

**T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TO-YL-2007-0001**

**AYDIN İLİ BAZI YERALTI VE YERÜSTÜ SU
KAYNAKLARININ KİRLİLİK DURUMLARININ
BELİRLENMESİ**




HAZIRLAYAN: PINAR KANBER

DANIŞMAN: Prof. Dr. GÖNÜL AYDIN

AYDIN-2007

T.C
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Pınar KAMBER'in hazırlamış olduğu Yüksek Lisans Tezi aşağıda isimleri bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir. 22.01.2007

<u>ADI VE SOYADI</u> :	<u>ÜNİVERSİTESİ</u> :	<u>İMZASI:</u>
Prof. Dr. Gönül AYDIN	Adnan Menderes Üniversitesi	
Doç. Dr. Cafer TURGUT	Adnan Menderes Üniversitesi	
Yrd.Doç. Dr. Saim SEFEROĞLU	Adnan Menderes Üniversitesi	

Jüri Üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'nun.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.....

Prof. Dr. Serap AÇIKGÖZ
Enstitü Müdürü

TEZ VERİ

Yazar

Yardım

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU TEZ MERKEZİ

TEZ VERİ GİRİŞ FORMU

(Tez yazarı tarafından bilgisayarda doldurularak kaydedilmeli Referans Numarası alındıktan sonra basılarak imzalanmalıdır.)

Ref No: 23129
Tez No:
(Tez Merkezi tarafından
doldurulacaktır.)

Yazar Adı / Soyadı :	PINAR	KANBER
<small>(E-Posta adresinizi yazarken mutlaka açılı olarak yazınız. Kısıtlama kulllanmayınız.)</small>		
Uyruğu :	T.C.	T.C. Kimlik No : 15514567420
Telefon No :	0 312 7962106	GSM No : 0 542 7835081
E-Posta Adresi :	pinarkanber@hotmail.com	
Tezin Özgün Dili :	Türkçe	
Tezin Adı :	AYDIN İLİ BAZI YERALTI VE YERÜSTÜ SU KAYNAKLARININ KİRLİLİK DURUMLARININ BELİRLENMESİ	
<small>(Tezin özgün dildeki adı: Yandaki alana en fazla 200 karakter yazılabilir.)</small>		
Tezin Türkçe Adı :	AYDIN İLİ BAZI YERALTI VE YERÜSTÜ SU KAYNAKLARININ KİRLİLİK DURUMLARININ BELİRLENMESİ	
<small>(Tezin özgün dil Türkçe değilse buraya doldurunuz. Yandaki alana en fazla 200 karakter yazılabilir.)</small>		
Tezin İngilizce Adı :	DETERMINATION OF POLLUTION LEVEL OF SOME GROUND AND UNDERGROUND WATER SOURCES IN AYDIN REGION	
<small>(Tezin özgün dil Türkçe ise İngilizce adını buraya yazınız. Yandaki alana en fazla 200 karakter yazılabilir.)</small>		
Tezin Konu Başlığı :	1. Ziraat 2. 3.	
Tezin Yapıldığı Yer :	Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ZİRAAT TOPRAK	
Tez Türü :	Yüksek Lisans	
Tez Yılı :	2007 (yyyy)	
Sayfa Sayıları :	107 (Toplam)	Ana Bölüm : 100
<small>Giriş Sayfaları : (Bölüm rakamlarıyla numaralandırılmış bölümler)</small>	6	Ekler: 1 <small>(Ana bölümden farklı numaralandırılmış ise.)</small>
Tez Danışmanları : Ünvanı	Adı	Soyadı
1. Danışman : Prof.	GÖNÜL	AYDIN
2. Danışman :		
3. Danışman :		

Dizin Terimleri:

(Dizin terimleri listeden seçiniz. İnceci dizin terimini girerek listeden kutucuğa getiriniz. Kutucuğun yanındaki linke tıklayınız. Gelen alfabetik listeden uygun harfi seçiniz. Aradığınız terimi listede bulamazsanız bildiğiniz terimi uygun kutucuğa yazabilirsiniz.)

Türkçe Dizin Terimleri	İngilizce Dizin Terimleri
Yer altı suları	Ground waters
Yer üstü suları	Ground waters
Kirlilik	Pollution
Sulama suyu	Irrigation water

Önerilen Dizin Terimleri: (YOK Dizin terimleri listesinde bulunmayıp seçtiğiniz terimler)

Türkçe İngilizce

Tezin Metin Formatı Dışındaki Ekleri: (Aynı türden 1'den çok dosya varsa ilgili kutuda dosya adlarını noktalı virgül (,) ile ayırınız.)

Resim: - Dosya adı:
Harita: - Dosya adı:
Görüntü: - Dosya adı:
Ses: - Dosya adı:
Program: - Dosya adı:
Diğer: - Lütfen Belirtiniz:

Kısıtlama :Yok
Proje desteği aldıysa Proje no: ZRE-05020

Dosya
adı:
Kısıtlama Bitiş Tarihi: (gg/aa/yyyy)

Tarih: _____

İmza: _____

Bu belgenin İnternet Adresi : <http://www.yok.gov.tr/YokTezForm>

Önceki

Yazdır

Yardım

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA</u>
İÇİNDEKİLER	I
ÖZ	III
ABSTRACT	III
ÇİZELGELER LİSTESİ	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM	
3.1. Materyal	17
3.2. Yöntem	
3.2.1. Su örneklerinin alınması yöntemi	19
3.2.2. Su örneklerinin analizinde kullanılan yöntemler	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	
4.1. Örneklerin analiz sonuçları	25
4.2. Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi	
4.2.1. pH değerleri	30
4.2.2. EC değerleri	32
4.2.3. Kalsiyum konsantrasyonları	34
4.2.4. Potasyum konsantrasyonları	36
4.2.5. Magnezyum konsantrasyonlar	38
4.2.6. Sodyum konsantrasyonları	40
4.2.7. SAR değerleri	42
4.2.8. ESP değerleri	45
4.2.9. SSP değerleri	47

II

4.2.10. Klor konsantrasyonları	49
4.2.11. Sülfat konsantrasyonları	51
4.2.12. Organik madde konsantrasyonları	53
4.2.13. Nitrat konsantrasyonları	55
4.2.14. Nitrit konsantrasyonları	57
4.2.15. Karbonat konsantrasyonları	59
4.2.16. Bikarbonat konsantrasyonları	61
4.2.17. Geçici sertlik değerleri	63
4.2.18. Bütün sertlik değerleri	65
4.2.19. Kalıcı sertlik değerleri	67
4.2.20. Demir konsantrasyonları	69
4.2.21. Mangan konsantrasyonları	71
4.2.22. Çinko konsantrasyonları	73
4.2.23. Bor konsantrasyonları	75
4.2.24. Kobalt konsantrasyonları	77
4.2.25. Krom konsantrasyonları	79
4.2.26. Nikel konsantrasyonları	81
4.2.27. Kadmiyum konsantrasyonları	83
4.2.28. Kurşun konsantrasyonları	85
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	87
6. ÖZET	90
7. SUMMARY	91
8. TEŞEKKÜR	92
9. KAYNAKLAR	93
EKLER	VII
ÖZGEÇMİŞ	VIII

ÖZ

Araştırma, Aydın Regülatörünün sağ sulama ana kanalı boyunca seçilen yaklaşık 5500 ha'lık bir alanda yürütülmüştür. Bu alanda mevcut 15 yer altı ve 4 yerüstü su kaynağından Mayıs – Temmuz – Eylül aylarında olmak üzere, toplam 40 örnek alınmıştır. Bu örneklerde pH, EC, CO_3^{-2} , HCO_3^{-1} , NO_2^{-} , NO_3^{-} , SO_4^{-2} , Cl^{-1} , sertlik, Na, K, Mg, Ca ve ağır metallerin (Fe, Mn, B, Zn, Cr, Co, Ni, Cd, Pb) analizleri yapılmıştır.

Mn, Zn, B, Co, Cr, Ni, Cd, Pb, organik madde, nitrat, nitrit, karbonat, bikarbonat, geçici sertlik, bütün sertlik, kalıcı sertlik, EC, K, Mg, Na, SAR, ESP parametrelerin sulama suyu için belirlenmiş sınır değerlerin oldukça üzerinde olduğu ortaya konulmuştur. Bu nedenle 7 nolu nokta hariç diğer su kaynaklarının sulama suyu olarak kullanılabilir nitelikte olmadığı belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Yeraltı suları, yüzey suları, kirlilik, sulama suyu.

ABSTRACT

The research were carried out in approximately 5500 ha area chosen a long the right irrigation main canal of Aydın Regulator totally 40 samples were taken from 15 under ground water and 4 ground water sources in taking place in the area in May – July – September. pH, EC, carbonate, bicarbonate, nitrit, nitrate, sulphate, chlorine, water hardness, Na, K, Mg, Ca, and heavy metal (Fe, Mn, B, Zn, Cr, Co, Ni, Cd, Pb) content analyses were performed.

The results showed that parameters of Mn, Zn, B, Co, Cr, Ni, Cd, Pb, organic matter, nitrat, nitrite, carbonate, bicarbonate, EC, K, Mg, Na, SAR, ESP, water hardness were quite higher than the limits determined for irrigation water. Therefore, these water sources were not classified as irrigation water having good qualities.

KEY WORDS: Underground water, ground water, pollution, irrigation water.

Çizelge No	ÇİZELGELER	Sayfa No
Çizelge 1.	Aydın İli sınırları içinde enerji, sulama veya içme suyu amaçlı kullanılabilir önemli su kaynakları	3
Çizelge 2.	Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri	21
Çizelge 3.	Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalite parametreleri	23
Çizelge 4.	Sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin konsantrasyonları	24
Çizelge 5.	Analiz sonuçlarının toplu gösterimi	26
Çizelge 6.	Su örneklerindeki pH konsantrasyonları	31
Çizelge 7.	Su örneklerindeki EC konsantrasyonları	33
Çizelge 8.	Su örneklerindeki kalsiyum konsantrasyonları	35
Çizelge 9.	Su örneklerindeki potasyum konsantrasyonları	37
Çizelge 10.	Su örneklerindeki magnezyum konsantrasyonları	39
Çizelge 11.	Su örneklerindeki sodyum konsantrasyonları	41
Çizelge 12.	Su örneklerindeki SAR değerleri	44
Çizelge 13.	Su örneklerindeki ESP değerleri	46
Çizelge 14.	Su örneklerindeki SSP değerleri	48
Çizelge 15.	Su örneklerindeki klor madde konsantrasyonları	50
Çizelge 16.	Su örneklerindeki sülfat konsantrasyonları	52
Çizelge 17.	Su örneklerindeki organik madde konsantrasyonları	54
Çizelge 18.	Su örneklerindeki nitrat konsantrasyonları	56
Çizelge 19.	Su örneklerindeki nitrit konsantrasyonları	58
Çizelge 20.	Su örneklerindeki karbonat konsantrasyonları	60
Çizelge 21.	Su örneklerindeki bikarbonat konsantrasyonları	62
Çizelge 22.	Su örneklerindeki geçici sertlik değerleri	64
Çizelge 23.	Su örneklerindeki bütün sertlik değerleri	66
Çizelge 24.	Su örneklerindeki kalıcı sertlik değerleri	68
Çizelge 25.	Su örneklerindeki demir konsantrasyonları	70

Çizelge 26.	Su örneklerindeki mangan konsantrasyonları	72
Çizelge 27.	Su örneklerindeki çinko konsantrasyonları	74
Çizelge 28.	Su örneklerindeki bor konsantrasyonları	76
Çizelge 29.	Su örneklerindeki kobalt konsantrasyonları	78
Çizelge 30.	Su örneklerindeki krom konsantrasyonları	80
Çizelge 31.	Su örneklerindeki nikel konsantrasyonları	82
Çizelge 32.	Su örneklerindeki kadmiyum konsantrasyonları	84
Çizelge 33.	Su örneklerindeki kurşun konsantrasyonları	86

Şekil No	ŞEKİLLER	Sayfa No
Şekil 1.	Araştırma alanı ve örnekleme noktaları	18

1. GİRİŞ

Su yaşamın temel kaynağıdır. İnsan vücudunun yaklaşık 2/3'si sudan oluşmaktadır. Dünyadaki toplam su miktarı 1 milyar 400 milyon km³'tür. Yani yeryüzünün % 70'i su ile kaplıdır. Bu suyun % 97.5'ini denizlerde ve okyanuslardaki tuzlu sular işgal etmektedir. Geriye kalan % 2.5'lük bölüm ise, tatlı su kaynağı olup çeşitli amaçlar için kullanılabilir durumdadır. Tatlı suyun yaklaşık % 70'i buzullarda ve derin akiferlerde bulunmaktadır. Dünyadaki tatlı su kaynaklarının ancak % 1'den daha az bir kısmı kullanıma müsait durumdadır (Anonymous, 2006a).

Kullanılabilir suyun yeryüzünde dengeli dağıldığını söylemek mümkün değildir. Dünya nüfusunun halen 1/3'ü yeterli ve sağlıklı su kaynaklarına sahip bulunmamaktadır. Birleşmiş Milletler verilerine göre; 1.5 milyardan fazla insanın sağlıklı içme suyuna ulaşamadığı dünyamızda, 2 milyar 600 milyon kişi de atık suları arıtacak sistemlerden yoksun olarak yaşamaktadır. Her yıl 250 milyon insan kirli sulardan bulaşan hastalıklara yakalanmakta ve bunlardan 5 milyonu bu sebeple hayatını kaybetmektedir (Anonymous, 2006a).

Nüfus artış hızının çok yüksek oluşu kullanılabilir su miktarının azalmasına neden olmaktadır. 2000'li yıllarda 6.2 milyar olan dünya nüfusunun 2025'te 8.5 milyar, 2050'de de 10.5 milyar olması beklenmektedir. Aşırı nüfus artışı nedeniyle tarımda kullanılan su miktarı azalmış ve kullanım % 70'den % 63'e düşmüş, evsel ihtiyaçlardaki su kullanımı ise % 27.5'ten % 32'ye yükselmiştir. Dünyada 1940 yılında toplam su tüketimi 1.000 km³ iken, 1960 yılında 2.000 km³, 1990 yılında 4.130 km³'e ulaşmıştır. Önümüzdeki yıllarda su tüketiminin % 25 oranında artması beklenmektedir (Anonymous, 2003a).

Ülkelerin su potansiyeli bakımından durumları kişi başına su tüketim potansiyeli ile ölçülmektedir. Uluslararası kriterlere göre kişi başına su potansiyeli 10.000 m³'ten fazla olan ülkeler su zengini, 3.000-10.000 m³ arasında olan ülkeler kendi ihtiyaçlarını karşılayabilen, 1.000-3.000 m³ arasında olanlar su sıkıntısı

bulunan, 1.000 m³'ten az olanlar ise su fakiri ülkeler olarak değerlendirilmektedir. Dünyada kişi başına ortalama su tüketimi 800 m³ yıl⁻¹ civarındadır (Anonymous, 2003b).

Türkiye bugün su sıkıntısı çeken ülkeler arasında değildir. Ancak gerekli önlemler alınmazsa çok kısa süre sonra su sıkıntısı çeken ülkeler arasına girebilir. Türkiye'de kişi başına düşen ortalama su miktarı 1730 m³ yıl⁻¹'dir. Aynı değer komşumuz Irak'ta 2000 m³ yıl⁻¹, Batı Avrupa'da ise 5.000 m³ yıl⁻¹'dir. 2030 yılında nüfusumuzun 80 milyon olacağını varsayarsak kişi başına düşen yıllık su miktarı 1.100 m³ olacaktır. Bu değer halen su sıkıntısı çeken ülkeler rakamıdır (Anonymous, 2003a).

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü verilerine göre; Türkiye'de yıllık ortalama yağış yaklaşık 643 mm olup, bu da yıllık ortalama 501 milyar m³ suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 milyar m³'ü toprak ve su yüzeyleri ile bitkilerden oluşan buharlaşma ile atmosfere geri dönmektedir. 69 milyar m³'lük kısmı yeraltı sularını beslemekte, 158 milyar m³'lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve göllere boşaltılmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar m³'lük suyun 28 milyar m³'ü pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyuna tekrar geri dönmektedir. Ayrıca komşu ülkelere gelen yılda ortalama 7 milyar m³ su bulunmaktadır. Böylece ülkemizin brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 milyar m³ olmaktadır (Anonymous, 2006b).

Yeraltı suyuna karışan 41 m³ de dikkate alındığında ülkemizin yenilebilir su potansiyeli 234 milyar m³ olarak hesaplanmıştır. Ancak günümüz teknik ve ekonomik şartları çerçevesinde, çeşitli amaçlara yönelik olarak tüketilebilecek yerüstü su potansiyeli yurt içindeki akarsulardan 95 milyar m³, komşu ülkelere yurdumuza gelen akarsulardan 3 milyar m³ olmak üzere yılda ortalama 98 milyar m³, buna 14 milyar m³ olarak belirlenen yeraltı suyu potansiyelini de eklediğimiz

zaman ülkemizin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama 112 milyar m³ olmaktadır (Anonymous, 2006b).

Büyük Menderes Nehir Havzası, Türkiye'nin güney batısında, Batı Anadolu'da yer almaktadır. Coğrafi özellik itibariyle havza Aşağı Büyük Menderes Havzası ve Yukarı Büyük Menderes Havzası olarak 2 bölümde incelenmekte ve bu alan 24.796 km²'lik bir yağış alanını ifade etmektedir. Bir başka deyişle 25.000 km²'lik bir sahaya düşen yıllık yağışların, akışa geçen kısmı Büyük Menderes Nehri'nin su verisini teşkil etmektedir. Yapılan araştırmalara göre, yıllık yağış potansiyeli 16.384.000.000 m³'tür. Bu miktarın Büyük Menderes Nehri'ni oluşturan kısmı 3.374.000.000 m³ olarak hesaplanmaktadır. Büyük Menderes Nehri'nin uzunluğu 584 km.'dir (Anonymous, 2003c).

Çizelge 1: Aydın İli sınırları içinde enerji, sulama veya içme suyu amaçlı kullanılabilir önemli su kaynakları

SUYUN ADI	MİN.AKIM (m ³ sn ⁻¹)	MAX. AKIM (m ³ sn ⁻¹)	ORT.AKIM (m ³ sn ⁻¹)
Büyük Menderes Nehri	1.00	700	95.90
Çine Çayı	0.22	754	11.20
Akçay	0.004	467	18.51
Köşk Deresi	0.006	170	1.28
İkizdere	0.00	420	2.61
Dandalas Çayı	0.100	250	2.90
Kapızdere	0.00	150	0.85

Menderes Havzası 900'lü rakımlardan başlayarak Ege Denizi'ne kadar sağ ve sol yamaçlardan kaynaklanan zengin su akışlarıyla binlerce yıl içerisinde oluşturduğu tekne biçimindeki vadi, zengin yeraltı su kaynaklarına da sahiptir (Anonymous, 2003c).

İlimizde açılan araştırma kuyu verilerine göre; yaklaşık 290-300 milyon m³'lük bir yeraltı su servetimiz mevcuttur. Bu rezervuarlarımızdan yaklaşık 80-90 milyon m³'lük bir kısmını kullanmaktayız. Nitekim 17 ilçemizde ve 262 köyde

toplam 13.319 adet artezyen mevcuttur. Bu sularla 279.235 dekar arazi sulanmaktadır. Ayrıca bu kuyuların 637 adedinden de içme suyu temini yönünde yararlanılmaktadır. Keson kuyularla beraber yeraltı su kaynaklarımızdan faydalanmaya yönelik kuyu sayımız 15.000'den fazladır (Anonymous, 2003c).

Şu anda mevcut su kaynaklarımız yeterlidir. Fakat bu kaynakların kirlenmeden korunması da önemli bir kriterdir. Su kirliliği, çevre kirliliğinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Ziraat Organizasyonu su kirliliğini “canlı kaynaklara zararlı, insan sağlığı için tehlikeli, balıkçılık gibi çalışmalarını engelleyici, su kalitesini zedeleyici etkiler yapabilecek maddelerin suya atılması” şeklinde tanımlamaktadır. Bir başka tanıma göre ise, “bir sudaki (akarsu, göl ve deniz) canlı hayatın (sucul hayatın) değişmesine o suyun kirlenmesi denir. Kirli suyu, kullanım amacına uygun olmayan su olarak tarif etmek mümkündür (Turgut, 2003).

Su kirliliğinin en önemli nedenleri arasında hızlı sanayileşme ile beraber gelen endüstriyel atıklar, hızlı nüfus artışı ile birlikte gelen evsel atıklar, plansız kentleşme ve bununla beraber yetersiz alt yapı, zirai atıklar verilebilir. Bu faktörler suları ayrı ayrı veya birlikte kirletebilmektedirler. Su kaynaklarımızın belirtilen nedenler ile kirlenmesi sonucu bu kaynaklardan etkin bir şekilde faydalanılamamaktadır. Hatta bu kaynaklar kaybedilmektedir. Bu durumda kendimiz açısından ciddi yaşamsal problemler meydana gelmektedir (Gidirişlioğlu ve ark., 1998).

Sanayinin çevre üzerindeki olumsuz etkisi diğer faktörlerden çok daha fazladır. Sanayi kuruluşlarımızın; sıvı atıkları ile su kirliliğine, buna bağlı olarak gelişen toprak ve bitki örtüsü üzerinde aşırı kirlenmelere sebep olduğu ve doğa tahribine yol açtığı bilinmektedir. Diğer yandan kimyasal gübrelerin bilinçsizce ve aşırı kullanımı da zamanla toprağı çoraklaştırmakta, bunun sonucunda hem toprağın verimi düşmekte, hem de yeraltı sularına sızması ve yüzey su akışlarıyla birlikte yerüstü sularına karışması neticesinde su kirliliğine sebep olmaktadır (Anonymous, 2004a).

Akarsuyu bol olan Ülkemizde de bu tür sorunlar yaşanmaya başladığını belirten yetkililer özellikle Gediz, Büyük Menderes, Ergene ve Sakarya gibi nehirlerde kirliliğin ciddi boyutlara ulaştığını vurgulamaktadırlar (Anonymous, 2004b).

Sanayi sektöründe arıtma tesisine sahip işletmelerin oranı % 9'dur. Arıtma tesisi bulunmayan kuruluşlar içerisinde; özel sektörün oranı % 16 olmasına rağmen, kamu sektörünün oranı % 84'tür. Ülkemizde faaliyette bulunan organize sanayi bölgelerinden sadece % 14'ünde arıtma tesisi bulunmaktadır. 3215 belediyenin bulunduğu ülkemizde 141 belediyede kanalizasyon sistemi vardır, bunun da sadece 43 tanesinde arıtma tesisi bulunmaktadır. Bir başka ifade ile kanalizasyon sularının %98.67'si hiç arıtılmadan akarsulara, göllere ve denizlere bırakılmaktadır. Ülkemizde Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından başlatılan kırsal alanlarda evsel atık suların doğal arıtma sistemi projesi ile değerlendirilmesi ve tekrar kullanımı sağlanmaya başlanmıştır. Böyle yararlı bir proje ülke genelinde yaygınlaştırılmalıdır (Anonymous, 2004b).

Zirai mücadele için kullanılan ilaçlamalarda havadaki ilaç zerrecilerinin rüzgarlarla sulara taşınması veya pestisid üretimi yapan fabrika atıklarının durgun veya akarsulara boşaltılması sonucunda su kaynaklarımız pestisidlerle kirlenmektedir. Yıllardır bilinçsiz bir şekilde açılan yeraltı su kuyuları sebebiyle yeraltında bulunan suyu tüketme noktasına gelinmiştir. Yeraltı su seviyesi her geçen gün düşmekte, suya ulaşabilmek için artık çok derinlere inmek zorunluluğu vardır. Mevcut kuyuların bir çoğundan su alınmamaktadır. Yanlış sulama teknikleri, suyun aşırı kullanılarak tükenmesine, topraklarımızın yapısının bozulmasına ve verimsizleşmesine sebep olmaktadır (Anonymous, 2006c).

