

## Erzincan Ovasında Drenaj Sularının Sulamada Kullanılabilirliği\*

Aynur FAYRAP\*\*

DSİ VIII. Bölge Müdürlüğü, Erzurum

Geliş Tarihi (Received): 29.01.2010

Kabul Tarihi (Accepted): 12.07.2010

**ÖZET:** Sulamaya 1967 yılından sonra kademeli olarak açılan Erzincan Ovası'nda, açık drenaj sistemi sulama tesisleriyle birlikte yapılmıştır. Kapalı drenaj sistemi ise sulama sistemi işletmeye açıldıktan yaklaşık 15 yıl sonra yapılmıştır. Araştırma alanı çiftçileri drenaj kanalı sularını sulama amaçlı kullanmaktadır. Bu çalışma; Erzincan Ovası'nın 6120 ha lık drenaj alanında çiftçilerin sulamada kullandığı drenaj sularının sulamaya uygunluğunu belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Drenaj ve sulama kanallarından alınan su örneklerinin önemli katyon ve anyonlar ile pH ve EC analizleri yapılmıştır. Su örnekleri ikisi sulama kanallarından, ikisi açık drenaj kanallarından ve ikisi kapalı drenaj çıkışlarından olmak üzere toplam 6 noktadan, 2 yıl sulama sezonu boyunca her ay alınmıştır. Analiz sonuçlarına göre SAR ve RSC değerleri saptanmıştır. Ayrıca, düzeltilmiş sodyum adsorpsiyon oranı(Adj.SAR), düzeltilen düzeltilmiş sodyum adsorpsiyon oranı(Adj.R<sub>NA</sub>), potansiyel tuzluluk(PT), geçirgenlik göstergesi(GG) ve Langelier saturasyon indeksi(LSI) değerleri belirlenmiştir. Çiftçilerin sulamada kullandıkları drenaj sularının genellikle orta tuzlu C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> sınıfında olmasına karşın yüksek tuzlu C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfındaki suları da kullandıklarına rastlanmıştır. Bulunan sonuçlara göre ovada zararlı tuz içeriği yüksek, düşük kaliteli drenaj sularının sulamada kullanılmaması, zorunlu olduğu durumlarda tuza dayanıklı bitkiler ile rotasyon uygulamasına gidilmesi önerilebilir.

**Anahtar kelimeler:** Erzincan ovası, drenaj suyu, su kalitesi, yeniden kullanım

### Usability of Drainage Waters Used for Irrigation in Erzincan Plain

**ABSTRACT:** The plain of Erzincan gradually began to be irrigated after the year 1967. The open drainage system in the plain was constructed together with irrigation facilities. Meanwhile, subsurface drainage system was constructed nearly 15 years later than water management began to run. This study was carried out to determine the suitability of drainage water farmers use for irrigation in the 6120 ha drainage area of the plain. The significant cations, anions, pH and EC analyses of water samples taken from the drainage and irrigation canals were made. Water samples were taken from six locations, two from the irrigation canals, two from the open drainage canals and two from the outlets of subsurface drainage pipes during two successive irrigation season in every month. According to the results of analyses, SAR and RSC values were calculated. In addition, adjusted sodium adsorption ratio(Adj.SAR), readjusted sodium ratio(Adj.R<sub>NA</sub>), potential salinity, permeability index and Langelier saturation index were also determined. While the farmers in the study area usually use drainage water of medium salinity class, C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> for irrigation, usage of higher salinity class of water, C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>, was come across. According to the results, drainage waters with high harmful salt contents should not be used for irrigation and, if this is not possible, rotation programs with crops resistant to salinity can be adopted.

**Keywords;** Erzincan plain, drainage water, water quality, drainage water reuse

### GİRİŞ

Modern sulama projelerinin planlanması, yapımı ve işletilmesi büyük girdi ve çaba gerektirmektedir. Buna karşın, sulamaya açılan tarım alanlarında aşırı ve düşük kaliteli su kullanımı, sulama yatırımından beklenen yararın sağlanamamasına yol açmaktadır. Verim azalmasının yanı sıra, tarım alanlarında tuzluluk ve sodyumluluk sorunları ortaya çıkmakta ve bu alanlar giderek tarım yapılamaz duruma gelmektedir.

Sulama projelerinde süreklilik ve başarı ancak yeterli bir drenajın sağlanması, bunun iyi bir şekilde bakım ve kontrolü ile mümkündür. Çağdaş tarımda, bu bakımdan drenaj sulamanın ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmektedir(Uçan ve ark., 2000; Kara ve ark., 2004).

Tarımsal drenajda amaç, maksimum bitki gelişimine uygun bir kök bölgesi oluşturmaktır; diğer bir anlatımla

toprakta uygun bir su-hava dengesi sağlamaktır. Kurak bölgelerde ise yapılan drenajın amacı zararlı tuzların yüksek düzeyde bulunması durumunda bu tuzların uzaklaştırılarak toprakta uygun bir tuz dengesinin oluşturulmasına çalışmaktır(Gemalmaz, 1993).

Sulama ve drenaj sistemlerinin planlanmasında yeni yaklaşım, su kullanımını ve derine süzülme en aza indiren ve daha etkili su kullanımını sağlayan sistemlerin ve uygulamaların gerçekleştirilmesidir (Rhodes, 1999). Drenaj sularını tutmak ve yeniden kullanmak drenaj suyu hacmini azaltır, suyu korur ve kirliliği en aza indirir. Yararlı biomas ve habitat üretirken tuzlu yer altı suyu ve taze yüzey suyunun ortak kullanımını sağlar, su tablası düzeyinin uygun derinlikte bulunmasına yardımcı olur.

\*Doktora tezinden alıntıdır.

\*\*Sorumlu yazar: Fayrap A., aynurf@dsi.gov.tr

Drenaj suyu olarak herhangi bir alandan uzaklaştırılmak istenen suyu kalitesi genellikle düşüktür. Düşük kaliteli suyun herhangi bir su kaynağına yeniden kullanılmak üzere geri verilmesi, kaynağın özelliklerini de kötüleştirir(Yurtseven ve Orta 1992). Sulama amacı ile tuz içeriği yüksek, düşük kaliteli drenaj sularının kullanımı, topraktan uzaklaştırılması gereken zararlı tuzların toprakta biriktirilmesine yol açmaktadır.

Konya ovası ana boşaltım kanalı suyunun kalitesi üzerine yapmış oldukları çalışmalarında Bahçeci ve ark., (1981), kış aylarında kanal sularının niteliğinin sulamanın yapıldığı yaz aylarından daha iyi kalitede olduğunu saptamışlardır.

Tarboton ve ark.(2004) tarafından yapılan çalışmada, derine sızmayı amaçlayan sulama yönetim tekniklerinin yerel tabansuyu yüksekliği üzerine doğrudan etkili olduğu ve sulama sezonu boyunca ölçülen tabansuyu kalitesinin çoğunlukla sulamadan dönen sularla sulanan alanlarda kötüleştiği ortaya konulmuştur.

