



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KAHRAMANMARAŞ SAĞ SAHİL SULAMA ALANINDA YERALTI
SUYU KALİTESİ VE SULAMADA KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

KAMİL YINANÇ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2013

**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KAHRAMANMARAŞ SAĞ SAHİL SULAMA
ALANINDA YERALTI SUYU KALİTESİ VE
SULAMADA KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

KAMİL YINANÇ

**Bu tez,
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.**

KAHRAMANMARAŞ 2013

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Kamil YİNANÇ tarafından hazırlanan “Kahramanmaraş Sağ Sahil Sulama Alanında Yeraltı Suyu Kalitesi ve Sulamada Kullanılabilirliğinin Araştırılması” adlı bu tez, jürimiz tarafından 03/10/2013 tarihinde oy birliği ile Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Kenan UÇAN (DANIŞMAN)
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

.....

Prof. Dr. Cafer GENÇOĞLAN (ÜYE)
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

.....

Prof. Dr. Ahmet ALP (ÜYE)
Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Anabilim Dalı
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

.....

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. M. Hakkı ALMA

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

KAMİL YİNANÇ

Bu çalışma KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2012/3-10YLS

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

KAHRAMANMARAŞ SAĞ SAHİL SULAMA ALANINDA YERALTI SUYU KALİTESİ VE SULAMADA KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Bu çalışmada Kahramanmaraş Sağ Sahil Sulama alanında yer altı sularının kalite parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda sulama amaçlı kullanılan yeraltı sularının kalitesi belirlenmiş ve sulama suyu açısından sınıflandırılmıştır. Sulama sezonu olarak belirlenen Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım 2012 tarihlerinde çalışma alanını temsil edecek şekilde sulama amaçlı kullanılan 10 adet sondaj kuyusundan her ay su örnekleri alınmıştır. Alınan sulama suyu örnekleri üzerinde EC, pH, Na, Ca, K, Mg, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄, NO₃ ve B analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarından faydalanılarak sulama sularının Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR), Artık Sodyum Karbonat Konsantrasyonu (RSC) ve Yüzde Sodyum (%Na) değerleri belirlenmiştir. Alınan sulama suyu örneklerinin %83'ü C₂S₁ ve %17'si C₃S₁ sulama suyu sınıfı içerisinde yer almıştır. Araştırma alanının genel olarak hafif tuzlanma eğiliminde olduğu ve 9 nolu kuyunun olduğu bölgenin tuzlanma eğiliminin biraz daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Su örneklerinin pH değerleri 7.23 ile 8.76 arasında değişmektedir. NO₃ değerleri, 2.56 ile 132 mg/L arasında değişmektedir. Analizler sonucunda bölgede Nitrat kirliliğinin olduğu belirlenmiştir. Bu duruma yoğun gübre kullanımı, tarım ilaçları ve hayvan artıklarının neden olduğu düşünülmektedir.

**THE RESEARCH FOR UNDERGROUND WATER QUALITY AND
DISPONIBILITY FOR IRRIGATION IN KAHRAMANMARAS SAG SAHIL
IRRIGATION FIELD**

SUMMARY

The aim of this study was to determine some the parameters quality of underground waters in the Kahramanmaras Sag Sahil Irrigation Field. In this scope, underground waters were determined and classified in terms of their qualities for using on irrigation. The water samples were taken from 10 boreholes using for irrigation from the field on each month in the year of 2012 respectively in June, July, August, September, October, and November. A series of analyses made on the samples were taken from boreholes. These analyses are EC, pH, Na, Ca, K, Mg, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄, NO₃ and B. With the illumination of the outcomes of these analyses, Sodium Adsorption Ratio (SAR) the amount of dregs concentration of Sodium Carbonate (RSC) and the percentage of sodium (% Na) were determined. 83% of irrigation waters were classified as C₂S₁, and 17% of them classified as C₃S₁ irrigation waters respectively. The research area generally slight showed tendency of salinization and the region of borehole number 9 is observed that slightly higher tendency of salinization than others. The rate of water samples show between pH 7.23 and 8.76. NO₃ values, 2.56 and 132 mg / L in the range. As a result of the search, the area has Nitrate pollution. This situation thought to be caused due to intensive usage of fertilizers, pesticides, and animal residues.

TEŞEKKÜR

Tez konusu seçiminden başlayarak, tez ile ilgili çalışmalar sonuçlanıncaya kadar her türlü katkılarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Sayın Kenan UÇAN'a, yüksek lisans tezime maddi kaynak sağlayan Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi' ne, tezin hazırlanması sırasında görüşlerinden yararlandığım Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği öğretim üyelerinden Prof. Dr. Sayın Cafer GENÇOĞLAN'a ve Yrd. Doç. Sayın Servet TEKİN'e, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Sayın Ahmet ALP'e, arazi çalışmalarım sırasında yardımcı olan Kahramanmaraş Kartalkaya Sağ Sahil Sulama Birliği personeline, desteklerinden dolayı Orman ve Su İşleri Bakanlığı Müsteşar Yrd. Sayın Mehmet Bahaettin KAPTAN'a, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Sayın Belgin ÇAKMAK'a, Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi Başkan Yrd. Sayın Mustafa UZUNLAR'a, Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon Müdürü Sayın Fatih ŞEKER'e, Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi Mercimektepe İçme Suyu Tesisleri Motopomp Şefi Sayın Ali Kemal KEMALOĞLU'na, Motopomp Ustabaşı Sayın Ferahi SOLAK ve diğer çalışma arkadaşlarıma, Kahramanmaraş Valiliği Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü personeline, tezin hazırlanması sırasında emeği geçen Taha KIR'a ve emeği geçen tüm arkadaşlarıma çok teşekkür ederim. Yüksek Lisans öğrenimim boyunca her adımda beni destekleyen aileme ve Mukaddes KALKAN'a teşekkür eder, en derin saygı ve sevgilerimi sunarım.

Kamil YINANÇ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
SUMMARY	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3. MATERYAL VE METOT	8
3.1. Materyal	8
3.1.1. Araştırma alanı hakkında genel bilgiler	8
3.1.1.1. Konum	8
3.1.1.2. Jeolojik yapı	9
3.1.1.3. İklim özellikleri	9
3.1.1.4. Toprak özellikleri	10
3.1.1.5. Tarımsal yapı ve üretim	11
3.1.1.6. Hidrolojik özellikler	11
3.1.1.7. Kartalkaya Barajı'nın özellikleri	12
3.1.1.8. Ölçümlerde kullanılan cihazlar	14
3.2. Metot	16
3.2.1. Yeraltı kuyuları hakkında bilgi	16
3.2.2. Yeraltı kuyularının su seviyelerinin ölçülmesi	18
3.2.3. Yeraltı suyu örneklerinin alınması ve saklama koşulları	18
3.2.4. Sulama suyu örneklerinde yapılan analizler	19
3.2.5. Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler	22
3.2.5.1. pH	22
3.2.5.2. EC ve SAR	22
3.2.5.3. Yüzde sodyum (%Na)	24
3.2.5.4. Artık sodyum karbonat miktarı (RSC)	25
3.2.5.5. Katyonlar ve anyonlar	25

3.2.5.6. Bor ve nitrat	27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	29
4.1. pH	36
4.2. EC ve SAR.....	36
4.3. Yüzde Sodyum (%Na).....	39
4.4. Artık Sodyum Karbonat Miktarı (RSC)	39
4.5. Katyonlar ve Anyonlar	39
4.6. Bor ve Nitrat	40
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	43
KAYNAKLAR.....	45
ÖZGEÇMİŞ.....	49

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrat derece
da	: Dekar
EC	: Elektriksel iletkenlik
ha	: Hektar
km	: Kilometre
m	: Metre
me/L	: Miliekivelan/Litre
mg/L	: Miligram/Litre
mm	: Milimetre
nm	: Nanometre
ppm	: Milyonda bir kısım veya litrede miligram
SAR	: Sodyum adsorbsiyon oranı
µmhos /cm	: Mikromhos/Santimetre

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1. Araştırma alanı (Anonim, 2012b)	8
Şekil 3.2. Kartalkaya Barajı.....	12
Şekil 3.3. Hach Lange DR 5000 UV-VIS spektrofotometre	14
Şekil 3.4. Flame photometre	15
Şekil 3.5. pH-EC metre	15
Şekil 3.6. Kuyumetre	16
Şekil 3.7. Örneklerin alındığı kuyuların yerleri (Anonim, 2012d).....	17
Şekil 3.8. 5 nolu kuyu.....	18
Şekil 3.9. 1 nolu kuyu.....	19
Şekil 3.10. SAR ve EC değerlerine göre sulama suyu sınıflandırmasında kullanılan değiştirilmiş USSSL abağı (Kanber ve Ünlü, 2010).....	24
Şekil 4.1. Kuyularda aylara göre pH değişimi.....	36
Şekil 4.2. Kuyularda aylara göre EC değişimi	37
Şekil 4.3. Kuyularda aylara göre NO ₃ değişimi.....	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1. Kahramanmaraş ilinin meteorolojik iklim verileri (Anonim, 2012b).....	10
Çizelge 3.2. Araştırma alanında yetiştirilen ürünlerin ekim alanları (Anonim, 2012c).....	11
Çizelge 3.3. Kartalkaya Barajı'nın teknik özellikleri (Anonim, 2008)	13
Çizelge 3.4. Araştırma alanı sulama kuyuları hakkında bilgiler	17
Çizelge 3.5. %Na sulama suyu sınıflandırması (Scofield, 1936)	25
Çizelge 3.6. RSC sınıflandırması (Eaton, 1950)	25
Çizelge 3.7. Klor ve sülfat sınıflandırması (Scofield, 1936).....	27
Çizelge 3.8. Bitki dayanıklılıklarına göre bor sınıflandırılması (Scofield, 1936)	28
Çizelge 3.9. Nitrat sınıflandırması (Ayers ve Westcot, 1989)	28
Çizelge 4.1. Araştırma alanındaki farklı kuyulardan alınan sulama suyu analiz sonuçları (15 Haziran, 2012).....	30
Çizelge 4.2. Araştırma alanındaki farklı kuyulardan alınan sulama suyu analiz sonuçları (15 Temmuz, 2012)	31
Çizelge 4.3. Araştırma alanındaki farklı kuyulardan alınan sulama suyu analiz sonuçları (15 Ağustos, 2012)	32
Çizelge 4.4. Araştırma alanındaki farklı kuyulardan alınan sulama suyu analiz sonuçları (15 Eylül, 2012).....	33
Çizelge 4.5. Araştırma alanındaki farklı kuyulardan alınan sulama suyu analiz sonuçları (15 Ekim, 2012).....	34
Çizelge 4.6. Araştırma alanındaki farklı kuyulardan alınan sulama suyu analiz sonuçları (15 Kasım, 2012).....	35
Çizelge 4.7. Kültür bitkilerinin tuza göreceli dayanma dereceleri (Maas, 1986).....	38
Çizelge 4.8. Araştırma alanı nitrat değerleri	41

1.GİRİŞ

Yeraltı suyu, yağış olarak yeryüzüne düşen veya yeryüzünde bulunan suların yerçekiminin etkisiyle yerin altına sızıp orada birikmesi ile oluşan sulardır. Yeraltı suyunun oluşabilmesi için beslenme ve depolanma koşullarının uygun olması gerekir. Depolanma koşulları; yüzeyin eğimine, bitki örtüsüne ve yüzeyin geçirgenlik özelliğine bağlıdır.

Yeryüzündeki su kaynaklarının yaklaşık olarak %99.4 ($1.4 \times 10^9 \text{ km}^3$)'lük bölümü yerüstü, %0.6'sı yeraltı suyudur. Yerüstü su kaynaklarının %97'si tuzlu; deniz suyu olup, tatlı yerüstü suyu, toplam su kaynaklarının sadece %2'sini oluşturur. Toplam tatlı su kaynaklarının %78'i yerüstü, %22'si yeraltı suyudur. Ancak yerüstü su kaynaklarının çok önemli bir bölümü, toplam tatlı su kaynaklarının %77'si, kutuplar ve diğer bölgelerde buz formunda bulunmaktadır. Böylece sulama, içme-kullanma ve endüstriyel amaçlarla gereksinim duyulan suyun, %0.3'ü göller ve %0.003'ü akarsularda olmak üzere, çok az bir bölümü yerüstü su kaynaklarında bulunmaktadır. Buna karşılık, %22 ($9 \times 10^6 \text{ km}^3$) gibi çok önemli bir oranla yeraltı suyu olarak tüketilebilecek durumdadır (Bear ve Cheng, 1999).

Tükenme tehdidi altında bulunan kıt kaynaklar içerisinde toprak varlığı ile birlikte bir ülkenin zenginliğinin temelini oluşturan su kaynakları potansiyelinin bilinmesi ve korunması ile ilgili çalışmaların yapılması hayati önem taşımaktadır. Dünyada artan nüfusa karşılık, su kirliliği ve iklim değişikliği nedeniyle içilebilir ve kullanılabilir su kaynakları gün geçtikçe azalmaktadır. Bu nedenle yüzeysel su kaynaklarının korunması kadar yeraltı su kaynaklarının korunması, statik su seviyelerinin düzenli olarak ölçülmesi ve kalite parametrelerinin ortaya konulması gerekmektedir.

Ülkemizde yıllık ortalama yağış yaklaşık 643 mm olup, yılda ortalama 501 milyar m^3 suya karşılık gelmektedir. Bu suyun 274 milyar m^3 'ü toprak ve su yüzeyleri ile bitkilerden olan buharlaşma yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m^3 'lük kısmı yeraltı suyunu beslemekte, 158 milyar m^3 'lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar m^3 'lük suyun 28 milyar m^3 'ü pınarlar tarafından yerüstü suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca, komşu ülkelerden ülkemize gelen yılda ortalama 7 milyar m^3 su bulunmaktadır. Bu sayede ülkemizin brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 milyar m^3 olmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 41 milyar m^3 su da dikkate alındığında, ülkemizin toplam yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 milyar m^3 olarak hesaplanmıştır. Ancak, günümüz teknik ve ekonomik şartları

çerçevesinde, çeşitli amaçlara yönelik olarak tüketilebilecek yerüstü suyu potansiyeli yurt içindeki akarsulardan 95 milyar m³, komşu ülkelerden yurdumuza gelen akarsulardan 3 milyar m³ olmak üzere yılda ortalama toplam 98 milyar m³'tür. 14 milyar m³ olarak belirlenen yeraltı suyu potansiyeli ile birlikte ülkemizin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m³ olmaktadır (Anonim, 2013).

Küresel yerüstü su kaynaklarında görülen kirlenme ve azalma, su gereksinmesinde nüfus artışı ve teknolojik gelişme sonucu meydana gelen artma, yeraltı su kaynakları üzerindeki baskıyı arttırmaktadır. Bugün yeryüzünde kullanılan suyun büyük bir kısmı yeraltı su kaynaklarından sağlanmaktadır. Dünya'nın, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerinde yakın gelecekte ortaya çıkması beklenen su krizi, yeraltı su kaynaklarının sürdürülebilir kullanım ve yönetimini zorunlu kılmaktadır (Kukul, 2000).

Suların kirlenmesi kirletici kaynaklar açısından incelendiğinde üç kaynaktan bahsedilebilir. Bunlar: Evsel atıklar, endüstriyel atıklar ve tarımsal atıklardır. Sulama alanında yoğun bir tarımsal faaliyetin yapılması dolayısıyla yoğun gübre ve ilaç kullanımı yeraltı sularını yoğun olarak kirlettiği düşünülecek olursa, mevcut yeraltı ve yüzey su kaynaklarının korunması ihmal edilmeyecek bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır.

Araştırma alanı olarak seçilen Kahramanmaraş Sağ Sahil ekim alanı brüt 8400 hektar olup, sulama birliği tarafından su verilen alan 7175 hektardır. Sulama için alanda yüzey su kaynaklarının yetersiz olmasından dolayı, bölge çiftçileri sulama suyu ihtiyacını kendi imkanlarıyla açmış oldukları kuyularından sağladıkları gözlemlenmiştir. Çiftçilerin kendi imkanlarıyla açmış oldukları kuyularla suladıkları alan, 975 hektardır. Bazı alanların sulanmaya ihtiyaç duyulmadığı, su ihtiyacının tamamen yağışlarla karşılandığı ve bir kısım toprakların ise nadasa bırakıldığı gözlemlenmiştir. Sulanmayan ve nadasa bırakılan alan 250 hektardır (Anonim, 2012a).

Bu çalışmanın temel amacı; Kahramanmaraş Sağ Sahil sulama alanında sulama suyu olarak kullanılan yeraltı sularının sulama suyu kalitesini belirlemek ve bu suların sulamada kullanılabilirliğini belirlemektir. Bu çalışmanın araştırma alanında yetiştirilen ürünlerde daha fazla verim almak için gerekli olduğu, uzun vadede toprak yapısını iyileştirmede ve tarımın devamlılığını sağlamada katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda araştırma alanında, Haziran-Kasım 2012 sulama sezonu boyunca belirlenen 10 adet kuyudan, ayda bir kere alınan su örnekleri laboratuvar ortamında analiz edilmiş ve sulamada kullanılabilirliği açısından sınıflandırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Doyuran (1983), Erzin ve Dörtüol ovalarında akiferin değişik beslenme ve boşalım koşulları karşısındaki davranışını ve mevcut yeraltısuyu işletme çalışmalarını incelemek amacı ile yedi adet gözlem kuyusuna ait hidrografları yorumlamıştır. Kuyu hidrografları, kurak ve yağışlı yıllarla çok iyi bir uyum göstermektedir. 1974 yılında başlayan yoğun sulama pompalarına rağmen Erzin ovasının yeraltısı rezervinde önemli bir değişiklik görülmemiştir. Yağışlı yılların başlangıcı olan 1976 yılından itibaren yeraltı su düzeyinde sürekli yükselmeler kaydedilmiştir. 1974-1978 yılları arasında bu yükselmeler Erzin ovasında ortalama 10 m, Dörtüol ovasında ise 4 m dolayındadır. Erzin ovasındaki mevcut yeraltısuyu işletme uygulaması genelde yeterli olup, Dörtüol ovasında ise, uzun vadede, yeraltısı düzeyinde genel bir düşüm ve arzu edilmeyen tuzlu girişim sorunlarının bekleneceğini söylemiştir.

Yurtsever ve Sönmez (1992), sulama sularının kalitesinin belirlenmesinde yalnızca suyun kimyasal analizlerini yapmanın yeterli olmadığını, aynı zamanda bu suların kullanılacağı ortam koşullarının da dikkate alınması gerektiğini bildirmişlerdir. Bir sulama suyunun kalitesinin sulama için uygun olup olmadığını belirlerken; toprak özellikleri, iklim özellikleri, uygulanacak sulama yöntemi, drenaj yeterliliği, taban suyu düzeyi ve bitkinin tuza dayanıklılığı gibi faktörlerin göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmişlerdir.

Uçan (1998) tarafından Kahramanmaraş sulama projesi ele alınmış ve ovanın sulanması için yapılmış tesislerden optimum biçimde yararlanmaya ilişkin seçeneklerin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaca uygun olarak su kullanım randımanlarının artırılması yönünden su iletim sistemlerinin geliştirilmesi, tarla içi su dağıtım sistemlerinin düzenlenmesi ve su dağıtım performansının belirlenmesine ilişkin ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda sulama kanallarında su iletim randımanı ortalama %91,04 ve su uygulama randımanı ise ortalama %52 bulunmuştur. Sulama sisteminde performans yönünden istenen seviyeye gelinmemiştir. Bunun için hedef ve kaynak kullanımını etkin kılacak yeni kurumsal düzenlemelere gerek olduğu saptanmıştır. Ayrıca doğrusal programlama yönteminden yararlanarak bitkilerin optimum sulama alanları ve bitki desenlerinin saptanması, sulama yönetimi, proje ekonomisi ve su ücretleri konuları incelenmiştir. Kahramanmaraş sulama projesinin Sağ Sahil I. Kısmı araştırma alanı olarak seçilmiştir. Proje alanında optimum bitki deseni doğrusal programlama tekniğine göre

QSB bilgisayar yazılımı ile belirlenmiş, sulama yönetimi CROPWAT bilgisayar yazılımı ile değerlendirilmiş ve projenin ekonomik analizi DASI bilgisayar yazılımına göre yapılmıştır.

Çelik ve ark. (1998), Kahramanmaraş ilinde içme ve kullanma suyu ihtiyacını tespit etmişlerdir. Yapılan ön incelemede İl'de tüketilen suyun % 80'inin konutlarda tüketildiği anlaşılmıştır. Bu nedenle yerleşim merkezlerinde su tüketimine etki eden genel faktörlerin yanında, İl'de konutsal su tüketimine etki eden diğer faktörlerin de tespiti kararlaştırılmıştır. Bu amaçla, İl'de bir anket çalışması yapılmıştır. Yapılan anket çalışması doğrultusunda, çoklu regresyonla, l / kişi / gün ve l / aile / gün su tüketim değerleri bağımlı değişken, buna bağlı su tüketimini etkileyen faktörler bağımsız değişken alınarak su tüketim sonuçları elde edilmiştir. Bunun yanında, İl'deki su tüketimini etkileyen faktörler ayrı ayrı ele alınıp geçmiş yıllardaki su tüketimi regresyon yöntemi ile incelenmiş ve İl'in 40 yıl sonraki su ihtiyacı hesap edilmeye çalışılmıştır. Hesap edilen bu su ihtiyacının hangi kaynaklardan temin edilebileceği konusunda da öneriler getirilmiştir.

Nalbantçılar (2002), Konya yerleşim alanındaki yeraltı suyunun mevsimsel olarak seviye değişimi, akım yönleri, kimyasal nitelikleri, kalitesi ve kirlilik durumu ortaya koyarak, kirlenici unsurları belirlemiştir. Hidrojeolojik parametreler ve Coğrafi Bilgi Sistemleri metotları yardımıyla, çalışma alanındaki yeraltı suyunun kirlenebilme olasılığı ortaya konulmuş ve kirlenme açısından riskli bölgeler belirlenmiştir. Araştırma alanında endüstriyel çalışma alanları, katı atık sahası ve litolojik özelliklerden kaynaklanan kirlilik nedeni ile yeraltı su kalitesi olumsuz etkilenmektedir. Bedir, Aydınlikevler ve Musallabağları yörelerindeki Al, Cd, Cr, Ni ve Zn kirliliği endüstriyel çalışmalardan, Çimenlik ve Yanıkcami dolaylarındaki Al, As, Co, Cr, Cu, Li, Ni, Pb ve Zn kirliliği katı atık sahasından, Karatay'ın doğusundaki kesimlerde izlenen SO₄, Mg ve Cl kirliliği ise litolojik özelliklerden kaynaklanmaktadır. Kirlenebilirlik modellemesinde kullanılan DRASTIC metodunda, hidrojeolojik parametreler esas alınarak hazırlanmış kirlenme potansiyeli haritalarına göre, en fazla kirlenme risli taşıya yerlerin Konya yerleşim alanının kuzey, batı ve güney kesimlerindeki lokal alanlar ile doğu ve güneydoğu kesimlerindeki geniş alanlar olduğu belirtmişlerdir.

Gündoğdu (2004), sulama proje alanlarının sürekliliğinin, sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla izleme ve değerlendirme çalışmalarının yapılması gerektiğini söylemiştir. Sulama proje alanlarında ve değerlendirme çalışmalarında, taban suyu seviyesi

ve taban suyu tuzluluk değerlerindeki değişimler önemli bir yer tutmaktadır. Bu değerler, aynı zamanda sulama projelerinin çevresel etkisinin araştırılmasında da kullanılmaktadır.

Alp ve ark. (2008), Sır Baraj Gölü'nde su kalitesine ait bazı parametrelerin zamansal değişimi, bölgesel değişimi ve Evsel Kaynaklı Kirliliğin Etkileri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Ceyhan Nehri'nin yüzey suyu kalitesini fizikokimyasal yönden tanımlamak ve sınıflamak, bölgeler arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları tespit etmek, risk altında olan bölgeleri belirlemek ve kirlilik kaynaklarını tespit etmek amacıyla; 2005 yılının Nisan, Ağustos ve Kasım aylarında, Ceyhan Nehri'nde seçilen 31 farklı istasyondan su örnekleri alınmıştır. Bunlardan 17 adedi akarsu sistemlerinden, 14 adedi ise baraj göllerinden seçilmiştir. Sonuçta Üç aylık ortalamalara göre özellikle EC, DO, N-NH₃, N-NO₂, N-NO₃, O-PO₄ ve Na değerleri bazı bölgeler için oldukça yüksek çıkmıştır. Sır Barajı 2. ve 3. istasyonlarda, Erkenez Çayı 2. İstasyonda kirlilik parametreleri yüksek seviyede bulunmuştur. Erkenez 2, Sır Barajı 2 ve 3. istasyonlarda aşırı seviyede kirlilik söz konusudur. Bu istasyonlarda su kalitesi 4. gruba girmektedir. Erkenez 2 de kirlilik endüstriyel ve evsel, Sır Barajı 2 ve 3. istasyonlardaki ise doğrudan K.Maraş'ın kanalizasyonu ile ilgilidir. Ceyhan Elbistan çıkışı ve Pınarbaşı'nda ise evsel ve rekreasyonel kirlilik olduğu tespit edilmiştir.

Çetin (2005), Manisa Alaşehir Ovası yeraltı suyu kalitesi ve sulamada kullanılabilirliği üzerine bir çalışma yapmıştır. Yeraltı kuyu suları ile sulanan ova toprakları araştırma alanı olarak seçilmiştir. Araştırma alanı üç bölgeye ayrılmıştır. Her bölgeden rastgele seçilen 3 adet yeraltı suyu kuyusundan alınan sulama suyu örnekleri 2004 yılı sulama mevsimi boyunca analiz edilmiştir. Sulama suyu kalite kriterleri esas alınarak analiz edilen bu su örnekleri, hem bölgeler olarak kendi aralarında hem de Avşar Barajı suyu ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonunda yeraltı kuyu suları ile sulanan 3. bölge topraklarının tuzlanma riskinin diğerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Güllüoğlu (2006), Harran Ovası yeraltı suyu kalitesinin araştırılması üzerinde bir çalışma yapmıştır. Modern tarımın uygulandığı ovada yeraltı sularının sulamalar sonucu ne derece etkilendiğini belirlemek amacıyla, 9 aylık bir periyotta ovanın genelini temsil edecek 24 ayrı numune kuyusu belirlenmiş ve bu kuyulardan her ay numune alınmış ve bu numunelerde laboratuvar ve arazide Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, K⁺, Cl⁻, SO₄⁻², HCO₃⁻, NO₃, toplam kation, toplam sertlik, kalsiyum karbonat sertliği, magnezyum karbonat sertliği, pH, EC, çözünmüş oksijen, sıcaklık, TDS, bulanıklık, SAR, RSC, %Na, toplam anyon ve toplam iyon parametrelerinin analizi yapılmıştır. Bu analizlerin sonucunda sulama ve içme suyu

açısından; Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, TS 266, WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ve EU (Avrupa Birliği) normlarına göre karşılaştırılmıştır. Ayrıca, Schoeller, Piper, Wilcox, ABD Tuzluluk ve Schoeller yarı logaritmik diyagramlarına göre suların hidrokimyasal fasiyes sınıflandırılması ve sulama suyu açısından sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir

Akın ve Akın (2007) tarafından suyun önemi, Türkiye' de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği üzerinde bir araştırma yapılmıştır. Ülkemizdeki yıllık ortalama potansiyeli ve topoğrafik olarak oluşturulan 26 su havzasının bulunduğu yerler ile yıllık su potansiyelleri mevcut verilerden yararlanılarak gözden geçirilmiştir. Türkiye, kişi başına yıllık 1555 m³ su tüketimiyle su azlığı çeken bir ülke konumundadır. Ülkemizde nüfusun hızlı artışı, sanayileşmenin büyümesi, tarımda gübre ve ilaç kullanımının yaygınlaşması ve çevre bilincinin yeterince yerleşmemesi gibi nedenlerle mevcut yüzey ve yeraltı sularının bazılarında aşırı kirlenmeler saptanmıştır. Öyle ki bazı havzaların yüzey sularında 4. dereceden kirlenmiş sular bulunmaktadır. Bunlardan, Meriç-Ergene, Marmara, Sakarya, Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes, Burdur ve Akarçay (Afyon) havzalarında bulunan çay, nehir ve göllerde aşırı kirlenmeler tespit edilmiştir. Kirlenmeler azot, fosfor, kalsiyum, organik maddeler, kurşun, çinko, krom gibi kirleticiler tarafından meydana gelmektedir. Bazı su havzalarında, aşırı ağır metal kirlenmelerine bile rastlanmaktadır. Su azlığı çeken bir ülke konumunda olan Türkiye'nin yüzey ve yeraltı sularında günümüzde gözlenen kirlenmeler, sağlık için büyük sorunlar yarattığı gibi, suyun oluşturduğu yaşam alanlarında yaşamı olanaksız hale getirmektedir. Ülkemizdeki suların kirlenmesi bu şekilde devam ederse, 25-30 yıl sonra yarattığı sorunların geri dönüşümünün olanaksız duruma dönüşeceğini belirtmişlerdir.

Arslan ve ark. (2007) tarafından Bafra Ovası Sağ Sahil Sulama alanında sulama amaçlı kullanılan yeraltı sularının kalitesinin belirlenmesi amacıyla Haziran, Temmuz ve Ağustos 2005 tarihlerinde sulama amaçlı kullanılan 10 adet sondaj kuyusundan örnekler alınmış ve örnekler üzerinde EC, pH, Na, Ca, K, Mg, CO₃, HCO₃, CL ve SO₄ analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarından faydalanılarak sulama sularının Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) ve Artık Sodyum Karbonat Konsantrasyonu (RSC) değerleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda kuyulardan 1 tanesinin sulama suyu kalitesinin yüksek tuzlu düşük sodyumlu, 2 tanesinin yüksek tuzlu orta sodyumlu, 1 tanesinin çok yüksek tuzlu orta sodyumlu, 1 tanesinin yüksek tuzlu orta sodyumlu ve 5 tanesinin ise çok yüksek tuzlu çok yüksek sodyumlu olduğu belirlenmiştir. Klor bakımından ise 1 tane kuyunun sorun içermediği, 2 tanesinin orta duyarlı bitkilerin sulanmasında ve 7 tanesinin ise dayanıklı

bitkilerin sulanmasında kullanılabileceği belirlenmiştir. Su örneklerinin pH değerleri 6.6 ile 8.3 arasında değişmekte olup, 5 ve 6 nolu kuyuların RSC değeri 2.5 den yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlara göre 5 ve 6 nolu kuyulardaki suların sulamada kullanılmasının sakıncalı olduğu belirlenmiştir.

Yıldıztekin (2007) tarafından Muğla Karabağlar yöresi kuyu sularından 4 mevsim boyunca, 20 farklı noktadan su örnekleri alınmıştır. Karabağlar yöresinde rastgele seçilmiş kuyu sularında kış mevsiminde alınan su örneklerinin % 50'si C_2S_1 ; % 50'si C_3S_1 ; ilkbahar mevsiminde % 40'ı C_2S_1 ; % 60'ı C_3S_1 ; yaz mevsiminde %35'i C_2S_1 ; % 65'i C_3S_1 ; sonbahar mevsiminde ise % 30'u C_2S_1 ; % 70'i C_3S_1 sulama suyu sınıfı içerisinde yer almaktadır. Bu bölge kuyularından alınan su örneklerin de hafif bir tuzlanma eğilimi saptanmıştır. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde bu eğilimin artışı kaçınılmaz olacaktır. Mevsimsel olarak alınan su örneklerinde, analizleri yapılan ağır metal ve iz elementlerden Cd, Co, Ni, Pb, Cu, Fe ve Mn konsantrasyonlarının 4 mevsimde de izin verilen maksimum sınır değerlerini aşmadığı görülmektedir. Al konsantrasyonu 4 mevsim boyunca 4 ve 6 nolu kuyular dışında izin verilen maksimum sınır değerini aşmamıştır. Cr konsantrasyonu bakımından değerlendirildiğinde, 6 ve 10 nolu kuyularda Cr konsantrasyonu yönünden 3. sınıf kalitede olduğu ve izin verilen maksimum sınır değerini aşmadığı belirlenmiştir. Zn konsantrasyonu ise 7, 11, 15 ve 17 nolu kuyularda izin verilen maksimum sınır değerini aşmıştır. Nitrat iyonu değeri 3, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 ve 19 nolu kuyularda sorun oluşturabileceği için izlemeye alınmalıdır. Bor konsantrasyonları yönünden araştırma alanındaki tüm kuyu suları 1. sınıf sulama suyu özelliğinde olduğu belirtilmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

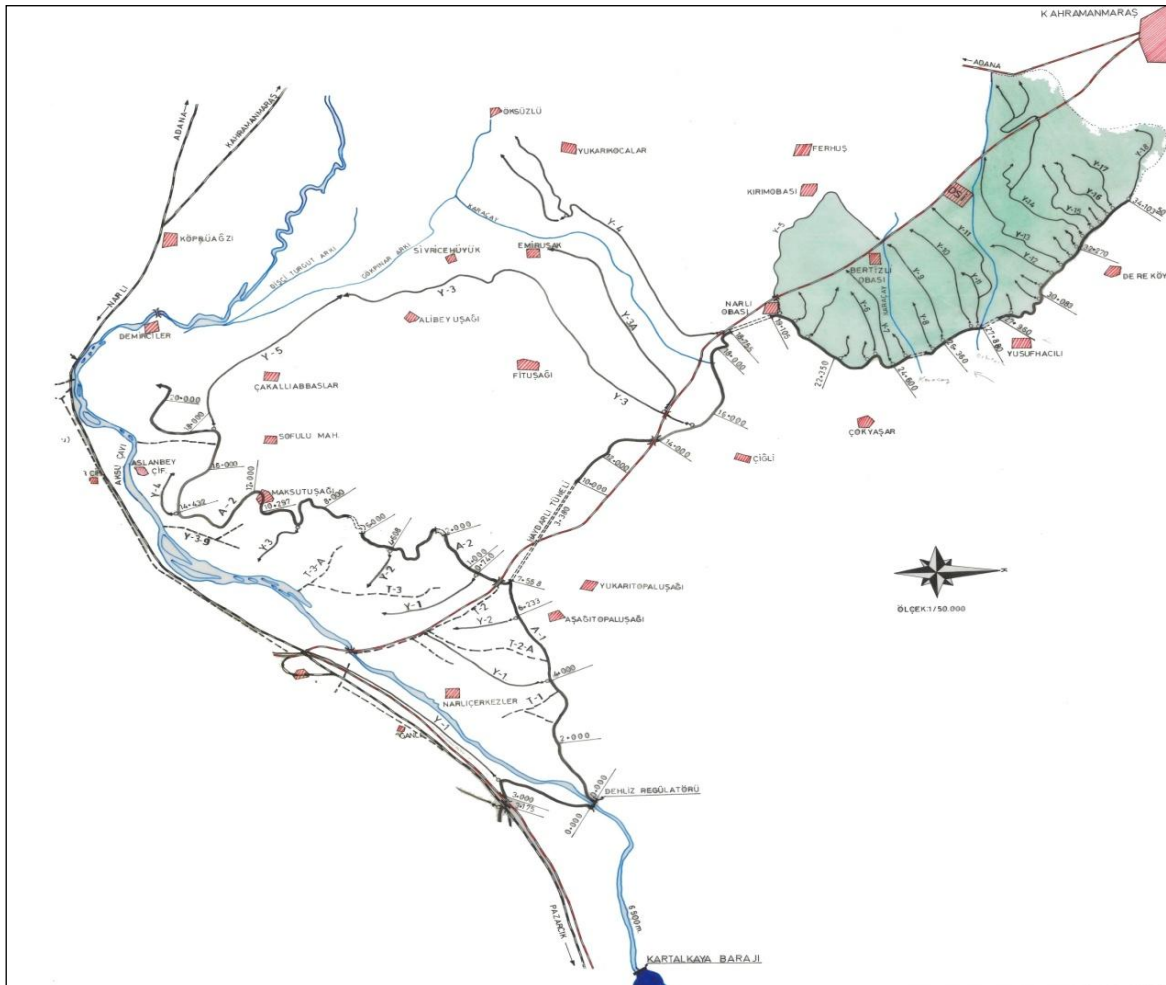
3.1. Materyal

Bu bölümde araştırma alanı ve ölçümlerde kullanılan cihazlar hakkında genel bilgiler verilmiştir.

3.1.1. Araştırma alanı hakkında genel bilgiler

3.1.1.1. Konum

Araştırma alanı olan Kahramanmaraş Kartalkaya Sağ Sahil Sulama alanı $37^{\circ} 21'$ - $37^{\circ} 35'$ kuzey paralelleri ve $36^{\circ} 50'$ - $37^{\circ} 15'$ doğu boylamları arasında, Kahramanmaraş ilinin merkezinin güneydoğu kısmında yer almaktadır. Denizden yüksekliği ortalama olarak 550 m'dir. Araştırma alanı Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırma alanı (Anonim, 2012a)

3.1.1.2. Jeolojik yapı

Çalışma alanında genellikle Kuaterner yaşlı yeni alüvyonlar bulunmaktadır. Çalışma alanının güney ve kuzey bölgelerinde ise Üst Jura-Üst Kretase yaşlı Koçali Karmaşığı yer almaktadır. Koçali Karmaşığı, yaygın mostraları görülen çok çeşitli köken ve fasiyesteki kayaçların tektonik ilişkili bulunduğu bir birimdir. Ultrabazikler, volkanikler ve sedimanterlerden oluşan birim düzensiz bir içyapı sunar. Çalışma alanındaki birimde serpantinler ve diğer ultrabazikler hakimdir. Serpantinler genellikle koyu yeşil-mavimsi, siyah renkli, ayrılmış yüzeyleri kahverengi, sert köşeli, düzensiz eklemli ve çatlaklıdır. Cilalı ve parlak yüzeyi vardır. Birimin yaşı Üst Jura-Üst Kretase olarak yorumlanmaktadır. Bu karmaşığın, altında ve üstündeki tüm birimlerle olan sınırı tektoniktir. Alüvyonlar inceleme alanında en genç birimleri temsil eder. Genellikle çakıl, kum ve kilden ibarettir. Birimler birbirleriyle yanal ve düşey geçişlidir. Belirli bir tabakalanma yoktur. Gözenekli ve geçirimli bir yapıya sahiptir. Üzerine geldiği birimleri diskordans ile örter (Korkmaz, 2001).

Çalışma alanını da içine alan Kahramanmaraş Havzası Ölü Deniz fay hattı ve Doğu Anadolu Fay hattının kesiştiği bir alanda yer alır. Bu nedenle havza bu iki fay hattının etkisi altında kalmıştır. Arap levhasının Anadolu levhası ile çarpışması sonucu allohton birimler Üst Kretasede bölgeye yerleşmişlerdir. Bu dönemde Üst Miyosene kadar devam eden sıkışma bindirme faylarını, kıvrımlanmaları ve bunun yanı sıra Ölü Deniz fay hattı ve Doğu Anadolu Fay Zonu gibi iki önemli fay zonunu oluşturmuştur. Orta miyosende devam eden sıkışma nedeniyle açılma faylarından bazaltlar yüzeye çıkmıştır. İnceleme alanının güneyinden geçen Doğu Anadolu fayzonu bölgeyi sürekli risk altında bırakmaktadır (Korkmaz, 2001).

3.1.1.3. İklim özellikleri

Akdeniz bölgesinde yer alan araştırma alanı, akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı bir iklime sahiptir. Ancak Akdeniz iklimi sahada etkisini biraz bozulmuş halde gösterir. Yazları çok sıcak geçmektedir. En fazla yağış ise kış aylarında düşmektedir. Donlu gün sayısı yıl içerisinde 30 günü bulmaktadır. Ortalama kar yağışları çok az olup, karın yerde kalma süresi 5-7 günü geçmez. En düşük sıcaklık ortalaması Ocak ayında görülürken, en yüksek sıcaklık ortalaması Temmuz ayında görülmektedir. 2012 yılına ait ortalama rüzgar hızı 1.4 m/sn' dir.

Kahramanmaraş Meteoroloji Gözlem istasyonu 2012 yılına ait yıllık ve 1960-2012 yıllarına ait uzun yıllık meteorolojik veriler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kahramanmaraş ilinin meteorolojik iklim verileri (Anonim, 2012b)

Meteoroloji Elemanları	Rasat Yılı	Aylar												Yıllık
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama Sıcaklık (°C)	2012	3.9	4.1	8.6	17.7	19.9	27.9	30.5	29.9	27.0	21.3	13.9	7.3	17.7
	1960-2012	4.8	6.3	10.5	15.3	20.3	25.1	28.3	28.4	25.1	19	11.7	6.7	16.8
Toplam Yağış (mm)	2012	325.0	199.1	64.8	59.6	41.3	13.0	0	0	0	50.1	104.3	299.1	632.2
	1960-2012	128.8	114.2	96.6	74.8	39.7	6.5	1.1	0.8	6.6	45.6	83.9	132.6	731.2
Ortalama Nem (%)	2012	80.1	61.9	51.8	49.3	55.8	33.4	33.9	37.9	38.8	48.5	68.1	76.7	53
	1960-2012	70.1	66.7	60.7	58.3	54.9	49.5	51.4	52.7	49.8	54.3	63.8	71.1	58.6

3.1.1.4. Toprak özellikleri

Topraklar; sulama alanı çevresinde ve içerisinde bulunan tepelerin ana materyalini teşkil eden çeşitli kalker, serpantin, diyabaz ve bazalt kayalarının fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylar neticesi zamanla parçalanmasıyla meydana gelmiştir. Araştırma alanı toprakları koluvial ve aluvial olarak sınıflandırılmıştır.

Koluvial topraklar; yerçekimi ve küçük akıntılarla yüksek arazilerden eteklere taşınmış olan, tanecik büyüklüğüne göre yatay dizilim göstermeyen yığıntılardır. Üst tabakada organik madde birikimi oluşmuştur. Alt tabakada ise çok hafif kireç birikimi olabilir. Genel olarak topraklar, derin ve iyi drenajlıdır. Toprak rengi, taşıdığı materyale göre değişiklik gösterir. Kırmızı kahve, kahve ve daha değişik olabilir (Koç, 2007).

Aluvial topraklar; akarsularca taşınmış, tekstür bakımından farklı katmanlar halinde yatay dizilim gösteren genç birikintilerdir. Aluvial topraklar derindir. Ağır bünye yaygındır. Yapı blok ve kütseldir. Renk koyu gri kahve ve sarımsı arasındadır. pH hafif bazik ve yer yer yüksektir. Organik madde miktarı düşük ve orta seviyededir (Koç, 2007).

3.1.1.5. Tarımsal yapı ve üretim

Kahramanmaraş ili tarıma elverişli bir iklime ve verimli ova topraklarına sahiptir. Bitki yetiştirme süresinin uzun olmasından dolayı hemen hemen tüm kültür bitkileri yetiştirilmektedir. Son yıllarda pamuk ekim alanları dikkate değer bir artış göstermiştir. Bu artışın sebebi: Üretimin bölgede ekonomik olması, buna bağlı olan endüstrinin gelişmiş olması ve daha fazla ham maddeye ihtiyaç duyulmasıdır.

Bölgede daha çok hububat, mısır, pamuk, şeker pancarı, kırmızı biber yetiştirilmekte olup, az miktarda da olsa meyve ve sebze yetiştirilmektedir. Ayrıca bölgede bağcılık ve fidancılık da yapılmaktadır. Araştırma alanında yetiştirilen ürünlerin 2012 yılına ait ekim alanları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırma alanında yetiştirilen ürünlerin ekim alanları (Anonim, 2012c)

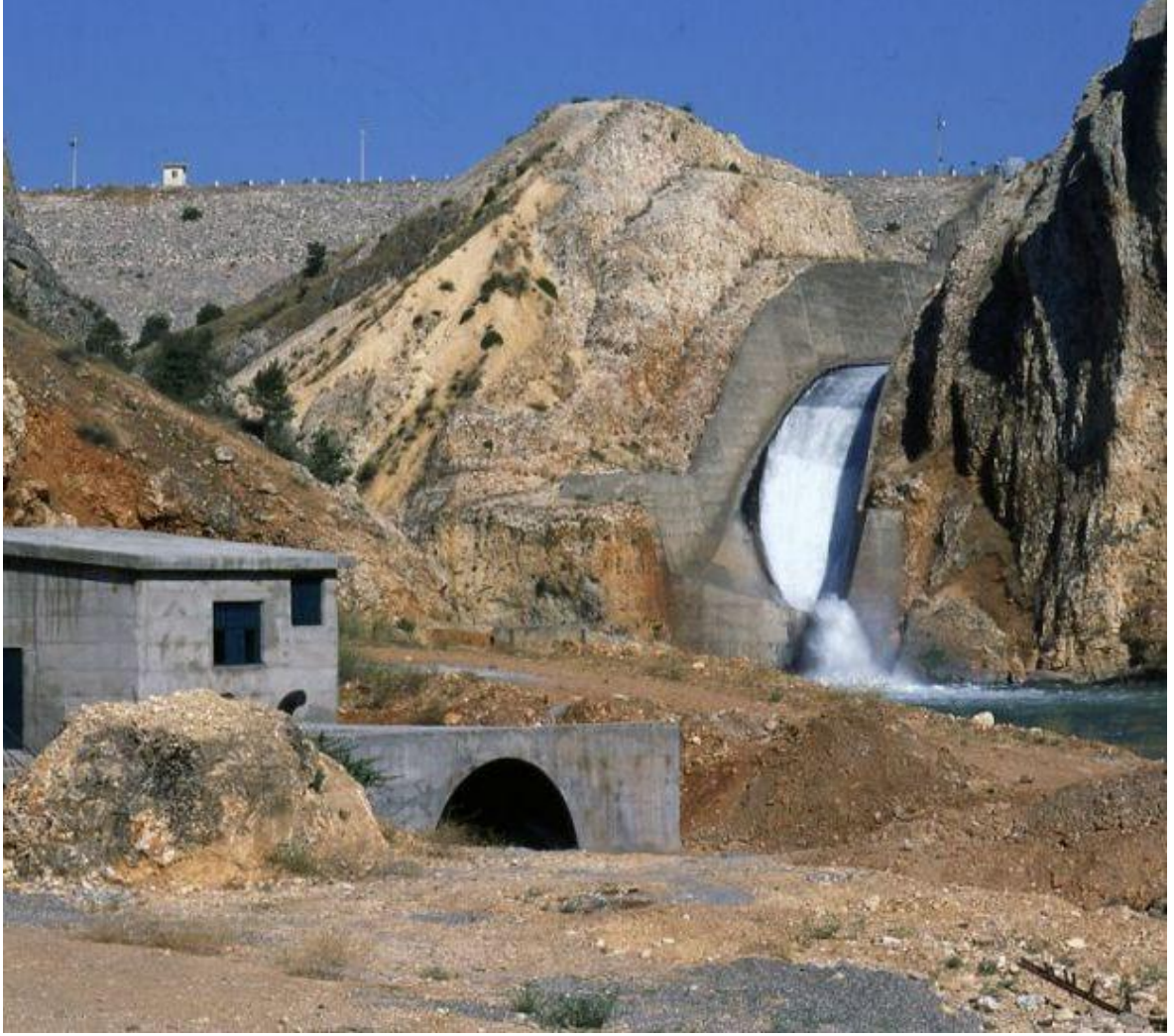
Ürün	Ekim Alanı	
	(da)	(%)
Hububat	23330	32.52
Mısır	28460	39.67
Pamuk	15480	21.57
Şeker Pancarı	2650	3.69
Sebze(K.Biber ağırlıklı)	1530	2.13
Bahçe	170	0.24
Meyve	90	0.12
Soğan-Sarımsak	40	0.06
Toplam	71750	100

3.1.1.6. Hidrolojik özellikler

Bölgenin sulama suyu ihtiyacı, yüzey ve yeraltı suyu kaynaklarından sağlanmaktadır. Yüzey suyu kaynağı olarak sulamada, sulama kanalları vasıtasıyla Kartalkaya Barajı kullanılmaktadır (Şekil 3.2). Kartalkaya Barajı, Pazarcık ilçesinin 6 km güneybatısında Aksu çayı üzerinde bulunmaktadır. Kartalkaya Barajı'ndan komşu il olan Gaziantep iline de içme suyu temin edilmektedir.

Barajdaki su miktarı, her yıl su yılbaşı olarak kabul edilen 1 Ekim de içme ve sulama suyu olarak hesaplanmaktadır. Barajda sulama için ayrılan su miktarı bazen çiftçilerimizin ihtiyacını karşılamamakta ve 2. ürün yetiştirilen mahsullere su verilememektedir. Suyun yetersiz kalması sebebiyle çalışma alanındaki bazı çiftçiler

sulamada kendi imkanlarıyla açmış oldukları kuyuları kullanmaktadırlar. Çiftçilerin kendi imkanları ile açmış oldukları kuyular küçük kapasiteli bir ya da iki işletmeye yetecek kadar su alınabilen kuyulardır.



Şekil 3.2. Kartalkaya Barajı

3.1.1.7. Kartalkaya Barajı'nın özellikleri

Baraj işletmeye 1971 yılında açılmıştır. İnşaat sahasında göl kapasitesi 200 milyon m³ olarak hesaplanmış olup, erozyonla alüvyonların dolması sonucu şu anki kapasitesi maksimum 160 milyon m³'e kadar düşmüştür. Bölgede tarıma elverişli arazilerin bol olması ancak sulama suyunun bulunmamasından dolayı kurulan Kartalkaya Barajı, 1986 yılından itibaren komşu il Gaziantep'in içme suyu ihtiyacını da karşılamaya başlamıştır. Baraj kapasitesinin yaklaşık 1/5'i Gaziantep'e içme suyu olarak gitmektedir. İşletme, Kahramanmaraş Sulaması olarak açılmıştır. 1994 yılında Sol Sahil, 1995 yılında Sağ Sahil olarak 2 adet sulama birliğine devredilmiştir (Anonim, 2008).

Kartalkaya Barajı Aksu Çayı'nın üzerine yapılmıştır. Bölge topraklarının, Sol Sahil Sulama Birliği tarafından 120000 dekarı sulanmaktadır. Sağ Sahil Sulama Birliği tarafından ise 84000 dekarı ise sulanmaktadır. Kartalkaya Barajı'nın teknik özellikleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Kartalkaya Barajı'nın teknik özellikleri (Anonim, 2008)

Barajın Yeri	Kahramanmaraş-Pazarcık
Üzerinde Kurulduğu Akarsu	Aksu Çayı
İşletmeye Açıldığı Yıl	1971
Amacı	Sulama ve İçme Suyu, Taşkın Koruma
Tipi	Kil çekirdekli, zonlu, toprak dolgu
Gövde Hacmi	2 hm ³
Yükseklik(Talvegden)	57 m
Normal Su Kotunda Göl Hacmi	148.38 hm ³
Normal Su Kotunda Göl Alanı	10.2 km ²
Minimum Su Kotunda Göl Alanı	0.91 km ²
Normal Su Kotunda Göl Alanı	10.22 km ²
Max. İşlet. Kotunda Göl Alanı	11.19 km ²
Minimum Su Kotunda Göl Hacmi	1.083 hm ³
Normal Su Kotunda Göl Hacmi	148.375 hm ³
Max. İşlet. Kotunda Göl Hacmi	169.792 hm ³
Minimum Su Kotu	686.95 m
Normal Su Kotu	715.70 m
Max. İşletme Kotu	717.70 m
Max. Su Kotu	719 m
Kret Uzunluğu	56 m
Kret Kotu	205 m
Drenaj Alanı	1130 km ²
Sulama Alanı	22810 ha
Yıllık İçmesuyu	47.3 hm ³

3.1.1.8. Ölçümlerde kullanılan cihazlar

Hach Lange DR 5000 UV-VIS spektrofotometresi: Cihaza özel küvet kit ve toz kitlerle ölçüm yapabilen bir cihazdır. Küvet kitler 25'li, toz kitler 100'lü olarak satılmaktadır. Küvet ve toz kitler içerisindeki prosedüre göre hazırlandıktan sonra ölçüm yapılır. Örnek içindeki madde miktarını, örnekten geçen veya örneğin tuttuğu ışık miktarından faydalanarak belirlemektedir. 190-1100 nm dalga boyu aralığında hassas ölçüm yapmaktadır. Daha çok ölçümlerde 200-900 nm dalga boyu aralığı kullanılmaktadır. Cihaz; atıksu, içme suyu, proses ve sulama suyu kalite ölçümlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Şekil 3.3'de cihaz görülmektedir.



Şekil 3.3. Hach Lange DR 5000 UV-VIS spektrofotometre

BWB alev fotometresi (flame photometre): Modern teknolojileri kullanarak 5 farklı elementin; Sodyum (Na), Potasyum (K), Lityum (Li), Kalsiyum (Ca) ve Barium (Ba) kolaylıkla ve hassas bir şekilde ölçülmesini sağlayan bir cihazdır. Aynı anda bütün elementleri tespit edip dijital ekranda göstermektedir. Doğru sonuçlar elde etmek için zaman zaman cihazı kalibre etmek gerekmektedir. Cihaz propan veya bütan gazıyla çalışır. Bu cihazlarda partikül haline getirilmiş (buharlaştırılmış) sıvı veya su örneği yakılmakta olan hava-gaz karışımı içine karıştırılır. Sıvının kimyasal bileşimine bağlı olarak alevin rengi değişir. Bunun nedeni örnek sıvıda veya suda, ısı etkisi ile atomların uyarılması ve bunun sonucunda elektron enerji seviyelerinin değişmesidir. Elektronlar sonra tekrar normal seviyelerine dönerken karakteristik bir ışımaya yol açarlar. Bu ışımının toplam

enerjisi örnek madde konsantrasyonu ile orantılıdır. Bu şekilde konsantrasyon ölçülmüş olur. Şekil 3.4'te alev fotometre cihazı görülmektedir.



Şekil 3.4. Flame photometre

Cyberscan waterproof pc 10 pH/ conductivity meter: pH/Sıcaklık, İletkenlik/Sıcaklık arasında değişim ve ölçüm yapabilen bir cihazdır. Belli bir ölçümden sonra cihazı kalibre etmek gerekmektedir. Çok noktalı kalibrasyon (pH için 3, İletkenlik için 4 noktalı) seçenekleri bulunmaktadır. Arazi ve laboratuvar ortamında rahatlıkla kullanılabilir. Şekil 3.5'te pH-EC metre görülmektedir.



Şekil 3.5. pH-EC metre

Kuyumetre: Elektrik kontak metreler sondaj kuyularında, yeraltı su borularında, rezervuarlarda, göllerde ve pompa tecribelerinde yeraltı su seviyesi ve toplam derinlik ölçümlerinde kullanılan bir cihazdır. 1,5 V.'luk 2 adet kalem pil ile çalışmaktadır. 500 metre derinliğe kadar ölçüm yapan modelleri bulunmaktadır. Kullanmış olduğumuz modeli 200 metre derinliğe kadar ölçüm yapabilmektedir. Kuyumetre Şekil 3.6'da görülmektedir.

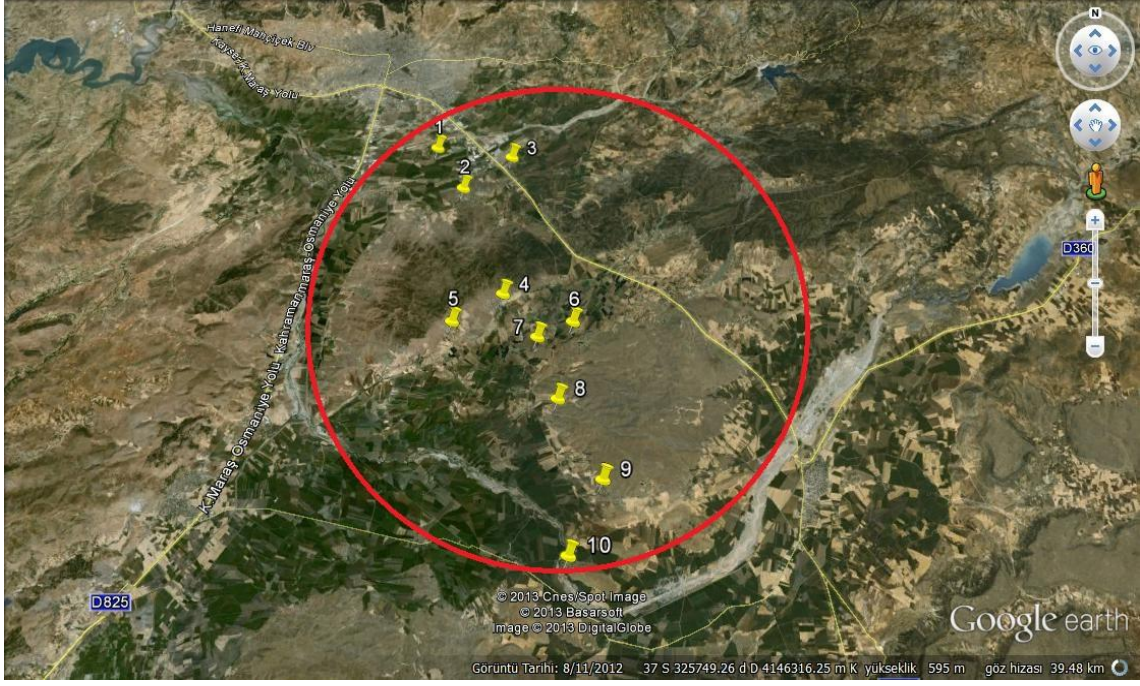


Şekil 3.6. Kuyumetre

3.2. Metot

3.2.1. Yeraltı kuyuları hakkında bilgi

Araştırma alanı içerisinde, çiftçilerin kendi imkanları ile açmış oldukları 10 adet sulama kuyusu seçilmiştir. Kuyuların seçiminde Kahramanmaraş Sağ Sahil Sulama Birliği personeliyle görüşülerek araştırma alanını temsil edecek şekilde kullanımda olan, bahçe ve tarla sulamasında kullanılan kuyular tercih edilmiştir. Belirlenen kuyular Şekil 3.7'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Örneklerin alındığı kuyuların yerleri (Anonim, 2012d)

Kuyuların koordinatları GPS aleti ile ölçülmüştür. Belirlenen kuyuların bazıları, sulama dışında içme suyu olarak da kullanıldığı gözlemlenmiştir. Araştırma alanı sulama kuyuları hakkında bilgiler Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Araştırma alanı sulama kuyuları hakkında bilgiler

Kuyu No	Mevki	Koordinat	Ortalama Su Seviyesi (m)
1	Erkenez	37° 31' 49" N - 36° 57' 22" E	144
2	Karacasu	37° 30' 37"N - 36° 58' 16" E	46
3	Güzelyurt	37° 31' 31" N - 36° 59' 46" E	60
4	Tevekkeli	37° 27' 41" N - 36° 59' 38" E	17
5	Kocalar	37° 26'58.38"N - 36°58'8.96"E	45
6	Yeniyurt	37° 26'58.00"N - 37° 1'43.49"E	25
7	Emiruşağı 2	37° 26' 35" N - 37° 00' 41" E	100
8	Alibeyuşağı	37° 25' 04" N - 37° 01' 18" E	15
9	Abbaslar	37°23'12.38"N - 37° 2'33.41"E	19
10	Demirciler	37° 21' 34" N - 37° 01' 37" E	42

3.2.2. Yeraltı kuyularının su seviyelerinin ölçülmesi

Sulama suyu kuyularının suyun yüzeyinden olan seviyesi; Haziran-Kasım 2012 boyunca her ayın 15'inde kuyumetre yardımıyla ölçülmüştür. Haziran-Kasım 2012 ayları, kuyuların ortalama su seviyesi hesaplanmıştır (Çizelge 3.4). Kuyumetrenin ucundaki metal iletken çubuk, kuyudan aşağı doğru bırakılır. İletken çubuk suyun yüzeyine değdiğinde zil tertibatı devreye girerek ikaz vermektedir. Kuyumetredeki bu sistem suyun yüzeyinden itibaren olan derinliğini belirlememizi sağlamaktadır.



Şekil 3.8. 5 nolu kuyu

3.2.3. Yeraltı suyu örneklerinin alınması ve saklama koşulları

Araştırma alanı içerisinde seçilen su kuyularından her ayın 15'inde su örnekleri alınmıştır. Numune alma ve saklama yöntemleri “Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği” göz önüne alınarak yapılmıştır (Anonim, 2009). Bu amaçla sulama suyu kaynağındaki pompa 15-20 dakika çalıştırıldıktan sonra su örneği en az 2 litre olacak şekilde şişelere doldurulmuştur. Su örnekleri şişeye doldurulmadan önce aynı su ile 2-3 kez yıkanmıştır. Su örnekleri alındıktan sonra şişelerin ağzı iyice kapatılarak en kısa zamanda Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Laboratuvarına getirilerek analizleri yapılmıştır.

3.2.4. Sulama suyu örneklerinde yapılan analizler

Su kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan analizlerde aşağıdaki yöntemler uygulanmıştır.

1. pH

pH, hidrojen iyon konsantrasyonunun negatif logaritması olarak tanımlanmaktadır. Sularda asitlik veya alkalilik derecesini ifade eden pH değeri; cam elektrotlu pH-EC metre ile ölçülmüştür. Bir behere 100 ml su numunesi alınmış, pH-EC metrenin cam elektrotu suya daldırılmıştır. Aletin dijital göstergesi kararlı hale gelince sonuç okunup kaydedilmiştir.

2. Elektriksel iletkenlik (EC)

EC, sularda iyonlarına ayrılmış tuzların toplam konsantrasyonunu ifade eder. Elektriksel iletkenlik, dijital göstergeli pH-EC metre (kondüktivimetre) aleti ile ölçülmüştür. Aletin elektrotu suya daldırılmıştır. Dijital gösterge kararlı hale gelince sonuç $\mu\text{mhos/cm}$ cinsinden okunup kaydedilmiştir.



Şekil 3.9. 1 nolu kuyu

3. Kalsiyum analizi

Su örneklerindeki Kalsiyum miktarı, Flame Photometre cihazı ile ölçülmüştür. Bir behere 100 ml. su numunesi konulur. Dijital göstergesi kararlı hale gelince ppm cinsinden ölçülen değer ekivalan ağırlığına bölünerek me/L cinsine çevrilmiştir.

4. Potasyum ve sodyum analizi

Su örneklerindeki Potasyum ve Sodyum miktarları, Flame Photometre cihazı ile ölçülmüştür. Bir behere 100 ml. su numunesi konulur. Dijital göstergesi kararlı hale gelince ppm cinsinden ölçülen değer ekivalan ağırlığına bölünerek me/L cinsine çevrilmiştir.

5. Magnezyum analizi

Su örneklerindeki Magnezyum miktarı, spektrofotometre cihazı ile ölçülmüştür. Küvet kit içerisindeki prosedüre göre hazırlanmıştır. Cihaz tarafından mg/lt cinsinden ölçülen değer ekivalan ağırlığına bölünerek me/L cinsine çevrilmiştir.

6. Klor analizi

Su örneklerindeki Klor miktarı, spektrofotometre cihazı ile ölçülmüştür. Küvet kit içerisindeki prosedüre göre hazırlanmıştır. Cihaz tarafından mg/lt cinsinden ölçülen değer ekivalan ağırlığına bölünerek me/L cinsine çevrilmiştir.

7. Sülfat analizi

Su örneklerindeki Sülfat miktarı, spektrofotometre cihazı ile ölçülmüştür. Küvet kit içerisindeki prosedüre göre hazırlanmıştır. Cihaz tarafından mg/lt cinsinden ölçülen değer ekivalan ağırlığına bölünerek me/L cinsine çevrilmiştir.

8. Karbonat analizi

Su örneklerindeki Karbonat miktarı, spektrofotometre cihazı ile ölçülmüştür. Küvet kit içerisindeki prosedüre göre hazırlanmıştır. Cihaz tarafından mg/lt cinsinden ölçülen değer ekivalan ağırlığına bölünerek me/L cinsine çevrilmiştir.

9. Bikarbonat analizi

Su örneklerindeki Bikarbonat miktarı, fenolftalein ve metiloranj indikatörü varlığında ayarlı asit çözeltisiyle titrasyon yöntemiyle hesaplanmıştır. 20 ml. su örneğine 2 damla fenolftalein damlatılır. Renk değişimi olursa karbonat vardır. Karbonat miktarını

belirlemek için örnek normal rengine dönünceye kadar üzerine H₂SO₄ damlatılır. Bu CO₃ miktarıdır.

Aynı örnek üzerine 2 damla metil oranj damlatılır. Oluşan renk portakal renklidir. Bunun üzerine pembe renk oluşuncaya kadar H₂SO₄ damlatılır. Bu HCO₃⁻ miktarıdır.

10. Nitrat analizi

Su örneklerindeki Nitrat miktarı, spektrofotometre cihazı ile ölçülmüştür. Küvet kit içerisindeki prosedüre göre hazırlanmıştır. Cihaz tarafından mg/lt cinsinden ölçülen değer ekivalan ağırlığına bölünerek me/L cinsine çevrilmiştir.

11. Bor analizi

Su örneklerindeki Bor miktarı, spektrofotometre cihazı ile ölçülmüştür. Küvet kit içerisindeki prosedüre göre hazırlanmıştır. Cihaz tarafından mg/lt cinsinden ölçülen değer ekivalan ağırlığına bölünerek me/L cinsine çevrilmiştir.

12. Atık bikarbonat oranı (RSC)

Suların tarımsal arazilerde genellikle kullanılıp kullanılmayacağı hakkında bir fikir veren özellik olarak kabul edilir. Hesaplanmasında kullanılan formül aşağıda verilmiştir. Bu formüldeki iyon konsantrasyonları me/L cinsindedir.

$$RSC = (CO_3 + HCO_3) - (Ca + Mg) \dots \dots \dots (3.1)$$

13. Sodyum adsorbsiyon oranı (SAR)

Sulama amacı ile suyun kullanılması halinde bu suyun meydana getireceği sodyum zararını ifade eder. Hesaplanmasında kullanılan formül aşağıda verilmiştir. Bu formüldeki iyon konsantrasyonları me/L cinsindedir.

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}} \dots \dots \dots (3.2)$$

14. Yüzde sodyum oranı (% Na)

Suyun bileşimindeki sodyumun diğer katyonlara göre yüzde değerini belirten bir göstergedir. Hesaplanmasında kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir. Bu formüldeki iyon konsantrasyonları me/L cinsindedir.

$$\%Na = \frac{Na^+}{\sum Katyonlar} \times 100 \dots \dots \dots (3.3)$$

3.2.5. Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler

3.2.5.1. pH

Sulama suyu kalitesini etkileyen kriterlerin başında pH gelmektedir. Sulama sularının; nötr, asit ve bazik özellikte olduğunu saptamak amacıyla pH ölçümlerinin yapılması gerekmektedir. Sulama sularında pH değerinin 6.5 ile 8.4 arasında olması istenmektedir (Ayers ve Westcot, 1989). Sulama sularında pH değerinin sınır değerlerden farklı olması bitkilerde dengesiz beslenme veya toksik maddelerin birikimine neden olmakta ve bunun sonucunda bitki veriminde önemli düşüşler yaşanmaktadır (Anonim, 1994). pH'nın en önemli etkinliği, bitki besin elementlerinin alımını etkilemesidir.

3.2.5.2. EC ve SAR

Sulama sularında, kullanılacak suların tuzluluk derecelerini veya içlerinde buldukları erimiş katı madde miktarını belirlemek amacıyla elektriksel iletkenliklerinin ölçümü yapılmaktadır (Ayyıldız, 1990). Elektriksel iletkenlik sulama sularının sınıflandırılmasında en önemli parametredir. Sulama suları, koşullara bağlı olarak topraklarda tuz birikmesine neden olarak bitki verimini olumsuz etkilemektedir. Ülkemizde ve diğer bir çok ülkede yaygın olarak kullanılan sınıflandırma yöntemi; USSL grafik yöntemi, A.B.D. Riverside Tuzluluk Laboratuvarı tarafından geliştirilen sistemdir. Sulama sularını SAR ve EC ile ilgili 4'er sınıfa ayırmıştır. EC ile SAR arasında logaritmik ters bir ilişki vardır. Suyun EC değeri yükseldikçe, SAR değeri azalmaktadır. Bu sınıfların sınıf aralıkları Şekil 3.9'da gösterilmiştir. Elektriksel iletkenlik değer aralığının tarımsal yönden özellikleri aşağıda belirtildiği gibidir (USSL, 1954).

Düşük Tuzlu Sular (C1): Elektriksel iletkenlikleri 100-250 μ hos/cm arasındaki sulardır. Bu sular her toprakta ve bitki için uygun olup sulamada tuzluluk problemi yaratmadan güvenle kullanılabilir.

Orta Tuzlu Sular (C2): Elektriksel iletkenlikleri 250-750 μ hos/cm arasındaki sulardır. Bu sular sulama yönünden sorun olmayan hafif bünyeli topraklarda, tuza orta veya yüksek derecede dayanıklı bitkiler için kullanılabilir. Tuzluluğun olduğu yerlerde ise yıkama gereksinimi hesaplanmalı, drenaj sistemleri yapılmalıdır (Kanber ve Ünlü, 2010).

Yüksek Tuzlu Sular (C3): Elektriksel iletkenlikleri 750-2250 $\mu\text{mhos/cm}$ arasındaki sulardır. Orta dereceden iyi dereceye kadar permeabiliteye sahip topraklarda kullanılabilirler. Düşük permeabiliteli topraklarda tuzluluk tehlikesi meydana getirebileceğinden toprakların iyi bir şekilde yıkanması, tuza orta ve iyi derecede dayanıklı bitkilerin seçilmesi gerekmektedir. Drenajı olmayan alanlarda kullanılmamalıdır.

Çok Yüksek Tuzlu Sular (C4): Elektriksel iletkenlikleri 2250-5000 $\mu\text{mhos/cm}$ arasındaki sulardır. Tuz birikmesini önleyebilmek için düzenli bir şekilde yıkamanın yapılması gerekmektedir. Drenajı tam olmayan topraklarda kullanılamaz. Tuza çok dayanıklı bitkilerin sulanmasında ve çok özel durumlarda kullanılabilirler (Kanber ve Ünlü, 2010).

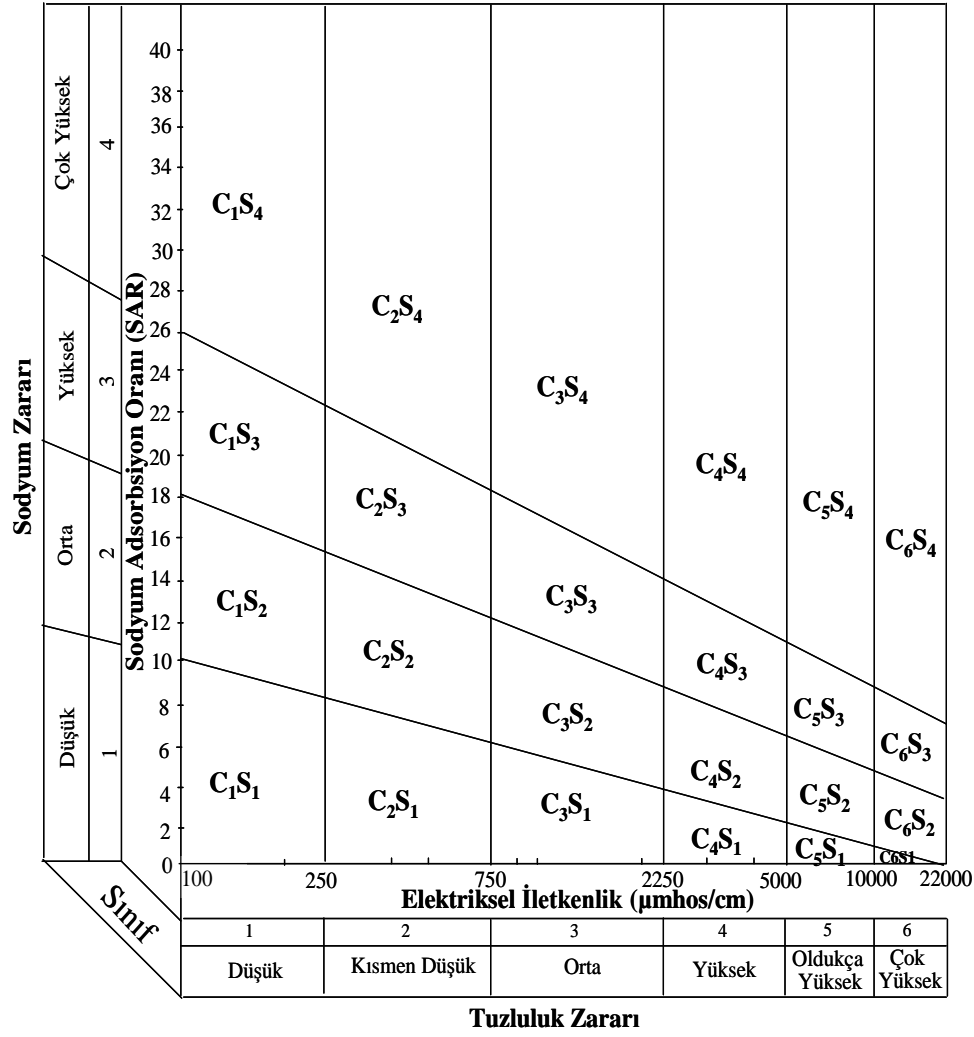
Sodyum absorpsiyon oranı değer aralığının tarımsal yönden özellikleri aşağıda belirtildiği gibidir (USSSL, 1954).

Düşük Sodyumlu Sular (S1): Sodyum absorpsiyon oranı 0-10 me/L arasında olan sulardır. Her toprak ve bitki için güvenle kullanılabilir.

Orta Sodyumlu Sular (S2): Sodyum absorpsiyon oranı 10-18 me/L arasında olan sulardır. Katyon değişim kapasitesi yüksek olan ağır bünyeli topraklarda özellikle düşük yıkama koşullarında ve toprakta CO_3 ve HCO_3 iyonlarının bulunması durumunda, sodyum birikmesi olabilir (Kanber ve Ünlü, 2010).

Yüksek Sodyumlu Sular (S3): Sodyum absorpsiyon oranı 18-26 me/L arasında olan sulardır. Çok geçirgen topraklarda alçı eklemek koşuluyla kullanılabilir. Kış yağışının 500 mm'den az olduğu yörelerdeki ağır bünyeli topraklarda sodyum birikmesine neden olabilir (Kanber ve Ünlü, 2010).

Çok Yüksek Sodyumlu Sular (S4): Sodyum absorpsiyon oranı 26-35 me/L arasında olan sulardır. Tuzluluk yönünden sorun olmayan geçirgen topraklarda yıkamaya önem vermek, alçı veya başka kimyasal iyileştiricinin eklenmesi koşuluyla kullanılabilirler (Kanber ve Ünlü, 2010).



Şekil 3.10. SAR ve EC değerlerine göre sulama suyu sınıflandırmasında kullanılan değiştirilmiş USSSL abağı (Kanber ve Ünlü, 2010)

3.2.5.3. Yüzde sodyum (%Na)

Suyun topraklarda oluşturacağı sodyum zararı katyon derişimine bağlıdır. Sodyum içeriği yüksek ise sodyum zararı fazladır. Ancak yüzde sodyum değeri uzun süre bir nitelik ölçütü olarak kullanılamamıştır. Sulama suyu niteliğinin değerlendirilmesinde, sodyumun toplam katyonlara göre durumunun saptanmasına önem verilmiştir (Kanber ve Ünlü, 2010). %Na miktarının sınıflandırılması Çizelge 3.5’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. %Na sulama suyu sınıflandırması (Scofield, 1936)

Sulama Suyu Sınıfları	%Na Değerleri
1. Çok İyi	< 20
2. İyi	20-40
3. Kullanılabilir	40-60
4. Dikkatle Kullanılmalı	60-80
5. Zararlı	> 80

3.2.5.4. Artık sodyum karbonat miktarı (RSC)

Sulama sularında Artık Sodyum Karbonat miktarı, toprakların fiziksel özelliklerini bozmakta ve siyah alkali diye adlandırılan sodyumlu toprakların oluşmasına neden olmaktadır (Kanber ve Ünlü, 2010). Sulama sularında bulunan, RSC miktarının sınıflandırılması Çizelge 3.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.6. RSC sınıflandırması (Eaton, 1950)

Sulama Suyu Sınıfları	RSC(me/L)
1.Sınıf : Sulamada güvenle kullanılabilir	< 1.25
2.Sınıf :İyileştiricilerle kullanılabilir	1.25-2.50
3. Sınıf : Sulamaya uygun değil	> 2.50

3.2.5.5. Katyonlar ve anyonlar

Kalsiyum ve Magnezyum katyonları, sulara sertlik özelliği kazandırmaktadır. Kalsiyum ve magnezyum, önemli birer bitki besin elementleridir. Kalsiyum ve Magnezyum elementlerinin sulama sularında fazla olması, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkiler. Toprağı kolay işlenebilir, gevrek hale getirir. Toprağın infiltrasyon kapasitesini yükseltir. Sularda Kalsiyum elementinin eksikliğine daha çok yağışlı alanlarda rastlanır (Kanber ve Ünlü, 2010). Bitki gelişimi açısından asıl elementlerden olan kalsiyum ve magnezyumun sulama sularında kalsiyum için 0-20 me/L, magnezyum için ise 0-5 me/L aralıklarında olması normal kabul edilmektedir (Ayers ve Westcot, 1989).

Potasyum, sularda çok düşük düzeyde bulunur. Ancak doğal sulardaki ve toprak suyundaki miktarı, nadir olarak bir kaç ppm düzeyini geçer. Toprak ve bitki için zararlı etkisi yoktur (Kanber ve Ünlü, 2010). Sulama sularında birkaç ppm'den fazla olan düzeyleri, gübreler veya diğer kaynaklardan beslenmeye işaret eder (Will ve Faust, 2005).

Bitki büyümesi ve gelişimi açısından gerekli olan potasyumun sulama sularındaki uygun aralığı 0-2 mg/L' dir (Ayers ve Westcot, 1989).

Sulama suyunun kalitesini belirleyen sodyum ve buna bağlı olarak alkalilik oluşturma tehlikesi, sodyum katyonunun mutlak konsantrasyonu yanında, sodyumun diğer katyonların toplam konsantrasyonuna göre oransal miktarının yüksek olmasına da bağlıdır (Sönmez ve Kaplan, 1996). Ayrıca sodyum elementi disperse edici özellikte olduğundan fazla sodyumlu sularla sulanan topraklar, sodyumun bu özelliğinden dolayı sıkı, tavsız ve strüktüresiz bir hal almakta ve bu tür topraklarda permeabilite olumsuz yönde etkilenmektedir. Sulama suyu kalitesi üzerinde doğrudan etkili en önemli katyon, sodyum katyonudur. Sulama sularında sodyum miktarı ne kadar fazla ise sodyumluluk oluşturma tehlikesi o kadar fazla olacaktır. Sulama suyu olarak kullanılacak suda sodyum katyonu değerinin 0-40 me/L aralığında olması normal kabul edilmektedir (Ayers ve Westcot, 1989).

Karbonatlar, sudaki asitleri nötralize edebilen bileşiklerin konsantrasyonunu ifade etmektedir. Suyun alkaliliğini oluşturan kimyasallar, suyun içerisinde aktığı jeolojik tabakaların yapısından alınan çözülmüş karbonat ve bikarbonatlardır. Alkalilik için optimum toksik düzeylerin belirlenmesinde, 1 me/L 'lik karbonat konsantrasyonunun zamanla ortamın pH'sını yükseltecek düzeyde olduğu belirtilmektedir (Will ve Faust, 2005). Karbonatın sulu ortamlarda ancak pH'nın 8.5'den yüksek olduğu durumlarda önemli miktarda bulunabileceği Lindsay (1979) tarafından bildirilmiştir. pH değeri 10 ve daha fazla olduğu durumlarda karbonat miktarı bikarbonat miktarından fazla olur (Ayyıldız, 1990). Karbonatın sulama sularındaki kabul edilebilir aralığı 0-1 me/L' dir (Ayers ve Westcot, 1989).

Karbondioksitin su içinde çözünmesi ile meydana gelen bikarbonatların, sularda bulunuş oranları sıcaklık, pH ve diğer çözülmüş halde bulunan katı maddelerin konsantrasyonuna bağlıdır. Bikarbonat iyonu tuzlu ortamlarda çok fazla miktarda bulunur. Bitkilerde sararma belirtisiyle kendini gösterir. Bitki beslemesi yönünden bikarbonat çok önemli değildir (Kanber ve Ünlü, 2010). Sulama sularında bikarbonat için uygun kullanılabilirlik aralığı 0-10 me/L aralığıdır (Ayers ve Westcot, 1989).

Sulama sularında klor en problemlili ve toksik anyon olarak kabul edilir. Klor bütün doğal sularda bulunur. Özellikle yeraltı sularında fazla miktarda bulunmaktadır. Bitkilerin klora karşı duyarlılığı aynı değildir. Her bitkinin klora karşı duyarlılığı farklıdır. Fazla

miktarda klor bitkilerde zehirlenmeye yol açmaktadır Bitkilerde klor zehirlenmesi ilk önce yaprak uçlarında görülür.Yaprak ucu kurur ve zehirlenme arttıkça kurumalar, yaprak ucundan kenarlara yayılır Ölü doku miktarının aşırı biçimde artması, yaprağın düşmesine veya tüm yaprakların dökülmesine neden olur (Kanber ve Ünlü, 2010). Klor anyonunun sulama suları açısından sınıflandırılması Çizelge 3.7’de gösterilmiştir.

