

## BAFRA OVASI DRENAJ SULARININ ÖZELLİKLERİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ VE SULAMADA KULLANILMA OLANAKLARI

\*Hakan ARSLAN<sup>1</sup>

Bilal CEMEK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Samsun  
\*e-mail: harslan55@yahoo.com

Geliş Tarihi: 26.04.2010

Kabul Tarihi: 30.03.2011

**ÖZET:** Bu çalışma kapsamında Bafra Ovası Sağ Sahil Sulama alanında bulunan drenaj kanallarındaki suların kimyasal özelliklerinin mevsimsel değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda ovada bulunan 7 ayrı drenaj kanalından Mayıs 2005 ile Nisan 2006 arasında aylık periyotlar halinde su numunesi alınmış ve EC, pH, Na, Ca, K, Mg, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, ve Cl analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları kullanılarak drenaj sularının Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) ve Artık Sodyum Karbonat Konsantrasyonu (RSC) değerleri belirlenmiştir. Drenaj kanallarında bulunan suların tuzluluk değerlerinin yaz aylarında sulama şebekesinin sularının karışması sonucunda seyredildiği belirlenmiştir. Ancak sulama uygulamasının sona ermesi ve kış yağışlarının başlamasıyla birlikte drenaj kanallarının tuzluluk değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Kış mevsimi süresince drenaj sularının tuzluluk değerlerinin yüksek olması, kış mevsimi süresince oluşan yağışlar ile birlikte arazideki tuzluluğun yıkandığını göstermiştir. Drenaj sularının yaz mevsimi süresince genelde Yüksek tuzlu-Düşük sodyumlu su olduğu (C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>), kış mevsiminde ise çok yüksek tuzlu-düşük sodyumlu su (C<sub>4</sub>S<sub>1</sub>) ve çok yüksek tuzlu - orta sodyumlu su (C<sub>4</sub>S<sub>2</sub>) olmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Bafra Ovası, Sulama, Drenaj, Tuzluluk

### SEASONAL VARIATION OF DRAINAGE WATER CHARACTERISTICS AND POSSIBILITY OF THE USE OF DRAINAGE WATER FOR IRRIGATION PURPOSES IN BAFRA PLAIN

**ABSTRACT:** This study analyzed the seasonal variation of chemical characteristics of water collected from the drainage channels in Bafra Plain Right Bank Irrigation area. For this purpose, water samples were collected monthly from 7 different drainage channels during the periods between May 2005 and April 2006, and then EC, pH, Na, Ca, K, Mg, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, and CL were analyzed by using these samples. Based on the results of chemical analysis, Sodium Adsorption Ratio (SAR) and Residual Sodium Carbonate Concentrations (RSC) values were determined. Research results showed that salinity values in drainage channels decreased in summer season due to the dilution effect of mixing irrigation water into the channels, while it increased due to precipitation during winter. High salinity values of drainage water in winter season indicated that rain in winter washed off salinity from the land. Drainage water class in summer season was high salt- low sodium (C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>) while that in winter was very high salt- low sodium (C<sub>4</sub>S<sub>1</sub>) and very high salt-medium sodium water (C<sub>4</sub>S<sub>2</sub>).

**Key Words:** Bafra Plain, Irrigation, Drainage, Salinity

## 1. GİRİŞ

Su, tarımsal üretim artışında en etkili bileşenlerden birisidir. Bu girdinin verimli olabilmesi ihtiyaç oranında kullanılmasıyla mümkündür. Bu nedenle suyun kontrolünün sağlanması için sulama tesislerinin iyi işletilmesi, genel sulama planlamalarının mutlaka yapılması ve planlı su dağıtımının diğer bir anlatımla su yönetiminin çok iyi uygulaması gerekmektedir.

Tarımsal drenaj, tabansuyunu bitki gelişimini engellemeyecek düzeye düşürmek ve kök bölgesinde tuz birikimini önlemek için yapılan mühendislik çalışmalarıdır. Sulu tarım uygulamalarında tarımsal drenaj, sulamanın ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmektedir (Apan ve Kara, 1999; Oğuzer, 1990). Sulama ve drenaj uygulamaları hangi iklim kuşağında olursa olsun üretimde sürekliliği sağlayan ve diğer faktörlerin değerlendirilmesine imkan tanıyan temel önlemlerdir. Nemli bölgelerde, bitki kök bölgesinde elverişli bir toprak-su-hava dengesini sağlamayı öngören drenaj uygulamalarının, sulama yapılan kurak ve yarı kurak alanlardaki amacı ise ayrıca toprakta uygun bir tuz dengesini sağlayarak tarım

arazilerinin çoraklaşmasını önlemektir (Çiftçi ve ark., 1995).

Drenaj suyunun kimyasal bileşimi, drenaj sistemi, tarımsal faaliyetler, toprağın yapısı, toprağın infiltrasyon hızı, başlangıçtaki toprak tuzluluğu, sulama yöntemleri ve iklim gibi çok sayıda faktöre bağlı olarak değişmektedir. Aynı zamanda sulama suyu kalitesini kontrol eden bu faktörler yardımıyla drenaj suyunun sulamada kullanım olanağı belirlenebilir (Erözel ve Çakmak, 1993). Harran ovasında Devlet Su İşleri (DSİ)'nin yapmış olduğu çalışmalar sonucunda meydana gelen drenaj ve tuzluluk sorunlarının temel nedeninin hatalı sulama olduğu tespit edilmiştir. Proje alanında topoğrafyanın düz olması, mansap sorununun varlığı, toprakların ağır bünyeli olması ve tesviye noksanlığı gibi doğal nedenler sorunu arttırdığı belirtilmektedir (Özer ve Demirel, 2003).