Aydın'ın can damarı olan Menderes Nehri'ne, yan kollardan büyük ölçüde kirlilik yükü gelmektedir. Bu kirlilik yükü evsel atıkların yanında, endüstriyel atıklardan ve tarımsal kirleticilerden kaynaklanmaktadır. Özellikle plansız yapılaşma gösteren ve alt yapıdan yoksun sanayi kuruluşları pek çok yörede suyun IV. Sınıf su özelliği taşımaya neden olmaktadır (Anonymous, 2004a).

Özellikle Büyük Menderes Nehri'nin sağ sahilinde gelişmekte olan sanayi ve yerleşim merkezlerinin atıkları, enerji sağlamak amacıyla Sarayköy-Kızıldere ve Germencik-Ömerbeyli'de açılan ve açılmakta olan jeotermal kuyuların atıkları ve tarımsal mücadele ilaçlarının kalıntıları Büyük Menderes Nehri'ne karışarak denize tahliye olmaktadır. Bu durum havzanın en önemli sulama suyu olan Büyük Menderes Nehri'nin kirlenmesine; bu su ile sulanan Ova topraklarında bor, sodyum ve tuzluluk sorunlarının artmasına sebep olmaktadır. Bunun sonucu olarak da bölgede tarımsal üretim uzun vadede gittikçe azalma tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır (Özkara ve Şener, 1986).

Aydın İli ve ilçelerinde polikültür tarımı yapılmaktadır. Bu maksatla kontrolsüz, bilinçsiz ve adeta çitçiler arasında yarışır halde sayılabilecek gübre ve çok çeşitli zirai mücadele ilaçları kullanılmaktadır. Bunun sonucunda yeraltına olan sızmalarla, yeraltı sularımızda ve çeşitli amaçla açılmış kuyularımızda, nitrat ve çeşitli azot bileşikler kirliliği oluşmuştur (Anonymous, 2004a).

Aydın şehir merkezinde ve il genelinde açılmış bulunan çeşitli amaçlı kuyularda amonyak, nitrit, nitrat bulunmuş ve yapılan ölçümlerde ortalama 40 mg l^{-1} kirlilik tespit edilmiştir. SSK Hastanesi'nde açılmış içme suyu amaçlı kuyularda 110 mg l^{-1} nitrat tespit edilmiş olup kuyu devre dışı bırakılmıştır (Anonymous, 2004a).

Bu çalışmada, yukarıda ayrıntılı olarak açıklanan kirlilik sebeplerinin büyük bir kısmı ile karşı karşıya olan Aydın ili yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının bir bölümünde kirlilik durumlarının belirlenmesi ve alınması gerekli önlemler ile ilgili öneriler getirilmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Su kaynaklarından büyük ölçüde yararlanılmayı sınırlayacak olan organik, inorganik, biyolojik ve radyoaktif herhangi bir maddenin suya karışarak suyun nitelik ve yapısında değişikliklere neden olması, su kirliliği olarak tanımlanabilir. Sanayi tesislerinden herhangi bir işlemde geçirilmeden serbest bırakılan sıcak suların akarsulara karışması sonucu oluşan sıcaklık artışı ve renk değişimleri gibi fiziksel değişiklikler; sulara ağır metaller, tuzlar, pestisitler ve deterjanlar gibi bileşiklerin karışması ile oluşan kimyasal değişiklikler ve suya karışan organik materyallerin (kanalizasyon, evsel atıklar, çiftlik gübresi gibi) oluşturduğu değişiklikler suyun kirlenmesine neden olur (Tanrıvermiş, 2003).

Sanayi tesislerinin çıkardığı atıklar, tesislerin etki alanı içindeki tarım işletmelerinde kirliliğe, toprakta iz element ve ağır metal birikimine, yetiştirilen ürünlerin verim ve kalitelerinde kayıplara, yetiştirilebilecek ürün sayısının azalmasına, yetiştirilen ürünlerde bazı mikro besin maddelerinin toksik düzeylere ulaşmasına ve tarım arazilerinin değerlerinin düşmesine neden olabilmektedir. Sanayinin neden olduğu kirliliğe bağlı olumsuzluklar üreticilerin gelirini ve bireylerin sağlığını da olumsuz etkilemektedir (Tanrıvermiş, 2003).

Lee et al. (2005), Kore’de maden yatağının yakınındaki akarsularda ve yeraltı sularında, 2002 – 2003 yıllarında çeşitli aralıklarla on defa örnek alarak kimyasal analizler yapmışlardır. Analizler sonucunda; yüzey sularında arsenik (As), bakır (Cu), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) konsantrasyonları oldukça yüksek bulunmuş olup, sırasıyla değerler 8,923, 616, 223, 10,590 $\mu\text{g l}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Çalışma, As, Cu ve Cd konsantrasyonlarının yoğun yağmurlardan sonra azaldığını, Pb konsantrasyonunun ise tersine yükseldiğini göstermiştir. Yüzey sularında kalsiyum (Ca) ve sülfat (SO_4^{-2}) konsantrasyonları karbonat (CO_3^{-2}) ve sülfür minerallerinin erimesiyle yüksek değerlere ulaşmıştır. Hafif yağmurlardan sonra da bikarbonat (HCO_3^-), sodyum (Na) ve potasyum (K) miktarlarının azalmasıyla Ca ve SO_4^{-2} oranının arttığı gözlemlenmiştir. Yeraltı sularında ise hakim ağır metal olarak çinko

(Zn) tespit edilmiş olup, Zn konsantrasyonu $1758 - 10.550 \mu\text{g l}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Bu değerler Kore Standartlarının çok üstünde olarak değerlendirilmiştir.

Verep et al. (2005), zengin bir akarsu kapasitesine sahip Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Trabzon ve Rize İllerine sınır olan İyidere'nin su kalitesini araştırmışlardır. Çalışma Kasım 2003-Mayıs 2004 tarihleri arasında yapılmıştır. İyidere'nin denize döküldüğü nehir ağzından 30 km. iç kısımlara doğru 263 m yüksekliğe kadar 10 km. aralıklarla seçilmiş 4 farklı istasyondan su örnekleri alınmıştır. Yapılan 7 aylık ölçümlerde ortalama su sıcaklığı 7.20°C , Biyokimyasal?? Oksijen İhtiyacı (BOI_5) $2.40 \text{ mgO}_2 \text{ l}^{-1}$, pH 7.5, elektriksel iletkenlik (EC) $57.60 \mu\text{S cm}^{-1}$, çözülmüş oksijen (ÇO) $11/10 \text{ mg l}^{-1}$ ve akış hızı ise 2.10 m s^{-1} olarak tespit edilmiştir. İyidere sularının fiziksel ve kimyasal tüm özellikleri, Su Kirliliği Mevzuatı'nda bildirilen, Kıta İçi Su Kirliliği Mevzuatı'nda yer alan Kıta İçi Su Kalite Standartları'na göre incelendiğinde (Sınıf 1) yüksek kaliteli su standardında bulunmuştur.

Dişli et al. (2004), Şanlıurfa Balıklıgöl sularının kalite yönünden değerlendirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada 2001 yılı boyunca iki ay aralıklarla, periyodik olarak gölün giriş, orta ve çıkış bölümlerinden alınan su numunelerinin analizini yapmışlar ve standartlarla karşılaştırmışlardır. Ölçümü yapılan parametreler; pH, klorür (Cl), amonyum azotu (NH_4^+), nitrat azotu (NO_3^-), toplam alkalinite, ÇO, SO_4^{-2} , Na, K, toplam sertlik, Ca, florür (F) ve Mg'dur. Sonuçta göl sularının fiziksel ve kimyasal parametreler yönüyle standartlara uygunluk sağladığı; ancak balık ölümlerinin açıklanabilmesi için çalışmaların bakteriyolojik alanda yoğunlaştırılması gerektiği vurgulanmıştır.

Olivares et al. (2004), Küba'nın önemli eğlence ve aktivite merkezi olan Almandares Nehri kapalı havzası'ndaki 15 örnekleme istasyonunda alınan su örneklerinde, nehir sedimentlerinde 6 tane ağır metal ve diğer bileşiklerin uzaysal dağılımını belirlemişlerdir. Metal konsantrasyonları; Zn için $86.1 - 708.8 \mu\text{g g}^{-1}$, Pb

için 39.3 – 189 8' $\mu\text{g g}^{-1}$, Cu için 71.6 - 420.8 $\mu\text{g g}^{-1}$, krom (Cr) için 84.4 - 209.7 $\mu\text{g g}^{-1}$, kobalt (Co) için 1.5 - 23.4 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve Cd için ise 1 - 4.3 $\mu\text{g g}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Sonuç olarak çeşitli noktalardan alınan süzüklerde; organik fraksiyonların çokluğunda ağır metallerin arttığı gözlenmiştir. Ayrıca; sedimentlerdeki ağır metallerin % 62'nin üstünde olduğu, bu durumda iyileştirme çalışması yapılması gerektiği belirlenmiştir.

Olias et al. (2004), Odiel Nehri ile Tinto Nehri'ndeki su kalitesindeki mevsimlik değişimleri incelemiştir. Çünkü tarih öncesi zamanlarda bu iki nehrin madencilik faaliyetleriyle çok kirlendiği tahmin edilmektedir. Ekim 1980 – Ekim 2002 arasında Odiel Nehri'nin giriş ve çıkış ağzından toplanan su örneklerinde yapılan analizler sonucunda, suda en çok bulunan metaller, fazlalığına göre Zn, demir (Fe), Mangan (Mn) ve Cu olarak bulunmuş. As, Cd ve Pb ise daha az miktarlarda bulunmuştur. Nehrin su kalitesinin yağış miktarıyla ilişkili olduğu ifade edilmiştir. Sulardaki max. SO_4^{-2} , Fe, Zn, Mn, Cd ve Pb konsantrasyonlarının sonbahar yağışları sırasında olduğu bulunmuştur. Kış aylarında şiddetli yağışlar akış miktarını artırdığından kirletici miktarı seyrelmiş ve pH'da çok az artış meydana gelmiştir. İlkbahar ve yazın ise SO_4^{-2} ve metal konsantrasyonları (Fe hariç) bir azalma göstermiş fakat daha sonra tekrar artışa geçmiştir.

Okonkwo and Mothiba, (2004), Dzindi Nehri'nin rastgele seçilen yerlerinden yüzey suyu örnekleri toplayarak, bu örneklerde Cd, Cu, Pb ve Zn analizleri yapmışlardır. Sırayla Cd, Cu, Pb ve Zn konsantrasyonları 1.6 – 9.3, 2.0 – 3.0, 10.5 – 20.1 ve 2.1 – 2.5 ($\mu\text{g l}^{-1}$) bulunmuştur. Tüm metallerin konsantrasyonları ölçülerek sıralandığında; Cd ve Pb değerleri hariç diğer değerlerin içme suları için uluslararası sınırlar ve kabul edilebilir değerler arasında olduğu bulunmuştur. Partikül fraksiyonlarında ise en fazla Pb bulunmuştur. Cd'da da benzer bir dağılım görülmüştür.

Alonso et al. (2004), yaptıkları çalışmada; Guadimar Nehri Havzası'nda 11 noktadan aldıkları örneklerde Zn, Cd, Pb ve Cu içeriklerini araştırmıştır. Çalışmada;

havazanın kuzey bölgesindeki kirleticilerin madencilik kökenli, güney bölgesindeki kirleticilerin ise şehir, endüstri ve tarımsal kökenli olduğu tespit edilmiştir.

Söz konusu ağır metallerin konsantrasyonları $Zn > Cu > Pb > Cd$ şeklinde sıralanmıştır. Bu çalışma Zn ve Cd'un değişebilir formda olup hidrojen (H^+) ile değiştirilebileceğini göstermiştir. Pb ve Cu'un ise değişebilirliği daha az olup hareketsiz durumdadırlar. Çalışmada değişebilir formlar, madencilik kirliliğinin sözkonusu olduğu kuzey bölgelerde, hareketsiz formlar ise şehir, endüstri ve tarım kirliliğinin olduğu güney bölgelerde bulunmuştur.

Minareci et al (2004), Temmuz 2001 – Nisan 2002 tarihleri arasında Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtma Tesisi'nin Gediz Nehri'ne boşalttığı su ve sediment örneklerinde bazı ağır metal (Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Ni, Pb) konsantrasyonlarını belirlemiştir. Analiz sonuçlarına göre su örneklerinde ortalama değerler; Cu 0,0161; Fe 0,0103; Mn 0,0075; Zn 1,0579; Cd 0,0036; kobalt (Co) 0,0063; krom (Cr) 0,1055; nikel (Ni) 0,0796; Cd 0,2183 $mg\ l^{-1}$ olarak bulunmuştur. Bu değerler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen, Sulara Boşaltılacak Atıklar İçin Deşarj Kriterleri ile karşılaştırılmış, atık sudaki ağır metal konsantrasyonlarının yüksek düzeyde olmadığı saptanmıştır.

Özmen et al. (2004), Hazar Gölü'nün yüzey suyunda ve sedimentlerinde 8 örnek yeri tespit ederek, ağır metal konsantrasyonu ve radyoaktivite ölçümleri yapmışlardır. Elde edilen sonuçlar; sudaki ağır metal ve makro elementlerin konsantrasyonlarının, Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Avrupa Topluluğu (EC), Çevre Koruma Acentası (EPA) ve TSE 266'daki değerleri aşmadığını göstermiştir. Genellikle ağır metallerin ve makro elementlerin sedimentlerdeki konsantrasyonlarının; $Fe > Mg > Ca > Mn > Zn > Ni > Cr > Cu > Co > Pb$ şeklinde sıralandığı görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları Hazar Göl'ünde ciddi kirlilik bulunmadığını göstermiştir.

Liang and Wong, (2003), Hong Kong'daki Mai Po Marshes Koruma Bölgesi'nin 12 noktasında 8 ay boyunca ıslak ve kuru sezonlarda su ve sediment örnekleri almışlardır. Çalışma Haziran 1997 – Şubat 1998 dönemlerini

kapsamaktadır. Sonuçlar Mai Po Marshes Koruma Bölgesinin organik madde ve ağır metaller ile ciddi olarak kirlenmiş olduğunu göstermiştir.

Kayar ve Çelik (2003), Ege Bölgesi'nin ikinci büyük akarsuyu olan Gediz Nehri'nin Manisa Bölümü'nde bazı ağır metal iyon konsantrasyonu ile pH, çözülmüş oksijen, sıcaklık, renk ve iletkenlik gibi su kalite parametrelerini ölçmüşlerdir. Ölçümler, Kasım 1998 ile Ekim 1999 arasında, seçilen beş ayrı istasyondan aylık alınan su örneklerinde yapılmıştır. Buna göre seçilen istasyonlarda ölçülen en yüksek metal iyonu derişimleri Karaçay'da 1.0 mg l^{-1} Pb, Muradiye Köprüsü'nde 0.09 mg l^{-1} Cr, 2.70 mg l^{-1} alüminyum (Al); İstanbul Köprüsü'nde 0.04 mg l^{-1} Cd, 0.39 mg l^{-1} Cu, Nif Çayı'nda 0.90 mg l^{-1} Ni; tüm istasyonlarda ortalama olarak 1.0 mg l^{-1} Fe ve 3.15 mg l^{-1} Zn olarak bulunmuştur. Ayrıca Karaçay'da iletkenlik % 0.24 , pH 8.35, renk yoğunluğu 570 Pt-Co birimi olarak en yüksek, ÇO ise 3.5 mg l^{-1} olmak üzere en düşük bulunmuştur. Elde edilen veriler, su kalitesi indeksleriyle karşılaştırıldığında nehir suyunun üçüncü sınıf bir sulama suyu kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Gediz Nehri Kirliliğini önlemek için gerekli tedbirler önerilmiştir.

Çevre Bakanlığı Çevre Kirliliğini Önleme ve Kontrol Genel Müdürlüğü Çevre Referans Laboratuvarı (2003), uzun süreli izleme ve değerlendirme amaçlı olarak Mogan ve Eymir Gölleri ve Gölleri Besleyen Su Kaynaklarının Kirlilik İzleme çalışmasını, Bakanlığa bağlı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı ile koordineli olarak Aralık 2001 – Kasım 2002 tarihleri arasında gerçekleştirmiştir. Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı'nın çalışma alanı içinde yer alan bölge ile ilgili olarak kurum, gölün rehabilitasyonu için entegre bir koruma projesi başlatmıştır. Bu çalışma sonucunda bölgenin Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre kalite sınıfı belirlenmiş ve alınan sonuçlar Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı tarafından hazırlanan Mogan ve Eymir Gölleri Sulak Alan Sistemi Yönetim Planı'nın oluşturulmasında kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre: Mogan Gölü'nü besleyen dereler debileri fazla olmamakla birlikte taşıdıkları kirlilik parametreleri açısından gölde birikime sebep olmaktadır.

Cheng (2003), Çin’de bulunan Yangtze Nehir Havzası’nda yaptığı çalışmada; sudaki Cd, Cu, Pb ve Zn konsantrasyonları sırasıyla 0,080, 7,91, 15,7 ve 18,7 $\mu\text{g l}^{-1}$ olarak tespit etmiştir. Aynı çalışmada topraktaki Cd, Cu, Pb ve Zn içerikleri 0,097, 22,6, 26,0 ve 74,2 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur. Mevcut ağır metal kirliliği endüstriyel emisyonlardan, atık sulardan ve yoğun atıklardan kaynaklandığı ve bu kirleticilerin içme sularına ve yiyeceklere bulaştığı bu nedenle insan sağlığını tehdit ettiği tespit edilmiştir.

Altınbaş et al. (1999), Orta ve Aşağı Menderes Irmak sularında yaptıkları araştırmada, örnekleme noktalarından alınan su örneklerinin analiz sonuçlarına göre su kalitesini belirleyen verilerin çoğunda, zaman zaman yüksek değerler saptamışlardır. EC bakımından örneklerin 320-3800 $\mu\text{S cm}^{-1}$ arasında bir dağılım gösterdiğini ve bu sonuçlara göre bu suların sulama suyu açısından orta dereceden yüksek dereceye kadar tuzlu sular ile fazla tuzlu sular sınıfına ve çözünebilir sodyum yüzdesi (SSP) bakımından suların sulama yönünden **“uygun değil”** sınıfına yerleştirildiği belirtilmektedir. Büyük Menderes ve yan kollarındaki organik madde içeriğinin 0.94-43.11 mg l^{-1} aralığında olduğunu ve bu suların organik maddece kirliliği sular sınıfına girdiğini belirlemişlerdir. Su örneklerinin çoğunda demir, çinko, kadmiyum, krom ve mangan gibi ağır metallerin sınır değerlerini aştığını saptamışlardır. Sonuç olarak Büyük Menderes Nehrinin ve nehre dökülen çay ve yan derelerin yöresel bazda atık alıcı ortamı şeklinde kullanıldığını ve sonuca koşut olarak sularda suda çözünebilir iyonlar, askı maddeleri ve organik maddelerce kirlilik ölçütlerine yaklaşıldığı vurgulanmaktadır.

Başar et al. (1999), Marmara Bölgesi’nin en büyük gölü olan İznik Gölü ve bölgede kullanılan değişik sulama suyu kaynaklarının, kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Su örnekleri sulama mevsiminin başında ve sonunda olmak üzere 2 defa alınmıştır. Analiz sonuçlarına; göl ve artezyen sularının $\text{C}_3 - \text{S}_1$, akarsuların ise $\text{C}_2 - \text{S}_1$ kalite sınıfında olduğu, artezyen ve akarsuların pH’larının sırasıyla 8.85-9.26, 7.32-7.67 ve 8.11-8.62 arasında değiştiği belirlenmiştir. Göl suyunun HCO_3^- içeriğinin sınır değerlerinin yakınında

olduğu incelenen su kaynaklarının Bor (B), Cl ve SO_4^{-2} içeriklerinin normal düzeylerde oldukları belirlenmiştir.

Aydın ve Seferoğlu (1999), Menderes Havzası'nda sulama yapılan bazı alanlarda sulama suyundan gelen B'un toprak ve bitkideki durumunu araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlardan, yeraltı sıcak su kaynaklarının bulunduğu Germencik yöresindeki sulama sularının bor konsantrasyonlarının oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Su örneklerinde B içeriği $0.33-6.41 \text{ mg l}^{-1}$ arasında değişmiştir. Ölçüt değerlere göre bakıldığında alınan örneklerden hiçbirinin "çok iyi" sınıfa girebilecek kalitede olmadığı tespit edilmiştir.

Yılmaz ve Yaman (1999), Ceyhan Nehri sularının jeokimyasal özelliklerini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Yıllık olarak incelenen parametreler, anyonlar, katyonlar, bazı iz elementler, pH, sıcaklık ve tuzluluktur. Genel olarak su örneklerinin karbonat içeriği yüksek bulunmuştur. Ceyhan Nehri suyu orta tuzlu düşük sodyum içeriği olan çok iyi – iyi su kalitesinde olmasına rağmen, Cd konsantrasyonunun sulama suyu standartlarını aştığı görülmüştür. Tüm element ve iyon konsantrasyonlarının küçük sapmalarla kaynaktan uzaklaştıkça arttığı görülmüştür. Ağır metallere Mn, Cu, Ni, Cd ve Co'nun yaklaşık % 100'ünün, Zn, Pb ve Al'un % 99 kadarının asılı katılarda taşındığı gözlemlenmiştir.

Aydıncı (1997), Nilüfer Çayı'nın akış istikameti boyunca altı noktadan alınan su örneklerinde, pH değerinin 7.04'den 6.62'ye düştüğü ve içerisindeki gümüş (Ag), As, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, civa (Hg), Mn, magnezyum (Mg), Ni, Pb, uranyum (U) ve Zn konsantrasyonlarında akış istikameti boyunca bir artış meydana geldiği tespit etmiştir. Ayvalı Deresi'nden alınan bir adet su örneğinde ise pH'nın 7.16 olduğu ve içerisinde Ca, Cd, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, U ve Zn olduğu belirlenmiş fakat Nilüfer Çayı'nda mevcut olan Ag, As, Cu ve Hg'ye rastlanmamıştır. Elde edilen bulgular yöredeki bu su kaynaklarının ciddi bir şekilde kentsel ve sanayi kökenli atıklarla kirletildiğini göstermiştir. Ayrıca bu su kaynaklarının tarımsal faaliyetlerde kullanılmasından dolayı çevre için tehlike arz eden bu elementlerin besin zincirine de

girmesiyle uzun vadede sağlık problemlerinin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.

Erdöl ve Ceylan (1997), yaptıkları çalışmada Bursa şehir merkezi, ilçeler ve çevreleri, kır eşmeleri, kuyu suları ve sığır çiftliklerinden alınan su numunelerinde spektrofotometrik yöntemle Ar düzeylerini araştırmışlardır. Numunelerin % 93.68'inde en düşük $0.051 \mu\text{g l}^{-1}$, en yüksek $21.423 \mu\text{g l}^{-1}$ ve ortalama $3.777 \pm 0.477 \mu\text{g l}^{-1}$ arsenik bulunmuştur. Ar raslantı oranları şehir merkezi numunelerinde % 91.66, ilçeler ve çevrelerinde % 86.95, çiftlik numunelerinde % 94.73, kır eşmeleri ve kuyu sularında % 100 olarak saptanmıştır. Bulunan Ar düzeylerinin WHO, USEPA ve Türkiye'nin kabul ettiği tolerans limitinden düşük olduğu ve Bursa Yöresi'nde sulardaki arsenik kontaminasyonunun insan ve hayvan sağlığı açısından risk oluşturmayacağı sonucuna varılmıştır.

