



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİLİFKE OVASI SERACILIK İŞLETMELERİNDE, SU KAYNAKLARININ KALİTE YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Didem Rabia DEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Ağustos-2013

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SİLİFKE OVASI SERACILIK İŞLETMELERİNDE, SU KAYNAKLARININ KALİTE YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Didem Rabia DEMİR

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ahmet Melih YILMAZ

2013, 64 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
Doç. Dr. Mehmet ZENGİN
Yrd. Doç. Dr. Ahmet Melih YILMAZ

Bu çalışma, Silifke Ovasını temsil edecek sera işletmeleri topraklar ile ve bu toprakların sulanmasında kullanılan yeraltı su kaynaklarının sulama suyu kalitesi yönünden incelenmesi amacı ile yapılmıştır. Bu amaçla, Ekim 2011-Mayıs 2012 tarihleri arasında sera işletmelerinin sulanması için kullanılan kuyulardan alınan su örnekleri ve bu kuyularla sulanan tarım arazilerinin 0-30 cm derinliklerden alınan toprak örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre; araştırma alanı toprakları kumlu killi tın'dan (SCL), tın'a (L) kadar değişiklik göstermiştir. Toprakların; pH değerleri 7,36-7,66, EC değerleri ise 375-3449 µmhos/cm arasında, sulama sularının; pH değerleri 7,15-8,03, EC değerleri ise 437-2103 µmhos/cm arasında değişmektedir. Su örnekleri ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma sistemine göre C_2 ve C_3 sulama suyu sınıfında olup, orta ve yüksek tuzludur. Sonuçta sulama suları EC değerlerinin yüksek çıkmasının nedeni, yeraltı sularına deniz suyunun karışması olabilir.

Anahtar Kelimeler: Seracılık, Silifke Ovası, sulama suyu kalitesi, toprak tuzluluğu,

ABSTRACT

MS THESIS

EVALUATION OF IRRIGATION WATER QUALITY IN GREENHOUSES OF SİLİFKE PLAIN.

Didem Rabia DEMİR

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
DEPARTMENT OF AGRICULTURAL STRUCTURES AND IRRIGATION

Advisor: Assist. Prof. Dr. Ahmet Melih YILMAZ

2013, 64 Pages

Jury

Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
Assoc. Prof. Dr. Mehmet ZENGİN
Assist. Prof. Dr. Ahmet Melih YILMAZ

This study was conducted to determine irrigation water quality of wells used in some greenhouses at Silifke Plain. For this purpose, water samples were taken during periods of October 2011- May 2012. In addition, soil samples were obtained from 0-30 cm soil depths of lands where used thees irrigation waters. In both water and soil samples, physical and chemical analysis were performed.

The results showed that soil texture in research areas varied from Sand-Clay-Loam (SCL) to Loam (L). The pH and Electrical Conductivity (EC) of the soils varied from 7.36 to 7.66 and from 375 to 3449 µmhos/cm, respectively. The pH and Electrical Conductivity (EC) of the irrigation water varied from 7.15 to 8.03 and from 437 to 2103 µmhos/cm, respectively. Those water qualities were classified as C_2 and C_3 according to United State of America Salinity Laboratory and were moderate and high salinity level. In conclusion, EC values were found high since sea water can be mixed to the groundwater reservoir.

Keywords: Greenhouses, Irrigation water quality, Silifke plain, soil salinity

ÖNSÖZ

Sulama, tarımsal üretimdeki en önemli teknolojik girdilerden birisidir. Bitki su ihtiyacının karşılanması ve diğer tarımsal girdilerin etkinliğinin artırılması nedeni ile sulama, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, tarım açısından son derece önemlidir. Sulama; tek başına bitkisel üretimde önemli bir faktör olduğu gibi verime katkıda bulunan diğer faktörleri de etkilemektedir.

Sulama, toprak, topoğrafya ve iklim özellikleri, bitki cinsi, su kalitesi gibi hususların dikkate alınarak, tarlaya verilecek suyun miktarı, sulama zamanı ile sulama süresi gibi teknik ölçüler belirlenip bu değerlere göre yapılmalıdır. Bu ölçüler göz ardı edilerek sulama yapıldığında, fayda yerine zarar getirebilir. Erozyon, tuzluluk, drenaj gibi sorunları meydana getirerek arazi kayıplarına yol açabilir.

Bu tezde, daha önce yapılmış çalışmalar ve yapılan bu çalışma sonuçları ile su kalitesi ve önemi, su kalitesinin toprağa ve bitkiye etkileri anlatılmış ve topraklarımızı korumak için gerekli bazı öneriler yapılmıştır.

Tezimin çalışmaları ve yüksek lisans eğitimim süresince yardımlarını benden esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet Melih YILMAZ'a, sayın Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ hocama, laboratuar çalışmaları aşamasında yardımını esirgemeyen hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN'e, tez yazım aşamasında hep yanımda olan bölüm hocalarım Arş. Gör. Nurcan ÇİVİCİOĞLU'na, Arş. Gör. Duran YAVUZ'a ve Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğretim elemanlarına en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tüm yaşamımda olduğu gibi hayatımın bu evresinde de maddi – manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili babam Yakup DEMİR'e, sevgili annem Meral DEMİR'e ve sevgili kardeşim Ayhan DEMİR'e, çalışmalarım sırasında her zaman yanımda olan tüm dostlarıma, özellikle sevgili arkadaşım Av. Sibel UĞUZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Didem Rabia DEMİR

KONYA, 2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

ÇİZELGELER LİSTESİ ..... **ix**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **x**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **xi**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **6**

2.1. Su Kaynakları ve Kalite Parametreleri 6
2.1.1. Yağış suları 6
2.1.2. Yüzeysel sular 6
2.1.3. Yeraltı suları 7
2.1.4. Su kalite parametreleri 9
2.2. Sulama Suyu Kalitesi-Toprak Tuzluluğu 11
2.3. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Sınıflandırılması ve Islahı 17
2.4. Yeraltı Suları Üzerine Yapılan Çalışmalar 22

3. MATERYAL VE YÖNTEM **27**

3.1. Materyal 27
3.1.1. Araştırma alanının konumu ve iklim özellikleri 27
3.1.2. Araştırma alanının tarımsal yapısı 30
3.1.3. Araştırma alanının toprak özellikleri 31
3.1.4. Araştırma alanı su kaynakları 32

3.2. Yöntem 33
3.2.1. Su örneklerinin alındığı yerlerin belirlenmesi ve örneklerin alınması 33
3.2.2. Toprak örneklerinin alındığı yerlerin belirlenmesi ve örneklerin alınması 34
3.2.3. Su örneklerinde uygulanan analiz yöntemleri 36
3.2.4. Toprak örneklerinde uygulanan analiz yöntemleri 38

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA **39**

4.1. Sera İşletmelerinin Özellikleri 39
4.2. Araştırma Alanından Alınan Sulama Suyu Örneklerinin Özellikleri. 39
4.3. Araştırma Alanından Alınan Toprak Örneklerinin Fiziksel Özellikleri. 46
4.4. Araştırma Alanından Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Kimyasal Özellikleri 47

5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....52
5.1. Sonuçların Değerlendirilmesi 52
5.2. Öneriler 54

6. KAYNAKLAR 56

ÖZGEÇMİŞ 64

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Yeraltı ve yüzeysel sularının karakteristik özellikleri…….8

Çizelge 2.2. Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalite kriterleri .....…11

Çizelge 3.1. Silifke ilçesine ait bazı meteorolojik veriler.....29

Çizelge 3.2. Silifke ilçesi arazi kullanım durumu.....30

Çizelge 3.3. Araştırmaya konu olan su ve toprak örneklerinin alındığı mevkiiler.....33

Çizelge 4.1. Silifke ilçesi sera işletmeleri ve sahiplerine ait bazı özellikler.....40

Çizelge 4.2. Silifke ilçesi sera işletmelerinden Ekim-Mayıs ayları arasında alınan su örneklerinin pH ve EC analiz sonuçları……...……..41

Çizelge 4.3. Silifke bölgesi su kuyularından Ekim ayında alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.....42

Çizelge 4.4. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri 46

Çizelge 4.5.Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri 48

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Araştırma alanının konumu 27

Şekil 3.2. Araştırma alanından su ve toprak örneklerinin alındığı yerler 35

Şekil 4.1. Sulama suyu örneklerinin EC değerleri 45

Şekil 4.2.Toprak örneklerinin EC değerleri 49

Şekil 4.3. Araştırma alanı sulama sularının tuzluluk haritası 50

Şekil 4.4. Araştırma alanı topraklarının tuzluluk haritası 51

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Na^{+} : Sodyum

K^{+} : Potasyum

Ca^{++} : Kalsiyum

Mg^{++} : Magnezyum

Fe^{+++} : Demir

Cl^{-} : Klor

Cu^{++} : Bakır

Mn^{++} : Mangan

Zn^{++} : Çinko

Al^{+++} : Alüminyum

B : Bor

H_2O : Su

NO_3^{-} : Nitrat

CO_2 : Karbondioksit

$CO_3^{=}$: Karbonat

HCO_3^{-} : Bikarbonat

Na_2CO_3 : Sodyum Karbonat

SO_3 : Kükürt trioksit

$SO_4^{=}$: Sülfat

H_2SO_4 : Sülfürik Asit

Na_2SO_4 : Sodyum Sülfat

$CaCl_2$: Kalsiyum Klorür

$CaCO_3$: Kalsiyum Karbonat

$CaSO_4.2H_2O$: Jips

Dys : Yıkama suyu derinliği

Dt : Toprak derinliği

% Na : Yüzde sodyum

pH : Hidrojen iyon konsantrasyonunun negatif logaritması

EC : Elektriksel iletkenlik

Kısaltmalar

KDK	: Katyon Değişim Kapasitesi
RSC	: Kalıcı Sodyum Karbonat
SAR	: Sodyum Adsorbsiyon Oranı
DSY (ESP)	: Değişebilir Sodyum Yüzdesi
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
BOİ	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
UNESCO	: Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
KOP	: Konya Ovaları Projesi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
DSİ	: Devlet Su İşleri
SCL	: Kumlu-killi-tın (toprklarda bünye sınıfı)
SL	: Kumlu-tın
CL	: Killi-tın
L	: Tın

1. GİRİŞ

Yeryüzünün %70'ini kaplayan ve bu sebeple dünyamıza "Mavi Küre" adının verilmesine sebep olan su, yeryüzünde en çok bulunan ögedir. Dünyada toplam su miktarı 1.400 milyon km^3'tür. Bu suyun %97,5'ini denizler ve okyanuslardaki tuzlu sular işgal etmektedir. Geriye kalan %2,5'luk bölüm ise, tatlı su kaynağı olup çeşitli amaçlar için kullanılabilir durumdadır. Tatlı suyun yaklaşık %70'i buzullarda ve derin aküferlerde bulunmaktadır. Dünyadaki tatlı su kaynaklarının ancak %1'den daha az bir kısmı kullanıma müsait durumdadır (Anonim, 2006 a).

Yeryüzündeki su kaynaklarının yaklaşık olarak %99,4 ($1,4x10^9$ 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 tutulu 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 ($9x10^6$ km^3) gibi çok önemli bir oranla yeraltı suyu olarak tüketilebilecek durumdadır (Bear ve Cheng, 1999).

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü verilerine göre; Türkiye'de yıllık ortalama yağış yaklaşık 643 mm olup, bu da yıllık ortalama 501 milyar m^3 suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 milyar m^3'ü toprak ve su yüzeyleri ile bitkilerden oluşan buharlaşma ile atmosfere geri dönmektedir. 69 milyar m^3'lük kısmı yer altı sularını beslemekte, 158 milyar m^3'lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve göllere boşaltılmaktadır. Yer altı suyunu besleyen 69 milyar m^3'lük suyun 28 milyar m^3'ü pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyuna tekrar geri dönmektedir. Ayrıca komşu ülkelerden ülkemize gelen yılda ortalama 7 milyar m^3 su bulunmaktadır. Böylece ülkemizin brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 milyar m^3 olmaktadır (Anonim, 2006 a).

Nüfusun hızlı artışı ve buna paralel olarak artan tarımsal, içme kullanma ve sanayi suyu ihtiyaçları nedeni ile su kaynaklarına duyulan talep giderek artmaktadır. 2000'li yıllarda 6,2 milyar olan dünya nüfusunun 2025'te 8,5 milyar, 2050'de de 10,5 milyar olması beklenmektedir. Aşırı nüfus artışı nedeniyle tarımda kullanılan su miktarı

azalmış ve kullanım %70'den %63'e düşmüştür (Anonim, 2003 a).

Hızlı nüfus artışı, küreselleşme, göçler ve küresel iklim değişikliği toprak ve su kaynaklarını son derece kısıtlı hale getirmektedir (Prinz, 2004). Ülkemiz, özellikle de Orta Anadolu bölgesi bu durumdan en çok etkilenecek bölgelerimiz arasındadır. Bu nedenle su kaynakları ile ilgili problemlerin teşhis edilmesi ve şimdiden önlem alınması gerekmektedir. Mevcut tatlı su kaynaklarının yaklaşık %75'i tarımsal amaçlı kullanılmaktadır. Tarımda toplam su uygulama randımanı ise çok düşüktür (ülkemiz için %35 civarında) (Konukçu ve ark., 2004). Bu randımanın %50'ye çıkartılması ile içme ve kullanma suyuna denk bir miktar tasarruf edilmiş olacaktır. Bu nedenle sulanan alanlarda suyun yönetimi çok önemlidir.

Geleceğe yönelik sulama etkinliğinin artırılmasında en önemli araç; verimli bir tarımsal üretim, uygun araştırma tekniklerini içinde barındıran, gelişmiş sulama teknolojisini kullanan ve etkin bir bilgi sistemine sahip su ve sulama yönetimidir. Su kaynaklarının bilinçsiz kullanımının önüne geçilmeli, mevcut kaynaklarla daha çok alan sulanabilmesi için geliştirilen sulama sistemleri hakkında çiftçilere teknik destek verilmelidir.

Bugün dünyada sulanan alanlar 276 milyon hektar olup işlenebilir arazilerin yaklaşık %19,6'sını oluşturmaktadır (FAOSTAT, 2005). Ancak her geçen yıl sulamaya açılan alanların artmasıyla bu oran yükselmektedir. Ülkemizde 1950'li yılların başında 0,5 milyon hektar olan sulanan alanlar 2008 yılı itibarıyla 5 milyon hektara ulaşmıştır (Anonim, 2008). Sulanan alanlar bu şekilde artarken sulama suyu kaynakları aynı kalmakta hatta son yıllarda çevre kirliliği ve doğal dengenin bozulması sonucu, dünya ısısında yükselme ve bazı bölgelerde, özellikle Akdeniz ülkelerinde, düşük yağışlar nedeniyle su kaynaklarında azalma gözlenmektedir (Çakmak ve ark., 2005).

Yeryüzünde kullanılabilir su kaynaklarının kısıtlı oluşu, endüstriyel gelişmelere paralel olarak mevcut kaynakların bilinçsizce kirletilmesi, dünya nüfusunun artışı ve insanlığın refah seviyesine bağlı su tüketiminin artması suyu stratejik bir kaynak haline getirmektedir. İnsanoğlu için 20.yüzyılda petrol ne kadar önem arz etmiş ise, 21.yüzyılda da suyun, o kadar önem arz edeceği görülmektedir. Günümüzde dünyanın birçok yerinde su kaynaklarına sahip olabilmek için sıcak ve soğuk savaşlar verilmektedir. Bu sebeplerden dolayı, çağımızın en büyük sorunlarından birisi de su yönetimi ve buna bağlı olarak su kaynaklarının korunması olacaktır (Yılmaz, 2005).

Ülkemizde, dünyadaki gelişmiş ülkelere paralel olarak yeraltı suyu yoğun olarak kullanılmaktadır. Yeraltı suyu dünyanın birçok yerinde iyi kalitede içme suyunun ana kaynağını oluşturur. Yeraltı suyunun geçtiği kayaçlar ve topraklar birçok istenmeyen kirleticinin uzaklaştırılmasında doğal bir süzgeç rolü oynamakta ve su arıtımında çok faydalı olmaktadır. Bununla birlikte, bu yararlarına karşın, yeraltı suyu kalitesi; yeraltı suyunu depolayan kayaçların kimyasal ve minerolojik yapılarından dolayı jeokimyasal tepkimeler neticesinde suya geçebilen iz elementler nedeniyle garanti edilemez. Bu iz elementler yüksek miktarda toksik olabilir (Akpınar, 2005). Yerüstü suları ise; dere, çay, göl ve baraj sularından oluşmaktadır. Bunlar genellikle kirlidir. Kirlilik dereceleri, daha çok geçtikleri ve üzerinde bulundukları topraklara, yakınlarında bulunan fabrikalara ve yerleşim birimlerine bağlıdır. Dünyada olduğu gibi Türkiye'de yerüstü suları kirlilik derecelerine göre çeşitli arıtma işlemlerine tabi tutulduktan sonra kullanılmaktadır (Bilgin, 2003; Öztürk 2006).

Yeraltı suyunun ülkemizde ve dünyada artan su ihtiyacının karşılanmasında, giderek daha fazla kullanılması nedeniyle potansiyel bir kirlenme durumu söz konusudur. Kirletilen su kaynağının temizlenmesinin, korunmasından daha güç ve pahalı olduğu bilinen bir gerçektir. Bu nedenle, yeraltı suyunun kirliliğinin kontrolü ve önlenmesi çalışmalarının yapılması gerekmektedir (Tombul ve Bilgin, 1998).

Tarımsal üretimde kullanılan başta kimyasal gübreler olmak üzere genelde gübreler suların kirlenmesinde önemli bir paya sahiptir. Gübrelerden kaynaklanan kirlilik içersinde ise üzerinde en fazla durulan suların nitrat (NO_3) ile kirlenmesidir. Çünkü NO_3, tarımsal üretimde kullanılan gübrelerle gün geçtikçe artan miktarlarda uygulanmakta ve toprakta NO_3 birikmektedir. Biriken bu NO_3'ın koşullara göre değişen miktarları, yıkanarak toprak derinliğine hareket etmekte ve bir bölümü yeraltı ve yerüstü sularına ulaşmaktadır (Kaplan ve ark., 1999).

Zirai mücadele için kullanılan ilaçlamalarda havadaki ilaç zerrelerinin rüzgarlarla sulara taşınması veya pestisit üretimi yapan fabrika atıklarının durgun veya akarsulara boşaltılması sonucunda su kaynaklarımız petisitlerle kirlenmektedir. Yıllardır bilinçsiz bir şekilde açılan yeraltı su kuyuları sebebiyle yeraltında bulunan suyu tüketme noktasına gelinmiştir. Yeraltı su seviyesi her geçen gün düşmekte, suya ulaşabilmek için artık çok derinlere inme zorunluluğu vardır. Mevcut kuyuların birçoğundan su alınamamaktadır. (Anonim, 2006 b).

Çeşitli insan faaliyetlerinden kaynaklanan kirleticiler su kalitesini ve sucul hayatı ciddi boyutta etkilemektedir. Su kalitesi ve doğal dengenin bozulması sonucu, doğadaki tüm suların sahip oldukları kendi kendini temizleme kapasitesi azalmakta veya yok olabilmektedir (Dirican ve Barlas, 2005).

Tarımsal üretimde birim alandan alınan verimi arttırmada, sulamanın önemi bilinen bir gerçektir. Modern sulama yöntemlerinin kullanılmasında bitkiye verilecek sulama suyunun miktarı, verilme zamanı ve yöntemi kadar, sulama suyunun kalitesi de önemlidir. Sulamada kullanılan yeraltı ve yerüstü sularının su kalitesinin mutlaka bilinmesi gereklidir (İşcan ve ark., 2001).

Sulama sularının, tarım alanları için uygun olup olmadığının belirlenmesi her zaman kolay değildir. Bununla ilgili standart değerler de yoktur. Bir bitkinin gelişmesi, doğrudan doğruya sulama suyuna değil, sulama sonucu toprak-su sisteminin özellik değişimine bağlıdır. Bölgesel iklim, bitki türü, tarım teknikleri, yerel şartlar, sulama sıklığı ve verilen su miktarı gibi birçok faktör etkilidir. Bu suyun sulama için uygun olup olmadığı, bütün bu faktörlerin değerlendirilmesi ile belirlenir (Doğan ve Soylak, 2000).

Sera, bitkilerin yıl boyunca iklim koşullarına bağlı kalmaksızın yetişmesini sağlayan yapı sistemleridir. Seralar, özellikle sebze, meyve ve çiçek yetiştirmek amacıyla, bitkiler için mikroklima oluşturmak üzere kurulan şeffaf (ışık geçirgen) yapılardır. Seralarda yapılan tarım işletmeciliğine "seracılık" denir (Kara, 2010). Bitkilerin belirli bir süre (ilkbahar veya sonbaharda 1-2 ay) örtü altında tutulmasını sağlayan yapı sistemlerine "örtü altı sistemleri" denir. Bu sistemlerde yapılan tarım işletmeciliğine "örtü altı yetiştiriciliği" adı verilir (Kara, 2010).