Çetin ve ark.(2006), Aşağı Seyhan Ovası IV. Merhale proje alanında yaptıkları çalışmalarında; sulamada düşük kaliteli suların kullanılması nedeniyle, tabansuyu tuzluluğunun sulama mevsiminde alanın %92,1 inde, diğer dönemlerde ise yaklaşık %97'sinde oldukça yüksek düzeylere ulaştığını belirtmektedirler.

Bahçeci ve ark.(2007), Konya Ovası yüzeyaltı drenaj sistemlerinde yaptıkları çalışmalarında; drenaj sularının sulamada kullanılması halinde, tuz yükünün arttığını ancak halihazır derine süzülme kayıplarının toprakta bir tuz dengesi oluşturduğunu saptamışlardır.

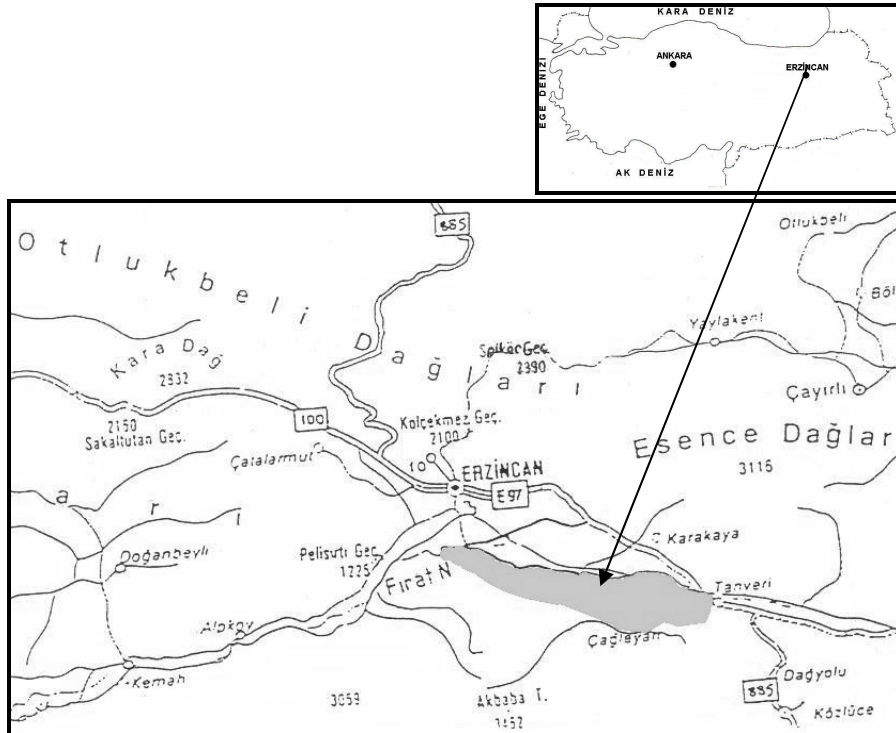
Bu çalışma kapsamında yapılan arazi gözlemleri ve gerek bölgede görev yapan kamu kurumu teknik

elemanları ile gerek çiftçilerle yapılan görüşmeler sonucu, araştırma alanı çiftçilerinin drenaj kanalı sularını sulama amaçlı kullandıkları anlaşılmıştır. Araştırma alanında sulamaya başlandıktan sonra yer yer yüksek tabansuyu, tuzluluk ve sodyumlulaşma gibi sorunlar baş göstermiştir. Bu çalışmada; Erzincaan ovasında çiftçilerce sulama amacıyla kullanılan drenaj kanal sularının sulamaya uygunluğu, bir dizi kimyasal analiz yapılarak ve bunların sonuçları belirli sulama kriterleri yönü ile değerlendirilerek belirlenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından 1964 yılından başlanarak kademeli olarak işletmeye açılan Erzincaan sulamasının, Fırat nehrinin sol sahilinde yer alan ve bazı kısımlarda açık bazı kısımlarda ise kapalı drenaj tesislerinin birlikte işlev yaptığı 6120 ha'lık bölümü araştırma alanı olarak seçilmiştir. Bu alanın işletme bakım ve yönetim sorumluluğunu 1995 yılından itibaren Erzincaan Sol Sahil Sulama Birliği üstlenmiştir. Araştırma alanı 39° 30' - 40° 00' enlemleri ile 39° 25' - 39° 44' boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Karasal iklimin hakim olduğu araştırma alanının Türkiye'deki ve bölgedeki yeri ve konumu Şekil 1'de gösterilmiştir. Araştırma alanında buğday, fasulye ve şekerpancarı ağırlıklı olarak bitki desenini oluşturmakla birlikte sebze, meyve ve kavak yetiştiriciliği de yapılmaktadır.



Şekil 1. Araştırma alanının Türkiye'deki ve bölgedeki yeri ve konumu

Araştırma alanının bir kısmının su kaynağı Kom çayıdır diğer bir kısmının ise Fırat nehrinden suyunu alan sol sahil ana kanalıdır. Komçayı üzerinde yapılmış olan Şıhlı regülatörü ile sulama alanına saniyede 1.783 m<sup>3</sup> su alınmaktadır. Araştırma alanının diğer su kaynağı olan ve Fırat nehrinden suyunu alan sol sahil ana kanalının ise membada kapasitesi 3.950 m<sup>3</sup>/sn, mansapta ise 0.146 m<sup>3</sup>/sn'dir. Suyun yetersiz olduğu dönemlerde Çağlayan suyu adı verilen dereden 1-1.5 m<sup>3</sup>/sn su alınarak gereksinilen su alınmaya çalışılmaktadır.

Aşamalı olarak sulamaya açılan araştırma alanında, klasik sistem olan açık drenaj şebekesi sulama tesisleri ile birlikte yapılmıştır. Kapalı drenaj şebekesi, sulama sistemi işletilmeye başlandıktan yaklaşık 15 yıl sonra 1980'li yıllarda yapılmaya başlanmıştır. Açık drenaj şebeke sistemleri ana boşaltım ve buna bağlı olarak toplayıcı ve tersiyer drenaj kanalları ile yüzey boşaltım kanallarından oluşmaktadır. Sol sahil ana boşaltım kanalı Fırat nehrine bağlanmaktadır. Ana boşaltım kanalına bağlanan doğal boşaltım kanalları ve toplayıcı boşaltımlar bulunmaktadır. Mansapta ana boşaltım kanalı derinliği 2.50-3.00 m arasında olup toplayıcı ve tersiyer boşaltım kanallarının ise derinlikleri 1.20-1.50 m arasında değişmektedir. Ayrıca sulamaya başlandıktan sonra gerek duyulan yerlerde tersiyer sulama kanallarına paralel olarak açılan yüzey drenaj kanalları bulunmaktadır.