Sülfat, toprakta tuzluluğun artmasından çok toprağın diğer özelliklerine etki etmektedir. Sulama sularında ve topraklarda az miktarda bulunmaktadır Suda bulunması bitkiler için yararlıdır. (Kanber ve Ünlü, 2010). Sulama sularında sülfat az toksiktir Yüksek konsantrasyonda sülfat iyonu kalsiyum iyonunun çökmesine neden olur ve bitkiler için toksik olabilir (Ayyıldız, 1990). Sülfat anyonunun sulama suları açısından sınıflandırılması Çizelge 3.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.7. Klor ve sülfat sınıflandırması (Scofield, 1936)

Sulama Suyu Sınıfları	Cl(me/L)	SO ₄ (me/L)
1. Çok iyi	< 4	< 4
2. İyi	4-7	4-7
3. Kullanılabilir	7-12	7-12
4. Dikkatle Kullanılmalı	12-20	12-20
5. Zararlı	> 20	> 20

3.2.5.6. Bor ve nitrat

Bor bitki gelişimi için temel elementlerdendir. Bütün bitkilerin normal gelişmeleri için az bir miktar da bora ihtiyaçları vardır. Borun eksik olması genel olarak, bitkide çeşitli dokuların oluşumunu ve gelişimini yavaşlatır, bitkilerin su düzenini bozar. Toprakta veya sulama suyunda belirli sınırların üstünde bor bulunması ise, bitki yapraklarında sararma, yanma ve yarılmalara; olgunlaşmamış yapraklarda dökülmeye, büyüme hızının yavaşlaması ile verimde azalmaya neden olur (Kanber ve Ünlü, 2010). Bitkilerin bora dayanıklılıkları bitkilerin türüne göre değişmektedir. Şeker pancarı, yonca, lahana, marul, havuç gibi bitkiler bora dayanıklılık gösterirken; fasulye, üzüm gibi bitkiler ve ceviz, erik, armut, incir, kiraz, şeftali, kayısı, turunçgiller gibi ağaçlar bora karşı duyarlıdır (Ayyıldız, 1990). Jeotermal ve fay kırıklarına yakın yerlerdeki kuyular, diğer kuyulara göre daha toksik miktarda bor içerebilir. Bor iyonu, sulama suları vasıtasıyla toprakta birikimi sonucunda kirlilik oluşturabilir. Toprakta istenenden fazla miktarda bor varsa ve doğal koşullar uygun ise yıkama yoluyla topraktan uzaklaştırılabilir.

Sulama sularının güvenli bir şekilde kullanılması için bitki dayanıklılıklarına göre bor sınıflandırılması Çizelge 3,8’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. Bitki dayanıklılıklarına göre bor sınıflandırılması^(*) (Scofield, 1936)

Sulama Suyu	Duyarlı Bitkiler	Yarı Duyarlı Bitkiler	Dayanıklı Bitkiler
1	< 0.33	< 0.67	< 1.00
2	0.33-0.67	0.67-1.33	1.00-2.00
3	0.67-1.00	1.33-2.00	2.00-3.00
4	1.00-1.25	2.00-2.50	3.00-3.75
5	> 1.25	>2.50	> 3.75

(*) Derişimler ppm olarak verilmiştir

Sularda nitrat kirliliği sık olarak karşılaşılan sorunlardan biridir. Tarım ilaçlarının yoğun ve bilinçsiz kullanımı, çevreye yayılarak doğal dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Verilen zarar sadece bununla kalmamakta, çeşitli yollarla su ekosistemine ve yeraltı sularına da karışarak kirliliğe yol açmaktadır. Sucul ortamda çözünmüş halde bulunan fotosentez sonucu organik maddenin oluşmasında, özellikle bitki büyümesi için önemli olan nitrat iyonu yüzey sularına oranla yeraltı sularında daha fazla bulunmaktadır (Egemen, 2011). Sulama suyunda bulunan fazla miktardaki nitrat, toprak permeabilitesini azaltır. Nitrat bazen toprak eriyiklerinde toksik konsantrasyonlarda birikebilirse de bunların etkileri genellikle ozmotiktir (Ayyıldız, 1990). Nitrat iyonunun sınıflandırılması Çizelge 3,9’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.9. Nitrat sınıflandırması (Ayers ve Westcot, 1989)

Sulama Suyu Sınıfı	Nitrat Miktarı (mg/L)
Kabul Edilebilir	< 5
Şüpheli	5 - 30
Uygun Olmayan	> 30

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Kahramanmaraş Sağ Sahil sulama alanında bulunan kuyu suları genellikle sulama suyu olarak kullanılmaktadır. Bu alandaki kuyuların sulama ağısından kullanılması ürün veriminde ne kadar faydalı olabileceğinin ve toprakta oluşturacağı etkinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla, araştırma alanında bulunan kuyu sularının Haziran-Kasım 2012 tarihleri arasında belirlenen 10 adet kuyudan, sulama sezonu boyunca su örnekleri alınarak, analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda su kuyularının sulama suyu kalitesi özellikleri belirlenmiŐtır. Bu çalışmada tespit edilen pH, EC, kasyonlar, anyonlar, SAR, %Na ve RSC değerlerine ilişkin analiz sonuçları aşağıda tablolarda verilmiştir (Çizelge 4.1– 4.6).

Çizelge 4.1. Araştırma alanındaki farklı kuyulardan alınan sulama suyu analiz sonuçları (15 Haziran, 2012)

Kuyu No	pH	EC (µmhos /cm)	Kasyonlar. me/L					Anyonlar. me/L					SAR	%Na	RSC	Sulama Suyu Sınıfı (USSL.1954)
			Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Toplam	Cl ⁻	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Toplam				
1	7.83	366	1.08	1.92	0.64	0.02	3.66	0.46	0.12	1.82	1.26	3.66	0.52	17.49	-1.06	C ₂ S ₁
2	7.75	515	2.15	2.16	0.83	0.01	5.15	0.39	0.24	3.50	1.02	5.15	0.57	16.12	-0.57	C ₂ S ₁
3	8.01	387	2.06	1.51	0.06	0.14	3.77	0.22	0.10	1.92	1.53	3.77	0.04	1.59	-1.55	C ₂ S ₁
4	8.13	598	2.99	2.67	0.15	0.17	5.98	0.71	0	3.85	1.42	5.98	0.09	2.51	-1.81	C ₂ S ₁
5	7.98	504	3.14	0.82	0.88	0.20	5.04	0.98	0.01	2.95	1.10	5.04	0.63	17.46	-1.00	C ₂ S ₁
6	7.81	468	2.60	1.90	0.01	0.17	4.68	0.13	0.03	4.34	0.18	4.68	0.01	0.21	-0.13	C ₂ S ₁
7	8.26	513	3.64	0.74	0.67	0.08	5.13	0.45	0	2.49	2.19	5.13	0.45	13.06	-1.89	C ₂ S ₁
8	7.65	700	2.85	3.98	0.13	0.04	7.00	0.19	0.14	4.66	2.01	7.00	0.07	1.86	-2.03	C ₂ S ₁
9	8.41	876	5.16	1.78	1.49	0.33	8.76	1.27	0	5.56	1.93	8.76	0.80	17.01	-1.38	C ₃ S ₁
10	7.85	510	3.10	1.31	0.62	0.07	5.10	0	0.02	2.19	2.89	5.10	0.42	12.16	-2.20	C ₂ S ₁

Çizelge 4.2. Araştırma alanındaki farklı kuyulardan alınan sulama suyu analiz sonuçları (15 Temmuz, 2012)

Kuyu No	pH	EC (µmhos /cm)	Kasyonlar. me/L					Anyonlar. me/L					SAR	%Na	RSC	Sulama Suyu Sınıfı (USSL. 1954)
			Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Toplam	Cl ⁻	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Toplam				
1	7.81	404	1.91	1.29	0.83	0.01	4.04	0.43	0	2.02	1.59	4.04	0.65	20.56	-1.18	C ₂ S ₁
2	7.72	553	2.82	1.49	1.12	0.10	5.53	0.37	0.03	4.01	1.12	5.53	0.76	20.25	-0.27	C ₂ S ₁
3	7.96	464	2.48	1.85	0.10	0.21	4.64	0.25	0.10	2.41	1.88	4.64	0.06	2.15	-1.82	C ₂ S ₁
4	8.24	623	3.58	2.30	0.20	0.15	6.23	0.69	0.18	3.74	1.62	6.23	0.11	3.21	-1.96	C ₂ S ₁
5	7.96	638	3.57	1.58	1.03	0.20	6.38	1.01	0.19	3.95	1.23	6.38	0.64	16.14	-1.01	C ₂ S ₁
6	7.91	543	2.76	2.20	0.02	0.45	5.43	0.11	0	5.04	0.28	5.43	0.01	0.40	0.08	C ₂ S ₁
7	8.37	715	4.66	1.48	1.01	0	7.15	0.40	0.35	4.41	1.99	7.15	0.57	14.11	-1.38	C ₂ S ₁
8	7.54	721	4.75	2.28	0.17	0.01	7.21	0.10	0.05	4.95	2.11	7.21	0.09	2.35	-2.03	C ₂ S ₁
9	8.39	1060	3.79	4.84	1.52	0.45	10.60	1.40	0.32	6.85	2.03	10.60	0.73	14.33	-1.46	C ₃ S ₁
10	7.85	628	2.91	2.49	0.84	0.04	6.28	0	0	3.58	2.70	6.28	0.51	13.36	-1.82	C ₂ S ₁

Çizelge 4.3. Araştırma alanındaki farklı kuyulardan alınan sulama suyu analiz sonuçları (15 Ağustos, 2012)

Kuyu No	pH	EC (µmhos /cm)	Katyonlar. me/L					Anyonlar. me/L					SAR	%Na	RSC	Sulama Suyu Sınıfı (USSL. 1954)
			Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Toplam	Cl ⁻	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Toplam				
1	7.98	415	1.87	1.46	0.72	0.10	4.15	0.45	0	2.22	1.48	4.15	0.55	17.34	-1,11	C ₂ S ₁
2	7.93	571	3.06	2.20	0.45	0	5.71	1.64	0	4.07	0	5.71	0.27	7.88	-1,19	C ₂ S ₁
3	8.16	434	1.46	1.64	1.23	0.01	4.34	1.05	0.12	1.74	1.43	4.34	0.98	28.34	-1,24	C ₂ S ₁
4	7.85	630	3.40	1.83	1.04	0.03	6.30	1.51	0	4.79	0	6.30	0.64	16.50	-0,44	C ₂ S ₁
5	7.89	637	3.47	2.00	0.79	0.11	6.37	0.65	0	3.82	1.90	6.37	0.47	12.40	-1,65	C ₂ S ₁
6	7.97	690	2.01	4.29	0.55	0.05	6.90	0.38	0.10	5.07	1.35	6.90	0.30	7.97	-1,13	C ₂ S ₁
7	8.38	567	2.77	1.62	1.18	0.10	5.67	1.60	0.17	3.90	0	5.67	0.79	20.81	-0,32	C ₂ S ₁
8	7.62	795	3.35	3.50	1.09	0.01	7.95	1.03	0.10	4.73	2.09	7.95	0.58	13.71	-2,02	C ₃ S ₁
9	8.05	1083	4.73	4.08	1.95	0.07	10.83	2.01	0.35	8.47	0	10.83	0.92	18.00	0,01	C ₃ S ₁
10	7.72	620	2.78	2.55	0.85	0.02	6.20	1.74	0	2.44	2.02	6.20	0.52	13.70	-2,89	C ₂ S ₁

Çizelge 4.4. Araştırma alanındaki farklı kuyulardan alınan sulama suyu analiz sonuçları (15 Eylül, 2012)

Kuyu No	pH	EC (µmhos /cm)	Katyonlar. me/L					Anyonlar. me/L					SAR	%Na	RSC	Sulama Suyu Sınıfı (USSL. 1954)
			Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Toplam	Cl ⁻	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Toplam				
1	7.85	447	1.68	1.78	0.85	0.16	4.47	0.65	0	2.44	1.38	4.47	0.64	19.01	-1,02	C ₂ S ₁
2	8.13	624	2.85	2.77	0.50	0.12	6.24	0.92	0.05	3.55	1.72	6.24	0.29	8.01	-2,02	C ₂ S ₁
3	7.75	520	1.45	2.70	0.98	0.07	5.20	0.35	0.01	3.49	1.35	5.20	0.68	18.84	-0,65	C ₂ S ₁
4	8.24	688	2.58	3.80	0.47	0.03	6.88	1.10	0.09	4.46	1.23	6.88	0.26	6.83	-1,95	C ₂ S ₁
5	7.86	831	2.94	3.90	1.43	0.04	8.31	0.55	0	6.39	1.37	8.31	0.77	17.20	-0,45	C ₃ S ₁
6	8.02	670	2.62	2.83	1.14	0.11	6.70	1.15	0	4.21	1.34	6.70	0.69	17.01	-1,24	C ₂ S ₁
7	8.35	592	2.55	2.54	0.75	0.08	5.92	1.19	0.20	3.12	1.41	5.92	0.47	12.66	-1,77	C ₂ S ₁
8	7.84	740	1.14	4.18	1.96	0.12	7.40	0.74	0	5.27	1.38	7.40	1.20	26.48	-0,05	C ₂ S ₁
9	7.97	1134	4.96	4.78	1.45	0.15	11.34	2.32	0.01	7.54	1.47	11.34	0.65	12.78	-2,19	C ₃ S ₁
10	7.79	608	3.36	2.67	0.02	0.03	6.08	1.83	0	2.64	1.61	6.08	0.01	0.35	-3,25	C ₂ S ₁

Çizelge 4.5. Araştırma alanındaki farklı kuyulardan alınan sulama suyu analiz sonuçları (15 Ekim, 2012)

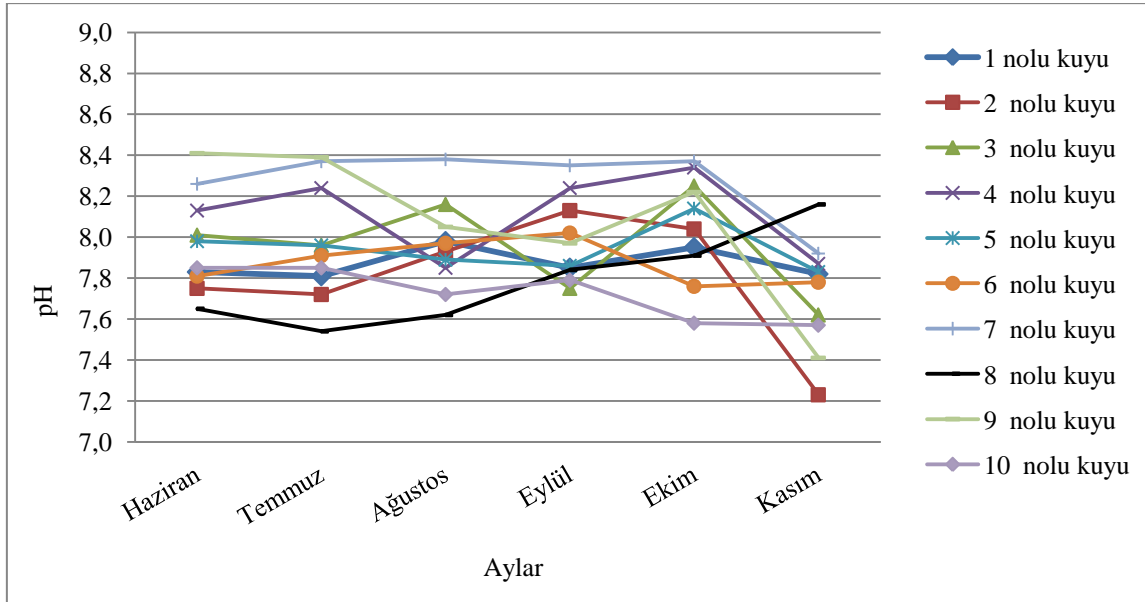
Kuyu No	pH	EC (µmhos /cm)	Katyonlar. me/L					Anyonlar. me/L					SAR	%Na	RSC	Sulama Suyu Sınıfı (USSL. 1954)
			Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Toplam	Cl ⁻	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Toplam				
1	7.95	483	2.24	1.94	0.59	0.06	4.83	1.07	0	2.44	1.32	4.83	0.40	12.21	-1,74	C ₂ S ₁
2	8.04	690	4.55	1.47	0.87	0.01	6.90	0.74	0	4.39	1.77	6.90	0.50	12.60	-1,63	C ₂ S ₁
3	8.25	576	4.00	1.20	0.54	0.02	5.76	0.09	0.10	4.27	1.31	5.76	0.33	9.38	-0,88	C ₂ S ₁
4	8.34	648	2.06	3.14	1.15	0.13	6.48	0.09	0.25	4.79	1.35	6.48	0.71	17.74	-0,16	C ₂ S ₁
5	8.14	613	2.08	3.10	0.95	0	6.13	0.04	0.12	4.59	1.38	6.13	0.59	15.49	-0,47	C ₂ S ₁
6	7.76	682	1.97	3.46	1.38	0.01	6.82	0.10	0	5.36	1.36	6.82	0.83	20.24	-0,07	C ₂ S ₁
7	8.37	559	1.91	3.28	0.40	0	5.59	0.08	0.17	4.03	1.31	5.59	0.24	7.15	-0,99	C ₂ S ₁
8	7.91	763	2.23	4.77	0.63	0	7.63	0.63	0	5.67	1.33	7.63	0.33	8.25	-1,33	C ₃ S ₁
9	8.22	1080	4.23	5.17	1.14	0.26	10.80	1.26	0.11	7.17	2.26	10.80	0.52	10.55	-2,12	C ₃ S ₁
10	7.58	598	1.68	3.81	0.45	0.04	5.98	0.19	0	4.17	1.62	5.98	0.27	7.52	-1,32	C ₂ S ₁

Çizelge 4.6. Araştırma alanındaki farklı kuyulardan alınan sulama suyu analiz sonuçları (15 Kasım, 2012)

Kuyu No	pH	EC (µmhos /cm)	Katyonlar. me/L					Anyonlar. me/L					SAR	%Na	RSC	Sulama Suyu Sınıfı (USSL. 1954)
			Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Toplam	Cl ⁻	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Toplam				
1	7.82	419	2.50	0.81	0.82	0.06	4.19	0.46	0	2.34	1.39	4.19	0.63	19.57	-0,97	C ₂ S ₁
2	7.23	617	4.87	0.63	0.64	0.03	6.17	0.75	0	3.83	1.59	6.17	0.38	10.37	-1,67	C ₂ S ₁
3	7.62	602	2.96	2.00	0.93	0.13	6.02	0.43	0	4.19	1.40	6.02	0.59	15.44	-0,77	C ₂ S ₁
4	7.87	670	3.16	2.03	1.32	0.19	6.70	0.55	0	4.88	1.27	6.70	0.81	19.70	-0,31	C ₂ S ₁
5	7.83	634	2.62	2.72	0.96	0.04	6.34	0.44	0.01	4.66	1.23	6.34	0.58	15.14	-0,67	C ₂ S ₁
6	7.78	712	1.98	4.36	0.68	0.10	7.12	0.74	0	5.02	1.36	7.12	0.38	9.55	-1,32	C ₂ S ₁
7	7.92	580	2.45	2.43	0.75	0.17	5.80	0.65	0	3.81	1.34	5.80	0.48	12.93	-1,07	C ₂ S ₁
8	8.16	802	5.06	1.32	1.54	0.10	8.02	0.98	0	5.84	1.20	8.02	0.86	19.20	-0,54	C ₃ S ₁
9	7.41	1092	4.62	5.59	0.56	0.15	10.92	1.06	0	8.43	1.43	10.92	0.24	5.12	-1,78	C ₃ S ₁
10	7.57	552	2.94	1.63	0.91	0.04	5.52	0.86	0	3.43	1.23	5.52	0.60	16.47	-1,14	C ₂ S ₁

4.1. pH

Sulama sularında arzu edilen pH 6.5-8.4 arasında olması istenmektedir (Ayers ve Westcot, 1989). Araştırma alanında seçilen örnekleme noktalarında pH değeri 7.23 ile 8.41 arasında değişim göstermektedir (Şekil 4.1.). Araştırma alanı kuyu suları genel olarak bazik karakter sergilemektedir. Haziran ayında 9 nolu kuyuda ölçülen pH değeri sınır değerde ölçülmüştür. Diğer bütün ölçümler sınır değerlerin arasındadır. pH değeri 9'un üzerindeki sular sulama için kullanılmaması gerekir (Wilcox, 1948). pH değeri 9'un altında seyrettiği için çalışma alanı kuyu suları pH yönünden normal kabul edilmekte ve sulama suyu olarak kullanılmasında sorun oluşturmayacağı düşünülmektedir.



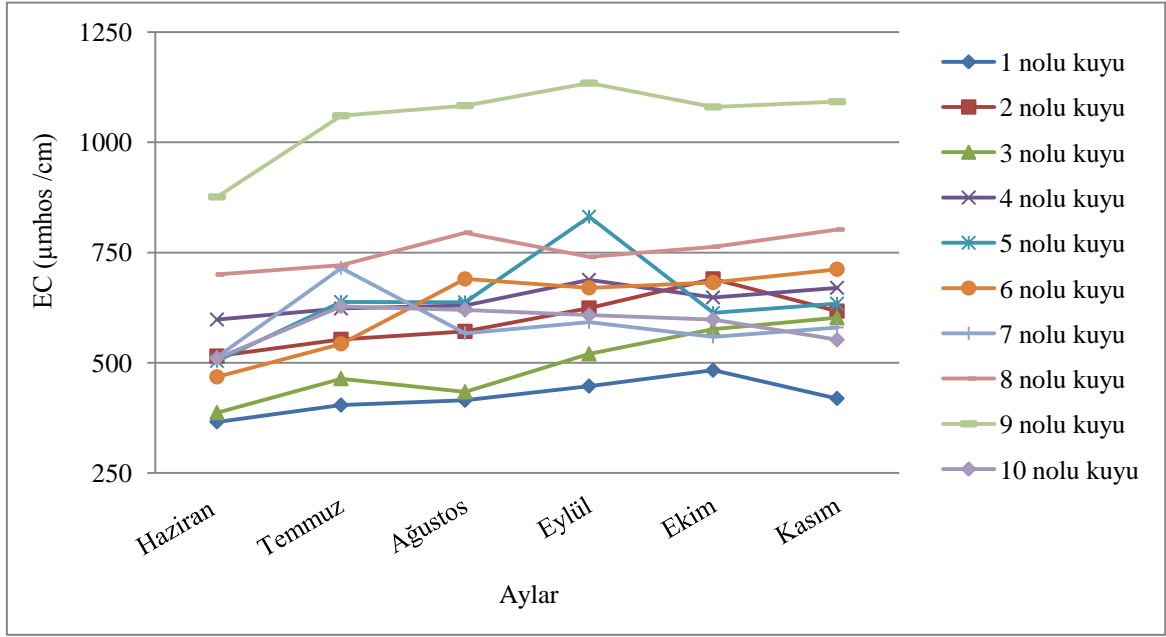
Şekil 4.1. Kuyularda aylara göre pH değişimi

Kapalı sulama sistemlerinde kullanılan sulama sularının pH değerinin 6-6.5 civarında olması önerilmektedir (Tüzel ve Anaç, 1991). Damla sulamada kullanılan suyun pH değerinin 7.5'ten büyük olması ve yüksek düzeyde Ca ve Mg içermesi durumunda CaCO_3 ve MgCO_3 şeklinde çökelmelere neden olduğundan tıkanmalar oluşmaktadır (Şahin ve ark., 1998).

4.2. EC ve SAR

Yeraltı suyu kuyularından seçilen örnekleme noktalarında EC değeri 366 $\mu\text{mhos/cm}$ ile 1134 $\mu\text{mhos/cm}$ arasında değişim göstermektedir (Şekil 4.2). Maksimum EC

değeri, 1134 $\mu\text{mhos/cm}$ ile 9 nolu kuyuda Eylül ayında ölçülmüştür. Minimum EC değeri 366 $\mu\text{mhos/cm}$ ile 1 nolu kuyuda Haziran ayında ölçülmüştür.



Şekil 4.2. Kuyularda aylara göre EC değişimi

Çetin (2005) tarafından Manisa Alaşehir ovası yeraltı suyu kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, EC değerinin yazın ve sonbahar mevsiminin başında yüksek olduğunu bildirmişlerdir. EC değerinin yüksek olmasının nedeni; Yaz mevsiminde yağışın olmaması yada az olmasından dolayı kuyular yağışla beslenemez. Sonbahar mevsiminde kuyu sularındaki tuzluluk miktarında artış ve kullanım nedeniyle kuyuların su düzeyinde azalma meydana gelir. Yapmış olduğumuz çalışma ile bu çalışma karşılaştırıldığında yaz mevsimi ve sonbahar mevsiminin başında bu sonuçların yüksek çıkması birbirini desteklemektedir. Su örneklerinin % 83'ü, C₂ (EC: 250-750 μmhos) tuzluluk sınıfında yer almaktadır. Bu sınıf sular orta tuzlu sulama suyu sınıfında yer alırlar. Geçirgenliği çok düşük olan topraklar dışında yıkanma gereksinimi olmaksızın sulama suyu olarak kullanılabilirler. Su örneklerinin %17'si, C₃ (EC: 750-2250 μmhos) tuzluluk sınıfına giren orta dereceden yüksek dereceye kadar tuz içeren kuyu sularıdır (USSL, 1954). Ortalama EC değerine göre C₂ (EC: 750-2250 μmhos) tuzluluk sınıfında yer almaktadır. Araştırma alanında, sulama yönünden sorun olmayan hafif bünyeli topraklarda, tuza orta veya yüksek oranda dayanıklı bitkiler rahatlıkla yetiştirilebilir (Kanber ve Ünlü, 2010). Kültür bitkileri tuza dayanma derecelerine göre Çizelge 4.7'de sınıflandırılmıştır.

Çizelge 4.7. Kültür bitkilerinin tuza göreceli dayanma dereceleri (Maas, 1986)

Kültür Bitkileri		
Dayanıklı	Orta Derecede Dayanıklı	Duyarlı
Arpa(dane)	Çavdar(dane)	Tarla Fasulyesi
Şeker Pancarı	Buğday(dane)	Soya Fasulyesi
Kolza	Yulaf(dane)	Turp
Pamuk	Pirinç	Kereviz
Pancar	Sorgum(dane)	Fasulye
Kuşkonmaz	Mısır(dane)	Armut
Ispanak	Keten	Elma
Hurma	Ayçiçeği	Portakal
	Domates	Altıntop(Grapefruit)
	Biber	Erik(Kurutmalık)
	Karnabahar	Badem
	Marul	Kayısı
	Mısır	Şeftali
	Patates	Çilek
	Havuç	Limon
	Soğan	Avakado
	Bezelye	
	Kabak	
	Salatalık	
	Nar	
	İncir	
	Zeytin	
	Üzüm	
	Kavun	

Araştırma alanında yaptığımız analizler sonucunda kuyu sularının, SAR değeri 0.01-1.20 arasında değişim göstermektedir. Su örneklerinin SAR değeriyle saptanan sodyum sınıflamasında, %100'ü S_1 sınıfı düşük sodyumlu sular olarak ölçülmüştür (USSL, 1954). Sulama açısından tehlike arz etmemekte olup, güvenle kullanılabilir.

Kahramanmaraş Sağ Sahil Sulama alanı kuyu sularından alınan su örneklerini incelediğimizde C_2S_1 ve C_3S_1 sulama suyu sınıfları aralığında buldukları belirlenmiştir.

Bu bölge kuyularından alınan su örneklerinde, hafif bir tuzlanma eğilimi saptanmıştır. Tuzluluğun olduğu yerlerde yıkama gereksinimi hesaplanmalı ve drenaj sistemleri yapılmalıdır. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde tuzluluk seviyesinde artış kaçınılmazdır.

4.3. Yüzde Sodyum (%Na)

Sodyum yüzdesinin iyi bir endeks olmamasına rağmen yinede sulama açısından sınıflandırma kullanılmaktadır. Araştırma alanı yüzde sodyum değeri ortalama olarak %21.30 belirlenmiştir. Scofield (1936) yöntemine göre, sulama suyu açısından iyi sınıfta olup kullanılmasında herhangi bir sakınca bulunmamaktadır.

4.4. Artık Sodyum Karbonat Miktarı (RSC)

Araştırma alanında alınan kuyu suları analiz sonucunda, RSC değerleri pozitif olarak, 0.08 me/L olarak 6 nolu kuyuda Temmuz ayında ve 0.01 me/L olarak 9 nolu kuyuda Ağustos ayında hesaplanmıştır. Bu kuyularda az miktarda da olsa artık değer kadar sodyum karbonat bulunmaktadır. Diğer kuyulardan alınan örneklerin analiz sonuçlarının hesaplanması üzerine RSC değeri negatif bulunmuştur. Bu kuyularda artık değer kadar sodyum karbonat bulunmamaktadır. Genel olarak RSC Eaton (1950) yöntemine göre, sınıflandırma yapacak olursak kuyu suları sulama açısından 1. sınıf ve sulamada güvenle kullanılabilir.

4.5. Katyonlar ve Anyonlar

Analizlerin sonucunda; magnezyum miktarları 1.08-5.16 me/L aralığında değiştiği görülmüştür. Kalsiyum miktarları ise 0.63-5.59 me/L aralığında değişmektedir. Ayers ve Westcot (1989) yöntemine göre, sırasıyla magnezyum için, 0-5 me/L, kalsiyum için 0-20 me/L değer aralıklarında olduğu için sulama suyu yönünden uygundur. Sulama suyu olarak kullanılmasında herhangi bir sakınca görülmemiştir.

Yapılan analizler sonucunda potasyum miktarları 0 me/L (0 mg/L) ile 0.45 me/L (17.59 mg/L) değer aralığında değişim göstermektedir. Potasyumun sulama sularındaki uygun aralığı 0-2 mg/L' dir (Ayers ve Westcot, 1989). Kuyuların analiz sonucuna bakıldığında, ortalama potasyum miktarlarının sınır değerinin üzerinde olduğu görülmüştür. Potasyum miktarının normal değerlerin üzerinde olması, aynı zamanda araştırma alanında nitrat miktarlarının da çok yüksek çıkmasının birbiriyle bağlantılı olduğu düşünülmektedir

Nitrat miktarlarının yüksek çıkması daha çok yoğun gübre kullanımını işaret etmektedir (Çizelge 4.8). Araştırma alanı yeraltı sularına, arazide kullanılan gübrelerin karıştığı veya yeraltı sularına farklı kaynakların karıştığı düşünülmektedir.

Yapılan analizler sonucunda, sodyum katyonu değeri 0.01-1.96 me/L arasında değişim göstermektedir. Kuyuların tamamına bakıldığında, sodyum katyonu miktarının 0-40 me/L'nin aralığında olduğu, sulama sularında kullanılmasında bir tehlike oluşturmayacağı düşünülmektedir.

Analizler sonucunda karbonat değeri 0-0.35 me/L arasında değişim göstermektedir. Kuyuların tamamına bakıldığında 0-1 me/L aralığındadır (Ayers ve Westcot, 1989). Yani sulama için uygundur. Karbonatın sulu ortamlarda ancak pH'nın 8.5'den yüksek olduğu durumlarda önemli miktarda bulunabileceği Lindsay (1979) tarafından bildirilmiştir. Kuyuların tamamınının pH'ının 8.5' in altında olmasından dolayı karbonat miktarlarının düşük miktarda olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, Manisa Alaşehir ovası bazı suların sulama suyu kalitesinin incelenmesi amacıyla yapılan çalışmada pH'nın 8.5'den düşük olduğu örnekleme noktalarında karbonat iyonu ya çok az ya da sıfır olarak belirlenmiştir (Çetin, 2005). Bikarbonat değeri 1.74-8.47 me/L arasında değişim göstermiştir. Sulama için uygun aralık 0-10 me/L olduğu için sulama amacıyla rahatlıkla kullanılabilir (Ayers ve Westcot, 1989).

Analiz sonuçlarına baktığımızda klor iyonu 0-2.32 me/L, sülfat iyonu 0-2.89 me/L aralıklarında değişim göstermiştir. Scofield (1936) yöntemine göre, 1. sınıf su olup sulama açısından kullanılmasında bulunmamaktadır.

4.6. Bor ve Nitrat

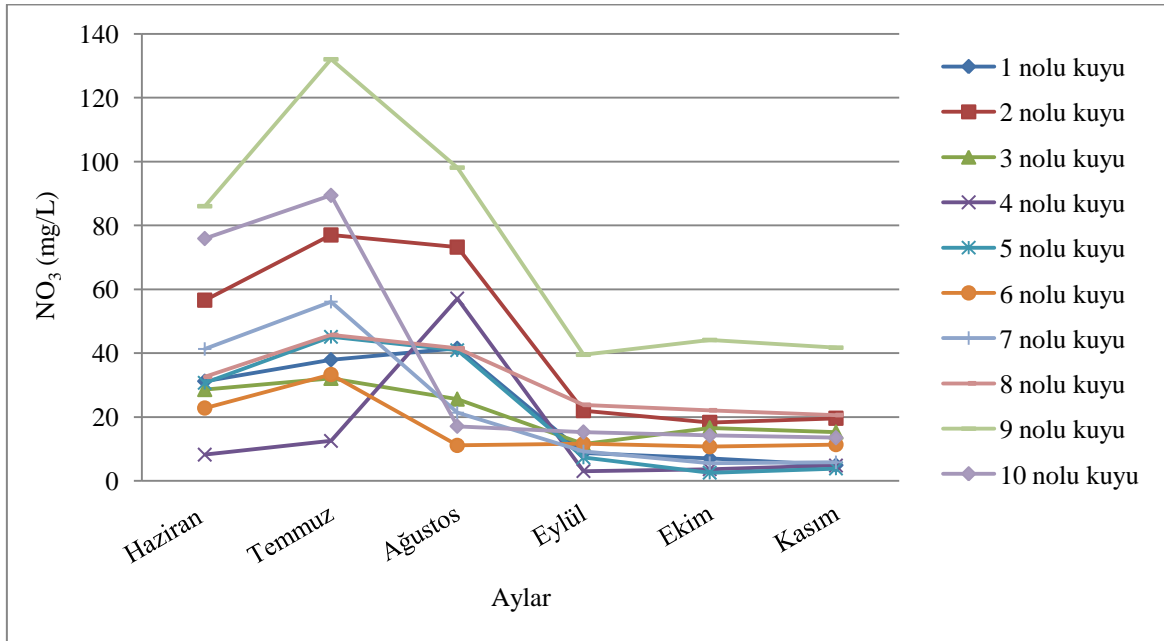
Yapılan analizler sonucunda örneklerin bor değerleri sıfır bulunmuştur. Çalışmada herhangi bir bor kirliliğine rastlanmamıştır

Yapılan analizler sonucunda; maksimum NO₃ miktarı, 132 mg/L olarak 9 nolu kuyuda Temmuz ayında, minimum NO₃ miktarı ise 2.56 mg/L olarak 5 nolu kuyuda Ekim ayında ölçülmüştür (Çizelge 4.8). Ayers ve Westcot (1989) yaklaşımına göre, çalışma alanı sulama suları genel olarak şüpheli ve uygun olmayan sulardır.