Toprakların ıslahında esas olan işlemlerden birisi yıkamadır. Toprakta tam bir ıslahın gerçekleştirilebilmesi için ihtiyaç duyulan yıkama suyu miktarını; toprak ve tabansuyundaki tuzların konsantrasyonu, cinsi, yıkama suyunun kalitesi, toprağın geçirgenliği, drenaj sisteminin etkinliği ve

yıkanmasına ihtiyaç duyulan toprak derinliği gibi faktörler etkilemektedir (Singh ve Dahiya,1979).

Bahçeci ve ark (2007), yılında Konya ovasında yüzey altı drenaj sistemleriyle tuz yıkanması ile drenaj sularının çevreye olası etkilerini kestirmek amacıyla yapmış oldukları çalışmada mevcut yüzey altı drenaj sistemi ile tarımsal sürdürülebilirliğin güvencede olduğunu belirlemiştir.

Cemek ve ark. (2006), Bafra Ovasında yapmış oldukları bir çalışmada ovada son yıllarda çeltik tarımının artmasıyla birlikte aşırı bir su kullanımının söz konusu olduğunu ve zaten tuzlu olan su kaynaklarının bir de yoğun olarak sulamada kullanılmasıyla ova topraklarındaki tuzluluğun daha da artabileceğini bildirmiştir.

Bu çalışma ile Bafra Ovasında drenaj kanallarındaki suların tuzluluk değerlerinin yıl içerisindeki değişimleri incelenmesi, drenaj kanallarının ovadaki tuzluluğun yıkanması üzerine olan etkilerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

### 2. 1. Materyal

#### 2. 1. 1. Coğrafi Konum

Çalışma alanı ülkemizin kuzeyinde Orta Karadeniz Bölgesinde 41° 10' - 41° 45' Kuzey enlemleri ve 35° 30' - 36° 15' Doğu Boylamları arasında Kızılırmak ile yan derelerin oluşturduğu delta ovasında yer almaktadır. En uzun mesafe doğu – batı yönünde 60 km ve kuzey – güney yönünde ise 32 km dir. Bafra Ovası Sulaması projesi kapsamında sulanması öngörülen alan, Samsun İlinin 23 km batısında Çakırlar mevkiinden başlayıp, batıda Yakakent İlçesine kadar uzanmaktadır. Güneyi Orta Karadeniz bölümünün esas dağ sıralarını teşkil eden Canik sıra dağlarının uzantıları ile sınırlanmıştır (Anonyomus, 1987). Araştırma sahasının yeri ve su numunesi alınan drenaj kanallarının yerleri Şekil 1. verilmiştir.

#### 2. 1. 2. İklim Özellikleri

Çalışma alanında Karadeniz Bölgesinin ılıman iklim özellikleri görülmektedir. Bafra Meteoroloji Müdürlüğünden alınan uzun yıllar (1989-2009) ortalama gözlem sonuçlarına göre en yağışlı ay aralık, en kurak ay ise temmuzdur. aylardır. Yıllık yağış toplamı uzun yıllar ortalamasına göre 722,5 mm dir. En sıcak ay temmuz ayı ve en soğuk ay ise ocak aylardır. (Anonymous, 2009). Araştırma alanına ait ortalama iklim verileri Çizelge 1. de verilmiştir.



Şekil 1. Araştırma sahası ve su numunesi alınan drenaj kanallarının durum planı

#### 2. 1. 3. Toprak Özellikleri

Araştırma alanının toprakları Kızılırmak'ın getirdiği genç alüvyonlar tarafından oluşmuştur. Çalışma alanı Bafra İlçe Merkezinden ovaya açıldığı noktadan başlayıp sahil kumullarına kadar olan bölümleri içermektedir. Göl ve deniz sedimentleri 2 m kotu altındaki Balık, Cernek ve Liman gölleri civarındaki alanlarda yer almışlardır.

Araştırma alanında toprak derinliği 1.5 m' den daha derindir. Toprak bünyeleri ağır olup geçirgenlikleri düşüktür. Toprakların büyük bir kısmı taşıma topraklardır. Biriktikleri yerlerde drenaj, havalanma ve kök işleme durumlarına bağlı olarak genellikle granüle ve blok yapıdadır. 2 m kotu altındaki toprakların bir bölümü mineral, bir bölümü organikdir. Genel olarak 20 m derinliğe kadar bir aküfer mevcut olup bariyer tabakası bunun altında yer almıştır (Anonymous, 1987).

#### 2. 1. 4. Su Kaynakları

Bafra Ovasının başlıca su kaynağı Kızılırmak Nehridir. Kızılırmak Nehri Derbent köyü mevkisinden ovaya girmekte ve ovayı iki parçaya ayırarak denize dökülmektedir. Çalışma kapsamında Kızılırmak nehrinin su kalitesini belirlemek amacıyla Derbent Barajı çıkış noktasından Temmuz 2005 tarihinde su numunesi alınmış ve analiz yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 2. de verilmektedir. Çizelge 2. incelendiğinde Kızılırmak nehrinin tuzluluk değerinin 1,29 dS/m olduğu görülmektedir.