Kapalı(yüzey altı) drenaj şebekesi, yüzey altına döşenmiş beton borular şeklindedir. Drenlerin derinlikleri 1.5-2.0 m arasında değişmektedir. Drenlerin iç çaplarının ise 16 cm ile 20 cm arasında değiştiği saptanmıştır. Yörede tarım yapan çiftçilerin kısıtlı olanaklarıyla gelişigüzel tarla sınırlarından açtıkları açık drenaj kanalları da gözlenmiştir. Araştırma alanı için drenaj katsayısı 0.0017 m/gün olarak saptanmış olup tarla içi kapalı drenler arasındaki mesafe 100-120 m'dir (Anonim 1984).

Sol sahil ana boşaltım kanalının membada kısmının kuzey ve kuzey doğusundaki alanların toprakları allüviyal ana materyal üzerinde oluşmuş orta ağır ve ağır bünyelidir. Toprakların geçirgenlikleri yavaş, renkleri grimsi kahverengi ve kahverengi siyah arasında, havalanmaları düşüktür. Drenajı bozuk alanlarda renkler grimsi mavidir. Hafif alkalilik içeren alanlar olmakla birlikte pH genellikle 7.5-8.5 arasındadır. Sol sahil ana boşaltım kanalının güneyinde kalan topraklar allüviyal ve kollüviyal orjinaldir. Geçirgenlikleri orta yavaş ve yavaştır. Genel olarak orta derinlikte olan toprakların organik madde ve potasyum içerikleri yüksek olmasına karşın, fosfor içerikleri düşüktür. Toprak reaksiyonu olarak pH 8.5'u geçmemektedir (TSGM, 1984).

## Yöntem

Araştırma alanında sulamada kullanılan suların kalitesini belirlemek ve karşılaştırma yapabilmek amacıyla sulama kanallarından, açık drenaj kanallarından ve kapalı drenlerden su örnekleri alınmıştır. Araştırma alanında kurulmuş olan sulama ve drenaj sistemini gösteren durum planı Şekil 2 de verilmiştir.

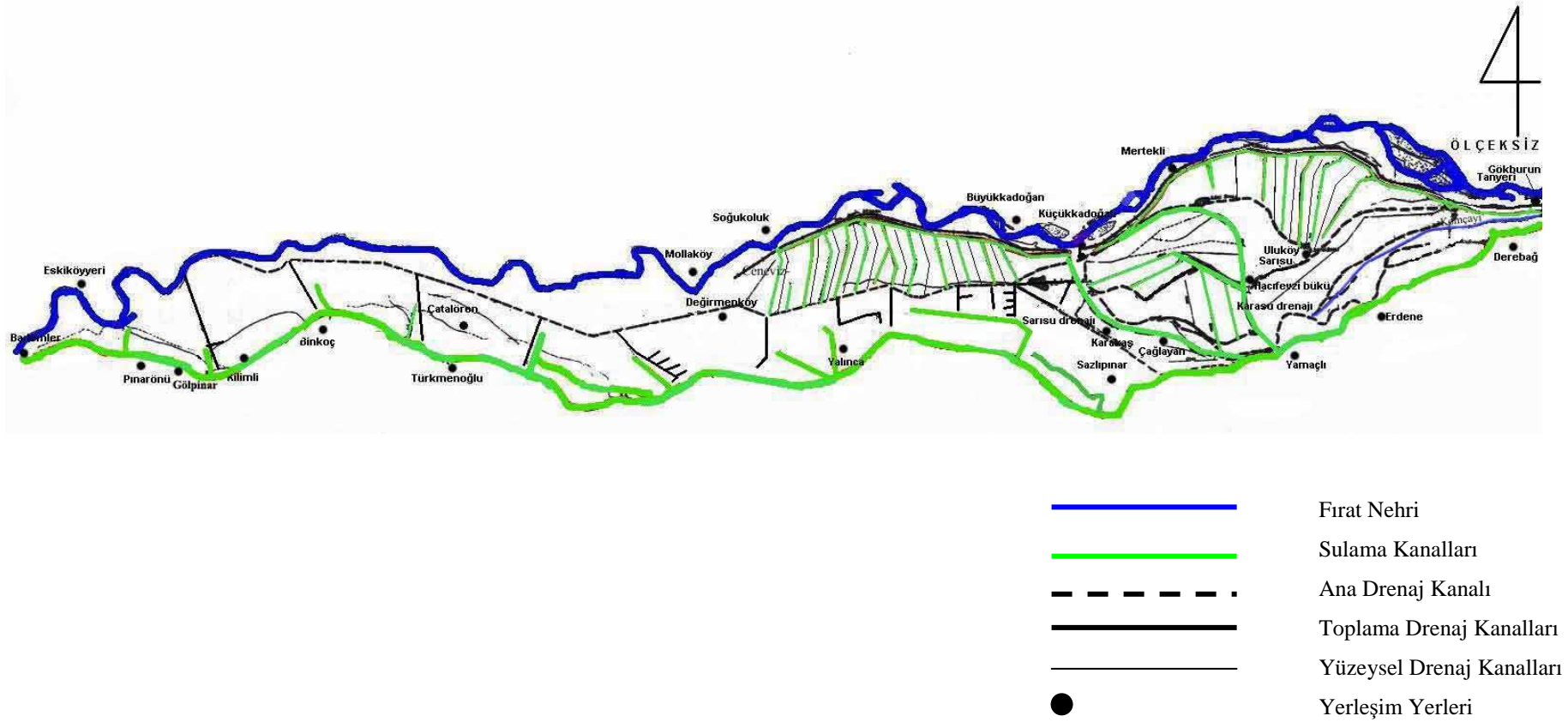
Sulama kanallarından alınan sulama suyu örnekleri, araştırma alanına su sağlayan Şıhlı regülatöründen suyunu alan Şıhlı I nolu ana kanalı ile Fırat nehrinden suyunu alan sol sahil ana kanalının başlangıcından itibaren 100 m kadar mansabına doğru olmak üzere iki noktadan alınmıştır. Şıhlı I nolu ana kanaldan alınan su örneği Sulama I ve sol sahil ana kanaldan alınan su örneği Sulama II olarak adlandırılmıştır.

Drenaj kanallarından alınan su örnekleri ana boşaltım kanalının 100 m membada ve mansap kısmından ve kapalı dren çıkışlarından alınmıştır. Ana drenaj kanalından alınan örnekler membada kısmında bulunan Açık Drenaj I ve mansap kısmında bulunan Açık Drenaj II, kapalı drenlerden alınan örnekler ise Kapalı Drenaj I ve Kapalı Drenaj II olarak adlandırılmıştır. Kapalı drenlerden ilki Küçük Kadoğan köyü arazilerinde, ikincisi Çatalören köyü arazilerinde seçilmiştir.

Su örneklerinin alımı her defasında aynı noktadan olmak üzere 2 yıl sulama yapıldığı sürece her ay yinelenmiştir. Alınan su örneklerinin elektriksel iletkenlik, pH, çeşitli katyon ve anyonlara ilişkin analizleri yapılmıştır.

Elektriksel iletkenlik, pH, kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, karbonat, bikarbonat, sülfat ve klor analizleri Greeberg et al.(1992) ye göre yapılmıştır. Elektriksel iletkenlik değeri iletkenlik aletiyle, pH değeri ise elektrometrik yöntemle saptanmıştır. Kalsiyum ve magnezyum analizleri EDTA titrasyon yöntemiyle, sodyum analizi flame emisyon fotometrik yöntemle ve potasyum analizi flame fotometre yöntemle yapılmıştır. Karbonat ve bikarbonat titrasyon yöntemi ile, klor argentometrik(gümüş nitrat yöntemi) ve sülfat turbidimetrik yöntemiyle saptanmıştır.

Sodyum adsorbsiyon oranı(SAR) ve kalıcı sodyum karbonat(RSC) suların sulamaya uygunluğunun değerlendirilmesinde çok kullanılan ölçütlerdendir. Sodyum zararı daha çok SAR ile belirlenir(Tabaei ve Guitjens, 1991). SAR ve RSC Kanber ve ark.(1992)'de belirtildiği gibi hesaplanmıştır.



Şekil 2. Araştırma alanı durum planı

Sodyum iyonunun değişim reaksiyonlarındaki aktifliğinin tanımı olan SAR Eşitlik 1 kullanılarak belirlenmiştir;

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca+Mg)^{++}/2}} \quad (1)$$

Düzeltilmiş sodyum adsorbsiyon iyonu Eşitlik 2 yardımıyla hesaplanmıştır(Kanber ve ark., 1992);

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca+Mg)^{++}/2}} [1+(8,4-pHc)] \quad (2)$$

Eşitlikte yer alan pHc değeri, sulama suyunun topraktaki kireci çözüp çözmeyeceğinin bir göstergesi olup, Ca+Mg ve CO<sub>3</sub>+HCO<sub>3</sub>' a bağlı olarak değişmektedir. Eğer pHc, 8,4'den büyükse sulama suyunun topraktaki kireci eriterek yıkanmasına; 8,4'den küçükse toprak suyu içerisindeki kirecin çökmesine neden olmaktadır.

Yüzey toprağının düzeltilmiş SAR değeri(Adj.R<sub>Na</sub>) ise, Eşitlik 3 yardımıyla hesaplanmıştır(Kanber ve ark., 1992).

$$Adj.R_{Na} = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca_x + Mg)^{++}/2}} \quad (3)$$

Sulama sularının toprak özelliklerine göre sınıflandırılmasını sağlayan potansiyel tuzluluk (PT) Eşitlik 4 ve geçirgenlik göstergesi (GG) değerleri Eşitlik 5'deki gibi hesaplanmıştır(Kanber ve ark., 1992);

$$PT = [Cl]^- + 1/2[SO_4]^{--} \quad (4)$$

$$GG = \frac{[Na]^+ + [HCO_3]^{-1/2}}{Ca^{++} + Mg^{++} + Na^{++} + K^+} \quad (5)$$

Toprakta sodyum oranının artma olasılığını önceden kestirmeye yarayan RSC'nin belirlenmesinde kullanılan Eşitlik 6. ise aşağıda verildiği şekildedir.

$$RSC = (CO_3^{=} + HCO_3^{-}) - (Ca^{++} + Mg^{++}) \quad (6)$$

Eşitlikten elde edilen sonuç, pozitif ise artık değer kadar sodyum karbonat vardır. Kalsiyum ve magnezyum iyonları konsantrasyonu toplamı, karbonat ve bikarbonat iyonları konsantrasyonundan fazla ise artık karbonat yoktur(Kanber ve ark., 1992).

Sulama sularının sodyumlaşma tehlikesinin belirlenmesinde kullanılan diğer bir yöntem olan Langelier Saturasyon İndeksinin (LSI) ise Eşitlik 7 kullanılarak hesaplanmıştır(Kanber, 1992).

$$LSI = pHa - pHc \quad (7)$$

pHa gerçek pH değeri, pHc ise suyun kireç ile dengeye ulaştığındaki tepkimesidir.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Sulama ve açık drenaj kanalları ile kapalı drenlerden alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1'den görüleceği gibi, su örneklerinin kimyasal analizleri kapsamında drenaj parametreleri yönünden önemli katyonlar ve anyonlar, pH, EC değerleri saptanarak RSC, SAR ve Adj.SAR, Adj.R<sub>Na</sub>, PT, GG, LSI değerleri hesaplanmıştır.

Sulamada kullanılan suların toprak ve bitkiye etkisi açısından sınıflandırılması amacıyla öncelikle su içerisinde erimiş durumda bulunan tuzların toplam miktarının bir ölçüsü olarak elektriksel iletkenlik (EC) ve reaksiyon durumu için pH değerleri ölçülmüştür.

Çalışma alanındaki sulama ve açık drenaj kanalları ile kapalı drenlerden alınan su örnekleri Tablo 1'de görüldüğü gibi çoğunlukla orta tuzlu C<sub>2</sub> S<sub>1</sub> sınıfına girmektedir. Ancak 1999 yılında açık drenaj kanallarından alınan su örneklerinden biri, kapalı drenlerden alınan örneklerden üçü, 2000 yılında açık drenaj kanallarından alınan su örneklerinden ikisi, kapalı drenlerden alınan su örneklerinden biri C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında belirlenmiştir. Açık drenaj kanalları ile kapalı drenlerden alınan su örnekleri arasında yüksek tuzlu C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında sular bulunmasına karşın, sulama kanallarından alınan su örneklerinde C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında suya rastlanmamıştır. Sulama kanallarından alınan su örnekleri C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> sınıfındadır.

Elektriksel iletkenlik değerleri 0.25-0.75 dS/m, SAR değerleri 0-10 arasında olan C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> sınıfı sular geçirgenliği iyi topraklarda tuza çok duyarlı bitkiler dışında güvenle kullanılabilir. Tuza duyarlı bitkilerin sulanmasında tuz kontrolü yapılması uygundur(Kanber ve ark., 1992; DSİ, 1993). Gemalmaz (1993)'ün sınıflandırmasına göre; araştırma alanında yetiştirilen tarla bitkileri içerisinde arpa ve şeker pancarı tuzluluğa dayanıklı, buğday orta derecede dayanıklı, fasulye ise çok duyarlıdır. Sebzelerden domates tuza dayanım yönünden ilk sıralarda yer alırken soğan en duyarlı olanıdır. Araştırma alanında yetiştirilen meyvelerden elma ve kayısı tuza dayanım duyarlılığı yönünden son sıralarda yer almaktadır.

Elektriksel iletkenlik değerleri 0.75-2.25 dS/m, SAR değerleri 0-10 arasında olan C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfı sular yüksek tuzlu sular olup, DSİ(1993)'e göre drenajı zayıf topraklarda kullanılmamalıdır. Araştırma alanında yer yer drenajı zayıf toprakların varlığı bu suların kullanımını kısıtlamaktadır. Bu sularla sulama yapılırken uygun drenajla bile tuzluluk kontrolü gerekli olup tuza iyi dayanıklı bitkiler seçilmelidir.

Tablo 1. Sulamada kullanılan su örneklerinin analiz sonuçları

Örnek Alınma Tarihi	Örnek Adı	Na <sup>+</sup> Meq/L	K <sup>+</sup> meq/L	Ca <sup>++</sup> meq/L	Mg <sup>++</sup> meq/L	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> meq/L	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> meq/L	Cl <sup>-</sup> meq/L	so <sub>4</sub> <sup>=</sup> meq/L	pH	EC dS/m	RSC	SAR	SU SINIFI	Adj.SAR	Adj.R <sub>Na</sub>	PT	GG	LSI
Mayıs-1999	Sulama I	0,10	0,03	1,80	1,30	-	2,60	0,20	0,42	7,91	263	0	0,08	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,15	0,08	0,41	0,53	0,33
	Sulama II	0,15	0,03	1,60	1,90	-	2,50	0,30	0,88	7,22	300	0	0,11	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,20	0,12	0,74	0,47	-0,35
	Açık drenaj I	0,69	0,02	2,10	2,50	-	4,50	0,61	0,22	8,13	0,470	0	0,45	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,99	0,51	0,72	0,53	0,93
	Açık drenaj II	0,43	0,04	2,20	4,40	-	6,00	0,57	0,50	7,76	0,570	0	0,24	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,59	0,26	0,82	0,41	0,81
	Kapalı drenaj I	0,46	0,04	2,20	3,20	-	4,90	0,46	0,52	7,49	0,546	0	0,28	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,64	0,31	0,72	0,45	0,38
	Kapalı drenaj II	0,47	0,02	2,45	3,23	-	5,20	0,49	0,48	7,47	0,500	0,01	0,28	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,06	0,54	0,78	0,54	0,92
Haziran-1999	Sulama I	0,22	0,03	1,85	1,53	-	3,06	0,26	0,40	7,83	300	0	0,17	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,33	0,18	0,46	0,54	0,35
	Sulama II	0,25	0,02	1,85	1,95	-	3,31	0,29	0,47	7,53	385	0	0,18	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,36	0,20	0,53	0,51	0,14
	Açık drenaj I	0,73	0,03	2,09	2,45	-	4,55	0,65	0,26	8,12	0,485	0,01	0,48	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,53	0,24	0,95	0,40	0,86
	Açık drenaj II	0,40	0,03	2,03	4,35	-	5,35	0,63	0,63	7,86	0,565	0	0,22	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,67	0,32	0,78	0,45	0,39
	Kapalı drenaj I	0,48	0,04	2,15	3,32	-	4,96	0,50	0,56	7,48	0,550	0	0,29	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,55	0,78	0,88	0,56	1,13
	Kapalı drenaj II	1,55	0,03	2,60	2,14	-	4,69	0,74	0,57	7,50	0,595	0	1,01	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,14	0,51	0,95	0,43	1,01
Temmuz-1999	Sulama I	0,35	0,03	1,95	2,50	-	3,75	0,63	0,45	7,21	505	0	0,23	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,49	0,25	0,86	0,47	-0,08
	Sulama II	0,34	0,03	1,90	2,70	-	3,80	0,67	0,47	7,48	512	0	0,22	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,47	0,24	0,91	0,46	0,21
	Açık drenaj I	1,06	0,03	2,11	2,54	-	4,65	0,70	0,35	8,32	0,460	0	0,70	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,55	0,78	0,88	0,56	1,13
	Açık drenaj II	0,85	0,04	2,23	4,58	-	6,20	0,60	0,70	7,94	0,650	0	0,46	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,14	0,51	0,95	0,43	1,01
	Kapalı drenaj I	0,84	0,04	2,65	3,42	-	5,49	0,69	0,68	7,57	0,565	0	0,48	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,14	0,55	1,03	0,46	0,55
	Kapalı drenaj II	0,63	0,05	1,98	3,52	-	5,04	0,52	0,59	7,56	0,545	0	0,38	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,88	0,42	0,82	0,47	0,47
Ağustos-1999	Sulama I	1,07	0,06	2,00	3,80	-	4,85	0,85	1,20	8,27	574	0	0,63	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,45	0,68	1,45	0,47	1,17
	Sulama II	1,04	0,05	2,30	3,80	-	5,20	0,80	1,22	7,42	596	0	0,60	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,41	0,66	1,41	0,46	0,37
	Açık drenaj I	1,21	0,35	1,60	2,70	-	2,40	1,07	2,40	8,32	0,476	0	0,82	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,55	0,84	2,27	0,47	0,81
	Açık drenaj II	2,57	0,37	1,70	11,00	-	11,30	1,52	2,85	7,36	1,278	0	1,02	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	3,00	1,07	2,95	0,38	0,90
	Kapalı drenaj I	1,85	0,07	2,00	9,33	-	5,10	1,30	6,94	6,94	1,282	0	0,77	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	1,97	0,81	4,77	0,31	0,10
	Kapalı drenaj II	1,56	0,06	1,70	7,10	-	6,00	0,84	3,59	8,34	0,976	0	0,74	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	1,88	0,78	2,64	0,38	1,48
Eylül-1999	Sulama I	0,88	0,06	2,02	4,25	0,88	2,45	1,80	2,08	7,03	610	0	0,50	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,09	0,51	2,84	0,34	-0,20
	Sulama II	0,85	0,06	2,05	3,42	-	3,99	1,25	1,14	7,08	644	0	0,51	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,12	0,55	1,82	0,45	-0,12
	Açık drenaj I	0,93	0,06	1,93	3,68	-	4,25	0,60	1,59	7,95	0,540	0	0,55	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,23	0,59	1,40	0,45	0,78
	Açık drenaj II	1,75	0,05	2,24	3,85	-	4,35	0,94	2,60	7,61	0,700	0	1,00	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	2,26	1,09	2,24	0,49	0,47
	Kapalı drenaj I	2,40	0,05	4,63	3,60	-	4,18	1,65	4,80	7,21	0,950	0	1,18	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	2,78	1,40	4,05	0,42	0,17
	Kapalı drenaj II	1,73	0,04	2,06	2,80	-	3,80	1,20	1,83	7,07	0,555	0	1,11	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	2,36	1,21	2,12	0,55	-0,20
Ekim-1999	Sulama I	0,70	0,03	2,00	3,44	-	4,29	0,81	1,02	7,87	607	0	0,42	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,94	0,46	1,32	0,45	0,71
	Sulama II	0,06	0,03	2,70	2,90	-	3,80	0,57	1,32	7,75	471	0	0,04	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,09	0,04	1,23	0,35	0,55
	Açık drenaj I	0,85	0,07	1,80	3,75	-	4,10	0,55	1,82	8,32	0,520	0	0,51	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,13	0,54	1,46	0,44	1,13