Çizelge 4.8. Araştırma alanı nitrat değerleri (mg/L)

Kuyu No	Aylar					
	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
1	31.20	37.90	41.50	18.76	7.03	4.89
2	56.58	77.00	73.20	22.00	18.30	19.69
3	28.60	32.10	25.60	16.50	11.65	15.32
4	18.20	12.50	57.10	13.05	8.61	4.78
5	30.70	45.10	40.90	17.30	11.56	3.87
6	22.80	33.30	11.10	11.60	10.70	11.36
7	41.30	56.10	21.33	9.20	5.55	3.80
8	32.60	45.70	41.50	23.80	22.10	20.60
9	86.00	132.00	98.09	39.50	34.10	21.70
10	75.89	89.40	37.10	15.38	14.21	13.50

Çalışma alanında NO_3 değerleri sulama sezonu boyunca artan ve azalan oranlarda bir durum izlemiştir (Şekil 4.3). Genel olarak yaz aylarında NO_3 miktarında bir artış olmuştur. Bu durumun daha çok tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübrelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle 2, 9 ve 10 nolu kuyularda, yaz aylarında çok yoğun gübre kullanıldığı görülmüştür. Çalışma alanında NO_3 değerleri, sulama sezonunun bitimine doğru azalma eğilimi göstermiştir.



Şekil 4.3. Kuyularda aylara göre NO_3 değişimi

Kaplan ve ark. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada, Antalya'nın Kumluca bölgesinde yeraltı sularındaki NO₃ içeriğinin 2,46-164,91 mg/L arasında değiştiği ve kuyu sularının %50'sinde NO₃ içeriğinin sınır değerini oldukça aştığı belirlenmiştir. Aynı zamanda kuyu sularının NO₃ içerikleri ile drenaj kanallarındaki NO₃ içeriğinin yükseldiğini ve bu yolla hektardan 20-100 kg verim kaybının olduğunu belirtmişlerdir. Yahşi, (1981) Bursa'da yaptığı çalışmada, kuyu sularındaki NO₃ içeriğinin özellikle yaz aylarında 110-150 mg/L'ye kadar yükseldiğini gözlemlemiştir. Bu oranın yükselmesine fazla gübrelemenin neden olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde yapılan bu çalışmada da NO₃ değerleri özellikle yaz aylarında daha yüksek çıkmıştır.

Bölgede NO₃ kirliliği olduğu, organik ve inorganik kaynaklı azotlu gübrenin yoğun bir şekilde kullanıldığı, bölgede aynı zamanda hayvancılıkla uğraşılması sonucunda araziye gelişi güzel bırakılan hayvan gübrelerinin sulama sonrasında sızıntı yoluyla kuyu sularına karıştığı ve evsel atıklardan kaynaklı olduğu düşünölmektedir. Bu tür alanlarda özellikle gübreleme programının belirlenmesinde daha hassas davranılmalıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma alanında sulama sezonu, mevsim şartlarına bağlı olarak Nisan ayından başlayıp Kasım ayına kadar devam etmektedir. Bu nedenden dolayı sulama sezonu boyunca sulama suyu kalite parametreleri önem arz etmektedir. Çalışmanın yapıldığı 2012 yılında Nisan ve Mayıs aylarında yağışların yeterli olmasından dolayı sulama sezonu Haziran ayında başlamıştır.

Yeraltı suyu analizlerinde sulama suyu tuzluluk değerleri 366-1134 $\mu\text{mhos/cm}$ değerleri arasında değişmiştir. Bu tuz konsantrasyonlarına göre yeraltı suları sulama açısından II. ve III. sınıf su olarak sınıflandırılmaktadır. Araştırma alanı hafif tuzlanma eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Tuz konsantrasyonlarıyla beraber SAR, %Na, RSC değerleri de sınırları aşmadığından sulama açısından tehlike oluşturmamaktadır. Mg, Ca, Na, Cl, CO₃, HCO₃ ve SO₄ parametreleri de sulama için uygun aralıktadır. K ve NO₃ parametreleri sulama açısından uygun olmayıp, bölgedeki yoğun gübre kullanımı, tarım ilaçları ve hayvan artıklarının yeraltı sularına sızmasından dolayı sularda kirliliğe yol açmıştır.

Tıkanmaya neden olabilecek en önemli faktörlerden birisi pH değerleridir. İncelenen suların pek çoğunun pH değerleri 7.50'nin üzerinde bazik karakterlidir. Suyu birlikte toprağa uygulanacak besin elementleri suların pH değerlerini daha da yükselteceği göz önüne alınırsa bu durum basınçlı sulama sistemlerinde ve özellikle damla sulama sistemlerinde tıkanmaya neden olabilecektir.

Kahramanmaraş Sağ Sahil Sulama alanında başarılı ve sürdürülebilir bir sulu tarıma kesintisiz devam etmek için, kuyu sularının belirli aralıklarla analizlerinin yaptırılması gerekmektedir. Suda aşırı kirlilik ve tuzluluk tespit edildiğinde, su kaynağını kullanmaktan kaçınılması, sulama için alternatif su kaynağının olmaması halinde, su kaynağını kontrollü bir şekilde kullanarak sulama yapılması gerekmektedir. Tarım ilaçları, organik, inorganik ve suni gübrelerin yerinde kullanılması, gereksiz gübrelemeden kaçınılması gerekmektedir. Hayvan atıklarının su kaynaklarına karışmasının önlenmesi, aşırı sulamadan kaçınılması ve doğal drenajın olmadığı yerlere drenaj sistemleri yapılmalıdır. Aksi takdirde uygun olmayan sulama sularının bilinçsiz ve aşırı bir şekilde kullanılması sonucu doğal drenajın olmadığı yerlerde taban suyu yükselerek yöredeki geniş tarım alanlarının topraklarında; tuzluluk, alkalilik ve diğer kirlilik oluşturan etmenlerle karşı karşıya kalması kaçınılmaz olacaktır. Ayrıca sulama suyu olarak kullanılan kuyuların bazılarının zaman zaman içme

suyu olarak da kullanıldığı tespit edilmiştir. Sudaki yüksek miktardaki nitrat insan vücuduna alındığında kanser gibi ciddi hastalıkları yol açtığı için suların kesinlikle içilmemesi gerekmektedir. Bu konu hakkında gerekli önlemler alınmalı ve yöre halkının bilinçlendirilmesi yapılmalıdır. Bu çalışmayı sadece Kahramanmaraş Sağ Sahil Sulama alanıyla sınırlı tutmayıp mümkünse Kahramanmaraş genelindeki tüm kuyularda daha detaylı bir araştırma yapılmalıdır. Toprağın yapısını iyileştirme de ve bitkisel üretimi artırmada bu önerilerin fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akın, M., Akın, G., 2007. Suyun Önemi, Türkiye' de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, Ankara. 47, 2: s.105-118.
- Alp, A., Demirkıran, A., Üçkardeş, F., Tanrıverdi, Ç. 2008: Assessment of the surface water quality of the Ceyhan River. *National Water Days 2008 (Ulusal Su Günleri 2008)*, 18-19 December 2008, Kahramanmaraş.
- Anonim, 1994. FAO, Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage Paper, No:29 Rome.
- Anonim, 2008. T.C. Kahramanmaraş Pazarcık Kaymakamlığı, (Erişim tarihi: 23.08.2013) http://www.pazarcik.gov.tr/cografya_yapi.asp.
- Anonim, 2009. Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği, Resmi Gazete Sayı 27372, 10 Ekim 2009. Ankara.
- Anonim, 2012a. Kahramanmaraş DSİ Bölge Müdürlüğü Envanter Kayıtları, Kahramanmaraş.
- Anonim, 2012b. Kahramanmaraş Meteorolojik Verileri, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2012c. Kahramanmaraş Kartalkaya Sağ Sahil Sulama Birliği Envanter Kayıtları, Kahramanmaraş.
- Anonim, 2012d. Google Earth, (Erişim Tarihi:02.02.2011), <http://www.googleearth.com>.
- Anonim, 2013. Devlet Su İşleri, (Erişim Tarihi: 11.03.2013), <http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm>.
- Arslan, H., Güler, M., Cemek, B., Demir, Y., 2007. Bafra Ovası Yeraltı Suyu Kalitesinin Sulama Açısından Değerlendirilmesi. *Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Tekirdağ. Sayı:4(2), s.219-226.

- Ayers, R.S., Wescot, D.W., 1989. Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage Paper, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 29, Rev.1. Rome, 173 s.
- Ayyıldız, M., 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1196, Ders Kitabı No:344, Ankara, 277s.
- Bear, J., Cheng, A.H.D., 1999. 'Introductions'. Seawater Intrusion in Coastal Aquifers- Concepts, Methods and Practices (Eds. Bear, Cheng, Sorek, Quazar and Herrera) Kluwer Academic Publishers, 14, The Netherlands.
- Çelik, H., Kanit, R., Öztürk, Y., 1998. Kahramanmaraş İlinde İçme ve Kullanma Suyu İhtiyacının Tespiti. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Sayı:4(3), s.749-757.
- Çetin, N., 2005. Manisa Alaşehir Ovası Yeraltı Suyu Kalitesi ve Sulamada Kullanılabilirliği Üzerinde Bir Araştırma.Yüksek Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Manisa. 43s.
- Doyuran, V., 1983. Erzin ve Dörtüol Ovalarında Yeraltı Su Düzeyi Değişmelerinin Yorumu. Türkiye Jeoloji Kurultayı Şubat Bülteni, Ankara. 26/1, s.49-58.
- Eaton, F. M., 1950. Significant of Carbonates in Irrigation Waters. *Soil Sci.* 69: s.123-133.
- Egemen, Ö., 2011. Su kalitesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No:14, 150s. Bornova-İZMİR (7. Baskı)
- Gündoğdu, K.S., 2004. Sulama proje alanlarındaki taban suyu derinliğinin jeostatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Sayı: 18(2), s.85-95.
- Güllüoğlu, M.S., 2006. Harran Ovası Yeraltı Suyu Kalitesinin Araştırılması Üzerinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Şanlıurfa. 221s.
- Kanber, R., Ünlü, M., 2010. Tarımda Su ve Toprak Tuzluluğu. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 281, Kitap Yayın No: A-87, Adana, 307s.

- Kaplan, M., Sönmez, S., Tokmak, S., 1996. Antalya-Kumluca Yöresi Topraklarının Nitrat İçerikleri. *Tr. J. of Agriculture*, Doğa. 23 s.309-313.
- Koç, H., 2007. Kahramanmaraş Kartalkaya Barajı Sağ Sahil Sulama Alanı Topraklarının Taban Suyu ve Hidromorfik Özelliklerinin Özdirenç (Rezistivite) Yöntemi İle Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş. 52s.
- Korkmaz, H. 2001. Kahramanmaraş Havzası'nın Jeomorfolojisi, Kahramanmaraş Valiliği İl Kültür Müdürlüğü Yayınları No: 3, Kahramanmaraş.
- Kukul, Y.S., 2000. Gümüldür Yöresinde Sulamada Kullanılan Yeraltı Sularının Tuzluluk Durumu ve Tuzlanmanın Toprak ve Turunçgil Bitkisi Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir. 145s.
- Lindsay, W.L., 1979. Chemical Equilibria in Soils. A Willey Interscience Publication. Newyork. 449s.
- Maas, E.W., 1986. Salt Tolerance of Plants. *Applied Agriculture Research*, 1 : 12-26.
- Nalbantçılar, M.T., 2002. Konya Yerleşim Alanı Yeraltı Suyu Kalitesi ve Kirliliği. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya. 117s.
- Scofield, C.S., 1936. The Salinity of Irrigation Waters. Smithsn Inst. Ann. Rpt. 1935. s.275-287.
- Sönmez, S.A., Kaplan, M., 1996. Kumluca ve Finike Yörelere Sera Sulama Sularının Kalitelerinin Belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Sayı:9(1), s.288-303.
- Şahin, Ü., Ö. Anapalı ve A. Hanay., 1998. Erzurum İli Tortum ve Uzundere Seralarında Sulamada Kullanılan Suların Toprak, Bitki ve Damla Sulama Yönünden Değerlendirilmesi. Doğu Anadolu Tarım Kongresi Bildiri Kitabı, 1492–1503. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Erzurum.
- Tüzel, İ. H, S. Anaç, 1991. Damla Sulama Sistemlerinde Damlatıcı Tıkanması ve Koruma Uygulamaları. *E.Ü.Z.F. Dergisi*, İzmir. Sayı 28(1), s.239-254.

- Uçan, K., 1998. Kahramanmaraş Sulamasında Sulama Suyu Etkinliğinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Edirne. 146s.
- USSL, 1954., Salt Problems In Irrigation Soils USDA Agr.Inf. Bull. 190.
- Wilcox, L. V., 1948. The Quality of Water for Irrigation Use. Tech. Bull. 962. USSL. s.1-40.
- Will E. and J.E. Faust., 2005. Irrigation Water Quality for Greenhouse Production. Agricultural Extension Service, PB 1617, The University of Tennessee, USA.
- Yahşi, R., 1981. Su ve Toprak Kaynaklarının Kirlenmesi ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğünün Su Kirliliği ile İlgili Çalışmaları. Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı, 26-28 Mayıs, Cilt II, 661679.
- Yıldıztekin, M., 2007. Muğla Karabağlar Yöresi Kuyu Sularının Sulama Suyu Kalitesi Yönünden Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Muğla. 70s.
- Yurtseven, E., ve Sönmez, B. Sulama Sularının Değerlendirilmesi. Tarım ve Köy İşl.Bk., Köy Hiz. Gn.Md., Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Md. Yayınları No.181/T-63, 62s., Ankara, 1992.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Kamil YİNANÇ
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 06.08.1987 Kahramanmaraş
Medeni hali : Bekar
Askerlik Durumu : Yapıldı
Ehliyet : B Sınıfı (2006)
Telefon : 507 658 3993
E-posta : Kamilyinanc@gmail.com.

Eğitim

<u>Derece</u>	<u>Eğitim Birimi</u>	<u>Mezuniyet tarihi</u>
Yüksek lisans	KSÜ/Biyosistem Mühendisliği Bölümü	2013
Lisans	Çukurova Üniversitesi/Su Ürünleri Mühendisliği	2009
Lise	Özel Beyza Lisesi	2004

İş Denevimi

<u>Yıl</u>	<u>Yer</u>	<u>Görev</u>
2011 - 2012	Çağlayan Alabalık	Su Ürünleri Mühendisi
2012 -	Kahramanmaraş Belediyesi (Su ve Kanalizasyon Müdürlüğü)	Motopomp Görevlisi

Kurslar ve Sertifikalar

C Sınıfı İş Güvenliği Uzmanlığı (18.08.2013)
Hach Lange Su Analiz Spektrofotometresi Eğitim Sertifikası (DR 2800, DR 5000 ve DR 6000 Modelleri)
MEB Bilgisayar İşletmenliği-Operatör (10/04/2011)
LPG Akaryakıt İstasyonları Sorumlu Müdür Belgesi (01.09.2013)
Iso 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemi (01.03.2009)
Sütçü İmam University Göksun Vocational High School Leader Symposium (02/04/2011)

Yabancı Dil

İngilizce (Orta Seviye)

Hobiler

Fitness, Yüzme, Doğa Sporlar, Binicilik, Tarih