Birim alandan yüksek verim alınmasına, küçük alanların değerlendirilmesine olanak veren ve yıl içerisinde düzenli bir işgücü kullanımı sağlayan sera tarımı; ekolojik koşullara bağlı olarak geliştiğinden özellikle güney kıyılarımızda yoğunlaşmıştır.

TÜİK'in 2007 yılı verilerine göre Türkiye'de toplam 49.311 hektar alanda örtüaltı tarımı yapılmaktadır. Örtüaltı tarımı yapılan toplam alanın %40'ı plastik seralardan, %32'si alçak plastik tünellerden, %15'i cam seralardan, %13'ü ise yüksek plastik tünellerden oluşmaktadır. Türkiye'de 27.084 hektar olan toplam sera alanlarının (cam ve plastik) yaklaşık %57'si Antalya'da, %27'si Mersin'de, %9'u Muğla'da, %3'ü İzmir'de, geriye kalan % 4'ü ise diğer illerde yer almaktadır. Türkiye genelindeki toplam sera alanı içersinde plastik seralar %72, cam seralar ise %28 oranında bir pay

almaktadır (Anonim, 2007).

Silifke, Mersin ilinde örtüaltı tarımın önemli olduğu ilçelerden biridir. Silifke'de yaklaşık 1500 dekar alanda 950 çiftçi ailesi örtüaltı (seralar ve alçak plastik tüneller) tarımı yapılmakta olup, seralarda yoğun olarak yetiştirilen sebzeler ise sırasıyla domates, hıyar, patlıcan ve biberdir (Anonim, 2003 b).

Araştırma, Mersin ilinin Silifke ilçesinde, Silifke Ovasını temsil edecek şekilde, 10 adet sera işletmesinden her ay olmak üzere (Ekim-Mayıs) su örnekleri ve Ekim ayında alınan toprak örnekleri incelenmiştir. Belirlenen kuyulardan alınan sulama suyu örnekleri ve bu kuyularla sulanan toprak örnekleri incelenerek sonuçları tuzluluk (EC), pH, tekstür yönünden değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2. 1. Su Kaynakları ve Kalite Parametreleri

Doğada, kimyasal bakımdan saf bir suya rastlanmaz. İçme, endüstri ve tarımsal sulamada kullanılan sularda çözünmüş halde cins ve miktar bakımından çeşitli maddeler vardır. Bu maddelerin cins ve miktarları bir suyun içilebilirliğini ve endüstrinin çeşitli kısımlarında kullanılmasını etkiler (Gamsız ve Ağacık, 1978).

Suların karakteristik özellikleri büyük ölçüde içinde bulundukları jeolojik yapıya ve mineralojik bileşime bağlıdır. Buna rağmen kalın bir zemin tabakasından süzülerek geçen yeraltı sularının yüzeysel sulara göre daha temiz, buna karşılık çözünmüş tuz içeriklerinin de daha fazla olması beklenir (Yalçın ve Gürü, 2002).

2.1.1. Yağış suları

Bütün doğal sular değişik cins ve miktarda mineral içerir. Suyun bulunuşu ve kaynağına göre içerdiği maddeler değişir. Suyun özellikleri ve davranışı da saf sudan farklı olur. Doğal sulardan saf suya en yakın özelliği yağmur ve kar suları gösterir. Ancak günümüzde doğal kirlenmelere ek olarak, hava kirlenmesi sonucu yağmur ve kar sularının özelliği de atmosferdeki geçtiği yerlere göre çözünmüş olduğu maddelerin etkisi ile saf sudan uzaklaşır. Yalnız kutup bölgelerine yakın yerlerdeki yağmur ve kar suları en saf haldedir (Yalçın ve Gürü, 2002).

2.1.2. Yüzeysel sular

İçme suyu temininde yararlanılan yüzeysel sular denince akla; nehir, göl, dere ve baraj suları gelir. Bütün yeryüzü suları, yataklarıyla daima temas halinde bulunduklarından yeraltından su sızar ve bileşimleri yeraltı sularına benzemekle birlikte karakteristik bazı farklar gösterirler. Yüzey sularında genelde bulanıklık, renk, koku, tat ve bakteriyolojik içerikten kaynaklanan sorunlara rastlanır. Genelde dere ve nehirler su kalitesi açısından ciddi mevsimsel değişim gösterirler. Yağmurlu mevsimler ya da bahar aylarında eriyen karlar bu tür kaynaklardan alınacak sudan bulanıklık ve benzeri su kalitesi parametrelerinin önemli ölçüde etkiler. Ayrıca bu kaynakların kapasiteleri de mevsimsel ve yıllık olarak önemli ölçüde değişir (Duran ve Demirer, 1997).

2.1.3. Yeraltı suları

Yeraltı suları kendiliğinden yeryüzüne çıkan sular şeklinde (kaynak suları) ya da kuyu ve artezyen suları olarak bulunur. Yeraltı sularının kendiliğinden yerüstüne çıkmaları şekline "kaynak suları" denir. Bunlar temiz sular olup doğrudan içilebilme özelliğine sahiptirler. Fakat çeşitli nedenlerle kirlenmeleri muhtemeldir. Bu sebepten düzenli bir şekilde kimyasal ve bakteriyolojik kontrollere tabi tutulmalıdır. Teknik yöntemlerle yerüstüne çıkarılan sular ise kuyu ya da artezyen sularıdır. Herhangi bir kirlenmeye uğramamış yer altı sularının kalitesi genellikle bulanıklık, bakteriyolojik içerik ve toplam organik madde içeriği bazında yüzey sularına göre daha yüksektir ve basit bir arıtma işlemi sonucu su dağıtım şebekesine verilebilir. Ancak yeraltı sularındaki mineral (Ca, Mg, Fe ve Mn) oranı yüzey sularına oranla kat kat daha fazladır. Yeraltı su kaynaklarında su kalitesinde ciddi oranda mevsimsel ya da yıllık değişimler görülmez (Yıldız, 1996).

Genel olarak yer altı sularının yüzeysel sulara göre aşağıdaki avantajları vardır:

1. Bütün yer altı suları berrak ve renksizdir.
2. Yeraltı sularının organik madde ve mikroorganizma içeriği daha azdır.
3. Yeraltı sularının kimyasal bileşimi ve sıcaklığı zamanla değişmez.

Yeraltı sularının dezavantajları ise:

1. Çok miktarda yer altı suyu bulmak zordur.
2. Yeraltı sularında toplam çözünmüş tuzlar, özellikle klorür ve sülfat tuzları daha yüksektir.
3. Yeraltı sularında demir, mangan ve sertlik yapıcı bileşenler daha fazla bulunur.
4. Yeraltı sularını depolara pompalamak için gerekli enerji daha fazladır (Yalçın ve Gürü, 2002).

Yeraltı ve yüzeysel suların karakteristik özellikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Yeraltı ve yüzeysel sularının karakteristik özellikleri (Yalçın ve Gürü, 2002).

ÖZELLİKLER	YÜZEYSEL SULAR	YERALTI SULARI
Sıcaklık	Mevsimlere göre değişir	Yaklaşık olarak sabit kalır
Bulanıklık	Zamanla değişir, bazen çok yükselir	Çok az veya yoktur
Çözünmüş tuzlar	Yağış ve sellere göre değişebilir	Yüzeye yakın yerde daha yüksektir
Demir ve Mangan	Göllerin dibi hariç genellikle yoktur	Daima bir miktar bulunur
Serbest CO_2	Genellikle yoktur	Büyük ölçüde içerir
Çözünmüş oksijen	Doygundur	Genellikle azdır
Amonyak	Kirlenmiş sularda bulunur	Yüzeysel kirlenmeyi gösterir
Hidrojen sülfür	Bulunmaz	Bazı sıcak sularda rastlanır
Silikat	Az miktarda bulunur	Yüzey sularda daha yüksektir
Nitrat	Genellikle çok az bulunur	Bazı sularda rastlanır
Mikroorganizma	Patojen bakteriler ve virüsler bulunabilir	Sıklıkla demir bakterileri bulunur

İnsan ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli olan suyun kullanılması, suyun hastalık ve zararlı psikolojik etkiler yapabilecek mikroorganizmalar ile mineral ve organik maddelerden arındırılmış olmasına bağlıdır. Ayrıca su estetik açıdan kabul edilebilir olmalıdır; yani bulanıklık, renk, koku ve istenmeyen tatlar giderilmiş olmalıdır. Son zamanlarda nüfusun artmasıyla beraber endüstri ve kimya sanayinde çok hızlı bir gelişme olmuştur. Bununla birlikte içme suyunun güvenliği ve içilebilmesi konusundaki sorularda da bir artış görülmüştür (Akar, 2000).

Su kalitesinin belirlenmesinde; çözünmüş oksijen, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, katı madde, azot, fosfat, bulanıklık, renk, koku, pH, iletkenlik, sertlik ve ağır metal tayinleri yapılabilir.

Su kalitesinin belirlenmesinde çeşitli parametrelerden yararlanılmaktadır. Bu değerler genelde aynı olmakla beraber bazen ülkelere göre değişiklik göstermektedir. Su kalitesinin tespitinde ülkemizde TSE 266 İçme Suyu Standardı ve 17.12.2005 tarih ve 25730 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik kullanılmaktadır (Anonim, 2005).

2.1.4. Su kalite parametreleri

- **Sıcaklık:** Su kaynaklarının sıcaklığı mevsimlere, hava sirkülasyonuna, su kaynağının bulunduğu yere, akışına ve derinliğe göre değişir. Sıcaklık su kaynağındaki biyolojik, kimyasal ve fiziksel işlemleri etkiler. Böylece pek çok değişkenin konsantrasyonu değişir. Suyun sıcaklığı arttığında kimyasal reaksiyonların hızı ve sudaki maddelerin buharlaşması birlikte artar. Suyun sıcaklığının artması ayrıca O_2, CO_2, N_2, CH_4 gibi gazların suda çözünürlüğünü azaltır. Sucul organizmaların metabolik hızı sıcaklığa bağlıdır. Sıcak sularda organizmaların solunum hızının artması oksijen tüketimini artırır ve organik maddelerin bozulmasına neden olur (Elhatip, 2002). Sıcaklığın ölçülmesinde diğer ve en önemli amaç da, özellikle yeraltı sularında, bu suların sıcaklığının sabit olup olmadığını yani dış hava sıcaklığına bağlı bir şekilde değişip değişmediğinin araştırılmasıdır. Böylece suların derinden gelip gelmediği hakkında bir fikir edinilir (Anonim, 1984).

  Yüzeysel suların sıcaklıkları doğal olarak iklime göre belirlenir. Genel olarak ekvatordan uzaklaştıkça ve deniz seviyesinden yükseldikçe suların sıcaklığı düşer. Yeraltı sularının sıcaklığı ise, daha çok derinliğe bağlı olup 20-40 metre derinlikte 1°C yükselir. İçilmeye elverişli suyun sıcaklığı 7-12°C arasında olmalıdır bitkilerin yetişmesi için sulama suyu sıcaklığının 20-25°C arasında olması istenir (Baltacı, 2000).
- **pH:** pH; suyun H+ (hidrojen iyonu) konsantrasyonunun (-) logaritması olup suyun asitlik ve alkalilik derecesinin bir ölçüsüdür. 22°C'de suyun H+ ve OH- (hidroksil iyonu) konsantrasyonu birbirine eşittir (Alioğlu, 2006). Genellikle sulama sularının pH değeri 6,5 ile 8,5 arasında olması arzu edilir (Anonim, 1991)
- **Bulanıklık:** Bulanıklık, su içerisindeki tortu ve askı halindeki partiküllerin yarattığı kirlenmedir. Su içinde askıda bulunan kil, silis, organik maddeler, mikroorganizmalar, çökelebilir haldeki kalsiyum karbonat, alüminyum hidroksit, demir hidroksit ve benzer maddelerden ileri gelir. Bulanıklık içme suyu temininde kullanılan sularda; estetik, filtre edilebilirlik ve dezenfeksiyon açısından önemlidir (Bilgin, 2003; Yılmaz, 2004). Sulama suyu kalitesi açısından önem arz etmeyip raporlarda belirtilmez (Ayyıldız, 1983).
- **Elektriksel iletkenlik:** Sulamada kullanılacak suların tuzluluk dereceleri veya içlerinde bulundurdukları erimiş katı madde kapsamları elektriksel iletkenlik olarak ifade edilmektedir. Elektriksel iletkenlik, genellikle 25°C olmak üzere belirli bir

sıcaklıkta çözeltinin 1 cm uzunluk ve 1 cm^2 kesit alanına sahip sütununun ohms olarak direncinin tersi olarak rapor edilir. Chapman,Wilcox ve Hayward sulama sularının 1000 mg/l 'lik bir konsantrasyonunu "en iyi bitki gelişiminin sınırı" olarak kabul ederler (Ayyıldız, 1983).

- **Sertlik:** Sertlik; suda bulunan polivalan iyonlar sayısını, özellikle kalsiyum ve magnezyum miktarını belirlemek için kullanılır. Sularda sertlik iki türlüdür. Bikarbonatların oluşturduğu "geçici sertlik" ile kalsiyum ve magnezyum sülfatların oluşturduğu "kalıcı sertlik" tir. Ayrıca alüminyum, demir, mangan, stronsiyum ve çinko da sertliğe sebep olmaktadır (Greenberg ve ark. 1998, Örgen ve İnanç 2004, Tekbaş ve Güleç 2004).

  İçinde fazla miktarda kalsiyum ve magnezyum tuzu bulunan sular sert sulardır.

  İçinde 0-75 mg/L $CaCO_3$ bulunan sular "yumuşak", 75-150 mg/L $CaCO_3$ bulunan sular "orta derecede sert", 150-300 mg/L $CaCO_3$ bulunan sular "sert" ve 300 mg/L $CaCO_3$'un üzerinde ise "çok sert" sular olarak kabul edilmektedir (Örgen ve İnanç 2004). Suların sertliklerini belirtmekte kullanılan birimler değişiktir. Ülkemizde Fransız sertlik derecesi kullanılır. Bu ölçüme göre; bir sertlik derecesi litrede 10 mg kalsiyum karbonata eşittir. Çok yumuşak sular 0-7,2 sertlik derecesinde, çok sert sular 54 ve daha fazla sertlik derecesindedir (Tekbaş ve Güleç, 2004).
- **Tat ve koku:** Arzu edilmeyen koku ve tat, pek çok değişik maddelerin bulunmasından ileri gelebilir.Bunlar arasında özellikle canlı mikroskobik organizma veya çürüyen vejetasyon atıkları, bunlar da yabani otlar, bakteri, mantar aktinomiset ve algler; çürüyen organik madde; kanalizasyon ve endüstri atıkları sayılabilir. Koku ve tat'ın problemleri oldukça karışıktır.Bunun tayini için meydana getirilen standartlar kantitatif değil kalitatiftir. Koklamak veya dille tatmak suretiyle yapılır. Sulama yönünden tat ve koku bir sakınca teşkil etmez ve raporlarda belirtilmez (Ayyıldız, 1983).
- **Renk:** Tüketicilerin memnuniyeti açısından suyun görünüşü çok önemlidir. Düşük renk kullanma suyu bakımından çok önemlidir (Akar, 2000). Saf su renksizdir. Göl, deniz ve okyanus suları mavimtrak bir görünümde ise de bu, ozon tabakasının atmosfere verdiği mavi rengin suya yansıması ile oluşan bir renktir (Akar, 2000).

Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalite kriterleri Çizelge 2.2'de verilmiştir (Anonim, 1991).

Çizelge 2.2. Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalite kriterleri (Anonim, 1991)

Kalite Kriterleri	1.Sınıf (çok iyi)	2.Sınıf (iyi)	3.Sınıf (kullanılabilir)	4.Sınıf (dikkatli Kullanılmalı)	5.Sınıf (uygun değil)
pH	6.50-8.50	6.50-8.50	6.50-8.50	6.00-9.00	<6.00->9.00
ECx10^{-6} 25^{o}C	0-250	250-750	750-2000	2000-3000	>3000
∑ Tuz (mg/L)	0-175	175-525	525-1400	1400-2100	>2100
Sıcaklık (^{o}C)	30	30	35	40	>40
SO_4^{--} (me/L)	0-4	4-7	7-12	12-20	>20
Cl^{-}(me/L)	0-4	4-7	7-12	12-20	>20
B (mg/L)	0-0.50	0.50-1.12	1.12-2.00	2.00	--
ÇSY	<20	20-40	40-60	60-80	>80
SAO	<10	10-18	18-26	>26	--
BSK (me/L)	<1.25	1.25-2.50	>2.50	--	--
Tuzluluk-sodyumluluk	C_1S_1	C_1S_1-C_2S_2 C_2S_1	C_1S_3-C_2S_3 C_3S_3- C_3S_2 C_3S_1	C_1S_4-C_2S_4 C_3S_4- C_4S_3 C_4S_2- C_4S_1	-- --

2.2. Sulama Suyu Kalitesi – Toprak Tuzluluğu

Tarım alanlarında kültür bitkilerinin sulanması çok eski çağlardan beri yapılmaktadır. Sulamada kullanılan suların bilimsel bir görüşle kullanılması ve sulama sularının nitelikleri üzerinde durulmasına 20. yüzyılın başında başlanmış ve son yıllarda çoğunlukla üzerinde durulur hale gelmiştir.

Sulama sularının optimum pH değeri, yetiştirilecek bitkinin cinsine, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Genellikle sulama sularında pH değerinin 6,5-8,0 arasında olması istenilir (Ayyıldız, 1983).

Sulama sularının toplam tuz miktarı elektriksel iletkenlik (EC x 10^{-6}) µmhos/cm (mmhos/cm=dS/m) olarak ifade edilmektedir. Sulu tarımda başarılı olarak kullanılan

suların pek çoğu 2250 µmhos/cm'den daha az toplam tuz konsantrasyonu bulundurmaktadır. Sadece toplam tuz konsantrasyonu yönünden sulama için elektriksel iletkenlik değerleri 750 µmhos/cm'den daha az olan sular uygun olarak kabul edilmektedir. Elektriksel iletkenlik değerleri 750 ile 2250 µmhos/cm arasında olan sulama suları geniş çapta kullanılmakta, uygun bir drenaj ve işletme koşulları altında yeterli bir ürün elde edilmekte ancak yeterli yıkamanın yapılmadığı elverişsiz drenaj koşullarında tuzluluk sorunları ortaya çıkmaktadır (Ayyıldız, 1983).

Çiftçi (1987), Konya TİGEM arazilerinde yaptığı bir araştırmada, toprakların tuzlulaşması ve yer yer sodyumlulaşmasının asıl sebebinin yüksek taban suyu seviyesi ve taban suyu tuz konsantrasyonu olduğunu tespit etmiştir. Yine Çiftçi ve ark (1995), Konya Ovası'nda yapmış oldukları bir araştırmada, drenaj suyu ile sulanan ve sulanmayan arazilerden sondajla alınan toprak örneklerinde; sulanmayan alanların çoğunda (%79) tuzluluk seviyesi sorun oluşturmayacak düzeyde iken, sulanan alanların tuzluluk değeri ise, örneklerin tamamına yakınında (%83) sorun oluşturacak düzeyde bulmuşlardır.

Yurtseven ve Güngör (1990), sulama suyu tuzluluğu ile ilgili yaptıkları çalışmada, tüm sulamaların kil bünyeli toprakta, tuzluluğun artmasına neden olduğu, özellikle de 5 mmhos/cm tuzluluk düzeyindeki sulama sularının uygulandığı parsellerde 0-60 cm'lik toprak profilinin tuzlu hale geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca sulama sularına eklenerek uygulanan yıkama ihtiyacı miktarının, profildeki tuzluluğun azaltılmasında etkili olmadığını, mevcut tuzluluğun değişmediğini vurgulamışlardır.

Kara ve ark. (1990), Konya–Çumra–Çandır Mevkii arazilerinde yaptıkları bir çalışmada, taban suyu seviyesinin yıllık değişiminin, taban suyu seviye sınıfı yönünden (Hansen, Israelsen ve Stringhan 1979) "Fena düzeyde" bulmuşlardır. Fena düzeyde bulunan taban suyu seviyelerinin, yarı kurak iklim kuşağında bulunan bölgelerde tarla içi drenaj şebekesinin tesis edilmemiş olduğu yerlerde toprakların tuzlulaşmasına sebep teşkil edeceğini belirtmişlerdir.

Güngör ve ark. (1992), laboratuar koşullarında killi bünyede oluşan toprak kolonları üzerinde 7 farklı kalitede yıkama suyu uygulamışlar ve toprakta kalan tuzluluk yüzdelerini farklı Ca/Mg oranlarında ve farklı yıkama suyu miktarlarında araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, su kalitesinin iyileştikçe topraktan yıkanan tuz miktarının arttığı, kötüleştikçe azaldığını saptamışlardır.