	Açık drenaj II	0,09	0,56	2,00	3,80	2,6	2,40	0,77	0,68	7,80	0,520	0	0,05	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,12	0,05	1,11	0,25	0,73
	Kapalı drenaj I	0,41	0,06	3,00	1,82	-	4,20	0,53	0,54	7,73	0,508	0	0,26	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,57	0,31	0,80	0,46	0,52
	Kapalı drenaj II	0,70	0,04	2,45	2,73	-	3,70	1,22	1,00	7,84	0,575	0	0,43	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,93	0,48	1,72	0,44	0,60
Mayıs-2000	Sulama I	0,56	0,02	1,06	1,51	-	2,03	0,52	0,60	6,90	345	0	0,49	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,80	0,48	0,82	0,63	-0,87
	Sulama II	0,60	0,02	1,02	3,50	-	3,66	0,50	1,00	6,92	480	0	0,40	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,84	0,41	1,00	0,49	-0,38
	Açık drenaj I	0,58	0,03	1,89	3,65	-	4,70	0,72	0,69	7,12	0,550	0	0,35	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,80	0,38	1,07	0,45	0,00
	Açık drenaj II	0,75	0,04	1,76	3,00	-	4,63	0,43	0,49	7,36	0,565	0	0,49	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,08	0,53	0,68	0,52	0,17
	Kapalı drenaj I	0,24	0,02	1,55	4,15	-	4,59	0,81	0,56	7,65	0,580	0	0,14	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,32	0,15	1,09	0,40	0,54
	Kapalı drenaj II	0,60	0,04	1,18	5,63	-	5,20	1,33	0,95	7,47	0,620	0	0,32	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,77	0,34	1,81	0,39	0,47
Haziran-2000	Sulama I	0,79	0,04	1,44	1,83	-	2,38	0,52	1,20	7,41	381	0	0,62	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,12	0,62	1,12	0,57	-0,19
	Sulama II	0,82	0,03	1,75	4,16	-	4,13	0,83	1,81	7,73	578	0	0,48	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,08	0,51	1,74	0,42	0,57
	Açık drenaj I	0,62	0,03	2,31	3,63	-	4,74	0,68	1,09	7,71	0,561	0	0,36	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,83	0,40	1,23	0,42	0,61
	Açık drenaj II	0,63	0,03	1,83	3,15	-	3,66	0,70	1,25	7,60	0,515	0	0,40	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,85	0,43	1,33	0,45	0,33
	Kapalı drenaj I	0,25	0,04	1,59	4,23	-	4,59	1,02	0,50	7,60	0,557	0	0,15	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,34	0,15	1,27	0,39	0,49
	Kapalı drenaj II	1,85	0,05	1,20	6,36	-	5,82	1,99	1,65	6,82	0,899	0	0,95	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	2,35	0,98	2,82	0,45	-0,11
Temmuz-2000	Sulama I	0,59	0,03	1,62	3,03	-	1,64	1,43	2,10	7,01	450	0	0,39	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,69	0,37	2,48	0,35	-0,62
	Sulama II	0,63	0,03	1,53	2,85	-	1,62	1,42	2,06	6,90	485	0	0,43	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,74	0,41	2,45	0,38	-0,77
	Açık drenaj I	0,65	0,04	1,92	3,31	-	1,53	2,12	2,33	7,85	0,544	0	0,40	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,71	0,39	3,29	0,32	0,23
	Açık drenaj II	0,65	0,04	1,53	3,52	-	1,42	2,13	2,21	7,53	0,534	0	0,41	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,71	0,39	3,24	0,32	-0,14
	Kapalı drenaj I	0,75	0,04	1,34	3,81	-	1,93	2,24	1,77	7,37	0,599	0	0,47	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,88	0,46	3,13	0,36	-0,16
	Kapalı drenaj II	0,73	0,04	1,73	4,21	-	1,93	2,40	2,44	7,74	0,612	0	0,42	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,81	0,42	3,62	0,32	0,26
Ağustos-2000	Sulama I	0,60	0,03	1,32	2,91	-	3,61	0,73	0,52	7,10	465	0	0,41	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,85	0,43	0,99	0,51	-0,23
	Sulama II	0,56	0,04	1,63	3,02	-	3,71	0,61	0,93	7,20	450	0	0,37	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,78	0,39	1,08	0,47	-0,08
	Açık drenaj I	0,64	0,01	1,81	3,23	-	4,81	0,71	0,23	8,02	0,513	0	0,40	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,90	0,44	0,83	0,50	0,88
	Açık drenaj II	0,60	0,04	2,43	2,74	-	4,73	0,61	0,45	7,25	0,532	0	0,37	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,84	0,42	0,84	0,48	0,11
	Kapalı drenaj I	0,80	0,04	2,63	3,75	-	6,00	0,90	0,28	7,64	0,637	0	0,45	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,09	0,51	1,04	0,45	0,67
	Kapalı drenaj II	0,77	0,04	2,16	3,69	-	5,21	0,86	0,62	7,63	0,585	0	0,45	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,06	0,50	1,17	0,46	0,58
Eylül-2000	Sulama I	0,69	0,05	1,25	3,14	-	4,11	0,59	0,46	7,02	517	0	0,47	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,00	0,49	0,82	0,53	-0,25
	Sulama II	0,70	0,05	1,34	3,02	-	4,25	0,53	0,35	6,83	503	0	0,47	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,01	0,50	0,71	0,54	-0,43
	Açık drenaj I	5,25	0,04	0,90	6,11	2,04	6,72	0,81	2,73	7,72	1,088	1,75	2,80	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	7,25	2,88	2,18	0,64	0,90
	Açık drenaj II	0,70	0,04	2,02	3,27	-	4,50	0,65	0,85	8,23	0,518	0	0,43	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,96	0,47	1,08	0,47	1,07
	Kapalı drenaj I	0,81	0,05	2,53	3,75	-	5,72	0,74	0,71	7,01	0,623	0	0,46	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,11	0,52	1,10	0,45	0,02
	Kapalı drenaj II	0,86	0,05	2,09	3,81	-	5,19	0,82	0,82	6,74	0,590	0	0,50	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	1,18	0,55	1,23	0,46	-0,31
Ekim-2000	Sulama I	1,56	0,02	1,06	2,56	-	3,93	0,96	0,31	7,20	525	0,31	1,16	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	2,35	1,20	1,12	0,68	-0,17
	Sulama II	1,59	0,02	1,60	2,03	-	3,53	1,06	0,65	6,97	545	0	1,18	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	2,35	1,26	1,39	0,66	-0,44
	Açık drenaj I	3,62	0,06	0,92	4,20	-	4,65	1,65	2,50	7,42	0,792	0	2,26	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	4,99	2,32	2,90	0,66	0,23
	Açık drenaj II	1,68	0,04	2,03	3,65	-	5,34	0,53	1,53	7,43	0,598	0	1,00	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	2,33	1,10	1,30	0,54	0,36
	Kapalı drenaj I	1,63	0,05	2,02	2,62	-	4,63	0,65	1,04	7,36	0,589	0	1,07	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	2,34	1,19	1,17	0,60	0,15
	Kapalı drenaj II	1,65	0,03	2,06	3,00	-	5,11	0,70	0,93	7,49	0,610	0,05	1,04	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	2,37	1,16	1,17	0,58	0,37

Moore ve Hefner(1977), batı Teksas'daki Pecos Valley'de ortalama tuzluluğu 3.9 dS/m olan sularla 30 yıl süresince 81000 hektar tarım arazisinin başarılı bir şekilde sulandığını bildirmektedirler.