**Çizelge 1.** Çalışma alanına ait bazı iklim parametrelerinin uzun yıllar ortalama değerleri (1989-2009) ve 2005 yılı yağış değerleri

İklim Parametresi	AYLAR												
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	91.2	48.9	54.9	55.6	38.1	33.4	26.3	52.5	71.8	79.6	79.9	100.4	722.5
Sıcaklık (°C)	5.7	6.9	7.8	11.2	15.6	20.2	22.7	22.3	19.0	15.1	12.0	8.4	13.9
Oransal Nem (%)	70.0	71.0	77.0	77.0	78.0	72.0	70.0	73.0	77.0	77.0	70.0	69.0	73.0
Yağış (mm) 2005 yılı	70,6	31,6	129	102,3	33,1	15,1	8,4	0,2	78,7	100	89,5	51,2	709,7

**Çizelge 2.** Kızılırmak nehrinin Derbent Barajı çıkış noktasından alınan suların analiz sonuçları

Su numunesi alınan tarihler	pH	EC (dS/m)	Cl (me/l)	SO <sub>4</sub> (me/l)	Na (me/l)	K (me/l)	Ca (me/l)	Mg (me/l)	Sınıfı
Temmuz 2005	7,71	1.29	4,85	5,50	0,11	4,42	4,85	3,06	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>

### 2. 1. 5. Sulama Tesisleri

Bafra Ovası Sulaması inşaatına 1991 yılında başlanılmış ve proje kapsamında sağ sahilde 14 279 ha'lık alanın sulanması planlanmıştır. Ovanın su kaynağı Derbent Barajıdır. Bugüne kadar yaklaşık 10 000 ha'lık alan sulamaya açılmış durumda ve inşaat çalışmalarına devam edilmektedir.

Çalışma sahasında henüz sulama şebekesinin tamamlanmadığı için veya şebekenin tamamlanarak sulamaya açılan alanlarda farklı nedenlerle şebekeden sulama yapamayan çiftçiler yeraltı suyundan veya drenaj kanallarından sulama yapmaktadır. Bafra Ovasında yeraltı suyu kalitesi denize yakın olan alanlarda C<sub>4</sub>S<sub>4</sub> sınıfında bulunmaktadır (Arslan ve ark., 2007).

### 2. 1. 6. Drenaj Tesisleri

Bafra Ovasında ilk drenaj çalışmaları 1960'lı yıllarda başlatılmıştır. Söz konusu tarihlerde her hangi bir sulama şebekesi bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalar, üst havzadan gelen ve doğal bir çıkış yapısı olmadığından, tarım arazilerinde deniz seviyesi nedeniyle çıkış ağız bulamayan suları tahliye etmek amacıyla, kanallar açılmıştır. Bu tarihlerde açılan drenaj kanallarının daha sonraki yıllarda Kızılırmak ile bağlantısı yapılmış ve bu kanallar kurak dönemlerde sulama amacıyla da kullanılmıştır. Araştırma alanında Proje kapsamında Koşuköy, Hacılar, Çorak, Badut, Boytar, Kuşaklama ve Bakırpınar Ana Drenaj kanalları açılmıştır. Bu drenaj kanallarından Koşuköy (3 200 m), Hacılar ( 8 172 m), Çorak (6 925 m), Badut ( 13 931 m), Kuşaklama ( 11 000 m) ve Bakırpınar kanalı ise (8 868 m) dir. Ayrıca bu kanallara bağlı 300 km uzunluğunda tersiyer ve sekonder drenaj kanalı bulunmaktadır.

### 2. 2. Yöntem

#### 2. 2. 1. Drenaj Kanallarından Su Numunesi Alınması

Çalışma alanında önceki yıllarda açılmış olan Koşuköyü, Hacılar, Çorak, Badut, Boytar, Kuşaklama ve Bakırpınar drenaj kanallarından Mayıs 2005 ile Nisan 2006 tarihleri arasında drenaj kanallarının Şekil 1. de gösterilen noktalarından aylık periyotlar halinde su numuneleri alınmıştır. Su örneklerinin alınmasında Ayyıldız (1990)'da verilen kriterler kullanılmıştır. Örnekler ikişer litrelik lastik tıpalı şişelere alınmış ve kuyu numaraları ile etiketlenmiştir. Çalışma alanına ait suların özelliklerinin belirlenmesi amacıyla örnekler üzerinde EC, pH, Na, Ca, K, Mg, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub> ve Cl analizleri yapılmıştır. Drenaj sularının özelliklerinin değişimi incelemek için çalışma aralığı sulama mevsimi içerisindeki dönem (Mayıs-Eylül ayları arası) ve sulama olmayan dönem (Ekim-Nisan ayları arası) olarak ikiye ayrılmıştır. Ayrıca drenaj sularının sulama mevsimi süresince olan değerlerine göre sulamada kullanılıp kullanılmayacağı incelenmiştir.

