derinlik ve tuzluluk haritalarının coğrafi bilgi sistemi yardımıyla hazırlanması ve değerlendirilmesi. Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Samsun.
- Arslan, H., Güler, M., Cemek, B., Demir, Y., 2007. Bafra ovası yeraltı suyu kalitesinin sulama açısından değerlendirilmesi. Tezirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(2): 219 -226.
- Arslan, H., Demir, Y., 2011. Bafra ovasında deniz suyu girişiminin yeraltı suyu kalitesi üzerine etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 26(2): 136-144.
- Arslan, A., 2007. Kalkınma dinamikleri ve sorunları bakımından kelkit havzası'nın genel bir sosyolojik değerlendirilmesi. Karadeniz Araştırmaları, 12: 85-98
- Ayyıldız, A., 1990. Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı 344, Ankara.

- Bayraklı, F., 1998. Toprak kimyası. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No:26, 1.Baskı, Samsun.
- Beltran, J.M., 1999. Irrigation with saline water: benefits and environmental impact. *Agricultural Water Management*, 40: 183-194.
- Çakır, R., Gidislioglu, A., 1997. Düşük kaliteli sulama sularının vertisol toprakların bazı özelliklerine ve ayçiçeği bitkisinin vegetatif gelişmesine etkileri. VI.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Uludag Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa.
- Declerco, F.A.N., 1996. Interpolation methods for scattered sample data: accuracy, spatial patterns, processing time. *Gartography and Geographic Information Systems*, 23: 128-144.
- Eagleson, P.S., 1978. Climate, soil, and vegetation. *Water Resources Research*, 14: 705-776.
- Eagleson, P.S., 1979. The annual of water balance. *Journal of Hydraulic Division ASCE*, 105: 923-941.
- Goovaerts, P., 1998. Geostatistical tools for characterizing the spatial variability of microbiological and physico-chemical soil properties. *Biology and Fertility of Soils*, 27: 315-334.
- Göksu, E., Pamir, H.N., Erentöz, C., 1974. 1:500000 ölçekli türkiye jeoloji haritası. Maden Tetkik Arama Enstitüsü Yayını, Ankara.
- Günesen, S., 2008. Aşağı Kelkit havzasının bazı toprak özelliklerinin coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama ile haritalanması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Tokat.
- Karaer, F., 1994. Kelkit vadisinin florası ve vejetasyonu. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmamış), Samsun.
- Kanber, R., Kırdar, C., Tekinel, O., 1992. Sulama suyu kalitesi ve sulamada tuzluluk sorunları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı Yayın No:6, Adana.
- Kotuby, J., Koenig, R., Kitchen, B., 1997. Salinity and plant tolerance. Utah State University Extension, AG-SO-03.,Utah.
- Rabe, F.W., White, J., 1994. Idaho streamwalk III. Learning how to monitor our streams, Idaho.
- Roberts, E.A., Sheley, R.L., Lawrence, R.L., 2004. Using sampling and inverse distance weighted modelling for mapping invasive plants. *Western North American Naturalist*, 64(3): 312-323.
- Yurtseven, E., 1997. Ülkemiz nehir su kaynaklarının kalite değerlendirilmesi. VI.Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Uludag Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa.