

1.GİRİŞ

Su, insanlığın var olduğu M.Ö.'ki yıllardan itibaren uğruna savaşlar yaptığı önemli bir kaynaktır. Yüzyıllardır kurulmuş olan medeniyetlerin hepsinin bu kaynak etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Tamamen ikame edilemeyen bir kaynak olan su; yaşayan bütün canlılar için en önemli doğal kaynaklardan biridir. Diğer bir ifadeyle su; hayatın ve canlıların kaynağıdır (Anonim, 2006).

Saf su, iki hidrojen bir oksijen atomundan meydana gelmiş, kimyasal formülü H₂O olan bir bileşiktir. Ezilemeyen, bastırılmayan, akışkan bir maddedir. Rengi ve kokusu yoktur. Sıvı, katı ve gaz halinde bulunabilir (Güler ve Çobanoğlu,1994).

Dünyada mevcut suyun % 97'sini okyanuslar ve denizler, % 2'sini kutuplardaki buzullar ve % 0.5'ini ise yeraltı ve toprak suyu oluşturmaktadır. Dünyadaki tatlı su miktarı toplam suyun % 0.01'ini ve tatlı suların da yaklaşık % 97'sini yeraltı suları oluşturmaktadır (Salihoğlu, 1997; Akman ve ark., 2000)

Dünyadaki toplam suyun yaklaşık 1 386 milyon km³'ü başka bir ifadeyle % 96'dan fazlası tuzlu sudur. Geriye kalan % 4 oranındaki tatlı su kaynaklarının % 70'e yakını buz ve buzulların içinde hapsedilmiştir. Tatlı suyun diğer % 30'u ise yeraltındadır. Nehirler, göller gibi yüzeysel tatlı su kaynakları, dünyadaki toplam suyun yaklaşık % 1'inden daha azını oluşturmaktadır. Diğer bir deyişle, dünyadaki tatlı su miktarı çok kısıtlıdır Dünyada kişi başına su tüketimi yılda ortalama 800 m³ civarındadır. Dünya nüfusunun yaklaşık % 20'sine karşılık gelen 1,4 milyar insan yeterli içme suyundan yoksun olup, 2,3 milyar kişi sağlıklı suya hasrettir. Bazı tahminler, 2025 yılından itibaren 3 milyardan fazla insanın su kıtlığı ile yüz yüze geleceğini göstermektedir. Dünyadaki toplam su tüketiminin, çeşitli kaynaklara göre değişse de, yaklaşık % 70'i tarım sektöründe sulama, % 22'si sanayi ve % 8'i içme ve kullanma suyu amaçlı olarak kullanılmaktadır. Avrupa'da sektörler itibariyle su kullanımı % 33 sulama, % 51 sanayi, % 16 içme ve kullanma amaçlıdır (Anonim, 2006a).

Dünyadaki toplam su tüketiminin % 73'ü sulamada kullanılmaktadır. 1995 yılı itibarıyla dünyada sulanan tarım alanları 253 milyon hektar iken, 2010 yılında 290 milyon hektara, 2025 yılında ise 330 milyon hektara ulaşması beklenmektedir (Atalık, 2006).

İçme ve kullanma suları; kaynaklardan, nehirlerden, göllerden, yapay ya da doğal birikinti bölgelerinden, kuyulardan, hatta pahalı olmasına rağmen zorunlu olduğunda deniz suyunun arıtılmasıyla sağlanan sudan elde edilir. Ancak bütün bu su kaynaklarının en önemli kaynağını yağışlar oluşturur. İçme ve kullanma sularını oluşum ve sağlanış biçimlerine göre üç ana grupta toplayabiliriz. Yağış suları (sarnıçlarda biriktirilen sular), yüzeysel sular (nehir, göl, baraj vb) ve yeraltı suları (kaynak ve kuyular) (Güler ve Çobanoğlu,1994).

Ülkemizin yenilenebilir su potansiyeli 234 milyar m³ olup bunun 41 milyar m³'ü yeraltı suları, 193 milyar m³'ü yerüstü sularından meydana gelmektedir. Ülkemizde çeşitli amaçlara yönelik kullanımlarda teknik ve ekonomik anlamda tüketilebilecek yüzey ve yeraltı suyu miktarının 110 milyar m³ olduğu belirlenmiştir (Atalık, 2006).

Türkiye'de, uzun yıllar yağış ortalaması 631 mm iken, yağış miktarı 1999 yılında % 15 oranında, 2000 yılında ise % 7 oranında azalmıştır. Ortalama yağışın azalması yanında, yağış rejimindeki sapma da dikkat edilmesi gereken bir olaydır. Yağış miktarında meydana gelen bu azalışlar ve yağış rejimindeki sapmalar, tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, kuraklığa neden olan şartların devam etmesi hâlinde, gelecek yıllarda suyla ilgili daha büyük sıkıntılar meydana gelebilecektir (Türkeş, 1999).

Yüzölçümü 77,80 milyon ha olan ülkemizde ekonomik olarak sulanabilir tarım arazisi miktarı 8.5 milyon hektardır. Ekonomik olarak mevcut sulanabilen alanların, 1999 yılı sonu itibarıyla sadece % 53,30 olup, 4.530.125 hektarı sulanmaktadır. Yerüstü suları potansiyelinin % 33,15'i, yeraltı suyu potansiyelinin % 78,45'i fiilen kullanılmaktadır. Yerüstü su kaynakları potansiyelinin % 66,85'i, yeraltı suyu potansiyelinin ise % 21,55'i mevcut kullanıma sunulmamıştır (Anonim, 2008a).

Türkiye'de tarım alanları yeraltı suları (% 37,55), akar sular (% 28,64) veya barajdan alınan (% 15,87) sularla sulanmaktadır. Ege, Akdeniz ve Güney-Doğu Anadolu gibi tarımsal bölgeler, Türkiye'de su kaynaklarının gösterdiği benzer dağılımı sergilemektedir. Ege bölgesi'nde yeraltı suları (% 38,74) veya akar sular (% 29,28) kullanılmaktadır. Orta-Güney Bölgelerinde kuyu suları (% 58,44) daha yoğun olarak kullanılmaktadır. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından sulamaya açılan alanlar, bölgeden bölgeye değişmektedir. Akdeniz, Ege ve Orta Anadolu Bölgeleri diğer bölgelere göre en fazla sulanan alana sahiptirler (Tuna, 2008).

Türkiye'de teknik ve ekonomik olarak sulanabilir alanlardan 7,9 milyon ha toprak yerüstü sularıyla, 0,6 milyon ha toprakta yeraltı sularıyla sulanmaktadır (Anonim, 2006b).

DSİ Genel Müdürlüğüne bugüne kadar yapılmış olan hidrojeolojik etütler sonucunda tespit edilmiş olan 13.66 km³ yeraltı suyu rezervinin; 3.921 km³'ü DSİ, kamu kuruluşları ve sulama kooperatiflerine ait devlet eliyle yapılan sulamalarda, 5.295 km³'ü içme-kullanma ve sanayi suyu ihtiyaçlarında, 2.406 km³'ü ise münferit özel sulamalarda olmak üzere 11.62 km³'lük bölümünün tahsis işlemi yapılmıştır (Anonim, 2006b).

İlimizde açılan araştırma kuyu verilerine göre, yaklaşık 290-300 milyon m³'lük bir yeraltı su rezervimiz mevcuttur. Bu rezervlerden yaklaşık 120-1500 milyon m³'lük bir kısmını kullanılmaktadır. Nitekim 17 ilçemizde ve 262 köyde toplam 13.319 adet artezyen mevcuttur.

Bu sularla 279.235 dekar arazi sulanmaktadır. Menderes Havzası Büyük Menderes Nehrinin 900'lü rakımlardan başlayarak Ege Denizi'ne kadar sağ ve sol yamaçlardan kaynaklanan zengin su akışlarıyla binlerce yıl içerisinde oluşturduğu tekne biçimindeki vadidir ve zengin yeraltı su kaynaklarına da sahiptir. Yeraltı suyu rezervinin büyük bir bölümü Aşağı Büyük Menderes Havzasındadır. Bu havzadaki toplam işletme rezervi 279,5 hm³/yıl dır (Anonim, 2006c).

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. Yapılan araştırmalara göre, yıllık yağış potansiyeli 16.384.10⁶ m³'tür. Bu miktarın Büyük Menderes Nehir havzasını oluşturan kısmı 3.030. 10⁶ m³'tür (Anonim, 2008).

Söke Ovasının yeraltı suyu kaynakları yağış, yüzeysel akış ve sulama suyu ile beslenmektedir. Ancak son yıllardaki kuraklık nedeni ile yüzeysel akış son derece azalmıştır. Söke Ovası sulama birliğinin yapmış olduğu Söke Ovası sulaması taban suyu raporuna göre 373 adet kuyu mevcuttur (Yıldız ve Ağır, 2006). Aşağı Büyük Menderes Havzası (Söke ovası) hidrojeolojik etüt raporuna göre yeraltı suyu bilançosu Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1.1: Aşağı Büyük Menderes Ovası Yeraltı suyu bilançosu (Anonim, 1975)

Beslenim	10 6 m ³ /yıl	Boşalım	10 6 m ³ /yıl
A-Yağıştan Süzülme		A- Büyük Menderes ve	
a-Birikinti konilerine	54,0	Kollarına Yeraltısuyu Akışı	218
b-Alüvyona	163,0	B-Buharlaşma- Terleme	112
c-Neojen Detritiklerine	65,0	C-Suni Boşalım	65
B- Yüzeysel Akıştan Süzülme	73,0	D-Denize Yeraltısuyu Akışı	4,5
C-Sulama suyundan Süzülme	42,0		
Toplam	397	Toplam	399,5

Aşağı Büyük Menderes Havzasında bulunan Söke Ovasında 29.135 ha ürün sulama projesi ile 10.000 ha'da projersiz (halk sulaması) olarak toplam 39.135 ha'lık alan DSİ tarafından yüzey sulama yöntemleri ile sulanmaktadır. Büyük Menderes nehri üzerindeki Söke regülatörü ovanın başlıca su kaynağı ünitesidir. Söke Ovasının yaklaşık olarak % 99'u sulanmaktadır. Ürün deseni olarak % 90 pamuk % 10 ayçiçeği-mısır-buğday- yem bitkisi şeklinde bir ürün deseni mevcuttur (Anonim, 2008).

Yeraltı sularını en yoğun ve eski olarak kullanan ABD de kirlenme ile ilgili problemler 1940'lı yıllarda ortaya çıkmıştır. Aynı ülkede yeraltı sularının kirlenmesi 1980'li yıllarda yoğun olarak kullanılan tarımsal gübre ve ilaçların etkisi ile artmış ve 13 milyon kuyunun yaklaşık % 30'unda insan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek derecede kirlenme tesbit edilmiştir (Belluk ve Benjamin., 1990; Whieple ve Vanans, 1990).

Su kirliliğinin en önemli nedenleri arasında hızlı sanayileşme ile beraber gelen endüstriyel atıklar, hızlı nüfus artışı ile beraber gelen evsel atıklar, plansız kentleşme ve bununla beraber yetersiz altyapı, tarımsal atıklar verilebilir. Bu faktörler suları ayrı ayrı veya birlikte kirletebilmektedir. Su kaynaklarının belirtilen nedenlerle kirlenmesi sonucu bu kaynaklardan etkin bir şekilde faydalanılamamaktadır. Hatta bu kaynaklar kaybedilmektedir ve bu durumda da kendimiz açısından ciddi yaşamsal problemler meydana gelmektedir (Gidirşlioğlu ve ark.1998).

Korkmaz (2007) tarafından bildirildiğine göre; Son yıllarda bütün dünyada çevre ve doğal kaynaklar üzerindeki artan yoğun ilgi, kimyasal gübreler üzerindeki ilgiyi de artırmış bulunmaktadır. 2030 yılı itibariyle 8 milyara ulaşması beklenen dünya nüfusunu besleyebilmek için bugünkü gıda üretiminin % 60 oranında artırılması gerekmekte olduğu Fresco (2008) tarafından belirlenmiştir.

Korkmaz (2007) tarafından bildirildiğine göre ; Ekosistemde oluşabilecek azot kirliliği, başta inorganik gübreler olmak üzere organik gübreler, septik tanklar ve her türlü atıklardan kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda 20. yüzyılda tarım alanlarına giren azotlu gübre miktarının iki katına çıktığı Moiser ve ark (2001) tarafından belirlenmiştir.

Korkmaz (2007) tarafından bildirildiğine göre ; Gübrelerden kaynaklanan kirlilik içerisinde ise üzerinde en fazla durulan suların nitrat ile kirlenmesidir. Çünkü NO_3 , tarımsal üretimde kullanılan gübrelerle gün geçtikçe artan miktarlarda uygulanmakta ve toprakta NO_3 birikmektedir. Biriken bu NO_3 'ün koşullara göre değişen miktarları, yıkanarak toprak derinliğine hareket etmekte ve dolayısıyla suya nitrat geçmesine yol açmakta olduğu Liang ve ark (2005) tarafından belirlenmiştir.

Tarımda üretimi artırmak amacıyla kullanılan kimyasal gübreler ve böceklerle savaşmakta kullanılan tarım ilaçları (pestisit) yağmur suları ile toprak altına geçerek yeraltı sularının kirlenmesine neden olabilir (Güler ve Çobanoğlu,1994).

Zirai mücadele için yapılan ilaçlamalarda havadaki ilaç zerrelerinin rüzgarla sulara taşınması veya pestisit üretimi yapan fabrika atıklarının durgun veya akarsulara boşaltılması sonucunda su kaynaklarımız pestisitlerle kirlenmektedir. Ayrıca, yıllardır bilinçsiz bir şekilde açılan yeraltı su kuyuları sebebiyle yeraltında bulunan su tükenme noktasına gelmiştir. Yeraltı su seviyesi her geçen gün düşmekte, suya ulaşabilmek için artık daha derinlere inmek zorunluluğu vardır. Mevcut kuyuların bir çoğundan su alınmamaktadır. Yanlış sulama teknikleri, suyun aşırı kullanılarak tükenmesine, topraklarımızın yapısının bozulmasına ve verimsizleşmesine neden olmaktadır (Anonim, 2006d).

Aydın ili ve ilçelerinde polikültür tarım yapılmaktadır. Bu maksatla kontrolsüz, bilinçsiz ve adeta çiftçiler arasında yarışır halde sayılabilecek gübre ve çok çeşitli zirai mücadele ilaçları kullanılmakta ve bunun sonucunda yeraltına olan sızmalarla, yeraltı sularımızda ve çeşitli amaçla açılmış kuyularımızda, nitrat ve çeşitli azot bileşikleri kirliliği oluşturmuştur (Anonim, 2006c).

Aydın şehir merkezinde ve il genelinde açılmış bulunan çeşitli amaçlı kuyularda amonyak, nitrit, nitrat bulunmuş ve yapılan ölçümlerde ortalama 40 mg/l kirlilik tespit edilmiştir (Anonim 2006c).

Bu araştırmanın amacı, Aşağı Büyük Menderes Havzasında (Söke Ovası) yoğun sulu tarım yapılan alanlarda kullanılan kimyasal gübre ve türevlerinin yeraltı sularımızda meydana getirdiği değişimleri kirlilik durumları üzerine oluşturduğu etkileri ve kirliliğin boyutlarını araştırmaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tanrıvermiş (2003), su kirliliği, su kaynaklarından büyük ölçüde yararlanılmayı sınırlandıracak olan organik, inorganik, biyolojik ve radyoaktif herhangi bir maddenin suya karışarak suyun nitelik ve yapısında değişikliklere neden olması olarak tanımlanmıştır. Yeraltı ve yüzey sularında kirlilik nedeninin, 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 değişikliklerin suyun kirlenmesine neden olduğunu bildirmiştir.

Singh ve Sekhon (1978), yeraltı suyu kirliliğine önemli ölçüde etkide bulunan N'lu gübre kullanımına ilişkin endişelerin arttığını bildirmişlerdir. Araştırmalar, gübre kullanılarak yoğun tarım yapılan bazı sulanan alanlardaki sığ yeraltı suyunda (taban suyu) nitrat biriktiğini göstermiştir. Bazı kesimlerde nitratin doğal jeolojik kalıntıları taban suyuna karışan nitratin çoğunluğunu oluşturmaktadır. Toprak organik maddesi, hayvansal artık ve bitki kalıntılarının da yeraltı sularında kirliliğe katkıda bulunduğu belirlenmiştir. Fakat bunların oransal içeriklerini saptamak zordur.

Kantarıcı ve Taşçıoğlu (1984), Manavgat Ovası tarım alanlarında yapay gübre ve ilaç kullanımının sulama sularında, taban suyu ve akarsularda bazı iyon birikimlerine ve sularda kirliliğe neden olduğunu belirlemişlerdir.

Kurosawa ve ark.(2006) Kuzey Vietnam'da köy çiftliklerinde inorganik azotun yüzey ve yeraltı suyunda sebep olduğu kirliliği değerlendirmiş, özellikle ova alanlarındaki alüvial topraklardaki yeraltı suyunda düşük nitrat konsantrasyonu belirlemişlerdir.

Gonzalez ve ark. (2004), Güney Şili derin kuyu sularının kalitesinin tarım faaliyetlerine etkilerini değerlendirmişler ve yoğun tarım yapılan kuyulardan 15 aylık dönemde örnekler almışlardır. Yoğun tarım alanlarında bulunan derin kuyularda nitrat düzeyleri yüksek, büyük tarım yapılan arazilerde de fosfor ve pH düzeylerinin yüksek olduğu ve yoğun tarım alanlarında sırasıyla demir ve manganez, geniş tarım yapılan alanlarda da nitrit değerlerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Turgut (2002), Küçük Menderes Havzasındaki yüzey sularında ağır metal ve organochlorine pestisidlerle yaptığı çalışmada yüzey sularının düşük seviyelerde Ni, Cu, Zn içerdiğini belirlemiştir.

Kros ve ark. (1993), survey şeklinde yapılan bu çalışmada Nisan 1988 ve Haziran 1989 tarihlerinde bölgenin tamamından 686 su örneği alınmıştır. Çalışma alanı Iowa ile sınırlandırılrsa da, araştırma sonucunda elde edilen sonuçların, yoğun tarım yapılan diğer bölgelere de uygulanabileceği vurgulanmış ve Iowa'daki yeraltı sularının $\text{NO}_3^- \text{N}$ içeriklerinin genelde 2 mg/l'den daha az olduğu, bu değer üzerinde sonuçların elde edildiği bölgelerde ise antropojenik etkilerin olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu araştırma sonucunda, kırsal bölgelerdeki çok sayıdaki ilkel olarak açılmış olan kuyuların, NO_3^- kirliliğine maruz kaldığı görülmüştür. Iowa'daki kuyuların % 18,3'ünün ve kırsal bölgedeki kuyuların hemen hemen tamamının, Çevre Koruma Birliği'nin önerdiği seviyeden daha fazla NO_3^- içerdikleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda ayrıca, 15 m'den daha az derinliğe sahip kuyuların, derinliği daha fazla olan kuyulara göre daha fazla kirliliğe maruz kaldıkları tespit edilmiştir. Derinliği 15 m'den daha az olan kuyuların % 35'inde 10 mg/l seviyesinin üzerinde $\text{NO}_3^- \text{N}$ belirlenmiştir. Bu kuyuların ortalama NO_3^- içerikleri'nin sağlık riskleri açısından önerilen limitin üzerinde bulunduğunu bildirmişlerdir.

Kumbur ve ark. (2008), tarla ve seraların çevresinde bulunan toplam 32 adet su kaynağından (akarsu ve sulama kanalı) ekim öncesi, bitkilerin gelişme süreci ve hasat sonrası olmak üzere üç dönemde örnekler alınmıştır. Alınan su örneklerinde tarımsal ilaç kaynaklı olabileceği düşünülen ağır metal (Cu, Mn, Cr, Ni, Mo) düzeylerini belirlemişlerdir. pH, tuzluluk ve iletkenlik gibi diğer kimyasal ve fiziksel parametre analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda pH, tuzluluk ve iletkenlik gibi parametrelerin kullanılan tarımsal kimyasalların etkisiyle herhangi bir değişim göstermediği belirlenmesine rağmen ağır metal düzeylerinde bölgesel ve aya bağlı olarak değişimler olduğunu belirtmişlerdir.

Balkaya,(1989), Samsun Bölgesi İncesu-Dereköy arasındaki kıyı ovasında 3 ayrı yerleşim ünitesinden 24 kuyuda 5 ay süre ile farklı zamanlarda alınan örneklerde pH, iletkenlik, klorür, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, amonyak azotu, nitrit, organik madde, toplam askıda madde, fosfat ve toplam koliform tayinleri gerçekleştirmiş ve uygun olmayan çevre şartlarının yeraltı sularını etkilendiğini ve az da olsa kirlenici etki yaptığını belirlemiştir.

Václav ve ark. (1989) Çekoslovakya'da yoğun tarımsal üretim yapılan alanlarda yaptıkları çalışmada farklı bölgelerde uygulanmış olan azotlu gübre miktarları ile o yörelerdeki yeraltı sularının NO_3^- konsantrasyonu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çekoslovakya'da yeraltı sularındaki NO_3^- kirliliğinin en ciddi sorunların arasında yer aldığı ve üzerinde durulması gerektiğini tespit etmişlerdir.

Burkart ve Kolpin (1993), yaptıkları araştırmada toplam alanın % 25'inden daha büyük bir bölümünde soya ve mısır üretimi yapılan tarımsal alanlarda bulunan kuyulardan alınan su örneklerindeki NO_3^- kirliliğinin (% 30), % 25'inden daha az bir bölümden soya ve mısır üretimi yapılan tarımsal alanlarda bulunan kuyulardan alınan su örneklerine (% 11) göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Bunun yanında, sulamanın fazlalığı NO_3^- kirliliğini artıran diğer bir faktördür. 32 km'lik bir araştırma sahasında yapılan çalışmada, sulamanın yapıldığı bölgedeki kuyu sularındaki kirliliğin (% 41), sulama yapılmayan bölgedeki kuyu sularına (% 24) göre çok daha büyük boyutlarda olduğunu saptamışlardır.

Kaykioğlu ve Ekmekyapar (2005), Ergene Havzasında bulunan sanayi kuruluşlarına ait 51 adet sondaj kuyusundan örnekler alınarak yeraltı sularının, pH, alkalinite, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katılar, toplam sertlik, klorür, toplam demir ve silis derişimleri belirlenerek standartlara uygunluğuna bakılmıştır. Yeraltı sularının alkalinite özelliğine sahip sert su sınıfında yer aldığını, elektriksel iletkenlik değerlerinin de kullanıma uygun olduğunu, klor ve silis değerlerinin uygun kriterlerde ve demir derişimlerinin sınır değerler üzerinde olduğunu bildirmişlerdir.

Szajdak ve ark. (2006), Polonyadaki arazilerde yeraltı suyunun nitrit, nitrat ve organik azotu hem alt drenaj suyu hem de küçük havuzlarda ölçümler yapılmışlardır. Alt drenaj suyunda yüksek konsantrasyonda nitrat ölçülmüş ve genel olarak küçük gölette farklı formlardaki azotta azalma ve biyolojik dönüşüm derecesinin arttığını belirlemişlerdir.

Durmaz ve ark. (2007), Şanlıurfa ve yöresindeki kuyu sularında nitrat ve nitrit düzeylerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, araştırmada toplanan 83 su örneğini spektrofotometrik yöntemle analiz etmişlerdir. Su örneklerinde nitrat ve nitrit düzeyleri sırasıyla 0.63-46.61 mg/l ve 0-0.14 mg/l arasında tespit edilmiş ve analiz edilen kuyu suyu örneklerinde tespit edilen nitrat ve nitrit miktarlarının İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe uygun olduğunu belirlemişlerdir.

Kaplan ve ark. (1999), Antalya Kumluca yöresindeki kuyu sularının NO_3^- içeriklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada Kumluca yöresinden 20 kuyudan su örneği alıp analizlerini yapmışlardır. Bu su örneklerinde EC, NO_3^- ve NH_4^+ analizi yapılmış; $[\text{NO}_3^-\text{-N}] + [\text{NH}_4^+\text{-N}]$ ile % NO_3^- hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, Kumluca yöresi kuyu sularının NO_3^- içerikleri 2.46-164.91 mg/l, NH_4^+ içerikleri 2.35-7.22 mg/l, $[\text{NO}_3^-\text{-N}] + [\text{NH}_4^+\text{-N}]$ miktarları 2.84-40.02 mg/l, EC değerleri ise 548-1643 $\mu\text{mhos/cm}$ değerleri arasında değişmektedir. Yöredeki kuyu sularında NO_3^- kirlenmesinin çok önemli düzeye ulaştığı; 45 mg/l olarak ele alınan sınır değerinin üzerinde NO_3^- içeren örnek oranının % 50 seviyesinde olduğu saptamışlardır.

Polat ve ark. (2007), bu çalışmada, İzmir'in su kaynaklarının önemli bir bölümünü sağlayan karstik aküferlerin yer aldığı Nif Dağı ve çevresindeki yeraltı sularındaki nitrat kirliliğinin boyutlarının mevsimsel olarak değerlendirilmesini amaçlamıştır. Çalışma alanında 25 kuyu ve 34 pınar olmak üzere toplam 59 örnekleme noktası seçildikten sonra kış mevsimi kararlı yeraltı suyu akım koşullarının olduğu Nisan 2006 ve kurak sezonu temsilen Eylül 2006'da olmak üzere iki kez su örnekleri toplanmıştır. Örneklerin nitrat analiz sonuçlarının konumsal ve zamansal olarak değerlendirilebilmesi için nitrat konsantrasyon dağılımı ve mevsimsel değişimleri gösteren haritalar oluşturulmuştur. Çalışmanın sonucunda, Nif Dağının batısında her iki örnekleme ayı için 50 mg/l'den yüksek nitrat değerlerine rastlanmıştır. Ayrıca, nitrat kirliliğindeki mevsimsel değişimin konumsal dağılımının heterojen olduğu gözlenmiştir. Yaz aylarında daha az olması beklenen yeraltı sularındaki yağış ve beslenme kaynaklı seyrelmenin buna paralel olarak bölgedeki nitrat konsantrasyonlarına yansıtmadığını belirlemişlerdir.

Katkat ve ark. (2004)'nin yaptıkları çalışma, İznik gölü havzasında değişik su kaynaklarıyla sulanan tarım topraklarının ağır metal içeriklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla yörede, artezyen, akarsu ve göl suyu ile sulanan ve sulanmayan toplam 40 bahçeden karma toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinin, toplam ve ekstrakte edilebilir ağır metal içerikleri yanında bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri de belirlenmiştir. Toplam ağır metal içeriklerine göre, toprakların 22'sinde izin verilebilir sınırların üzerinde Ni belirlenmiştir. Bununla birlikte, değişik su kaynaklarıyla sulanan topraklar arasında Ni içeriklerindeki değişimlerin anlamlı olmadığı görülmüştür. Ayrıca 8 toprakta Fe ve 1 toprakta Cu fazlalığı belirlenmiştir. DTPA + TEA ile ekstrakte edilebilir Zn içeriğinin 15 toprakta yetersiz olduğu anlaşılmıştır. Toplam ağır metal içeriklerinde olduğu gibi ekstrakte edilebilir ağır metal içeriklerinin de değişik su kaynaklarıyla sulanan topraklarda değişimlerinin önemli olmadığı görülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre; değişik su kaynakları ile yapılan sulamaların toprakların ağır metal içerikleri üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir.

Kovancı (1979), İç Ege Bölgesi sulama sularının bazı özellikleri ve kimyasal içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada yerüstü ve yeraltı sularının NO_3^- içerikleri, içme suları için belirtilen kritik sınırın (45 ppm) altında bulunmuştur. Yeraltı su örneklerinin sadece birinde NO_3^- içeriği çok yüksek (448,3 ppm) bulunmuş olup, bu durumun Manisa-Alaşehir yöresinde alınan su örneklerinde potasyum nitrat (KNO_3) bulunmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Yahşi (1981), Bursa ovasında açılan sondaj kuyularında NO_3^- içeriğinin başlangıçta 16-20 ppm iken gübrelemenin yoğun yapıldığı mevsimlerde 110-150 ppm gibi yüksek değerlere ulaştığını bildirmiştir.

Saatçi ve ark. (1988), İzmir ili civarındaki bazı önemli endüstri kuruluşlarının tarım arazileri ve sulama sularında oluşturdukları kirlilik boyutlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, incelenen su örneklerinin NO_3^- konsantrasyonunun ortalama olarak 6,7 ppm düzeyinde olduğunu saptamışlardır.

Tokmak ve Köseoğlu (1995), Türkiye ortalamasının yaklaşık iki katı düzeyinde olan Antalya İlinin Finike ve Kumluca ilçelerindeki kapalı drenaj sistemi bulunan üç adet turunçgil bahçesi ile bir adet domates serasında yürütülen çalışmada, özellikle yıkanmanın yüksek olduğu dönemlerde (kış ve ilkbahar) drenaj sularında NO_3^- miktarının yükseldiğini belirlemişlerdir. Sera drenaj sularının NO_3^- konsantrasyonu 250 ppm gibi yüksek düzeylere kadar çıkarken, turunçgil bahçelerinden alınan drenaj sularında, ülkemizde içme suları için belirlenen 45 ppm sınırının altında kalmıştır. Yörede sulama suyu olarak kullanılan artezyen sularının NO_3^- konsantrasyonu 2-38 ppm değerleri arasında, kaynak sularında ise 1,5-2,6 ppm değerleri arasında belirlenmiştir. İçme suyu olarak kullanılan şebeke sularında ise 2,1-13,3 ppm düzeyinde NO_3^- belirlenmiştir. Araştırmanın yapıldığı aynı yörede beş yıllık dönemde (1989-1993) kullanılan azotlu gübrelerden toplam olarak 830 ton N'un yıkanarak yeraltı sularına karıştığının tahmin edildiğini bildirmişlerdir.

Şen (1997) yaptığı çalışmada, Bursada 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 belirlenmiştir. Kirlenmenin azotlu gübre kullanılmasıyla ilgili olduğunu belirtmiştir.

Durmaz ve ark. (2007), Şanlıurfa ve yöresindeki kuyu sularının nitrat ve nitrit düzeylerini belirlemek amacıyla 83 su örneğini alıp analiz yapmışlardır. Alınan örneklerin nitrat düzeylerinin 0,63-46,61 mg/l ve nitrit düzeylerinin de 0-0,014 mg/l arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Turgut (2007), Türkiye'de mineral sulardaki organochlorine insektisit artıkları konusunda yaptığı çalışmada sularda yüksek seviyelerde olduğunu ve sınır değerlerin üzerinde olduğunu bildirmiştir.

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 mg/l arasında değişmiştir. Ölçüt değerlere göre alınan örneklerden hiçbirinin "çok iyi" sınıfına girebilecek kalitede olmadığını tespit etmişlerdir. Lee ve ark. (2005), Kore'de maden

yatağının yakınındaki akarsularda ve yeraltı sularında, 2002-2003 yıllarında çeşitli aralıklarla on defa örnek olarak 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 μg olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada, As, Cu ve Cd konsantrasyonlarının yoğun yağmurlardan sonra azaldığını, Pb konsantrasyonunun ise tersine yükseldiğini belirlemişlerdir. Yüzey sularında kalsiyum (Ca) ve sülfat (SO_4^{2-}) konsantrasyonları karbonat (CO_3^{2-}) ve sülfür minerallerinin erimesiyle yüksek değerlere ulaşmıştır. Hafif yağmurdan sonra da bikarbonat (HCO_3^-), sodyum (Na) ve potasyum (K) miktarlarının azalmasıyla Ca ve SO_4^{2-} oranının arttığını belirlemişlerdir. Yeraltı sularında ise hakim ağır metal olarak çinko (Zn) tespit edilmiş olup, Zn konsantrasyonu 1758-10,550 $\mu\text{g/l}$ olarak bulunmuştur. Bu değerler Kore Standartlarının çok üstünde olarak değerlendirilmiştir.

Zein ve ark. (2002), Mısır-Nil Deltasının Kuzey bölgesinde üst üste iki sezonda, 1998-1999 ve 1999-2000'da yapılan saha çalışmalarında toprakların ağır metal içeriği, yeraltı suyu düzeyi ve sulama sularının süzülüp karışmasıyla bazı tarla bitkileri ve sebzeler üzerine etkisini araştırmışlardır. Topraklarda karışmış sulama sularıyla sulamadan ziyade süzülen suyla yapılan sulamalarda çözülen anyon ve katyon değerlerinin yüksek olduğu ve kullanılabilir siltli killi topraklarda Cd, Ni, Pb, Zn ve Mn değerlerinin killi topraklara kıyasla yüksek olduğunu saptamışlardır.

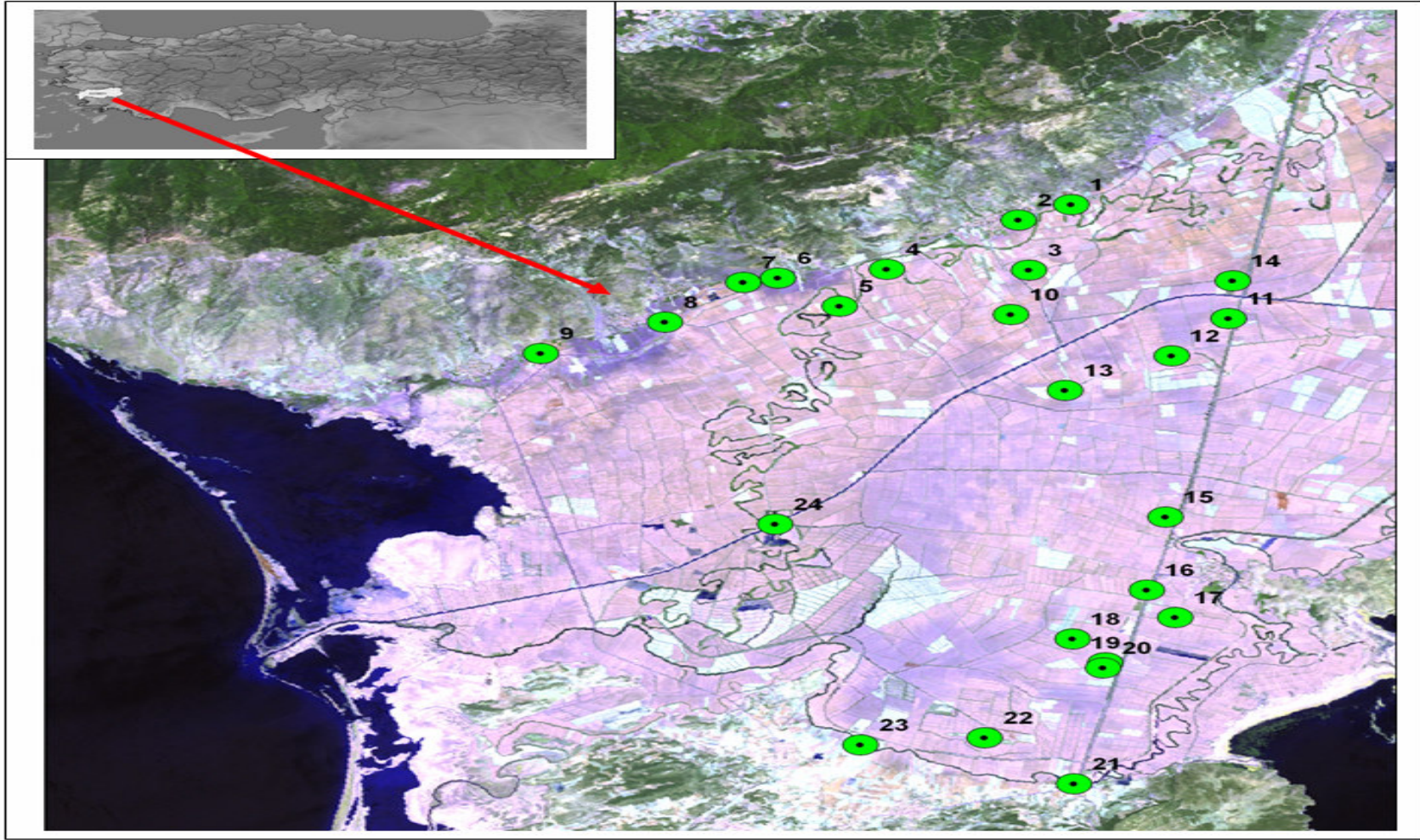
Farjood ve Amin (2001), İran'ın güneyinde bulunan Şiraz bölgesinde yeraltı suyu düzeyi seviyeleri kanalizasyon yetersizliği, yüzey suları ve foseptik kuyulardan bir sızıntı ve süzülme nedeniyle yeraltı suyu düzeyleri yükselmiş ve artan nüfusun, çevre kirliliği ve tarım için kullanılan yüzey ve yeraltı su kalitesinde bir azalma oluşturmasını araştırmışlardır. As^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{2+} , Fe^{2+} , Hg^{2+} ve Pb^{2+} dahil, inorganik ve organik kirlenici maddelerin varlığı tespit edilmiştir. tarımsal üretim için suyu kullanılan 50 bölge kuyusunda yapılan araştırmalarda, suların fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Cd^{2+} , Cr^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} ve Pb^{2+} konsantrasyonlarının bitkisel üretim için izin verilen sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir.

Turgut ve Gökbulut (2008), yaptıkları benzer çalışmada, Türkiye'deki şişe sularında organochlorine insektisit içeriklerinin maksimum ile orta konsantrasyon arasında olduğunu 3,8 ng/l ve organochlorine artıklarının da Avrupa sınır değerlerini geçmediğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. MATERYAL

Aşağı Büyük Menderes havzasında yaklaşık 25.000 hektarlık yoğun sulu tarım yapılan bazı pilot alanlarda belirlenen yaklaşık 24 adet kuyudan Haziran ve Ağustos aylarında alınan su örnekleri araştırma materyalini oluşturmaktadır. Bazı noktalardan kuyuların suyunun bitmesinden dolayı Ağustos ayında örnek alınamamıştır. Ayrıca örnekleme yapılacak kuyuların bulunduğu arazilerden Haziran ayında toprak örnekleri de alınmıştır. Su örneklerinin alındığı noktalar Şekil 3.1'de verilmektedir. Örnekleme yapılan yerlerin özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Araştırma alanı ve örnekle noktaları

Çizelge 3.1 Örnekleme yapılan yerlere ait kuyuların özellikleri

ÖRNEK NO	KUYU NUMARASI	ÇİFTÇİNİN ADI SOYADI	MEVKİİ	KUYU DERİNLİĞİ	ALINDIĞI KAYNAK	EKİLEN ÜRÜN	EKİLEN ALAN	HAZİRAN	AĞUSTOS	TOPRAK ÖRNEKLEME
1	65	Sağlık ocağı hekimliği	güllübahçe	15 m	artezyen	sebze bahçesi	4 da	X	-	X
2	64	Kemal Çiçek	güllübahçe	12,5 m	artezyen	sebze bahçesi	1 da	X	-	X
3	61	Davut MACAR	güllübahçe	10 m	artezyen	sebze bahçesi	10 da	X	X	X
4	76	İbrahim ÇINAR	güllübahçe turunçlar mh.	17 m	artezyen	sebze bahçesi	1 da	X	X	X
5	83	Kemal MUTAFOĞLU	atburgazı	39 m	artezyen	pamuk		X	X	X
6	214	Zekeriya KUTLUCA	boynak mh	8-10 m	artezyen	zeytinlik, yonca		X	X	X
7	Yuvaca pompası	DSİ pompası	yuvaca pompası	35 m	artezyen	pamuk		X	X	X
8	216	Kemal KARADAYI	atburgazı	16 m	artezyen	buğday mısır		X	X	X
9	228	Mustafa AKTAŞ	tuzburgazı	18 m	artezyen	zeytin sebze bahçesi		X	X	X
10	74	Murat ASRAV	asrav çiftliği	120 m	artezyen	pamuk		X	X	-
11	191	Osman AKÇEŞME	ova petrol	86 m	artezyen	mısır	5 da	X	X	X
12	200	Musa MUSLU	s.musa muslu çiftliği	80 m	artezyen	domates+bakla	1100 da	X	X	X
13	197	Baki BAKAN OĞLU	çifte karaağaç-ortayurt	120 m	artezyen	pamuk	500 da	X	X	X
14	Suat Zeytinoğlu	Suat ZEYTİNOĞLU	arıcılar petrol dön.	110 m	artezyen	biber, sebze bahçesi	1/2 da	X	X	X
15	313	Ömer Nuri DAVAS	davas iplik fabrikası	4 m	artezyen	pamuk , bahçe	20 da	X	X	X
16	217	Bülent ARICI	didim-akbük	130 m (yeni çakılmış)	artezyen	-		X	-	X
17	359	Mustafa ÖZBAŞ	sünerter girişi	130 m	artezyen	sebze bahçesi		X	X	-
18	İbrahim Adalı Kuyusu	İbrahim ADALI	ayvaz	140 m	artezyen	sebze bahçesi	1/2 da	X	X	X
19	347-1	Nihat CAN	dişçilerin yeri	140 m	artezyen	karpuz	20 da	X	X	X
20	347-2	Nihat CAN	dişçilerin yeri	56 m	artezyen			X	X	X
21	349-1	Daşmazlar akaryakıt	alpet benzinliği	19 m	artezyen			X	X	-
22	Emtaş Petrol	EMTAŞ PO	emtaş petrol bayii	60 m	artezyen			X	X	-
23	371	Tuntaş	tuntaşların çiftliği	15-16 m	artezyen	pamuk		X	X	-
24	262	Tuncay aktay	tuncay aktay çiftliği	9 m	artezyen			X	X	X

-Örnek alınmadığını göstermektedir.

3.2. YÖNTEM

3.2.1 Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanmasında Kullanılan Yöntemler

19 adet toprak örneği ilk su örnekleme için örneklerin toplandığı haziran ayında alınmıştır. Toprak örnekleri su örneği alınan kuyularla sulanmış olan tarlalardan tarlayı temsil edecek şekilde 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Örnekler iyice karıştırılıp homojen bir örnek elde edildikten sonra laboratuarda hava kurusu hale gelinceye kadar bekletilmiş ağaç çekiçlerle dövüldükten sonra 2 mm'lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir (Chapman ve Pratt, 1961).

3.2.2. Toprak Örneklerinin Analizinde Uygulanan Yöntemler

3.2.2.1. Bünye :

Hidrometre yöntemi kullanılarak toprak örneklerinin % kum, % kil ve % mil miktarları belirlenmiştir (Bouyoucus, 1951).

3.2.2.2. Toprak reaksiyonu (pH) :

Toprak örnekleri 1/2,5 sulandırılarak 30 dakika çalkalama aletinde çalkalanmış cam elektrotlu pH metrede ölçüm yapılmıştır (Jackson, 1958). Elde edilen sonuçlar Kellog (1952)'a göre sınıflandırılmıştır.

3.2.2.3. %CaCO₃ :

Toprak örnekleri CaCO₃ kapsamları, Scheibler kalsimetresi ile ölçülmüş ve sonuçlar % CaCO₃ olarak verilmiştir (Çağlar,1958). Analiz sonuçlarına göre elde edilen veriler, Evliya, (1960)'ya göre sınıflandırılmıştır.

3.2.2.4. %Toplam tuz :

Elektriksel iletkenlik, toprak saturasyon ekstraktında Elektriki Conductivity Bridge cihazı ile mmhos/cm olarak ölçülmüştür. Sonuçlar % Toplam Tuz'a çevrilerek hesaplanarak ifade edilmiştir.(Rhoades, 1982).

3.2.2.5. %Organik madde :

Toprak örneklerinin organik madde içeriği, modifiye edilmiş Walkey-Black metoduna göre belirlenmiş ve sonuçlar % olarak hesaplanmıştır (Black et al.,1965). Sınıflandırma Schlincting and Blume, (1960)'a göre yapılmıştır.

3.2.2.6. Alınabilir fosfor :

Toprak örnekleri Olsen metoduna göre pH'sı 8.5'e ayarlı 0.5 M sodyum bikarbonat çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve elde edilen süzükteki fosfor (P) spektrofotometrede okunmuş ve sonuçlar ppm olarak verilmiştir (Olsen and Dean, 1965).

3.2.2.7. Değişebilir potasyum kalsiyum, magnezyum ve sodyum:

Analize hazır hale getirilmiş toprak örnekleri pH'sı 7.0'e ayarlı 1N Amonyum Asetat çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve elde edilen süzükte, potasyum (K), kalsiyum (Ca), sodyum (Na) değerleri flame fotometrede; magnezyum (Mg) içerikleri ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrede okunmuştur (Kacar, 1995). K değerleri Pizer, (1967)'e göre; Ca, Mg ve Na değerlerini ise Loue, (1968)'ye göre sınıflandırılmıştır.

3.2.2.8. Değişebilir demir, çinko, mangan ve bakır:

Toprak örnekleri DTPA ile ekstrakte edilmiş ve elde edilen süzükte değişebilir Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrede okunarak ppm olarak belirlenmiştir (Kacar, 1995) ve sınıflandırmalar Viets ve Lindsay, (1973)' e göre yapılmıştır.

3.2.2.9. Bor:

Toprakların toplam bor içerikleri, Wolf (1974)'a göre Azomethin-H yöntemiyle analiz edilmiştir.

3.2.3. Su Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanmasında Kullanılan Yöntemler

Araştırmada kullanılacak su örnekleri; daha önceden temizlenmiş ve saf sudan geçirilmiş örnek kapları ile (1,5-2 litrelik koyu renkli şişe) laboratuara getirilmiştir. Analize hazır hale getirilen su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla üzerlerine örnek numarası ve kodları yazılarak ışık almayan serin (buzdolabı) bir odaya bırakılmıştır.

3.2.4. . Su Örneklerinin Analizinde Kullanılan Yöntemler

3.2.4.1. Buharlaştırma kalıntısı:

Beher içine konulan suyun 105°C etüv içerisinde buharlaştırılmasından sonra arta kalan tortunun tartılmasıyla yapılmıştır (Tuncay,1994).

3.2.4.2. Erimiş katı madde:

Süzme kağıdı ile süzülüp beher içine konulan suyun 105°C etüvde buharlaştırılarak beher içinde kalan tortunun tartılması ile yapılmıştır (Tuncay,1994).

3.2.4.3. pH tayini:

Su örneklerinin pH'ları cam elektrodlu Beckman pH-metresi ile doğrudan ölçülmüştür (Richards, 1954).

3.2.4.4. Elektriksel iletkenlik (EC):

Elektriksel iletkenlik kondüktivite aletiyle direkt olarak ölçülmüştür (Richards, 1954). Okunan değerlere SAR ve elektriksel iletkenlik değerlerinin bir arada ele alınmasıyla hazırlanmış tuzluluk ve sodyum ile ilgili sınıflandırmayı belirleyen diyagram uygulanmıştır (U.S.Salinity Lap. Staff., 1954).

3.2.4.5. Sodyum, kalsiyum ve potasyum tayini:

Su örneklerinde, Na⁺, Ca⁺⁺ ve K⁺ katyonları dalga boyları ayarlanmış Flame Spektrofotometre cihazında yapılan ölçümlerle tayin edilmiştir (Tuncay, 1994).

3.2.4.6. Klor tayini:

Su örneklerinde Klorür analizi, normalitesi belli AgNO_3 çözeltisi ve % 5'lik potasyum kromat indikatörü kullanılarak hacimsel olarak tayin edilmiştir (Richards, 1954).

3.2.4.7. Karbonat ve bikarbonat tayini:

Karbonat analizi fenolfitaleyn, bikarbonat analizi metil oranj indikatörü kullanılarak normalitesi belli H_2SO_4 ile titre edilerek yapılmıştır (Richards, 1954).

3.2.4.8. Sülfat tayini :

Su örneklerinde mevcut sülfat anyonu BaSO_4 ile çöktürülerek gravimetrik olarak tayin edilmiştir (Richards, 1954).

3.2.4.9. Bor tayini:

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

3.2.4.10. Sertlik analizi:

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

3.2.4.11. Organik madde tayini:

Titrasyon yöntemi ile tayin edilmiştir (Fresenius, 1988).

3.2.4.12. Nitrit ve nitrat tayini:

Dalga boyu ayarlanmış UV-Spektrofotometre cihazında yapılan ölçümlerle yapılmıştır (Tokaloğlu ve Kartal, 2002).

3.2.4.13. Demir ve mangan tayini:

Su örneklerindeki demir ve mangan içerikleri Atomik Absorbsiyon Spektrometresi ile belirlenmiştir (Munoz, 1968).

3.2.4.14. Ağır metaller (Co, Cr, Ni, Cd ve Pb) tayini:

Örneklerin ağır metal içerikleri Atomik Absorbtion Spektrofotometre ile doğrudan ölçüm yoluyla belirlenmiştir (Munoz, 1968).

Analizleri yapılan sular sulama suyu amaçlı kullanıldığı için Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliğindeki kalite parametrelerine göre değerlendirilip karşılaştırılarak sınıflandırmalar yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarının karşılaştırılması amacıyla yapılan söz konusu kalite parametrelerine ilişkin sınıflandırmalar Çizelge 3.2 , Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4' de verilmiştir.

Çizelge 3.2: Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Anonim, 2004a)

SU KALİTE PARAMETRELERİ		SU KALİTE SINIFLARI			
		I	II	III	IV
A)	Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal Parametreler				
1.	Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30
2.	pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	<6, 9> dışında
3.	Çözünmüş oksijen[DO]	8	6	3	<3
4.	Oksijen doygunluğu %	90	70	40	>40
5.	Klorür iyonu[Cl]	25	200	400	>400
6.	Sülfat iyonu [SO ₄]	200	200	400	>400
7.	Amonyum azotu [NH ₃ -N]	0.2	1	2	>2
8.	Nitrit azotu[NO ₂ -N]	0.002	0.01	0.05	>0.05
9.	Nitrat azotu[NO ₃ -N]	5	10	20	>20
10.	Toplam fosfor	0.02	0.14	0.65	>0.65
11.	Toplam çözünmüş madde[TDS]	500	1500	5000	>5000
12.	Renk (Pt-Co)	5	50	300	>300
13.	Sodyum [Na]	125	125	250	>250
B)	Organik Parametreler				
1.	KOİ	25	50	70	>70
2.	BOİ	4	8	20	>20
3.	Organik karbon	5	8	12	>12
4.	Toplam Kjeldahi azotu [TKN]	0.5	1.5	5	>5
5.	Emülsifiye yağ ve gres	0.02	0.3	0.5	>0.5
6.	Metilen mavisi aktif maddeleri	0.02	0.2	1	>1.5
7.	Fenolik maddeler (uçucu)	0.002	0.01	0.1	>0.1
8.	Mineral yağlar ve türevleri	0.02	0.1	0.5	>0.5
9.	Toplam pestisid	0.001	0.01	0.1	>0.1
C)	İnorganik Kirlenme parametreleri				
1.	Cıva[Hg]	0.0001	0.0005	0.002	>0.002
2.	Kadmiyum[Cd]	0.003	0.005	0.01	>0.01
3.	Kurşun[Pb]	0.01	0.02	0.05	>0.05
4.	Arsenik[As]	0.02	0.05	0.1	>0.1
5.	Bakır[Cu]	0.02	0.05	0.2	>0.2
6.	Krom (toplam)[Cr]	0.02	0.05	0.2	>0.2
7.	Krom[Cr]	<0,02	0.02	0.05	>0.05
8.	Kobalt[Co]	0.01	0.02	0.2	>0.2
9.	Nikel[Ni]	0.02	0.05	0.2	>0.2
10.	Çinko[Zn]	0.2	0.5	2	>2
11.	Siyanür[SN]	0.01	0.05	0.1	>0.1
12.	Florür[F]	1	1.5	2	>2
13.	Serbest klor[Cl ₂]	0.01	0.01	0.05	>0.05
14.	Sülfür[S]	0.002	0.002	0.01	>0.01
15.	Demir[Fe]	0.3	1	5	>5
16.	Mangan[Mn]	0.1	0.5	3	>3
17.	Bor[B]	1	1	1	>1

Çizelge 3.2: Kıtaıçı su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (devamı)

SU KALİTE PARAMETRELERİ		SU KALİTE SINIFLARI			
		I	II	III	IV
18.	Selenyum[Se]	0.01	0.01	0.02	>0.02
19.	Baryum[Ba]	1	2	2	>2
20.	Alüminyum[0.3	0.3	1	>1
21.	Radyoaktivite (pCi/l)				
	alfa-radyoaktivitesi	1	10	10	>10
	beta-radyoaktivitesi	10	100	100	>100
D)	Bakteriyolojik Parametreler				
1.	Fekal koliform (EMS/100 ml)	10	200	2000	>2000
2.	Toplam koliform (EMS/100 ml)	100	20000	100000	>100000

Belirtilenler hariç bütün birimler mg/l'tir.

Çizelge 3.3: Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalite parametreleri (Anonim, 1991a)

Kalite kriterleri	Sulama suyu sınıfı				
	I. Sınıf su (çok iyi)	II. Sınıf su (iyi)	III. Sınıf su (kullanılabilir)	IV. Sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı)	V. sınıf su (zararlı) uygun değil
EC ₂₅ ×10 ⁶	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 mg/l	> 1.25 < 66	1.25-2.5 66-133	> 2.5 > 133		
Klorür (Cl ⁻), meq/l mg/l	0-4 0-142	4-7 142-249	7-12 249-426	12-20 426-710	> 20 > 710
Sülfat (SO ₄ ⁼) meq/l mg/l	0-4 0-192	4-7 192-336	7-12 336-575	12-20 575-960	> 20 > 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	C ₁ S ₁	C ₁ S ₂ , C ₂ S ₂ , C ₂ S ₁	C ₁ S ₃ , C ₂ S ₃ , C ₃ S ₃ , C ₃ S ₂ , C ₃ S ₁	C ₁ S ₄ , C ₂ S ₄ , C ₃ S ₄ , C ₄ S ₄ , C ₄ S ₃ , C ₄ S ₂ , C ₄ S ₁	-
NO ₃ ⁻ veya NH ₄ ⁺ mg/l	0-5	5-10	10-30	30-50	> 50
Fekal Koliform ** 1/100ml	0-2	2-20	20-100	100-1000	> 1000
BOİ ₅ (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

** Bitki türüne göre daha az veya çok olabilir

Çizelge 3.4: Sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin konsantrasyonları (Anonim, 1991b)

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	0.05 ²
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. TOPRAK ÖRNEKLERİNİN ANALİZ BULGULARI

Araştırmanın yapıldığı Söke ovasında su örneklerinin alındığı arazilerin toprak özelliklerini belirlemek için 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmış ve toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Toprak örneklerinin bazı fiziksel özelliklerinin analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de, sınır değerlere göre % dağılımı Çizelge 4.2.'de ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Analiz Sonuçları

Örnek No	pH	Bünye	Toplam Tuz%	CaCO ₃ %	Organik Madde %
1	8,21	TIN	0,007	7,41	1,05
2	7,65	TIN	0,013	7,47	0,85
3	7,45	KUMLU TIN	0,023	11,99	2,61
4	7,81	KUMLU TIN	0,010	5,45	1,70
5	7,86	KUMLU TIN	0,005	13,23	1,11
6	7,87	TINLI KUM	0,003	18,37	1,24
7	8,33	KİLLİ TIN	0,038	22,65	2,48
8	8,08	KUMLU TIN	0,004	12,64	0,85
9	7,75	KUMLU TIN	0,016	14,05	3,14
11	8,23	KUMLU TIN	0,016	14,32	0,46
12	8,09	KİLLİ TIN	0,052	19,35	2,09
13	8,29	KİLLİ TIN	0,018	19,54	2,16
14	8,33	KİLLİ TIN	0,032	17,05	1,24
15	8,33	TIN	0,017	16,11	1,83
16	8,26	TIN	0,014	19,46	0,85
18	7,98	TIN	0,075	18,90	2,61
19	8,09	TIN	0,047	18,97	2,75
20	7,97	SİLTİLİ KİLLİ TIN	0,115	22,61	2,75
24	8,03	TIN	0,043	19,59	1,18
Min	7,45		0,003	5,45	0,46
Max	8,33		0,115	22,65	3,14

Toprak örneklerinin Çizelge 4.2'deki bünye analiz sonuçlarına baktığımızda, araştırma topraklarının % 36,5'inin tınlı bünyeye, % 31,5'inin kumlu tınlı bünyeye, % 21'inin killi tınlı bünyeye, % 5,5'inin tınlı kumlu bünyeye ve % 5,5'inin siltli killi tınlı bünyeye sahip olduğu belirlenmiştir

Çizelge 4.2'ye göre toprakların pH değerlerinin % 84' ü Alkali, % 16'sı Hafif Alkali karakterli olduğu belirlenmiştir (Kellog, 1952). Aydın ve ark.(2009) Söke ovasında yapılan çalışmada da benzer sonuçlar belirlenmiştir.