şen (1997), yaptığı çalışmada Bursa Nilüfer ve Ayvalı havzalarında 35 kuyu ve kaynak suyunda UV-spektrometre tekniği ile nitrat konsantrasyonlarını ölçmüş, Türk ve WHO içme suyu standartlarının izin verdiği maksimum sınır değerlere ulaşan nitrat kirlenmesi gözlemlenmiştir. Kirlenmenin azotlu gübre kullanılmasıyla ilgisi açıklanmıştır. Yörede yeraltı sularında nitratın güvenilir bir analiz yöntemiyle sürekli izlenme gereği vurgulanmıştır.

Kaplan et al. (1996), Antalya Kumluca yöresindeki kuyu sularının NO_3 içeriklerinin araştırılması amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla Kumluca yöresinden 13.05.1996 tarihinde 20 kuyudan su örneği alınmıştır. Bu su örneklerinde, EC, NO_3^- ve NH_4^+ analizi yapılmış; $[\text{NO}_3\text{-N}] + [\text{NH}_4\text{-N}]$ ile % $\text{NO}_3\text{-N}$ hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre; Kumluca Yöresi kuyu sularının NO_3^- içerikleri $2.46 - 164.91 \text{ mg l}^{-1}$, NH_4^+ içerikleri $2.35 - 7.22 \text{ mg l}^{-1}$, $[\text{NO}_3\text{-N}] + [\text{NH}_4\text{-N}]$ miktarları $2.84 - 40.02 \text{ mg l}^{-1}$, EC değerleri ise $548\text{-}1643 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ değerleri arasında bulunmuştur. Yöredeki kuyu sularında NO_3^- kirlenmesinin çok önemli düzeye ulaştığı; 45 mg l^{-1} olarak ele alınan sınır değerinin üzerinde NO_3^-

içeren örnek oranının % 50 seviyesinde olduğu saptanmıştır. Özellikle bu kuyu sularının içilmesini önleyecek tedbirler alınması gerektiği ve zorunlu durumlarda ise suyun EC'si ile NO_3^- konsantrasyonu arasındaki pozitif korelasyon nedeniyle EC'si düşük suların içme suyu olarak kullanılmasının uygun olacağı önerilmektedir.

Atay (1996), Kovada Kanal ve Gölü'nde bazı kimyasal parametrelerin değişimini araştırmış ve Kovada Gölü'nü, Kovada Kanalı'nın kirlettiğini ve bu kirliliğin organik maddelerden ve katı maddelerden ileri geldiğini bildirmiştir.

Gürel (1995), yaptığı çalışmada Tahtalı Barajı Havzası'nda nitrit, kurşun, bakır, amonyum iyonlarının Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ile Kıta İçi Su Kaynakları Kontrol Yönetmeliği'nde belirtilen 2. sınıf sular için belirtilen sınır verilerden daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Tahtalı Barajı'nda toplanacak sular için arıtmanın zorunlu olduğu, aksi durumda İzmir Kenti'ne kimyasal açıdan güvenli niteliklere sahip içme suyu temininin mümkün olmadığını açıklamaktadır.

Asan (1995), Samsun Yöresi, Çarşamba – Bafra yüzey sularında kirlilik düzeylerinin belirlenmesi araştırmasında, organik madde, çözülmüş oksijen, iletkenlik, fosfat ve amonyum derişimleri açısından akarsuların kirlenmekte olduğunu vurgulamaktadır.

Saatçi et al. (1988), Melez Çayı'nda araştırılan su örneklerinde kimyasal oksijen ihtiyacını (KOİ) $192 - 525 \text{ mg l}^{-1}$, organik madde içeriğini $6.10 - 15.40 \text{ mg l}^{-1}$ O_2 sınır verilerinde, fosfor (P) derişimini $0.85 - 6.00 \text{ mg l}^{-1}$, B derişimini $0.15 - 1.05 \text{ mg l}^{-1}$ arasında saptamışlardır. Ağır metallerden Fe'in iz- 0.4 mg l^{-1} , Mn'in iz- 0.25 mg l^{-1} , Zn'un iz- 0.07 mg l^{-1} , Cu'm iz- 0.06 mg l^{-1} , Co'm iz- 0.05 mg l^{-1} , Pb'un iz- 0.17 mg l^{-1} , Cr'un iz- 0.07 mg l^{-1} , Cd'un iz- 0.05 mg l^{-1} , Ni'in iz- 0.09 mg l^{-1} sınırlarında bir dağılım gösterdiğini belirlemiştir.

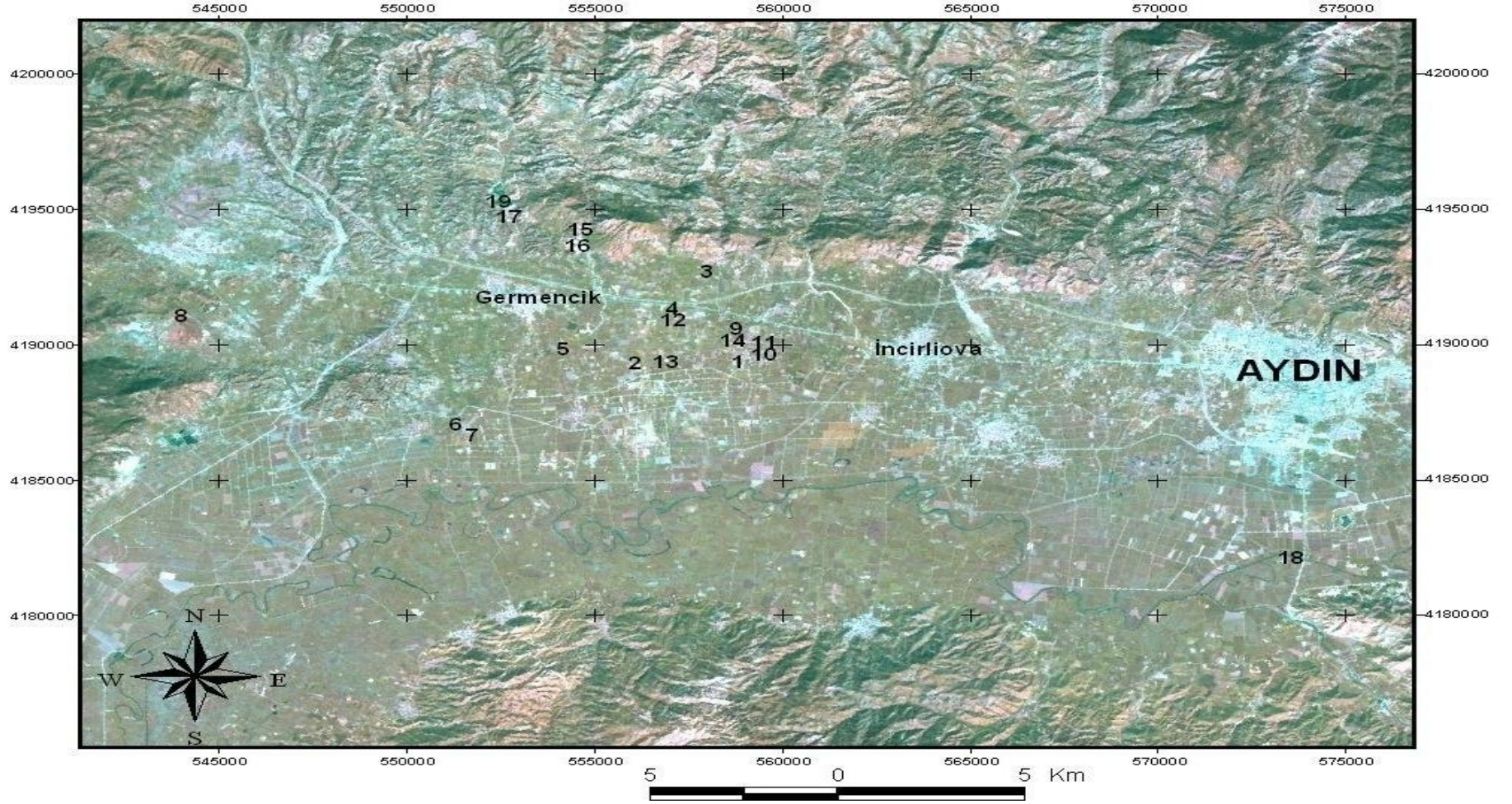
Balkı ve Pekin (1983), yaptıkları araştırma ve ölçümler sonucunda, Simav Çayı'nın çeşitli yollardan kirlendiğini tespit etmişlerdir. Bigadiç bor işletmelerinden

nce (Bigadiç Köprüsü), bor işletmelerinden sonra Simav ayı'ndan alınan örneklerde ve işletmelerden çay'a karışan drenaj sularındaki bor konsantrasyonları bir yıl süre ile (Aralık 1979 - Kasım 1980 arası) aylık periyotlarla ölçülmüştür. Bigadiç Bor İletmelerinden nce, Simav ayı'nda (Bigadiç Köprüsü) yıllık ortalama B konsantrasyonu 0.28 mg l^{-1} olarak bulunmuştur.. Bu değer hiçbir bitkiye zarar vermeyecek seviyededir. Ancak maden sahası çıkışında çay'ın yıllık ortalama B konsantrasyonu 7.19 mg l^{-1} olarak bulunmuştur.. Bu değer ise, B'a dayanıklı bitkiler için verilen 4 mg l^{-1} limitinin iki katına yakındır. Bu değerler DSİ tarafından 1975 - 76 - 77 yıllarında yapılan 3 yıllık ölçümlerin ortalama sonuçları ile de uygunluk göstermiştir. Haziran-Ağustos aylarında çay'daki B yükünün arttığı görülmüştür. Yine aynı şekilde Ekim-Aralık arasında da bir artış olmuştur. Bu değişmeler yaz aylarında çay'ın debisinin azalmasına ve işletmelerin çalışma kapasitesine bağlanmaktadır.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma Aydın Regülatörünün sağ sulama ana kanalı boyunca seçilen yaklaşık 5500 ha'lık bir alanda yürütülmüştür. Bu alanda mevcut 15 yer altı ve 4 yer üstü su kaynaklarında; üçer aylık periyotlarla, Mayıs, Temmuz ve Eylül aylarında olmak üzere üç defa su örnekleri alınmıştır. Bazı noktalardan kuyuların kapalı olması ve su kaynaklarının kurumuş olması gibi nedenlerle bazı dönemlerde örnek alınmamıştır. Su örneklerinin alındığı noktalar Şekil 1 'de belirtilmektedir.



Şekil 1. Araştırma alanı ve örnekleme noktaları

3.2. Yöntem

3.2.1. Su örneklerinin alınması yöntemi

Araştırmada materyal olarak kullanılan su örnekleri daha önceden temizlenmiş ve saf sudan geçirilmiş olan numune kapları önce bir miktar su numunesi ile çalkalanmış ve akmakta olan sudan kaplara bir miktar doldurulmuştur. Kapların üzerine örnek numarası ve kodları yazılarak ışık almayan laboratuvara getirilmiştir.

3.2.2. Su örneklerinin analizinde kullanılan yöntemler

pH: Su örneklerinin pH ölçümlerinde cam elektrotlu Beckman pH metresi kullanılmıştır. (Richards,1954)

Elektriksel İletkenlik (EC): Elektriksel iletkenlik standart Wheatstone köprüsü bulunan konduktivite aleti ile direkt olarak ölçülmüştür. (Richards,1954) Okunan değerlere SAR ve elektriksel iletkenlik değerlerinin bir arada ele alınması ile hazırlanmış tuzluluk ve sodyum ile ilgili sınıflandırmayı belirleyen diyagram uygulanmıştır. (U.S. Salinity Lab. Staff., 1954)

Sodyum, Kalsiyum ve Potasyum: Su örneklerinde, Na⁺, Ca⁺⁺ ve K⁺ kanyonları dalga boyları ayarlanmış Flame Spektrofotometre cihazında yapılan ölçümlerle tayin edilmiştir.

Klor: Su örneklerinde klorür analizi, normalitesi belli AgNO₃ çözeltisi % 5'lik potasyum kromat indikatörü kullanılarak volümetrik olarak tayin edilmiştir. (Richards,1954)

Karbonat ve Bikarbonat: Karbonat analizi için fenolftaleyn, bikarbonat analizi için metil oranj indikötürü kullanılarak normalitesi belli H₂SO₄ ile titre edilerek belirlemeler yapılmıştır. (Richards,1954)

Sülfat: Su örneklerinde mevcut sülfat anyonu çöktürülerek (BaSO₄) gravimetrik olarak tayin edilmiştir. (Richards,1954)

Bor: Bor analizleri Azomethin - H kullanılarak kolorimetrik yöntemle yapılmıştır. (Wolf, 1971)

Sertlik: Su örneklerinde sertlik analizleri; Lunge ve Wartha-Pfeifer Yöntemine göre yapılmıştır. (Tuncay,1994)

Organik Madde: Titrasyon yöntemi ile tayin edilmiştir. (Fresenius, 1988)

Nitrit ve nitrat: Dalga boyu ayarlanmış UV- Spektrofotometre cihazında yapılan ölçümlerle belirlenmiştir. (Tokaloğlu ve Kartal)

Ağır Metaller (Co, Cr, Ni, Cd, Pb): Örneklerin ağır metal içerikleri Atomic Absorbtion Spektrophotometer ile doğrudan ölçüm yoluyla belirlenmiştir. (Ramirez-Munoz, 1968)

Mikro elementler (Fe, Mn, Zn): Su örneklerindeki Fe, Mn ve Zn içerikleri Atomic Absorbtion Spektrophotometer ile belirlenmiştir. (Ramirez-Munoz, 1968)

Yapılan analizler neticesinde elde edilen sonuçlar; örneklerin alındığı sular sulama suyu amaçlı kullanıldığı için Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 1 ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği Tablo 4 ve Tablo 5'teki kalite parametrelerine göre değerlendirilip karşılaştırılarak sınıflandırmalar yapılmıştır. Söz konusu tablolar aşağıda Çizelge 2, Çizelge 3 ve Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 2: KITAİÇİ SU KAYNAKLARININ SINIFLARINA GÖRE KALİTE KRİTERLERİ

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal Parametreler				
1) Sıcaklık (oC)	25	25	30	> 30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışı
3) Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L)a	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%)a	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400b	> 400
6) Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁼ /L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0.2c	1c	2c	> 2
8) Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
9) Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	> 1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	> 0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0.02	0.1	0.5	> 0.5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1
C) İnorganik kirlenme parametrelerid				
1) Civa (µg Hg/L)	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmiyum (µg Cd/L)	3	5	10	> 10
3) Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	> 50

Çizelge 2: KITAİÇİ SU KAYNAKLARININ SINIFLARINA GÖRE KALİTE KRİTERLERİ

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
4) Arsenik ($\mu\text{g As/L}$)	20	50	100	> 100
5) Bakır ($\mu\text{g Cu/L}$)	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) ($\mu\text{g Cr/L}$)	20	50	200	> 200
7) Krom ($\mu\text{g Cr+6/L}$)	Ölçülmeyecek	20	50	> 50
8) Kobalt ($\mu\text{g Co/L}$)	10	20	200	> 200
9) Nikel ($\mu\text{g Ni/L}$)	20	50	200	> 200
10) Çinko ($\mu\text{g Zn/L}$)	200	500	2000	> 2000
11) Siyanür (toplam) ($\mu\text{g CN/L}$)	10	50	100	> 100
12) Florür ($\mu\text{g F}^-/\text{L}$)	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor ($\mu\text{g Cl}_2/\text{L}$)	10	10	50	> 50
14) Sülfür ($\mu\text{g S}=\text{L}$)	2	2	10	> 10
15) Demir ($\mu\text{g Fe/L}$)	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan ($\mu\text{g Mn/L}$)	100	500	3000	> 3000
17) Bor ($\mu\text{g B/L}$)	1000e	1000e	1000e	> 1000
18) Selenyum ($\mu\text{g Se/L}$)	10	10	20	> 20
19) Baryum ($\mu\text{g Ba/L}$)	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1
21) Radyoaktivite (pCi/L)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	> 10
beta-aktivitesi	10	100	100	> 100
D) Bakteriyolojik parametreler				
1) Fekal koliform($\text{EMS}/100 \text{ mL}$)	10	200	2000	> 2000
2) Toplam koliform ($\text{EMS}/100 \text{ mL}$)	100	20000	100000	> 100000

(a) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.

(b) Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir.

(c) PH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu $0.02 \text{ mg NH}_3\text{-N/L}$ değerini geçmemelidir.

(d) Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.

(e) Bora karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri $300 \mu\text{g/L}$ 'ye kadar düşürmek gerekebilir.

Çizelge 3: Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Parametreleri

Kalite kriterleri	Sulama suyu sınıfı				
	I. Sınıf su (çok iyi)	II. Sınıf su (iyi)	III. Sınıf su (kullanıla bilir)	IV. Sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı)	V. sınıf su (zararlı) uygun değil
EC25x106	0-250	250-750	750-2000	2000-3000	> 3000
Değişebilir Sodyum Yüzdesi (% Na)	< 20	20-40	40-60	60-80	> 80
Sodyum Adsorbsiyon oranı (SAR)	< 10	10-18	18-26	> 26	
Sodyum karbonat kalıntısı (RSC) meq/l	> 1.25	1.25-2.5	> 2.5		
mg/l	< 66	66-133	> 133		
Klorür (Cl ⁻), meq/l	0-4	4-7	7-12	12-20	> 20
mg/l	0-142	142-249	249-426	426-710	> 710
Sülfat (SO ₄ ⁼) meq/l	0-4	4-7	7-12	12-20	> 20
mg/l	0-192	192-336	336-575	575-960	> 960
Toplam tuz konsantrasyonu (mg/l)	0-175	175-525	525-1400	1400-2100	> 2100
Bor konsantrasyonu (mg/l)	0-0.5	0.5-1.12	1.12-2.0	> 2.0	-
Sulama suyu sınıfı*	C1S1	C1S2, C2S2, C2S1	C1S3, C2S3, C3S3, C3S2, C3S1	C1S4, C2S4, C3S4, C4S4, C4S3, C4S2, C4S1	-
NO ₃ ⁻ veya NH ₄ ⁺ mg/l	0-5	5-10	10-30	30-50	> 50
Fekal Koliform ** 1/100 ml	0-2	2-20	20-100	100-1000	> 1000
BOİ5 (mg/l)	0-25	25-50	50-100	100-200	> 200
Askıda katı madde (mg/l)	20	30	45	60	> 100
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-9	< 6 veya > 9
Sıcaklık	30	30	35	40	> 40

* Şekil 1'den bulunur

** Bitki türüne göre daha az veya çok olabilir (Bak. Tablo 8).

Çizelge 4: Sulama Sularında İzin Verilebilen Maksimum Ağır Metal ve Toksik Elementlerin Konsantrasyonları

Elementler	Birim alana verilebilecek maksimum toplam miktarlar, kg/ha	İzin verilen maksimum konsantrasyonlar	
		Her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda da sınır değerler mg/1	pH değeri 6,0-8,5 arasında olan killi zeminlerde 24 yıldan daha az sulama yapıldığında, mg/1
Alüminyum (Al)	4600	5.0	20.0
Arsenik (As)	90	0.1	2.0
Berilyum(Be)	90	0.1	0.5
Bor (B)	680	-3	2.0
Kadmiyum (Cd)	9	0.01	0.05
Krom (Cr)	90	0.1	1.0
Kobalt (Co)	45	0.05	5.0
Bakır (Cu)	190	0.2	5.0
Florür (F)	920	1.0	15.0
Demir (Fe)	4600	5.0	20.0
Kurşun (Pb)	4600	5.0	10.0
Lityum (Li) ¹	-	2.5	2.5
Manganez (Mn)	920	0.2	10.0
Molibden (Mo)	9	0.01	0.052
Nikel (Ni)	920	0.2	2.0
Selenyum (Se)	16	0.02	0.02
Vanadyum (V)	-	0.1	1.0
Çinko (Zn)	1840	2.0	10.0

¹Sulanan narenciye için 0.075 mg/l'dir.

²Yalnız demir içeriği fazla olan asitli killi topraklarda izin verilen konsantrasyondur.

³Tablo 9'da verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. rnekle rin analiz sonuçları

Araştırma alanında; 3 dönem olarak alınan toplam 40 adet su örneğinde yapılan analizlerin sonuçları izelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5: Analiz sonuçlarının toplu gösterimi

PARAMETRELER	NOKTA 1			NOKTA 2	NOKTA 3		NOKTA 4			NOKTA 5		
	DÖNEMLER			DÖNEMLER	DÖNEMLER		DÖNEMLER			DÖNEMLER		
	I	II	III	I	I	II	I	II	III	I	II	III
	YA 1.1	YA 2.1	YA 3.1	YA 1.2	YA 1.3	YA 2.3	YA 1.4	YA 2.4	YA 3.4	YA 1.5	YA 2.5	YA 3.5
pH	7.12	7.48	7.25	6.84	6.70	6.83	6.31	6.75	6.51	7.36	7.80	7.22
EC (µmhos/cm)	2960	2650	2110	2920	2920	1024	4800	4840	4120	1816	2450	1613
Potasyum (me l ⁻¹)	12.58	12.05	7.17	3.33	5.53	5.53	6.63	9.89	4.98	1.67	2.22	1.11
Kalsiyum (me l ⁻¹)	1.53	1.78	2.08	1.37	1.37	2.01	0.48	0.71	2.26	0.76	1.02	1.39
Magnezyum (me l ⁻¹)	162.90	108.20	115.30	31.20	61.10	64.64	58.00	73.81	66.13	69.20	101.70	90.83
Sodyum (me l ⁻¹)	21.66	13.41	13.41	22.60	22.60	24.87	150.57	94.06	88.14	22.14	24.43	6.39
SAR	2,39	1,81	1,75	4,12	4,04	4,31	27,88	15,41	15,07	3,75	3,41	0,94
ESP	2,22	1,39	1,30	4,60	4,49	4,85	28,5	17,67	17,33	4,10	3,63	0,13
SSP	12,24	10,99	10,77	29,70	33,25	34,46	231,25	111,43	120,13	30,91	23,27	6,84
Organik madde (mg l ⁻¹)	8,32	8,56	9,76	8,64	8,40	10,56	11,28	8,80	12,40	5,84	7,52	11,28
Nitrat (mg l ⁻¹)	31,95	31,62	12,17	2,42	8,17	13,12	0,00	4,23	0,47	5,56	9,17	14,74
Nitrit (mg l ⁻¹)	0,00	0,01	0,55	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	3,44
Karbonat (me l ⁻¹)	0,53	0,93	0,93	0,27	0,20	0,27	0,27	0,93	0,53	0,20	0,40	0,67
Bikarbonat (me l ⁻¹)	1,33	0,60	0,40	1,87	1,60	2,60	4,00	3,67	4,00	0,80	1,60	1,00
Geçici Sertlik (mg CO ₃ l ⁻¹)	51,52	32,20	42,00	59,08	52,36	38,08	81,48	93,80	95,20	34,72	29,40	35,56
Bütün Sertlik (mg CO ₃ l ⁻¹)	96,88	94,64	88,48	101,36	91,28	105,28	96,88	100,80	110,32	96,88	103,60	84,56
Kaııcı Sertlik (mg CO ₃ l ⁻¹)	45,56	62,44	46,48	42,28	38,92	67,20	15,40	7,00	15,12	62,16	74,20	49,00
Klor (me l ⁻¹)	0,07	0,08	0,10	0,12	0,14	0,13	0,18	0,10	0,18	0,05	0,21	0,10
Sülfat (me l ⁻¹)	14,91	12,12	13,71	1,07	2,48	2,57	7,92	5,78	7,71	2,74	1,97	2,57
Demir (mg l ⁻¹)	0.260	0.138	0.450	0.290	0.269	0.347	0.155	0.289	0.403	0.309	0.283	0.458
Mangan (mg l ⁻¹)	0.007	0.010	0.047	0.003	0.018	0.222	0.018	0.000	0.075	0.000	0.006	0.005
Çinko (mg l ⁻¹)	0.178	0.167	0.159	0.277	0.202	0.138	0.176	0.290	0.293	0.160	0.208	0.159
Bor (mg l ⁻¹)	1.879	1.465	1.630	2.356	8.234	8.234	4.861	4.205	6.166	2.207	8.234	3.227
Kobalt (mg l ⁻¹)	0.193	0.134	0.175	0.163	0.157	0.161	0.228	0.147	0.130	0.283	0.380	0.400
Krum (mg l ⁻¹)	0.032	0.030	0.064	0.142	0.193	0.066	0.194	0.054	0.026	0.187	0.108	0.061
Nikel (mg l ⁻¹)	3.046	1.718	3.149	2.792	2.343	1.547	2.285	1.383	3.339	2.422	1.501	2.849
Kadmiyum (mg l ⁻¹)	0.007	0.117	0.046	0.033	0.037	0.014	0.018	0.090	0.043	0.060	0.040	0.020
Kurşun (mg l ⁻¹)	1.360	1.470	1.140	1.200	1.060	0.510	1.020	0.590	12.06	2.090	1.840	1.590