Zengin ve Bayraklı (1992), Konya Ovası sulama sularının su kalitesi açısından sınıflandırılması üzerine yaptıkları bir araştırmada yeraltı sulama sularının yerüstü sulama sularına göre daha düşük pH'ya sahip olduğunu ve yeraltı suyunun daha fazla Ca^{++} ve Fe^{++} içerdiğini belirlemişlerdir. Yine drenaj kanallarının EC, Mg^{++}, Na^{+}, HCO_3^{-}, Cl^{-} değerlerinin çok yüksek olduğunu, tuzluluk yönünden Konya şehir kanalizasyonu, Arapçayırı ana drenaj kanalı, Hotamış Gölü ve Akşehir Gölü sularının çok yüksek EC değerlerine sahip olduğundan zararlı olduğunu bulmuştur. Ayrıca İvriz, May, Apa, Altınapa barajları, Beyşehir ve Çavuşcu Gölü ile Göksu Nehri sularının sorunsuz, yani iyi kaliteli sulama suları olduklarını belirlemişlerdir.

Konukçu ve Yüksel (1992) yapmış oldukları çalışmada farklı tuz konsantrasyonları ile sulanan toprak örneklerindeki tuzluluğun, sulama suyunun konsantrasyonuna bağlı olarak artış gösterdiği, pH da ise önemli bir değişikliğin olmadığı, SAR değerinde ise tuzluluk ve elektriksel iletkenliğe bağlı olarak artış gösterdiği belirtilmiştir.

Şener (1993), pamukta farklı tuzluluktaki sulama sularıyla yaptığı çalışmada, sulama suyunun tuz içeriği yükseldikçe toprak profilinde tuz birikiminin arttığını ve sulama sonrası toprakta tuz birikiminin genellikle yüzey katmanlarda daha fazla olduğunu belirtmiştir.

Yılmaz ve Çiftçi (1993), Konya Ovası Ana Drenaj Kanalı ve buna bağlı 4 ayrı drenaj kanalındaki su kalitelerinin belirlenmesi ve bunların sulamada kullanılabilirliğinin tespiti amacıyla 1991-1992 yıllarında yaptıkları araştırmada, drenaj kanalları güzergâhları üzerinde seçilen 17 ayrı noktadan 12 ay süreyle aylık su örnekleri ve bu sularla sulanan bazı arazilerden de toprak örnekleri almışlar, toprakların çoğunluğunun tuzlu ve sodyumlu toprak özelliği gösterdiğini belirlemişlerdir. Drenaj kanallarındaki suların büyük bir kısmının 3. ve 4. sınıf sulama suyu olduğunu ve sulamada kullanılmasının uygun olmadığını tespit etmişlerdir.

Altınbaş ve ark. (1996), Saruhanlı ovasında bulunan 23 adet derin kuyudan 3 ayrı dönemde alınan su örneklerinde yapılan analizlerde; örneklerin pH değerlerinin 6,5-8,47 gibi geniş sınırlar arasında değişim gösterdiği; örneklerin genelde orta bazik ve sulama süreci sonuna doğru ise kuvvetli bazik tepkime gösterdikleri saptanmıştır. Aynı araştırmada su örneklerinin elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 375-2200 μS/cm sınırları arasında belirlenmiş; bunların %42,02' sinin C_3S_1; %57.97'sinin ise C_2S_1 sulama suyu sınıfı içerisinde yer aldığı bildirilmiştir.

Küçük Menderes havzasında sulama suyu olarak kullanılan; Küçük Menderes nehri, Tahtalı çayı ve Yassı dere yüzey suları ile bazı yer altı kuyularından alınan su örneklerinin çoğunlukla C_2S_1 ve C_3S_1 sulama suyu sınıfı özelliği gösterdiği, bu örneklerden %17,39'unun duyarlı bitkiler için zararlı düzeyde Bor konsantrasyonu içerdiği, %9,09'unda fosfor kirliliği, %17,39'unda NH_4^+ ve %8,69'unda NO_2^- varlığı, %13,6'da organik madde kirliliği, %13,64'de BOİ (Biyolojik Oksijen İhtiyacı) ile %4,54 de KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) yönünden kirli ve çok kirli sular sınıfında olduğu ayrıca ağır metaller açısından su örneklerinin sadece %13,04 de Cd kirliliği, bu sularla sulanan toprakların %7,14'ünde Fe fazlalığı, %28,57'sinde Mn fazlalığı, %7,14'ünde Zn ve % 5,14'ünde Cd fazlalığı olduğu belirtilmektedir (Başkaya, 1997)

Kurak ve yarı kurak iklim koşullarında gerek bitkilerden olan terleme gerekse toprak yüzeyinden meydana gelen buharlaşma miktarının yüksek oluşu, toprak rutubetindeki tuz konsantrasyonunun artmasına ve dolayısıyla da toprağın tuzlulaşmasına neden olmaktadır (Kaynak ve ark., 2000).

Nacar ve ark. (2000), GAP Bölgesi Harran Ovası'nda toprak, tuz ve su dengesinin izlenmesi ve değerlendirilmesi ile kapalı drenaj projeleme kriterlerinin belirlenmesi amacıyla yapmış oldukları çalışmada, taban suyunun tuz kapsamının, 0,28-35,00 mmhos/cm arasında değiştiği saptayarak, taban sularının büyük bir bölümünün yüksek düzeyde tuz içerdiğini ve sulama suyu niteliği bakımından 3. veya 4. sınıfa girdiğini belirtmişlerdir.

Bitkilerin sulanmasında kullanılacak suyun sulamaya uygunluğu; sulama suyunun kalitesi, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliği, bitkinin çeşidi, tarlanın drenaj yeterliliği ve sulama yöntemiyle yakından ilgilidir. Sulama suyunun kalitesi içersindeki erimiş halde bulunan tuzların konsantrasyonuyla belirlenir. Sulama suyu kalitesi toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine, bitkinin tuza dayanım hassasiyetine, iklim şartlarına ve uygulanacak sulama yöntemi ile su miktarına bağlı olarak, bitki ve toprak üzerinde doğrudan ve dolaylı olarak etkili olmaktadır (İşcan ve ark., 2001).

Kendirli ve Benli (2001), Türkiye'de su kalitesinin izleme ve değerlendirilmesi çalışmalarında; Ergene Nehri, Büyük Menderes Nehri, Banaz Çayı, Porsuk Çayı, Sakarya Nehri, Karanlık Dere, Asi Nehri ve Oltu Suyu kaynaklarının, 2. sınıf az tuzlu gruba dahil olduğu, Kızılırmak Nehri suyu ise 2,4 dS/m'lik yıllık ortalama tuzluluk değeri ile 3. sınıf orta tuzlu sınıfında olduğunu ve nehir kaynaklarımızın en tuzlu suyuna sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Karakaplan ve ark. (2002), Çumra Ovası sulamasında kullanılan Beyşehir Gölü, Suğla Gölü, Apa Barajı ve May Barajı sularının kalitelerini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmada; Beyşehir Gölü'nden Çumra Ovası'na akan, yaklaşık 150 km uzunluğundaki Çarşamba Kanalı güzergahı boyunca Suğla Gölü, Apa Barajı ve May Barajı ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Dört farklı zamanda, beşer noktadan almış oldukları su örneklerinde pH, EC, Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, K^{+}, $CO_3^{=}$, HCO_3, Cl^{-}, $SO_4^{=}$, NO_3^{-}, Fe, Cu, Mn, Zn ve B analizlerini yapmışlar ve SAR değerleri ile kalite sınıflarını belirleyerek gerekli değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Araştırma sonuçlarına göre, tüm su örneklerinin orta alkalin, II. sınıf tuzluluk ve I. sınıf sodiklik (C_2S_1), I ve II. sınıf B içeriklerine sahip oldukları ve Beyşehir Gölü'nden güzergah boyunca May Barajına doğru gittikçe nitrat ve ağır metallerin arttığını, bor kapsamlarının ise azaldığını saptamışlardır.

Zengin ve ark. (2002), Konya Kapalı Havzası'nın sulama sularının özelliklerini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmada; yerüstü sularından May Barajı suyunun yüksek pH değerinden (8,70) dolayı sakıncalı olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma alanındaki tüm yerüstü sularının EC (tuzluluk), B (bor) ve SAR (sodyum adsorbsiyon oranı) yönünden sulamada uygun olduğunu belirtmişlerdir. Yeraltı sularında ise çok yüksek EC değerlerinden dolayı Sazlıpınar ve Küçük aşlama sularının sakıncalı olduğunu rapor etmişlerdir. Sazlıpınar suyunun analiz sonuçlarının diğer yeraltı sulama sularına göre genellikle daha yüksek çıktığını ortaya koymuşlardır. Yerüstü sularının pH ve B değerleri yeraltı sularınınkinden daha yüksek, EC, toplam katyonlar, toplam anyonlar, SAR ve kalite sınıfının ise daha düşük olarak belirtmişlerdir.

Sulama suyundaki tuzlar genellikle; Na^{+}, K^{+}, Ca^{++}, Mg^{++} katyonları ile $CO_3^{=}$, HCO_3^{-}, Cl^{-}, $SO_4^{=}$ anyonlarının meydana getirdiği tuzlardan oluşur. Sulama suyunda bulunan katyonların en önemlisi sodyum (Na^{+}), anyonların ise bikarbonat (HCO_3^{-}) dır. Her ikisinin birlikte fazla oranda bulunması, zamanla toprakta soda oluşumuna neden olur. Toprakta soda birikmesi; değişebilir sodyum oranının artmasına ve toprağın alkalileşmesine yol açar. Bu ise toprağın fiziksel özelliklerini olumsuz etkileyerek toprak strüktürünü bozar, geçirgenliğini azaltıp havalanmasını önler. Sulama suyunda önemli miktarlarda bulunan bu iyonların dışında, çok az miktarda dahi bulunması bitkilere zarar veren, onları zehirleyen mikro elementler bulunabilir. Bunların en önemlisi bor elementidir.

Bu hususlar göz önüne alındığında, kimyasal özellik itibariyle sulama suyunun kalitesini belirleyen unsurlardan en önemli üç tanesi şunlardır:

• Toplam eriyebilir tuz oranı,

• Sodyum oranı,

• Zehirli element (Bor) varlığı ve miktarı (Kara, 2005).

Sulama suyu özellikleri onun niteliğini tanımlamakla birlikte alındığı su kaynağına göre farklılık göstermektedir. Su özellikleri ayrıca iklim ve jeolojik yapıya göre de bölgeden bölgeye değişir. Suyun sağlandığı konumun yeraltı ve yerüstü kaynağı olması su niteliğini önemli ölçüde etkilediği gibi alındığı jeolojik yapıların özellikleri de suyun kimyasal içeriklerini etkiler. Sulama suyu niteliğini birçok unsurun birleşik etkisi belirlemektedir. Bunlar; pH, alkalilik, karbonat ve bikarbonatlar, çözünebilir tuzlar, sertlik, makro ve mikro besin elementleridir. Sulama suyu niteliğinin değerlendirilebilmesi için, bitki büyümesi açısından önemli özelliklerinin ve kabul edilebilir düzeylerinin veya konsantrasyonlarının bilinmesi gerekir (Will and Faust, 2005).

Berekatoğlu ve Bahçeci (2005), Harran ovası drenaj kanal sularının sulamada kullanılma olanaklarını belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada; Harran Ovası'nda drenaj kanal suları, DSİ ve sulama birlikleri tarafından inşa edilen sekiz geri dönüşüm pompası ile tekrar sulamada kullanılmak üzere sulama sistemine verilmektedir. Tuz içerikleri tüm yıl boyunca EC=0,33 mmhos/cm ile 3,70 mmhos/cm iken, Temmuz ve Ağustos aylarında EC=0,33 mmhos/cm ile 0,81 mmhos/cm arasında değişmektedir. Yıl içerisindeki bu farklılığın, drenaj kanal sularına farklı miktarlarda sulama sularının karışmasından ileri geldiğini belirtmişlerdir. Drenaj kanal suları ile sulanan alanlardan alınan toprak örneklerinin elektriksel iletkenlikleri üç yıl boyunca EC=0,37 mmhos/cm ile 7,05 mmhos/cm arasında değişmiş olup, üç yıllık bir sürede toprak tuzluluğundaki değişimin önemsiz olduğunu belirtmişlerdir.

Sulama suyundaki tuzlar genellikle; Na, K, Ca, Mg katyonları ile CO_3, HCO_3, Cl, SO_4 anyonlarının meydana getirdiği tuzlardan oluşur. Sulama suyunda bulunan katyonların en önemlisi sodyum (Na), anyonların ise bikarbonat (HCO_3) dır. Her ikisinin birlikte fazla oranda bulunması, zamanla toprakta soda oluşumuna neden olur. Toprakta soda birikmesi; değişebilir sodyum oranının artmasına ve toprağın alkalileşmesine yol açar. Bu ise toprağın fiziksel özelliklerini olumsuz etkileyerek toprak strüktürünü bozar, geçirgenliğini azaltıp havalanmasını önler. Sulama suyunda

önemli miktarlarda bulunan bu iyonların dışında, çok az miktarda dahi bulunması bitkilere zarar veren, onları zehirleyen mikro elementler bulunabilir. Bunların en önemlisi bor elementidir (Kara, 2005).

2.3. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Sınıflandırılması ve Islahı

Tuzlu ve sodyumlu toprakların sınıflandırılması için üç kıstas kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi toprağın pH değeri, ikincisi toprak saturasyon çözeltisinin elektriksel iletkenliği, üçüncüsü ise değişebilir sodyum yüzdesidir. Adı geçen bu toprak özelliklerine bakılarak toprağın hangi sınıfa girdiği tespit edilir (Sağlam, 1978).

ABD tuzluluk laboratuvarı sınıflamasına göre; saturasyon çözeltisinin 25°C'deki elektriksel iletkenliği 4 mmhos/cm'den büyük, değişebilir sodyum yüzdesi (DSY) 15'in altında, pH değeri genellikle 8,5'ten küçük topraklar "tuzlu topraklardır". Saturasyon çözeltisi elektriksel iletkenliği (25°C'de) 4 mmhos/cm'den az, DSY 15'ten fazla ve pH değeri genellikle 8,5-10,0 arasında, ancak kireç içermeyen topraklarda ise 6'ya kadar düşebilen topraklar "sodyumlu topraklardır". Elektriksel iletkenlik değeri 4 mmhos/cm büyük (25°C'de), DSY 15'ten yüksek ve pH değeri ender olarak 8,5'i geçen topraklar ise "tuzlu sodyumlu topraklardır" (Güngör ve Erözel, 1994).

Tuzluluk sorunu olmayıp sadece sodyumluluk sorunu olan toprakların ıslahı, tuzlu–sodyumlu topraklara kıyasla daha güçtür. Böyle topraklarda toprağın değişebilir sodyum yüzdesi (DSY) değerini azaltmak amacıyla toprağa verilen kimyasal maddelerin toprağa karıştırılıp yıkama suyu ile toprak gözenekleri içinde etkin bir şekilde dağılmasını sağlamakta zorluk çekilmektedir. Çünkü bu toprakların su alma hızları çok düşüktür. Tuzlu–sodyumlu veya sadece sodyumlu toprakların ıslahı için gerekli kimyasal maddelerin cinsi ve miktarı ile yıkama suyu miktarlarının belirlenmesi gerekmektedir. Sodyumlu ve tuzlu–sodyumlu toprakların ıslahında yıkama suyunun topraktan uzaklaştırılması için mutlaka etkin çalışan bir drenaj sistemine ihtiyaç vardır (Güngör ve Erözel 1994).

Tuzlu toprakların ıslahında toprakta birikmiş olan tuzları istenilen profil derinliğine indirebilmek ve drenaj sisteminin yardımıyla bitki kök bölgesini etkilemeyecek duruma getirmek ıslahın amacıdır. Tuzlu toprakların ıslahında uygulanan belli başlı ıslah metotları şunlardır; ***mekanik ıslah*** (tuzlu üst tabakasının sıyrılarak araziden uzaklaştırılması), ***biyolojik ıslah*** (tuzu seven bitkileri yetiştirip olgunlaşma

dönemlerinde bunların araziden hasat edilerek uzaklaştırılması) ve ***hidroteknik ıslah*** (su ile yıkama yapılması)'dır (Bayraklı, 1996).

Tuzlu toprağın ıslahı amacıyla uygulanacak yıkama suyu miktarına şu faktörler etkilidir (Güngör ve Erözel 1994).:

- Toprakta ve taban suyunda başlangıçta bulunan tuzların miktarı ve çeşidi
- Yıkama suyunun kalitesi
- Toprağın geçirgenliği
- Yıkanacak toprak derinliği
- Yıkama şekli
- Yıkama suyu miktarına, yıkama suyunun toprağa uygulanma şekli de etkilidir.

Sodyumlu toprakların ıslahı, kök bölgesindeki değişebilir sodyumun kalsiyum iyonlan ile yer değiştirmesi ile sağlanır. Sodyumlu toprakların ıslahı için, kalsiyum içeren veya topraktaki kalsiyumu mobil duruma getiren kimyasal maddeler genel olarak 3 gruba ayrılabilir (Yılmaz, 2001).

- Çözünebilir kalsiyum tuzları: $CaSO_4.2H_2O$, $CaCl_2$, fosfojips
- Az çözünebilir kalsiyum tuzları: Kalsit; $CaCO_3$
- Asitler ve asit formları: H_2SO_4, Fe ve Al Sülfat, kireç-sülfür, pirit vb.

Eriyebilir kalsiyum tuzları içerisinde en yaygın olarak kullanılan ıslah maddesi jips'tir. Jips'in topraktaki reaksiyonu;

$$2NaX + CaSO_4 \rightarrow CaX_2 + Na_2SO_4$$

Eriyebilirlikleri düşük kalsiyum tuzları içerisinde en çok kireç taşı ($CaCO_3$) kullanılmaktadır. Ancak kireç taşının etkinliği ortam pH değerinin 7,5 ve daha fazla olması durumunda azalmaktadır. Kireç taşının topraktaki reaksiyonu;

$$2NaX + CaCO_3 \rightarrow CaX_2 + Na_2CO_3$$

Asitler ve asit oluşturanlar grubunda en çok kullanılan madde kükürt'tür. Kükürt'ün topraktaki reaksiyonu;

$2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_3$ (Mikrobiyolojik oksidasyon)

$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

$H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CaSO_4 + CO_2 + H_2O$

$2NaX + CaSO_4 \rightarrow CaX_2 + Na_2SO_4$ şeklindedir

Yılmaz (1980), Konya Ovası tuzlu ve borlu alüvyal topraklarının yıkama imkânlarını, yıkama suyu miktarı ve yıkama süresini saptamak amacıyla yapmış olduğu denemede, yıkamaları aralıklı göllendirme şeklinde yapmış olup, her seferinde 20 cm su uygulamıştır. Her birim suyun toprak yüzeyinden kaybolması ile bir sonraki uygulama arasında yaklaşık 48 saat aralık vermiştir. Deneme sonunda topraktaki toplam çözünebilir tuzların ve borun %80'ini yıkamak için gerekli (D_{ys}/D_t) oranlarının sırası ile 2,5 ve 5,0 olarak bulmuş, bor tuzlarının diğer çözünebilir tuzlara göre daha zor yıkandığını tespit etmiştir.

Şanlıurfa–Harran Ovası tuzlu–sodyumlu toprakların ıslahında yararlanılacak jips ve yıkama suyu miktarı ile yıkama süresini saptamak için yapılan bir araştırmada, toplam çözünebilir tuzların yıkama eğrileri çizilip yıkama denklemleri hesaplanmıştır (Sevgilioğlu 1987).

Tuzlu sulama suları ile toprağa iletilen tuzlar, bitkilerin yapılarına çok az kısmını almaları nedeniyle zamanla birikmektedir. Uygun kış yağışlarının ya da düzenli yıkamaların gerçekleşemediği ortamlarda bu topraklar verimliliklerini kaybetmekte ve ekonomik boyutu gittikçe artan iyileştirme uygulamalarının yapılmasını zorunlu kılmaktadır (Yurtsever ve Güngör, 1990).

Uzunoğlu ve ark. (1992), Ankara Sarayköy'de tuzlu ve sodyumlu toprakların ıslahında kullanılan çeşitli ıslah maddelerinin, çorak ıslahı açısından etkinlikleri yanında toprakta fiziksel özelliklerde yarattıkları değişiklikleri saptamak amacıyla yaptıkları araştırmada; deneme konusu olarak jips, çiftlik gübresi, Akdeniz Gübre Sanayii atığı ve kükürt kullanılmış, konulara 20'şer cm'lik dozlar halinde toplam 260 cm yıkama suyu uygulanmış, deneme sonunda tüm parsellerde sorunun giderilmesinde ıslah maddelerinin hepsi etkili olurken yüksek dozlarda etkinliğin arttığını bu konuda en etkili ıslah maddesinin kükürt olduğunu, bunu jips, Akdeniz Gübre Sanayii atığı ve çiftlik gübresinin takip ettiğini belirlemişlerdir.

Ağca ve ark. (2000), Amik ovasında yer alan bazı topraklarda tuzlulaşma ve alkalileşmenin boyutlarını belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada, alınan toprak örneklerinde, pH, toplam çözünebilir tuz, kireç, organik madde, katyon değişim kapasitesi (KDK), değişebilir katyonlar ve bünye analizleri yaptıklarını belirtmişlerdir. Büyük çoğunluğu kil bünyeli olan topraklarda; kireç %23,8-53,3, organik madde %0,10-3,04, KDK ise 17,97-47,41 me/100 gr arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırma konusu topraklarda; pH' nın 7,24-8,08, toplam tuz içeriğinin %0,032-0,355,

değişebilir sodyumun 0,11-1,84 me/100 g ve ESP' nin %0,35-5,77 arasında değiştiği belirlenmiştir. Sonuç olarak araştırma alanı topraklarının tamamında alkalilik ve önemli bir kısmında ise tuzluluk sorunu olmadığını, tuzluluk sorununun olduğu toprakların ise hafif tuzlu topraklar sınıfına girdiğini saptamışlardır.

Çullu ve ark. (2000a), Harran Ovasında tuzluluğun yayılma olasılığını belirlemek amacı ile yapmış oldukları çalışmada, söz konusu alanların önemli bir bölümünün tuzdan etkilendiğini belirlemişlerdir. Bu alanlarda topoğrafik yapı ve taban suyu seviyesine göre kısmen alkalileşmenin başladığını saptamışlardır. Çalışmada, 1995 yılında yapılan sulamanın tuzlu taban sularını yüzeye daha fazla yaklaştırmasından dolayı tuzlulukta artışların meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Çullu ve ark. (2000b), Harran Ovası topraklarında sulamanın başlamasından sonra tuzdan etkilenen topraklardan alınan örneklerde hidrolik iletkenlik, strüktürel özellikler, kil minerallerindeki değişim ve tuz içerikleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, sulama sonrasında strüktür stabilitesinde ve agregasyonda hafif bir bozulma belirlenirken, hidrolik iletkenlikte önemli bir azalma olduğunu belirlemişlerdir. Aynı alanın kil minerallerinde belirgin bir değişim gözlenmezken, tuz içeriğinde önemli artışların olduğunu saptamışlardır.

Yılmaz ve ark. (2001), Konya ovasında tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahı üzerine yapmış oldukları bir araştırmada toplam eriyebilir tuzların %80'inin yıkanması için toprak derinliğinin 3 katı su verilmesi gerektiğini ve kükürt'ün artan dozlarda değişebilir sodyumun azaltılmasında daha etkin olduğunu tespit etmişlerdir.

Warrence ve ark. (2002)' nin bildirdiğine göre, sodyuma bağlı olarak dispers olan kil partikülleri toprak gözeneklerini tıkayabilmektedir. Tıkanan gözenekler ve oluşan yapı, bitkilerin gelişimi sınırlandırmakta, suyun infiltrasyonu ve su akışını engellemektedir. Toprakta tuzluluk ve alkaliliğin değerlendirilmesinde, üzerinde durulması gerekli faktörlerin başında tekstür gelmektedir. Tekstür, toprağın permeabilite, infiltrasyon, yarayışlı su kapasitesi, KDK gibi özellikleri ile yakından ilişkilidir.

Gündüz (2004), Aşartepe sulama alanında yüzey sulama yöntemlerinin uygulandığı koşullarda tuzluluk durumunu belirlemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada, araştırma alanı topraklarında, yüzey sulama yöntemlerinin uygulanması koşulunda ortalama 4.47 yıl sonra tuzluluk sorununun ortaya çıkacağı saptamıştır. Bu tuzluluk sorununun ortaya çıkmaması için gerekli olan yıkama ihtiyacını 71.18 mm/yıl

olarak belirlemiştir.

Sönmez ve ark. (2004), Demre yöresindeki seralarda kullanılan toprak ve sulama sularının tuz içeriklerinin yetiştirme dönemindeki değişimini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmada, araştırma alanından seçilen 28 seradan; üç dönemde, 2 derinlikte toplam 168 toprak ve 84 sulama suyu örneklerinde EC analizleri yapmışlardır. Elde edilen bulgulara göre, Demre yöresi sera toprakları 0-20 cm ve 20-40 cm derinliklerde genellikle orta ve fazla tuzlu, sera sulama suyu örneklerinin ise genellikle orta tuzlu (C_2) ve fazla tuzlu (C_3) sınıflarına girdiğini belirtmişlerdir. Toprak örneklerinin tuz içeriklerinde dönemsel farklılıklar olmakla birlikte sera topraklarının tuz bakımından sorunlu göründüğünü, ayrıca sera sulama sularının da büyük bir çoğunluğunun tuzluluk bakımından sorun teşkil edecek nitelikte olduğu belirlemişlerdir.

Özcan ve Uygun (2004), bitkisel üretimi kısıtlayan önemli toprak karakteristiklerinden biri olan tuzluluğun profilde yersel ve zamansal değişimlerinin incelenmesi ve bu değişimde etkili olan faktörlerin belirlenmesi için Kumkale ovasının kuzeyinde Çanakkale Boğazına etkileşimli 400 ha arazide, 13 örnekleme noktasında, 5 farklı derinlikte ve 7 ayrı ayda alınan toprak örneklerinde tuz ve pH analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları grafiksel olarak değerlendirilmiş, coğrafi bilgi sistemlerinde dağılım haritaları oluşturulmuştur. Topraklarda tuzluluk, tuzsuzdan çok şiddetli tuzluya, pH ise 6,5-9,5 arasında değişim göstermiştir. Çalışma alanında, deniz ve drenaj kanalının toprak tuzluluğu üzerinde çok etkili olduğu, pH' nın ise arazi kullanım türü ve toprak amenajman tekniklerince çok etkilendiğini belirlemişlerdir

Akış ve ark. (2005), Harran Ovası ve çevresindeki tarım arazilerinde tuzluluk problemi ve bu problemin iklim özellikleriyle ilişkisi isimli çalışmalarında; tuzluluğun nedenlerinin iklim koşulları, toprak özellikleri, taban suyunun yüksek olması, sulama sularının kaliteli olmayışı, yanlış ve aşırı sulama, morfolojik özellikler, arazi kullanımındaki yanlışlıklar ve sulama sonucu biriken suların tarım arazilerinden dışarıya tahliye edilememesinin oluşturduğunu belirtmişleridir.

Konukçu ve ark. (2005), aralıklı yıkamanın tuzlu topraklarda yıkama etkinliği ve yıkama suyu miktarı üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada; bozulmamış toprak örnekleri ile laboratuar şartlarında aralıklı yıkamanın yıkama verimliliği üzerine etkilerini teorik ve deneysel olarak belirlemişler. Araştırma sonuçlarına göre de aralıklı yıkamanın geleneksel metoda göre %20' ye kadar yıkama ihtiyacını azalttığını belirtmişlerdir.

Arazinin ıslah ihtiyacını doğuran sınırlayıcı faktörler; tuzluluk, alkalilik, ıslaklık (drenaj ihtiyacı), erozyon ve taşlılık durumudur (Yıldız ve ark. 2005).

2.4. Yeraltı Suları Üzerine Yapılan Çalışmalar

Saatçı ve ark. (1973), İzmir-Balçova yöresinde sulamada kullanılan bazı kuyu, kaynak ve dere sularının sulama yönünden kalitelerini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada; kuyu sularının pH'larını 6,55-8,09; EC değerlerini 424-5500 μS/cm; SAR değerlerini 0,20-1,65 ve Bor içeriklerini ise 0,01-6,55 ppm değerleri arasında saptamışlardır. Bazı kuyulardaki tuzluluğun ve borun yüksek çıkmasına, yöredeki kaplıca sularından kuyulara olan girişimin neden olduğunu vurgulamışlardır.

Balkaya (1989), Samsun bölgesindeki yeraltı sularının kalite parametrelerini araştırmak ve kirletici kaynakların etkisini belirlemek amacıyla, İncesu-Dereköy sahil şeridindeki 3 ayrı yerleşim ünitesinde toplam 24 kuyuda 5 ay süreyle yapılan bir çalışmada, yeraltı sularının uygun olmayan çevre şartlarından etkilendiği ve az da olsa kirlendiği belirlenmiştir.

Viswanat ve ark. (1991), Hindistan'ın Jamaghandi Taluk bölgesindeki yeraltı suyunun kalitesi üzerine yaptıkları araştırmada 123 kuyudan su örnekleri almıştır. Araştırma sonuçlarında bu suların %90'ının sulama için güvenceli olduğu görülmektedir. Yine kötü kaliteye sahip olan %10'luk suyun ise düşük SAR değerine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Kimyasal analizler sonucunda ise kuyuların 77 tanesinin iyi, 31 tanesinin orta ve 15 tanesinin ise kötü kalitede özellikler gösteren sular olduğu belirlenmiştir.

Kaplan ve ark. (1995), Antalya ilinde yaptıkları çalışmalar sonucunda bölge genelinde gübre kullanımının ülkemiz ortalamasının üzerinde olduğunu, özellikle de Kumluca yöresinde oldukça yüksek değerlere çıktığını belirlemişlerdir. Yoğun seracılık yapılan bu yörede, çok sayıda kuyu açılmış ve seraların sulama suyu bu kuyulardan sağlanmaktadır. Ancak sera alanı içerisinde sağlıksız yerleşim ünitelerinde ortakçı olarak çalışan bir kısım yetiştirici içme sularını da bu kuyulardan sağlamaktadır. Bu çalışma sonucunda yöredeki seralarda yoğun bir toprak tuzluluğunun meydana geldiği ve bu tuzluluğun, yaz dönemindeki toprak yıkanması ile hafifletildiği belirlenmiştir.

Kaplan ve ark. (1996), Antalya Kumluca yöresindeki kuyu sularının NO_3 içeriklerinin araştırılması amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla Kumluca

yöresinden 13.05.1996 tarihinde 20 kuyudan su örneği alınmıştır. Bu su örneklerinde EC, NO_3^- ne NH_4^+ analizi yapılmış; [NO_3-N] + [NH_4-N] ile % NO_3-N 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, [NO_3-N] + [NH_4-N] miktarı 2,84-40,02 mg/l, EC değeri değerleri ise 548-1643 mmhos/cm değerleri arasında bulunmuştur. Yöredeki kuyu sularında NO_3^- kirlenmesinin çok önemli düzeye ulaştığı; 45 mg/l olarak ele alınan sınır değerinin üzerinde NO_3^- içeren örmek oranının %50 seviyesinde olduğu saptanmıştır. Özellikle bu kuyu sularının içilmesini önleyecek tedbirler alınması gerektiği ve zorunlu durumlarda ise suyun EC'si ile NO_3^- konsantrasyonu arasındaki pozitif korelasyon nedeniyle EC'si düşük suların içme suyu olarak kullanılmasının uygun olacağı önerilmektedir.

Dişli (1997) önemli seracılık alanlarından Antalya'nın Kale ilçesinde yaptığı çalışmada sulama amaçlı olarak kullanılan yer altı sularının EC değerlerinin çeşitli kuyular için Kasım ayında 0,85-4,1 dS/m arasında, Haziran ayında ise 0,83-4,4 dS/m arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu kullanım oranları ve tuzluluk düzeylerine göre Türkiye seracılık işletmelerinin çoğunluğunu içeren Akdeniz ve Ege Bölgesinde sulama amacıyla kullanılan yer altı sularının oranı, tuzluluğun önemli bir problem olduğunu ortaya koymaktadır.

Çelik ve Arıgün (2001), Yerköy ovası yerüstü ve yeraltı sularının kalitesini ve birbiriyle olan ilişkilerini saptamak amacıyla yaptıkları bir çalışmada, B ve Mn elementlerinin izin verilen maksimum değerleri aştığı ve bunun nedenlerinin litosferik (ana materyal ile ilgili) olduğu saptanmıştır.

Polat ve ark. (2001), Antalya havzası yeraltı su kaynaklarının ağır metal kirliliği yönünden TS-266'da verilen maksimum değerleri aşmadığını belirtmişlerdir. Bunun nedeni olarak ise; Antalya'da sanayi kuruluşlarının fazla olmaması yeraltı suyu kaynaklarının debisi ile akış hızının yüksek olması ve jeolojik formasyonların suyu doğal arıtıma tabi tutmasının gösterebileceğini ifade etmişlerdir.

Bahtiyar (2002), günümüz seracılığında mevcut üretim sonucunda sera topraklarının yoğun gübreleme ve kalitesiz sulama suyu kullanımı nedeniyle tuzluluk sorunuyla karşı karşıya olduğunu belirtmiştir.

Sreedevi (2002), Pageru nehrinde (Indiana) yaptığı çalışmada farklı kuyulardan 99 su örneği almış yeraltı suyunun mevsimsel olarak değişimini ve nehrin su seviyesindeki farklılıkları incelemiştir. Alınan örneklerde kalite değerini belirlemek için

önemli kimyasal parametreler analiz edilmiştir. Sonuç olarak, yeraltı suları seviyesinin; yağmurlardan, evsel kullanım ve sulama için kuyulardan pompalanan sulardan etkilendiğini ayrıca muson yağmurları sonucunda havzada Ca, Mg, Na, K gibi önemli alkali elementlerin arttığını fakat yine de su kalitesinin sulama ve içmeye uygun kalitede olduğunu saptamıştır.

Sönmez ve ark. (2004), Demre yöresindeki seralarda kullanılan toprak ve sulama sularının tuz içeriklerinin yetiştirme dönemindeki değişimini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmada, araştırma alanından seçilen 28 seradan; üç dönemde, 2 derinlikte toplam 168 toprak ve 84 sulama suyu örneklerinde EC analizleri yapmışlardır. Elde edilen bulgulara göre, Demre yöresi sera toprakları 0-20 cm ve 20-40 cm derinliklerde genellikle orta ve fazla tuzlu, sera sulama suyu örneklerinin ise genellikle orta tuzlu (C_2) ve fazla tuzlu (C_3) sınıflarına girdiğini belirtmişlerdir. Toprak örneklerinin tuz içeriklerinde dönemsel farklılıklar olmakla birlikte sera topraklarının tuz bakımından sorunlu göründüğünü, ayrıca sera sulama sularının da büyük bir çoğunluğunun tuzluluk bakımından sorun teşkil edecek nitelikte olduğu belirlemişlerdir

Varol ve ark. (2005), Tekirdağ'da Mart ve Nisan ayları sulama suyu kalitesinin belirlenmesi için 9 adet sulama suyu örneklenmiş, yapılan analizler sonucunda; 1 adet örneğin C_3S_1 diğer 8 adet örneğin C_2S_1 sınıfında olduğu belirlenmiştir. Su örneklerinde bazı ortalama değerler; pH 7,33, Elektriksel İletkenlik 603 µS/cm, toplam sertlik 23,69 $CaCO_3$/L, klorür meq/L, çökelme indeksi 0,14 ve artık sodyum karbonat miktarı 0,08 meq/L olarak bulunmuştur.

Ayrancı (2006), Muğla-Ortaca yöresindeki seralarda kullanılan yeraltı sulama sularının kalitelerinin belirlenmesi amacıyla yapmış olduğu çalışmada; Ortaca Yöresini temsil eden tesadüfi olarak belirlenmiş toplam 25 adet seradan sulama suyu örnekleri almıştır Su örneklerinde; EC, pH, Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, K^{+}, $CO_3^{=}$, HCO_3^{-}, Cl^{-} ve SO_4^{-} analizleri yapmıştır. Analiz sonuçlarını esas alarak SAR, RSC ve %Na değerleri hesaplamıştır. Analiz sonuçlarını, sulama suyu kalite kriterleri çerçevesinde değerlendirmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; örneklerin %76 'sı C_2S_1, %24 'ü ise C_3S_1 sınıfına girdiğini belirtmiştir. Sera sulama suyu örneklerinin tamamının SAR ve %Na yönünden sorun taşımamakta olup, 1. sınıf sular olduğunu belirtmiştir. Sulama sularında karşılaşılan en önemli sorunun kaynağının klorür mevcudiyeti olduğunu belirtmiştir. Ayrıca örneklerin 19 tanesinde (%76) sülfata rastlandığını kalan 6 örneğin(%24) ise sülfat içermediğini belirtmiştir.

Yeraltı su kalitesinin belirlenmesi amacı ile Nijerya Sokoto-Rima havzası'nda yapılan bir araştırmada pH değerinin 5,7 ile 6,1 arasında, EC değerinin 48 µS/cm ile 607 mS/cm arasında, toplam çözünmüş katı madde miktarının 38 mg/L ile 486 mg/L arasında ve SAR değerinin 0,2 ile 1,4 arasında değiştiği belirlenmiştir. SAR değerinin düşük olması ile topraklarda sodyum zararının oluşum riskinin az olacağı belirtilmiştir. Nitrat konsantrasyon değerleri bazı yer altı sularında sınır değerlerin üzerinde çıkmıştır. Bunun sebebinin bölgede yapılan aşırı azot gübrelemesi olduğu bildirilmiştir (Grahamve ark., 2006).

Mhlanga ve ark. (2006), Sulama sularının tekrar kullanımında mevsimsel değişimlerin etkilerini belirlemek amacı ile, Mbuluzi nehrinden Mart 2003-Mart 2005 tarihleri arasında mevsimsel olarak alınan su örneklerinde; toplam çözülebilir katılar, sodyum ve magnezyum değerleri en düşük değerine sonbaharda ulaşmış ve istatistiksel olarak mevsimsel değişimlerden etkilenmiş, diğer 3 dönemde ise istatistiksel olarak bir farklılık görülmemiş ve mevsimler değişikliklerden etkilenmemiştir. EC, SAR, potasyum ve kimyasal oksijen ihtiyacı istatistiksel olarak mevsimsel değişimlerden etkilenmemişlerdir. Sonbahardaki bu istatistiksel farklılığın, sulama döneminde yapılan gübreleme ve aşırı sulamanın sonbahar döneminde yağışlarında etkisi ile topraktan daha fazla sodyumun çözülerek drenaj kanallarına karışması olarak belirlenmektedir.

Arslan ve ark. (2007), Bafra Ovası yeraltı su kalitesinin sulama açısından değerlendirilmesi amacı ile Haziran, Temmuz ve Ağustos dönemlerinde 10 adet sondaj kuyusundan aldıkları su örneklerinin; 1 tanesinin sulama suyu kalitesinin yüksek tuzlu düşük sodyumlu, 3 tanesinin yüksek tuzlu orta sodyumlu, 1 tanesinin çok yüksek tuzlu orta sodyumlu, 5 tanesinin ise çok yüksek tuzlu çok yüksek sodyumlu olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca 2 kuyunun artık sodyum karbonat konsantrasyon (RSC) değerinin 2,5'den yüksek çıktığını ve bu kuyuların sulamada kullanılmasının sakıncalı olduğunu bildirmişlerdir.

Muğla Karabağlar yöresi kuyu sularının sulama suyu kalitesi ve ağır metal içeriklerinin belirlenmesi amacı ile yapılan çalışmada, kuyu sularından dört mevsim boyunca 20'şer adet su örneği alınmıştır. Buna göre 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; sonbahar mevsiminde ise %30'u C_2S_1, %70'i C_3S_1 sulama suyu sınıfı içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Mevsimsel olarak alınan su örneklerinde, analizleri yapılan ağır metal ve iz elementlerden Cd, Co, Ni, Pb, Cu, Fe ne Mn konsantrasyonlarının 4

mevsimde de izin verilen maksimum sınır değerlerini aşmadığı ve B konsantrasyonları yönünden tüm kuyu sularının 1. sınıf sulama suyu özelliği gösterdiği bildirilmiştir (Yıldıztekin, 2007).

Al-Zarah (2008), tarafından yer altı su kalitesinin belirlenmesi amacı ile Suudi Arabistan'da yapılan çalışmada 101 kuyudan örnek alınmış, buna göre bu suların C_3S_1 ile C_4S_2 sulama suyu sınıfı özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca bölgede yapılacak tarım uygulamalarında etkili sulama için, tuzluluğa dayanıklı ve sodyuma orta dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesi önerilmiştir.

Kavurmacı ve ark. (2008), tarafından Aksaray ili su kaynaklarının kalite özelliklerinin belirlenmesi amacı ile yapılan çalışmada, bu kaynakların sulama suyu kalitesi açısından genel olarak orta derecede tuzluluk ve düşük sodyumluk (C_2S_1) kalite özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca yapılan analizler sonucunda iyon bolluk dizilimlerinin genel olarak $Ca^{++} > Na^{+} > K^{+} > Mg^{++} > HCO_3^{-} > Cl^{-} > SO_4^{=}$ şeklinde oluştuğu belirlenmiştir. Bu dizilimde Ca^{++}'dan sonra Na^{+}'un, HCO_3^{-}'tan sonra Cl^{-}'ün öne çıkması bu suyun karışım suyu olduğunu göstermektedir. Bu özelliğe sahip bazı yerüstü kaynaklarının muhtemelen farklı kaynaklardan beslenen sular olduğu bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde araştırma alanı ile ilgili genel bilgiler verilmiş ve kullanılan yöntemler açıklanmıştır.

3.1. Materyal

Araştırma materyalini; Mersin İli Silifke Ovasını temsil edecek şekilde 10 adet sera işletmesinden örnekleme yolu ile belirlenen yeraltı kuyularından her ay olmak üzere (Ekim 2011-Mayıs 2012) toplam 80 adet su örneği ve Ekim ayında her bir seradan olmak üzere alınan 10 adet toprak örneği oluşturmaktadır.

3.1.1. Araştırma alanının konumu ve iklim özellikleri

Silifke İlçesi, coğrafi olarak 36° 22' kuzey enlemleri ile 33° 56' doğu boylamları arasında yer alır. Doğusunda Erdemli, batısında Gülnar ve Mut ilçeleri, kuzeyinde Karaman ili, güneyinde Akdeniz ile çevrili olan bu ilçenin yüzölçümü 294,535 hektardır. Deniz seviyesinden yükseklik ise ortalama 15m'dir. Araştırma alanının konumu Şekil 3.1'de verilmiştir (Anonim, 2010 a).



Şekil 3.1. Araştırma Alanının Konumu

Silifke, yarı kurak iklim sahası içinde yer almaktadır ve bölgede Akdeniz iklimi görülmektedir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır.

Uzun yıllar sıcaklık ortalamalarına bakıldığında yıllık ortalama sıcaklık 19,1°C'dir. En soğuk ay Ocak (10,2°C), en sıcak ay ise Ağustos (28,1°C)' dur. Açık yüzeyden olan buharlaşma 134,1 mm'dir. En fazla buharlaşma ise Temmuz ayında (214,6 mm) gerçekleşmiştir (Anonim, 2011).

Sıcaklığın mevsimlere dağılışında en soğuk mevsim kış, en sıcak mevsim ise yaz'dır. Maksimum güneşlenme Temmuz ayında iken minimum güneşlenme Aralık ayındadır. Araştırma alanı ile ilgili bazı meteorolojik veriler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Yıllık ortalama yağış ise 572,2 mm'dir. En fazla yağış 120,1 mm ile Aralık ayında düşer. Yağışın mevsimlere dağılımına bakıldığında en çok yağış alan mevsim kış ayı iken, en az yağış alan mevsim yaz ayıdır.

Silifke ve çevresinde aylık ortalama rüzgar hızları genelde az olup, aylar arasında büyük farklılıklar görülmemektedir. Kış mevsiminde kuzey vektörlü sert ve soğuk rüzgarlar etkili olurken, yaz mevsiminde ise, geceleyin poyraz, gündüzleri ise meltem rüzgarları etkilidir (Anonim, 2008 a).

Çizelge 3.1. Silifke ilçesine ait bazı meteorolojik veriler (Anonim, 2011)

Parametre	Periyot (Yıl)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort
Maksimum Sıcaklık (°C)	35 yıl	24,6	26,3	30,3	35,0	38,3	41,3	42,2	42,4	40,0	37,0	31,9	28,5	34,8
Minimum Sıcaklık (°C)	35 yıl	-1,4	-3,2	-0,3	2,8	8,4	13,0	16,9	18,0	12,8	7,8	1,8	0,7	6,4
Ortalama Sıcaklık (°C)	35 yıl	10,2	10,9	13,7	17,3	21,4	25,4	28,0	28,1	25,6	21,5	15,9	11,6	19,1
Ortalama Bağıl Nem (%)	35 yıl	56,8	57,5	59,8	63,1	64,6	64,5	65,6	64,6	58,5	54,6	55,1	57,3	60,2
Ortalama Yağış Miktarı (mm)	35 yıl	106,6	81,0	54,3	31,3	24,5	8,1	2,2	0,9	5,2	36,7	84,6	120,1	46,3
Açık Yüzey Buharlaşması (mm/ay)	24 yıl	70,4	72,0	102,9	119,5	156,2	189,3	214,6	203,7	177,0	143,4	91,0	69,4	134,1
Maksimum Sıcaklık (°C)	2011	18,3	20,4	25,2	28,0	30,6	37,5	38,5	38,2	36,1	30,5	24,2	20,7	29,0
Minimum Sıcaklık (°C)	2011	6,4	3,6	8,2	17,8	12,5	17,2	20,4	23,4	19,6	12,8	7,6	4,6	12,8
Ortalama Sıcaklık (°C)	2011	12,4	13,6	16,1	24,1	22,9	27,6	30,9	31,8	29,8	23,2	15,5	12,8	21,7
Ortalama Bağıl Nem (%)	2011	52,4	50,4	53,6	54,2	54,8	57,2	57,9	49,6	46,4	37,5	36,8	52,6	50,2
Ortalama Yağış Miktarı (mm)	2011	3,3	2,3	2,0	1,8	4,0	0,9	-	-	0,2	1,4	0,6	5,4	1,8
Açık Yüzey Buharlaşması (mm/ay)	2011	47,4	54,7	74,7	83,8	99,8	129,4	132,6	163,9	133,6	111,4	75,3	45,7	96,0

3.1.2. Araştırma alanının tarımsal yapısı

Araştırma alanının toplam yüzölçümü 294.535 ha olup, bunun 65.754,3 ha'ı tarımda kullanılabilir, geriye kalan 25.961,2 ha alan tarıma elverişli olmayan, 174.884,5 ha da orman arazisidir. Tarım arazisi olarak kullanılan 65.754,3 ha'ın 12.000 ha'ı ova kesimindedir. İlçenin ekonomisi tarım, hayvancılık ve turizme dayalıdır. Tamamı sulanan ova kesiminde hububat, yer fıstığı, susam, sebze, çilek, narenciye ve çeltik ziraatı yapılmaktadır. İlçe merkezi ve köylerinde 11.537 adet çiftçi ailesi tarımla uğraşmaktadır. Merkez dahil 9 belediyesi, 66 köy ve 48 mahallesi bulunmaktadır (Anonim, 2010). Silifke ilçesinin arazi kullanım durumu Çizelge 3.2' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Silifke İlçesi arazi kullanım durumu (Anonim, 2010).

CİNSİ	**ALANI (Ha)**		**ORANI %**
Tarım Alanı	Sulu	**16.000**	**22**
	Susuz	**49.754**	
Orman ve Fundalık Alanı	**174.884**		**59**
Mera Alanı	Tescil ve Tahdidi Yapılmış	**12.244**	**11**
	Tescil ve Tahdidi Yapılmamış	**18.766**	
Kullanılmayan ve Yerleşim Alan	**22.887**		**8**
TOPLAM	**294.535**		**100**

.

3.1.3. Araştırma alanının toprak özellikleri

Araştırma sahası toprak çeşitliliği bakımından zengin olup, sahada altı farklı toprak tipi tespit edilmiştir. Ova ve vadi tabanlarında Alüvyal, yükseltinin arttığı sahalarda Kırmızı Akdeniz toprakları, ormanlık alanlarda Kahverengi Orman toprakları ile Kireçsiz Kahverengi orman toprakları, eğimli sahalarda kolüvyal, bataklık sahalarında Alüvyal Sahil Bataklığı toprakları bulunmaktadır (Anonim, 1991).

Silifke İlçesi topraklarının oluşumunda çeşitli faktörler etkili olmuştur. Özellikle iklim, bitki örtüsü, anakaya, topoğrafya ve dış kuvvetler sahadaki toprak oluşumunu etkilemiştir. Anakaya ve iklimin etkisine bağlı olarak Kırmızı Akdeniz toprakları, bitki örtüsüne bağlı olarak Kahverengi Orman Toprakları, dış kuvvetlere bağlı olarak Alüvyal ve Kolüvyal topraklar bulunmaktadır (Anonim, 1991).

Silifke ilçesi Alüvyal topraklar üzerine kurulmuştur. Alüvyal topraklar temelde taşındığı ana kayanın özelliklerini göstermektedir. Özellikle Göksu Nehrinin geldiği yüksek kesimlerde kireçtaşı yaygındır. Bu nedenle alüvyallerin çoğunluğu kireçlidir. Bünye orta ve incedir. Taban eğimi %0-1'dir. Drenaj iyidir. Bozuk drenajlı alanlarda tuzluluk ve alkalilik görülmektedir. Bir de deniz kıyısında yer yer deniz ve yüzey akışları etkisiyle yılın büyük bölümünde yaş ya da bataklık olan yüksek oranda tuzlu ve alkali olarak bulunan alüvyal sahil bataklık toprakları olarak adlandırılan topraklar vardır. Bu topraklarda iyi drenajlı olanlar özellikle sebze-meyve tarımı için, yetersiz drenajı olanlarda az da olsa yine sebze-pamuk tarımı için kullanılmaktadır. Özellikle denize yakın kesimlerde tuzluluğun daha şiddetli olduğu yerler tarıma uygun olmadığı için günümüze kadar korunmuş ve Göksu Deltasının doğal olan kısımlarını oluşturmuştur (Anonim, 1991).

Bu toprak tipi dışında bir de nehir boyunca uzanan ve yılın büyük bir kısmında su altında kalan, ince hatlar boyunca ırmak taşkını yataklarında yer alan topraklar bulunmaktadır. Bunlar genelde ince kumlu-tın bünyeli nehir terası topraklarıdır. İçlerinde yer yer kaba bünyeli olanları da vardır. Bu nehir terasından doğu ve batıya gidildikçe topraklar genel olarak ince bünyeli, yetersiz drenajlı ve az tuzlu olarak görülür (Anonim, 1991)

3.1.4. Araştırma alanı su kaynakları

Bölgenin sahip olduğu en önemli nehir Göksu Nehri'dir. Doğu Akdeniz hidrolojik havzasında yer alan Göksu Nehri, Seyhan ve Ceyhan'dan sonra Akdeniz'e dökülen akarsuların en önemlisidir. Nehir, Taşeli Platosu'ndan doğar ve Toros Dağları boyunca derin bir kanyondan akar. Taşeli yaylalarından geçerek ve Geyik dağlarının sularıyla beslenerek Akdeniz'e dökülür. Uzunluğu 260 km olan nehrin drenaj havzası 10.069 km^2'dir. Yıllık ortalama 114,8 m^3/sn su akıtan Göksu Nehri'nin ortalama akımı, Ekim ayından itibaren artmaya başlar, Mart ve Nisan aylarında zirveye çıkarak; Nisan ayında ortalama 276 m^3/sn'ye ulaşır. Akımın ilkbahar mevsiminde zirveye ulaşmasının en büyük sebebi Göksu Nehri'nin kaynağını aldığı Ermenek ve çevresinden kar erimeleri ile beslenmesidir (Anonim, 2008 b).

Göksu Nehri'nin denize döküldüğü yerin batısında iki büyük göl yer almaktadır. Bunlardan birincisi denizle irtibatlı ve kum setti ile denizden ayrılan tuzlusu gölü olan, 400 ha'lık Paradeniz Lagünü'dür. İkincisi ise daha çok tatlı su karakteri taşıyan 1200 ha'lık alana sahip Akgöl'dür.

Araştırma sahasında değişik alanlarda debileri ve oluşumları farklı kaynaklar bulunmaktadır. Bunlardan Gezergöz Pınarı; 0,165 m^3/sn debiye sahip olup, Karadedeli (Atayurt) pompaj sulamasının kaynağını oluşturmaktadır.

Atakent-Susanoğlu Mahallesi'nde bulunan Üç Kaynak Pınarı ise 0,014 m^3/sn debiye sahip olup, üreticiler tarafından münferit olarak kullanılmaktadır. Ancak kuraklıktan dolayı kuruma noktasına gelmiştir.

Atayurt-Olukbaşı Mahallesi sınırları içerisinde bulunan Karasu Pınarı ise 1,071 m^3/sn debiye sahip olup, yöredeki tatil sitelerinin içme suyunu karşılamaktadır. Ayrıca Yeşilovacık yakınlarında 50 L/sn debisi bulunan Boğsak Kaynağı bulunmaktadır.

Araştırma sahasında yeraltı sularının akış doğrultusu Akdeniz'e yani güneye doğrudur. İlçenin kuzeyindeki dağlık sahalarda karstik arazilerin varlığından dolayı yağan yağmur suları çatlak ve yarıklardan sızarak derinlere inmektedir. Dolayısıyla karstik arazilerde yeraltı su seviyesi istikrarlı değildir. Göksu Ovası, yükseltisinin 10 m'nin altında bulunmasından dolayı, yeraltı suyu bakımından oldukça zengindir. Sahanın yüksek olan kuzeybatı bölümünde yeraltı su seviyesi 4-5 m derinlikte iken, bu derinlik denize doğru gidildikçe azalır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Su örneklerinin alındığı yerlerin belirlenmesi ve örneklerin alınması

Su örnekleri, Silifke Ovası'nı temsil edecek şekilde belirlenen 10 adet sera işletmesindeki mevcut kuyu sularından alınmıştır. Seralar denize yakın bölgelerden iç kesimlere doğru olacak şekilde seçilmiştir. Su örneklerinin alınmasında (Sağlam, 1978)'ın belirttiği prensiplere uyulmuştur.

Alınan örnekler laboratuvara getirilip, usulüne uygun muhafaza edilerek analizleri yapılmıştır. Araştırma yapılan kuyuların derinlikleri 25-42 m arasında değişmektedir. Araştırma alanında su örneklerinin alındığı mevkiiler, suyun cinsi, kuyunun derinliği ve alınan örneklerin numaraları Çizelge 3.3'de verilmiştir.

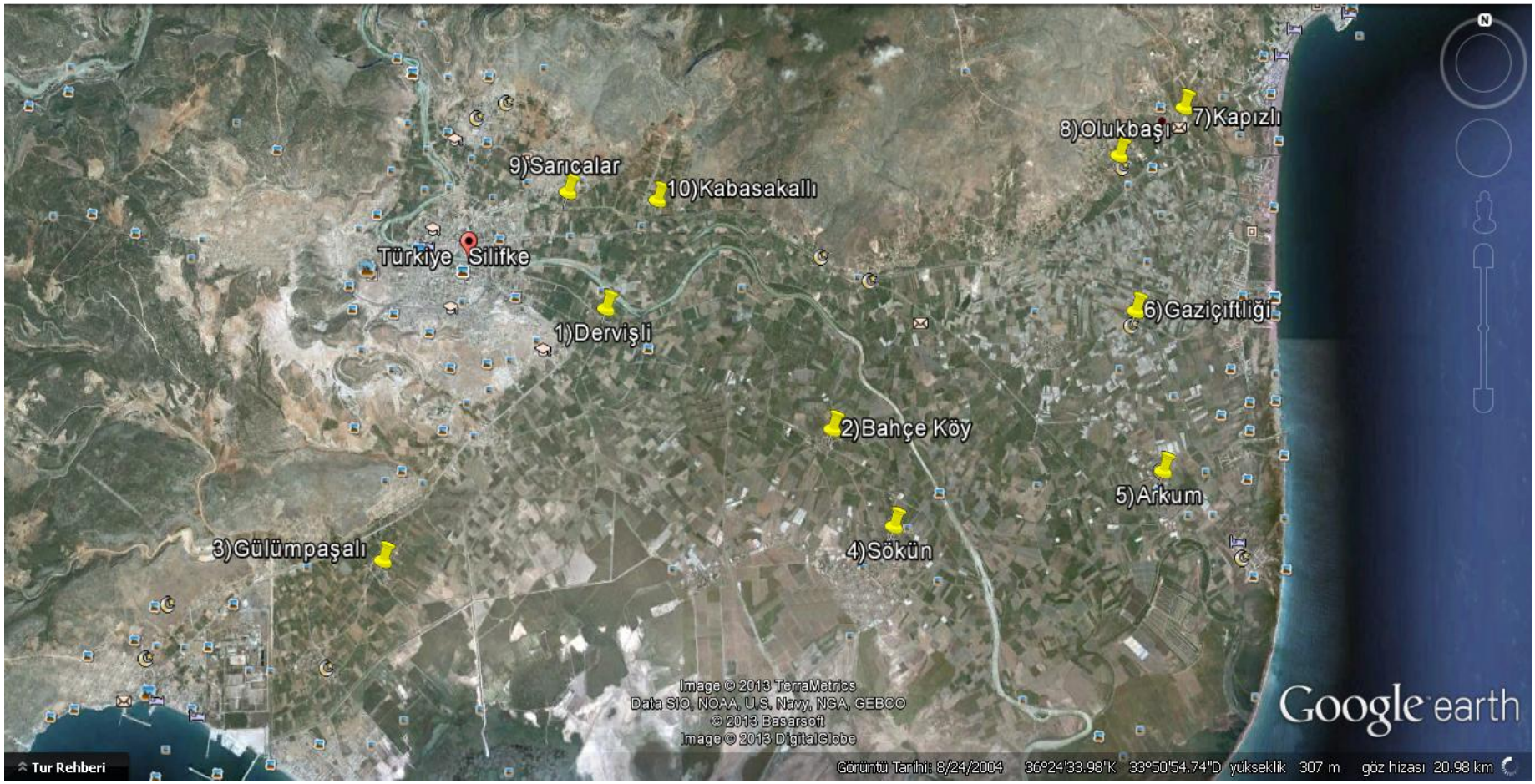
Çizelge 3.3. Araştırmaya konu olan su ve toprak örneklerinin alındığı mevkiiler

Kuyu No	Mevkii	Suyun Kaynağı	Kuyunun Derinliği (m)
1	Dervişli	Kuyu Suyu	35
2	Bahçe	Kuyu Suyu	42
3	Gülümpaşalı	Kuyu Suyu	32
4	Sökün	Kuyu Suyu	37
5	Arkum	Kuyu Suyu	36
6	Gaziçiftliği	Kuyu Suyu	41
7	Kapızlı	Kuyu Suyu	25
8	Olukbaşı	Kuyu Suyu	28
9	Sarıcalar	Kuyu Suyu	38
10	Kabasakallı	Kuyu Suyu	37

3.2.2. Toprak örneklerinin alındığı yerlerin belirlenmesi ve örneklerin alınması

Toprak örnekleri, araştırma alanındaki arazilerin sulanmasında kullanılan kuyularla sulanan arazilerden alınmıştır. Toprak örnekleri, tez çalışmasının başladığı Ekim ayında alınmış olup, yüzeyi temizlenen arazi üzerinden kürek yardımıyla 0-30 cm derinlikten "V" şeklinde çukurlar açılarak bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler laboratuar ortamına getirilip, burada gerekli işlemlere (kurutma, eleme) tabi tutulduktan sonra analizleri yapılmıştır.

Araştırma alanından alınan su ve toprak örneklerinin alındığı yerler Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Araştırma alanından su ve toprak örneklerinin alındığı yerler

3.2.3. Su örneklerinde uygulanan analiz yöntemleri

Araştırma alanı olan Silifke Ovası içerisinde var olan, 10 adet sera işletmesinin su kaynağını oluşturan kuyulardan alınan su örneği, laboratuar ortamında gerekli işlemlerden geçirilip aşağıdaki analiz ve hesaplamalar yapılmıştır.

***Elektriksel iletkenlik*:** Dijital göstergeli iletkenlik ölçme aletiyle ölçülmüştür. (Richards 1954).

***pH*:** Cam elektrotlu dijital göstergeli pH metre ile ölçülmüştür (Richards 1954).

***Suda çözünebilir anyon ve katyonlar*:** Suda çözünebilir anyonlar ABD Tuzluluk Laboratuarınca belirtilen esaslara göre olmak üzere; CO_3^{--}, HCO_3^- metot 12'de belirtildiği gibi H_2SO_4 ile titre edilerek, Cl^-, metot 13'de açıklandığı gibi $AgNO_3$'la titrasyon suretiyle, SO_4^{--}, metot 14a'da olduğu gibi $BaSO_4$ şeklinde çökertilerek yapılmıştır (Richards 1954). Suda çözünebilir katyonlar ise; ICP cihazında okunarak belirlenmiştir (Soltanpour ve Workman, 1981).

Sodyum adsorbsiyon oranı (SAR): Sodyum miktarının, kalsiyum ve magnezyum miktarları toplamının yarısının karekköküne bölünmesiyle bulunmuştur (Richards 1954).

Kalıcı sodyum karbonat (RSC): Karbonat ve bikarbonat toplamlarından kalsiyum ve magnezyum toplamlarının çıkarılmasıyla hesaplanmıştır (Richards, 1954).

Bor (B): ICP cihazı ile tayin edilmiştir (Soltanpour and Workman, 1981)

Sulama suyu sınıflandırması: Suların elektriksel iletkenliklerine göre sınıflandırılması aşağıda belirtildiği gibidir (Richards, 1954).

Az Tuzlu Sular (C_1)

EC değeri 0–250 micromhos/cm arasında olan sulardır. Çok az çözünebilir tuz içerdiklerinden her türlü toprak koşullarında sulama suyu olarak kullanılabilirler.

Orta Tuzlu Sular (C_2)

EC değeri 250–750 micromhos/cm olan sulardır. Orta derecede tuz içerdiklerinden tuza orta derecede dayanıklı bitkiler için herhangi bir toprak idaresine gereksinim olmadan sulama suyu olarak kullanılabilirler.

Fazla Tuzlu Sular (C_3)

EC değeri 750–2250 micromhos/cm arasında olan sulardır. Düşük geçirgenlik ve yetersiz drenaj koşullarına sahip topraklarda, özel toprak idaresi uygulanmadan sulama suyu olarak kullanılamazlar.

Çok Fazla Tuzlu Sular (C_4)

EC değeri 2250–5000 micromhos/cm arasında olan sulardır. Çok yüksek konsantrasyonlarda çözünebilir tuz içerdiklerinden normal koşullarda sulama suyu olarak kullanılamazlar.

Sulama sularının Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR)'na göre sınıflandırılması ise şu şekildedir:

Düşük Sodyumlu Sular (S_1)

SAR değeri 0-10 arasında olan sulardır. Bu sular herhangi bir zarar olmaksızın her türlü toprak koşullarında sulama suyu olarak kullanılabilirler. Bu sular, toprağın fiziksel özellikleri üzerinde herhangi bir olumsuz etki yapmaz.

Orta Sodyumlu Sular (S_2)

SAR değeri 10–18 arasında olan sulardır. Bu sular yüksek geçirgenliğe sahip kaba bünyeli topraklar ve organik topraklarda rahatlıkla kullanılabilirler. Yüksek katyon değişim kapasitesine sahip killi topraklarda özellikle yetersiz yıkama koşullarında alkalilik zararı oluşturmaktadır.

Yüksek Sodyumlu Sular (S_3)

SAR değeri 18–26 arasında olan sulardır. Bu sular çoğu topraklarda zararlı düzeyde değişebilir sodyum birikmesi meydana getirirler. Bu suların kullanılabilmesi için iyi bir drenaj sistemi, yeterli yıkama ve toprağa organik madde ilavesi yapılması gerekir.

Çok Yüksek Sodyumlu Sular (S_4)

SAR değeri 26'dan fazla olan sulardır. Bu sular sulama suyu olarak kullanılmamalıdır. Ancak, toplam tuz konsantrasyonu düşük ve çözünebilir kalsiyum kapsamı yüksek topraklarda yıkama yapmak, jips ve benzeri ıslah maddeleri kullanmak suretiyle kısıtlı oranlarda kullanılabilirler.

3.2.4. Toprak örneklerinde uygulanan analiz yöntemleri

***Elektriksel iletkenlik*:** Saturasyon ekstraktının elektriksel iletkenliği olarak ABD Tuzluluk Laboratuarı metot 4a'ya göre yapılmıştır (Richards 1954).

***pH*:** Saturasyon ekstraktında, cam elektrotlu pH metre ile, ABD Tuzluluk Laboratuarı metot 21a kullanılarak yapılmıştır (Richards 1954).

Tekstür analizi: Bouyoucos (1951) tarafından geliştirilen hidrometre yöntemine göre yapılmıştır (Demiralay 1977).

***Saturasyon %'si ve Saturasyon ekstraktı*:** Saturasyon yüzdesi, saturasyon çamurunda % kuru ağırlık esasına göre, hesaplanmış saturasyon ekstraktı vakum pompası kullanılarak çıkartılmıştır (Richards 1954).

***Katyon değişim kapasitesi*:** Toprağın sodyumla doyurulmasından sonra amonyum asetat ile ekstrate edilebilir sodyum miktarlarının belirlenmesi suretiyle tayin edilmiştir (Bower ve ark. 1952).

***Değişebilir sodyum*:** Toprağın (pH=7) amonyum asetat ile doyurulması sonucu elde edilen ekstratta Na iyonunun okunması suretiyle tayin edilmiştir (Richards 1954).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Sera İşletmelerinin Özellikleri

Mersin-Silifke bölgesinde sera işletmeleri tarımda önemli bir yer tutmaktadır. Bu amaçla bölgenin belirli yerlerinde seçilen seralara ve işletme sahiplerine ait bazı bilgiler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde bölgenin çeşitli yerlerinden seçilen seralarda sulama suyu olarak kuyu suları kullanılmaktadır. Sulama amaçlı açılan bu kuyuların derinlikleri 25-42 m arasında değişmektedir. Sera tipi olarak plastik seraların tercih edildiği bölgede genellikle domates bitkisi yetiştirilmektedir. İşletme alanlarının büyüklüğü 1,0- 7,5 da arasında olmamakla birlikte seralarda parçalı kullanım yaygındır. İşletme sahiplerinin çoğunun eğitim durumu ilköğretim'dir.

4.2. Araştırma Alanından Alınan Sulama Suyu Örneklerinin Özellikleri

Mersin-Silifke bölgesi sera işletmelerinde bulunan kuyu suları genellikle sulama suyu olarak kullanılmaktadır. Bu alandaki kuyular tarımsal açıdan kullanılan başlıca su kaynaklarıdır. Bu amaçla, Silifke bölgesinde seçilen sera işletmelerinde bulunan su kuyularından Ekim 2011-Mayıs 2012 tarihleri arasında belirlenen 10 kuyudan aylara göre su örnekleri alınarak su kuyularının sulama suyu kalitesi özellikleri belirlenmiştir. Bu çalışmada Ekim-Mayıs ayları arasında işletmelerden alınan kuyu sularının pH ve EC değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Sadece Ekim ayında alınan su örneklerindeki pH, EC, anyon-katyon, SAR, %Na, sulama suyu sınıfı ve bor değerlerine ilişkin analiz sonuçları da Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 incelendiğinde Silifke ilçesi sera işletmeleri su kaynaklarından seçilen örnekleme noktalarında EC değerleri; 437-2090 µmhos/cm arasında değişim göstermektedir. Denize yakın yerlerdeki kuyulardan alınan örneklerde (7 ve 8 numaralı işletmeler) EC değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir.

Bu dönemde alınan sulama suları pH değerleri yönünden değerlendirildiğinde ise sulama suyu pH değerleri optimum sınır olan 6,5-8,5 arasında olup, 7,15-8,03 arasında değişmektedir. Araştırma konusu suların tamamında pH ortalama değeri standart değerler arasında bulunduğundan, pH yönünden normal kabul edilmektedir.

Çizelge 4.1. Silifke ilçesi sera işletmeleri ve sahiplerine ait bazı özellikler

	1.Sera	**2.Sera**	**3.Sera**	**4.Sera**	**5.Sera**	**6.Sera**	**7.Sera**	**8.Sera**	**9.Sera**	**10.Sera**
Kuyu No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bölge	Dervişli	Bahçe	Gülümpaşalı	Sökün	Arkum (Altınkum)	Gaziçiftliği	Kapızlı	Olukbaşı	Sarıcalar	Kabasakallı
Suyun Cinsi	Kuyu Suyu	Kuyu Suyu	Kuyu Suyu	Kuyu Suyu	Kuyu Suyu	Kuyu Suyu	Kuyu Suyu	Kuyu Suyu	Kuyu Suyu	Kuyu Suyu
Kuyunun Derinliği (m)	35	42	32	37	36	41	25	28	38	37
Sera Tipi	Plastik	Plastik	Plastik	Plastik	Plastik	Plastik	Plastik	Plastik	Plastik	Plastik
Yetiştirilen Bitki	Domates	Domates	Domates	Domates	Domates	Çilek	Karnabahar	Domates	Üzüm	Domates
Sıra Aralığı (cm)	60	90	60	60	60	40	50	90	170	80
Sıra Üzeri (cm)	40	60	50	40	40	30	30	40	150	50
Sera Eni (m)	30	37,5	27	30	30	35	40	32	30	50
Sera Boyu (m)	70	45	37	100	50	43	50	45	50	40
İşletme Alanı (da)	4,2	3,5	1	6	7,5	3	4	7,2	1,5	2
Sera Durumu	2 parça	2 parça	tek	2 parça	5 parça	2 parça	2 parça	5 parça	tek	tek
Çiftçinin Öğrenim Durumu	İlköğretim	İlköğretm	İlköğretim	Lise	Üniversite	Lise	İlköğretim	Önlisans	Üniversite	İlköğretim

Çizelge 4.2. Silifke ilçesi sera işletmelerinden Ekim-Mayıs ayları arasında alınan su örneklerinin pH ve EC (µmhos/cm) sonuçları

Kuyu No	p H / ECx10^6 µmhos/cm	EKİM	KASIM	ARALIK	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS
1	pH	7,62	7,67	7,72	7,64	7,69	7,72	7,72	7,74
	EC	983	976	982	991	998	1019	1039	1046
2	pH	7,31	7,36	7,40	7,35	7,45	7,38	7,41	7,43
	EC	1199	1209	1214	1185	1193	1201	1203	1220
3	pH	7,20	7,26	7,28	7,22	7,33	7,24	7,36	7,35
	EC	1307	1310	1321	1307	1300	1327	1334	1345
4	pH	7,76	7,77	7,79	7,74	7,82	7,73	7,75	7,78
	EC	688	688	694	701	712	722	739	756
5	pH	8,03	8,02	8,02	8,03	8,03	8,02	8,02	8,05
	EC	510	500	497	551	583	611	632	636
6	pH	8,00	8,01	8,03	8,00	8,01	8,03	8,02	8,02
	EC	437	445	462	470	473	484	478	486
7	pH	7,15	7,19	7,22	7,25	7,36	7,25	7,31	7,35
	EC	1811	1795	1791	1773	1825	1952	1959	1973
8	pH	7,85	7,86	7,80	7,88	8,00	7,96	8,00	8,05
	EC	2103	2060	2075	2060	2054	2081	2090	2090
9	pH	7,43	7,45	7,49	7,42	7,56	7,46	7,53	7,56
	EC	1050	1065	1053	1071	1071	1072	1080	1086
10	pH	7,30	7,33	7,43	7,39	7,48	7,35	7,41	7,43
	EC	1058	1085	1100	1122	1145	1151	1142	1154

Çizelge 4.3. Silifke bölgesi su kuyularından Ekim ayında alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

Kuyu No	Kaynağın Cinsi	pH	ECx10^{-6} µmhos/cm	Suda Eriyebilir İyonlar										SAR	%Na	Kalite Sınıfı	Bor (ppm)
				KATYONLAR (me/L)					ANYONLAR (me/L)								
				Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	∑Kat	$CO_3^=$	$HC0_3^-$	Cl^-	$SO_4^=$	∑An				
1	Kuyu Suyu	7,62	983	2,72	0,38	3,75	2,87	9,72	-	1,78	3,94	3,64	9,36	1,31	28,0	C_3S_1	0,01
2	Kuyu Suyu	7,31	1199	4,54	0,42	2,76	2,83	10,55	-	1,82	4,83	3,79	10,44	1,62	43,0	C_3S_1	0,01
3	Kuyu Suyu	7,20	1307	5,32	0,69	3,63	2,34	11,98	-	1,62	4,76	4,63	11,01	1,78	44,4	C_3S_1	0,00
4	Kuyu Suyu	7,76	688	3,10	0,40	2,78	1,07	7,35	-	1,50	3,88	2,87	8,25	1,61	42,2	C_2S_1	0,00
5	Kuyu Suyu	8,03	510	1,34	0,53	1,27	1,78	4,92	-	0,31	2,56	2,66	5,53	0,87	27,2	C_2S_1	0,00
6	Kuyu Suyu	8,00	437	1,36	0,25	1,27	1,59	4,47	-	1,44	1,25	2,57	5,26	0,95	30,4	C_2S_1	0,00
7	Kuyu Suyu	7,15	1811	8,88	0,57	4,71	2,88	17,04	-	1,72	10,81	3,76	16,29	2,33	52,1	C_3S_1	0,00
8	Kuyu Suyu	7,85	2103	12,4	0,60	4,56	2,17	19,73	-	1,34	13,58	4,75	19,67	3,68	62,8	C_3S_1	0,02
9	Kuyu Suyu	7,43	1050	3,60	0,63	3,79	2,16	10,18	-	1,44	4,94	3,72	10,10	1,21	35,4	C_3S_1	0,00
10	Kuyu Suyu	7,30	1058	4,29	0,54	3,38	2,49	10,70	-	1,52	4,76	3,84	10,12	1,46	40,0	C_3S_1	0,00

Çizelge 4.3. incelendiğinde; Ekim ayında sulama sularının pH değerleri 7,15-8,03 arasında, EC değerleri 437-2103 µmhos/cm arasında, bor değerleri ise 0.00-0.01 ppm arasında çıkmıştır. Suda çözünebilir anyon ve katyonlar açısından bakıldığında; katyonlardan Na^+ anyonlardan ise Cl^- ve $SO_4^=$ iyonlarının hakim olduğunu söylemek mümkündür. Sodyum adsorbsiyon oranlarının (SAR) 0,87-3,68 arasında değiştiği, %Na değerlerinin ise; 27,2-62,8 arasında olduğunu söylemek mümkündür.

Örneklerin tuzluluk yönünden, ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma sistemine göre; %30'u **C_2** ve %70'inin ise **C_3** sulama suyu sınıfına girdiği tespit edilmiştir.

Silifke yöresi su kuyularından seçilen örnekleme noktalarında minumum EC değeri **6 numaralı (Gaziçiftliği)** kuyuda, maximum EC değeri ise **8 numaralı (Olukbaşı)** kuyuda ölçülmüştür. Ortalama EC değeri ise 1114,6 µmhos/cm'dir. Sulama suyu örneklerinin örnek numaralarına göre EC değerleri, görsel olarak daha iyi karşılaştırma yapabilmek amacıyla Şekil 4.1'de diyagram şeklinde verilmiştir.

Sulama sularının optimum pH değeri 6,5 ile 8,0 arasında olması yani nötr bulunması arzu edilir (Ayyıldız, 1983). Mersin Silifke yöresi su kuyularından seçilen örnekleme noktalarında minimum pH değeri 7,15 ile **7 numaralı (Kapızlı)** kuyuda, maximum pH değeri ise 8,03 ile **6 numaralı (Gaziçiftliği)** kuyuda ölçülmüştür. Ortalama pH değeri ise 7,56'dir.

Çizelge 4.3'de verilerinden yararlanılarak sulama suyu örneklerinin kuyu numaralarına göre Bor değerleri tüm örneklerin emniyetli Bor değeri sınırı olan 0.5 ppm'den küçük çıkmış olup Bor yönünden bir problemin olmadığını söylemek mümkündür.

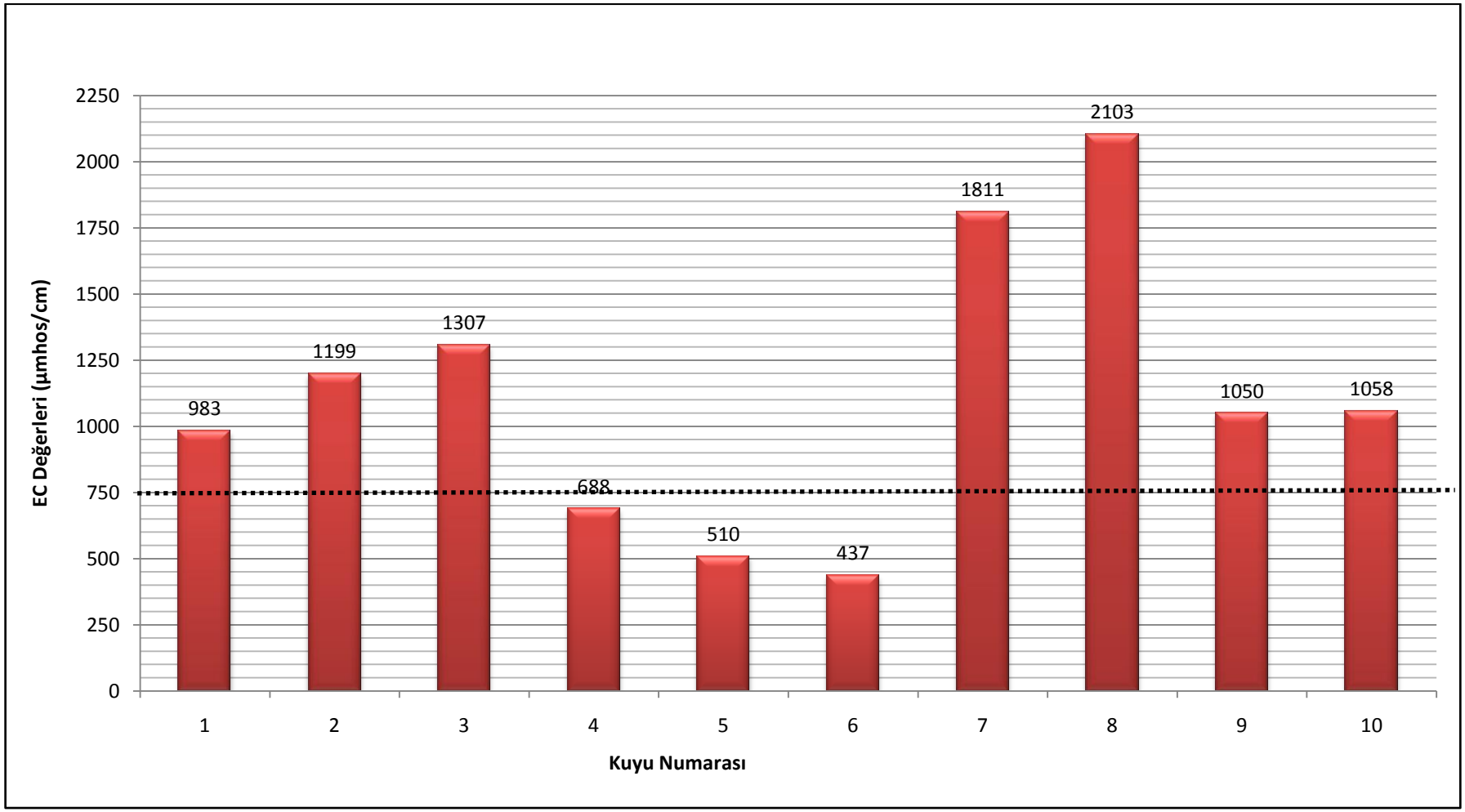
Sulama sularının kalite kriterlerinin belirlenmesinde önemli olan bir diğer belirleyici Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) 'dır. Toplam tuz içeriği (EC) ile SAR arasında logaritmik, ters bir ilişki vardır. Suyun EC değeri yükseldikçe, SAR değeri azalmaktadır (Kanber ve ark., 1992).

Araştırma yaptığımız bölgenin kuyu sularının SAR değerleri 0,87-3,68 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Maximum SAR değeri **8 numaralı (Olukbaşı)** kuyuda ölçülürken, minimum SAR değeri ise **5 numaralı (Arkum)** kuyuda ölçülmüştür. Örneklerin SAR değerleriyle saptanan sodyum sınıflamasına göre suların tamamı S_1 sınıfı düşük sodyumlu sulardır.

Çizelge 4.3'de görüldüğü gibi Mersin-Silifke bölgesi kuyu sularından alınan su örneklerinin C_2S_1 ve C_3S_1 sulama suyu içersinde bulundukları tespit edilmiştir. Bu bölge kuyularından alınan su örneklerinin hafif bir tuzlanmaya eğilimi saptanmıştır.

C_2S_1 sulama suyu sınıfı içerisinde yer alan orta tuzlu, düşük sodyumlu su örneklerinin alındığı kuyular, tuzluluk denetimi ve özel toprak idaresine gereksinim olmadan sulama suyu olarak kullanılabilirler. Geçirgenliği çok düşük kil bünyeli topraklarda, tuza duyarlı bitkiler için yıkama gereksinimi olabilir. C_3S_1 sulama suyu sınıfı içerisinde yer alan orta dereceden yüksek dereceye kadar çözünebilir tuz içeren ve düşük sodyumlu sular olan örneklerin alındığı kuyular, geçirgenliği düşük ve drenajı yetersiz topraklarda sulama suyu olarak kullanılmaları durumunda, toprakta zamanla tuzluluk sorunu yaratabilirler. Drenajı iyi topraklarda, tuza orta dereceden yüksek dereceye kadar dayanaklı bitkiler seçilerek, özel toprak idaresi ile ve denetimli olarak kullanılmaları mümkündür (Aşık ve ark., 2004).

Sulama suyu örneklerinin örnek numaralarına göre EC değerleri, görsel olarak daha iyi karşılaştırma yapabilmek amacıyla Şekil 4.1'de diyagram şeklinde verilmiştir.



Şekil 4.1. Sulama suyu örneklerinin EC değerleri

4.3. Araştırma Alanından Alınan Toprak Örneklerinin Fiziksel Özellikleri

Toprakların tuzlulaşmasında, toprak geçirgenliğinin, dolayısıyla bunu etkileyen toprak tekstürünün önemi büyüktür. Bu nedenle, toprak örneklerinde tekstür analizleri yapılmış ve bunun etkilediği saturasyon (doymuşluk) oranları belirlenmiştir.

Silifke bölgesi sera kuyularından Ekim ayında alınan toprakların mevcut fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla, 0-30 cm derinliklerden alınan toprak örneklerine ilişkin bazı analiz sonuçları Çizelge 4.4.' te verilmiştir.

Çizelge 4.4 incelendiğinde araştırma alanındaki toprakların saturasyon yüzdeleri 51,13-73,40 arasında değişmekte olup, toprak örneklerinde tekstür (bünye) sınıfının kumlu killi tından (SCL), tın'a (L) kadar değişiklik gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 4.4. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Örnek No	Örnek Alınan Yer	Derinlik (cm)	Saturasyon %	Kum %	Kil %	Silt %	Bünye
T_1	Dervişli	0-30	59,38	19,6	35	45,4	SCL
T_2	Bahçe	0-30	73,40	25,6	33	41,4	CL
T_3	Gülümpaşalı	0-30	51,13	49,6	19	31,4	L
T_4	Sökün	0-30	59,80	53,6	7	39,4	SL
T_5	Arkum	0-30	58,55	33,6	33	33,4	CL
T_6	Gaziçiftliği	0-30	58,96	29,6	37	33,4	CL
T_7	Kapızlı	0-30	54,43	37,6	31	31,4	CL
T_8	Olukbaşı	0-30	51,95	51,6	27	21,4	SCL
T_9	Sarıcalar	0-30	59,79	27,6	29	43,4	CL
T_{10}	Kabasakallı	0-30	51,13	43,6	15	41,4	L

4.4. Araştırma Alanından Alınan Toprakların Bazı Kimyasal Özellikleri

Mersin-Silifke bölgesi sera işletmelerinden Ekim ayında alınan toprak örneklerinde yapılan kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5 incelendiğinde; araştırma alanı topraklarının saturasyon ekstraktındaki pH değerleri 7,36-7,66 arasında çıktığı, EC değerlerininde 985-2430 µmhos/cm arasında olduğu görülmektedir. Yapılan ölçümler sonucunda toprak örneklerindeki minumum EC değeri 985 µmhos/cm ile **T_5 (Arkum)** örneğinde, maximum EC değeri ise 2430 µmhos/cm ile **T_7 (Kapızlı)** örneğinde tespit edilmiştir. Toprak örneklerindeki minimum pH değeri 7,39 ile **T_9 (Sarıcalar)** örneğinde, maximum pH değeri ise 7,66 ile **T_8 (Olukbaşı)** örneğinde tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre araştırma alanı topraklarının pH değerlerinin optimum sınırlarda olduğu, EC değeri yönünden ise toprakların toprak tuzluluk sınırı olan 4000 µmhos/cm' ye ulaşmadığı görülmektedir.

Suda eriyebilir katyonlardan Na^+, Ca^{++}'un, anyonlardan ise; Cl^- ve $SO_4^=$ 'ın hakim olduğunu söylemek mümkündür.

Araştırma alanı topraklarının Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) değerleri 12.47-15,26 me/100gr arasında değiştiği görülmektedir.

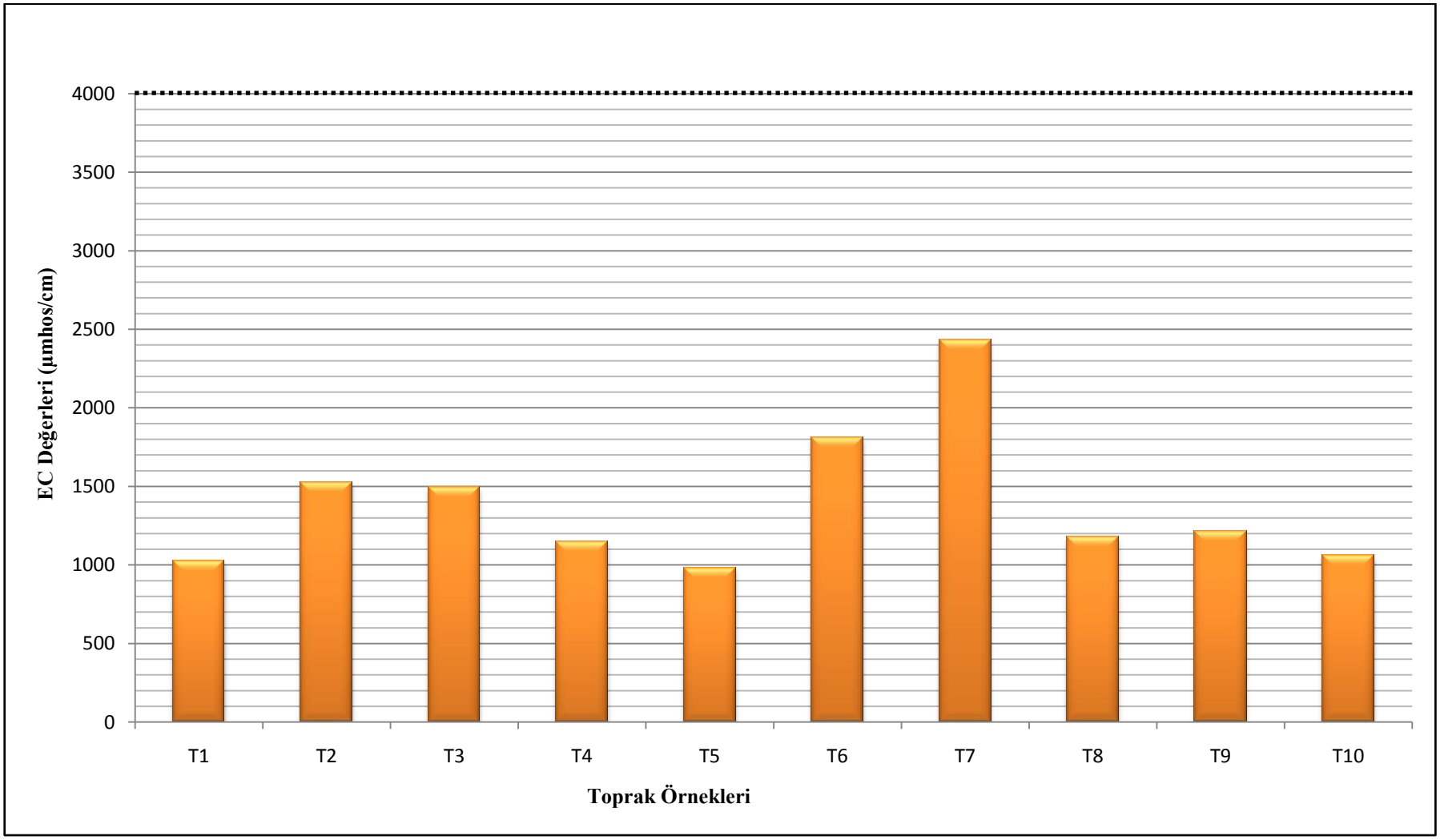
Araştırma alanı topraklarının Değişebilir Sodyum Yüzdeleri (DSY) %2,03-14,69 arasında değişmektedir. DSY değerlerinin %15 sınır değerine göre incelendiğinde; örneklerin tamamının %15 sınır değeri altında olduğu görülmektedir.

Araştırma alanı topraklarının tuzluluk değerleri ile bu toprakların sulanmasında kullanılan suların tuzluluk değerlerini karşılaştıracak olursak; T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7 ve T_9 no'lu toprak örneklerinin tuzluluk değerleri sulama sularının tuzluluk değerlerinden yüksek, T_{10} no'lu toprak örneğinin tuzluluk değeri sulama suyu tuzluluğuna yakın, T_8 no'lu toprak örneğinin tuzluluk değerleri ise sulama sularının tuzluluk değerlerinden düşük çıktığı görülmektedir. Toprak tuzluluğunun sulama suyu tuzluluğuna yakın veya yüksek olduğu örneklerde toprak tekstürü incelenecek olursa; topraktaki kil miktarı ile tuzluluk arasındaki paralellikten ileri gelmektedir. Bu da kilin tuzu tutarak yıkama etkinliğini azalttığı anlamına gelmektedir.

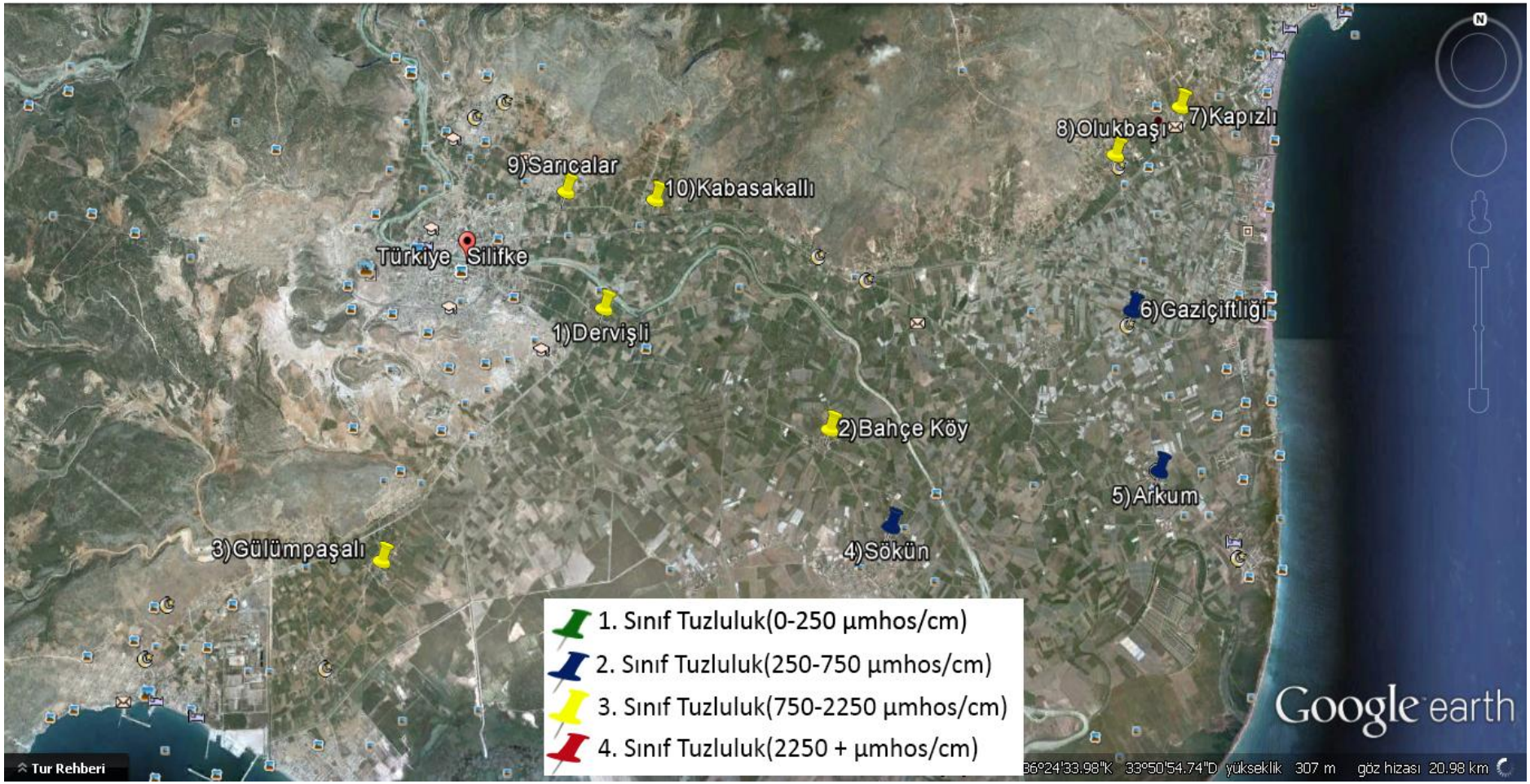
Toprak örneklerinin örnek numaralarına göre EC değerleri, görsel olarak daha iyi karşılaştırma yapabilmek amacıyla Şekil 4.2'de diyagram şeklinde verilmiştir. Sonuç olarak, araştırma alanı su kaynaklarının ve topraklarının tuzluluk değerlerine göre dağılımları sırasıyla Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri

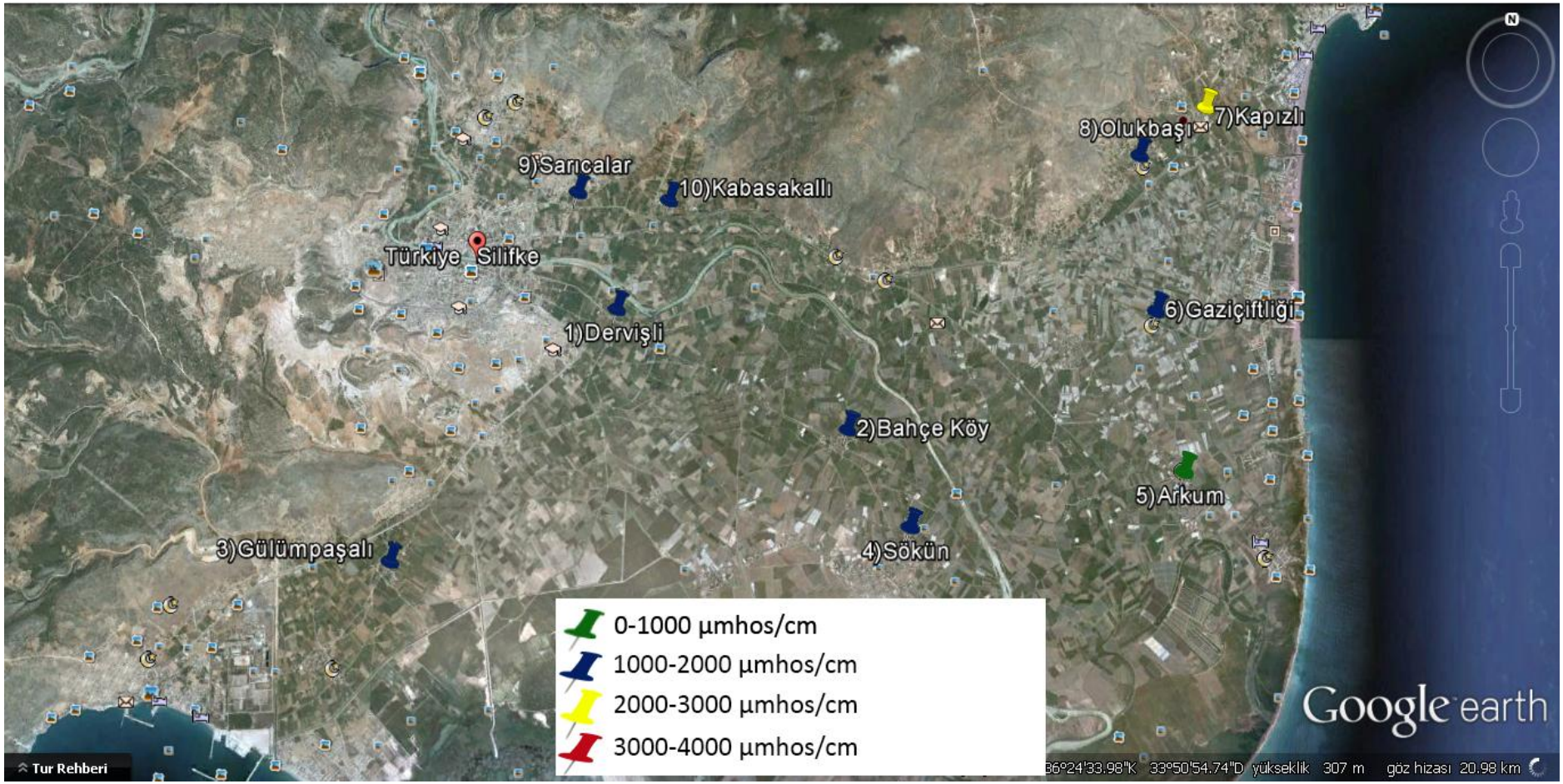
Toprak Örneği			ECx10^6	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR										KDK	Değişebilir Katyonlar (me/100g)			DSY
No	Derinlik (cm)	pH	µmhos/cm	Katyonlar (me/l)					Anyonlar (me/l)					me/100 g	Na^+	K^+	$Ca^{++}+Mg^{++}$	
			25 °C	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	∑Kat	$CO_3^=$	HCO_3^-	Cl^-	$SO_4^=$	∑An					
T_1	0-30	7,38	1025	3,08	0,38	5,31	1,73	10,50	-	1,86	2,1	6,27	10,23	14,71	0,63	0,77	12,32	4,28
T_2	0-30	7,41	1525	2,76	0,86	8,58	2,28	14,48	-	1,77	3,8	9,03	14,60	14,20	0,73	0,68	12,46	5,14
T_3	0-30	7,47	1495	4,87	1,60	10,08	2,15	16,55	-	1,92	6,0	8,47	16,39	13,21	0,79	1,00	10,83	5,98
T_4	0-30	7,48	1150	5,01	1,93	2,91	1,33	11,18	-	1,29	4,0	5,85	11,14	14,72	1,11	1,67	11,00	7,54
T_5	0-30	7,57	985	5,88	0,69	3,06	1,50	11,13	-	1,68	4,0	6,12	11,80	14,79	1,16	0,89	11,70	7,84
T_6	0-30	7,40	1810	6,87	1,15	7,68	2,06	17,76	-	1,94	7,0	8,36	17,30	15,07	1,02	0,99	12,35	6,76
T_7	0-30	7,44	2430	5,67	0,50	9,02	1,81	17,00	-	2,11	6,3	7,95	16,36	17,89	2,07	0,86	14,37	11,57
T_8	0-30	7,66	1180	6,96	0,84	3,29	1,31	12,40	-	1,55	6,0	5,05	12,60	16,95	2,49	1,07	11,66	14,69
T_9	0-30	7,36	1215	1,81	1,59	7,16	1,34	11,90	-	1,28	4,4	5,73	11,41	15,26	0,31	1,87	12,49	2,03
T_{10}	0-30	7,60	1060	2,56	1,61	5,52	2,05	11,74	-	1,67	3,0	7,23	11,90	12,47	0,32	0,95	10,56	2,56



Şekil 4.2. Toprak örneklerinin EC değerleri



Şekil 4.3. Araştırma alanı sulama sularının tuzluluk haritası



Şekil 4.4. Araştırma alanı topraklarının tuzluluk haritası

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, Mersin-Silifke Ovası seracılık işletmelerinin sulanmasında kullanılan yeraltı su kaynaklarının Ekim 2011-Mayıs 2012 döneminde, sulama suyu kalitesi yönünden incelenmesini ve bunlarla sulanan sera topraklarındaki etkilerini tespit etmek amacı ile yürütülmüştür. Bu bölümde, önce, araştırmadan elde edilen sonuçların önemli olan hususları maddeler halinde vurgulanarak bu sonuçların bir değerlendirmesi yapılmış, sonra da bu sonuçlar ışığında, araştırmaya konu olan seralarda, mevcut sulama suları ile sürdürülebilir bir tarım yapılabilmesi için bazı önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Sonuçların Değerlendirilmesi

Araştırmadan elde edilen sonuçların genel değerlendirmesi aşağıda verilmiştir:

1. Genellikle sulama sularında pH değerinin 6,5-8,5 arasında olması istenmektedir. Araştırma alanından alınan sulama suyu örneklerinin pH değerleri 7,15-8,03 arasında değişmekte olup sulama suyu kalitesi yönünden 6 numaralı işletme haricinde alınan diğer örnekler herhangi bir sorun oluşturmamaktadır. Elektriksel iletkenlik değerleri ise 437-2090 µmhos/cm arasında değişmiştir. Bu değerler tuzluluk yönünden incelendiğinde ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma Sistemi'ne göre, C_2 ve C_3 sulama suyu sınıfına girmektedir. Yani orta tuzlu ve yüksek tuzlu sular sınıfındadırlar. C_2 sulama suyu sınıfına giren sular orta derecede tuz içerdiklerinden tuza orta derecede dayanıklı bitkiler için herhangi bir toprak idaresine gereksinim olmadan sulama suyu olarak kullanılabilirler. C_3 sulama suyu sınıfına giren sular drenaj sorunu olmayan geçirgen toprakların sulanmasında sulama suyu olarak kullanılabilir. Sulama sularının bor konsantrasyonları 0,00-0,01 ppm arasında olduğu için ve emniyetli sınır değeri olan 0,5 ppm'i geçmediği için sulama açısından sorun teşkil etmemektedir. Sodyum Adsorbsiyon Oranlarının (SAR) 0,87-3,68 arasında değiştiği, % Na değerlerinin ise; 27,02-62,8 arasında olduğu görülmektedir. Suda çözünebilir anyon ve katyonlar açısından bakıldığında; katyonlardan Na^+ anyonlardan ise Cl^- ve $SO_4^=$ iyonlarının hakim olduğunu söylemek mümkündür.