Araştırma alanlarında alınan toprak örneklerinin Çizelge 4.2.'de yer alan % CaCO_3 içerikleri incelendiğinde tamamının kireç bakımından zengin olduğu belirlenmiştir (Evliya,1960). Kacar ve Katkat (1998) kurak bölge topraklarının tekstürleri ne olursa olsun kalsiyumca varıl olduğunu bildirmişlerdir.

Alınan tüm örneklerde eriyebilir toplam tuz oranı % 0,003 ile % 0,115 arasında olup alınan toprak örneklerinin % 37'si tuzsuz, % 31,5'i hafif tuzlu, % 21'i orta tuzlu ve % 10,5'i kuvvetli tuzlu bir yapıda olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2.). Aydın ve Seferoğlu (1999)'un yaptığı çalışmada elde edilen bulgularla, araştırma bulguları uyum içindedir.

Toprakların organik madde değerleri (Çizelge 4.2.) incelendiğinde ise, % 16' sının çok düşük, % 42' sinin düşük, % 37'sinin orta düzeyde, % 5'inin yüksek düzeyde Organik madde içerdiği tespit edilmiştir (Schlincting and Blume, 1960). Aydın ve Seferoğlu (1999) benzer sonuçları elde etmişlerdir. Aydın ve ark. (2009) Söke Ovasında yapılan bir çalışmada organik madde içerikleri düşük bulunmuştur.

Toprakların yarıyıllı P içeriklerinin 12– 247 ppm değerleri arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.3.). Buna göre Çizelge 4.2.'deki P içerikleri bakımından arazilerin %63' ünün yüksek, %37'sinin orta miktarlarda P içerdiği tespit edilmiştir (Olsen and Dean, 1965).

Alınabilir K analiz sonuçları Çizelge 4.2. incelendiğinde Pizer, (1967)'e göre toprak örneklerinin % 37'si çok yüksek,%11'i yüksek, %31,5'i düşük ve %20,5'i çok düşük K içeriğine sahiptir. Aydın ve ark.(2009) tarafından Söke ovasında yapılan çalışmada K sonuçları benzer şekilde çok düşük seviyelerden çok yüksek seviyelere kadar değişen oranlarda bulunmuştur.

Çizelge 4.2.'ye göre örnek alınan toprakların Ca içerikleri Loue (1968)'e göre %47'si orta, % 53'ü yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Söke ovasında yapılan çalışmada da orta ve yüksek seviyede sonuçlar bulunmuştur (Aydın ve ark., 2009).

Aydın ve ark.(2009) tarafından Söke ovasında yapılan benzer çalışmada Na sonuçları düşük ve çok yüksek seviyelerde tespit edilmiştir. Toprak örneklerinin Na miktarı Loue, (1968)'e göre değerlendirildiğinde % 20,5'inin çok düşük, %11' inin düşük, %27,5' inin orta seviyede, %20,5 ' inin yüksek ve % 20,5'inin de çok yüksek Na elementi içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.3.'de toprak örneklerin Mg analiz sonuçları incelendiğinde değerlerin 87 ile 4588 ppm arasında yer aldığı görülmektedir. Aydın ve ark.(2009) tarafından Söke ovasında yapılan çalışmada Mg sonuçları benzer şekilde çok düşük seviyelerden çok yüksek seviyelere kadar değişen değerler göstermiştir. Loue (1968)'e göre örnekleme yapılan toprakların % 10,5'i düşük, % 16'sı orta, % 5'i yüksek ve % 68,5'inin çok yüksek içeriklerde Mg elementi bulundurduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal özelliklerinin Sınır Değerlere Göre % Olarak Dağılımı.

Bünye	%	Toplam Tuz %	Sınır	%	CaCO ₃ %	Sınır	%
Tınlı Kum	5,5	Tuzsuz	0-0.015	37	Düşük	0-2.5	
Kumlu Tınlı	31,5	Hafif Tuzlu	0.015-0.035	31,5	Kireçli	2.5-5.0	
Tınlı	36,5	Orta Tuzlu	0.035-0.065	21	Yüksek	5.0-10.0	16
Killi Tınlı	21	Kuv. Tuzlu	>0.065	10,5	Çok Yük	10.0-20.0	74
Kumlu Killi Tınlı	5,5				Aşırı	>20.0	10

pH	Sınır	%	Organik Madde %	Sınır(%)	%	B ppm	Sınır (ppm)	%
Hafif Asit	6.0-6.5	-	Çok Düşük	0-1	16	Çok Az	<0.5	10,5
Nötr	6.5-7.3	-	Düşük	1-2	42	Az	0.5-0.99	21
Hafif Alkali	7.3-7.8	16	Orta	2-3	37	Yeterli	1,00-2,49	52,5
Alkali	7.8-8.4	84	Yüksek	3-6	5	Fazla	2,50-4,99	16
Kuv. Alkali	8.4-9.0	-	Çok yüksek	>6	-	Çok Fazla	>5.0	-

P ppm	Sınır (ppm)	%	K ppm	Sınır (ppm)	%	Ca ppm	Sınır (ppm)	%
Çok Düşük	<3	-	Çok Düşük	<100	20,5	Çok Düşük	<715	-
Düşük	3-7	-	Düşük	100-200	31,5	Düşük	715-1440	-
Orta	7-20	37	Orta	200-250	-	Orta	1440-2867	47
Yüksek	>20	63	Yüksek	250-320	11	Yüksek	2867-6120	53
			Çok yüksek	>320	37	Çok yüksek	>6120	-

Mg ppm	Sınır (ppm)	%	Na ppm	Sınır (ppm)	%	Fe ppm	Sınır (ppm)	%
Çok Düşük	<55	-	Çok Düşük	<34	20,5	Çok Düşük	<2.5	-
Düşük	55-117	10,5	Düşük	34-68	11	Düşük	2.5-5.0	-
Orta	117-200	16	Orta	68-230	27,5	Orta	5.0-10	16
Yüksek	200-400	5	Yüksek	230-460	20,5	Yüksek	10-20	21
Çok yüksek	>400	68,5	Çok yüksek	>460	20,5	Çok yüksek	>20	63

Zn ppm	Sınır (ppm)	%	Mn ppm	Sınır (ppm)	%	Cu Ppm	Sınır (ppm)	%
Düşük	<0.5		Düşük	<1		Düşük	<0.2	-
Kritik	0.5-1.0		Kritik			Kritik		
Yeterli	>1.0	100	Yeterli	>1	100	Yeterli	>0.2	100

Toprak örneklerinin mikro element içerikleri incelendiğinde Fe seviyeleri 5-197 ppm arasında yer almaktadır. Viets ve Lindsay (1973)'ye göre toprak örneklerinin % 16'sı orta, % 21'i yüksek ve % 63'ü ise çok yüksek seviyelerde Fe içerdiği tespit edilmiştir.

Zn içerikleri 2-24 ppm arasında değişmektedir. Viets ve Lindsay, (1973)'e göre örnek alınan toprakların % 100'ü Zn bakımından yeterli seviyelerde olduğu belirlenmiştir (Çizelge4.2.).

Mn seviyeleri 8-38 ppm arasında yer almaktadır. Viets ve Lindsay (1973).ye göre alınan toprak örneklerinin % 100'ünün yeterli Mn içerdiği tespit edilmiştir.

Toprak örneklerinin Cu değerleri 1-5 ppm arasında olup, Cu seviyeleri Çizelge 4.2.'de belirtildiği üzere örnek alınan toprakların tamamı yeterli seviyededir (Viets ve Lindsay ,1973).

Toprakların B seviyeleri 0-3 ppm arasında belirlenmiştir. Buna göre, örnek alınan toprakların % 10,5'i çok az, % 21'i az, % 52,5'i yeterli ve % 16,2'si fazla düzeyde B içerdiği saptanmıştır (Çizelge 4.2.). Uygan ve Çetin (2004)'in Eskişehir Seydisuyu çalışmasında B seviyelerini 0-3 ppm olarak belirlemişlerdir. Aydın ve Seferoğlu (1999)'nun yaptıkları çalışmada bor seviyelerini birinci ve ikinci dönem örneklemelelerinde yüksek seviyelerde bulmuşlardır. Söke ovasında yapılan araştırmada da 0-30 cm derinlikte alınan toprak örneklerinde bor içeriklerinin yüksek seviyelerde olduğunu tespit etmişlerdir (Aydın ve ark., 2009).

Çizelge 4.3. Toprak Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Örnek No	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Na (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	B (ppm)
1	12	36	3144	41	795	13	10	3	38	1
2	64	109	3635	30	180	14	24	3	24	1
3	199	144	2653	170	1066	135	21	3	8	3
4	74	123	2653	25	238	163	6	3	9	1
5	15	71	2751	25	151	168	5	2	31	0
6	17	20	2260	20	87	115	6	1	15	0
7	45	144	3930	644	4235	197	2	2	14	2
8	11	77	2456	76	162	132	14	3	23	1
9	131	380	2260	64	407	85	7	1	11	2
11	27	130	2849	192	666	17	6	2	16	1
12	77	482	3341	518	76	105	2	2	11	2
13	20	399	4520	309	765	9	4	3	15	2
14	19	269	3341	529	4224	5	7	2	9	2
15	172	450	2751	336	1177	158	3	3	21	2
16	14	173	3144	94	995	8	2	2	10	1
18	125	591	2849	465	4260	82	13	5	29	2
19	88	711	2849	345	1151	58	5	3	13	3
20	247	471	3341	409	4588	99	7	4	28	3
24	28	314	4421	170	4219	15	4	3	19	2
Min	11	20	2260	20	76	5	2	1	8	0
Max	247	711	4520	644	4588	197	24	5	38	3

4.2. SU ÖRNEKLERİNİN ANALİZ BULGULARI

Söke Ovasında yaklaşık 25.000 hektarlık yoğun sulu tarım yapılan alanda belirlenmiş 24 adet kuyudan Haziran ve Ağustos aylarında su örnekleri alınmıştır. Su örneklerinde pH, EC, anyon analizleri, katyon analizleri, mikro element ve ağır metal analizleri yapılmıştır. Haziran ayı örneklemede 24 adet kuyudan su örneği alınmıştır. Ağustos ayındaki örneklemede ise 3 adet kuyunun kuruması nedeniyle örnekleme 21 kuyu üzerinden yapılmış ve değerlendirilmiştir. Yapılan analizlerin sonuçlarının her birinin aylara göre değişimi sırasıyla incelenmiş ve çıkan sonuçlar regresyon analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Kuyulardan alınan sulama suyu örneklerinin bazı (pH, EC, buharlaştırma kalıntısı ve erimiş katı madde) analiz sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Aylara göre pH, EC, buharlaştırma kalıntısı ve erimiş katı madde analiz sonuçları

Örnek no	Haziran pH	Ağustos pH	Haziran EC (µS/cm)	Ağustos EC (µS/cm)	Haziran Erimiş katı madde (mg/l)	Ağustos Erimiş katı madde (mg/l)	Haziran Buharlaştırma kalıntısı (mg/l)	Ağustos Buharlaştırma kalıntısı (mg/l)
1	7,45	-	777	-	0,5	--	0,02	--
2	7,45	-	639	-	0,2	-	0,03	-
3	7,24	7,42	2670	2400	1,3	1,1	0,12	0,14
4	7,15	7,74	1044	788	0,5	0,5	0,05	0,06
5	7,5	7,6	654	658	0,4	0,2	0,02	0,02
6	7,45	7,97	809	1237	0,4	0,3	0,03	0,06
7	7,69	7,73	1870	2150	0,8	0,8	0,06	0,08
8	7,48	7,56	1716	1732	0,8	0,6	0,06	0,06
9	7,3	7,24	1314	1368	0,9	0,5	0,05	0,06
10	7,44	7,95	3100	1556	1,1	0,6	0,13	0,06
11	7,54	7,64	3910	3760	1,7	1,6	0,2	0,18
12	7,76	7,88	1897	1800	0,7	0,5	0,07	0,06
13	7,47	7,45	3700	3850	1,4	1,5	0,14	0,15
14	7,45	7,64	1411	1461	0,5	0,5	0,04	0,04
15	7,34	7,91	427	537	0,1	0,3	0,01	0,03
16	7,08	-	3300	-	1,7	-	0,28	-
17	6,73	7,18	3740	3770	1,6	1,8	0,16	0,17
18	7,8	7,8	1019	1038	0,4	0,2	0,04	0,03
19	7,37	7,1	10150	9240	4,6	5,3	0,48	0,6
20	7,32	7,53	5750	6000	2,5	3,6	0,26	0,36
21	7,23	7,5	1095	898	0,5	0,3	0,06	0,03
22	7,67	7,53	757	678	0,4	0,4	0,03	0,07
23	7,44	7,47	1173	1445	0,6	0,7	0,06	0,04
24	8,01	8,02	3910	6990	1,6	2,7	0,15	0,29
Min	6,73	7,1	427	537	0,1	0,2	0,01	0,02
Max	8,01	8,02	10150	9240	4,6	5,3	0,48	0,6

-örnek alınamadığını göstermektedir

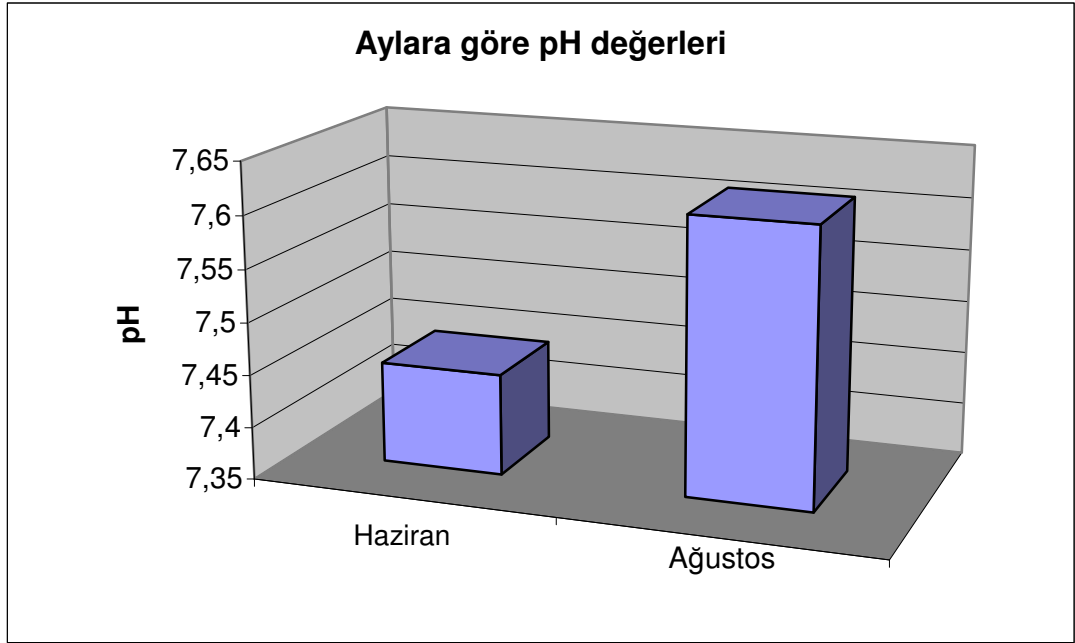
4.2.1. pH Değerleri

pH, ortamın asitliğinin ve bazlılığının bir ölçüsüdür. pH'nın en önemli etkinliği bitkilerin kendileri için yararlı olan besin elementlerinin alımını etkilemesidir (Will ve Faust, 1999). Sulama sularında pH aralığının 6,5-8,0 arasında olması istenir (Tuncay,1994).

Wilcox (1948) pH değeri 9'un üzerinde olan suların sulamada kullanılmasının sakıncalı olduğunu bildirmiştir. 1991 yılında yayınlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliğine göre sulama sularındaki kullanılabilir pH' nın (III. Sınıf su) 6,5-8,5 aralığında uygun olduğu bildirilmiştir (Anonim, 1991a). pH'nın bu sınır değerlerden farklı olması bitkilerde dengesiz beslenme veya toksik maddelerin birikmesine neden olur (Anonymous, 1994).

Kuyulardan alınan su örneklerinin pH değerleri 6,73 ile 8,02 arasında değişmektedir. Analiz sonuçlarına göre örnekler genelde pH yönünden hem Tuncay (1994)'ün hem de (Anonim,1991a)' in belirlediği sınır değerler arasında yer alıp, kullanılabilir sulama suyu niteliğindedir. Bafra Ovası Yer altı Suyu Kalitesinin Sulama suyu açısından değerlendirilmesinin yapıldığı benzer bir çalışmada da pH değerleri 6,6-8,3 arasında tespit edilmiştir (Arslan ve ark., 2007). Aydın ve Seferoğlu (1999)'nun yaptıkları çalışmada sulama sularında pH değerlerinin 7,10-8,68 arasında belirlemişler ve elde edilen değerler araştırma bulgularıyla benzerlik içindedir.

pH değerleri incelendiğinde, ilk örneklerin alındığı Haziran ayında düşük, 2. örneklemede yani ağustos ayında kuyu sularının pH seviyelerinde yükselme meydana gelmiş ve istatistiki anlamda aylar arasında % 0,01 önem düzeyinde bir farklılık belirlenmiştir.



Std sapma		R	y
1. ay	2. ay	0,57**	$y = 0,5643x + 3,41$
0,265	0,258		

**% 0,01

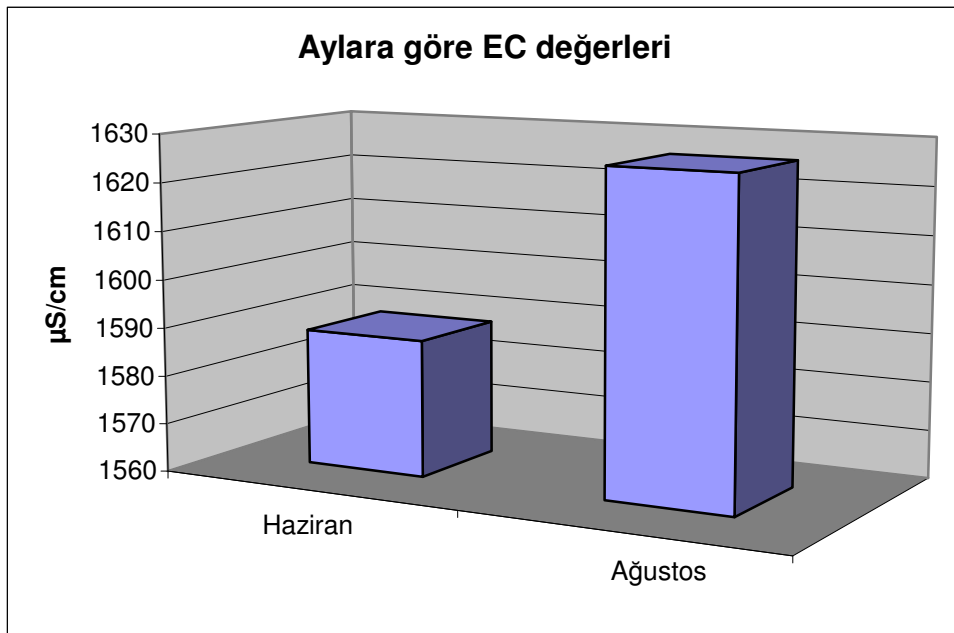
*% 0,05

Şekil 4.1. Aylara göre sulama sularının pH dağılımları

4.2.2. EC Değerleri

Sulama sularının EC değerleri sulama sularının kalitesinin belirlenmesinde tuzluluk zararı ile ilgili yeterli bir ölçü olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır (Tuncay, 1994). Kuyulardan alınan su örneklerinin EC değerleri 427-10150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir. İstatistiki açıdan iki ay arasındaki değerlerde farklılık mevcut olup, %0,01 düzeyinde önemli ilişki belirlenmiştir. Haziran ayı örneklemelerinin analiz sonuçlarının % 12,5'i orta tuzlu su (C2), % 50'si fazla tuzlu su (C3), % 29'u çok fazla tuzlu su (C4) ve % 8,5' i uygun olmayan su sınıfındadır. Ağustos ayı örneklemelerinin % 14'ü orta tuzlu su (C2), % 52,5'i fazla tuzlu su (C3), % 19,5'i çok fazla tuzlu su (C4) ve % 14'ü kullanılması uygun olmayan su sınıfında yer almaktadır (Thorne, 1954).

Sulama sularında elektriksel iletkenlik değerinin 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'den düşük olması önerilmektedir (Will ve Faust, 1999). Causape ve ark.(2004) sulama sularının tuzluluk artışına toprak yapısındaki tuzları çözerek, yeraltı sularına taşınması sonucu yeraltı sularında tuzluluk artışı olduğunu belirlemişlerdir. Denizli- Sarayköy ve Aydın-Söke Ovalarında yapılan benzer bir çalışmada da Söke Ovası sularının genel olarak tuzlu olduğu tespit edilmiştir (Girgin ve Kayam, 2002).



Std sapma		R	y
1. ay	2. ay	0,93**	$y = 0,9651x + 93,205$
1445,601	1488,597		

**%0,01

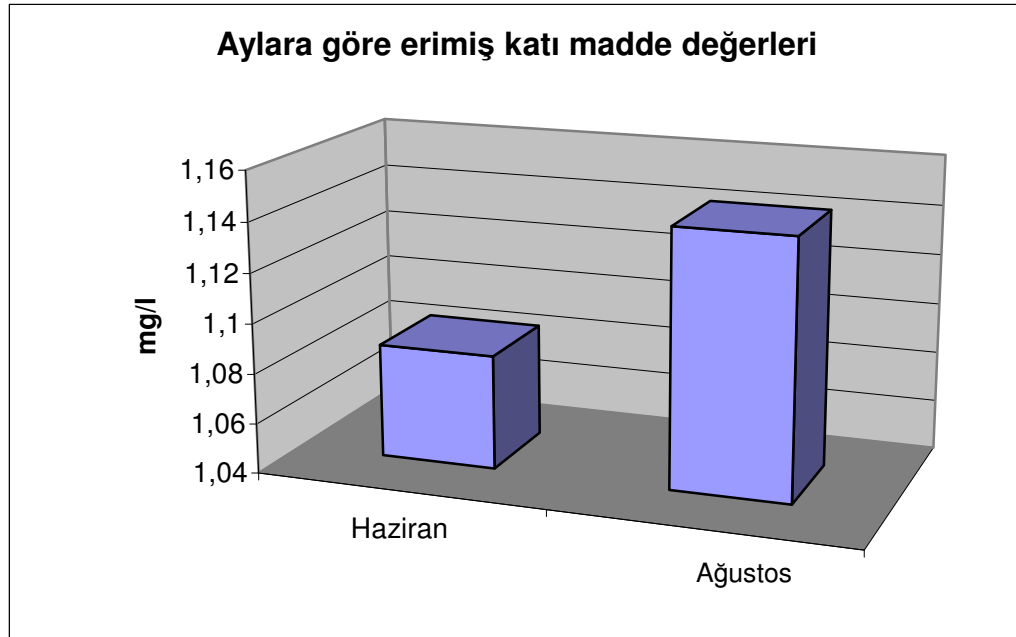
*%0,05

Şekil 4.2. Aylara göre EC değerleri

4.2.3. Erimiş Katı Madde Değerleri

Suların fiziksel özelliklerini belirtmede kullanılan bir terimdir. Özellikle son yıllarda kullanılan tüm sulama sularının az yada çok erimiş katı madde yani tuz içermeleri, bu suların tarımsal amaçlı kullanılmaları sonucu bitki ve toprak faktörlerinin nasıl etkilenecekleri konusundaki çalışmalar ön sıralarda yer almaktadır (Yurtsever ve Güngör, 1990). Araştırmada sulama sularının erimiş katı madde değerleri 0,1-5,4 mg/l arasında değişmektedir. Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda erimiş katı madde değerlerinin aylar arasındaki farklılık % 0,01 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiş ve regresyon değerleri verilmiştir (Şekil 4.3).

Toplam erimiş katı madde miktarları ile ilgili incelemeler genel olarak hayvan besleme çalışmalarında yapılan araştırmalarda dikkat çekmektedir. Eleroğlu ve Sarıca (2004)'nin yaptığı kanatlı üretiminde içme suyu kalitesi çalışmasında bildirdiğine göre ; Toplam erimiş katı madde miktarının en üst sınırı 3,000 ppm olarak (National Research Council, 1984) belirlenmiş, ancak aynı değer güvenilir üst sınırı daha önce yapılan araştırmalarda (Mulhearn, 1957; Olson ve ark., 1959) 4,000 ppm olarak belirlenmiştir.



Std sapma		R	y
1. ay	2. ay	0,96**	$y = 1,2531x - 0,2176$
0,997	1,295		

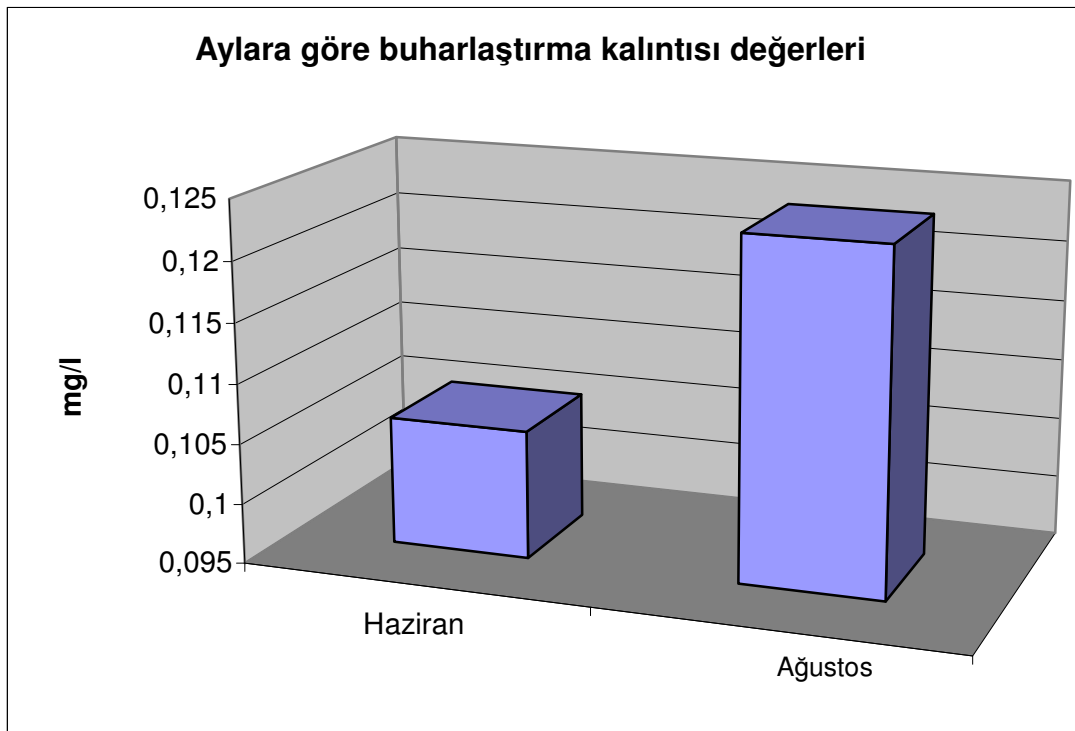
**%0,01

*%0,05

Şekil 4.3. Aylara göre erimiş katı madde değerleri

4.2.4. Buharlaşma Kalıntısı Tayini

Su içerisinde bulunan organik ve mineral maddeler ile toplam erimiş katı maddelerin toplam konsantrasyonunu saptamak için yapılır (Tuncay, 1994). Buharlaştırma kalıntısı oranları 0,01-0,36 mg/l arasında değişmektedir. Örneklerin alındığı Ağustos. ayında 3 kuyunun suyunun kuruması sebebiyle istatistiki olarak 21 örneğin analiz sonuçlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan istatistiki değerlendirme Şekil 4.4.'te gösterilmiş olup aylar arasında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Aylar arasında farklılık % 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur.



Std sapma		R	y
1. ay	2. ay	0,95**	$y = 1,2507x - 0,0089$
0,108	0,141		

**%0,01

*%0,05

Şekil 4.4. Aylara göre buharlaştırma kalıntısı oranları

4.2.5. Anyon Analizleri

Suyun içerdği mineral maddeler veya tuz bileşikleri, ya suda erimiş halde yada iyonlarına ayrılmış halde bulunurlar. Suyun içerdği (-) yüklü iyon özelliği gösteren element veya bileşiklere “anyon” adı verilmektedir (Tuncay, 1994).

Çizelge 4.5. Aylara göre anyon analiz sonuçları

	Haziran	Ağustos	Haziran	Ağustos	Haziran	Ağustos	Haziran	Ağustos
örnek	Cl ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻²	CO ₃ ⁻²	SO ₄ ⁻²	SO ₄ ⁻²
no	(me/l)	(me/l)	(me/l)	(me/l)	(me/l)	(me/l)	(me/l)	(me/l)
1	0,015	-	1,9264	-	0,688	-	16,27	-
2	0,017	-	2,6832	-	0,412	-	6,42	-
3	0,166	0,155	1,7888	9,356	1,926	1,513	20,56	16,27
4	0,006	0,022	1,376	3,866	0,688	1,568	17,99	14,56
5	0,023	0,047	1,5136	2,889	0,275	0,963	42,84	14,56
6	0,041	0,116	1,9264	3,164	0,412	1,376	15,42	14,56
7	0,227	0,318	1,5136	3,302	0,55	1,238	16,27	16,7
8	0,18	0,203	2,6832	4,953	0,825	1,376	15,85	14,99
9	0,075	0,127	0,7568	4,609	1,376	1,238	16,7	16,7
10	0,425	0,187	4,0592	5,71	2,201	1,788	14,13	14,56
11	0,618	0,596	1,7888	5,504	1,513	2,201	14,13	14,13
12	0,211	0,227	3,7152	5,572	0,134	0,254	14,99	14,13
13	0,537	0,59	4,4032	6,329	2,201	1,926	14,13	15,42
14	0,159	0,174	2,6832	2,064	2,339	4,128	14,99	14,99
15	0,003	0,009	1,5824	4,128	0,963	1,376	15,85	14,56
16	0,623	-	2,408	-	0,412	-	13,7	-
17	0,633	0,618	0,9632	3,302	1,651	0,55	14,56	14,13
18	0,127	0,139	2,2016	3,508	0,275	0,688	16,7	15,42
19	1,949	3,388	1,9952	2,958	0,412	0,963	17,13	15,85
20	0,566	1,085	1,1696	2,064	0,688	1,513	14,13	15,42
21	0,038	0,051	3,44	6,742	0,963	1,238	15,42	14,13
22	0,02	0,038	2,064	4,609	0,688	1,376	15,42	14,56
23	0,086	0,159	5,3664	3,096	0	1,238	16,27	15,42
24	0,484	1,034	4,6096	6,536	3,027	2,614	35,55	17,56
Min	0,003	0,009	0,7568	2,064	0	0,254	6,42	14,13
Max	1,949	3,388	5,3664	9,356	3,027	4,128	42,84	17,56

-örnek alınamadığını göstermektedir.

Çizelge 4.5. . Aylara göre anyon analiz sonuçları (devamı)

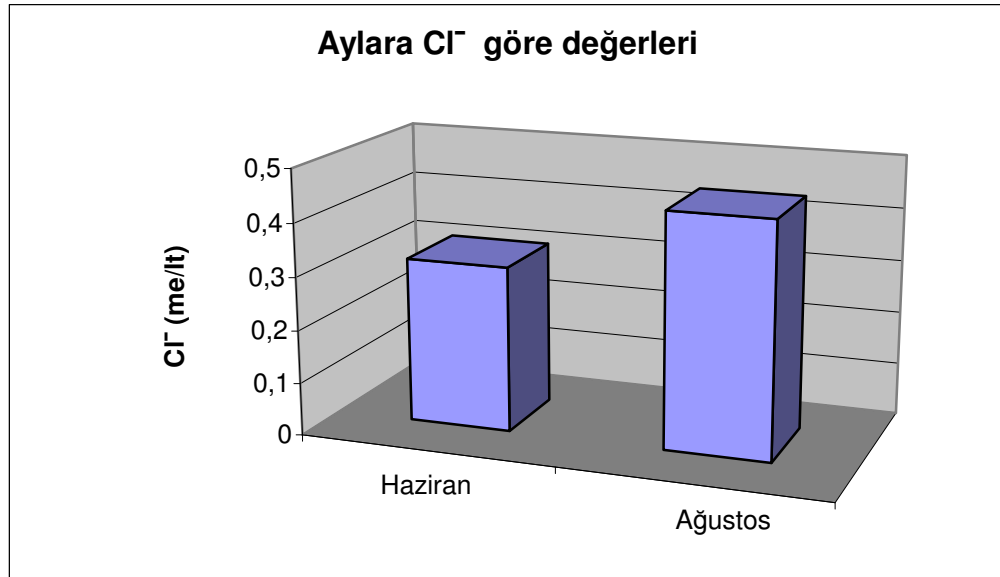
Örnek no	Haziran NO ₃ ⁻ (mg/l)	Ağustos NO ₃ ⁻ (mg/l)	Haziran N ₂ O ⁻ (mg/l)	Ağustos N ₂ O ⁻ (mg/l)	Haziran Organik madde (mg/l)	Ağustos Organik madde (mg/l)
1	44,3	-	0,003	-	11,692	-
2	15,505	-	0,003	-	16,116	-
3	124,04	11,075	0,003	0,003	18,328	22,752
4	15,05	11,075	0,003	0,003	13,588	12,64
5	8,107	2,215	0	0	11,692	12,956
6	19,492	44,3	0	0,092	11,692	17,064
7	8,86	7,398	0,003	0,003	14,852	18,328
8	44,3	66,45	0	0,273	12,324	14,22
9	97,46	88,6	0,003	0,003	16,432	17,38
10	28,795	16,834	0,003	0	26,86	23,384
11	12,183	9,613	0	0	21,172	22,752
12	9,613	9,613	0	0	18,96	13,588
13	0	0	0	0,003	30,336	39,5
14	22,15	8,107	0	0,003	15,484	14,22
15	2,215	0	0	0	17,696	23,068
16	40,136	-	0	-	33,18	-
17	31,01	41,553	0,273	0,003	27,492	32,232
18	0	0	0	0,003	13,272	15,484
19	7,398	0	0	0,003	48,032	32,232
20	6,645	2,215	0,003	0	26,86	26,228
21	41,553	41,642	0	0,003	14,536	11,376
22	44,3	41,642	0,003	0,003	15,168	12,008
23	85,942	88,6	0	0,046	14,852	19,908
24	0	14,398	0	0,053	37,92	28,44
Min	0	0	0	0	11,692	11,376
Max	124,04	88,6	0,273	0,273	48,032	39,50

-örnek alınamadığını göstermektedir.

4.2.5.1 Klor konsantrasyonları

Yer kabuğunun ortalama bileşiminin % 0,045'ni oluşturan klorürler, hemen hemen bütün doğal sularda az veya çok bulunurlar (Tuncay,1994). Analizi yapılmış olan kuyu sularından elde edilen sonuçlara göre haziran ve ağustos aylarında değerlerinin 0,003-3,388 me/l arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan regresyon analiz sonuçlarına göre aylar arasında % 0,01 düzeyinde önemli farklılık olduğu saptanmıştır.

Kanber ve ark. (1992) sulama sularında 4 me/l'nin altındaki Cl^- konsantrasyonlarının duyarlı bitkiler için toksik olmadığını, ancak 10 me/l değerinin üstündeki konsantrasyonlardan ise toksik olduğu ve tehlikeli boyutlara ulaştığını bildirmişlerdir. Ayrıca çok yıllık meyve ağaçları ve bağların sodyumda olduğu gibi, Cl^- 'a karşı duyarlı olduğunu tespit edilmişlerdir. Varol ve ark. (2005)'in yaptığı çalışmada, benzer şekilde araştırma için alınan sulama sularında klor içeriklerinin sorun yaratacak düzeyde olmadığı ortaya çıkmıştır. Kıyı bölgelerinde bulunan kuyulardaki suların klor miktarı 7 me/l'den yüksek olduğu durumlarda, yeraltı suyuna deniz suyunun etkisinin olduğu söylenebilir (Gualbert, 2001; Demirel, 2004). Sulama sularında klor en sorunlu anyon kabul edilmekte olup, 5 me/l'nin altındaki klor konsantrasyonları duyarlı bitkilerin, 5 me/l ile 10 me/l arasındaki değere sahip sular ile orta hassas bitkilerin, 10 me/l'nin üzerindeki sular ise dayanıklı bitkilerin sulanmasında sakınca bulunmamaktadır (Mass, 1990).



Std sapma		R	y
1. ay	2. ay	0,96**	$y = 1,6555x - 0,0762$
0,434	0,744		

**%0,01

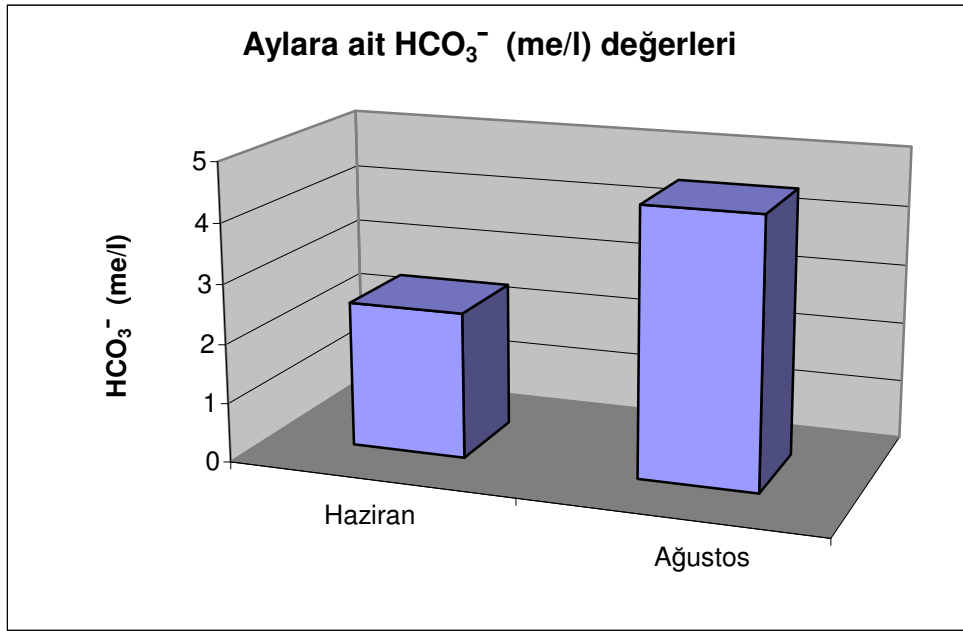
*%0,05

Şekil 4.5. Su örneklerinin Cl^- me/l konsantrasyon değerleri

4.2.5.2 Bikarbonat konsantrasyonları

Bikarbonat anyonu CO_2 'in su içerisinde erimesiyle oluşur ve sulama suları için çok yararlıdır. Fazla miktarda bulunması toprakta kireç birikimi yapmaktadır. Araştırmadaki suların HCO_3^- sonuçları 0,75-9,35 me/l arasında değişmekte olup, istatistiki değerlendirmelerde aylar arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Anonim (2009)'da yeraltı sularında yapmış olduğu çalışmada HCO_3^- miktarının genel olarak 10-800 mg/l (0,16-13,11 me/l) sınırları arasında değiştiğini ender olarak 400 mg/l (6,55 me/l)'yi aştığını belirlemiştir. Bu değerlerde araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Tahmasebi ve Pouraghniae (2002), tarafından İran'ın batısındaki Khorromabad bölgesi'nde benzer çalışma yapılmış ve benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ortaca yöresi sera sulama suları ile ilgili yapılan benzer bir çalışmada da yöreden alınan su örneklerinin bikarbonat içerikleri 2,96-8,42 me/l arasında bulunmuştur (Ayrancı, 2006).

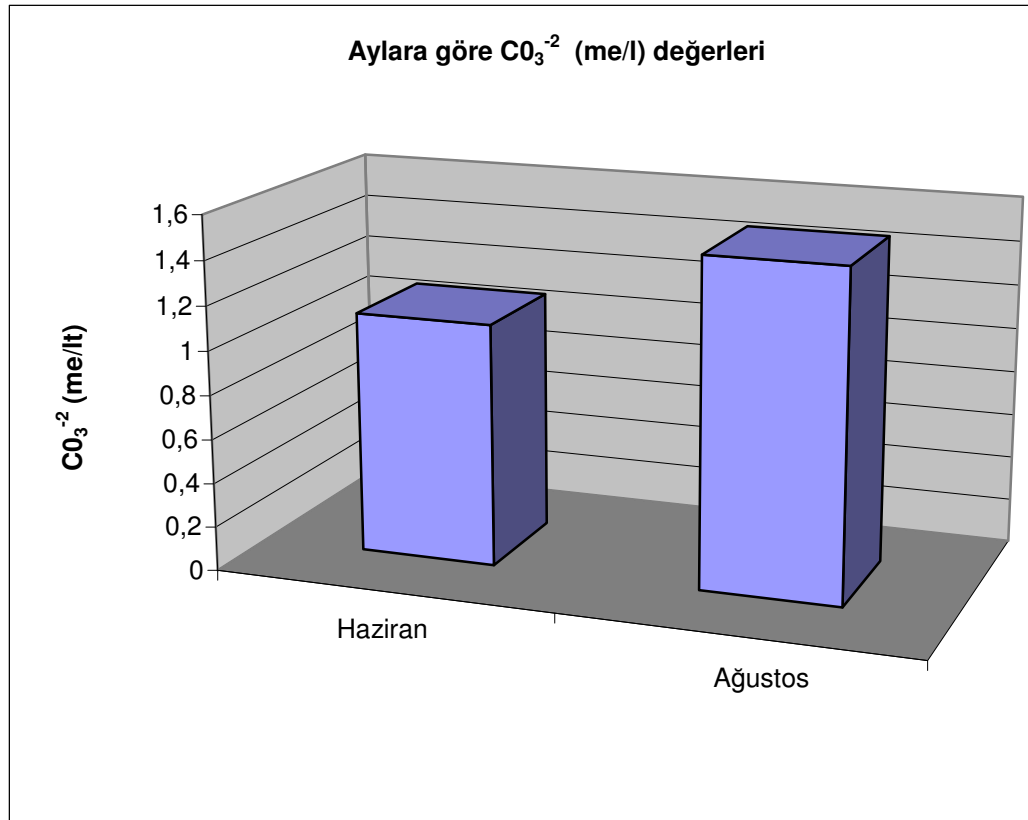


Şekil 4.6. Su örneklerinin HCO_3^- me/l değerleri

4.2.5.3 Karbonat konsantrasyonları

Araştırmada kullanılan su örneklerinin CO_3^{-2} değerleri 0-4,128 me/l arasında değişmektedir (Çizelge 4.5). Elde edilen verilerde sulama sularının CO_3^{-2} değerlerinde aylar arasında farklılıklar bulunup istatistiki olarak % 0,01 düzeyinde ilişki belirlenmiştir (Şekil 4.7.). Benzer bir çalışma Eskişehir İli merkez köylerinde Karacahöyük, Gökdere ve Osmaniye yörelerinin sulama suları üzerinde yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar bu değerlerle uyum içerisindedir (Uygan ve ark., 2006)

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



Std sapma		R	y
1. ay	2. ay	0,67**	$y = 0,6443x + 0,7732$
0,845	0,804		

**%0,01

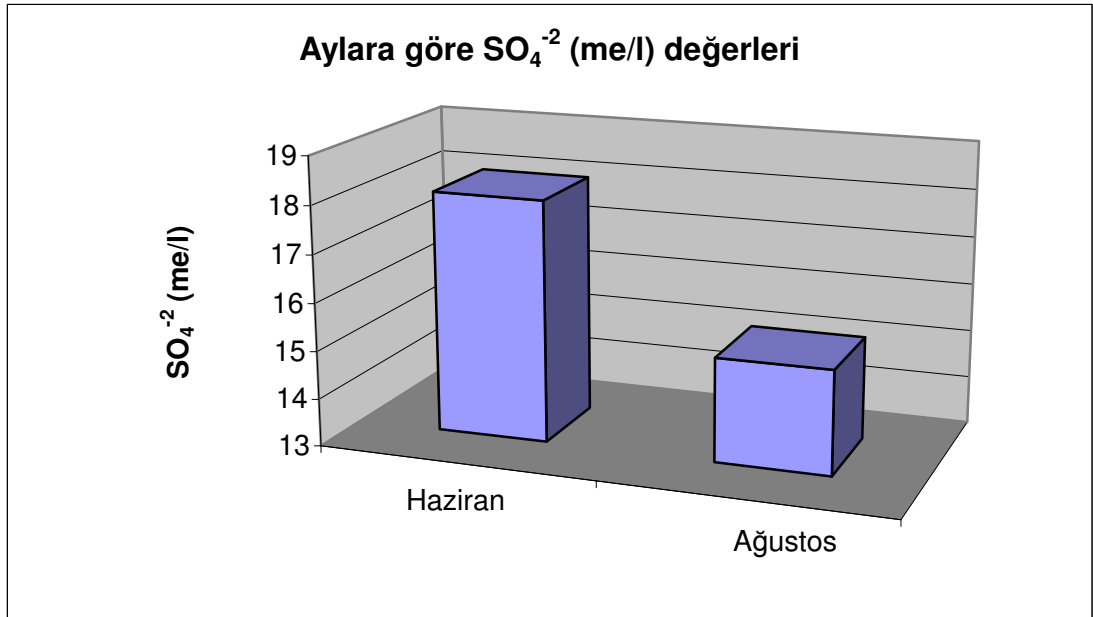
*%0,05

Şekil 4.7. Su örneklerindeki CO_3^{-2} me/l konsantrasyonları

4.2.5.4 Sülfat konsantrasyonları

Su örneklerinin sülfat içerikleri 6,42-42,84 me/l arasında değişmekte (Çizelge 4.5.) ve istatistiki olarak yapılan değerlendirmede aylar arasında farklılık bulunmadığı ve önemsiz bulunmuştur (Şekil 4.8.). Varol ve ark.(2008)'de, yeraltı sularında yaptığı çalışmada sulara sülfatın jips ve anhidritten karıştığını bildirmiştir. Ayrıca sülfür bileşiklerinin çeşitli reaksiyonlar oluşturduğunu suların tat, koku, toksisite ve korozyon gibi sorunlarından dolayı önemli kirletici konumunda olduğunu bildirmişlerdir

Sülfat yeraltı sularına gübrelerle, jips, tarımsal ilaç olarak kullanılan kükürtlerle karışır. Sulama sularındaki yüksek SO_4^{-2} konsantrasyonları, Ca çökmesine neden olmaları sebebiyle toksik etki yapabilir (Tuncay, 1994). Sulama sularında SO_4^{-2} içeriğinin 0-20 me/l arasında olması istenir, bunun üzerindeki değerler bitki beslenmesi için zararlıdır (Anonymus, 1994). Sulama sularının haziran ayının analiz sonuçlarının % 84'ünün dikkatli kullanılması gereken IV. Sınıf su sınıfında olduğu, ağustos ayının su analiz sonuçlarının ise % 100'nün dikkatli kullanılması gereken IV. Sınıf su sınıfında olduğu belirlenmiştir (Anonim, 1991a).



**%0,01

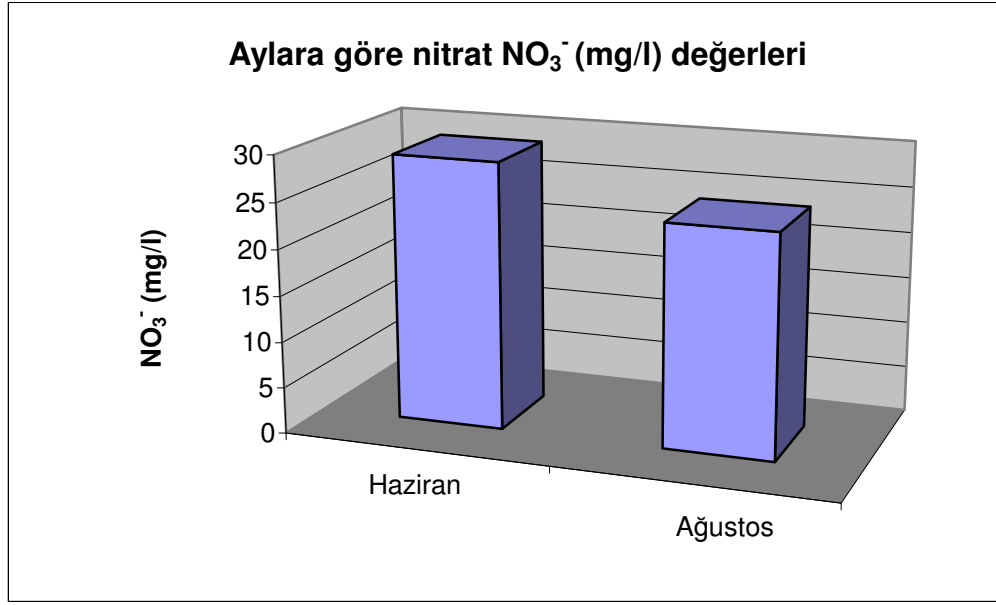
*%0,05

Şekil 4.8. Su örneklerindeki SO_4^{-2} me/l konsantrasyonları

4.2.5.5 Nitrat konsantrasyonları

Suların nitrat analiz sonuç değerleri 0-124,04 mg/l arasında saptanmıştır (Çizelge 4.5.). Elde ettiğimiz sulama suyu sonuçlarımız aylara göre değerlendirildiğinde istatistiki olarak farklılık olduğu ve bu farkın % 0,01 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.9.). Nitrat içerikleri genelde sınır değerlerin altındadır (Anonim1991a). Gübre kullanımına bağlı olarak nitrat konsantrasyonu yeraltı sularında yüksek değerlere çıkarak kirletici halini alabildiği ve kullanılan bu suyun içerisindeki nitrat iyonlarının çocuklarda ve hamile kadınlarda önemli sağlık riskleri taşıdığı bildirilmiştir (Mazlum ve Mazlum, 2004). Antalya bölgesinde yürütülen bir çalışmada, analiz edilen kuyu sularının % 50'sinin nitrat içeriğinin Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sınırı olan 45 mg/l NO_3^- sınırının üzerinde olduğu, nitrat içeriğinin sınırın 3 katından daha fazla, 165 mg/l NO_3^- düzeyine kadar çıkabildiği rapor edilmiştir (Kaplan ve ark. 1999).

Çamur ve ark.(2001)'nin yapmış olduğu bir çalışmada, elde edilen sulama suyu nitrat limitlerinin araştırma bulgularımızla benzer sonuçlarda olduğu görülmüştür. Tahtalı Havzası ile ilgili yapılan çalışmada örnekleme yapılan kuyu sularının IV. sınıf su olduğu belirtilmiş olup yapmış olduğumuz araştırma sonuçlarıyla uyum içindedir (İleri ve ark. 2007). Kaplan ve ark. (1999)'ın Kumluca yöresi kuyu sularının nitrat içerikleri ile ilgili yapmış olduğu çalışmasında elde ettiği nitrat değerleri 2,46-164,91 mg/l arasında olup, araştırma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Polat ve ark. (2007) yaptığı çalışmada da nitrat değerlerinin 50 mg/l'den yüksek nitrat içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Durmaz ve ark. (2007)'nin Şanlıurfa ve yöresi kuyu sularında yaptıkları nitrat ölçüm değerlerinin 0,63-46,61 mg/l olduğu belirlenmiştir. Bu değerler elde ettiğimiz verilerle uyum içindedir.



Std sapma		R	y
1. ay	2. ay	0,65**	y = 0,5406x + 8,3824
34,374	28,429		

**%0,01

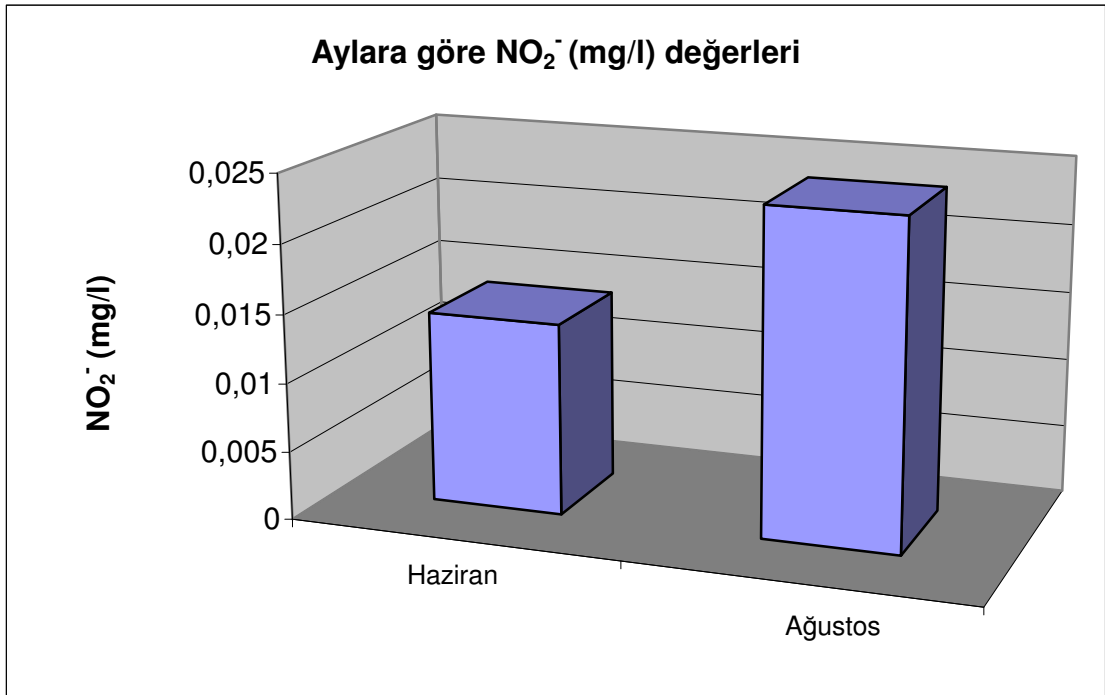
*%0,05

Şekil 4.9. Su örneklerindeki NO₃⁻ mg/l konsantrasyonları

4.2.5.6 Nitrit konsantrasyonları

Araştırmada kullanılan sulama suyu örneklerinin nitrit değerleri 0-0,273 mg/l olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5.). Yapılan istatistiki değerlendirmeye göre aylar arasında Nitrit içerikleri bakımından farklılığa rastlanılmamıştır (Şekil 4.10.). Yüce ve ark. (2008)'nin Eskişehir ovası ile ilgili yapmış olduğu çalışmada su örneği alınan kuyu sularının zaman içerisindeki nitrit değişimlerinin incelendiğinde nitritin değerlerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Nalbantçılar ve Güzel (2002)'in Konya yerleşim alanı yeraltı suyu kalitesi ve kirliliği ile ilgili yapmış olduğu çalışmasında; nitrit değerlerini 0,05- 0,2 mg/l arasında belirlemiş ve nitrit değerlerinin izin verilebilir değeri aştığını bildirmişlerdir. Durmaz ve ark. (2007)'nin yapmış olduğu çalışmada nitrit düzeyleri 0-0,14 mg/l arasında olup, araştırma değerlerine benzer sonuçlar elde edilmiştir.



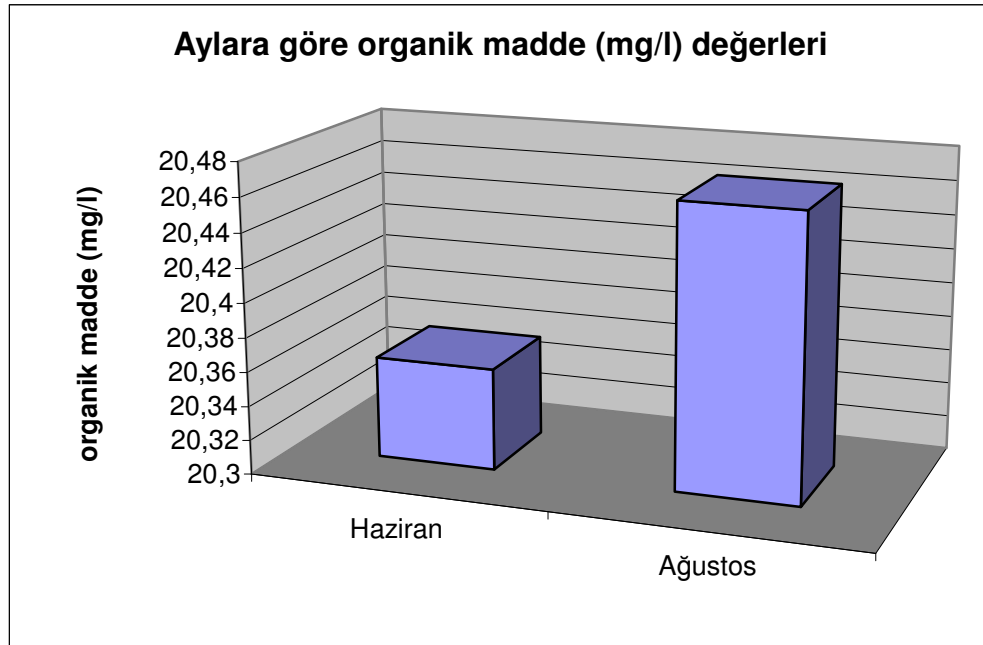
**%0,01

*%0,05

Şekil 4.10. Su örneklerindeki NO₂ mg/l konsantrasyonları

4.2.5.7 Organik madde konsantrasyonları

Su örneklerinin Organik madde konsantrasyonları 11,376-48,032 mg/l arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.5.). Elde edilen sonuçlarda sulama sularının organik madde değerleri arasında farklılıklar belirlenmiş ve bu farklılıklar istatistiki olarak % 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. (Şekil 4.11.). Sınır değer olan 3,5 mg/l örneklerin tümünde aşılmıştır (Anonim, 1984). 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 ve ark.,2004). Zile Ovası'nda mevcut olan kuyu sularının kimyasal analizleri sonucu, organik madde içeriğinin 2 mg/l civarında olduğunu saptanmıştır (Anonim, 2006e).



Std sapma		R	y
1. ay	2. ay	0,80**	y = 0,6593x + 7,0421
9,472	7,777		

**%0,01

*%0,05

Şekil 4.11. Su örneklerindeki organik madde mg/l konsantrasyonları

4.2.6. Katyon Analizleri

Suyun içerdığı mineral maddeler veya tuz bileşikleri, suda erimiş ve iyonlarına ayrılmış halde bulunurlar. Suyun içerdığı (+) yüklü iyon özelliği gösteren element veya bileşiklere “katyon” adı verilmektedir (Tuncay, 1994).

Çizelge 4.6. Aylara göre katyon analiz sonuçları ve katyonlardan kaynaklanan sulama suyu özellikleri

Örnek no	Haziran K ⁺ (me/l)	Ağustos K ⁺ (me/l)	Haziran Ca ⁺⁺ (me/l)	Ağustos Ca ⁺⁺ (me/l)	Haziran Na ⁺ (me/l)	Ağustos Na ⁺ (me/l)	Haziran Mg ⁺⁺ (me/l)	Ağustos Mg ⁺⁺ (me/l)
1	0,17	-	0,89	-	2,20	-	2,93	-
2	0,11	-	0,79	-	1,62	-	2,54	-
3	0,54	0,54	0,84	3,22	13,41	13,03	1,63	1,66
4	0,20	0,20	2,97	2,87	1,38	1,50	4,20	4,76
5	0,08	0,09	1,78	1,88	2,06	2,16	2,55	3,09
6	0,12	0,46	1,98	3,47	2,40	6,74	3,44	5,03
7	0,28	0,33	2,43	2,67	12,64	19,72	3,46	5,97
8	0,88	0,78	1,63	2,48	13,03	12,64	2,61	5,83
9	0,30	0,33	1,98	2,82	5,82	7,70	6,18	5,67
10	0,46	0,20	1,73	1,04	29,04	15,01	1,52	5,18
11	0,18	0,15	2,03	3,71	28,51	28,51	1,62	1,60
12	0,11	0,11	1,39	1,34	17,52	17,09	5,98	6,69
13	0,17	0,18	2,62	3,17	33,40	31,19	1,55	1,57
14	0,28	0,25	1,53	1,14	10,78	10,78	7,14	8,21
15	0,58	0,97	1,49	2,18	0,77	12,64	0,84	2,10
16	1,13	-	6,93	-	26,44	-	1,60	-
17	1,05	1,05	3,96	3,86	29,57	29,57	1,53	1,55
18	0,23	0,23	1,04	2,43	6,12	6,12	4,72	4,77
19	0,95	0,83	23,27	21,29	39,45	37,66	1,79	1,81
20	0,78	0,76	10,89	12,38	33,96	32,84	1,71	1,74
21	0,03	0,04	0,25	1,44	9,03	7,70	0,08	3,06
22	0,03	0,04	0,20	0,50	1,84	1,88	3,14	3,55
23	0,11	0,11	1,73	4,36	5,52	7,37	3,80	6,02
24	0,50	0,83	4,21	4,41	31,19	30,10	1,62	1,70
Min	0,03	0,04	0,20	0,50	0,77	1,50	0,08	1,55
Max	1,13	1,05	23,27	21,29	39,45	37,66	7,14	8,21

- örnek alınmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.6. Aylara göre katyon analiz sonuçlarının ve katyonlardan kaynaklanan sulama suyu özellikleri (devamı)

Örnek no	Haziran	Ağustos	Haziran	Ağustos	Haziran	Ağustos	Haziran	Ağustos
	SAR	SAR	ESP	ESP	SSP	SSP	Sulama suyu sınıfı	Sulama suyu sınıfı
1	1,59	-	64,65	-	67,56	-	C2S1	-
2	1,26	-	87,44	-	64,36	-	C2S1	-
3	12,08	8,34	110,25	185,21	90,65	70,62	C3S2	C3S1
4	0,73	0,77	21,28	40,63	30,35	16,09	C2S1	C2S1
5	1,40	1,37	44,82	65,79	52,58	29,85	C2S1	C2S1
6	1,46	3,27	43,75	63,01	53,26	42,94	C2S1	C3S1
7	7,37	9,49	76,80	82,78	82,37	68,73	C3S1	C3S1
8	8,94	6,21	94,66	86,51	83,85	58,19	C1S1	C1S1
9	2,88	3,74	49,15	74,43	71,88	46,59	C3S1	C3S1
10	22,75	8,51	111,54	109,32	92,97	70,05	C3S3	C3S1
11	21,12	17,49	98,81	109,15	92,80	83,91	C4S3	C4S2
12	9,13	8,53	96,57	88,59	92,14	67,75	C3S1	C3S1
13	23,13	20,27	107,86	112,73	92,29	86,38	C1S3	C4S3
14	5,18	4,99	74,73	77,34	85,60	52,91	C3S1	C3S1
15	0,71	8,65	139,38	110,75	27,12	70,66	C2S1	C2S1
16	12,80	-	82,24	-	76,64	-	C3S2	-
17	17,85	17,98	91,14	95,00	85,51	82,07	C4S2	C4S2
18	3,61	3,23	65,12	67,12	82,83	45,19	C2S1	C2S1
19	11,14	11,08	63,52	66,26	61,96	61,15	C4S2	C2S2
20	13,53	12,36	75,97	75,71	74,42	68,83	C4S2	C4S2
21	22,15	5,14	182,13	182,86	97,07	62,94	C2S3	C2S1
22	1,42	1,32	75,74	2335,74	89,17	31,56	C2S1	C2S1
23	3,32	3,24	97,10	54,98	75,01	41,30	C3S1	C3S1
24	18,27	17,23	110,30	111,25	86,88	81,28	C4S3	C4S2
Min	0,71	0,77	21,28	40,63	27,12	16,09	C1S1	C1S1
Max	23,13	20,27	182,13	2335,74	97,07	86,38	C4S3	C4S3

- örnek alınamadığını göstermektedir

Çizelge 4.7. Aylara göre sulama sularının aylara göre geçici ve kalıcı sertlik sonuçları

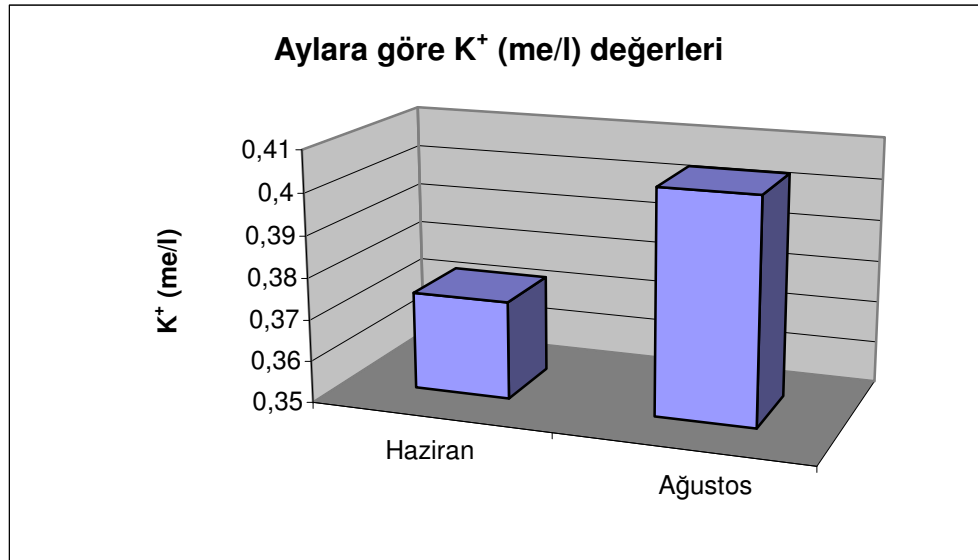
	Haziran	Ağustos	Haziran	Ağustos	Haziran	Ağustos
örnek no	Geçici sertlik	Geçici sertlik	Bütün sertlik	Bütün sertlik	Kalıcı sertlik	Kalıcı sertlik
1	27,93	-	16,66		11,27	-
2	26,95	-	33,32	-	6,37	-
3	63,70	58,80	56,84	46,06	6,86	12,74
4	58,80	14,70	48,02	31,36	10,78	16,66
5	25,97	24,50	20,58	20,58	5,39	3,92
6	26,95	26,46	21,56	33,32	5,39	6,86
7	20,58	27,93	22,54	29,40	1,96	1,47
8	29,89	36,75	18,62	28,42	11,27	8,33
9	24,01	36,26	27,44	46,06	3,43	9,80
10	61,74	53,90	11,76	18,62	49,98	35,28
11	45,08	49,25	36,26	39,20	8,82	10,05
12	60,27	56,84	15,68	10,78	44,59	46,06
13	51,94	49,10	17,64	18,62	34,30	30,48
14	52,43	47,53	11,76	12,74	40,67	34,79
15	23,03	34,79	7,84	10,78	15,19	24,01
16	28,42	-	44,10	-	15,68	-
17	24,99	25,48	36,26	36,26	11,27	10,78
18	32,83	35,77	14,70	25,48	18,13	10,29
19	37,73	24,99	73,50	73,50	35,77	48,51
20	23,03	25,97	56,84	62,72	33,81	36,75
21	43,12	39,69	17,64	13,72	25,48	25,97
22	35,28	34,30	23,52	27,44	11,76	6,86
23	24,99	24,50	30,38	41,16	5,39	16,66
24	69,09	66,15	16,66	19,60	52,43	46,55
Min	20,58	14,70	7,84	10,78	1,96	1,47
Max	69,09	66,15	73,50	73,50	52,43	48,51

- örnek alınamadığını göstermektedir

4.2.6.1 Potasyum konsantrasyonları

Analiz sonuçlarından elde edilen K^+ değerleri 0,03-1,13 me/l arasında değişmektedir (Çizelge 4.6.). Sonuçların aylara göre K^+ miktarı istatistiki açıdan önemli olup, % 0,01 düzeyinde farklılık belirlenmiştir (Şekil 4.12.). K^+ 'un bitkiler açısından çok önemli bir besin maddesidir ve sulama sularında bulunması istenir. K^+ özellikleri bakımından Na^+ ile benzerlikler gösterse de, ABD Reverse Tuzluluk Laboratuvarı'nda yapılan araştırmalar sulama sularında ve toprakta herhangi bir zarar meydana getirmediğini göstermiştir (Tuncay, 1994). Ayyıldız (1983) sulama sularındaki K^+ konsantrasyonunun fazla olmasının suya kirletici unsurların veya gübrelerin bulaştığını gösterdiğini bildirmiştir. Potasyum sularda çok düşük düzeylerde bulunmaktadır ve sulama sularında bir kaç ppm'den fazla olması gübreler veya diğer kaynaklardan yararlanıldığını göstermiştir (Will ve Faust, 1999).

Ayrancı (2006)'nın Ortaca yöresi ile ilgili yapmış olduğu çalışmasında elde ettiği K^+ değerlerini 0-1,67 me/l arasında değişmekte olup ve bu değerler benzerlik göstermektedir.



		R	y
1. ay	2. ay	0,89**	$y = 0,9364x + 0,0539$
0,315	0,331		

**%0,01

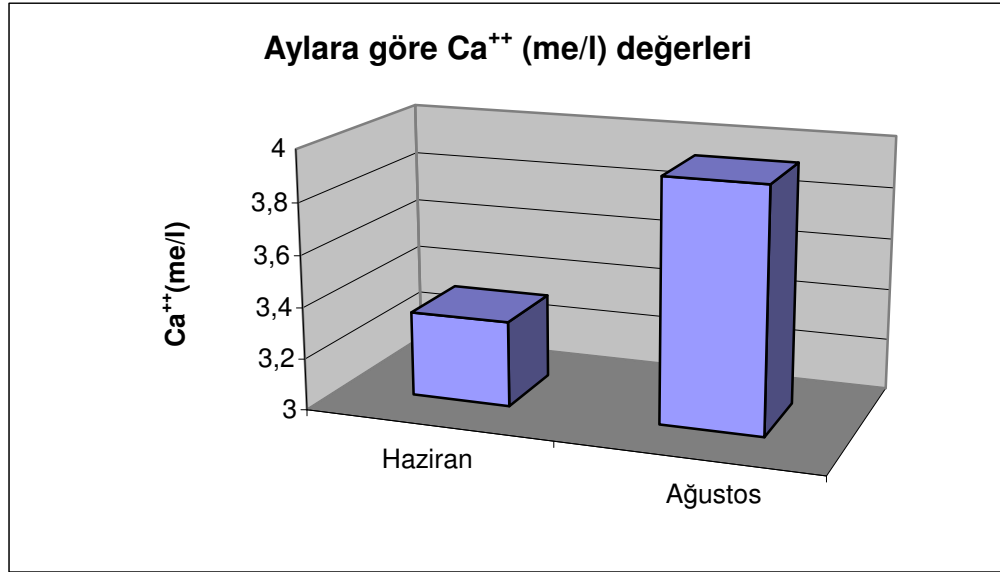
*%0,05

Şekil 4.12. Su örneklerindeki K^+ me/l konsantrasyonları

4.2.6.2 Kalsiyum konsantrasyonları

Su örneklerinin Ca^{++} değerleri 0,20-21,29 me/l arasında değişmektedir (Çizelge 4.6.). İstatistiki olarak aylara göre değerlendirmesi yapılan Ca^{++} konsantrasyonunun değerleri arasında önemli farklılık olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.13.). Genel olarak içme suyu olarak kullanılan yeraltı sularındaki kalsiyum miktarı 10-100 mg/lt arasında değişmekte olup, bu miktar 500 ile 1000 mg/l'ye kadar çıkabilir. Kalsiyumun artması suyun tadını değiştirir ve sabunun köpürmesini azaltır. Bitkilerin gelişmesinde de önemli rol oynayan kalsiyumun sulama sularında bol bulunuşu, sodyum yüzdesinin artışını azaltır ve böylelikle bu artışlardan doğacak zararları önler (Anonim, 2009). Bitki gelişimi yönünden önemli elementlerden olan Ca^{++} sulama sularında bulunan uygun düzeyler sırasıyla 2-5 me/l ve 2,5-4,2 me/l olarak bildirilmiştir (Will ve Faust, 1999).

Ayrancı (2006)'nın Ortaca yöresinde yaptığı çalışmada elde edilen Ca^{++} değerleri ile araştırma sonuçlarında elde edilen kuyu sularının sonuç değerleri benzerlik taşımaktadır.



Std sapma		R	y
1. ay	2. ay	0,98**	$y = 0,8972x + 0,946$
5,070	4,641		

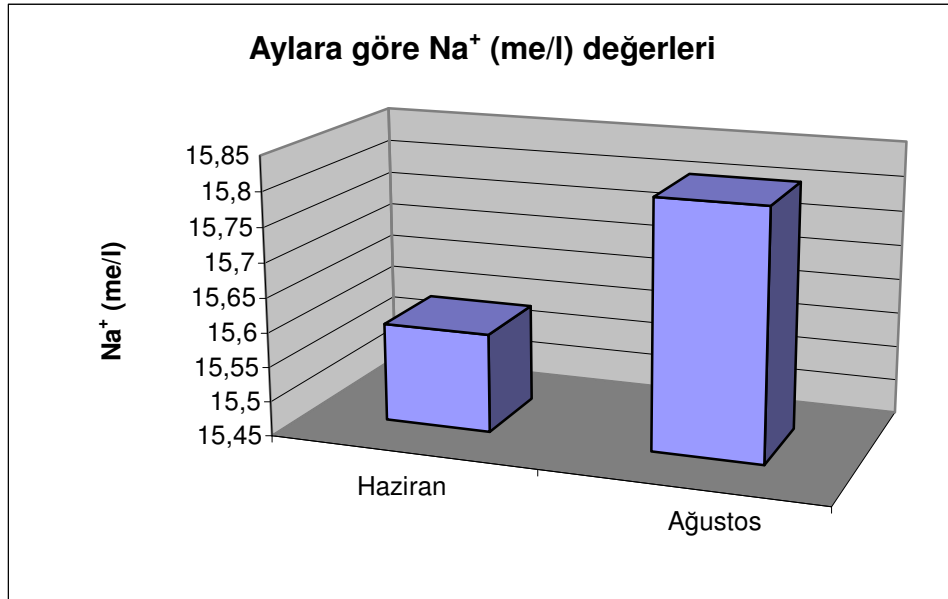
**%0,01

*%0,05

Şekil 4.13. Su örneklerindeki Ca^{++} me/l konsantrasyonları

4.2.6.3 Sodyum konsantrasyonları

Analiz sonuçlarından elde edilen değerler 0,77-39,45 me/l arasında değişmektedir (Çizelge 4.6.). Aylara göre yapılan regresyon analizi sonucu örnekler arasında istatistikî anlamda % 0,01 düzeyinde önemli farklılık bulunmaktadır (Şekil 4.14.). Sulama suyu sınıflandırması kriterlerine göre analizi yapılan kuyu suları iyi su sınıfındadır (Anonim, 1991a). Sulama suyu kalitesi üzerinde doğrudan etkili olan en önemli katyon sodyumdur. Doğada sularda en fazla bulunan tuz NaCl'dir (Varol, 2005). Sodyum zehirliliği kalsiyum varlığında azaldığı ve orta derecede kalsiyum verilmesi sodyum zehirliliğini azaltacağı gibi, kalsiyum derişiminin artırılması zehirlenmeyi tamamen önleyebilir. Sodyumun etkisi, sodyum ve kalsiyum iyonlarının derişimine bağlı olduğundan, zehirliliğin mantıklı bir değerlendirilmesi SAR değerine bakılarak yapılır (Erdin, 2006). Sulama suyunun kalitesini belirleyen Na^+ ve buna bağlı olarak alkalilik oluşturma tehkilesi, Na^+ katyonunun mutlak konsantrasyonu yanında, diğer katyonların toplam konsantrasyonuna göre oransal miktarının yüksek olmasına bağlıdır (Sönmez ve Kaplan, 1996). Böylelikle sulama suyundaki Na^+ konsantrasyonu düşük olsa bile, Na^+ 'un diğer katyonların toplamına oranı yüksek bir değer ifade ediyorsa yine Na^+ zararı oluşabilir (Ayrancı,2006). Girgin ve Baş, (1995)'in Söke Ovası'nda yapılmış olan çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kanber (2007)'in yapmış olduğu çalışmada yeraltı sularında belirlediği Na değerleri ile analiz sonuçları benzerlik göstermektedir.



Std sapma		R	y
1. ay	2. ay	0,93**	$y = 0,8231x + 2,9725$
12,951	11,388		

**%0,01

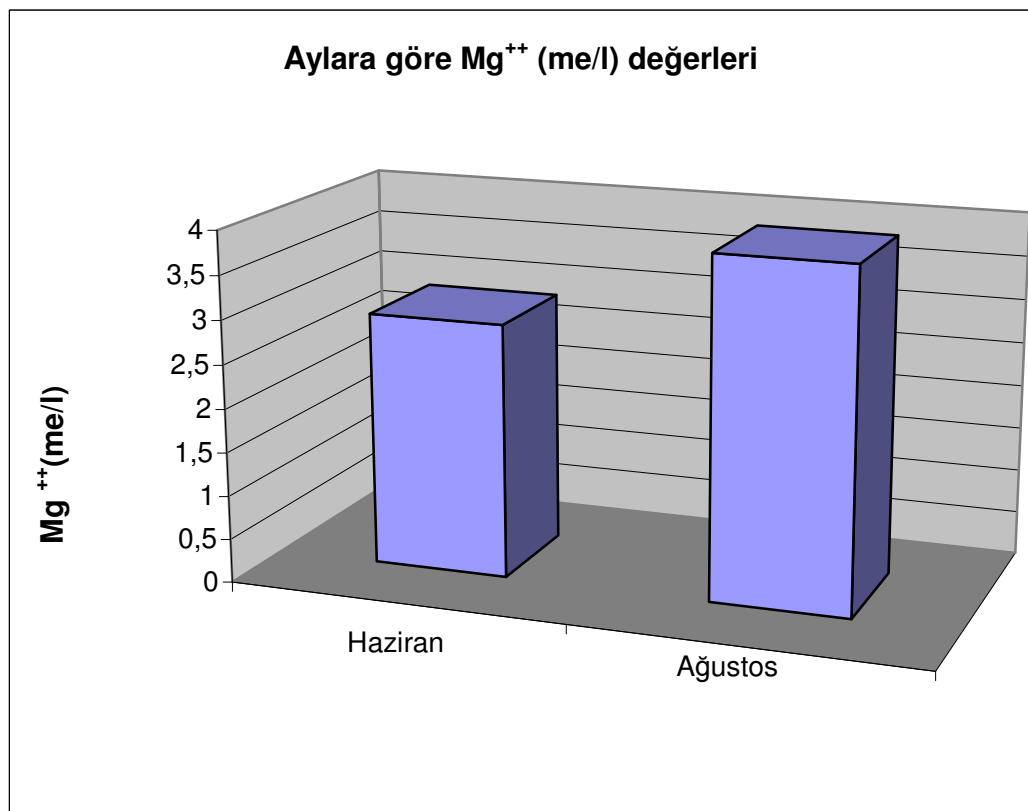
*%0,05

Şekil 4.14. Su örneklerindeki Na^+ me/l konsantrasyonları

4.2.6.4 Magnezyum konsantrasyonları

Kuyu sularının Mg^{++} içerikleri 0,08-8,21 me/l arasında değişmektedir (Çizelge 4.6.). İstatistiki açıdan aylar arasında % 0,01 düzeyinde önemli farklılık belirlenmiştir (Şekil 4.15.). Yeraltı sularına çoğunlukla magnezyum kalker, dolomit ve serpantizasyon sonucu açığa çıkan magnezyum karbonatın eritilmesiyle karışır. Suyun sertliğine sebep olan iyonlardandır (Varol ve ark., 2008).

Ortaca yöresinde yapılan çalışmada elde edilen Mg^{++} değerleri ile örneklerin analizinde elde ettiğimiz Mg^{++} değerleri uyum içerisindedir (Ayrancı, 2006).



Std sapma		R	y
1. dönem	2. dönem	0,80**	y = 0,8965x + 1,2744
1,873	2,077		

**%0,01

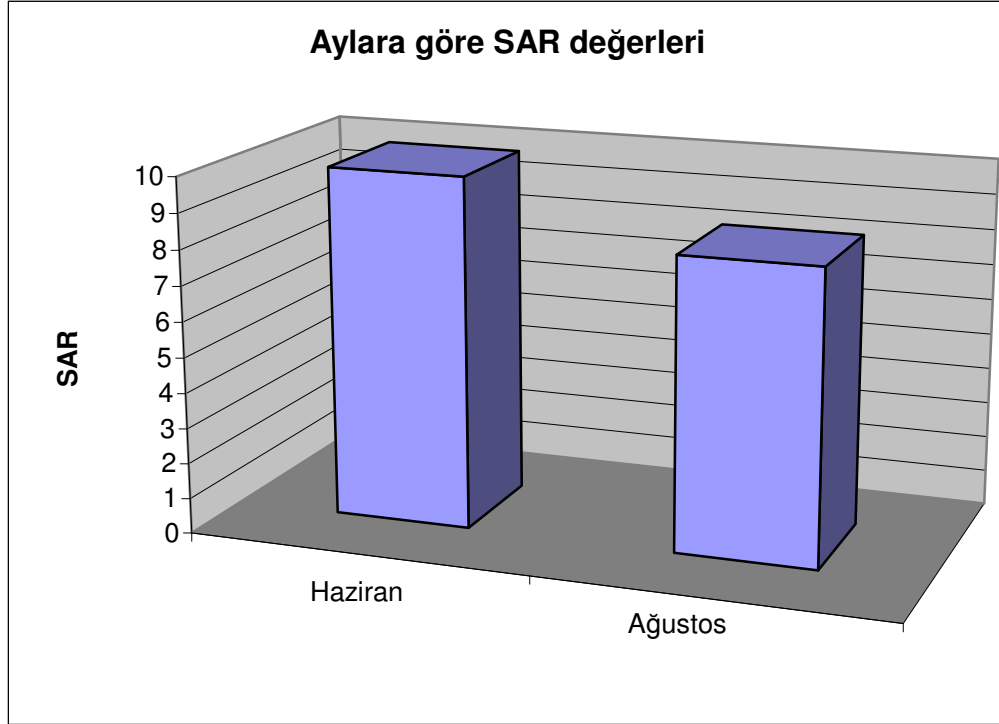
*%0,05

Şekil 4.15. Su örneklerindeki Mg^{++} me/l konsantrasyonları

4.2.6.5 Sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) konsantrasyonları

Araştırma sonuçlarından sodyumun diğer katyonlara oranına (SAR) değerleri 0,71-23,13 değerleri arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.6.). İstatistiki değerlendirmede aylar arasında % 0,01 düzeyinde önemli ilişki belirlenmiş ve regresyon değerleri verilmiştir (Şekil 4.16.). Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) kavramı değişebilir sodyumun toprağın fiziksel özellikleri üzerine olan etkisine dayanmaktadır. Suların sınıflandırılmasında SAR değeri için belirlenen sınır değer 26'dır. Suyun elektriksel iletkenlik değeri yükseldikçe aynı SAR değerine sahip suyun sodyumluluk sınıfı da farklılık göstermektedir (Ayyıldız, 1990). Sulama sularının niteliklerinin sınıflandırılması için geliştirilen sistemlerden dünyada ve ülkemizde en çok kullanılan " ABD Tuzluluk Laboratuar Sistemi" sınıflandırılması'dır. Bu sınıflandırmada, tuz konsantrasyonunu ve sodyum adsorbsiyon oranını göz önüne alınarak geliştirmiştir. Sınıflandırmaya göre elektriksel iletkenlik değeri 0- 250 μ S/cm (C1), 250-750 μ S/cm (C2), 750-2250 μ S/cm (C3) ve 2250 μ S/cm'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 ve 4. sınıf (S4) çok yüksek sodyumlu sular olmak üzere dörde ayrılmaktadır (Sağlam ve Adiloğlu, 1997).