Çizelge 5: Analiz sonuçlarının toplu gösterimi (devamı)

PARAMETRELER	NOKTA 6			NOKTA 7			NOKTA 8			NOKTA 9			NOKTA 10		
	DÖNEMLER			DÖNEMLER			DÖNEMLER			DÖNEMLER			DÖNEMLER		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	YA 1.6	YA 2.6	YA 3.6	YA 1.7	YA 2.7	YA 3.7	YA 1.8	YA 2.8	YA 3.8	YA 1.9	YA 2.9	YA 3.9	YA 1.10	YA 2.10	YA 3.10
pH	7.27	7.57	7.35	7.42	7.55	7.41	6.88	7.18	6.83	7.12	7.60	7.01	7.18	7.45	7.13
EC ($\mu\text{mhos/cm}$)	4680	4360	3710	697	716	699	4150	4190	3840	1187	1152	866	1761	1645	1242
Potasyum (me l^{-1})	52.55	63.84	26.73	2.22	1.67	1.11	17.90	11.51	7.71	2.22	1.11	1.11	3.88	2.22	2.78
Kalsiyum (me l^{-1})	2.03	1.98	1.93	0.97	0.99	1.02	0.74	1.04	1.93	0.79	1.20	1.25	0.76	0.92	1.29
Magnezyum (me l^{-1})	170.47	108.80	96.94	62.77	78.36	68.77	23.41	29.47	37.04	73.60	84.01	74.91	103.20	100.60	92.89
Sodyum (me l^{-1})	26.17	28.24	19.72	7.00	4.53	3.89	70.07	76.14	128.56	7.61	7.61	5.15	9.40	11.72	5.77
SAR	2,82	3,80	2,80	1,24	0,72	0,66	20,20	19,52	29,02	1,25	1,16	0,83	1,30	1,65	0,84
ESP	2,82	4,16	2,79	0,57	0,20	0,29	22,20	21,59	29,35	0,58	0,45	0,04	0,65	1,16	0,02
SSP	11,63	16,17	5,50	10,61	5,59	5,50	166,47	181,20	275,37	9,93	8,82	6,68	8,72	11,31	5,96
Organik madde (mg l^{-1})	12,00	11,68	13,60	6,24	7,04	5,76	9,92	10,40	13,76	7,36	6,00	6,56	6,80	6,32	9,28
Nitrat (mg l^{-1})	50,07	60,77	35,28	8,46	1,42	1,71	5,66	4,32	4,37	3,32	13,93	1,47	22,39	22,58	14,31
Nitrit (mg l^{-1})	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,07	0,00	0,01	0,30	0,24	0,00	0,01	0,02
Karbonat (me l^{-1})	0,20	0,33	0,40	0,27	0,80	0,40	0,13	0,33	0,40	0,20	0,53	0,67	0,27	0,80	0,40
Bikarbonat (me l^{-1})	1,33	2,33	1,60	0,40	0,20	0,94	1,47	1,47	1,60	0,87	0,47	0,67	1,13	0,33	1,54
Geçici Sertlik ($\text{mg CO}_3\text{l}^{-1}$)	49,56	41,16	47,88	24,92	17,08	19,60	40,88	35,56	39,20	31,36	24,92	28,00	41,72	28,00	30,24
Bütün Sertlik ($\text{mg CO}_3\text{l}^{-1}$)	107,52	108,08	92,96	101,92	99,12	97,44	96,32	103,04	110,88	99,68	98,00	98,56	89,04	96,32	96,88
Kalıcı Sertlik ($\text{mg CO}_3\text{l}^{-1}$)	57,96	66,92	45,08	77,00	82,04	77,84	55,44	67,48	71,68	68,32	73,08	70,56	47,32	68,32	66,64
Klor (me l^{-1})	0,20	0,19	0,17	0,00	0,01	0,01	0,31	0,31	0,29	0,00	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03
Sülfat (me l^{-1})	2,70	2,01	2,14	2,74	2,66	2,57	0,89	1,11	0,86	8,74	4,50	8,10	2,53	1,50	2,14
Demir (mg l^{-1})	0.324	2.283	0.408	0.320	0.293	0.353	0.178	0.342	0.439	0.187	0.414	0.600	0.162	0.446	0.499
Mangan (mg l^{-1})	0.014	0.001	0.007	0.000	0.008	0.000	0.000	0.128	0.137	0.012	0.008	0.000	0.003	0.002	0.007
Çinko (mg l^{-1})	0.371	0.183	0.259	0.198	0.172	0.182	0.281	0.144	0.128	0.183	0.220	0.368	0.163	0.224	0.384
Bor (mg l^{-1})	2.263	4.530	3.592	0.474	0.722	0.706	2.621	5.547	3.357	0.961	1.279	1.143	1.186	1.292	1.279
Kobalt (mg l^{-1})	0.256	0.237	0.342	0.255	0.196	0.222	0.271	0.152	0.221	0.426	0.154	0.184	0.352	0.143	0.188
Krum (mg l^{-1})	0.001	0.131	0.115	0.062	0.109	0.110	0.153	0.216	0.141	0.121	0.152	0.090	0.200	0.165	0.156
Nikel (mg l^{-1})	2.189	1.103	3.018	2.554	1.280	2.678	3.349	1.460	2.682	2.621	3.175	4.086	2.660	2.390	3.745
Kadmiyum (mg l^{-1})	0.014	0.018	0.016	0.042	0.014	0.009	0.031	0.012	0.011	0.015	0.008	0.007	0.044	0.046	0.054
Kurşun (mg l^{-1})	1.930	1.190	1.200	1.500	0.690	1.140	1.340	0.800	1.160	1.080	0.860	1.180	1.110	0.840	1.090

Çizelge 5: Analiz sonuçlarının toplu gösterimi (devamı)

PARAMETRELER	NOKTA 11	NOKTA 12	NOKTA 13	NOKTA 14	NOKTA 15
	DÖNEMLER	DÖNEMLER	DÖNEMLER	DÖNEMLER	DÖNEMLER
	I	II	II	III	III
	YA 1.11	YA 2.12	YA 2.13	YA 3.14	YA 3.15
pH	7.22	7.14	7.01	6.80	8.24
EC (µmhos/cm)	1151	3420	3200	2430	4810
Potasyum (me l ⁻¹)	3.33	3.88	3.33	3.33	8.81
Kalsiyum (me l ⁻¹)	1.19	1.60	1.09	1.88	0.51
Magnezyum (me l ⁻¹)	54.13	94.34	101.10	100.53	74.59
Sodyum (me l ⁻¹)	10.57	29.81	29.04	16.66	134.14
SAR	2,01	4,30	4,06	2,33	21,88
ESP	1,68	4,84	4,52	2,13	23,67
SSP	18,04	29,86	27,52	15,76	159,86
Organik madde (mg l ⁻¹)	19,20	14,80	10,56	14,64	13,52
Nitrat (mg l ⁻¹)	8,51	5,04	5,32	2,56	19,83
Nitrit (mg l ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,01	2,40
Karbonat (me l ⁻¹)	0,27	0,40	0,53	0,13	2,40
Bikarbonat (me l ⁻¹)	0,93	1,27	1,67	2,54	0,14
Geçici Sertlik (mg CO ₃ l ⁻¹)	29,40	37,80	35,56	49,00	65,80
Bütün Sertlik (mg CO ₃ l ⁻¹)	96,88	92,96	99,68	106,96	91,28
Kalıcı Sertlik (mg CO ₃ l ⁻¹)	67,48	55,16	64,12	57,96	25,48
Klor (me l ⁻¹)	0,00	0,18	0,16	0,26	0,26
Sülfat (me l ⁻¹)	1,84	1,71	0,89	3,42	0,86
Demir (mg l ⁻¹)	0.354	0.460	0.397	0.535	0.538
Mangan (mg l ⁻¹)	0.007	0.029	0.033	0.000	0.002
Çinko (mg l ⁻¹)	0.166	0.178	0.152	0.145	0.154
Bor (mg l ⁻¹)	1.269	8.234	3.211	3.310	6.753
Kobalt (mg l ⁻¹)	0.374	0.291	0.421	0.281	0.380
Krum (mg l ⁻¹)	0.200	0.146	0.122	0.090	0.123
Nikel (mg l ⁻¹)	3.082	2.435	2.119	3.381	3.139
Kadmiyum (mg l ⁻¹)	0.012	0.041	0.019	0.033	0.019
Kurşun (mg l ⁻¹)	0.910	1.720	1.910	2.300	2.040

Çizelge 5 : Analiz sonuçlarının toplu gösterimi (devamı)

PARAMETRELER	NOKTA 16	NOKTA 17		NOKTA 18			NOKTA 19	
	DÖNEMLER	DÖNEMLER		DÖNEMLER			DÖNEMLER	
	I	I	II	I	II	III	II	III
	YÜ 1.1	YÜ 1.2	YÜ 2.2	YÜ 1.3	YÜ 2.3	YÜ 3.3	YÜ 2.4	YÜ 3.4
pH	8.23	7.84	8.05	8.02	7.96	8.15	8.20	8.19
EC (µmhos/cm)	914	1587	3600	1477	1024	1300	1134	1218
Potasyum (me l ⁻¹)	2.22	3.88	10.43	1.11	1.67	3.33	3.33	3.33
Kalsiyum (me l ⁻¹)	0.64	0.86	0.36	0.84	1.27	0.58	0.66	0.58
Magnezyum (me l ⁻¹)	39.33	50.42	80.57	70.55	77.95	94.42	67.17	46.42
Sodyum (me l ⁻¹)	9.99	22.14	76.14	9.99	5.78	9.40	10.57	11.72
SAR	2,23	4,37	11,97	1,67	0,92	1,36	1,82	2,42
ESP	1,99	4,93	14,09	1,19	0,10	0,74	1,40	2,26
SSP	23,68	40,13	83,34	13,77	7,15	9,56	14,87	23,30
Organik madde (mg l ⁻¹)	6,64	7,36	13,84	8,00	13,04	10,00	10,00	11,60
Nitrat (mg l ⁻¹)	2,37	7,98	4,42	11,83	4,70	10,17	12,22	2,66
Nitrit (mg l ⁻¹)	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Karbonat (me l ⁻¹)	0,20	0,20	0,40	0,20	0,53	0,53	0,27	0,53
Bikarbonat (me l ⁻¹)	0,33	0,87	1,60	0,87	0,60	0,67	0,73	0,40
Geçici Sertlik (mg CO ₃ l ⁻¹)	19,32	29,40	41,16	26,04	13,16	14,84	7,00	13,44
Bütün Sertlik (mg CO ₃ l ⁻¹)	100,24	100,80	109,76	99,68	104,72	87,36	95,76	85,68
Kalıcı Sertlik (mg CO ₃ l ⁻¹)	80,92	71,40	41,16	73,28	91,56	76,44	88,76	72,24
Klor (me l ⁻¹)	0,01	0,06	0,20	0,02	0,01	0,02	0,05	0,04
Sülfat (me l ⁻¹)	1,16	0,73	0,60	0,94	0,94	0,86	4,71	5,68
Demir (mg l ⁻¹)	0.255	0.222	0.399	0.276	0.417	0.443	0.451	0.468
Mangan (mg l ⁻¹)	0.000	0.000	0.002	0.004	0.004	0.006	0.000	0.000
Çinko (mg l ⁻¹)	0.158	0.147	0.148	0.284	0.137	0.128	0.271	0.268
Bor (mg l ⁻¹)	1.219	3.227	8.234	0.971	1.084	1.932	3.221	3.323
Kobalt (mg l ⁻¹)	0.313	0.544	0.193	0.513	0.209	0.285	0.194	0.152
Krum (mg l ⁻¹)	0.121	0.135	0.163	0.207	0.135	0.113	0.119	0.137
Nikel (mg l ⁻¹)	2.233	2.582	1.777	3.357	1.791	3.086	2.147	2.714
Kadmiyum (mg l ⁻¹)	0.043	0.024	0.016	0.027	0.012	0.015	0.010	0.011
Kurşun (mg l ⁻¹)	1.920	2.120	1.300	1.610	1.090	1.470	1.020	1.300

4.2. Araştırma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

4.2.1. pH değerleri

Alman yeraltı su örneklerinin pH değerlerinin 6,523 – 8,240 arasında değiştiği görülmektedir. Araştırılan rnekler genelde pH yönünden kullanılabilir sulama suyu olarak kabul edilmektedir. Yerüstü su örneklerinin pH değerleri ise 7,945 – 8,230 arasında değişmektedir. Yerüstü sularından farklı olarak yeraltı sularının pH değerlerinin değişiminin sınırlarda olduğu görülmüştür. Benzer bir alışma DSİ VII. Bölge Müdürlüğü tarafından Tokat İli yeraltı ve yüzey suları üzerinde de yapılmıştır. Çalışmada yeraltı su örneklerinin pH değerleri 7,2 – 8,7, yerüstü sularının ise 7,52 – 8,76 arasında tespit edilmiştir (Anonymous, 2006f).

pH değerleri incelendiğinde üç dönemli noktalarda, noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$). Yapılan analizlerde en yüksek pH değeri ortalama 8,043 ile 18 nolu noktada tespit edilmiştir.

İstatistiki anlamda dönemler arasında da bir farklılık söz konusudur ($p < 0,05$). Örneklemenin 2. döneminde pH değerlerinin yükseldiği fakat 3. dönemde tekrar düştüğü görülmüştür.

Aynı şekilde iki dönemli noktalar incelendiğinde; istatistiki farklılık sadece noktalar arasında tespit edilmiştir.

Çizelge 6. Su örneklerindeki pH değerleri

NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.	
	Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3		
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	7,120	7,480	7,250	7,283c
	4	6,310	6,750	6,510	6,523a
	5	7,360	7,800	7,220	7,460c
	6	7,270	7,570	7,350	7,397c
	7	7,420	7,550	7,410	7,460c
	8	6,880	7,180	6,830	6,963b
	9	7,120	7,600	7,010	7,243c
	10	7,180	7,450	7,130	7,253c
	18	8,020	7,960	8,150	8,043cd
	Ort.	7,187a	7,482b	7,207a	7,292
	LSD nokta	0,222			p<0,05
	LSD dönem	0,128			p<0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	6,700	6,830	-
17		7,840	8,050	-	7,945b
19		-	8,200	8,190	8,195b
Ort.		7,270	7,693	8,190	7,635
LSD nokta		0,333			p<0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	6,840	-	-	6,840
	11	7,220	-	-	7,220
	12	-	7,140	-	7,140
	13	-	7,010	-	7,010
	14	-	-	6,800	6,800
	15	-	-	8,240	8,240
	16	8,230	-	-	8,230
	Ort.	7,430	7,095	7,520	7,354

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.2. EC değerleri

Tuzluluk ile ilgili olarak sulama sularının kalitesinin belirlenmesi ve sulamadan ileri gelebilecek tuzluluk zararlarının tahmininde, suların EC'nin ölçülmesi, yeterli bir ölçü olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır (Tuncay, 1994). Sulamada kullanılan suyun kalitesi bitki gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Tuz içeriği yüksek olan su ile sulama, hem toprak profilinin çözünebilir tuz içeriğinde, hem de drenaj sularının tuz yükünde bir artışa neden olmaktadır. Drenaj suyuna ulaşamayan tuzlar ise toprakta birikir. Bitkiler tuz içeren iyonların optimum miktarına ihtiyaç duyarlar. Bu miktarın artması ise bitkinin zarar görmesine neden olur (Grismer, 1990).

İncelenen yerüstü su örneklerinin EC değerleri 914 – 2593 $\mu\text{S cm}^{-1}$ arasında değişmektedir. 16, 18 ve 19 nolu örnekler III.sınıf (kullanılabilir) su niteliğindedir. Sadece 17 nolu örneğin IV. sınıf (ihtiyatla kullanılmalı) sulama suyu olduğu görülmektedir. Yeraltı su örneklerinin EC değerleri ise 704 – 4810 $\mu\text{S cm}^{-1}$ olarak değişmektedir. 7 nolu örneğin II. sınıf (iyi), 3, 5, 9, 10, 11 ve 19 nolu örneklerin III. sınıf (kullanılabilir), 1 ve 2 nolu örneklerin IV. sınıf (ihtiyatla kullanılmalı), 4, 6, 8, 12, 13 ve 15 nolu örneklerin V. Sınıf (zararlı) sınıfına girdiği görülmektedir (Anonymous, 1991b). Orta ve Aşağı Menderes Irmak sularında yapılan bir araştırmada benzer sonuçlar elde edilmiş, örneklerin EC değerleri 320 – 3800 $\mu\text{S cm}^{-1}$ arasında bulunmuştur (Altınbaş at al., 1999).

EC değerleri açısından üç dönemli noktalarda, su örneklerinde noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Yapılan analizlerde en yüksek EC değeri ortalama 4250 ile 6 nolu noktada, en düşük değer ise 704 ile 7 nolu noktada tespit edilmiştir.

İstatistiki anlamda dönemler arasında da bir farklılık söz konusudur ($p<0,05$). Örneklemenin 2. döneminde EC değerlerinin düştüğü fakat 3. dönemde tekrar yükseldiği görülmüştür.

Çizelge 7: Su örneklerindeki EC değerleri

NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.	
	Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3		
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	2960	2650	2110	2573e
	4	4800	4840	4120	4120g
	5	1816	2450	1613	1960d
	6	4680	4360	3710	4250fg
	7	697	716	699	704a
	8	4150	4190	3840	4060f
	9	1187	1152	866	1068ab
	10	1761	1645	1242	1549c
	18	1477	1024	1300	1267bc
	Ort.	2960b	2650b	3115a	2395
	LSD nokta	407,036			p<0,05
	LSD dönem	235,002			p<0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	2920	1024	-
17		1587	3600	-	2593a
19		-	1134	1218	1176a
Ort.		2253	1919	1218	1914
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	2920	-	-	2920
	11	1151	-	-	1151
	12	-	3420	-	3420
	13	-	3200	-	3200
	14	-	-	2430	2430
	15	-	-	4810	4810
	16	914	-	-	914
	Ort.	1662	3310	3620	2692

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.3. Ca konsantrasyonları

Genel olarak içilen yeraltı sularındaki Ca miktarı, 10 – 100 mg l⁻¹ arasında değişir. Bazen bu miktar 500 hatta 1000 mg l⁻¹'ye çıkabilir. Ca'un artması suyun tadını değiştirir ve sabunun köpürmesini azaltır. Sulama sularında bol bulunan Ca, Na yüzdesinin artışını azaltır, böylelikle Na zararı önlenmiş olur (Anonymous, 2006e).

Kalsiyum, bitki gelişimi için temel besinlerden olup, sulama sularında 40 – 100 mg l⁻¹ arasında bulunması istenir (Camberato and Martin, 2003).

Yeraltı su örneklerinin Ca içerikleri 0,510 – 1,980 me l⁻¹, yüzey su örneklerinin ise 0,610 – 0,897 me l⁻¹ arasında değişmektedir. Yukarıdaki değerlerle kıyaslandığında, tespit edilen Ca miktarlarının sulama suları için uygun olduğu görülmektedir. Aynı şekilde Polonya'da yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Bojarska et al., 2004).

Üç kez örneklenen noktalarda, noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmaktadır (p<0,05). Yapılan analizlerde en yüksek Ca konsantrasyonu ortalama 1,797 me l⁻¹ ile 1 nolu noktada, en düşük değer ise 0,897 me l⁻¹ ile 18 nolu noktada tespit edilmiştir.

İstatistiki anlamda dönemler arasında da bir farklılık söz konusudur (p<0,05). Örneklemenin 2. ve 3. dönemlerinde konsantrasyonların yükseldiği görülmüştür.

Çizelge 8: Su örneklerindeki kalsiyum konsantrasyonları (me l⁻¹)

	NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.
		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	1,530	1,780	2,080	1,797bc
	4	0,480	0,710	2,260	1,150ab
	5	0,760	1,020	1,390	1,057a
	6	2,030	1,980	1,930	1,980c
	7	0,970	0,990	1,020	0,993a
	8	0,740	1,040	1,930	1,237ab
	9	0,790	1,200	1,250	1,080a
	10	0,760	0,920	1,290	0,990a
	18	0,840	1,270	0,580	0,897a
	Ort.	0,989a	1,212ab	1,526b	1,242
	LSD nokta	0,643			p<0,05
	LSD dönem	0,371			p<0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	1,370	2,010	-
17		0,860	0,360	-	0,610a
19		-	0,660	0,580	0,620a
Ort.		1,115	1,010	0,580	0,973
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	1,370	-	-	1,370
	11	1,190	-	-	1,190
	12	-	1,600	-	1,600
	13	-	1,090	-	1,090
	14	-	-	1,880	1,880
	15	-	-	0,510	0,510
	16	0,640	-	-	0,640
	Ort.	1,067	1,345	1,195	1,183

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.4. K konsantrasyonları

Potasyum, bitkiler için çok gerekli bir besin maddesi olup, sulama sularında bulunması arzu edilir. K özellikleri yönünden Na'a benzese de, ABD Reverse Tuzluluk Laboratuvarı'nda yapılan araştırmalar, gerek toprak gerekse sulama sularında herhangi bir zarar meydana getirmediğini göstermiştir (Tuncay, 1994). Sulama sularındaki konsantrasyonunun fazla olması suya kirletici unsurların veya gübrelerin bulaştığının bir göstergesidir (Ayyıldız, 1983).

Örneklerin K konsantrasyonları; yeraltı sularında 1,480 – 47,707 me l⁻¹, yüzey sularında için 2,037 – 7,155 me l⁻¹ arasında değişmektedir.

Alınan örnekler K miktarı açısından karşılaştırıldığında; sadece üç kez örnekleme yapılan noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmaktadır (p<0,05). Yapılan analizlerde en düşük K miktarı ortalama 1,480 me l⁻¹ ile 9 nolu noktada, en fazla K ise 47,707 me l⁻¹ ile 6 nolu noktada tespit edilmiştir.

Çizelge 9: Su örneklerindeki potasyum konsantrasyonları (me l⁻¹)

	NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.
		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	12,580	12,050	7,170	10,600a
	4	6,630	9,890	4,980	7,167a
	5	1,670	2,220	1,110	1,667a
	6	52,550	63,840	26,730	47,707b
	7	2,220	1,670	1,110	1,667a
	8	17,900	11,510	7,710	12,373a
	9	2,220	1,110	1,110	1,480a
	10	3,880	2,220	2,780	2,960a
	18	1,110	1,670	3,330	2,037a
	Ort.	11,497a	9,012a	7,983a	9,740
	LSD nokta	10,989			p<0,05
	LSD dönem	ns			p>0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	5,530	5,530	-
17		3,880	10,430	-	7,155a
19		-	3,330	3,330	3,330a
Ort.		4,705	6,430	3,330	5,338
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	3,330	-	-	3,330
	11	3,330	-	-	3,330
	12	-	3,880	-	3,880
	13	-	3,330	-	3,330
	14	-	-	3,330	3,330
	15	-	-	8,810	8,810
	16	2,220	-	-	2,220
	Ort.	2,960	3,605	6,070	4,033

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınamadığını göstermektedir.