Mısır'da tuzlu drenaj sularının tuz konsantrasyonu 700 mg/L'den daha az ise doğrudan sulamada kullanılırken, 700-1500 mg/L arasında 1:1; 1500-3000 mg/L arasında 1:2 ve 1:3 oranında Nil Nehri sularıyla karıştırılmaktadır. Tuz konsantrasyonu 3000 mg/L'den fazla ise sulamada kullanılmasından kaçınılması önerilmektedir(FAO, 1992)

C<sub>2</sub> S<sub>1</sub> ve C<sub>3</sub> S<sub>1</sub> sınıflındaki suların sulama amaçlı kullanımı sonucunda, toprakta zararlı miktarda sodyum birikimi olasılığı çok azdır. Ancak sulama amaçlı kullanılan sularla CO<sub>3</sub> iyonlarının yüksek konsantrasyonda olması sodyum zararını artırmaktadır. Toprak çözültüsü daha konsantre duruma geldikçe Ca ve Mg iyonları, CO<sub>3</sub> iyonu şeklinde çökeler ve böylece Na iyonu oransal olarak fazlalaşır(Eröznel, 1986). Ayyıldız(1990)'da bildirildiğine göre; ABD Tuzluluk Laboratuvarınca yapılan değerlendirmede RSC değeri 1,25 meq/L den az olan sular sulama amacıyla kullanımda güvenli, 1,25-2,50 meq/L olanlar kontrollü kullanılabilir, 2,50 meq/L den fazla olanlar ise uygun değildir. Sulama ve açık drenaj kanalları ile kapalı drenajlardan alınan su örneklerinin çoğunda negatif olarak saptanan RSC değerleri, 2000 yılı Eylül ayında Açık Drenaj I'den alınan su örneğinde 1.75 olarak hesaplanmıştır.

Uygun sınırlarda olmayan pH, bitkilerde beslenme düzensizliklerine neden olur. Bitkiler için sulama sularında pH'nın normal değeri 6.5-8.4 arasındadır (Hoffman et al.1983). Suyun sınır değerler dışında kalan pH değerleri beslenme düzensizliklerine neden olmaktadır. Tablo 1'de görüldüğü gibi, 1999 yılında alınan su örneklerinin pH değeri sulama kanallarından alınanlarda 7.03-8.27, açık drenaj kanallarından alınanlarda 7.36-8.32 arasındadır, kapalı drenajlardan alınanlarda ise 6.94-8.34 arasındadır. 2000 yılında alınan örneklerde sulama kanallarından alınanlarda 6.83-7.83 arasındadır, açık drenaj kanallarından alınanlarda 7.12-8.23 arasındadır, kapalı drenajlardan alınanlarda ise 6.74-7.74 arasındadır. Görüldüğü gibi su örneklerinde pH yönünden herhangi bir sorun bulunmamaktadır. Başka bir anlatımla, araştırma alanında açık drenaj kanallarından ve kapalı drenajlardan alınan suların sulamada kullanılmasında pH açısından bir sorun bulunmamaktadır.

James (1988)'e göre sulama sularında 4 meq/L'den az olan Cl iyonu toksik etki yapmamakta, 4-10 meq/L arasında olması toksik etki ortaya çıkarmakta ve 10 meq/L'den fazlası ise sorunun şiddetini artırmaktadır. Buna göre araştırma alanından alınan su örneklerinde Cl iyonu yönünden bir sorun bulunmamaktadır(Tablo 1).

Sulama sularında SO<sub>4</sub> iyonu toprak içinde tuzluluğu artırıcı etkisi ile zararlı olmaktadır.

Scofield sınıflandırma sistemine göre, 12 meq/L ve daha fazla miktarlarda SO<sub>4</sub> iyonu içeren sular sulamada kontrollü kullanılmalıdır(Kanber ve ark., 1992). Tablo 1'de görüleceği gibi araştırma alanındaki su örnekleri içerisinde, 12 meq/L ve daha fazla boyutlarda SO<sub>4</sub> iyonuna rastlanmamıştır.

Ca, Mg ve K iyonları bitki gelişmesi için temel elementlerdir. Ca iyonunun sulama sularında olması, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkiler. Toprağı kolay işlenebilir, gevrek duruma getirir. Toprağa kalsiyum gibi etki eden magnezyum özellikle yeşil bitkilerin klorofillerinin önemli bir parçasını oluşturur. Doğal sularla ve toprak suyundaki miktarı nadiren birkaç ppm düzeyini geçen potasyumun toprakta tepkimesi sodyumda olduğu gibidir. Ancak öyle zararlı etkisi yoktur. Potasyum bitki büyümesi için temel sayılan elementlerden birisidir. Toprakta 3.6-9.5 meq/L arasında K bulunması durumunda, K iyonu toprak için yeterli değerlendirilmektedir(KHGM, 1991).

Tablo 1'in incelenmesinden anlaşılacağı gibi sulama sularının sodyum zararının saptanmasında kullanılan ve üç ayrı yöntemle hesaplanan SAR, Adj.SAR ve Adj.R<sub>Na</sub> birbirlerinden farklı çıkmıştır. Ancak her üç yöntemle elde edilen sodyum adsorbsiyon oranı değerleri düşük çıkmıştır.

Tablo 1'e göre PT değerleri genel olarak 3'den düşük olup, 1999 yılı ağustos ve eylül aylarında kapalı drenaj kanallarından alınan birer örnekte, 2000 yılı temmuz ayında açık drenaj kanallarından ve kapalı drenajlardan alınan 4 örnekte 3-5 arasında saptanmıştır. Kanber ve ark. (1992)'de verilen, Doneen (1966) tarafından geliştirilmiş potansiyel tuzluluğa göre sulama sularının sınıflandırılması çizelgesinde, killi topraklar için PT değeri 3'den düşük sular 1. sınıf, 3-5 arasında olan sular 2. sınıf sular; tınlı topraklar için PT değeri 5'den düşük olan sular 1. sınıf sular; kumlu topraklar için ise PT değeri 7'den düşük olan sular 1. sınıf olarak belirlenmiştir. Araştırma alanında drenaj kanallarından alınan 7 örnek, killi topraklar için 2. sınıf su olarak saptanmıştır. Kanber ve ark. (1992)'ye göre 1. sınıf sular özel işlem gerektirmeden sulamada kullanılmakta, 2. sınıf suların kullanılması ise yıkama, iyileştirici kullanma ve belirli bitkilerin yetiştirilmesi gibi önlemlerin alınmasını zorunlu duruma getirmektedir.