Analiz sonuçlarına göre kuyu sularının (S1) az sodyumlu sular grubuna girdiği tespit edilmiştir. Haziran ayı analiz verilerinde 21 numaralı kuyu suyu ile Ağustos ayı analiz verilerinden 13 numaralı kuyu suyu (S3) yüksek sınıflı sodyumlu sular sınıfında olarak belirlenmiştir. ABD "Tuzluluk Laboratuar Sistemi" sınıflandırmasına göre kuyu sularımızın analiz sonuçlarına göre haziran ayı örneğimizde 10 adet örneğimiz Katkat ve Özgüven (2000)'nin yapmış oldukları çalışmada elde edilen verilerin araştırma bulgularımızla benzer sonuçlarda olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sulama suyu sınıflandırması Anonim (1991a)' e göre sınıflandırılmış ve haziran ayı analiz verilerinin % 4'ü I. sınıf su, % 35'i II. sınıf su, % 43'ü III. Sınıf su ve % 18'i IV. sınıf su parametrelerini taşıdığı, ağustos ayı analiz verilerinin de % 5'i I. sınıf su, % 33'ü II. sınıf su, % 38'i III. Sınıf su ve % 24'ü IV. sınıf su parametrelerinin özelliklerini taşıdığı belirlenmiştir.



Std sapma		R	y
1. ay	2. ay	0,76**	$y = 0,5578x + 2,7174$
8,109	5,930		

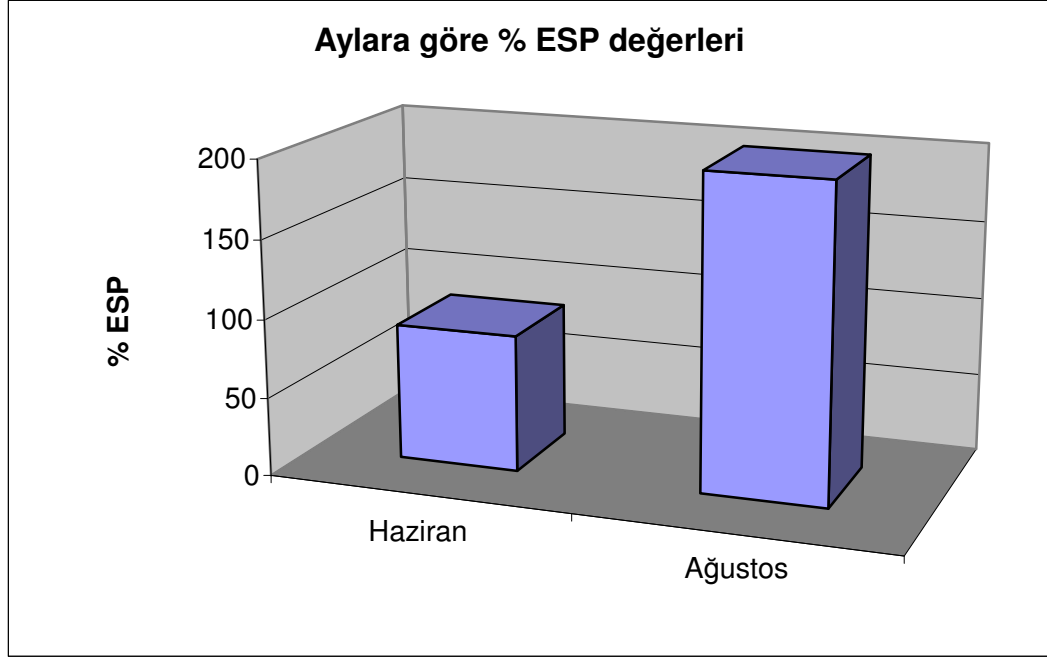
**%0,01

*%0,05

Şekil 4.16. Su örneklerindeki SAR konsantrasyonları

4.2.6.6 Suların değişebilir sodyum yzdesi (ESP)konsantrasyonları

Kuyu sularının ESP analiz sonuçlarının 21,28-2335,74 arasında değişen değerlerdedir (izelge 4.6.). İstatistiki değerlendirmeye göre ESP değerlerinin aylara göre önemli farklılık belirlenmemiştir (şekil 4.17.).

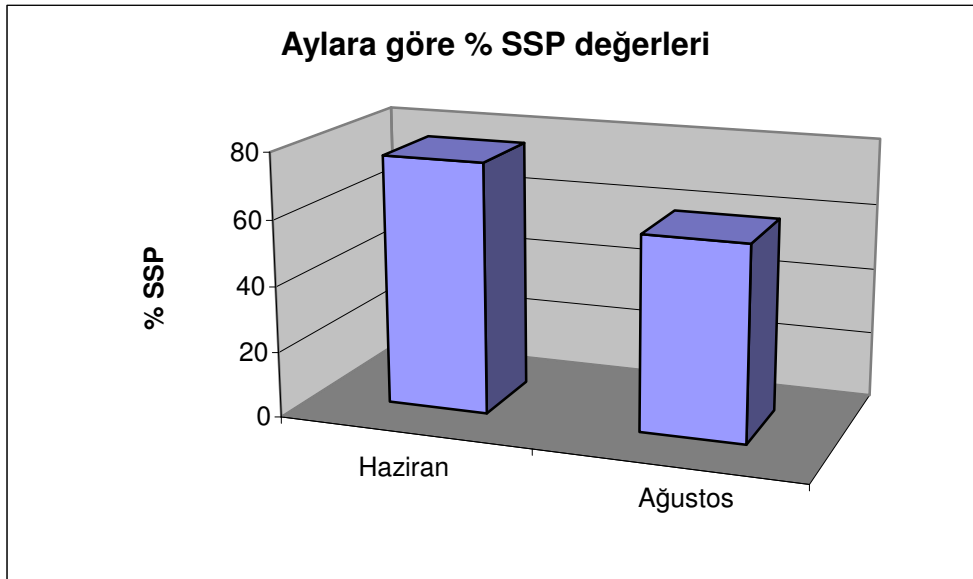


şekil 4.17. Su rnekleindeki ESP konsantrasyonları

4.2.6.7 Suların eriyebilir sodyum yüzdesi (SSP) değerleri

Kuyu sularının analizleri sonucunda elde edilen değerler 16,09-97,07 arasında değişmektedir (Çizelge 4.6.). Regresyon analizi değerlendirmesine göre aylar arasında istatistiki olarak % 0,05 düzeyinde önemli farklılık belirlenmiştir (Şekil 4.18.). Haziran ayı analiz sonuçlarının % 54'ü V.sınıf uygun olmayan su sınıfında, % 29'u IV.sınıf dikkatli kullanılacak su sınıfında % 8,5'i III.sınıf kullanılabilir sınıfında ve % 8,5'i II.sınıf iyi su sınıfında olarak belirlenmiştir. Ağustos ayı değerleri ise haziran ayı değerleri ile uyum içinde olup, % 47,5'i V.sınıf uygun olmayan su sınıfında, % 38'i IV.sınıf dikkatli kullanılacak su sınıfında % 9,5'i III.sınıf kullanılabilir sınıfında ve % 5'i II.sınıf iyi su sınıfında olarak belirlenmiştir (Anonim, 1991b).

Kanber (2007)'in yapmış olduğu çalışma sonuçları ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yine Söke Ovasında yapılmış olan benzer bir çalışmada da SSP değerleri araştırma bulguları ile uyum içerisindedir (Girgin ve Baş, 1995).



Std sapma		R	y
1. ay	2. ay	0,50*	$y = 0,4807x + 22,358$
20,166	19,336		

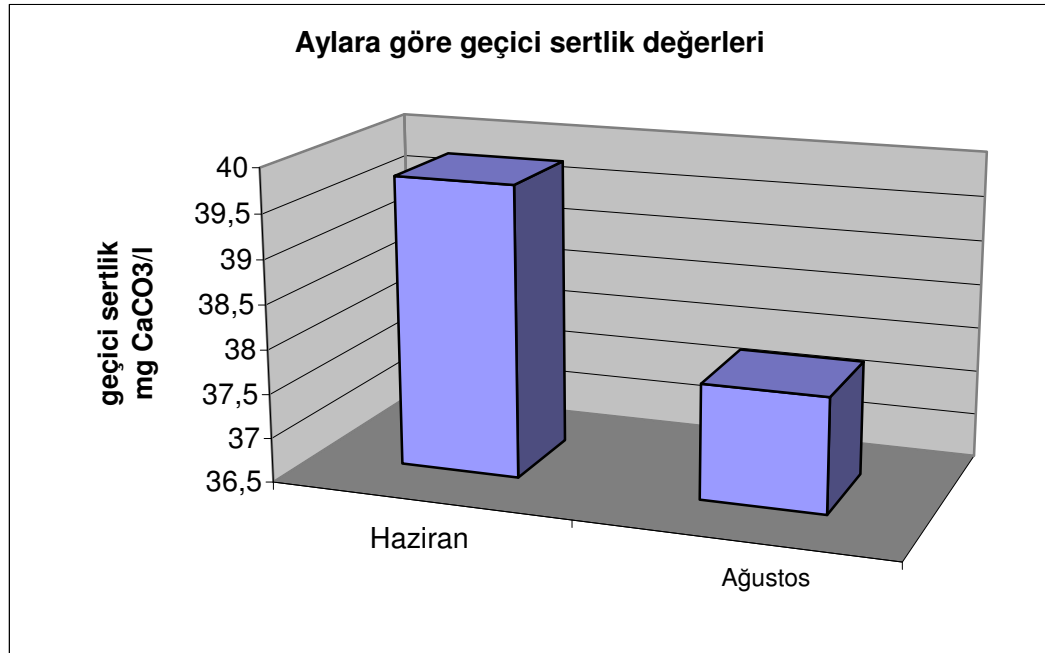
**%0,01

*%0,05

Şekil 4.18. Su örneklerindeki % SSP konsantrasyonları

4.2.6.8 Geçici sertlik

Kuyu sularının geçici sertlik değerlerinin 14,70-69,09mg CaCO₃/l arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.7.). İstatistiki olarak aylara göre yapılan regresyon analizinde aylar arasında % 0,01 düzeyindeönemli farklılık belirlenmiştir (Şekil 4.19.). 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, 1977). Ülkemizde yaygın olarak kullanılan sertlik derecesi Fransız sertlik derecesidir (Aydın ve Sezen, 1995).



Std sapma		R	y
1. ay	2. ay	0,71**	y = 0,6177x + 13,221
16,100	13,823		

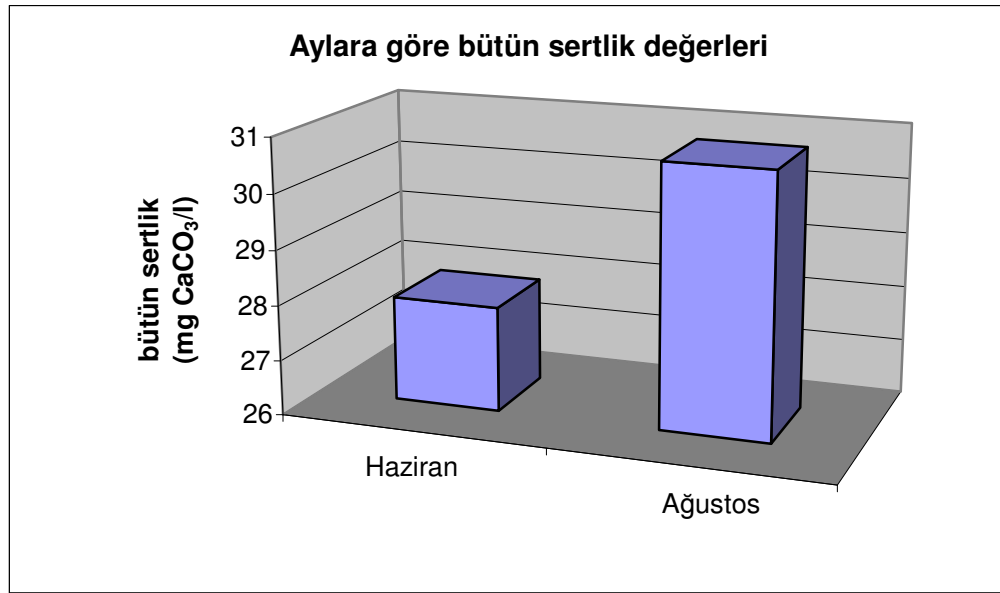
**%0,01

*%0,05

Şekil 4.19. Su örneklerinin geçici sertlik konsantrasyonları (mg CaCO₃/l)

4.2.6.9 Bütün sertlik

Su örneklerinin kalıcı sertlik değerleri 7,84-73,50 mg CaCO₃/l arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.7.). Aylara göre yapılan regresyon analizi değerlendirmesinde göre istatistiki anlamda % 0,01 düzeyinde önemli farklılık belirlenmiştir. 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 (Tuncay, 1994). Kuyuların aylara göre bütün sertlik dereceleri Tuncay (1994)'ın yaptığı suların sertlik derecelerine göre sınıflandırmasında, haziran ayı kuyu suyu örneklemelerinin % 12,5'i yumuşak su, % 37,5'i orta sert su, % 21'i oldukça sert su, % 16,5'i sert su ve % 12,5'i de çok sert su sınıfında olduğu belirlenmiştir. Ağustos ayı kuyu suyu örneklemeleri ise % 19'u yumuşak su, % 19'u orta sert su, % 24'ü oldukça sert su, % 28,5'i sert su ve % 9,5'i de çok sert su sınıfında olduğu belirlenmiştir.



Std sapma		R	y
1. ay	2. ay	0,89**	y = 0,8488x + 7,0662
17,489	16,607		

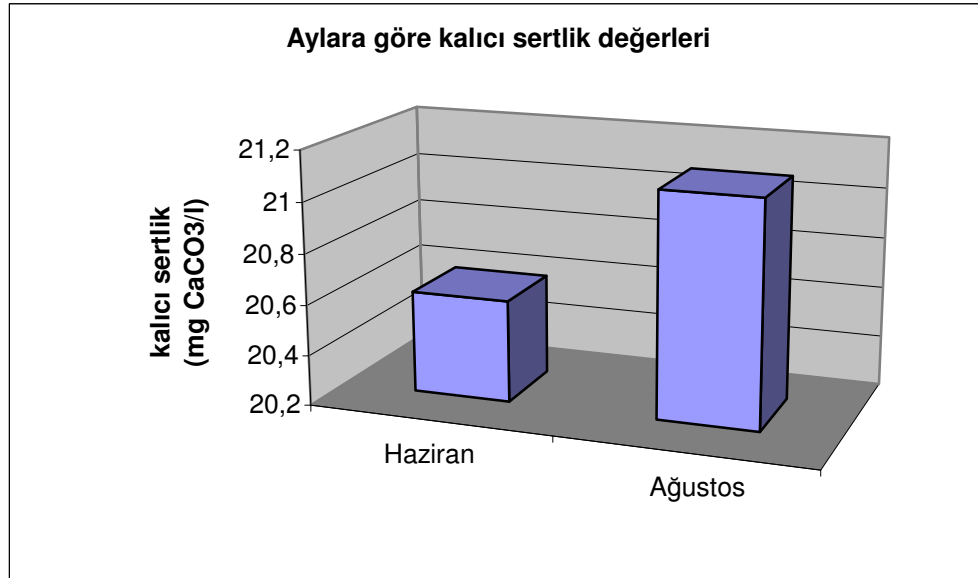
**%0,01

*%0,05

Şekil 4.20. Su örneklerindeki bütün sertlik konsantrasyonları (mg CaCO₃/l)

4.2.6.10 Kalıcı sertlik

Su örneklerinin kalıcı sertlik değerleri 1,47-52,43 mg CaCO₃/l arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7.). Regresyon analizi değerlendirmelerine göre aylar arasında % 0,01 düzeyinde önemli farklılık olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.23.). Tuncay (1994) Ca⁺⁺ ve Mg⁺⁺'un; Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻ ve silikatların, kalıcı sertliği bir başka deyişle devamlı sertliği meydana getirdiklerini bildirmiştir.



Std sapma		R	y
1. ay	2. ay	0,91**	y = 0,8374x + 3,8331
16,611	15,178		

**%0,01

*%0,05

Şekil 4.21. Su örneklerinin kalıcı sertlik konsantrasyonları (mg CaCO₃/l)

4.2.6.11 Sulama sularının sertlik durumları

Sertlik, suların içme, sulama ve çeşitli endüstri dallarında kullanımında önemli bir kalite özelliğidir. Suların sertliği, içerisinde çözülmüş halde bulunan kalsiyum ve magnezyumun çeşitli tuzlarından ileri gelir. İçerisinde çözülmüş halde kalsiyum ve magnezyumun çeşitli tuzlarını bulunduran suyun sertliği, bu tuzların konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Başka bir ifade ile, içerisinde kalsiyum ve magnezyumun tuzlarının konsantrasyonu yüksek olan suyun sertlik derecesi de yüksek olur. 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 ise sert toprak (sodyumca zengin) oluşturmaktadır (Sağlam ve Adiloğlu 1997).

Kuyu sularının bütün sertlik derecelerini Tuncay (1994)'ın suların sertlik derecelerine göre sınıflandırmasına göre sınıflandırdığımızda suların haziran dönemi yüksek oranda orta sert sınıfında tespit edilirken, ağustos ayı örneklemelerinde sert su sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Sulama sularında kalite açısından sert su olması istendiği için Söke ovası toprakları suyun sertliği yönünden oldukça iyidir.

4.2.7. Mikro Element Analizleri

Çizelge 4.8. Aylara göre su örneklerimizin mikro element analiz sonuçları

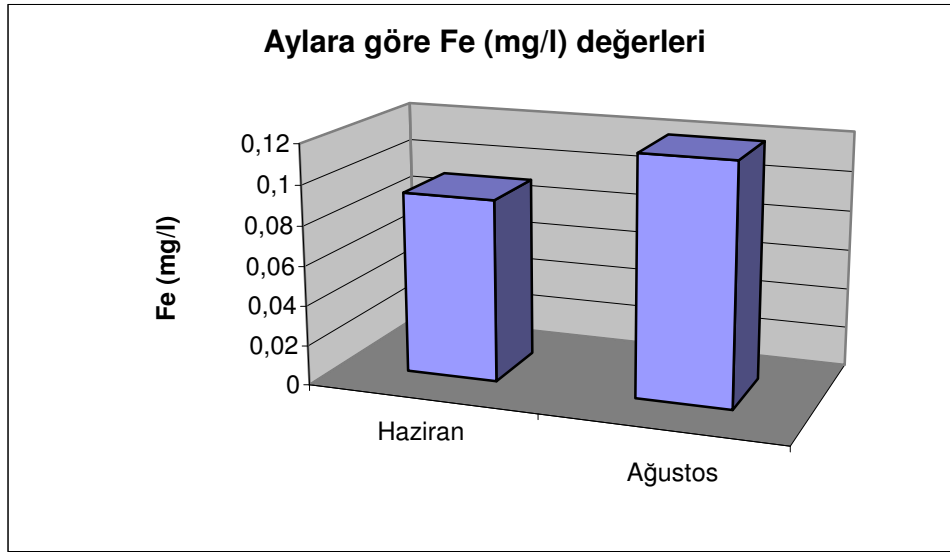
	Haziran	Ağustos	Haziran	Ağustos	Haziran	Ağustos	Haziran	Ağustos	Haziran	Ağustos
örnek no	Fe (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Mn (mg/l)	Zn (mg/l)	Zn (mg/l)	Cu (mg/l)	Cu (mg/l)	B (mg/l)	B (mg/l)
1	0,12	-	iz	-	0,03	-	iz	-	0,09	-
2	0,07	-	iz	-	0,03	-	iz	-	0,08	-
3	0,08	0,10	iz	iz	0,03	0,03	iz	iz	0,65	0,40
4	0,11	0,11	iz	iz	0,01	0,03	iz	iz	0,07	0,07
5	0,03	0,10	iz	iz	0,02	0,03	iz	iz	0,05	0,07
6	0,12	0,13	iz	iz	0,02	0,06	iz	iz	0,02	0,02
7	0,10	0,09	iz	iz	0,02	0,05	iz	iz	0,11	0,15
8	0,09	0,12	iz	iz	0,01	0,04	iz	iz	0,54	0,27
9	0,08	0,14	iz	iz	0,02	0,04	iz	iz	0,15	0,07
10	0,10	0,12	iz	iz	0,03	0,04	iz	iz	0,46	0,16
11	0,11	0,13	iz	iz	0,04	0,04	iz	iz	0,33	0,19
12	0,08	0,11	iz	iz	0,02	0,04	iz	iz	0,13	0,25
13	0,12	0,11	iz	0,00	0,02	0,02	iz	iz	0,36	0,21
14	0,10	0,11	iz	iz	0,03	0,03	iz	iz	0,09	0,03
15	0,05	0,11	iz	iz	0,05	0,04	iz	iz	0,10	0,05
16	0,07	-	0,45	-	0,03	-	iz	-	0,41	-
17	0,12	0,12	iz	0,19	0,03	0,47	iz	iz	0,34	0,23
18	0,10	0,10	iz	0,06	0,02	0,08	iz	iz	0,14	0,06
19	0,11	0,14	0,01	0,00	0,02	0,05	iz	iz	0,26	0,11
20	0,09	0,13	0,00	0,03	0,03	0,03	iz	iz	0,19	0,14
21	0,09	0,14	iz	iz	0,03	0,23	iz	iz	0,15	0,03
22	0,07	0,10	iz	0,00	0,02	0,03	iz	iz	0,07	0,03
23	0,08	0,13	iz	iz	0,03	0,03	iz	iz	0,02	0,06
24	0,11	0,17	iz	iz	0,02	0,04	iz	iz	0,49	0,35
Min	0,03	0,09	İz	İz	0,01	0,02	iz	iz	0,02	0,02
Max	0,12	0,17	0,45	0,19	0,05	0,47	iz	iz	0,65	0,40

- örnek alınamadığını göstermektedir

4.2.7.1 Demir konsantrasyonları

Sulama suyu örneklerinin Fe içerikleri 0,01-0,77 mg/l değerler arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.8.). Regresyon analizi değerlendirmesine göre, aylar arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık belirlenmemiştir (Şekil 4.22.). Demir konsantrasyonunun içme sularındaki seviyesi 2 mg/l olması bile sağlığı etkilemekte, sadece suyun tadını ve görüntüsünü değiştirir (World Health Organization, 2006). Anonim (1991b) tarafından belirlenen 5,0 mg/l sınır değerini hiçbir kuyuda aşılmadığı belirlenmiştir. Bu değer kuyu sularının Fe içeriği yönünden sorun oluşturmadığını göstermektedir.

Kaykıoğlu ve Ekmekyapar (2005)'in yapmış oldukları çalışmada elde ettikleri veriler ile araştırma bulgularındaki Fe değerleri benzerlik göstermektedir. Kanber (2007)'in Söke Ovasında yapılmış olan başka bir çalışmada da Fe değerleri 0,282-0,538 mg/l arasında değiştiği belirlenmiş ve bu değerler araştırma sonuçları ile uyum içindedir.



Şekil 4.22. Su örneklerinin Fe mg/l konsantrasyonları

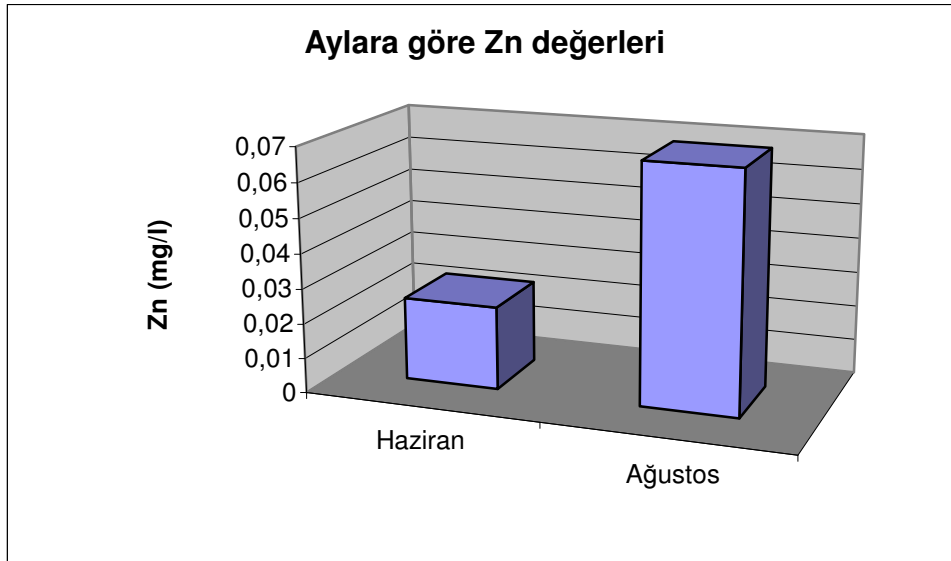
4.2.7.2 Mangan konsantrasyonları

Suların Mn içerikleri 0-0,45 mg/l arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.8.). Araştırmada kuyu sularının 8 adedinde Mn yüksek olduğu tespit edilmiş ve örneklerin geri kalan kısmında ise Mn'a rastlanılmamıştır. Buna bağlı olarak istatistiksel değerlendirilme yapılamamıştır. Mangan jeolojik formasyonlardan ve mangan içeren suni gübrelerden yeraltı suyuna karışmakta ve yüksek konsantrasyonlarda Alzheimer hastalığına yol açabilmektedir (Finkelmanve ark., 2001).

Kumbur ve ark.(2008)'nin Mersin ilinde yaptığı çalışmada tarımsal kaynaklı pestisid kullanımının çok yoğun olduğunu ve tarım ilaçlarının etkin maddesinin bakır ve mangan olmasından dolayı sularda yüksek değerlerde mangan konsantrasyonunun bulunduğunu belirlemişlerdir.

4.2.7.3 Çinko konsantrasyonları

Kuyu sularının Zn içerikleri 0,01-0,47 mg/l değerleri arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.8.). Aylara göre yapılan istatistiksel değerlendirmede aylar arasında farklılık bulunmamaktadır (Şekil 4.23.). Çinko insanlar ve tüm bitki formları ile hayvan yaşamları için önemli ve yaşamsal elementlerden biridir (günlük doz 10 - 20 mg). Ayrıca çinko gelişme, deri bütünlüğü ve fonksiyonu, yumurta olgunlaşması, bağışıklık gücü, yara iyileşmesi ve karbohidrat, yağ, protein, nükleik asit sentezi ya da degradasyon gibi çeşitli metabolik süreçler için gereklidir (World Health Organization, 1996; Habashi, 1997)



Şekil 4.23. Su örneklerinin Zn mg/l konsantrasyonları

4.2.7.4 Bakır konsantrasyonları

Sulama suyu örneklerinde Cu elementine rastlanılmamıştır. Bakırın bitkiler ve canlılar üzerindeki etkisi, kimyasal formuna ve canlının büyüklüğüne göre değişir. Küçük ve basit yapıları canlılar için zehir özelliği gösterirken büyük canlılar için temel yapı bileşenidir. Bu nedenle bakır ve bileşikleriy fungusit, biosit, anti bakteriyel madde ve böcek zehiri olarak tarım zararlılarına ve yumuşakçalara karşı yaygın olarak kullanılır. Bakır eksikliğine bağlı olarak hayvanlarda ve insanlarda büyümede gecikme, solunum sisteminde enfeksiyonlar, kemik erimesi, anemi, saç ve deride renk kaybı gibi rahatsızlıklar kendini gösterirken, bakır bilezikler eklemlerin kireçlenmesine ve romatizmaya karşı kullanılır (Anonim, 2009).