4.2.5. Mg konsantrasyonları

Bitki besin elementlerinden olan Mg'un sulama sularında 30 – 50 mg l⁻¹ arasında olması istenir. (Camberato and Martin, 2003) Yeraltı sularında 10 – 100 mg l⁻¹ arasında değişir. 125 mg l⁻¹'den fazla Mg bulunması halinde sular acılaşmakta ve içilememektedir. Aşırısı bağırsak rahatsızlıklarına neden olmaktadır (Anonymous, 2006e).

Örneklerin Mg konsantrasyonları yüzey suları için, 39,330 – 80,973 me l⁻¹, yeraltı suları için ise 29,973 – 128,800 me l⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

Benzer bir çalışma Fethiye, Göcek, İnlıce ve Kavaköy Ovalarını kapsayan alandaki yüzey ve yeraltı sularının hidrokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla da yapılmıştır (Çamur et al., 2001).

Örnekler Mg miktarı açısından incelendiğinde; üç dönem örnekleme yapılan yerlerde noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmaktadır (p<0,05). Yapılan analizlerde en yüksek Mg miktarı ortalama 128,800 me l⁻¹ ile 1 nolu noktada, en düşük Mg ise 29,973 me l⁻¹ ile 8 nolu noktada tespit edilmiştir.

İki dönemli noktalarda hem nokta hem dönem açısından istatistiki bir farklılık bulunmamıştır. (p>0,05)

Çizelge 10: Su örneklerindeki magnezyum konsantrasyonları (me l⁻¹)

	NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.
		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	162,900	108,200	115,300	128,800c
	4	58,000	73,810	66,130	65,980b
	5	69,200	101,700	90,830	87,243b
	6	170,470	108,800	96,940	125,403c
	7	62,770	78,360	68,770	69,967b
	8	23,410	29,470	37,040	29,973a
	9	73,600	84,010	74,910	77,507b
	10	103,200	100,600	92,890	98,897bc
	18	70,550	77,950	94,420	80,973b
	Ort.	88,233a	84,767a	81,914a	84,971
	LSD nokta	33,564			p<0,05
	LSD dönem	Ns			p>0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	61,100	64,640	-
17		50,420	80,570	-	65,495a
19			67,170	46,420	56,795a
Ort.		55,760	70,793	46,420	61,720
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	31,200	-	-	31,200
	11	54,130	-	-	54,130
	12	-	94,340	-	94,340
	13	-	101,100	-	101,100
	14	-	-	100,530	100,530
	15	-	-	74,590	74,590
	16	39,330	-	-	39,330
	Ort.	41,553	97,720	87,560	70,746

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.6. Na konsantrasyonları

Sulama suyu kalitesi üzerinde doğrudan etkili olan en önemli katyon Na'dur. Doğada sularda en fazla bulunan Na tuzu NaCl'dür. Yüksek Na oranı, bitkinin Ca ve Mg alımını engelleyerek ortamda aşırı Ca ve Mg birikimine neden olabilir. Na'un aşırı düzeyde adsorbe edilmesi bitkide yaprak yanmalarına neden olmaktadır. Bu nedenle özellikle yüzey sulama sularında, sudaki Na düzeyinin 50 ppm olması istenir (Camberato, 2003; Will and Faust, 2005).

Örnekler incelendiğinde yeraltı su örneklerinin Na konsantrasyonları 8,390 – 49,140 me l⁻¹ arasında, yüzey sularının ise 5,140 – 134,140 me l⁻¹ arasında değişmektedir. 7 nolu örneğin I. sınıf su kalitesinde, 9, 10, 11, 16 ve 18 nolu örneklerin III. sınıf su kalitesinde, kalan örneklerin ise IV. sınıf su kalitesinde olduğu yapılan karşılaştırmada görülmektedir (Anonymous, 2004c). Benzer bir çalışma Söke Ovası'ndaki yüzey suları ve gözlem kuyuları üzerinde de yapılmış ve birbirine yakın sonuçlar bulunmuştur (Girgin ve Baş, 1995).

Alınan örnekler Na konsantrasyonları açısından incelendiğinde; üç dönem örnekleme yapılan yerlerde noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$).

İki dönemli noktalarda hem nokta hem dönem açısından istatistiki bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Çizelge 11. Su örneklerindeki sodyum konsantrasyonları (me l⁻¹)

	NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.
		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	21,660	13,410	13,410	16,160a
	4	150,570	94,060	88,140	110,923b
	5	22,140	24,430	6,390	17,653a
	6	26,170	28,240	19,720	24,710a
	7	7,000	4,530	3,890	5,140a
	8	70,070	76,140	128,560	91,590b
	9	7,610	7,610	5,150	6,790a
	10	9,400	11,720	5,770	8,963a
	18	9,990	5,780	9,400	8,390a
	Ort.	36,068a	29,547a	31,159a	32,258
	LSD nokta	29,196			p<0,05
	LSD dönem	ns			p>0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	22,600	24,870	-
17		22,140	76,140	-	49,140a
19		-	10,570	11,720	11,145a
Ort.		22,370	37,193	11,720	27,887
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	22,600	-	-	22,600
	11	10,570	-	-	10,570
	12	-	29,810	-	29,810
	13	-	29,040	-	29,040
	14	-	-	16,660	16,660
	15	-	-	134,140	134,140
	16	9,990	-	-	9,990
	Ort.	14,387	29,425	75,400	36,116

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.7. Sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) değerleri

Yapılan araştırmalarda toprak çözeltisinin SAR değerinin, toprak tarafından adsorbe edilmiş Na miktarını etkilediği bulunmuş ve SAR değerinin suyun Na zararının bir indeksi olarak kullanılmasında çok önemli olduğu ortaya konulmuştur. Sulama suyunun SAR değerinin artması halinde buna bağlı olarak toprağın saturasyon ekstraktının SAR değeri de artmaktadır. Bunun sonucu olarak toprağın ESP (değişebilir sodyum yüzdesi) değeri artmakta ve toprak sodikleşme eğilimi göstermektedir (Sağlam ve Adiloğlu, 1997).

Yeraltı su örneklerinde saptanan SAR değerleri 0,873 – 22,913 arasında değişmektedir. Su örnekleri SAR değerlerine göre sınıflandırıldığında; 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17 ve 18 nolu örneklerin I.sınıf (çok iyi), 4, 8 ve 15 nolu örneklerin ise III.sınıf (kullanılabilir) sulama suyu grubuna girdiği görülmüştür (Anonymous, 1991b). Benzer şekilde Balçova kuyu sularında S₂ ve S₄ sınıflarına giren sulara rastlanmıştır (Saatçi et al., 1973).

Yerüstü su örneklerinin SAR değerleri ise, 1,317 – 8,170 arasında değişmektedir. SAR ile ilgili olarak verilen kriterlere göre yerüstü su örneklerinin tümü I. sınıf sulama suyu niteliğindedir. Benzer ilişkiler ESP ve SSP değerleri arasında da söz konusudur.

Sulama sularının sınıflandırılmasında ABD Tuzluluk Sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemde suların EC ve ($\mu\text{S cm}^{-1}$) ve SAR değerleri dikkate alınmıştır. Sular EC değerlerine göre dört grup altında toplanmıştır. Bunlar 0 – 250 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (C₁), 250 – 750 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (C₂), 750 – 2250 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (C₃) ve 2250 $\mu\text{S cm}^{-1}$ 'den fazla (C₄) olan sulardır. SAR değerlerine göre ise sulama suları; 1. sınıf (S₁) az sodyumlu sular, 2.sınıf (S₂) orta sodyumlu sular, 3. sınıf (S₃) yüksek sodyumlu sular, 4. sınıf (S₄) çok yüksek sodyumlu sular olmak üzere yine dört gruba ayrılmaktadır (Sağlam ve Adiloğlu, 1997).

Alınan su örnekleri, ABD Tuzluluk Laboratuvar Sistemi'ne göre sınıflandırıldığında, 1, 2, 4, 6, 13 ve 14 nolu örneklerin C₄ – S₁, 3, 5, 9, 10, 11, 16, 18 ve 19 nolu örneklerin C₃ – S₁, 7 nolu örneğin c₂ – s₁, 8 ve 15 nolu örneklerin C₄ –

S_4 , 17 nolu örneğin $C_4 - S_2$ sınıfına girdiği tespit edilmiştir. Bu sınıflandırmayı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği'ndeki değerlerle karşılaştırdığımızda; $C_4 - S_1$ sınıfına giren örneklerin IV. sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı), $C_3 - S_1$ sınıfın giren örneklerin III. sınıf su (kullanılabilir), $C_2 - S_1$ sınıfına giren örneğin II. sınıf su (iyi), $C_4 - S_4$ sınıfına giren örneklerin IV. sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı), $C_4 - S_2$ sınıfına giren örneğin ise yine IV. sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı) kalitesinde olduğu görülmektedir (Anonymous, 1991b).

Örnekler SAR değerleri açısından incelendiğinde; sadece üç dönem örnekleme yapılan yerlerde noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). Yapılan analizlerde en yüksek SAR değeri ortalama 22,913 ile 8 nolu noktada, en düşük SAR ise 0,873 ile 7 nolu noktada tespit edilmiştir.

Çizelge 12: Su örneklerindeki SAR değerleri

NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.		
	Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3			
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	2,390	1,810	1,750	1,983a	
	4	27,880	15,410	15,070	19,453b	
	5	3,750	3,410	0,940	2,700a	
	6	2,820	3,800	2,800	3,140a	
	7	1,240	0,720	0,660	0,873a	
	8	20,200	19,520	29,020	22,913b	
	9	1,250	1,160	0,830	1,080a	
	10	1,300	1,650	0,840	1,263a	
	18	1,670	0,920	1,360	1,317a	
	Ort.	6,944a	5,378a	5,919a	6,080	
	LSD nokta	5,437			p<0,05	
	LSD dönem	ns			p>0,05	
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	4,040	4,310	-	4,175a
		17	4,370	11,970	-	8,170a
19		-	1,820	2,420	2,120a	
Ort.		4,205	6,033	2,420	4,822	
LSD nokta		ns			p>0,05	
LSD dönem		ns			p>0,05	
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	4,120	-	-	4,120	
	11	2,010	-	-	2,010	
	12	-	4,300	-	4,300	
	13	-	4,060	-	4,060	
	14	-	-	2,330	2,330	
	15	-	-	21,880	21,880	
	16	2,230	-	-	2,230	
	Ort.	2,787	4,180	12,105	5,847	

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.8. Suların değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) değerleri

Örnekler incelendiğinde yeraltı sularının ESP değerlerinin 0,353 – 24,380 arasında değiştii görölmektedir. Yüzey sularının ESP değerleri ise 0,677 – 9,510 arasında değişmektedir.

Alınan örnekler ESP değerleri açısından incelendiğinde; üç dönem örnekleme yapılan yerlerde noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). Yapılan analizlerde en yüksek ESP değeri ortalama 24,380 ile 8 nolu noktada tespit edilmiştir.

İki dönemli noktalarda hem nokta hem dönem açısından istatistiki bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Çizelge 13: Su örneklerindeki ESP değerleri

	NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.
		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	2,220	1,390	1,300	1,637a
	4	28,500	17,670	17,330	21,167b
	5	4,100	3,630	0,130	2,620a
	6	2,820	4,160	2,790	3,257a
	7	0,570	0,200	0,290	0,353a
	8	22,200	21,590	29,350	24,380b
	9	0,580	0,450	0,040	0,357a
	10	0,650	1,160	0,020	0,610a
	18	1,190	0,100	0,740	0,677a
	Ort.	6,981a	5,594a	5,777a	6,117
	LSD nokta	4,748			p<0,05
	LSD dönem	ns			p>0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	4,490	4,850	-
17		4,930	14,090	-	9,510a
19		-	1,400	2,260	1,830a
Ort.		4,710	6,780	2,260	5,337
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	4,600	-	-	4,600
	11	1,680	-	-	1,680
	12	-	4,840	-	4,840
	13	-	4,520	-	4,520
	14	-	-	2,130	2,130
	15	-	-	23,670	23,670
	16	1,990	-	-	1,990
	Ort.	2,757	4,680	12,900	6,204

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.9. Suların Eriyebilir Sodyum Yüzdesi [(SSP) (% Na)] değerleri

Su örneklerinde SSP değerleri 7,233 – 207,680 arasında değişmektedir. Sınır değerlerle karşılaştırıldığında; 1, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 18 ve 19 nolu noktaların I. sınıf su (çok iyi), 2, 3, 5, 12, 13 ve 16 nolu noktaların II. sınıf su (iyi), 17 nolu noktanın IV. sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı), 4, 8 ve 15 nolu noktaların V. Sınıf su (zararlı) grubna girdiği görülmektedir (Anonymous, 1991b). Benzer bir çalışma Söke Ovası'ndaki yüzey suları ve gözlem kuyuları üzerinde de yapılmış ve birbirine yakın sonuçlar bulunmuştur (Girgin ve Baş, 1995).

Örnekler SSP değerleri açısından incelendiğinde; üç dönem örnekleme yapılan yerlerde noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). Yapılan analizlerde en yüksek SSP değeri ortalama 207,680 ile 8 nolu noktada, en düşük SSP değeri ise ortalama 7,233 ile 7 nolu noktada tespit edilmiştir.

İki dönemli noktalarda hem nokta hem dönem açısından istatistiki bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Çizelge 14: Su örneklerindeki SSP değerleri

NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.	
	Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3		
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	12,240	10,990	10,770	11,333a
	4	231,250	111,430	120,130	154,270b
	5	30,910	23,270	6,840	20,340a
	6	11,630	16,170	5,500	11,100a
	7	10,610	5,590	5,500	7,233a
	8	166,470	181,200	275,370	207,680b
	9	9,930	8,820	6,680	8,477a
	10	8,720	11,310	5,960	8,663a
	18	13,770	7,150	9,560	10,160a
	Ort.	55,059a	41,770a	49,590a	48,806
	LSD nokta	53,921			p<0,05
	LSD dönem	ns			p>0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	33,250	34,460	-
17		40,130	83,340	-	61,735a
19		-	14,870	23,300	19,085a
Ort.		36,690	44,223	23,300	38,225
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	29,700	-	-	29,700
	11	18,040	-	-	18,040
	12	-	29,860	-	29,860
	13	-	27,520	-	27,520
	14	-	-	15,760	15,760
	15	-	-	159,860	159,860
	16	23,680	-	-	23,680
	Ort.	23,806	28,690	87,810	43,489

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.10. Klor konsantrasyonları

Sulama sularında 4 me l^{-1} 'nin altındaki Cl^{-1} konsantrasyonları duyarlı bitkiler için toksik değildir. Ancak 10 me l^{-1} değerinin üstündeki konsantrasyonlarda sorun tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır. Sodyumda olduğu gibi, çok yıllık meyve ağaçları ve bağlar Cl^{-1} 'a karşı duyarlıdırlar (Kanber et al., 1992).

Yeraltı su örneklerinin Cl^{-1} içerikleri 0,000 – 0,303 me l^{-1} arasında, yerüstü su örneklerinin Cl^{-1} içerikleri ise 0,010 – 0,130 me l^{-1} arasında değişmektedir. Alınan tüm örneklerin Cl^{-1} içeriği bakımından I.sınıf (çok iyi) su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Araştırma için alınan su örneklerinde Cl^{-1} içerikleri bakımından bir problem olmadığı ortaya çıkmıştır (Anonymous, 2004c).

Çine Çayı'nın fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Barlas ve Durucan, 2005).

Alınan örnekler Cl^{-1} içeriği açısından incelendiğinde; analizlerde en düşük Cl^{-1} içeriği ortalama 0,007 me l^{-1} ile 7 nolu nokta, en fazla Cl^{-1} içeriği ise 0,303 me l^{-1} ile 8 nolu noktada tespit edilmiştir. Sadece üç dönem örnekleme yapılan yerlerde noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$).

Çizelge 15: Su örneklerindeki klor konsantrasyonları (me l^{-1})

NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.	
	Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3		
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	0,070	0,080	0,100	0,083bc
	4	0,180	0,100	0,180	0,153de
	5	0,050	0,210	0,100	0,120cd
	6	0,200	0,190	0,170	0,187e
	7	0,000	0,010	0,010	0,007a
	8	0,310	0,310	0,290	0,303ef
	9	0,000	0,020	0,010	0,010a
	10	0,020	0,030	0,030	0,027ab
	18	0,020	0,010	0,020	0,017a
	Ort.	0,094a	0,107a	0,101a	0,101
	LSD nokta	0,059			p<0,05
	LSD dönem	ns			p>0,05
İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	0,140	0,130	-	0,135a
	17	0,060	0,200	-	0,130a
	19	-	0,050	0,040	0,045a
	Ort.	0,100	0,127	0,040	0,103
	LSD nokta	ns			p>0,05
	LSD dönem	ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	0,120	-	-	0,120
	11	0,000	-	-	0,000
	12	-	0,180	-	0,180
	13	-	0,160	-	0,160
	14	-	-	0,260	0,260
	15	-	-	0,260	0,260
	16	0,010	-	-	0,010
	Ort.	0,043	0,170	0,260	0,117

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.11. Sülfat konsantrasyonları

Sülfat; gübreler, jips, tarımsal ilaç olarak kullanılan kükürtlerle sulara karışır. Sulama sularındaki yüksek SO_4^{-2} konsantrasyonları, Ca çökmesine neden olmaları sebebiyle toksik etki yapabilir (Tuncay, 1994). İçme sularında SO_4^{-2} miktarı 200 – 400 mg l⁻¹ olmalıdır. Sulama sularında SO_4^{-2} içeriği 500 mg l⁻¹'nin üzerine çıktığında bitki beslenmesi için zararlıdır (Anonymous, 2006e).

Yeraltı sularına ait olan SO_4^{-2} konsantrasyonları, 0,665 – 5,195 me l⁻¹, yüzey sularının SO_4^{-2} konsantrasyonları ise 0,860 – 13,580 me l⁻¹ arasında değişmektedir. Noktaların tamamı incelendiğinde; tüm örneklerin I.sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir (Anonymous, 2004c). Bu sonuçlar daha önceki çalışmalarla uyum içerisindedir. Fethiye, Göcek, İnce ve Kavaköy Ovalarını kapsayan alandaki yüzey ve yeraltı sularının hidrokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çamur et al., 2001).

Sülfat içeriği açısından üç dönemli noktalarda, su örneklerinde noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmaktadır (p<0,05).

İstatistiki anlamda dönemler arasında da bir farklılık söz konusudur (p<0,05). Örneklemenin 2. döneminde SO_4^{-2} miktarının düştüğü fakat 3. dönemde tekrar artış olduğu tespit edilmiştir.

Aynı şekilde iki dönemli noktalar incelendiğinde; istatistiki farklılık sadece noktalar arasında tespit edilmiştir. En yüksek SO_4^{-2} miktarı 5,195 me l⁻¹ ile 19. nolu noktada bulunmuştur.

Çizelge 16: Su örneklerindeki sülfat konsantrasyonları (me l⁻¹)

NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.	
	Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3		
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	14,910	12,120	13,710	13,580d
	4	7,920	5,780	7,710	7,137c
	5	2,740	1,970	2,570	2,427ab
	6	2,700	2,010	2,140	2,283ab
	7	2,740	2,660	2,570	2,657b
	8	0,890	1,110	0,860	0,953a
	9	8,740	4,500	8,100	6,620c
	10	2,530	1,500	2,140	2,057ab
	18	0,940	0,940	0,860	0,913a
	Ort.	4,901b	3,621a	4,518b	4,292
	LSD nokta	1,407			p<0,05
	LSD dönem	0,812			p<0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	2,480	2,570	-
17		0,730	0,600	-	0,665a
19		-	4,710	5,680	5,195c
Ort.		1,605	2,627	5,680	2,795
LSD nokta		1,769			p<0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	1,070	-	-	1,070
	11	1,840	-	-	1,840
	12	-	1,710	-	1,710
	13	-	0,890	-	0,890
	14	-	-	3,420	3,420
	15	-	-	0,860	0,860
	16	1,160	-	-	1,160
	Ort.	1,023	1,300	2,140	1,564

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.12. Organik madde konsantrasyonları

Sularda bulunan organik maddeler renk oluşumu, tat ve koku problemleri, oksijen miktarının azalması, suların klorlama sırasında oluşturdukları klorlu bileşikler gibi bazı problemler ortaya çıkarmaktadır (Dişli et al., 2004).

Organik madde içerikleri incelendiğinde, değerlerin yeraltı sularında 6,347 – 19,200 mg l⁻¹, yüzey sularında 6,640 – 10,800 mg l⁻¹ arasında değiştiği görülmektedir. Sınır değer olan 3,5 mg l⁻¹ tüm noktalarda aşılmıştır (Anonymous, 1984). Benzer bir çalışma Eskişehir'in Karacahöyük, Gökdere ve Osmaniye köylerinde yapılmış, yakın sonuçlar elde edilmiştir (Uygan et al., 2006).

Üç kez örnek alınan noktalarda, su örneklerinin organik madde içerikleri noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık göstermektedir. Yapılan analizlerde en fazla organik madde ortalama 11,360 mg l⁻¹ ile 8 nolu noktada, en düşük organik madde ise ortalama 6,347 mg l⁻¹ ile 7 nolu noktada tespit edilmiştir.

İstatistiki anlamda dönemler arasında da bir farklılık saptanmıştır (p<0,05). İki dönemli noktalarda ise hem noktalar hem de dönemler arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmamaktadır (p>0,05).

Çizelge 17: Su örneklerindeki organik madde konsantrasyonları (mg l⁻¹)

NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.	
	Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3		
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	8,320	8,560	9,760	8,880abc
	4	11,280	8,800	12,400	10,827bcd
	5	5,840	7,520	11,280	8,213ab
	6	12,000	11,680	13,600	12,427d
	7	6,240	7,040	5,760	6,347a
	8	9,920	10,400	13,760	11,360cd
	9	7,360	6,000	6,560	6,680a
	10	6,800	6,320	9,280	7,467a
	18	8,000	13,040	10,000	10,347bcd
	Ort.	8,418a	8,818ab	10,267b	9,172
	LSD nokta	2,633			p<0,05
	LSD dönem	1,520			p<0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	8,400	10,560	-
17		7,360	13,840	-	10,600a
19		-	10,000	11,600	10,800a
Ort.		7,880	11,467	11,600	10,293
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	8,640	-	-	8,640
	11	19,200	-	-	19,200
	12	-	14,800	-	14,800
	13	-	10,560	-	10,560
	14	-	-	14,640	14,640
	15	-	-	13,520	13,520
	16	6,640	-	-	6,640
	Ort.	11,493	12,680	14,080	12,583

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.13. Nitrat konsantrasyonları

Sulama sularında bulunan NO_3^- gübre değeri nedeniyle istenir. Bitkilere toksik etkisi yoktur. Yüksek konsantrasyondaki NO_3^- 'ın bitkilere etkileri osmotiktir. Fakat içme sularında bulunan NO_3^- kirliliğin bir göstergesidir. (Sağlam ve Adiloğlu, 1997) Yeraltı sularında NO_3^- çoğu canlıların artıkları ve suni gübreler yoluyla oluşur. Sularda $5 - 10 \text{ mg l}^{-1}$ 'nin üzerinde NO_3^- bulunması bu suyun dışarıdan kirletildiğini gösterir. İçme sularında NO_3^- 25 mg l^{-1} 'yi geçmemelidir (Anonymous, 2006e).

Yeraltı su örneklerinin NO_3^- içerikleri $1,567 - 48,707 \text{ mg l}^{-1}$ arasında değişmektedir. 2, 4, 7, 8 ve 14 nolu örnekler I. sınıf, 5, 9, 11, 12, 13 nolu örnekler II. sınıf, 3, 10 ve 15 nolu örnekler III. sınıf, 1 ve 6 nolu örnekler ise IV. sınıf sulama suyu sınıfına girmektedir. Yerüstü su örneklerinin NO_3^- içeriklerinin $2,370 - 8.900 \text{ mg l}^{-1}$ arasında değiştiği görülmektedir. 16 nolu örnek I.sınıf, 17, 18 ve 19 nolu örnekler ise II. sınıf sulama suyu olarak gruplandırılmıştır (Anonymous, 2004c).

Benzer bir çalışma İç Ege Bölgesi'nde sulama sularının bitki besleme açısından nitelikleri ve kimyasal içeriklerinin tespiti amacıyla yapılmıştır. Araştırmada yeraltı sulama sularında NO_3^- içeriklerinin genel olarak tehlikeli düzeyde olmadığı, toplam 48 adet su örneği içerisinde sadece bir tanesinin yüksek miktarda NO_3^- içerdiği saptanmıştır (Kovancı, 1979).

Su örneklerindeki nitrat konsantrasyonu açısından sadece üç dönemli noktalarda noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). Yapılan analizlerde en az nitrat konsantrasyonu ortalama $1,567 \text{ mg l}^{-1}$ ile 4 nolu noktada tespit edilmiştir.

Çizelge 18: Su örneklerindeki nitrat konsantrasyonları (mg l⁻¹)

NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.	
	Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3		
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	31,950	31,620	12,170	25,247c
	4	0,000	4,230	0,470	1,567a
	5	5,560	9,170	14,740	9,823ab
	6	50,070	60,770	35,280	48,707d
	7	8,460	1,420	1,710	3,863a
	8	5,660	4,320	4,370	4,783a
	9	3,320	13,930	1,470	8,625a
	10	22,390	22,580	14,310	19,760bc
	18	11,830	4,700	10,170	8,900ab
	Ort.	15,471a	16,971a	10,521a	14,586
	LSD nokta	10,848			p<0,05
	LSD dönem	ns			p>0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	8,170	13,120	-
17		7,980	4,420	-	6,200a
19		-	12,220	2,660	7,440a
Ort.		8,075	9,920	2,660	8,095
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	2,420	-	-	2,420
	11	8,510	-	-	8,510
	12	-	5,040	-	5,040
	13	-	5,320	-	5,320
	14	-	-	2,560	2,560
	15	-	-	19,830	19,830
	16	2,370	-	-	2,370
	Ort.	4,433	5,180	11,195	6,579

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.14. Nitrit konsantrasyonları

Su örneklerinin NO_2^- konsantrasyonları yüzey sularında 0,005 – 6,200 mg l^{-1} , yeraltı sularında ise 0,000 – 2,400 mg l^{-1} arasında değişmektedir. Sınır değerlerle karşılaştırıldığında 2, 7, 11, 12 ve 13 nolu örneklerin I. sınıf, 3, 4, 6, 10, 14, 16, 18 ve 19 nolu örneklerin II. sınıf, 1, 5, 8, 9, 15 ve 17 nolu örneklerin IV. sınıf su grubuna girdiği tespit edilmiştir (Anonymous, 2004c).

Su örneklerinin tamamında; nitrit konsantrasyonları açısından, hem noktalar arasında hem de dönemler arasında istatistiki anlamda farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Çizelge 19: Su örneklerindeki nitrit konsantrasyonları (mg l⁻¹)

NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.	
	Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3		
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	0,000	0,010	0,550	0,187a
	4	0,000	0,010	0,010	0,007a
	5	0,000	0,010	3,440	1,150a
	6	0,000	0,010	0,000	0,003a
	7	0,000	0,000	0,000	0,000a
	8	1,110	0,070	0,000	0,393a
	9	0,010	0,300	0,240	0,155a
	10	0,000	0,010	0,020	0,010a
	18	0,010	0,000	0,010	0,007a
	Ort.	0,126a	0,047a	0,474a	0,212
	LSD nokta	ns			p>0,05
	LSD dönem	ns			p>0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	0,010	0,010	-
17		7,980	4,420	-	6,200a
19		-	0,000	0,010	0,005a
Ort.		3,995	1,477	0,010	2.072
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	0,000	-	-	0,000
	11	0,000	-	-	0,000
	12	-	0,000	-	0,000
	13	-	0,000	-	0,000
	14	-	-	0,010	0,010
	15	-	-	2,400	2,400
	16	0,010	-	-	0,010
	Ort.	0,003	0,000	1,205	0,345

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.15. Karbonat konsantrasyonları

Suda bulunan CO_3^{-2} ve HCO_3^{-1} iyonlarının oransal değerleri, pH değerinin bir fonksiyonudur ve normal pH derecelerinde sularda CO_3^{-2} miktarı HCO_3^{-1} miktarına göre çok düşük olup genellikle sıfır olarak belirlenir. pH değeri 8,2'nin üzerine çıktığı zaman CO_3^{-2} konsantrasyonu artmaya başlar, 9,5 pH'da ise yüksek değerlerde bulunur (Tuncay, 1994).

Araştırmada kullanılan su örneklerinin CO_3^{-2} içerikleri yeraltı suları için 0,130 – 2,400 me l⁻¹, yüzey suları için 0,200 – 0,420 me l⁻¹ arasında değişmektedir. Benzer bir çalışma Eskişehir İli merkez köylerinden Karacahöyük, Gökdere ve Osmaniye yörelerinin sulama suları üzerinde yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar bu bilgilerle uyum içerisindedir (Uygan et al., 2006).

Karbonat içeriği açısından üç dönemli noktalarda, su örneklerinde noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmaktadır. ($p < 0,05$) Yapılan analizlerde en fazla CO_3^{-2} ortalama 0,797 me l⁻¹ ile 1 nolu noktada, en düşük CO_3^{-2} ise ortalama 0,287 me l⁻¹ ile 8 nolu noktada tespit edilmiştir.

İstatistiki anlamda dönemler arasında da bir farklılık saptanmıştır ($p < 0,05$). İki dönemli noktalarda ise hem noktalar hem de dönemler arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmamaktadır ($p > 0,05$).

Çizelge 20: Su örneklerindeki karbonat konsantrasyonları (me l⁻¹)

	NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.
		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	0,530	0,930	0,930	0,797c
	4	0,270	0,930	0,530	0,577bc
	5	0,200	0,400	0,670	0,423ab
	6	0,200	0,330	0,400	0,310ab
	7	0,270	0,800	0,400	0,490ab
	8	0,130	0,330	0,400	0,287a
	9	0,200	0,530	0,670	0,365ab
	10	0,270	0,800	0,400	0,490ab
	18	0,200	0,530	0,530	0,420ab
	Ort.	0,252a	0,620b	0,548b	0,462
	LSD nokta	0,241			p<0,05
	LSD dönem	0,139			p<0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	0,200	0,270	-
17		0,200	0,400	-	0,300a
19		-	0,270	0,530	0,400a
Ort.		0,200	0,313	0,530	0,312
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	0,270	-	-	0,270
	11	0,270	-	-	0,270
	12	-	0,400	-	0,400
	13	-	0,530	-	0,530
	14	-	-	0,130	0,130
	15	-	-	2,400	2,400
	16	0,200	-	-	0,200
	Ort.	0,247	0,465	1,265	0,600

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.16. Bikarbonat konsantrasyonları

Bikarbonat anyonu, sulama suları için yararlıdır. Fazla miktarda bulunması toprakta kireç birikimi yapmaktadır. Yeraltı sularındaki HCO_3^{-1} miktarı genel olarak 10 – 800 mg l^{-1} sınırları arasında değişse de ender olarak 400 mg l^{-1} ’yi aşmaktadır (Anonymous, 2006e).

Yapılan analizlerde en az HCO_3^{-1} miktarı ortalama 0,513 me l^{-1} ile 7 nolu noktada, en fazla HCO_3^{-1} ise 3,890 me l^{-1} ile 4 nolu noktada tespit edilmiştir. Benzer bir çalışma İran’ın batısındaki Khorramabad bölgesi’nde yapılmıştır (Tahmasebi and Pouraghniaei, 2002).

Alınan su örneklerindeki HCO_3^{-1} miktarlarına bakıldığında; sadece üç kez örnekleme yapılan yerlerde noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Çizelge 21: Su örneklerindeki bikarbonat konsantrasyonları (me l^{-1})

NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.	
	Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3		
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	1,330	0,600	0,400	0,777ab
	4	4,000	3,670	4,000	3,890d
	5	0,800	1,600	1,000	1,133abc
	6	1,330	2,330	1,600	1,753c
	7	0,400	0,200	0,940	0,513a
	8	1,470	1,470	1,600	1,513bc
	9	0,870	0,470	0,670	0,670a
	10	1,130	0,330	1,540	1,000ab
	18	0,870	0,600	0,670	0,713a
	Ort.	1,356a	1,252a	1,380a	1,329
	LSD nokta	0,689			p<0,05
	LSD dönem	ns			p>0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	1,600	2,600	-
17		0,870	1,600	-	1,235a
19		-	0,730	0,400	0,565a
Ort.		1,235	1,643	0,400	1,300
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	1,870	-	-	1,870
	11	0,930	-	-	0,930
	12	-	1,270	-	1,270
	13	-	1,670	-	1,670
	14	-	-	2,540	2,540
	15	-	-	0,140	0,140
	16	0,330	-	-	0,330
	Ort.	1,043	1,470	1,340	2,917

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.17. Geçici sertlik

Sertlik, suların içme, sulama ve çeşitli endüstri dallarında kullanımında önemli bir kalite özelliğidir. Suların sertliği, içerisinde çözülmüş halde bulunan Ca ve Mg'un çeşitli tuzlarından ileri gelir. İçerisinde çözülmüş halde Ca ve Mg'un çeşitli tuzlarını bulunduran suyun sertliği, bu tuzların konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Sulama suyu kalitesi açısından sert sular tercih edilir. Çünkü sert suların içerisindeki Ca ve Mg konsantrasyonu yüksektir. Bu nedenle bilindiği gibi sert su yumuşak toprak, yumuşak su sert toprak (Na bakımından zengin) oluşturmaktadır (Sağlam ve Adiloğlu, 1997). Ülkemizde yaygın olarak kullanılan sertlik derecesi Fransız Sertlik Derecesidir (Aydın ve Sezen, 1995).

Geçici sertlik değerleri açısından üç dönemli noktalarda, su örneklerinde noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). Yapılan analizlerde en yüksek kalıcı sertlik değeri ortalama $90,160 \text{ mg CaCO}_3 \text{ l}^{-1}$ ile 4 nolu noktada tespit edilmiştir.

İstatistiki anlamda dönemler arasında da bir farklılık söz konusudur ($p < 0,05$). Örneklemenin 2. döneminde geçici sertlik değerlerinin düştüğü fakat 3. dönemde tekrar arttığı tespit edilmiştir.

Çizelge 22: Su örneklerindeki geçici sertlik değerleri (mg CaCO₃ l⁻¹)

	NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.
		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	51,520	32,200	42,000	41,907de
	4	81,480	93,800	95,200	90,160f
	5	34,720	29,400	35,560	33,227cd
	6	49,560	41,160	47,880	46,200e
	7	24,920	17,080	19,600	20,533ab
	8	40,880	35,560	39,200	38,547de
	9	31,360	24,920	28,000	28,140bc
	10	41,720	28,000	30,240	33,320cd
	18	26,040	13,160	14,840	18,013a
	Ort.	42,467b	35,031a	39,169ab	38,894
	LSD nokta	8,509			p<0,05
	LSD dönem	4,912			p<0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	52,360	38,080	-
17		29,400	41,160	-	35,280a
19		-	7,000	13,440	10,220a
Ort.		40,880	28,747	13,440	30,240
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	59,080	-	-	59,080
	11	29,400	-	-	29,400
	12	-	37,800	-	37,800
	13	-	35,560	-	35,560
	14	-	-	49,000	49,000
	15	-	-	65,800	65,800
	16	19,320	-	-	19,320
	Ort.	35,933	36,680	57,400	42,280

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.18. Bütün sertlik

Bütün sertlik, kalıcı ve geçici sertliğin tümüne birden verilen isimdir. Toplam sertlik olarak da adlandırılmaktadır. Suların sertlik derecelerine göre sınıflandırılması, hesaplanan bütün sertlik derecelerine göre yapılmaktadır. Örneklerin aşağıdaki tabloda verilen bütün sertlik derecelerine göre; tamamı çok sert su sınıfına girmektedir (Tuncay, 1994).

Bütün sertlik değerleri açısından, hem noktalar arasında hem de dönemler arasında istatistiki anlamda farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Çizelge 23. Su örneklerindeki bütün sertlik değerleri (mg CaCO₃ l⁻¹)

	NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.
		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	96,880	94,640	88,480	93,333a
	4	96,880	100,800	110,320	102,667a
	5	96,880	103,600	84,560	95,013a
	6	107,520	108,080	92,960	102,853a
	7	101,920	99,120	97,440	99,493a
	8	96,320	103,040	110,880	103,413a
	9	99,680	98,000	98,560	98,840a
	10	89,040	96,320	96,880	94,080a
	18	99,680	104,720	87,360	97,253a
	Ort.	98,311a	100,924a	96,382a	98,550
	LSD nokta	ns			p>0,05
	LSD dönem	ns			p>0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	91,280	105,280	-
17		100,800	109,760	-	105,280a
19		-	95,760	85,680	90,720a
Ort.		96,040	103,600	85,680	98,093
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	101,360	-	-	101,360
	11	96,880	-	-	96,880
	12	-	92,960	-	92,960
	13	-	99,680	-	99,680
	14	-	-	106,960	106,960
	15	-	-	91,280	91,280
	16	100,240	-	-	100,240
	Ort.	99,493	96,320	99,120	98,480

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.19. Kalıcı sertlik

Ca ve Mg'un; Cl^{-1} , SO_4^{-2} , NO_3^{-} ve silikatları, kalıcı sertliği bir başka deyişle devamlı sertliği meydana getirirler (Tuncay, 1994). Kalıcı sertlik değerleri açısından üç dđnemli noktalarda, su örneklerinde noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmaktadır. ($p<0,05$) Yapılan analizlerde en yüksek kalıcı sertlik değerleri ortalama $80,427 \text{ mg CaCO}_3 \text{ l}^{-1}$ ile 18 nolu noktada, en düşük kalıcı sertlik değerleri ise ortalama $12,507 \text{ mg CaCO}_3 \text{ l}^{-1}$ ile 4 nolu noktada tespit edilmiştir.

İstatistiki anlamda dđnemler arasında da bir farklılık söz konusudur. ($p<0,05$) Örnekleminin 2. dđneminde kalıcı sertlik değerlerinin arttığı fakat 3. dđnemde tekrar düşüş olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 24: Su örneklerindeki kalıcı sertlik değerleri (mg CaCO₃ l⁻¹)

	NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.
		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	45,560	62,440	46,480	51,493b
	4	15,400	7,000	15,120	12,507a
	5	62,160	74,200	49,000	61,787bc
	6	57,960	66,920	45,080	56,653bc
	7	77,000	82,040	77,840	78,960d
	8	55,440	67,480	71,680	64,867bc
	9	68,320	73,080	70,560	70,700cd
	10	47,320	68,320	66,640	60,760bc
	18	73,280	91,560	76,440	80,427d
	Ort.	55,827a	65,893b	57,649a	59,795
	LSD nokta	12,967			p<0,05
	LSD dönem	7,487			p<0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	38,920	67,200	-
17		71,400	41,160	-	56,280a
19		-	88,760	72,240	80,500a
Ort.		55,160	65,707	72,240	63,280
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	42,280	-	-	42,280
	11	67,480	-	-	67,480
	12	-	55,160	-	55,160
	13	-	64,120	-	64,120
	14	-	-	57,960	57,960
	15	-	-	25,480	25,480
	16	80,920	-	-	80,920
	Ort.	39,560	59,640	41,720	56,200

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.20. Demir konsantrasyonları

Demir, ağır metaller arasında en zehirsiz metallere dendir. Buna rağmen sulardaki yüksek Fe konsantrasyonu mikrofloranın büyük ölçüde değişmesine neden olmaktadır. Fe oksit ve Fe hidroksit [Fe^{+2}] bileşikleri fazla zararlı değildir. Bazı Fe bileşikleri sert olmayan sulara pH'yı düşürmek suretiyle balıklara zehir etkisi yapmaktadır. $Fe(OH)_2$ balıkların solungaçlarını tıkayarak ölmelerine neden olur. 1 mg l^{-1} Fe balıklar için zararlı bir konsantrasyondur. İçme sularında ise $0,5 \text{ mg l}^{-1}$ Fe, renk ve tat ile anlaşabilecek bir konsantrasyondur (Anonymous, 2006d).

Demir konsantrasyonları yüzey sularında ortalama $0,255 - 0,460 \text{ mg l}^{-1}$, yeraltı sularında ise $0,282 - 0,538 \text{ mg l}^{-1}$ arasında değişmektedir. Sonuçlar incelendiğinde; sınır değer olan $5,0 \text{ mg l}^{-1}$ değerinin hiçbir noktada aşılmadığı görülmüştür (Anonymous, 1991). Bu bilgiler daha önceki çalışmalarla uyum içerisindedir. Nitekim Gediz Nehri'nin Manisa Bölümü'nde yapılan ölçümlerde de $0,5 - 1,5 \text{ mg l}^{-1}$ arasında Fe konsantrasyonları elde edilmiştir (Kayar ve Çelik, 2003).

Demir içerikleri bakımından, noktalar arasında ve dönemler arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 25: Su örneklerindeki demir konsantrasyonları (mg l⁻¹)

NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.	
	Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3		
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	0,260	0,138	0,450	0,283a
	4	0,155	0,289	0,403	0,282a
	5	0,309	0,283	0,458	0,350a
	6	0,309	0,283	0,458	0,350a
	7	0,320	0,293	0,353	0,322a
	8	0,178	0,342	0,439	0,320a
	9	0,187	0,414	0,600	0,400a
	10	0,162	0,446	0,499	0,369a
	18	0,276	0,417	0,443	0,379a
	Ort.	0,240a	0,323a	0,456a	0,339
	LSD nokta	ns			p>0.05
	LSD dönem	ns			p>0.05
İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	0,269	0,347	-	0,308a
	17	0,222	0,399	-	0,311a
	19	-	0,451	0,468	0,460a
	Ort.	0,245	0,399	0,468	0,359
	LSD nokta	ns			p>0.05
	LSD dönem	ns			p>0.05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	0,290	-	-	0,290
	11	0,290	-	-	0,290
	12	-	0,460	-	0,460
	13	-	0,397	-	0,397
	14	-	-	0,535	0,535
	15	-	-	0,538	0,538
	16	0,255	-	-	0,255
	Ort.	0,278	0,428	0,536	0,395

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.21. Mangan konsantrasyonları

Mangan, Fe gibi zehirsiz metaller arasındadır. Mn'nın sınır değeri alabalık için 75 mg l^{-1} , sazanlar için 600 mg l^{-1} 'dir. Litrede $0,5 \text{ mg l}^{-1}$ Mn içeren içme suları mürekkep tadını vermektedir (Anonymous, 2006d).

Örneklerin Mn içerikleri yüzey sularında $0,000 - 0,255 \text{ mg l}^{-1}$, yeraltı sularında ise $0,003 - 0,538 \text{ mg l}^{-1}$ arasında değişmektedir. 2, 11, 12, 13, 14, 15 ve 16 nolu noktaların Mn konsantrasyonlarının, sulama suları için sınır değeri olan $0,2 \text{ mg l}^{-1}$ 'yi aştığı görülmüştür (Anonymous, 1991). 2002 – 2003 yıllarında Kore'de yapılan bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Lee et al., 2005).

Mangan içerikleri bakımından (üç dönemli) bazı noktalar arasında istatistiki anlamda farklılık saptanmıştır. ($p < 0,05$) 8 nolu noktanın Mn konsantrasyonu en yüksek olarak tespit edilmiştir. Dönemler arasında ise istatistiki açıdan farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Çizelge 26: Su örneklerindeki mangan konsantrasyonları (mg l^{-1})

	NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.
		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	0,007	0,010	0,047	0,021a
	4	0,018	0,000	0,075	0,031a
	5	0,000	0,006	0,005	0,004a
	6	0,014	0,001	0,007	0,007a
	7	0,000	0,008	0,000	0,003a
	8	0,000	0,128	0,137	0,088b
	9	0,012	0,008	0,000	0,007a
	10	0,003	0,002	0,007	0,004a
	18	0,004	0,004	0,006	0,005a
	Ort.	0,006a	0,019a	0,032a	0,019
	LSD nokta	0.050			p<0,05
	LSD dönem	ns			p>0.05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	0,018	0,222	-
17		0,000	0,002	-	0,001a
19		-	0,000	0,000	0,000a
Ort.		0,009	0,075	0,000	0,040
LSD nokta		ns			p>0.05
LSD dönem		ns			p>0.05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	0,290	-	-	0,290
	11	0,290	-	-	0,290
	12	-	0,460	-	0,460
	13	-	0,397	-	0,397
	14	-	-	0,535	0,535
	15	-	-	0,538	0,538
	16	0,255	-	-	0,255
	Ort.	0,278	0,429	0,537	0,451

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.22. Çinko konsantrasyonları

Çinko, kaplamalar ve çelik yapılar için korozyondan çok iyi korunma sağlar ve bu özellik en önemli kullanım alanını oluşturur. Besin kaplarından Zn'nun çözünmesiyle kirlenen besinin tüketilmesi veya mesleki koşullar altında Zn yada Zn oksit tozunun solunumuyla zehirlenme ortaya çıkabilmektedir (Anonymous, 2003d).

Belirli konsantrasyonlarda Zn, sulardaki mikroflorayı olumsuz yönde etkilemektedir. Balıklar için toksite sınırı $0,3 \text{ mg l}^{-1}$ 'dir. Cu ve Ni, Zn'nun zehir etkisini artırır. İçme suyunda $5,0 \text{ mg l}^{-1}$ Zn zararsız kabul edilmektedir (Anonymous, 2006d).

Çinko konsantrasyonları yeraltı sularında $0,145 - 0,277 \text{ mg l}^{-1}$, yüzey sularında $0,148 - 0,270 \text{ mg l}^{-1}$ arasında bulunmuştur. Sulama suları için sınır değer olan $2,0 \text{ mg l}^{-1}$ değeri hiçbir noktada aşılmamıştır (Anonymous, 1991). Benzer bir çalışma Gediz ve Büyük Menderes Nehirleri'nde yapılmış ve Zn konsantrasyonları $0,030 - 0,275 \text{ mg l}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Akçay et al., 2003).

Çinko konsantrasyonları açısından, su örneklerinin tamamında; hem noktalar arasında hem de dönemler arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 27: Su örneklerindeki çinko konsantrasyonları (mg l⁻¹)

	NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.
		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	0,178	0,167	0,159	0,168a
	4	0,176	0,290	0,293	0,253a
	5	0,160	0,208	0,159	0,176a
	6	0,371	0,183	0,259	0,271a
	7	0,198	0,172	0,182	0,184a
	8	0,281	0,144	0,128	0,184a
	9	0,183	0,220	0,368	0,257a
	10	0,163	0,224	0,384	0,257a
	18	0,284	0,137	0,128	0,183a
	Ort.	0,222a	0,194a	0,229a	0,215
	LSD nokta	ns			p>0.05
	LSD dönem	ns			p>0.05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	0,202	0,138	-
17		0,147	0,148	-	0,148a
19		-	0,271	0,268	0,270b
Ort.		0,174	0,186	0,268	0,196
LSD nokta		ns			p>0.05
LSD dönem		ns			p>0.05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	0,277	-	-	0,277
	11	0,166	-	-	0,166
	12	-	0,178	-	0,178
	13	-	0,152	-	0,152
	14	-	-	0,145	0,145
	15	-	-	0,154	0,154
	16	0,158	-	-	0,158
	Ort.	0,200	0,165	0,149	0,201

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.23. Bor konsantrasyonları

Bor, sulara borik asit ve sodyum boraks şeklinde bulunmaktadır. Boraksın toksite sınırı balıklar için $3 - 7 \text{ mg l}^{-1}$ 'dir. Suların kendiliğinden temizlenmesi için gerekli mikrobiyal aktivite 10 mg l^{-1} B konsantrasyonu ile büyük ölçüde engellenmektedir. Sulama sularında $0,5 \text{ mg l}^{-1}$ 'den fazla konsantrasyonlar bazı bitki türlerine zararlı olmaktadır. Orta ve daha dayanıklı bitki türleri, sulama suyundaki $1 - 4 \text{ mg l}^{-1}$ B konsantrasyona dayanabilmektedir (Anonymous, 2006d).

Noktaların tamamına bakıldığında en yüksek B içeriği $8,234 \text{ mg l}^{-1}$ ortalama değeri ile 3 ve 12. noktalarda tespit edilmiştir. Menderes Havzası'nda sulama yapılan bazı alanlarda sulama sularındaki B konsantrasyonları araştırılmış, su örneklerinin B içerikleri $0,33 - 6,41 \text{ mg l}^{-1}$ arasında tespit edilmiştir (Aydın ve Seferoğlu, 1999). Aynı şekilde Kütahya İli'nde, 37 yeraltı su örneği, 257 yüzey suyu örneği üzerinde yapılan araştırmada; B konsantrasyonları $0,08 - 0,57 \text{ mg l}^{-1}$, yüzey sularında ise $0,56 - 17,50 \text{ mg l}^{-1}$ olarak bulunmuştur (Çöl ve Çöl, 2003).

Bor içerikleri açısından üç dönemli noktalarda, noktalar arasında istatistiki açıdan farklılık saptanmıştır ($p < 0,05$).

İki dönemli noktalarda ise hem noktalar hem de dönemler arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmamaktadır ($p > 0,05$).

Çizelge 28: Su örneklerindeki bor konsantrasyonları (mg l⁻¹)

	NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.
		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	1,879	1,465	1,630	1,658bc
	4	4,861	4,205	6,166	5,077d
	5	2,207	8,234	3,227	4,556d
	6	2,263	4,530	3,592	3,462bcd
	7	0,474	0,722	0,706	0,634a
	8	2,621	5,547	3,357	3,842cd
	9	0,961	1,279	1,143	1,128ab
	10	1,186	1,292	1,279	1,252ab
	18	0,971	1,084	1,932	1,329ab
	Ort.	1,936a	3,151a	2,559a	2,549
	LSD nokta	2,125			p<0,05
	LSD dönem	ns			p>0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	8,234	8,234	-
17		3,227	8,234	-	5,731a
19		-	3,221	3,323	3,272a
Ort.		5,730	6,563	3,323	5,746
LSD nokta		ns			
LSD dönem		ns			
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	2,356	-	-	2,356
	11	1,269	-	-	1,269
	12	-	8,234	-	8,234
	13	-	3,211	-	3,211
	14	-	-	3,310	3,310
	15	-	-	6,753	6,753
	16	1,219	-	-	1,219
	Ort.	1,615	5,722	5,031	3,765

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.24. Kobalt konsantrasyonları

Kobalt, stratejik ve endüstriyel uygulamalarda ve askeri alanda önemli kullanım alanlarına sahiptir. Co en çok süper alaşım olarak jet motor türbinlerde kullanılırken, malzemelere manyetiklik özelliği kazandırma, korozyondan korunma ve mekanik özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla alaşımlarda, yüksek hız çeliklerinde, takım çeliklerinde, elmas takımlarında ve kesici uçlarda alaşım elementi olarak kullanılır. Bileşikleri ise petrol ve seramik endüstrisinde katalizör ve boyalarda pigment, mürekkep ve verniklerde kurutma maddesi olarak kullanılır (Anonymous, 2003d).

Su örneklerinin Co içerikleri yeraltı sularında $0,159 - 0,421 \text{ mg l}^{-1}$, yüzey sularında ise $0,173 - 0,369 \text{ mg l}^{-1}$ arasında bulunmuştur. Noktaların tamamına bakıldığında tüm noktaların sulama suları için sınır değeri olan $0,05 \text{ mg l}^{-1}$ 'yi aştığı görülmektedir (Anonymous, 1991).

Kobalt konsantrasyonu açısından üç dönemli noktalarda dönemler arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmaktadır. Üç dönem örnek alınabilen noktalarda en yüksek Co konsantrasyonu ortalama $0,354 \text{ mg l}^{-1}$ ile 5 nolu noktada tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

İki dönemli noktalarda ise hem noktalar hem de dönemler arasındaki farklılıklar istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

Çizelge 29. Su örneklerindeki kobalt konsantrasyonları (mg l^{-1})

	NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.
		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	0,193	0,134	0,175	0,167a
	4	0,228	0,147	0,130	0,168a
	5	0,283	0,380	0,400	0,354ab
	6	0,256	0,237	0,342	0,278ab
	7	0,255	0,196	0,222	0,224ab
	8	0,271	0,152	0,221	0,215ab
	9	0,426	0,154	0,184	0,255ab
	10	0,352	0,143	0,188	0,228b
	18	0,513	0,209	0,285	0,336b
	Ort.	0,309	0,195	0,239	0,247
	LSD nokta	ns			p>0,05
	LSD dönem	0,075			p<0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	0,157	0,161	-
17		0,544	0,193	-	0,369a
19		-	0,194	0,152	0,173a
Ort.		0,350	0,183	0,152	0,234
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	0,163	-	-	0,163
	11	0,374	-	-	0,374
	12	-	0,291	-	0,291
	13	-	0,421	-	0,421
	14	-	-	0,281	0,281
	15	-	-	0,380	0,380
	16	0,313	-	-	0,313
	Ort.	0,283	0,356	0,330	0,318

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.25. Krom konsantrasyonları

Vücutta insülin hareketini sağlayarak karbonhidrat, su ve protein metabolizmasını etkileyen Cr, doğada her yerde bulunan bir metal olup havada $> 0,1 \mu\text{g m}^3$ ve kirlenmemiş suda ortalama $1 \mu\text{g l}^{-1}$ bulunur. Pek çok toprakta az miktarda Cr ($2 -60 \text{ mg kg}^{-1}$) bulunurken, kirlenmemiş bazı topraklarda bu değer 4 g kg^{-1} 'a kadar çıkmaktadır. Cr, metal alaşımlandırmada, boyalarda, çimento, kağıt, kauçuk ve diğer malzemeler için pigment olarak kullanılmaktadır. Düşük seviyelerde Cr'a maruz kalındığında deride iritasyon ve ülser meydana gelir. Uzun süreli maruz kalındığında böbreklerde ve karaciğerde hasara yol açabildiği gibi kan dolaşım sistemini ve sinir dokularını tahrip edebilir. Cr daha çok sulu ortamlarda birikerek çoğalır. Dolayısıyla yüksek seviyede Cr'a maruz kalmış balık yemek oldukça tehlikelidir (Anonymous, 2003d).

Krom içerikleri yeraltı su örneklerinde $0,042 - 0,200 \text{ mg l}^{-1}$, yüzey sularında $0,121 - 0,152 \text{ mg l}^{-1}$ arasında değişmektedir. Cr için sulama sularında sınır değer $0,1 \text{ mg l}^{-1}$ 'dir. Noktaların Cr içerikleri incelendiğinde; 2, 3, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18 ve 19 nolu noktaların sınır değeri aştığı görülmektedir. En yüksek Cr değeri ise $0,2 \text{ mg l}^{-1}$ ile 11 nolu noktada tespit edilmiştir (Anonymous, 1991).

Benzer bir çalışma Gediz Nehri'ne deşarj yapan Manisa Belediyesi Eysel Atık Su Arıtma Tesisi'nin nehre boşalttığı su ve sediment örnekleri üzerinde yapılmış ve en yüksek Cr konsantrasyonu $0,124 \text{ mg l}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Minareci et al., 2004).

Krom konsantrasyonları açısından, su örneklerinin tamamında; hem noktalar arasında hem de dönemler arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 30: Su örneklerindeki krom konsantrasyonları (mg l⁻¹)

	NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.
		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	0,032	0,030	0,064	0,042a
	4	0,194	0,054	0,026	0,091ab
	5	0,187	0,108	0,061	0,119ab
	6	0,001	0,131	0,115	0,082ab
	7	0,062	0,109	0,110	0,094ab
	8	0,153	0,216	0,141	0,170b
	9	0,121	0,152	0,090	0,121ab
	10	0,200	0,165	0,156	0,174b
	18	0,207	0,135	0,113	0,152b
	Ort.	0,129	0,122	0,097	0,116
	LSD nokta	ns			p>0.05
	LSD dönem	ns			p>0.05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	0,193	0,066	-
17		0,135	0,163	-	0,149a
19		-	0,119	0,137	0,128a
Ort.		0,164	0,116	0,137	0,136
LSD nokta		ns			p>0.05
LSD dönem		ns			p>0.05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	0,142	-	-	0,142
	11	0,200	-	-	0,200
	12	-	0,146	-	0,146
	13	-	0,122	-	0,122
	14	-	-	0,090	0,090
	15	-	-	0,123	0,123
	16	0,121	-	-	0,121
	Ort.	0,154	0,134	0,106	0,135

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.26. Nikel konsantrasyonları

Nikel metali nitrik asitte çözünebilirken seyreltik hidroklorik ve sülfürik asitte az oranda çözünebilmekte, sıcak – soğuk su veya amonyakta ise hiç çözünürlük gösterememektedir. Ni'in ana kullanım alanı paslanmaz çelik, Cu –Ni alaşımları ve diğer korozyona dayanıklı alaşım üretimleridir. Saf Ni kimyasal katalizör olarak elektrolitik kaplamada ve alkali pillerde, pigmentler, madeni para, kaynak ürünleri, mıknatıslar, elektrotlarda, elektrik fişlerinde, makine parçaları ve tıbbi protezlerde kullanılmaktadır. Ni yakıtların yanması, madencilik ve rafinasyon işlemleri ve kentsel atıkların külleştirilmesi ile atmosfere yayılmaktadır. Bunun yanı sıra lağım çamuru karışmış toprakta ve sigarada da bulunmaktadır (Anonymous, 2003d).

Nikelin bilinen biyolojik fonksiyonu olmamakla birlikte orta seviyede zehirleyici özelliği vardır. Doğal yayılımı yanında insan aktivitelerine bağlı olarak doğada bulunmaktadır. Ni'in organik formu inorganik formundan daha zehirleyicidir. Deriyi tahriş etmesinin yanı sıra kalp-damar sistemine çok zararı ve kansorejen bir metaldir (Anonymous, 2003d).

Sulama sularında sınır değeri $0,2 \text{ mg l}^{-1}$ olmasına rağmen su örneklerinin Ni konsantrasyonları yeraltı sularında $1,945 - 3,381 \text{ mg l}^{-1}$, yüzey sularında $2,180 - 2,745 \text{ mg l}^{-1}$ arasında değişmektedir. Tüm noktaların sınır değeri aştığı çizelgede açıkça görülmektedir (Anonymous, 1991).

Nikel konsantrasyonu açısından üç dönemli noktalarda dönemler arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). Yapılan analizlerde en yüksek nikel konsantrasyonu ortalama $2,932 \text{ mg l}^{-1}$ ile 10 nolu noktada tespit edilmiştir.

İki kez örnek alınan noktalarda ise hem noktalar hem de dönemler arasında istatistiki anlamda farklılık bulunmamaktadır ($p > 0,05$).

Çizelge 31: Su örneklerindeki nikel konsantrasyonları (mg l⁻¹)

NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.	
	Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3		
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	3,046	1,718	3,149	2,638ab
	4	2,285	1,383	3,339	2,336a
	5	2,422	1,501	2,849	2,257a
	6	2,189	1,103	3,018	2,103a
	7	2,554	1,280	2,678	2,171a
	8	3,349	1,460	2,682	2,497ab
	9	2,621	3,175	4,086	3,294b
	10	2,660	2,390	3,745	2,932ab
	18	3,357	1,791	3,086	2,745ab
	Ort.	2,720b	1,756a	3,181c	2,552
	LSD nokta	ns			p>0,05
	LSD dönem	0,434			p<0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	2,343	1,547	-
17		2,582	1,777	-	2,180a
19		-	2,147	2,714	2,431a
Ort.		2,462	1,824	2,714	2,185
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	2,792	-	-	2,792
	11	3,082	-	-	3,082
	12	-	2,435	-	2,435
	13	-	2,119	-	2,119
	14	-	-	3,381	3,381
	15	-	-	3,139	3,139
	16	2,233	-	-	2,233
	Ort.	2,702	2,277	3,260	2,454

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.27. Kadmiyum konsantrasyonları

Kadmiyum, Zn üretimine eşlik eden metal olarak üretilmiştir. Zn üretiminde kullanılmaya kadar havaya, yiyeceklere ve suya doğal süreçlerle önemli miktarlarda karışmamıştır. Ancak günümüzde Cd da çevre kirliliğine sebep olan ağır metaller arasında yerini almıştır. Günümüzde Cd endüstriyel olarak Ni/Cd pillerde, korozyona karşı özellikle denizel koşullara dayanımı nedeniyle gemi sanayinde çeliklerin kaplanmasında, boya sanayinde, PVC stabilizatörü olarak, alaşımlarda ve elektronik sanayinde kullanılır. Cd, fosfatlı gübrelerde, deterjanlarda ve rafine petrol türevlerinde bulunur ve bunların çok yaygın kullanımı sonucunda da önemli miktarda Cd kirliliğine neden olmaktadır (Anonymous, 2003d).

Alınan örneklerin Cd konsantrasyonları yeraltı sularında; 0,010 – 0,057 mg l⁻¹, yüzey sularında ise 0,011 – 0,043 mg l⁻¹ arasında bulunmuştur. Sonuçlardan, sulama sularında sınır değeri olan 0,01 mg l⁻¹'nin 9 nolu nokta hariç diğer tüm noktalarda aşıldığı görülmüştür (Anonymous, 1991). Gediz Nehri'nin Manisa Bölümü'nde yapılan bir araştırma da benzer sonuçlar alınmıştır. Seçilen tüm istasyonlarda en yüksek Cd konsantrasyonu 0,04 mg l⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Kayar ve Çelik, 2003).

Kadmiyum konsantrasyonları açısından, su örneklerinin tamamında; hem noktalar arasında hem de dönemler arasında istatistiki anlamda farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).

Çizelge 32: Su örneklerindeki kadmiyum konsantrasyonları (mg l^{-1})

	NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.
		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	0,007	0,117	0,046	0,057a
	4	0,018	0,090	0,043	0,050a
	5	0,060	0,040	0,020	0,040a
	6	0,014	0,018	0,016	0,016a
	7	0,042	0,014	0,009	0,022a
	8	0,031	0,012	0,011	0,018b
	9	0,015	0,008	0,007	0,010a
	10	0,044	0,046	0,054	0,048a
	18	0,027	0,012	0,015	0,018a
	Ort.	0,029a	0,040a	0,025a	0,031
	LSD nokta	ns			p>0,05
	LSD dönem	ns			p>0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	0,037	0,014	-
17		0,024	0,016	-	0,020a
19		-	0,010	0,011	0,011a
Ort.		0,030	0,013	0,011	0,019
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	0,033	-	-	0,033
	11	0,012	-	-	0,012
	12	-	0,041	-	0,041
	13	-	0,019	-	0,019
	14	-	-	0,033	0,033
	15	-	-	0,019	0,019
	16	0,043	-	-	0,043
	Ort.	0,029	0,030	0,026	0,071

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

4.2.28. Kurşun konsantrasyonları

Kurşun, insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararı veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır. Pb, atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından çevresel kirlilik yaratan en önemli ağır metaldir. Pb'li benzin ve boya maddelerinin yanı sıra yiyecekler ve su da Pb kaynağı olabilmektedir. Özellikle endüstriyel ve şehir merkezlerine yakın yerlerde yetişen yiyecekler; tahıllar, baklagiller, meyveler ve birçok et ürünü bünyesinde normal seviyelerin üzerinde Pb içerirler. Su borularında 'kullanılan Pb kaynaklar ve eski evlerde bulunan tesisatlar da Pb'un suya karışmasına sebep olabilmektedir. Kozmetik malzemelerde bulunan birçok pigment ve diğer ana maddeler de Pb bulundurlar. Diğer taraftan sigara ve böcek ilaçları da Pb kaynakları arasında sayılabilmektedir (Anonymous, 2003d).

Kirlenmiş sulardaki Cd konsantrasyonu $0,1 \text{ mg l}^{-1}$ 'den az ise suda yaşayan canlılar bundan etkilenmezler. Hassas balıklar için $0,1 - 0,2 \text{ mg l}^{-1}$ Pb toksite sınırını teşkil etmektedir. İçme sularında en fazla $0,05 \text{ mg l}^{-1}$ bulunmalıdır (Anonymous, 2006d).

Kurşun konsantrasyonlarının yeraltı sularında $0,785 - 4,557 \text{ mg l}^{-1}$, yüzey sularında için $1,160 - 1,710 \text{ mg l}^{-1}$ arasında değiştiği görülmektedir. Bulunan sonuçların hiçbiri sınır değer olan $5,0 \text{ mg l}^{-1}$ 'yi aşmamıştır (Anonymous, 1991).

Su örneklerinin tamamında; Pb konsantrasyonlarının, hem noktalar arasında hem de dönemler arasındaki konsantrasyon farklılıkları istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Çizelge 33: Su örneklerindeki kurşun konsantrasyonları (mg l⁻¹)

	NOKTALAR	DÖNEMLER			Ort.
		Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	
ÜÇ DÖNEMLİ NOKTALAR	1	1,360	1,470	1,140	1,323a
	4	1,020	0,590	12,060	4,557a
	5	2,090	1,840	1,590	1,840a
	6	2,090	1,840	1,590	1,840a
	7	1,500	0690	1,140	1,320a
	8	1,340	0,800	1,160	1,100b
	9	1,080	0,860	1,180	1,040a
	10	1,110	0,840	1,090	1,013a
	18	1,610	1,090	1,470	1,390a
	Ort.	1,467a	1,166a	2,491a	1,714
	LSD nokta	ns			p>0,05
	LSD dönem	ns			p>0,05
	İKİ DÖNEMLİ NOKTALAR	3	1,060	0,510	-
17		2,120	1,300	-	1,710a
19		-	1,020	1,300	1,160a
Ort.		1,590	0,943	1,300	1,218
LSD nokta		ns			p>0,05
LSD dönem		ns			p>0,05
TEK DÖNEMLİ NOKTALAR	2	1,200	-	-	1,200
	11	0,910	-	-	0,910
	12	-	1,720	-	1,720
	13	-	1,910	-	1,910
	14	-	-	2,300	2,300
	15	-	-	2,040	2,040
	16	1,920	-	-	1,920
	Ort.	1,343	1,815	2,170	1,714

* Aynı harfler gruplar arasında farklılık olmadığını, ayrı harfler ise farklılık bulunduğunu göstermektedir.

- Örnek alınmadığını göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Aydın Regülatörü'nün sağ sulama ana kanalı boyunca seçilen toplam 19 noktada, üçer aylık periyotlarla, Mayıs, Temmuz ve Eylül aylarında toplam 40 adet örnek alınmıştır. Örneklerde yapılan analizler neticesinde; bazı parametrelerin sınır değerleri aştığı, bazılarının ise söz konusu sınır değerlerin altında kaldığı tespit edilmiştir.

Karşılaştırma sonucunda sadece Fe, Zn ve Pb değerlerinin sulama suyu sınır değerlerini aşmadığı, diğer parametrelerin ise aştığı görülmüştür. Yeraltı ve yüzey su örneklerinin analiz sonuçlarının dönemler ve noktalar arası istatistiksel karşılaştırmaları yapılmıştır. Yapılan değerlendirmelerde ağır metallere Co ve Ni konsantrasyonlarının dönemler arasında; Mn ve B konsantrasyonlarında da noktalar arasında istatistiksel olarak önem arz eden farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Ağır metallerin dışındaki parametrelerden EC, Ca, Organik Madde, SO_4^{-2} , CO_3^{-2} , geçici sertlik, kalıcı sertlik ve pH değerlerinde hem noktalar arasında hem de örnekleme dönemleri arasında, K, Mg, Na, SAR, ESP, SSP, NO_3^- , HCO_3^- ve Cl^{-1} içeriklerinde noktalar arasında istatistiksel önem arz eden farklılıklar elde edilmiştir.

Söz konusu elementlerin konsantrasyon farklılıkları çeşitli faktörlere bağlı olabilmektedir. Topraklara uygulanan gübrelerin ve tarımda kullanılan ilaçların ağır metal kalıntılarının yeraltı sularına karışması, yeraltı su seviyesinin alçalıp yükselmesi, yüzey sularına karışan endüstriyel ve evsel atıkların içerikleri bu farklılıkların başlıca nedenleri arasındadır.

Su örneklerinin analizlerden elde edilen sonuçlara göre sınıflandırmaları yapılmıştır. Buna göre Cl^{-1} içerikleri bakımından bir problem olmadığı ortaya çıkmıştır. Örneklerin tamamının Cl^{-1} içeriği bakımından I.sınıf (çok iyi) su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. SO_4^{-2} bakımında da noktaların tamamı incelendiğinde; tüm örneklerin I.sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir.

Genellikle sulama sularında pH değerininin 6,5 – 8,0 arasında olması istenmektedir. Araştırılan örnekler genelde pH yönünden kullanılabilir sulama suyu sınıfına girmektedir.

İncelenen yerüstü su örneklerinin EC değerleri 914 – 2593 $\mu\text{S cm}^{-1}$ olarak bulunmuştur. 16, 18 ve 19 nolu örnekler III.sınıf (kullanılabilir) su niteliğindedir. Sadece 17 nolu örneğin IV. sınıf (ihtiyatla kullanılmalı) sulama suyu olduğu görülmektedir. Yeraltı su örneklerinin EC değerleri ise 704 – 4810 $\mu\text{S cm}^{-1}$ olarak değişmemektedir. 7 nolu örneğin II. sınıf (iyi), 3, 5, 9, 10, 11 ve 19 nolu örneklerin III. sınıf (kullanılabilir), 1 ve 2 nolu örneklerin IV. sınıf (ihtiyatla kullanılmalı), 4, 6, 8, 12, 13 ve 15 nolu örneklerin V. Sınıf (zararlı) sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Su örneklerinin içerdiği tuz konsantrasyonlarına göre sınıflandırılmaları ABD Tuzluluk Laboratuvar Sistemi'ne göre yapılmıştır. Buna göre, 1, 2, 4, 6, 13 ve 14 nolu örneklerin $C_4 - S_1$, 3, 5, 9, 10, 11, 16, 18 ve 19 nolu örneklerin $C_3 - S_1$, 7 nolu örneğin $C_2 - S_1$, 8 ve 15 nolu örneklerin $C_4 - S_4$, 17 nolu örneğin $C_4 - S_2$ sınıfına girdiği tespit edilmiştir. Bu sınıflandırmayı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği'ndeki değerlerle karşılaştırdığımızda; $C_4 - S_1$ sınıfına giren örneklerin IV. sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı), $C_3 - S_1$ sınıfına giren örneklerin III. sınıf su (kullanılabilir), $C_2 - S_1$ sınıfına giren örneğin II. sınıf su (iyi), $C_4 - S_4$ sınıfına giren örneklerin IV. sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı), $C_4 - S_2$ sınıfına giren örneğin ise yine IV. sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı) kalitesinde olduğu görülmektedir.