Sulama suyunun uzun süre kullanılmasıyla toprak geçirgenliğinde ortaya çıkabilecek değişmeyi belirleyen geçirgenlik göstergesi değerleri; Kanber ve (1992)'de verilen Doneen ve Wenderson (1960) tarafından geliştirilmiş sınıflandırmaya göre, düşük geçirgenlikli topraklar için çoğunlukla 2. sınıf, orta ve yüksek geçirgenlikli topraklar için se çoğunlukla 1. sınıftır. Düşük geçirgenlikli topraklarda 2. sınıf suların uzun süre sulamada kullanılması ile %35'lik bir geçirgenlik azalması oluşabilmekte, orta ve düşük geçirgenlikli topraklarda 1. sınıf suların kullanılması ile toprak geçirgenliğinde bir değişiklik oluşmamaktadır (Kanber ve ark. 1992).

Tablo 1'de görülebileceği gibi, çözünmüş halde kirecin çökeliş çökeltme durumunu belirlemeye yarayan LSI değerleri, araştırma alanındaki sulama ve drenaj kanallarından alınan su örneklerinin çoğunda pozitif çıkmıştır. LSI değeri pozitif ise suyun kireci çökeltceğini,



negatif ise kireci çözümlü olarak koruyacağını göstermektedir (Kanber ve ark.1992).

### SONUÇ

Çiftçiler tarafından çeşitli nedenlerle zaman zaman sulamada kullanılan drenaj sularının genel olarak orta tuzlu C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> sınıfında olmasına karşın, yüksek tuzlu C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfındaki sulara da rastlanmıştır. C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfı sular drenajı iyi olamayan topraklarda kullanılmamalıdır. Uygun bir drenaj ortamında kullanılsalar bile tuzluluk kontrolü gerekir ve tuza dayanıklı bitkiler seçilmelidir. Bu suların yörede çok yetiştirilen fasulye gibi tuzluluğa karşı çok duyarlı bitkilerin sulanmasında kullanılması sakıncalıdır. Drenaj sularının sulamada kullanımından kaçınılmalıdır. Ancak, zorunlu olduğu durumlarda araştırma alanında tarımı yapılan arpa ve şeker pancarı gibi tuza dayanıklı bitkiler ile rotasyon uygulaması yapılması gerekmektedir.

Ayrıca, araştırma alanında birçok çiftçinin drenaj kanallarından su almak amacıyla kanallara set vurarak kanallardaki su düzeyini yükseltmeye çalıştığı gözlenmiştir. Bu şekilde su düzeyi yükselen kanallara bağlı olan emici ve kolektör çıkış boruları su altında kalmakta ve drenler batık çalışmaktadır. Böylece kollektörler tersine çalışarak bazı durumlarda arazi tabansuyunun toprak yüzeyine kadar yükselmesine yol açmaktadır. Kurulan tarla içi drenaj şebekesinin sürekli çalışır durumda olması, bunun için de çıkış borularının sürekli açık tutulması gerekmektedir.

### KAYNAKLAR

- Aydın, A., Sezen, Y., 1995. Toprak Kimyası Laboratuvar Kitabı. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:174, Erzurum, 140-143.
- Ayyıldız, M., 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı 344, Ankara, 11-96.
- Bahçeci, İ., Tarsus, C., Yılmaz, T., 1981. Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı Suyunun Kalitesi. Toprak Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:77, Rapor Yayın No:63, Konya, 26-28.
- Bahçeci, İ., Tarı, A.F., Dinç, N., 2007. Konya Ovası Yüzeyaltı Drenaj Sistemlerinde Tabansuyu ve Drenaj Sularının Sulamada Kullanılma Olanakları. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi 21(3), 7-13.

- Çetin, M., Kırdı, C., Efe, H., Topçu, S., 2008. Düşük Kaliteli Suların Sulamada Kullanılmasının Neden Olabileceği Olası Tuzluluk Sorununun Coğrafi Bilgi Sistemi Ortamında İrdelenmesi. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi (20-22 Mart), II. Cilt, Ankara, 471-480.
- DSİ, 1993. Tabansuyu İzleme ve Değerlendirme Rehberi. DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara, 19-26.
- Donean, L.D., Wenderson, D.W., 1960. Quality of Irrigation Water and Chemical and Physical Properties of Soil. Trans. 7th. Intern. Congr. Of Soil Sci. Vol I:516-522.
- Donean, L.D., 1966. Water Quality Requirements for Agriculture. Proc. National Sym. Quality Standarts for Natural Waters, Univ. Michagan, Ann Report, 213-218.
- Eröznel, Z., 1986. Sulamada Su Kalitesi ve Tuzluluk Sorunları. Kültürteknik Giriş, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:996, Ankara, 97-110.
- FAO, 1992. The Use of Saline Waters for Crop Production. Food and Agriculture Organisation of The United Nations Rome (EDIT Rhoades, J.D., Kandiah, A., Mashall, A.M.). Irrigation and Drainage, Rome, 133s.
- Gemalmaz, E., 1993. Drenaj Mühendisliği. Cilt I., Atatürk Üniversitesi Yayın No:746, Ziraat Fakültesi Yayın No:317, Erzurum, 20-23.
- Greeberg, A.E., Lesceri, L.S., Eaton, A.D., 1992. Standart Methods for Examination of Water and Wast Water. U.S.A.102-468,
- Hoffman, G.J., Ayers, R.S., Doerring, E.J., McNeal, B.L., 1983. Salinity in Irrigated Agriculture. Design and Operation of Farm Irrigation Systems, ASAE, Michigan, 145-185.
- James, L.G., 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley & Sons., 260-299, New York.
- Kanber, R., Kırdı, C., Tekinel, O., 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No:21, Ders Kitapları Yayın No:6, 341, Adana.
- Kara, T., Arslan, H., 2004. Bafra Ovası Sulama Alanında Tabansuyu ve Tuzluluk Sorunları. Sulama Alanlarında Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu (20-21 Mayıs), Ankara, 89-95.
- KHGM, 1991. Türkiye Toprakları Verimlilik Envanteri. T.C Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Moore, J., Hefner, J.J., 1977. Irrigation with Saline Water. In The Valley of West Texas. Proc. Internal Salinity Conf. Managing Saline Waters for Irrigation Texas Tech. Univ. Lubberck, 339-340.