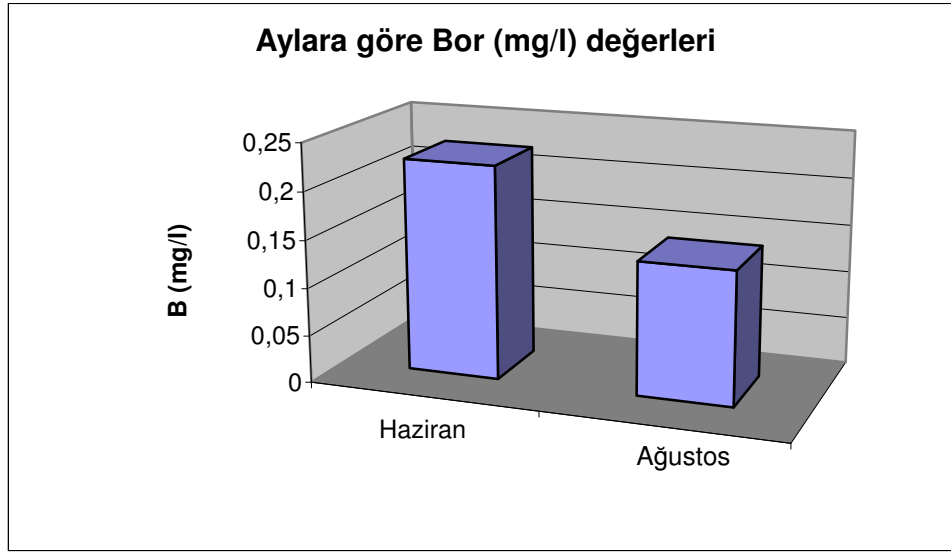
Benzer bir çalışma Mersin ilinde yapılmış ve bakır konsantrasyonu araştırma bulgularının tersine yüksek olarak belirlenmiştir. Bunun nedeni bölgede yoğun olarak kullanılan tarım ilaçlarının ve büyük çoğunluğunun etkin maddesinde bakır ve mangan olması nedeni ile bakır elementinin suda yüksek miktarlarda bulunduğunu açıklamışlardır (Kumbur ve ark., 2008).

4.2.7.5 Bor konsantrasyonları

Kuyu sularının bor konsantrasyonu 0,02-0,65 mg/l arasında değişmektedir (Çizelge 4.8.). Aylar arasında % 0,01 düzeyinde istatistiki olarak önemli ilişki belirlenmiştir (Şekil 4.24). Borun sularında borik asit veya sodyum borat şeklinde bulunduğunu ve boraksın toksite sınırı balıklar için 3-7 mg/l olduğunu bildirilmiş olup, sulama sularında 0.5 mg/l'den fazla bor bazı bitki türlerine zararlı olabileceğini bildirmiştir (Anonim, 2007). Bor, yeraltı suyunda doğal olarak, yüzey sularında endüstriyel kirletici olarak veya tarımsal yüzey akışların ve çürüyen bitki materyallerinin bir ürünü olarak bulunabilir (Provin ve Pitt, 2002).

Kuyu sularının bor konsantrasyonları ağustos ayında haziran ayına göre daha düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Seydisuyu su toplama havzasında yapılan benzer çalışmada da sulama sularında aylara göre bor dağılımı incelendiğinde özellikle yaz mevsimi başında bor derişiminin çok yüksek iken, mevsim sonunda daha düşük seviyelere indiği belirlenmiştir. Uygan ve Çetin (2004) bunun sebebinin yaz mevsiminde , bor derişiminin nisbi olarak artması; yağış sonucu oluşan yüzey akışlarının en aza inmesi, buharlaşmanın artması nedeniyle su miktarının azalmasına bağlı olabileceğini bildirmişlerdir.

Aydın'da yapılan bir çalışmada bazı alanlarda sulama sularındaki B konsantrasyonları araştırılmış, su örneklerinin B içerikleri 0,33-6,41 mg/l arasında belirlenmiştir. Araştırmada kuyu sularındaki B miktarı ile benzer sonuçlar olduğu görülmüştür (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 mg/l yüzey sularında ise 0,56-17,50 mg/l olarak belirlenmiştir. Araştırma bulguları ile benzerlik göstermektedir (Çöl ve Çöl, 2003).



Std sapma		R	y
1. ay	2. ay	0,86**	$y = 0,5109x + 0,0251$
0,186	0,110		

**%0,01

*%0,05

Şekil 4.24. Su örneklerinin B mg/l konsantrasyonları

4.2.8. Ağır Metal Analizleri

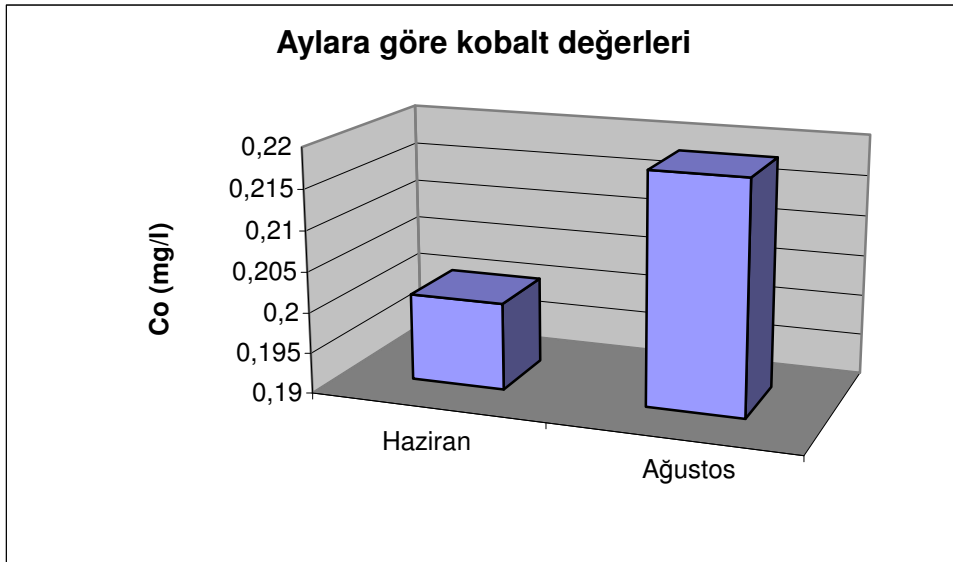
Çizelge 4.9. Aylara göre ağır metal analizleri

	Haziran	Ağustos	Haziran	Ağustos	Haziran	Ağustos	Haziran	Ağustos	Haziran	Ağustos
Örnek no	Co (mg/l)	Co (mg/l)	Cr (mg/l)	Cr (mg/l)	Ni (mg/l)	Ni (mg/l)	Cd (mg/l)	Cd (mg/l)	Pb (mg/l)	Pb (mg/l)
1	0,25	-	0,06	-	0,27	-	0,03	-	0,20	-
2	0,17	-	0,19	-	0,27	-	0,01	-	0,24	-
3	0,14	0,21	0,26	0,27	0,49	0,89	0,01	0,05	0,37	0,21
4	0,13	0,17	0,25	0,31	0,49	0,53	0,02	0,04	0,15	0,43
5	0,24	0,29	0,17	0,35	0,49	0,71	0,02	0,04	0,06	0,45
6	0,09	0,11	0,26	0,33	0,69	0,75	0,03	0,03	0,18	0,33
7	0,21	0,13	0,18	0,31	0,34	0,61	0,02	0,03	0,17	0,47
8	0,20	0,07	0,11	0,34	0,30	0,64	0,02	0,05	0,07	0,31
9	0,22	0,31	0,21	0,28	0,94	0,73	0,03	0,03	0,25	0,32
10	0,24	0,11	0,21	0,29	0,56	0,66	0,02	0,04	0,13	0,26
11	0,12	0,28	0,23	0,30	0,43	0,75	0,02	0,03	0,09	0,33
12	0,22	0,14	0,10	0,29	0,39	0,72	0,02	0,02	0,10	0,24
13	0,26	0,16	0,21	0,34	0,55	0,56	0,02	0,04	0,21	0,40
14	0,18	0,20	0,21	0,34	0,36	0,79	0,01	0,04	0,19	0,24
15	0,18	0,21	0,18	0,26	0,40	0,91	0,02	0,04	0,23	0,33
16	0,01	-	0,22	-	0,82	-	0,01	-	0,16	-
17	0,27	0,23	0,12	0,28	0,48	0,77	0,03	0,04	0,10	0,09
18	0,10	0,17	0,24	0,29	0,66	0,75	0,03	0,04	0,18	0,12
19	0,35	0,29	0,17	0,37	0,70	1,13	0,03	0,05	0,42	0,46
20	0,19	0,26	0,20	0,29	0,29	0,94	0,01	0,04	0,23	0,27
21	0,27	0,17	0,26	0,33	0,75	0,71	0,03	0,04	0,31	0,40
22	0,16	0,77	0,12	0,33	0,40	0,72	0,02	0,05	0,09	0,26
23	0,22	0,17	0,26	0,32	0,65	0,85	0,03	0,03	0,30	0,24
24	0,26	0,14	0,23	0,35	0,65	0,88	0,03	0,04	0,20	0,44
Min	0,01	0,07	0,06	0,26	0,27	0,53	0,01	0,02	0,06	0,09
Max	0,35	0,77	0,26	0,37	0,94	1,13	0,03	0,05	0,42	0,47

- örnek alınamadığını göstermektedir.

4.2.8.1 Kobalt konsantrasyonları

Suların kobalt içerikleri 0,01-0,77 mg/l arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.9.). Aylar arasında Co içerikleri istatistiksel açıdan önemli farklılık bulunamamıştır (Şekil 4.25.). Anonim (1991b) sınır değer olan 0,05 mg/l değeri aşılmıştır. Kanber (2007)'in yaptığı çalışmada da elde ettiği kobalt değerleri araştırma bulguları ile uyum içindedir.

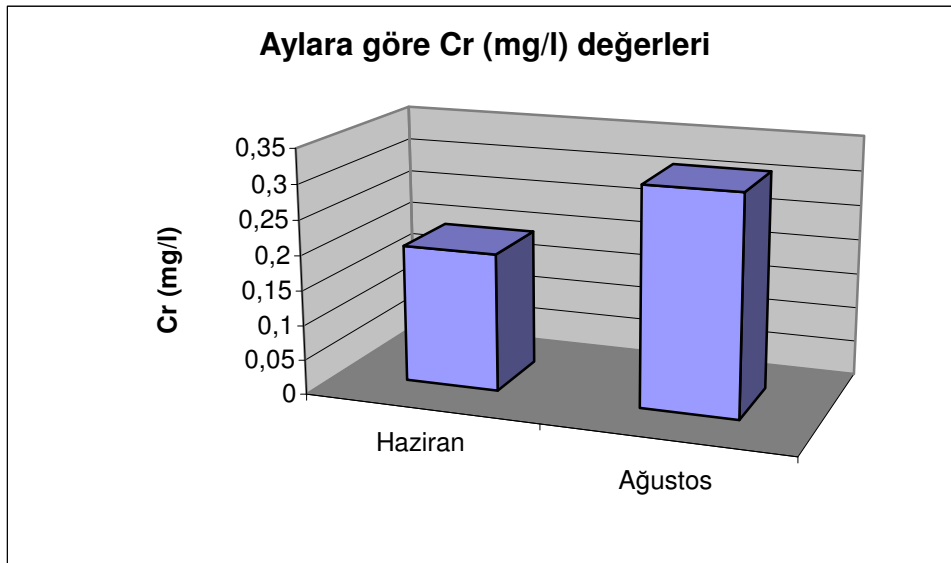


Şekil 4.25. Su örneklerinin Co mg/l konsantrasyonları

4.2.8.2 Krom konsantrasyonları

Suların krom içerikleri 0,06-0,37 mg/l arasında belirlenmiş olup (Çizelge 4.9.), istatistiksel olarak aylar arasında farklılık bulunmamaktadır (Şekil 4.26.). Krom değerleri 1 numaralı kuyu suyunda normal değerde belirlenirken diğer kuyu sularında 0,1 mg/l olan sınır değer aşılmıştır (Anonim, 1991b). Kirlenmiş sularda krom; kromat, bikromat, kromik asit olarak hem katyon, hem de anyon olarak bulunabilir.

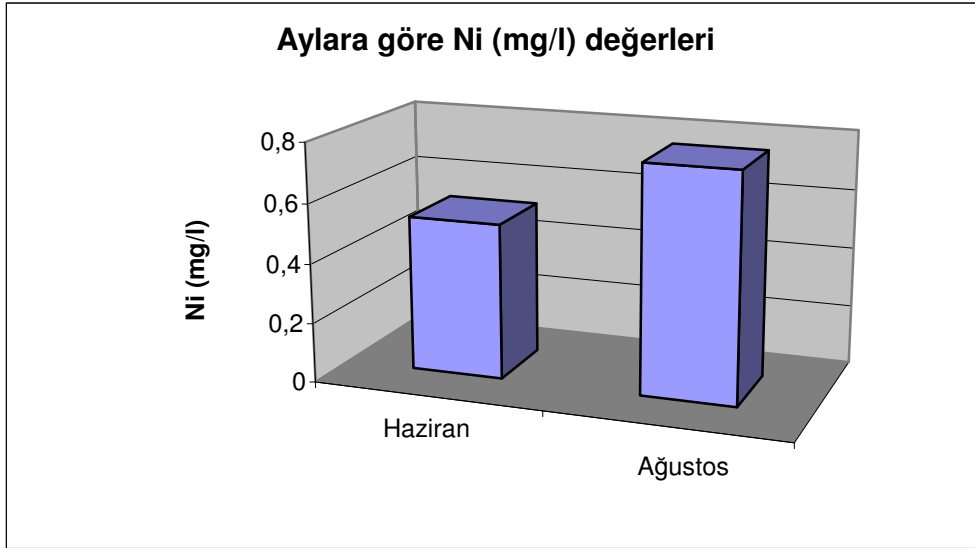
Balıklar için toksite sınırı 28-80 mg/l, içme suyunda ise 0,05 mg/l'dir (Anonim,2007). Doğal sularda çok düşük konsantrasyonlarda bulunan krom, içme ve sulama sularında toksik etkisi sebebi ile istenmez (Bakaç ve Kumru, 2000). Yeraltı sularında az miktarda bulunmasına rağmen, atık sulara bağlı olarak besin zinciri ile insan vücudunda yüksek miktarlarda bulunabilmektedir. Günlük krom ihtiyacı 50–200 mikrogram arasındadır. Yüksek dozlarda Cr insanlarda gastrointestinal sistemi hastalıkları ve kanserleri, kanama diatezi ve ciltte alerjik reaksiyonlara sebebiyet verebilir (Selinus ve ark., 2005).



Şekil 4.26. Su örneklerinin Cr mg/l konsantrasyonları

4.2.8.3 Nikel konsantrasyonları

Kuyu sularının nikel içerikleri 0,27-1,13 mg/l arasında değişmektedir (Çizelge 4.9.). İstatistiksel olarak aylara göre önemli farklılık bulunmamaktadır (Şekil 4.27.). Ancak ağustos ayında Haziran ayına oranla Ni içerikleri daha yüksektir. Bunun sebebinin kuyu sularının debisinin azalmasından olabilir. Tüm kuyu sularında sınır değer olan 0,2 mg/l değeri aşılmıştır (Anonim, 1991b). Nikel bitkiler açısından toksik etki gösterirken, hayvanlarda iz elementi olarak bulunması gerekir (Anonim, 2009). Nadir görülen toksik maddelerden nikel astım, burun ve gırtlak kanseri ile alerjik deri reaksiyonlarına sebep oluğu bildirilmiştir (Atabey, 2005). Bu yüzden sulama sularında Ni içeriğinin yüksek olması istenen bir özellik değildir. Kuyu sularındaki bu yüksek konsantrasyondaki Ni'in ana materyalinden kaynaklanabilir.

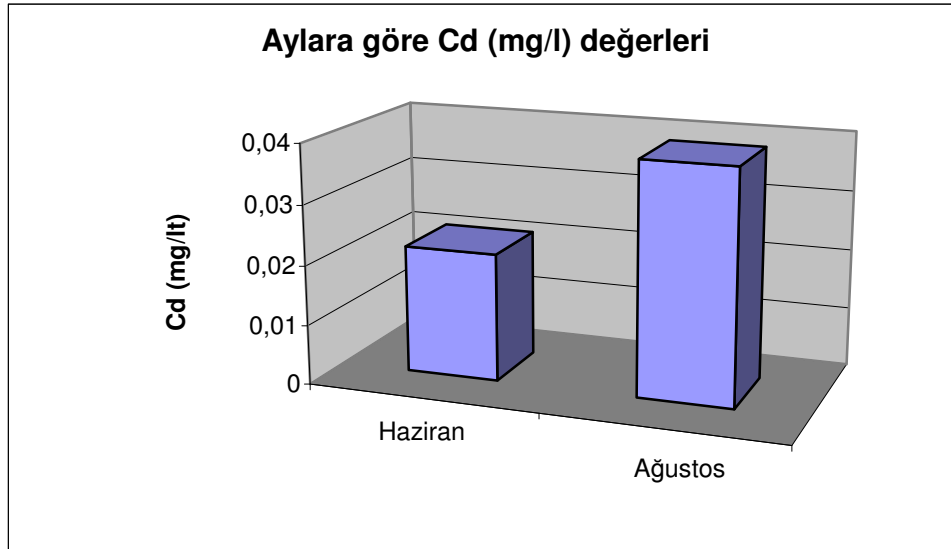


Şekil 4.27. Su örneklerinin Ni mg/l konsantrasyonları

4.2.8.4 Kadmiyum konsantrasyonları

Suların kadmiyum içerikleri 0,01-0,05 mg/l arasında olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9.). İstatistiksel açıdan aylar arasında önemli farklılık belirlenmemiştir (Şekil 4.28.). Ağustos ayının sularının kadmiyum değerleri Haziran ayına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebi kuyu sularının su konsantrasyonlarının azalmasına bağlı olarak olduğu düşünülmektedir. Kadmiyum, çinko üretimine eşlik eden metal olarak üretilmiştir. Çinko üretimi ortaya çıkıncaya kadar havaya, yiyeceklere ve suya doğal süreçlerle önemli miktarlarda karışmamıştır. Ancak günümüzde kadmiyum da çevre kirliliğine sebep olan ağır metaller arasında yerini almıştır. Günümüzde kadmiyum endüstriyel olarak nikel/kadmiyum pillerde, korozyona karşı özellikle denizsel koşullara dayanımı nedeniyle gemi sanayinde çeliklerin kaplanmasında, boya sanayinde, PVC stabilizatörü olarak, alaşımlarda ve elektronik sanayinde kullanılır. Kadmiyum empürüte olarak fosfatlı gübrelere, deterjanlarda ve rafine petrol türevlerinde bulunur ve bunların çok yaygın kullanımı sonucunda da önemli miktarda kadmiyum kirliliğine ortaya çıkar (Anonim, 2009).

Ağır metallerden olan kadmiyum, tarım topraklarında bulunması ana materyal kaynaklı olabileceği gibi endüstriyel faaliyetler, fosforlu gübreler ve atmosferik depozitler gibi insan faaliyetleri sonucunda da olabilmektedir. Bu element topraktan da bitkiler tarafından kolaylıkla alınabilmektedir (Asri ve ark., 2007). Kadmiyum bitkisel gıdalara sulama suyu ile de bulaşmaktadır (Saldamlı, 1998). Diğer taraftan, kadmiyumun metal kaplarda ve alaşımlarda korozyon önleyici olarak, boya maddesi üretiminde, otomobil tekerleklerinde, motor yağlarında ve bazı pestisitlerin üretiminde kullanılması, bu elementin gıdalara bulaşmasında kaynak teşkil etmektedir (Şahan, 2003).

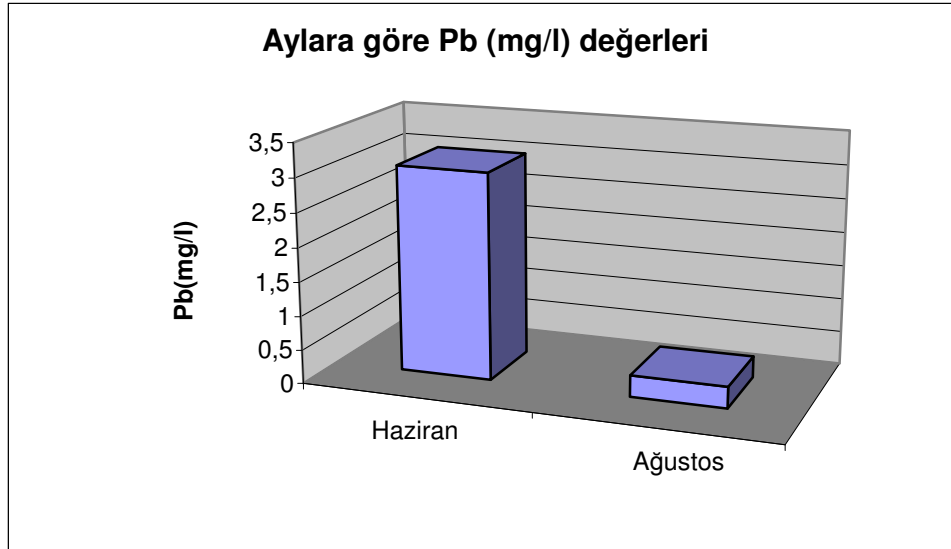


Şekil 4.28. Su örneklerinin Cd mg/l konsantrasyonları

4.2.8.5 Kurşun konsantrasyonları

Sulama sularının kurşun içerikleri 0,06-0,47 mg/l arasında değişen değişmektedir (Çizelge 4.9.). Regresyon analizine göre aylara göre yapılan istatistiki değerlendirmede aylar arasında önemli farklılık söz konusu değildir (Şekil 4.29.). Kurşun insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararlı veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır. Kurşun atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından çevresel kirlilik oluşturan en önemli ağır metaldir (Anonim, 2009).

Doğal su ortamlarında çok düşük konsantrasyonlarda bulunan kurşun; sulara patlayıcı madde üretimi, plastik endüstrisi, fotoğrafçılık işlemleri ve boyalardan geçmektedir. Kurşun doğal sulara endüstri atıklarından karışır. Bu metal özellikle balıklarda toksisite oluşturduğu için, su ortamlarında istenmez (Selinus ve ark., 2005).



Şekil 4.29. Su örneklerinin Pb mg/l konsantrasyonları

5. SONUÇ

Çalışma Aşağı Büyük Menderes Havzası olarak adlandırılan Söke Ovasında yaklaşık 25000 ha'lık bir alanda yürütülmüştür. Bu alanda belirlenen 24 kuyudan haziran ayında birinci su örneği ve bölgeyi temsil edecek kuyuların sulandığı tarlalardan toprak örnekleri alınmış, ağustos ayında da ikinci su örnekleri alınmıştır. Mevsimsel değişimlerden dolayı 3 kuyunun kurumasıyla bu kuyulardan örnek alınamamıştır. Toprak örneklerinde pH, bünye, pH, % CaCO_3 , % tuz, organik madde, K, Ca, Na, Mg, Fe, Zn, Mn ve B analizleri yapılmıştır. Su örneklerinde pH, EC, erimiş katı madde, buharlaştırma kalıntısı, anyon (Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- ve organik madde), kation (K^+ , Ca^{++} , Na^+ , Mg^{++} , SAR, ESP, SSP, geçici sertlik, bütün sertlik ve kalıcı sertlik), mikro element, (Fe Mn, Zn, Cu ve B) ve ağır metal (Co, Cr, Ni, Cd, Pb) analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler, sulama suları için belirlenmiş olan sınır değerler karşılaştırılmış, kalite ve kirlilik durumları tespit edilmiştir.

Toprak analizleri sonucunda toprakların büyük bir bölümünün tınlı bünyeli toprak grubunda yer aldığı alkali karakterli pH'ya sahip olduğu, organik madde içeriğinin düşük, yüksek oranda P, K ve Ca içerdiği ve özellikle Fe ve Mg miktarları yüksek seviyede bulunmuştur. Zn, Mn, Cu ve B içeriğinin ise yeterli seviyede olduğu tespit edilmiştir. Toprağın pH seviyesini düşürmek için toz kükürt, jips uygulaması yapılması toprağın bazı özelliklerini azaltacaktır.

Sulama sularında pH hafif alkali ile alkali reaksiyonlarda, EC değerlerinin çok yüksek olduğu ve Haziran ayı değerlerine göre Ağustos ayı değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sulama sularının klor içeriklerinin sınır değerlerin altında, bikarbonat içerikleri ise haziran ayı değerlerinin ağustos ayına göre daha düşük olduğu ve III. Sınıf su kriter değerinde belirlenirken karbonat sonuçlarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Sülfat içerikleri ise bazı kuyularda sınır değerlerin üzerinde olup, sulama için uygun olmayan su grubunda yer almaktadır. Kuyu suları salma sulama yöntemiyle sulama da kullanılacaksa yüksek sülfat içeriği bir sorun teşkil etmezken damla sulamada kullanıldığında damlama başlıklarının tıkanmasına neden olabilecektir. Sulama sularının nitrat ve nitrit içeriklerinin bazı kuyularda yüksek olması sulama amacıyla kullanıldığı taktirde herhangi bir sorun içermezken bu sular içme suyu olarak da kullanılacaksa sağlık açısından sınır değerlerin üzerinde olmasından dolayı tehlikeli olabilir.

Analiz sonuçlarımıza göre çok derin olmayan kuyularda nitrat ve nitrit kirliliğinin derin kuyulara oranla daha yüksek seviyelerde olduğu görülmektedir. Yerleşim yerlerine yakın çok derin olmayan bu kuyularda görülen kirliliğe kanalizasyon v.b. etmenlerinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Sulama sularının katyon içeriklerine bağlı olarak SAR değerleri 2. ve 3. Sınıf sular grubunda yer almakta olup, haziran ayı örnekleme değerleri ağustos ayından yüksektir. ESP ve SSP değerleri sulama sularının Na değerlerinin yüksek olmasından dolayı sınır değerlerinden yüksek olup, uzun süreli ve salma sulama ile sulamada kullanıldığı taktirde Söke Ovasında da taban suyunun yüzeye yakın olduğu koşullarda topraklarda alkaliliğe neden olabilir. Ayrıca Ağustos ayında alınan su örneklerinin daha yüksek olması yeraltı suları debisinin azalması ile açıklanabilir. Sertlik değerleri açısından suların büyük bir bölümü sert sular grubunda yer almaktadır.ancak SARve SSP değeri yüksek grupta yer alan sular yumuşak su grubunda yer almakta olup, dikkatli kullanılmalıdır.

Suların mikro element içerikleri sulama suları için belirlenen sınır değerlere göre değerlendirildiğinde Fe, Zn, Cu için sorun olmadığı sadece Mn içeriği bir kuyuda sınır değerinin üzerinde belirlenmiştir. Suların B konsantrasyonları hassas bitkiler dışında yeterli düzeyde olduğu, ağustos ayında haziran ayına oranla daha düşük konsantrasyonlarda olduğu belirlenmiştir.

Kuyu sularının ağır metal içerikleri incelendiğinde; Pb dışında Co, Ni, Cr, Cd konsantrasyonları sulama suları için verilen sınır değerlerin üzerinde olup, bu değerlerin toprak ana materyalinden mi yoksa toprağa uygulanan gübre, atık madde veya pestisitlerden mi kaynakladığı belirlenmeli ve ona göre önlemler alınmalıdır. Ayrıca sulama yöntemleri ona göre tekrar gözden geçirilmelidir.

Yapılan analiz sonuçlarının bizi ulaştırdığı nokta , Söke ovasında yoğun sulu tarım yapılmasına bağlı olarak faydalanılan gübreler özellikle N'lu gübreler ve kaliteli ürün elde etmek için kullanılan pestisitler yeraltı suyu kalitesini bozduğu ve kirlilik oluşturduğu tespit edilmiştir.