Sonuçlar göstermektedir ki; örneklerin çoğu çok yüksek tuz konsantrasyonuna sahip sulardır. Normal koşullar altında sulama suyu olarak kullanılmaları uygun değildir. Özellikle düşük permeabilite ve yetersiz drenaj koşullarına sahip topraklarda sulama suyu olarak kullanılamazlar.

Örnekler SSP bakımından sınıflandırıldığında ise; 1, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 18 ve 19 nolu noktaların I. sınıf su (çok iyi), 2, 3, 5, 12, 13 ve 16 nolu noktaların II. sınıf su (iyi), 17 nolu noktanın IV. sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı), 4, 8 ve 15 nolu noktaların V. Sınıf su (zararlı) grubuna girdiği görülmektedir.

Çalışmanın gerçekleştirildiği 15 yeraltı 4 yüzey suyu olmak üzere toplam 19 noktadan elde edilen sonuçlar, kimyasal kirliliğin sularda varlığını ve önlem alınması gerektiğini göstermektedir.

Bu çalışma sonucunda, araştırma yapılan bölgedeki su kaynaklarının kirliliği ve çeşidi rakamlarla ortaya konulmuştur. Buna göre 7 nolu örnek hariç diğer noktalarda kirlilik sorunu olduğu görülmektedir.

Aydın İli yeraltı ve yerüstü su kaynaklarında kirlilik olduğu bilinmektedir. Ancak elde edilen rakamlar sudaki kirliliğin düzeyi toprakta da benzer kirliliklere neden olacağını göstermektedir.

Bu sonuçlardan hareketle; benzer çalışmalar daha geniş alanlarda yapılarak sularda kirliliğe sebep olan unsurların ortadan kaldırılması ve kirlilik düzeyi yüksek olan sulama sularının sulamada kullanılmasının önlenmesi yönünde tedbir alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

6. ÖZET

Araştırma, Aydın Regülatörünün sağ sulama ana kanalı boyunca seçilen yaklaşık 5500 ha'lık bir alanda yürütülmüştür. Bu alanda mevcut 15 yer altı ve 4 yerüstü su kaynağından Mayıs – Temmuz – Eylül aylarında olmak üzere, toplam 40 örnek alınmıştır. Bu örneklerde pH, EC, CO_3^{-2} , HCO_3^{-1} , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{-2} , Cl^{-1} , sertlik, Na, K, Mg, Ca ve ağır metallerin (Fe, Mn, B, Zn, Cr, Co, Ni, Cd, Pb) analizleri yapılmıştır.

Elde edilen veriler standartlarla karşılaştırılarak su örneklerinin kalite sınıfları ve kirlilik durumları tespit edilmiştir.

Mn, B, Co, Cr, Ni, Cd, organik madde, sertlik, EC, K, Mg, Na, SAR, ESP parametrelerin sulama suyu için belirlenmiş sınır değerlerin oldukça üzerinde olduğu ortaya konulmuştur. Bu nedenle 7 nolu nokta hariç diğer su kaynaklarının sulama suyu olarak kullanılabilir nitelikte olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca bazı parametrelerin konsantrasyonlarının örnekleme dönemleri arasında ve noktalar arasında istatistiksel önem arz eden farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Toprakta gübreler ve tarımsal ilaç kalıntıları ile yeraltı sularına karışan ağır metaller, yer altı su seviyesindeki alçalıp yükselmeler, yer üstü su kaynaklarına karışan endüstriyel ve evsel atıkların içerikleri bu değişimlerin sebebi olarak değerlendirilmiştir.

7. SUMMARY

The research were carried out in approximately 5500 ha area chosen a long the right irrigation main canal of Aydın Regulator totally 40 samples were taken from 15 under ground water and 4 ground water sources in taking place in the area in May – July – Semptember.

pH, EC, carbonate, bicarbonate, nitrit, nitrate, sulphate, chlorine, water hardness, Na, K, Mg, Ca, and heavy metal (Fe, Mn, B, Zn, Cr, Co, Ni, Cd, Pb) content analyses were performed.

Quality classes and pollution condition of water samples were determined by comparing with standarts and the results obtained from the analyses.

The results showed that parameters of Mn, Zn, B, Co, Cr, Ni, Cd, Pb, organic matter, nitrate, nitrite, carbonate, bicarbonate, EC, K, Mg, Na, SAR, ESP, water hardness were quite higher than the limits determined for irrigation water. Therefore, these water sources were not classified as irrigation water having good qualities.

In addition concentration of rowe parameters were found statistically significal some sampling terms and points.

Fertilizers and pesticides coming from agricultural areas, heavy metals, changes in level of aunder ground water, industrial and urban wastes were reparded as the possible reasons these changes.

8. TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında, hiç bir konuda yardımlarını ve desteğini esirgemeyen çok değerli danışmam hocam sayın Prof. Dr. Gönül AYDIN'a, değerli katkılarından dolayı bölüm hocalarımdan sayın Yrd. Doç. Dr. Saime SEFEROĞLU ve Doç. Dr. Mehmet Ali DEMİRAL'a, ayrıca Bitki Koruma Bölümü Hocalarımızdan sayın Doç. Dr. Cafer TURGUT'a teşekkür ederim.

Su örneklerimin laboratuvar çalışmaları esnasında bana her konuda yardımcı olan sayın Öğr. Gör. Dr. Levent Atatanır'a, Arş. Gör. Mustafa Ali KAPTAN ve Arş. Gör. Alper YORULMAZ'a, yüksek lisans öğrencisi arkadaşım sayın Ümit Harite'ye ve bana her zaman destek olan aileme ve sevgili eşime, emeği geçen herkese teşekkür ederim.

9. KAYNAKLAR

AKÇAY, H., A. OĞUZ ve C. KARAPİRE, 2003. Study of Heavy Metal Pollution and Speciation in Buyuk Menderes and Gediz River Sediments. Water Research 37, 813 – 822.

ALONSO, E., A. SANTOS, M. CALLEJÓN. M., J.C. JIMÉNEZ, 2004. Speciation as a Screening Tool for The Determination of Heavy Metal Surface Water Pollution in The Guadamar River Basin. Chemosphere 56, 561 – 570.

ALTINBAŞ, Ü., Y. KURUCU, M. BOLCA, T. TÜRK, 1999. Büyük Menderes Irmak Suları Bileşiminin Mevsimsel Değişimleri – 2000’e Bir Kala Büyük Menderes Havzası 4. Tarım ve Çevre Sorunları Sempozyumu. 9 – 10.09.1999. Söke / Aydın.

ANONYMOUS, 1991a. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği Tablo 5, 7 Ocak 1991 tarih 20748 sayılı Resmi Gazete.

ANONYMOUS, 1991b. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği Tablo 4, 7 Ocak 1991 tarih 20748 sayılı Resmi Gazete.

ANONYMOUS, 1984. Türk Standartları Enstitüsü İçme Suları 3. Baskı TS 266, UDK 663, 7:543, TSE, Ankara.

ANONYMOUS, 2003a. Dünya Su Günü. (<http://www.cine-tarim.com.tr/dergi/arsiv47/sektorel03.htm>)

ANONYMOUS, 2003b. Türkiye’de ve Dünyada İçme Suyu Kullanımı ve Arıtma Teknolojisi. Su Dünyası Dergisi, Sayı 2, 5 Aralık 2003.

ANONYMOUS, 2003c. DSİ 21.Bölge Müdürlüğü.

ANONYMOUS, 2003d. Metallerin Etkileri. ([http : www.metalurji.org.tr/dergi](http://www.metalurji.org.tr/dergi))

ANONYMOUS, 2004a. Türkiye Çevre Atlası.

ANONYMOUS, 2004b. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı. (<http://www.cevreorman.gov.tr>)

ANONYMOUS, 2004c. Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 31 Aralık 2004 tarih, 25687 sayılı Resmi Gazete.

- ANONYMOUS, 2006a. Dünya Su Forumu Türkiye'ye Ne Getirecek? (http://www.wwf.org.tr/tr/su_hbr_01.asp)
- ANONYMOUS, 2006b. Toprak ve Su Kaynakları. (<http://www.dsi.gov.tr>)
- ANONYMOUS, 2006c. Su. Konya Tarım Dergisi, Sayı 235, Nisan 2006.
- ANONYMOUS, 2006d. Su Kirliliği, (<http://www.manisacevreorman.gov.tr/su.htm>)
- ANONYMOUS, 2006e. Yeraltı Sularının Özellikleri ve Kalitesi. (http://www.kkctjmd.org/jeokimya_su_kimyası/pdf/su_kalitesi.pdf)
- ANONYMUS, 2006f. Su. (<http://www.dsi.gov.tr/bolge/dsi7>)
- ANONYMOUS, 1984. TSE 266. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- ASAN, A., 1995. Samsun Yöresi (Çarşam – Bafra) Yüzeysel sularında Kirlilik Düzeylerinin Belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- ATAY, R., 1996. Kovada Kanal ve Gölü'ndeki Bazı Parametrelerin Değişimi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi.
- AYDIN, G. ve S. SEFEROĞLU, 1999. Aydın Yöresi'nde Kullanılan Bazı Sulama Sularının Bor Konsantrasyonlarının Bitki Beslenmesi ve toprak kirliliği Açısından İncelenmesi. Proje No:TOG TAG – 1767, Aydın.
- AYDIN, A. ve Y. SEZEN, 1995. Toprak Kimyası Laboratuvar Kitabı. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Ders Yayınları No:174, Erzurum.
- AYDINALP, C., 1997. Nilüfer Çayı ve Ayvalı Deresi'ndeki Ağır Metal Kirliliği. Bursa Çevre – 97 Forumu Kitabı. Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı Yerel Gündem 21 Şube Müdürlüğü Yayını No: 2, Burfaş Ofset Tesisleri, Bursa Eylül 1997:11.
- AYYILDIZ, M., 1983. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri (2. baskı) A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No:244, Ankara.
- BALKI, N. ve B. PEKİN, 1983. Simav Çayı'nın Bor Kirliliği Yönünde İncelenmesi ve Kirliliğe Neden Olan Atık Suların Adsorpsiyon ile Arıtılma Yöntemlerinin Araştırılması. Çevre 83 II. Ulusal Çevre Mühendisliği Sempozyumu, 1 – 5 Haziran 1983, Atatürk Kültür Merkezi, İzmir.

- BARLAS, M., S. DURUCAN, 2005. Dipsiz ve Çine (Muğla - Aydın) Çayı'nın Fiziko – Kimyasal ve Biyolojik Yönden İncelenmesi. Ekoloji Dergisi, 14, 54, 25 – 30.
- BAŞAR, H., H. ÇELİK, M., A. TURAN ve M. A. KATKAT, 1999. Iznik Yöresi'nde Sulamada Kullanılan Değişik Su Kaynaklarının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak., Tarım Bilimleri Dergisi (Yayın aşamasında).
- BOJARSKA, K., Z. BZOWSKI and A. DAWIDOWSKI, 2004. Application of Gis Elements in Underground Water Monitoring in The Region of Municipal Wastes Dump. Department of Environmental Monitoring, Central Mining Institute, Pl. Gwarkow 1, 40 – 166 Katowice – Poland.
- CAMBERATO, J. and S. MARTİN, 2003. Magnesium is at the heart of your green. Turfgrass Program Notes, Clemson University, USA.
- CHENG, S., 2003. Heavy Metal Pollution in China, origin, pattern and control. Environ. Sci. Pollut. Res. Int., 10 (3):192 – 8.
- ÇAMUR, M. Z. , L. SÜZEN, V. DOYURAN, 2001. Fethiye Özel Koruma Alanı Kara Sularının Kalite Değerlendirmesi. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 25.
- ÇEVRE REFERANS LABORATUVARI, 2003. Çevre Bakanlığı Çevre Kirliliğini Önleme ve Kontrol Genel Müdürlüğü.
- ÇÖL, M. ve C. ÇÖL, 2003. Environmental Boron Contamination in Waters of Hisarcık Area in The Kütahya Province of Turkey. Food and Chemical Toxicology, 41- 1417 – 1420.
- DİŞLİ, M., F. AKKURT VE A. ALICILAR, 2004. Şanlıurfa Balıklıgöl Suyunun Bazı Kimyasal Parametrelerinin Mevsimlere göre Değişiminin Değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Müh – Mimarlık Fak. Dergisi, Cilt 19, No: 3, 287 – 294.
- ERDÖL, S. ve S. CEYLAN, 1997. Bursa Yöresi'nde İçme ve Kullanma Sularında Arsenikle Kirlenmenin Araştırılması. Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Sergisi, 16 (1 - 2 – 3):119 – 127.
- FRESENIUS, W., K. E. and W. SCNEDAR, 1988. Water Analysis, A Practical Guide to Physico – Chemical, Chemical and Microbiological Water Examination and Quality Assurament, Springer, Verlay Berlina, New York, Tokyo.

- GİDİRİŞLİOĞLU, A. R. ÇAKIR, H. TOK, H. EKİNCİ VE O. YÜKSEL, 1998. Ergene Nehri ve Kollarının Eysel ve Endüstriyel Atıklarla Kirlenmesi ve Toprak Üzerine Etkileri. Köy Hizmetleri Kırklareli Araştırma Enstitüsü Mdğ. Kırklareli, s: 308 – 321.
- GİRGİN, A. ve BAŞ, S., 1995. Söke Ovası'nda Tarımsal Sulama, Gelenekselleşen Yıkamalar ve Taban Suyu Sorunu.
- GRISMER, M. E., 1990. Leaching Fraction, Soil Salinity and Drainage Efficiency. California Agriculture, vol: 44/6, p: 24 – 26.
- GÜREL, O., 1995. Su Koruma Havzalarında Kirlenme. İzmir'in Çevre Sorunları. İzmir Ticaret Odası Yayın No:5, İzmir.
- <http://www.geocities.com/atilagirgin/Sokeovasindasulamalar.html>
- KANBER, R., C. KIRDA VE O. TEKİNEL, 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fak. Ders Kitapları, Yayın No: 6, Adana, 341 s.
- KAPLAN, M., S. SÖNMEZ ve S. TOKMAK, 1996, Antalya – Kumluca Yöresi Kuyu Sularının Nitrat İçerikleri. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 23 (1999), 309 – 313.
- KAYAR, V. N. ve A. ÇELİK, 2003. Gediz Nehri Kimi Kirlilik Parametrelerinin Tayini ve Su Kalitesinin Belirlenmesi. Çev – Kor, Cilt: 12, Sayı: 47, 17 – 22.
- KOVANCI, İ., 1979. İç Ege Bölgesi Sulama Sularının Bitki Beslemesi açısından Kimi Nitelikleri ve Kimyasal İçerikleri Üzerinde Bir Araştırma. E. Ü. Ziraat Fak. Yayınları, No:364, İzmir.
- LEE, J.Y., J. C. CHOI and K. K. LEE, 2005. Variations in Heavy Metal Contamination of Stream Water and Groundwater Affected by an Abandoned Lead – Zinc Mine Korea. Environmental Geochemistry and Health, 27: 237 – 257.
- LIANG, Y and M. H. WONG, 2003. Spatial and Temporal Organic and Heavy Metal Pollution at Mai Po Marshes Nature Reserve, Hong Kong. Chemosphere 52, 1647 – 1658.
- MİNARECİ, O., M. ÖZTÜRK ve E. MİNARECİ, 2004. Manisa Belediyesi Ağır Eysel Atık Su Arıtma Tesisinin Gediz Nehri'nin Ağır Metal Kirliliğine olan Etkilerinin Belirlenmesi. Trakya Uni. J. Sci., 5 (2): 135 – 139.

MUNOZ, J., 1968. Atomic Absorbption Spectroscopy and Analysis by Atomic – Absorption Flame Photometry. Elsevier Publishing Company Amsterdam, London, Newyork.

OKONKWO, O. J. and MOTHİBA. M., 2004. Physico – chemical Characteristics and Pollution Levels of Heavy Metals in The Rivers in Thohoyandou, Saouth Africa. Journal of Hydrology, Volume 308, Issues 1 – 4, 12 July 2005, Pages 122 – 127.

OLÍAS, M., NIETO. J. M., SARMIENTO. A. M., CERÓN. J. C. and CÁNOVAS. C. R., 2004. Seasonal Water Quality Variations in a River Affected by Acid Mine Drainage: Odiel River (South West Spain). Science of The Total Environment, Volume 333, Issues 1 – 3, 15 October 2004, Pages 267 – 281.

OLIVARES, S., ROSA. D., LAZARO. L., GRAHAM. D. W., D' ALESSANDRO. K., BORROTO, J., MARTÍNEZ. F. and J. SÁNCHEZ, 2004. Assessment of Heavy Metal Levels in Almendares River Sediments – Havana City, Cuba. Water Research, Volume 39, Issue 16, October 2005, Pages 3945 – 3953.

ÖZKARA, M. M. ve S. Şener, 1986. Jeotermal Atıkların B.Menderes Nehri'ne Karışmasının Aşağı Menderes Havzası'nın Tarımsal Yapısına Etkileri. Çevre 86 Sempozyumu, 2 – 5 Haziran 1986, E. Ü. Atatürk Kültür Merkezi, İzmir.

ÖZMEN, H., F. KÜLAHCI, A. A. ÇUKUROVALI ve DOĞRU. M., 2004. Concentrations of Heavy Metal and Radioactivity in Surface Water and Sediment of Hazar Lake (Elazığ, Turkey). Chemosphere, Volume 55, Issue 3, April 2004, Pages 401 – 408.

RICHARDS, L. A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, Agriculture Handbook No: 60, U.S. Department of Agriculture. U.S. Govt. Printing Office. Washington, D.C.

SAATÇI, F., Ü. ALTINTAŞ, D. ANAÇ, S. VURAL, 1988. Melez Çayı (İzmir) İçeriğindeki Bazı Organik ve İnorganik Kökenli Maddeler ile Ağır Metallerin Nitelik ve Nicelik Dağılımları Üzerine Araştırmalar. E. Ü. Ziraat Fak. Dergisi, Cilt 25, Syf: 137 – 151.

- SAATÇI, F., H. TUNCAY ve Ü. ALTINBAŞ, 1973. İzmir İli Balçova Bölgesi'nde Sulamada Kullanılan Bazı Kuyu, Artezyen, Kaynak ve Dere Sularının Sulama Yönünden Kalitelerinin Tedpiti Üzerinde Araştırmalar. Ege Üni. Ziraat Fak. Yayınları, 197.
- SAĞLAM, M. T. ve A. ADILOĞLU, 1997. Ssu Kalitesi (Genişletilmiş 2. baskı). Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fak., Yayın No: 230, Ders kitabı No: 27, Tekirdağ.
- SCIFIELD, C. S., 1936. The Salinity of Irrigation Waters. Smith Inst. Ann. Report, 275 – 287.
- ŞEN, E., 1997. Bursa Yöresi Yeraltı Sularında Nitrat Düzeyi. I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu Kitabı. Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, 1997: 341 – 354.
- SOLMAZ, S. K. A., T. YANAR, G. E. ÜSTÜN, R. ÖLMEZ, 2004. Yeraltı Suyunun Su Teminli Amaçlı Kullanımında Sertlik Giderimi için Kimyasal Artıma ve İyon Değiştirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Ekoloji Dergisi, 13, 52, 17 – 22.
- Sulama Sularında İzin Verilebilen Maksimum Ağır Metal ve Toksik Elementlerin Konsantrasyonları
- TAHMASEBİ, N. ve M. J. POURAGHNIAEI, 2002. An Assessment on Hydrologic Condition in Khorram Abad (West of Iran). Tahmasebi – Paper – 2002 – 05 – 06.doc.
- TANRIVERMİŞ, H., 2003. Doğal Kaynaklar ve Çevre Ekonomisi. A. Ü. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Ders Notları, Ankara.
- TOKALIOĞLU, Ş. ve Ş. KARTAL, 2002. Chemometrical İnterpreion of Lake Waters after Their Chemical Analysis by Using AAS, Fame Photometry and Titirmetric Techniques. International Journal of Environmental Analytical Journal Chemistry, Cilt 82, No:5, 291 – 305.
- TUNCAY, H., 1994. Su Kalitesi (I. Basım). Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No: 512, İzmir, 243 s.
- TURGUT, C., 2003. The Contamination with Organochlorine Pesticides and Heavy Metals in Surface Water in Küçük Menderes River in Turkey, 2000 – 2002. Environment International, 29, 29 – 32.

- U.S. SALINITY LAB. STAFF., 1954 Diagnosis Improvement of Saline and Alkali Soils Agriculture Handbook, No:6. U.S. Govt. Print. Office, Washington D.C.
- UYGAN, D., F. HAKGÖREN, D. BÜYÜKTAŞ, 2006. Eskişehir Sulama Şebekesinde Drenaj Sularının Kirlenme Durumu ve Sulamada Kullanılma Olanaklarının Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fak. Dergisi, 19 (1), 47 – 58.
- VEREP, B., O. SERDAR, D. TURAN ve C. ŞAHİN, 2005. İyidere (Trabzon)'nin Fiziko – Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi. Çev – Kor, Cilt: 15, Sayı: 57, 7 – 16.
- WILL, E. and J. E. FAUST, 2005. Irrigation Water Quality for Greenhouse Production. Agricultural Extension Service, PB, 1617. The University of Tennessee, USA.
- WOLF, B., 1971. Determination of Boron in Soil Extractes Plant Materiels, Compost Manures, Waters and Nutrient Solutions. Soil Science and Plant Analyses, 2 (5): 363 – 374.
- YILMAZER, D. ve S. YAMAN, 1999. Heavy Metal Pollution and Chemical Profile of Ceyhan River. Tr. J. of Engineering and Environmental Science. 23, 59 – 61.

EK 1:ÖRNEKLEME YERLERİNİN DURUM ÇİZELGESİ

SN	CİNSİ	ÖRNEK NO	YERİ	ÖZELLİKLERİ
1	YER ALTI	NOKTA 1	Sınırteke Köyü	13m. derinlikte kuyu
2		NOKTA 2	Sınırteke Köyü	Tulumba (derinliği bilinmiyor)
3		NOKTA 3	Ömerbeyli Köyü çıkışı	13 m. derinlikte açılmış kuyu
4		NOKTA 4	Uşaklı Petrol	24 m. derinlikte açılmış kuyu
5		NOKTA 5	Turanlar Köyü	Tesise ait kuyu (derinliği bilinmiyor)
6		NOKTA 6	Karağaç Köyü	5.5 m derinlikte açılmış tulumba
7		NOKTA 7	Karağaç Köyü	110 m derinlikte kuyu
8		NOKTA 8	Gümüşköy	11 m derinlikten alınan sıcak su
9		NOKTA 9	Erbeyli	İşletme içindeki kuyu (derinliği bilinmiyor)
10		NOKTA 10	Sınırteke Köyü	25 m.derinliğindeki kuyu
11		NOKTA 11	Sınırteke Köyü	Kuyu (derinliği bilinmiyor)
12		NOKTA 12	Uşaklı Petrol arkası	14 m. derinlikteki kuyu
13		NOKTA 13	Ömerbeyli Köyü	Kuyu (derinliği bilinmiyor)
14		NOKTA 14	Uşaklı Petrol arkası	Yeni kuyu (derinliği bilinmiyor)
15		NOKTA 15	Alangüllü	Tesisin altındaki depo
16	YERÜSTÜ	NOKTA 16	Alangüllü Köyü	Yüzeyden
17		NOKTA 17	Hıdırbeyli Beldesi	Yüzeyden
18		NOKTA 18	Aydın-Muğla Karayolu	Yüzeyden
19		NOKTA 19	Hıdırbeyli Beldesi	Yüzeyden

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Aydın'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Aydın'da tamamladı. 1997 yılında Selçuk Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2 yıl Çevre Mühendisi olarak görev yaptıktan sonra iş yaşantısına Yönetici Asistanı olarak devam etti.

2003 yılında Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü'nde yüksek lisansa başladı.