#### 2. 2. 2. Sulama Suyu Sınıflandırılmasında Kullanılan Eşitlikler

Sulama suyu analizlerinden elde edilen sonuçlar ile sulama sularında sodyumun zararının belirlenmesi için SAR değeri hesaplanmıştır. SAR değerlerinin belirlenmesinde Birleşik Amerika Tuzluluk laboratuvarınca geliştirilmiş olan Eşitlik (1.) kullanılmıştır (USSSL,1954). Bu eşitlik de Na, Ca ve Mg değerleri me/l olarak ifade edilmiştir

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

Sulama sularında yüksek miktarlarda bikarbonat konsantrasyonu bulunması durumunda toprak eriğinin daha konsantre hale gelmesi ile bu sularda kalsiyum ve magnezyum karbonat olarak çökmeye başlamaktadır. Toprak eriyindeki bu reaksiyonun tanımlanması ile ilgili olarak kalıcı Sodyum Karbonat (RSC) miktarının hesaplanması gerekmektedir. Eaton (1950) e göre RSC nin hesaplanmasında Eşitlik (2.) kullanılmıştır.

$$RSC = (CO_3^{--} + HCO_3^-) - (Ca^{++} + Mg^{++}) \quad (2)$$

Bu eşitlikde kullanılan bütün iyonlar me/l olarak ifade edilmiştir. RSC değerinin negatif olduğu drenaj kanallarındaki sular RSC açısından herhangi bir sorun oluşturmadığı için eksi değerde olan kuyuların RSC değeri sıfır olarak kabul edilmiştir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında Bafra Ovası Sağ Sahil sulama alanında yer alan 7 ayrı drenaj kanalına ait suların sulama mevsimi içerisi ve kış dönemindeki değerlerine ait bazı veriler Çizelge 3' de verilmektedir. Buna göre sulama mevsimi içerisinde drenaj kanallarının EC değerlerinin 1.51 dS/m ile 1.95 dS/m arasında değişim gösterdiği ve ortalama değer 1.74 dS/m olduğu görülmektedir. Sulama mevsiminin sona erdiği eylül ayından itibaren drenaj kanallarındaki suların tuzluluk değerlerinde artış görülmüş ve kış mevsimi süresince kanallardaki tuzluluk değerlerinin 1.67 dS/m ile 3.51 dS/m arasında değişim gösterdiği ve ortalama 2.34 dS/m olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 3.** Araştırma alanındaki drenaj kanallarına ait analiz değerleri

Kanal Adı	Parametre	Sulama mevsimi				Kış Mevsimi			
		Min.	Mak.	Ort	Std. Sapma	Min.	Mak.	Ort	Std. Sapma
Badut	EC (dS/m)	1.65	1.91	1.75	0.096	1.67	2.30	1.96	0.12
	pH	7.50	8.40	7.88	0.36	7.47	8.00	7.74	0.20
	SAR	3.34	4.07	3.82	0.30	2.47	4.31	3.70	0.62
	RSC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cl (me/l)	5.00	9.00	7.84	1.67	7.20	8.50	7.93	0.50
Boytar	EC (dS/m)	1.51	1.83	1.70	0.122	1.89	2.38	2.02	0.18
	pH	7.60	8.70	8.20	0.43	7.50	8.50	8.01	0.34
	SAR	3.45	4.46	3.84	0.41	2.84	4.79	3.83	0.74
	RSC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cl (me/l)	7.60	9.00	8.22	0.56	7.90	9.50	8.49	0.56
Kuşaklama	EC (dS/m)	1.51	1.68	1.61	0.074	1.75	3.75	2.69	0.71
	pH	8.10	8.60	8.34	0.18	7.20	8.70	7.97	0.49
	SAR	3.15	4.65	4.22	0.61	4.51	9.45	7.05	1.76
	RSC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cl (me/l)	7.20	9.80	8.88	1.06	8.80	28.00	16.61	6.45
Hacılar	EC (dS/m)	1.64	2.04	1.82	0.144	2.11	2.62	2.40	0.17
	pH	7.90	8.80	8.30	0.35	7.30	8.30	7.86	0.30
	SAR	3.91	4.37	4.22	0.19	4.17	6.11	5.06	0.75
	RSC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cl (me/l)	7.20	9.20	8.32	0.78	8.90	11.00	9.84	0.68
Çorak	EC (dS/m)	1.63	2.10	1.84	0.186	1.80	2.41	2.09	0.25
	pH	7.90	8.80	8.22	0.34	7.40	8.00	7.77	0.24
	SAR	2.62	4.43	3.75	0.75	2.58	3.83	3.34	0.51
	RSC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cl (me/l)	7.10	10.00	8.40	1.18	5.60	14.80	8.66	2.97
Koşuköyü	EC (dS/m)	1.60	1.75	1.67	0.060	1.67	2.68	2.38	0.33
	pH	7.40	8.70	8.18	0.51	7.60	8.10	7.79	0.18
	SAR	3.29	4.53	4.09	0.48	4.06	6.29	4.67	0.75
	RSC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cl (me/l)	7.80	9.60	8.66	0.68	8.40	10.00	9.30	0.61
Bakırpınar	EC (dS/m)	1.63	1.93	1.77	0.127	2.28	3.51	2.87	0.42
	pH	7.30	8.60	7.82	0.50	7.10	8.00	7.69	0.31
	SAR	2.35	4.13	3.48	0.68	5.22	7.91	6.91	0.87
	RSC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cl (me/l)	4.60	9.20	7.70	1.81	9.00	14.00	12.04	1.88

Drenaj kanallarındaki suların tuzluluk değerlerinin yıl içerisindeki değişimleri Şekil 2. de verilmiştir. Şekil 2.'deki grafik incelendiğinde sulama mevsiminin sona ermesi ile birlikte drenaj kanallarındaki tuzluluk değerlerinde farklı miktarlarda artış olduğu görülmektedir.