Topraklarda ve sulardaki kirliliği, parça parça çözümlerle kontrol etmek mümkün değildir. Kirliliğin etkisini azaltmak için tarımsal atıkları ciddi bir biçimde azaltan uygulamalara geçmek, daha da iyisi, daha az zirai ilaç ve gübreye ihtiyaç duyan tarımsal uygulamalar geliştirmek gereklidir.

Kullandığımız tatlı suyun büyük bir bölümü göremediğimiz kaynaklardan, yerin altındaki su havzalarından yani aküferlerden gelir ve kullanılan kimyasal bir maddenin yüzeyden geçip, yeraltı sularına karışması genellikle aylar veya yıllar sürdüğü için, halihazırda aküferlere verdiğimiz zarar, onyıllar sonra ortaya çıkmaktadır ve çıkacaktır.

Bunun için ülkemizdeki diğer ziraat fakülteleri, jeoloji ve çevre mühendisliği bölümleri ile ülkemizdeki yeraltı suyu havzaları ve kirlilik durumlarıyla ilgili geniş çaplı bir çalışma yapıldığı takdirde yeraltı sularında kirlilik ve kalite parametrelerini tanımlamak ve takip etmek daha kolay olacaktır.

Kimyasal gübre ve zirai ilaçlar kullanmayan doğal gübre ve sebze dayalı ürün sistemleri ile yoğun tarım uygulaması karşılaştırıldığında, geleneksel tarım uygulamaları kullanıldığında, topraktaki organik madde ve azotun yoğun tarıma kıyasla çok daha iyi korunmakta ve çevreye çok daha az nitrat salınmakta olduğu tespit belirlenmiştir.

Ayrıca "çok türlü üretim" biçimini uygulamakta karışık türlerin patojenleri ve dolayısıyla da salgın hastalıkları kontrol altında tutması ve kimyasal ilaç kullanımını en aza indirecek verimi arttıracaktır.

Bunun için bölge çiftçisine gübrelerin ve pestisitlerin kullanımı oluşturduğu zararları hakkında bilgiler ve eğitimler verilerek hem yeraltı suyu, hem toprak ve hem de geleceğimizi kurtarmış olacağız.

Analiz verilerinden elde edilen sonuçlara göre; yörede yoğun sulu tarım yapılmasına bağlı olarak kullanılan N'lu gübreler ve pestisitlerin yeraltındaki suların kalitesini bozduğu ve kirlilik oluşturduğu tespit edilmiştir. Buna göre bölgede tarım yapan çiftçilere bilgilendirme toplantıları yapılarak kullandıkları gübre ve diğer kimyasalların miktarları konusunda bilinçlendirilmelidir. Diğer taraftan bilimsel olarak ağır metal ve nitrat, nitrit kirliliğini engelleyici toprak materyalleri ile ilgili araştırmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Akman, Y., Ketenoğlu, O., Evren, H., Kurt, L. ve Düzenli, S., 2000. Çevre Kirliliği, Çevre Biyolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara, 189s.
- Anonim, 1975. Aşağı Büyük menderes Havzası Hidrojeolojik Etütü Raporu. T:C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 1984. İçme Suları, Türk Standartları Enstitüsü, TS 266, 3. Baskı,UDK 663, 7:543, TSE, Ankara,
- Anonim, 1991a. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği Tablo 4, 7 Ocak 1991 tarih 20748 sayılı Resmi Gazete.
- Anonim, 1991b. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği Tablo 5, 7 Ocak 1991 tarih 20748 sayılı Resmi Gazete.
- Anonymous, 1994. FAO, Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage Paper, No:29 Rome.
- Anonim, 2004a. Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 31 Aralık 2004 tarih, 25687 sayılı Resmi Gazete.
- Anonim, 2006. Yaşamin Özü: Su. [<http://www.wwf.org.tr/su/yasamin-oezue-su/>] Erişim Tarihi: 13.09.2008
- Anonim, 2006a. Dünyadan Suyu Dair. [<http://www.wwf.org.tr/su/rakamlarla-su-sorunu/duenyada-su/>] Erişim Tarihi: 13.09.2008
- Anonim, 2006b. Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi. Özel İhtisas Komisyon Raporu.T.C.Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013. Yayın No: DPT2718, ÖİK: 671. 160s., Ankara.
- Anonim, 2006c. Aydın Çevre Durum Raporu 2006. Aydın Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Aydın.
- Anonim, 2006d. **Su Konya Tarım Dergisi**, Sayı 235, Nisan 2006.
- Anonim, 2006e. Tokat Çevre Durum Raporu 2006. Tokat Valiliği Çevre ve Orman İl Müdürlüğü, Tokat.
- Anonim, 2007. Erzincan Çevre Durum Raporu 2007. Erzincan Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Erzincan.
- Anonim, 2008. Devlet Su İşleri 21. Bölge Müdürlüğü 2008 Yılı Durum Raporu.

- Anonim, (13.01.2008a).Türkiye-Nin Su Kaynaklarının Sektörel Bazda Kullanım Durumu (<http://www.volkanderinbay.net/tarimnet/sukaynaklari.asp?konuno=4>], Erişim Tarihi: 24.01.2009.
- Anonim, (24.01.2009). Yeraltı Sularının Özellikleri ve Kalitesi. [http://www.kktcjmd.org/jeokimya_su_kimyasi/pdf/su_kalitesi.pdf] Erişim Tarihi: 24.11.2008.
- Arslan, H., Güler, M., Cemek, B., Demir, Y., 2007. Bafra Ovasında Yer altı Suyu Kalitesinin Sulama Açısından Değerlendirilmesi. **Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi** 4 (2).
- Asri, F.Ö., S. Sönmez ve S. Çıtak, 2007. Kadmiyum Çevre ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. **DERİM** 24 (2): 32–39.
- Atabey E., 2005. Tıbbi Jeoloji. Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, p. 134, Ankara.
- Atalık, A., 2006. Küresel Isınmanın Su Kaynakları ve Tarım Üzerine Etkileri. **Bilim ve Ütopya**, 139: 18-21.
- Aydın, A. ve Sezen, Y., 1995. Toprak Kimyası Laboratuar Kitabı. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Ders Yayınları No:174, Erzurum.
- Aydın, G. Seferoğlu, S.,1999. Aydın Yöresi'nde Kullanılan Bazı Sulama Sularının Bor Konsantrasyonlarının Bitki Beslenmesi Ve Toprak Kirliliği Açısından İncelenmesi. Proje No: TOGTAG-1767, Aydın
- Aydın, G., Atatanır, L., Yorulmaz, A., 2009. Söke Ovasında Uydu Verileri Yardımıyla Toprak Tuzluluğunun Belirlenmesi Ve Tuzluluk Haritalarının Oluşturulması. Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri ZRF 06005, Aydın.
- Ayrancı, Y., 2006. Muğla OrtacaYöresi Sera Sulama Sularının Kalitelerinin Belirlenmesi. **Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi** 20 (39): (2006) 32-36.
- Ayyıldız, M., 1983. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri (2. baskı) A.Ü.Ziraat Fak. Yayınları No:244, Ankara.
- Ayyıldız, M., 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Ders Kitabı 344, Ankara.
- Balkaya, N.,1989. Samsun Bölgesi İncesu-Dereköy Arasındaki Kıyı Ovasında Yeraltısuyu Kirlilik araştırması. OMÜ Fen Bilimleri Ens.Çevre Müh. ABD. Yük. Lis. Tezi.
- Bakaç, M., Kumru, M.N., 2000. Menemen (İzmir) Ovası Su ve Topraklarında Radyoaktivite Araştırması ve Ağır Metal Kirliliği. **ÇEV-KOR** Cilt: 9 Sayı: 35 (2000), 26-30.
- Belluck A.D., Benjamin S.L., 1990.Pesticides and Human Health, **J. Of Env. Health**, 11-13, Jul./Aug.
- Black, C. A. (ed.), 1965, Methods of soil analysis: Am. Soc. Agronomy, Mono. 9, Madison, Wise., 2 vol., 1572 p.
- Black,C.A., 1967. Soil-Plant Relationships John Wiley Sons.Inc.,New York.

- Bouyoucus, G. I., 1951. **A Calibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soils.** *Agronomy Journal* Vo:4, No: 9-434
- Burkart, R. And Kolpin, D. W., 1993. Hydrologic and Land-Use Factors Associated with Herbicides and Nitrate in Near-Surface Aquifers, **Journal of Environmental Quality**, 22,646-656.
- Causape, J., Quilez, D., Aragues, R., 2004. Assesment of Irrigation and Environmental Quality at the Hydrological Basin Level I.Irrigation Quality. *Agricultural Water Management* 70, 1995-209.
- Chapman, H.D., and P.F. Pratt. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. p.1-309. University of California, Division of Agricultural Sciences. USA.
- Çağlar, K. Ü., 1958. Toprak bilgisi. A.Ü.Yayınları, No: 10.
- Çamur, M.Z., Süzen, L., Doyuran, E., 2001. Fethiye Özel Çevre Koruma Alanı Kara Sularının Kalite Değerlendirmesi. *Jeoloji Mühendisliği* 25.
- Çöl, M., Çöl, C., 2003.Environmental Boron Contamination in Waters of Hisarcık Area in the Kütahya Province of Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 41-1417-1420.
- Demirel, Z., 2004. The History and Evaluation of salt water Intrusion into a Coastal Aquifer in Mersin, **Turkey**, **Journal of Environmental Management** Volume 70, Issue 3, March 2004, p 275-282.
- Dişli, M., Akkurt, F., Alicılar, A., 2004. Şanlıurfa Balıklıgöl Suyunun Bazı Kimyasal Parametrelerinin Mevsimlere Göre Değişiminin Değerlendirilmesi. **Gazi Üniversitesi Müh- Mimarlık Fak. Dergisi**, Cilt 19, No.3, 287-294.
- Durmaz, H., Ardiç M, Aygün O, Genli N, 2007. Şanlıurfa ve Yöresindeki Kuyu Sularında Nitrat ve Nitrit Düzeyleri, **Yyü Vet Fak Derg** (2007), 18(1):51-54, Şanlıurfa.
- Eleroğlu, H., Sarıca, M., 2004. Kanatlı Üretiminde İçme Suyu Kalitesi. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Cilt 1:318-324, 1-3 Eylül, SDÜ. Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Isparta.
- Erdin, E., (25.09.2006). Sulama Suyu Sorunlarına Genel Bakış, [<http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/doc144.htm>], Erişim Tarihi: 28.03.2009.
- Evliya, H., 1960. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. A.Ü. Ziraat Yayınları, 36. Ders Kitabı 17. A.Ü. Basımevi.
- Farjood, M. R., Amin, S., 2001. Groundwater contamination by heavy metals in agricultural water resources of the Shiraz area. 52nd IEC Meeting of the International Commission on Irrigation and Drainage. International Workshop on Wastewater Reuse Management, Seoul, Korea, 19-20 September, 2001.
- Finkelman, R.B., Skinner, H. C. W., Plumlee, G. S., Bunnell, J., E., 2001. Medical Geology. *Geotimes*, p. 20-23.
- 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.

- Fresco, L. (11.11.2008). African Water Meeting Seeks To Harmonize Water For Food And Ecosystems, (<http://www.fao.org/newsroom/en/news/2004/51383/index.html>), Erişim Tarihi: 18.01.2009.
- Gidirişlioğlu, A.R. Çakır. H. Tok, H. Ekinci VE O.Yüksel, 1998. Ergene Nehri Ve Kollarının Evsel Ve Endüstriyel Atıklarla Kirlenmesi Ve Toprak Üzerine Etkileri. Köy Hizmetleri Kırklareli Araştırma Enstitüsü Md. Kırklareli, s:308-321.
- Girgin, A., Baş, S., 1995. Söke Ovası'nda Tarımsal Sulama ve Gelenekselleşen Yıkamalar ve Taban Suyu sorunu.
- Girgin, A., Kayam, Y., 2002. Denizli-Sarayköy ve Aydın-Söke Ovalarında Bazı Toprak Sorunları, Tav Suyu ve Yıkama Suyu Uygulamaları. Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması, Geliştirilmesi ve Yönetimi Sempozyumu, Bildiriler kitabı sayfa:668-673, Mustafa Kemal Üniversitesi, 18-20 Eylül 2002, Antakya.
- Gonzalez, M.L., Lopez,D.A., Gatica, C., 2004. Effect of soil-use on deep groundwater quality in Southern Chile. International Journal of Environment and Pollution2004-Vol. 21, No: 3, p 240-252.
- Gualbert, H.P., Essink, O., 2001. Improving fresh Groundwater Supply-Problems and Solutions, Ocean&Coastal Managment 44(2001) 429-449.
- Güler, G. ve Çobanoğlu, Z. 1994. Su Kirliliği. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 12, 113p., Ankara.
- Habashi, F. 1997. Handbook of Extractive Metallurgy, Vol. 2, WILEY-VCH, Germany.
- İleri, B., Gündüz, O., Elçi, A., Şimşek, C., Alpaslan, M.N., 2007. Tahtalı Havzası Yer altı Suyu Kalitesinin Coğrafi Bilgi Sistemi Desteli Değerlendirilmesi. 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Yaşam Çevre Teknoloji 24-27 Ekim 2007, İzmir.
- Jackson, M. L., (1958). Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Kacar, B., 1995. Toprak Analizleri A.Ü. Zir. Fak. Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3 Ankara.
- Kacar, B. ve Katkat, A.V., 1998. Bitki Besleme. 3.Baskı. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın. No:127, S:168-175.
- Kantarci, D., Taşçıoğlu, L.,1984. Alanya Manavgat Yöresindeki Akarsuların Bazı Kimyasal Özellikleri Üzerine İncelemeler. Çevre 84 Sempozyumu. Dokuz Eylül Ün. Müh.-Mim. Fak. Çevre Müh. Bölümü Yayını, İzmir.
- Kanber, R., Kırdı, C., Tekinel. O., 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fak. Ders Kitapları, Yayın No:6, s. 341, Adana.
- Kanber, P., 2007. Aydın İli Bazı Yer Altı Ve Yerüstü Su Kaynaklarının Kirlilik Durumlarının Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Kaplan , M., Sönmez, S., Tokmak, S., 1999. Antalya-Kumluca Yöresi Kuyu Sularının Nitrat İçerikleri. **Tr.J. of Agriculture and Forestry**, 23(1999)309-313.

- Katkat A. V, Başar H, Gürel, S., 2004. İznik Gölü Havzasında Değişik Su Kaynaklarıyla Sulanan Toprakların Ağır Metal İçerikleri, **Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.**, (2004) 18(1): 93-104, Bursa .
- Katkat A. V, Özgüven, N. Ç., 2000. Biga Yöresinde Sanayi Domatesi Yetiştirilen Toprakların ve Sulama Sularının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. **ÇEV-KOR** 2000.Cilt:9, Sayı.34 (2000) 27-30.
- Kaykıoğlu G, Ekmekyapar F. 2005. Ergene Havzasında Endüstriyel İşlem Suyu Olarak Kullanılan Yeraltı Sularının Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, **Araştırma Makalesi, Trakya Univ J Sci**, 6(1): 85-91, 2005, Tekirdağ.
- Kellog, E.C., 1952. Our Garden Soils. The Macmillon Company New York, 92.
- Korkmaz, K., (27.07.2007). Tarım Girdi Sisteminde Azot ve Yarattığı Sorunlar, (<http://www.ziraat.ktu.edu.tr/>) Erişim Tarihi: 18.01.2009.
- Kovancı, i.,1979. Ege Bölgesi Sulama Sularının Bitki Beslemesi Açısından Kimi Nitelikleri ve Kimyasal İçerikleri Üzerinde Bir Araştırma. Ege Üniv. Zir. Fak. Yayınları No:364, Bornova, İzmir.
- Kros, B. C., Hallberg, G. R., Bruner, R. Cherryolmes, K. and Johnson, K. J., 1993. The Nitrate Contamination of Private Well Water in Iowa, **American Journal of Public Health**, 83, 270-272.
- Kurosawa, K., Do Nguyen Hai; Nguyen Huu Thanh; Ho Thi Lam Tra; Tran Thi Le Ha; Nguyen Tat Canh; Egashira, K. 2006. Temporal And Spatial Variations Of İnorganic Nitrogen Levels in Surface And Groundwater Around Hanoi, Vietnam. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 37 (3/4).
- Kumbur H, Özsoy HD, Özer Z (2008) Mersin İlinde Tarımsal Alanlarda Kullanılan Kimyasalların Su Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. **Ekoloji** 17, 68, 54-58.
- Lee, J. Y., Choi, J. C., Lee, K. K., 2005. Variations İn Heavy Metal Contamination Of Stream Water And Groundwater Affected by an Abandoned Lead- Zinc Mine Korea. **Envrinmental Geochemistry and Health**, 27:237-257.
- Loue, A., 1968. Diagnostic Petiolaire De Prospeption. Etud Sur La Nutrition et. La Fertilisation Potasigues De La vigne. Societe Commerciale Des Potasses d'Al sace services Agronomigues, 31-41.
- Mazlum.,N. Mazlum S., 2004, Yeraltı Sularından Nitrat Gideriminde Yeni Gelişmeler. I. Yeraltı Suları Ulusal Sempozyumu. 23-24 Aralık, Konya.
- Mass, E.V., 1990. Crop Salt Tolerance. Agricultural Salinity Assessment and Management Manual. K.K. Tanji (ed.). ASCE, New York. pp 262-304.
- Mulhearn, C.J., 1957. Assessing Suitability of Water For Livestock. Dept. Agric. S. Australia. 61:49-58.
- Munoz, J., 1968. Atomic Absorbption Spectroscopy and Analysis by Atomic- Absorbption Flame Photometry. Elsevier Publishing Company Amsterdam, London, New York.

- Nalbantçılar, M.T., Güzel, M., 2002. Konya Yerleşim Alanı. Yeraltı Suyu Kalitesi ve Kirliliği. **Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi**, Seri A- Yerbilimleri C.19, S.1, s 47-60, Haziran 2002.
- National Research Council, 1984. Nutrient Requirements of Poultry. 8 th ed. National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C.
- Olsen, S. R. and L. A. Dean, 1965. Phosphorus (Ed. C.A. Black) Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy. Inc. Publisher Madison Wisconsin U.S.A. 1965, 1035-1049.
- Olson, O. E., L. B. Embry, M. A. Hoelrosher, R. C. Wahlstrom, C. W. Carlson, L. M. Krista, W. R. Boras and G. F. Gastler, 1959. Salinity and Livestock Water Quality. **South Dakota Agric.Exp. Sta. Bull.** 481.
- Pizer, N. H., 1967. Some Advisory Aspects Soil Potassium and Magnesium. Tech. Bult. N. 14-184.
- Polat, R, Elçi, A, Şimşek, C , Gündüz, O, 2007. İzmir-Nif Dağı Çevresindeki Yeraltı Suyu Nitrat Kirliliği Boyutunun Mevsimsel Değerlendirilmesi, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi Yaşam Çevre Teknoloji 24-27 Ekim 2007, İzmir.
- Provin, T. L ve Pitt, J. L., 2002. Description of Water Analysis Parameters. Soil and Crop Science Department, The Texas A&m University.
- Rhoades, J.D. 1982., Soluble salts. Methods of soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Editors: A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney, 167-179, Winconsin. Vol., 135:67-71.
- 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.
- Saatçı, F., Altınbaş, Ü., Anaç, D. Ve Vural, S. 1988. Melez Çayı (İzmi) İçeriğindeki Bazı Organik ve İnorganik Kökenli Maddeler ile Ağır Metallerin Nitelik ve Nicelik Dağılımları Üzerine Araştırmalar. **Ege Üniv.Dergisi**, 25, 1, 137-151.
- Sağlam, M.T. ve Adiloğlu, A., 1997. Su kalitesi (Genişletilmiş 2. Baskı). Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fak., Yayın No: 230, Ders Kitabı No: 27, Tekirdağ.
- Saldamlı, İ. 1998. Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 527s.
- Salihoğlu, I., 1997. Ülkemizde Su Kaynakları ile İlgili Kuruluş ve Yasalar. Su Kalitesi Yönetimi Semineri Bildiri Kitabı, Ankara, s. 9-18.
- Schlichting, E. and H. P. Blume, 1960. Bodenkundliches Praktikum. P. 209. Series No: 9. ASA Inc. Pub. Madison, Wisconsin. USA. Pp. 1179-1237.
- Selinus O, Alloway B, Centeno JA, Finkelman RB, Fuge R, Lindh U, Smedley P., 2005. Medical Geology. Elsevier, p.115-594.

- Singh, B., Sekhon, G. S, 1978. Nitrate Pollution Of Groundwater From Farm Use Of Nitrogen Fertilizers. A review Agriculture and Environment Volume 4, Issue 3, Pages 207-225
- Soil Survey Staff, 1951. Soil Manuel Washington. D.C. 339-363.
- Sönmez, .S.A., Kaplan, M., 1996. Kumluca ve Finike Yöreleri Sera Sulama Sularının Kalitelerinin Belirlenmesi. **Ak. Ün. Ziraat Fakültesi Dergisi**, Cilt:9, Sayı:1, Antalya.
- Szajdak, L.; Zyczynska-Baloniak, I.; Szczepanski, M. 2006. Efficiency of The Small Pond As A Biogeochemical Barrier To Decrease Different Kinds Of Nitrogen In The Agricultural Landscape. **Polish Journal of Soil Science** 39 (1).
- Şahan, Y. 2003. Süt Ürünlerinde Ağır Metal Kontaminasyonu. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İzmir, 22–23 Mayıs, s.347–3
- Şen, E., 1997. Bursa Yöresi Yeraltı Sularında Nitrat Düzeyi. I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu Kitabı. Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, 1997:341-354
- Tahmasebi, N., Pouragniael, M.J., 2002. An Assessment on Hdrologic Condition in Khorram Abad (West of Iran) Tahmasebi- Pape- 2002- 05- 06.doc.
- Tanrıvermiş, H., 2003. Doğal Kaynaklar Ve Çevre Ekonomisi. A. Ü. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Ders Notları, Ankara.
- Thorne, D.W., Peterson, H.B., 1954. Irrigated Soils. The Blakiston Comp. Inc. Toronto.
- Tokmak, S., Köseoğlu, A. T. 1995. Kumluca ve Finike Yörelinde Azotlu Gübrelerin Çevre Kirliliğine Etkilerinin Belirlenmesi. **Ak. Ü.Zir.Fak. Derg.**, 8, 91-103, 1995.
- Tuna,C.M., 2008. Sulama Sistemleri ve Drenaj.Sulama –Tuzlanma Konferansı Bildirileri, 18. Sıra (12-13 Haziran 2008), 303s,Şanlıurfa.
- Tuncay, H., 1994. Su Kalitesi (I.Basım). Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No:512, İzmir, 243 s.
- Turgut, C., 2002. The Contamination With Organochlorine Pesticides And Heavy Metals in Surface Water in Küçük Menderes River in Turkey, Environment International 986 (2002) 1–4.
- Turgut, C., 2007. Organochlorine Insecticide Residues in Turkish Mineral Waters, **Fresenius Environmental Bulletin**, PSP Volume 16 – No 3, 2007.
- Turgut, C., Gökbulut, C., 2008. Organochlorine Insecticide Contamination Of Bottled Waters In Turkey, **Fresenius Environmental Bulletin**, PSP Volume 17 – No 5, 2008.
- Türkeş, M., 1999. Vulnerability of Turkey to Desertification with Respect to Precipitation Andridity Condition, Ankara.
- Tokaloğlu, Ş., Kartal, Ş., 2002 Chemometrical Interpretion of Lake Waters after Their Chemical Analysis by Using AAS, Fame Photometry and Titrimetric Techniques. **International Journal of Environmental Analytical Journal Chemistry**, Cilt 82, No:5, 291-305.

- 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.,Hakgören, F., Büyüктаş, D., 2006. Eskişehir Sulama Şebekesinde Drenaj Sularının Kirlenme Durumu ve Sulamada Kullanılma Olanaklarının Belirlenmesi. **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 2006, 19(1), 47-58
- Uygan, D., Çetin , Ö. 2004. Bor'un Tarımsal ve Çevresel Etkileri: Seydisuyu Su Toplama Havzası. Agricultural and Environmental Effects of Boron: Seydisuyu Water Deposit .II. Uluslararası Bor Sempozyumu, 23-25 Ey 10 2004 Eskişehir.
- Vàclav, B., Vladimir, P., Jaroslav, S., Jaroslav, U., 1989.Impact Of Diffuse Nitrate Pollution Sources On Groundwater Quality Some Examples From Czechoslovakia. Environmental Health Perspectives Vol. 83, pp. 5–24.
- Varol, F., Bellitürk, K., Sağlam, M.T.,2005. Tekirdağ İli Sulama Sularının Özellikleri. **Tarım Bilimleri Dergisi** 2005, 11(4).
- Varol, S., Davraz, A., Varol, E., 2008. Yeraltı suyu Kimyası ve Sağlığa Etkisinin Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi. **TAF Preventive Medicine Bulletin**; 2008: 7(4): 351-356.
- Viets, F. C. and Lindsay, W.L., 1973. Testing Soils for Zn, Cu, Mn,and Fe Soil Testing and Plant Analysis. Soil Sci. Of Amer. Inc. 133-172, Madison-Wisconsin
- Whipple W., Vanabs D.S., 1990. Principles of Groundwater Strategy, of Water Res. Plan and Man., Vol. 116, No:4, 503-516, Jul./Aug., 1990.
- Wilcox, L.V., 1948. The Quality of Water for Irrigation Use. Tech. Bull., 962, USDA, Washington D.C., pp. 1-40.
- Will, E. and Faust, E.J., 1999. Irrigation Water Quality for Greenhouse Production. Agricultural Extention Service, The University of Tennessee.
- 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.
- Wolf, B. 1974. Improvements in the Azomethin-H Method For The Determination of Boron. Comm.in Soil Science and Plant Analyses 5(1): 39-44.
- World Health Organization Guidelines for Drinking-Water Quality, 2006. Third Edition, p. 221-459, Geneva.
- World Health Organization, 1996. Trace Elements In Human Nutrition and Health, Geneva
- Yahşi, R. 1981. Su ve Toprak Kaynaklarının Kirlenmesi ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğünün Su Kirliliği ile İlgili Çalışmaları. Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı, Bildiriler, Cilt II, 661-679.
- Yıldız, Ö., Ağır, K., 2006. Söke Ovası Sulama Birliği, Söke Ovası Sulaması Taban Suyu Raporu (Ekim 2005-Eylül 2006).
- Yurtsever, E. ve Güngör, Y. 1990. Değişik Tuzluluk Düzeylerindeki Sulama Sularının Toprak Tuzluluşmasına Etkisi. **Doğa Tr. J. Of Agriculture and Forestry** 14: 555-561.

Yuce, G., Özçelik, Ş., Yasin, U. D. 2008. Eskişehir Ovası (Aşağı Porsuk Havzası) Yüzey Ve Yeraltı Su Kaynaklarındaki Kirliliğin Nedenleri Ve Zamansal Değişimi, Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyu ve Kuraklık Konferansı, Konferans Bildiri Özetleri, 11-12 Eylül 2008, Konya.

Zein, F.I., Omar, E.H.; Abd-Allah, M.A.A.; El-Yamani, M.S., 2002. Influence of irrigation water quality on heavy metals content of soils, water table and some crops at the Northern Nile Delta (Egypt), **Egyptian Journal of Soil Science**, 0302-6701, v. 42 (4), 739-750.

ÖZ GEÇMİŞ**KİŞİSEL BİLGİLER**

Adı Soyadı : Serap ÖZTÜRK
Doğum Yeri ve Tarihi : Ağlasun/18.01.1979

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe
Bitkileri Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak
Bölümü

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar

-SCI

-Diğer

b) Bildiriler

-Uluslararası

-Ulusal

c) Katıldığı Projeler

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Muğla Üniversitesi Muğla Meslek Yüksekokulu 2001-2004.

Adnan Menderes Üniversitesi Rektörlüğü Personel Dairesi Başkanlığı 2004, Halen Çalışıyor.