Sulama mevsimi ve kış mevsiminde drenaj sularının tuzluluk değerlerinin farklılık göstermesinin nedeninin sulama mevsimi süresince drenaj kanallarına kanaletlerden su bırakılması olduğu düşünülmektedir. Ovada sulama şebekesi güneyden kuzeye doğru inşa edilmekte olup henüz ovanın kuzey uçlarındaki sulama şebekesi tamamlanmamıştır. Bu nedenle ovanın üst kesimlerinde inşaatı tamamlanan kanaletlerden bu drenaj kanallarına çiftçiler tarafından su bırakılmakta ve ovanın alt taraflarındaki araziler sulanmaktadır. Kızılırmak nehrinin suyu ile drenaj sularının karışması sonucunda drenaj kanallarındaki suların tuzluluk değerlerinin sulama mevsimi süresince azaldığı belirlenmiştir. Sulama mevsimi sonunda kanaletlerden drenaj kanallarına verilen suların kesilmesine ve yağışlarının başlamasına rağmen kış mevsimi süresince drenaj kanallarındaki suların tuzluluk değerlerinde bir artış görülmüş ve bu artış kış mevsimi boyunca devam etmiştir.

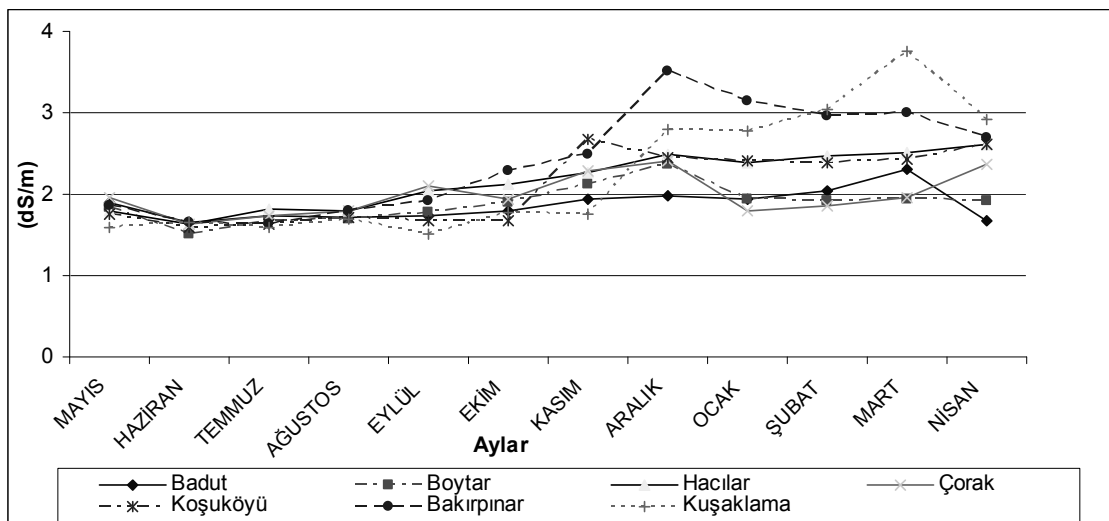
Arslan ve ark., (2008), yapmış oldukları bir çalışmada Bafra Ovasındaki tabansuyu tuzluluğunun yıllık değişimlerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda alandaki tabansuyu tuzluluğunun sulamanın başlamasıyla birlikte artışa geçtiği, sulama mevsiminin en yoğun olduğu temmuz ayında artışa devam ettiği ve sulama mevsiminin sona erdiği eylül ayında ise tabansuyu tuzluluğunun en yüksek değere ulaştığı ve sonraki sulama mevsiminin başında nisan ayında tabansuyu tuzluluğunun tekrar azaldığı belirlenmiştir. Alanda çalışma dönemi süresince

tabansuyu tuzluluk durumlarını gösteren harita Şekil 3. de verilmiştir.

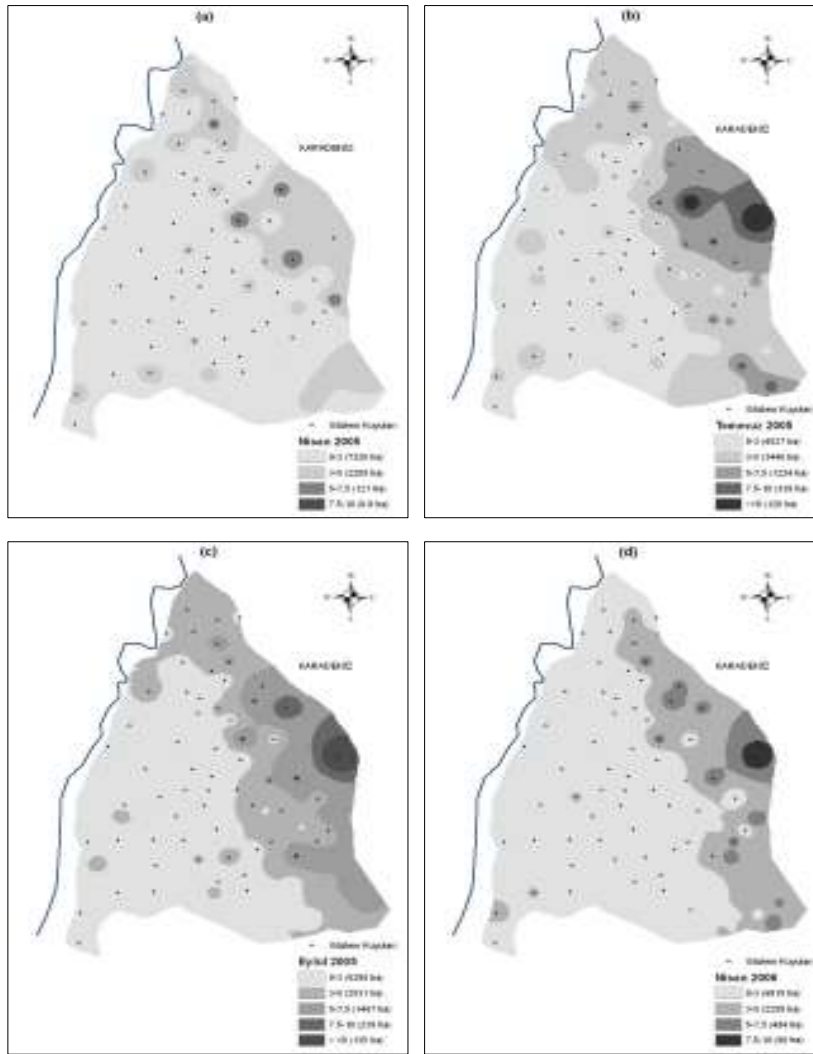
Drenaj kanallarındaki tuzluluğun kış mevsimi boyunca yüksek olmasına yağışlar ile birlikte alandaki tuzun yıkanmasının neden olduğu belirlenmiştir. Bu durum ise drenaj kanallarının işlevini yerine getirdiğini ve sulama mevsimi süresince arazide biriken tuzu yağışların başlamasıyla birlikte alandan uzaklaştırdığını göstermiştir.

Çalışma alandaki drenaj sularının sulama mevsimi boyunca SAR değerinin 2,35 ile 4,65 arasında değişim gösterdiği ve ortalama değerin ise 3,92 olduğu bulunmuştur. Kış mevsiminde ise bu değerin 2,58 ile 9,45 arasında değişim gösterdiği ve ortalama değerin 7,93 olduğu belirlenmiştir. Kış mevsimi süresince drenaj sularının SAR değerinde bir artış olduğu tespit edilmiştir.

Sulama sularının niteliklerinin sınıflandırılması için geliştirilen sistemlerden dünyada ve ülkemizde en çok kullanılan "ABD Tuzluluk Laboratuvar Sistemi" sınıflandırmasıdır. Bu sınıflandırmada, tuz konsantrasyonunu ve sodyum adsorbsiyon oranını göz önüne alınarak 16 kategori geliştirilmiştir. Sınıflandırmaya göre elektriksel iletkenlik değeri 0-0.25 dS/m olan sular tuzluluk açısından 1.sınıf, 0.25-0.75 dS/m arası olan sular 2. sınıf, 0.75-2.25 dS/m arası olan sular ise 3. sınıf ve 2.25 dS/m den fazla olan sular 4. sınıfına girmektedir. Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) kavramı değişebilir sodyumun toprağın fiziksel özellikleri üzerine olan etkisine dayanmaktadır. Suların sınıflandırılmasında SAR değeri için belirli bir sınır değeri bulunmamaktadır. Suyun elektriksel iletkenlik değeri yükseldikçe aynı SAR değerine sahip suyun sodyumluluk sınıfı da farklılık göstermektedir (USSSL, 1954).



Şekil 2. Drenaj kanallarındaki tuzluluğun aylık değişimi



Şekil 3. Tabansuyu tuzluluğunun yıl içerisindeki değişimi (Arslan ve ark., 2008)

Çizelge 3. de verilen drenaj sularına ait tuzluluk değerleri ile Çizelge 4. de verilen değerler karşılaştırıldığında bu sular ile alanda yetiştiriciliği yapılan mısırın sulanması durumunda verimde yaklaşık %25, biberde %35 ve fasulyede ise 60 oranında bir kayıp olacağı belirlenmiştir. Ancak çeltik ve buğday gibi bitkilerin sulanmasında ise verimde her hangi bir kayıp olmayacağı tahmin edilmektedir.

Sulama mevsiminin sona ermesi ile drenaj kanallarındaki suların tuzluluğunda artış görülmüş ve suların sınıfları, drenaj kanalları arasında farklılık göstermekle birlikte  $C_4S_1$  (Çok yüksektuzlu-Düşük sodyumlu su) ve  $C_4S_2$  (Çok yüksektuzlu-Orta sodyumlu su) olmuştur.

Drenaj kanallarındaki suların pH değerlerinin Çizelge 3. de görüldüğü gibi sulama mevsimi süresinde 7.10 ile 8,80 arasında değişim gösterdiği ve ortalama olarak ise 8.13 olduğu belirlenmiştir. Sulama mevsimi sonrası kış döneminde ise pH değerlerinin 7.10 ile 8.70 arasında değişim gösterdiği ve ortalama 7.83 olduğu tespit edilmiştir. Sulama sularında pH değerinin 6.5 ile 8.4 arasında olması istenmektedir. Sulama sularında pH değerinin sınır değerlerden

farklı olması bitkilerde dengesiz beslenme veya toksik maddelerin birikimine neden olur (Anonymous, 1994). Sulama mevsiminin sona ermesi ile birlikte drenaj sularının pH değerlerinin azaldığı bulunmuştur. Sulama mevsimi süresince Badut kanalı haricindeki diğer kanalların sularının pH değerlerinin bazı aylarda sulamada kullanılabilir değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Drenaj kanallarındaki suların RSC değerleri sulama mevsimi süresince sıfır değerinden küçük olduğu ve kış mevsimi süresince ise Bakırpınar Kanalı haricindeki kanallarda da RSC değerinin sıfırdan küçük olduğu belirlenmiştir. Bakırpınar kanalında ise RSC değerinin 0 ile 3.95 arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC) değerine göre sulama sınıflandırılmasında 1.25 me/l değerinden küçük olan sular 1.sınıf, 1.25 - 2.50 me/l arasında olanlar 2.sınıf orta kullanılabilir, 2.50 me/l den fazla ise sulama açısından uygun bulunmamaktadır (Eaton, 1950).

Çalışma sahasındaki drenaj sularının sulama mevsimi içerisinde RSC açısından her hangi bir sorun içermemektedir.

**Çizelge 4.** Bazı bitkilerin tuz toleransları (dS/m) (Anonymous, 1994; Kotuby ve ark., 1997; Bayraklı, 1998; Kanber ve ark., 1992).

Bitki Çeşidi	Eşik Değer (%)	Verimdeki Azalma (%)		
		10	25	50
Şekerpancarı	4.70	5.80	7.50	10.00
Çeltik	2.00	2.60	3.40	4.80
Domates	1.70	2.30	3.40	5.00
Mısır	1.10	1.70	2.50	3.90
Buğday	4.00	4.90	6.30	8.70
Biber	1.00	1.50	2.20	3.40
Lahana	1.20	1.90	2.90	4.60
Ispanak	1.30	2.20	3.50	5.70
Fastülye	0.70	1.00	1.50	2.40

Çalışma sahasındaki drenaj kanallarının Cl değerlerinin ise sulama mevsimi süresince 4.60 me/l ile 10.00 me/l arasında değişim gösterdiği ve ortalama 8.30 me/l olduğu, sulama mevsimi sonrasında ise 5.60 me/l ile 28.00 me/l arasında ve ortalama 10.41 olduğu belirlenmiştir. Sulama mevsiminin sona ermesinden sonra drenaj sularının Cl değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Sulama sularında klor en problemli anyon olarak kabul edilmektedir. 5 me/l'nin altındaki klor konsantrasyonları duyarlı bitkilerin, 5 me/l ile 10 me/l arasındaki değere sahip sular ile orta hassas bitkilerin, 10 me/l ile 20 me/l arasındaki değere sahip sular ile dayanıklı bitkilerin ve 20 me/l'nin üzerindeki değere sahip sular ile de çok dayanıklı bitkilerin sulanmasında sakınca bulunmamaktadır (Maas, 1990). Sulama alanında yetiştirilen bazı bitkilerin sulama suyunda bulunan klor içeriğine karşı olan toleransları Çizelge 5'de verilmiştir.

**Çizelge 5.** Bazı bitkilerin klor toleransları (Maas, 1990)

Değer Aralığı (me/l)	Bitki Çeşidi
<5	Domates, Kayısı, Erik
5-10	Biber, Patates, Mısır
10-20	Yonca, Arpa
20 <	Ayçiçeği, Şekerpancarı

Çizelge 3. de drenaj kanallarının sulama mevsimi içerisindeki klor verileri ile Çizelge 5 de verilen değerler karşılaştırıldığında; araştırma alanındaki drenaj suları domates, kayısı ve erik haricindeki tüm bitkilerin sulanmasında Cl açısından her hangi bir sorun oluşturmamaktadır.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada Bafra Ovası Sağ Sahil Sulaması sahasında bulunan 7 ayrı drenaj kanalının sularının kimyasal içeriklerinin mevsimsel değişiminin saptanması ve bu suların sulamada kullanılıp

kullanılmayacağı belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde drenaj kanallarındaki suların tuzluluk değerinin sulama mevsimi boyunca 1.51 dS/m ile 1.95 dS/m arasında ve kış mevsiminde ise bu değerlerin 1.67 dS/m ile 3.51dS/m arasında değişim göstermesi, sulama şebekesinden drenaj kanallarına verilen suların, drenaj kanallarındaki tuzluluğu seyreltiği belirlenmiştir. Sulama mevsiminin sona ermesi ve kış yağışları ile birlikte drenaj kanallarındaki suların tuzluluk değerlerinde bir artış olduğu belirlenmiş ve kış mevsimi boyunca alandaki topraklardan tuz yıkanması olduğu tespit edilmiştir.

Yaz mevsimi boyunca drenaj kanalları aynı zamanda sulama içinde kullanılmaktadır. Sulama mevsimi boyunca drenaj kanallarındaki suların özelliklerinin C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> (Yüksektuzlu-Düşük sodyumlu su) olduğu belirlenmiştir. Drenaj kanallarındaki bu suların drenajın tam sağlanmadığı alanlarda kullanılması sakıncalıdır. Bu suların drenaj olmayan alanlarda kullanılması arazide tuzluluk sorununa neden olabilmektedir. Bu suların sulamada kullanılması için mutlaka drenaj sisteminin olması ve çalışıp çalışmadığını sürekli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

Aynı şekilde drenaj sularının SAR ve klor değerlerinin de sulama mevsimi sonrasında arttığı belirlenmiştir. Drenaj kanallarındaki suların pH değerlerinin sulama açısından uygun olduğu belirlenmiştir. Drenaj kanallarındaki suların klor değerlerinin ise birçok bitkinin sulanmasında sorunsuz bir şekilde kullanılabilceği tespit edilmiştir.

Bafra Ovasında son yıllarda aşırı miktarda çeltik üretimi yapılmakta ve bunun sonucu olarak da aşırı miktarda su kullanımı olmaktadır. Önceki yıllarda yapılan çalışmalarda tabansuyu tuzluluğu açısından sorun olan alanlarda yıl içerisinde % 2.3 den % 19'lara kadar artış olduğu belirlenmiştir (Arslan ve ark., 2008).

Kanaletlerden su bırakılarak drenaj suları ile karıştırılan sular ile sulama yapılan alanlarda sulama şebekesi tamamlanmaya kadar tuza dayanıklı bitkiler yetiştirilerek verim kayıpları en aza indirilmelidir. Bu alanlarda tuza dayanıksız olan domates, mısır, biber, kavun ve karpuz gibi bitkilerin yerine tuza dayanıklı olan şekerpancarı, buğday gibi bitkilerin yetiştirilmesine ağırlık verilmelidir. Ancak sulama şebekesi tamamlandıktan sonra kanaletlerden drenaj kanallarına su bırakılmayacağı ve drenaj kanallarındaki suların ise sadece arazilerden drene olan sular olacağından, bu sular çok yüksek tuz içeriğine sahip olacaktır. Bu nedenle sulama şebekesi inşaatı tamamlandıktan sonra drenaj kanallarından kesinlikle sulama yapılmamalıdır.

Kızılırmak Nehri ülkemizin en tuzlu nehridir. Bu suyun sulamada aşırı derecede kullanılması ve yağış veya yıkamanın olmaması durumunda bir sulama sezonunda bile arazide tuzluluk probleminin oluşmasına neden olacağı görülmektedir. Bu nedenle alanda drenaj açısından sorun olan bölümlerde drenaj sisteminin düzenli bir şekilde çalışıp çalışmadığının sürekli olarak gözlem altında tutulması gerekmektedir. Ayrıca sorun oluşan alanlarda mutlaka drenaj kanallarında temizlik veya ek drenaj kanalı açılması gibi önlemler alınmalıdır.

## 5. KAYNAKLAR

- Anonymous, 1994. FAO, Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage Paper, No:29 Rome
- Anonymous, 1987. Bafra Ovası Planlama Revizyon Raporu, DSİ VII. Bölge Müdürlüğü, Samsun
- Anonymous, 2009. Bafra Meteoroloji İstasyonu İklim Verileri. Samsun
- Arslan, H., Güler, M., Cemek, B., Demir, Y., 2007. Bafra Ovası Yeraltı Suyu Kalitesinin Sulama Açısından Değerlendirilmesi, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2007, 4(2): 219-226
- Arslan, H., Hacıömeroğlu, G., Bahadır, M. Bafra Ovasında Sulamanın Tabansuyu Tuzluluğu Üzerine Etkisinin ve Tuzluluğun Yıllık değişiminin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak Belirlenmesi. Sulama ve Tuzlanma Konferansı, s33-44, 2008, Şanlıurfa
- Ayyıldız, A., 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı 344, Ankara.
- Bahçeci, İ., Tarı, A.F., Dinç, N., Konya Ovası Yüzealtı Drenaj Sistemlerinde Tabansuyu Ve Drenaj Sularının Sulamada Kullanılma Olanakları, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2007, 21(43):7-13
- Bayraklı, F., 1998. Toprak Kimyası. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:26, 1. Baskı, Samsun, 214s.
- Çiftçi, N., Kara, M., Yılmaz, M ve Ugurlu, N., 1995. Konya Ovasında Drenaj Suları ile Sulanan Arazilerde Tuzluluk ve Sodyumluluk Sorunları. V. Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, 471-481, Antalya
- Cemek, B., Güler, M., Arslan, H., 2006. Bafra Ovası Sağ Sahil Sulama Alanındaki Tuzluluk Dağılımının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Belirlenmesi, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 37 (1), 63-72, 2006 ISSN 1300-9036
- Eaton, F.M., 1950. Significance Of Carbonates In Irrigation Waters Soil. Sci. 69: 123-133.
- Erözel, Z., Çakmak, B., 1993. Drenaj Suyunun Sulamada Kullanılması Toprak Su Dergisi, Sayı II, 1-6, Ankara
- Kara, T., Apan, M., 1998. Bafra Ovası Emenli ve Karaburç Köyleri Drenaj Alanlarında Taban Suyu Seviyesinin ve Tuz İçeriğinin Yıl İçerisindeki Değişiminin Saptanması, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi Sayı:3, Samsun
- Kotuby, J., R.Koenig and B.Kitchen, 1997. Salinity and Plant Tolerance. Utah State University Extension. AG-SO-03., Utah.
- Maas, E.V., 1990. Crop Salt Tolerance. Agricultural Salinity Assessment and Management ASCE, New York. pp 262-304.
- Oğuzer, V., 1990. Drenaj ve Arazi Islahı Ders Kitabı Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları
- Özer, N. ve Demirel, F.A., 2003. Şanlıurfa ve Harran Ovalarında İşletme Aşamasında Tabansuyu ve Tuzluluk Problemleri, II. Ulusal Sulama Kongresi Bildirileri, 193-199, Aydın
- Singh, M. ve I.S. Dahiya, 1979. Simultaneous Transport of Surface Salt and Water Through Unsaturated Soils During Infiltration and Redistribution. Soil Sci. Plant Anal. 10:591-611
- U.S.S.L., 1954. U.S. Salinity Lab. Staff. Diagnosis and Improvement Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook 60, USA.