2. Araştırma alanındaki yeraltı su kaynaklarının bor değerleri incelendiğinde on adet kuyudan alınan su örneklerinin bor değerleri, emniyetli sınır değeri olan 0,5 ppm'den düşük çıkmıştır.
3. Kuyulardan alınan sulama suyu örneklerinin %70'inin tuzluluk yönünden emniyetli sınırdan yüksek olması (C_3S_1), %30'unun ise tuzluluk sınırının altında (C_2S_1) olmasından dolayı, araştırma alanının %30'luk kısmının sulanmasında uygun sulama suyunun kullanıldığını söylemek mümkündür.
4. Su örneği alınan kuyu sularıyla sulanan tarım arazilerinden alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel analiz sonuçlarına göre; toprakların saturasyon yüzdeleri 51,13-73,40 arasında değişmekte olup, toprak örneklerinde tekstür (bünye) sınıfının kumlu killi tın'dan (SCL), tın'a (L) kadar değişiklik gösterdiği görülmektedir.
5. Toprak örneklerinde yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre, pH değerleri 7,36-7,66 arasında, EC değerleri ise 985-2430 µmhos/cm arasında değişmektedir. Bu sonuçlara göre araştırma alanı topraklarının pH değerlerinin optimum sınırlarda olduğu, EC değeri yönünden ise toprakların toprak tuzluluk sınırı olan 4000 µmhos/cm' ye ulaşmadığı görülmektedir.
6. Araştırma alanı topraklarının DSY değerleri incelendiğinde toprak örneklerinin DSY değerleri %15 sınır değerinin altında çıkmıştır.
7. Topraklarda tuz birikmesinin henüz önemli derecede olmayışının önemli bir nedeni de, 0-30 cm'den alınan toprak örneklerinin tuz birikimi için yeterli bir aralık olmayışıdır. Çünkü sulama ile üst kısmı yıkanan toprağın tuz birikimi alt katmanlara doğru olmaktadır. O yüzden toprak örneklerinin EC değeri emniyetli sınır olan 4000 µmhos/cm'nin altında olduğu görülmektedir.
8. Denize yakın seralardan alınan sulama suyu EC değerleri, denize uzak seralardan alınan sulama suyu örneklerinin EC değerinden yüksek çıkmıştır. denize yakın olan 7 numaralı (Kapızlı) işletmenin EC değeri 1811 µmhos/cm iken, denize uzak olan 6 numaralı (Gaziçiftliği) işletmenin EC değeri 437 µmhos/cm'dir. Bu da deniz suyunun yeraltı suyuna karıştığını ve yüksek EC'nin bundan kaynaklandığını düşündürmektedir.
9. Denize en yakın olan 7 numaralı (Kapızlı) seradan alınan toprak örneğinin EC değeri 2430 µmhos/cm iken denize uzak olan 6 numaralı (Gaziçiftliği) seranın EC değeri 1811 µmhos/cm çıkmıştır.

10. Seraların %70'inde domates bitkisi yetiştirilmektedir. Domates sıcak ve ılıman iklim sebzesidir. Gündüz sıcaklığının 19-26 ºC, gece sıcaklığının ise 14-18 ºC olduğunda iyi bir gelişim göstermektedir.

5.2. Öneriler

Yukarıdaki genel değerlendirme sonucunda aşağıdaki öneriler yapılabilir;

1. Mersin-Silifke bölgesi seracılık işletmelerinde yürütülen bu çalışmada, sulama suyu olarak kullanılan kuyu sularının, Amerika Birleşik Devletleri Tuzluluk Laboratuvarı sulama suyu sınıflandırma sistemine göre emniyetli EC sınır değeri olan 750 µmhos/cm esas alındığında örneklerimizin çoğunun tuzluluk değerlerinin bu sınırdan yüksek çıkmasından dolayı bu kuyularla yapılacak sulamalarda kontrollü sulamaya ve drenaja önem verilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

2. Araştırma sonuçları göstermiştir ki; araştırma bölgesinin sulama suyu kaynaklarının çoğunda tuzluluk problemi mevcutken, bu sulama suları ile sulanan tarım arazilerinde çok fazla tuzluluk problemi çıkmamıştır. Ancak bu durum ileriki yıllarda toprakların tuzlulaşmayacağı anlamına gelmez. Bu durum dikkate alındığında buradaki sulama suyu kaynaklarının kalite yönünden geliştirilmesi ve kaliteli sulama suyunun bölge topraklarına kavuşturulmasına ihtiyaç vardır.

3. Sulamada temel amaç, bitkinin ihtiyacı olan suyun istenilen zamanda istenilen derinlikte, yeterli miktar ve kalitede verilmesidir. Burada en önemli faktör yeter miktardır. Bu nedenle ihtiyaç duyulan sulama suyunun doğru metotlarla hesaplanması gerekir. Fazla verilecek her birim su toprakta tuzlulaşmayı hızlandıracak, taban suyu oluşumuna sebep olacaktır.

4. Bölgenin toprak su kaynakları dikkate alındığında, sulu tarım ve sulama uygulamaları önem arz etmektedir. Su kaynaklarının yetersizliği, sulamaya açılan alanların azlığı, sulama randımanlarının düşük oluşu önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun çözümü için, araştırmacı ve yatırımcı kuruluşların, bölge çiftçisine yönelik sulama teknikleri, sulama planlaması ve toprakta tuzluluk kontrolüne ilişkin eğitim vermeleri gereklidir.

5. Sulu tarım alanlarında, yeterli drenaj şartlarında, sulama suyu kalitesi 1. ve 2. sınıf olan sulama suları kullanıldığı takdirde, sulama dengeli ve kontrollü olarak yapıldığında, toprakta tuzluluk sorunu teşkil etmeyecektir.
6. Gerek yöredeki ilgili zirai öğretim kurumlarının, gerekse tarım kuruluşlarındaki ilgili birimlerin yardımıyla yoğun bir şekilde çiftçi eğitim seminerlerinin düzenlenmesi sağlanmalıdır. **Zira bilinçli tarım bilinçli çiftçilerle** yapılabilir.
7. Sulamanın asıl kaynağı olan kuyular başta evsel ve endüstriyel atıklar olmak üzere her türlü kirlilikten korunmalı, kuyu sularının zaman zaman analizleri yaptırılmalı ve sulama için uygun olmayanlar kullanılmamalı, tarım ilaçları kullanımı minimum seviyeye indirilmeli, organik ve inorganik kaynaklı azotlu gübre kullanımının yanında diğer suni gübrelerin kullanımı kontrol edilmeli, hayvan atıklarının su kaynaklarına karışması önlenmeli, sulamadan dönen su kontrol altına alınmalıdır. Aksi takdirde uygun olmayan sulama sularının bilinçsiz bir şekilde kullanılması sonucu yöredeki geniş tarım alanları tuzluluk, alkalilik ve diğer kirlilik oluşturan etmenlerle karşı karşıya kalacaktır. Böylece toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı da olumsuz yönde etkileneceğinden ürünlerin veriminde büyük oranlarda düşüşler meydana gelebilecektir.

6. KAYNAKLAR

Ağca, N., Doğan, K., Akgöl, A., 2000. Amik Ovasında Yer Alan Bazı Topraklarda Tuzluluk Ve Alkaliliğin Boyutları Üzerine Bir Araştırma, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 5 (1-2): 29-40, M.K.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Antakya/Hatay.

Akar, A., 2000 İçme Suyu Kalitesi Acısından Kirlilik Parametrelerinin İrdelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1-141.

Akış, A., Kaya, B., Seferov, R., Başkan, H. O., 2005. Harran Ovası Ve Çevresindeki Tarım Arazilerinde Tuzluluk Problemi Ve Bu Problemin İklim Özellikleriyle İlişkisi, www.sosyalbil.selcuk.edu.tr/sos_mak/articles, Konya.

Akpınar, K., 2005. Dünyada ve Türkiye'de Suyun Kullanımı ve Geleceğimiz İçin Önemi, Sağlık Bakanlığı Hizmet İçi Eğitimi, Yalova.

Alioğlu, S., 2006 İzmit Kenti İçme Suyu Dağıtım Şebekesinde Kirlilik İncelenmesi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Cevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli, 1-143.

Altınbaş, Ü., Anaç, S., Anaç, D., Can, H.Z., 1996. 'The Effect of Ground Water Salinity on Satsuma Mandarins: Preliminary Results'. Second Intern. Symp. on Irr. Hort. Crops, Chania, Crete, Greece.

Al–Zarah, A., 2008. Chemistry of Groundwater of Al-Ahsa Oasis Eastern Region Saudi Arabia and Its Predictive Effects on Soil Properties. Pakistan Journal of Biological Sciences 11(3): 332 – 341.

Anonim, 1984, Anonim, 1984, Tıbbı Ekoloji ve Hidroklimatoloji Dergisi, I.Ulusal Balneoloji Sempozyumu, Özel Sayı Cilt 2, İstanbul.

Anonim, 1991. Silifke bölgesi topraklarına ait özellikler

Anonim, 1991. Sulama Sularının Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kalite Kriterleri. 7 Ocak 1991 Tarih ve 20748 Sayılı T.C Resmi Gazete, Ankara

Anonim, 2003 a. Dünya Su Günü.
(http:www.cinetarim.com.tr/dergi/arsiv47/sektorel03.htm)

Anonim, 2003 b. www.silifkebelediyesi.gov.tr

Anonim, 2005. TSE 2005, Yönetmelik 2005

Anonim, 2006 a. Toprak ve Su Kaynakları. (http : www.dsi.gov.tr)

Anonim, 2006 b. Su. Konya Tarım Dergisi, Sayı 235, Nisan 2006.

Anonim, 2007. www.tüik.gov.tr

Anonim, 2008 a. 2008 yılı Meteoroloji Verileri, Mersin/Silifke

Anonim, 2008 b. www.dsi.gov.tr.

Anonim, 2010. www.silifketarım.gov.tr

Anonim, 2011. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Verileri, Silifke/Mersin

Arslan H, Güler M, Cemek B, Demir Y., 2007. Bafra Ovası Yeraltı Suyu Kalitesinin Sulama Açısından Değerlendirilmesi. N.K.U Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(2).219 – 226, Tekirdağ.

Ayrancı, Y., 2006. Muğla-Ortaca Yöresi Sera Sulama Sularının Kakitelerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi 20(39):32-36, Ortaca-Muğla.

Ayyıldız, M., 1983. Sulama Suyu Kalitesi ve Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 876, Ders Kitabı 224, Ankara.

Bahtiyar, M. 2002. Çorak Topraklar. www.tema.org.tr

Balkaya, N., 1989. Samsun Bölgesi İncesu-Dereköy Arasındaki Kıyı Ovasında Yeraltı Suyu Kirlilik Araştırması. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Samsun.

Baltacı, F., "Su ve Analiz Metodları", DSİ, Ankara, 3-38, 2000.

Başkaya, N., 1997. Küçük Menderes Havzasında Sulama Suyu Kirliliğinin Boyutları ve Tarımsal Üretime Etkileri Üzerine Bir Araştırma. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bolumu Doktora Tezi, İzmir.

Bayraklı, F., 1996.Toprak Kimyası, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları: 20, Konya.

Bear, J., Cheng, A.H.D., 1999. 'Introductions'. Seawater Intrusion in Coastal Aquifers-Concepts, Methods and Practices (Eds. Bear, Cheng, Sorek, Quazar and Herrera) Kluver Academic Publishers, 14, The Netherlands.

Berekatoğlu, K., Bahçeci İ., 2005. Harran Ovasında Drenaj Kanal Sularının Sulamada Kullanılma Olanakları, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(3):43-52, Şanlıurfa.

Bilgin, M., 2003. Niğde İli İçme Sularının Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyolojik Olarak İncelenmesi, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Cevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı Uzmanlık Tezi, Niğde, 1-54.

Bouyoucos, G. S., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method For Making Mechanical Analysis of Soils. Argon. J. 43:434-438.

Bower, C.A., Reitemer, R.F., Fireman, M., 1952. Exchangeable Cation Analyses of Saline and Alkali Soils. Soil Sci. Vol, 73.

Çakmak, B., Aküzüm, T., Çiftçi, N.,Zaimoğlu, Z., Acar, B., Şahin, M., Gökalp, Z., 2005. Su Kaynaklarının Geliştirme ve Kullanımı. TMMOB-ZMO VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, s191-211 Ankara.

Çelik, M., Arıgün, Z., 2001. Yerköy (Yozgat) Ovası Yüzey ve Yer altı Sularının Kalitesi ve Kirliliği. I. Çevre ve Jeoloji Sempozyumu (Yeraltı suları ve Çevre Sempozyumu) Bildiriler Kitabı, 21-23 Mart 2001, İzmir, 159-171s.

Çiftçi, N. Ve Güngör, Y., 1987. Konya TİGEM Arazisinde Taban Suyu Toprak Tuzluluğu İlişkileri Üzerinde Bir Araştırma. A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 66s, Ankara.

Çullu, M. A., Almaca, A., Öztürkmen, A. R., Ağca, N., İnce, F., Derici, M. R., 2000a. Harran Ovası Topraklarında Tuzluluğun Yayılma Olasılığının Belirlenmesi. T. C. Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Şanlıurfa.

Çullu, M. Almaca, A., Çelik, İ., 2000b. Degradation of The Harran Plain Soils Due To Irrigation.Proceedings of International Symposıum on Desertification, s. 193-197, Konya-Turkey.

Demiralay, İ.,1977. Toprak Fiziği Uygulaması, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.

Dirican, S., Barlas, M., 2005. Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) Çayı'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve Balıkları. Ekoloji 14, 54, 25-30.

Dişli, Y., 1997. Antalya İli Kale (Demre) İlçesi Yer altı Sulama Suyu Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı (Yüksek lisans Tezi), Konya.

Doğan, M., Soylak, M., 2000. Su Kimyası, Erciyes Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Ders Kitabı Yayın No:120, Kayseri, 206 s.

Duran, M., Demirer N., 1997, Su Arıtımında Temel İşlemler, TMMOB., Çevre Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.

Elhatip, H., 2002, Aksaray ilindeki Su Kaynakları ve Çevre Sorunları, Aksaray Valiliği Çevre Koruma Vakfı, Aksaray Ofset Tesisleri Basım Evi, Aksaray.

Eroğlu, V., 1995. Su Tasfiyesi, İTÜ Yayınları, İstanbul, 314 s.

FAOSTAT, 2005. http://faostat. fao.org/ faostat /collections? subset=agriculture, last updated 4 April 2005.

Gamsız, E., Ağacık G., 1978, Su ve Analiz Metotları, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Ankara.

Graham WBR, Pishiria IW, Ojo OI (2006). 'Monitoring of groundwater quality for smallscale irrigation: Case studies in the Southwest Sokoto-Rima Basin, Nigeria' Agricultural Engineering International the CIGR EJournal Volume: 8.

Greenberg AE and et al (1998) Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association18 th ed., Washigton ,D. C.

Gündüz, N., 2004. Asar Tepe Sulama Birliği Alanında Tuzluluk Durumunun Belirlenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi , Ankara.

Güngör, Y. ve Erözel, A.Z., Yıldırım, E., Öztürk, A., 1992. Yıkama Suyu Kalitesinin Toprak Kolonunda Oluşturduğu İyon Değişimlerinin Belirlenmesi, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1242, Ankara.

Güngör, Y., Erözel, 1994. Drenaj ve Arazi Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1341, Ders Kitabı No: 389, Ankara.

İşcan, S., Tepeli, E., Uyan, A., Yaşar, M., Çavdar, A., 2001. Sulamanın Temel Esasları 1, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Adana Zirai Üretim İşletmesi ve Mekanizasyon Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Yayın No:2, Adana.

Kaplan, M., Akay, S., 1995. Salinity of Irrigation Water of Greenhouses and Its Effects on the Soil Salinity in Kumluca and Finike Regions. 9th Symp of CIEC, Kuşadası-Turkey.

Kaplan, M., S. Sönmez ve S. Tokmak, 1996, Antalya – Kumluca Yöresi Kuyu Sularının Nitrat İçerikleri. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 23 (1999), 309 – 313.

Kaplan, M., Sönmez, S., Tokmak, S., 1999. Antalya-Kumluca Yöresi Kuyu Sularının Nitrat İçerikleri, Tr. J. of Agriculture and forestry, 23, 309-313.

Kara, M., Çiftçi, N., Şimşek, H., 1990. Konya–Çumra–Çandır Mevkii Arazilerinde Taban Suyu Hareketi ve Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Araştırma Fonu, Proje No: ZF 88/079, Konya.

Kara, M., 2005. Sulama ve Sulama Tesisleri, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya.

Kara, M., 2010. Tarımda Kültürteknik , Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya.

Karakaplan, S., Zengin, M., Ve Ersoy, İ., 2002. Beyşehir Gölü Ve Çumra Ovası Sulamasında Kullanılan Diğer Sulama Suları Kalitesinin Belirlenmesi, S. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 16 (29): (2002) 72-78, Konya.

Kavurmacı, M., Karadavut, S., Özcan, S., Kurmac, Y., Altas, L., Isık M (2008). Aksaray Yüzey Sularının Hidrojeokimyasal Özellikleri ve Su kalitesinin Değerlendirilmesi. Blacksea International Enviromental Symposium, Volume: III, (133-146), Giresun.

Kaynak, L., İmamgiller, B., Ersoy, N. ve Yazıcı, K., 2000. Tarım Topraklarında Tuzluluk Sorunu. 16-18 Ekim GAP Çevre Kongresi, Harran Üniversitesi Mühendislik ve Ziraat Fakülteleri, s. 555-562, Şanlıurfa.

Kendirli, B., Benli, B., 2001. Türkiye'de Su Kalitesinin İzleme ve Değerlendirilmesi. Ziraat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 331, Ankara, s. 14-24.

Konukçu, F., Yüksel AN (1992). Tuzlu Suların Sulama Suyu Olarak Kullanılabilme Olanakları. IV: Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, A.Ü., Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum.

Konukcu, F., A, İstanbulluoğlu., İ, Kocaman., (2004). Social and Technical Strategies to Overcome a Possible Water Crisis in the Thrace Region and Ðstanbul in the Near Future. International Symposium on Water Resources Management: Risks and Challenges for the 21st Century, İzmir, Vol. II, 531-543, EWRA ve SUMER, İzmir.

Konukçu, F., Istanbulluoglu, A., Kocaman, I., Delibaş, L., 2005. "Fasılalı yıkamanın tuzlu topraklarda yıkama etkinliği ve yıkama suyu miktarı üzerine etkisi" GAP IV. Tarım Kongresi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Şanlıurfa, 1116-1119.

Mhlanga BFN, Ndlovu LS, Senjanze A (2006). Impacts of irrigation return flows on the quality of receiving waters. A case of sugarcane irrigated fields at the Royal Swaziland sugar Corporation (RSSC) in the Mbuluzi River Basin (Swaziland). Physics and Chemistry of the Earth 31: 804 – 813.

Nacar, A.S., Çelik, S., Bilgel, L., Sevgilioğlu, M., 2000. GAP Bölgesi Harran Ovası'nda Toprak Tuz ve Su Dengesinin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi ve Kapalı Drenaj Projeleme Kriterlerinin Belirlenmesi. Yıllık Sonuç Raporu, Köy Hizmetleri Araştırma Projesi No. 99 230 J01, Şanlıurfa, 12s.

Örgen, C., İnanç, İ., 2004. Doğal Zeolit'in Doğal Kaynak Sularında pH, İletkenlik ve Sertlik Özelliklerinin Düzenleyicisi Olarak Kullanımı, National Meeting on Biomedical Engineering, İstanbul.

Özcan, H., Uygun, R., 2004. Çanakkale-Kumkale Ovasında Toprak Profilinde Tuz Hareketinin Yersel Ve Zamansal Değişimlerinin İzleme Ve Değerlendirmesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü Ve, Tarım İl Müdürlüğü, HR.Ü.Z.F. Dergisi, 8 (2):33-41, Çanakkale.

Polat, M., Yılmaz, N., 2001. Antalya Havzasındaki Yeraltı Su Kaynaklarında Kirliliğin Belirlenmesi ve Koruma Stratejileri. 1. Çevre ve Jeoloji Sempozyumu (Yeraltı Suları ve Çevre Sempozyumu) Bildiriler Kitabı, 21-23 Mart 2001, İzmir, 247-253s.

Prinz D (2004). Water and development (the challenge ahead). Water ResourcesManagement: Risks and Challenges for the 21st Century. EWRA Symposium,September 2-4, İzmir, Turkey.

Richards, L.A., 1954. Diagnosis And Improvement Of Salin And Alkali Soils. US Dept. Agric., Agric Handb. No: 60.

Saatçı, F., Tuncay, H., Altınbaş., 1973. İzmir İli Balçova Bölgesinde Sulamada Kullanılan Bazı Kuyu, Artezyen, Kaynak ve Dere Sularının Sulama Yönünden Kalitelerinin Tespiti Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 197, Bornova-İzmir.

Soltanpour, P.N. and Workman, S.M., Use of Inductively-Coupled Plasma Spectroscopy for the Simultaneous Determination of Macro and Micro Nutrients in NH_4HCO_3-DTPA Extracts of Soils. In Barnes R.M. (ed). Developments in Atomic Plasma Analysis, pp, 673-680, USA

Sağlam, T., 1978. Toprak Kimyası, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Teksiri, Erzurum.

Sevgilioğlu, M., 1987. Harran Ovası Tuzlu Sodyumlu Toprakların Islahı İçin Gerekli Jips,Yıkama Suyu Miktarı ve Süresi. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 31, Rapor Seri No: 22, Şanlıurfa.

Sönmez, İ., Kaplan, M., 2004. Demre Yöresi Seralarında Toprak Ve Sulama Sularının Tuz İçeriğinin Belirlenmesi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(2), 155-160, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Antalya.

Sreedevi, P. 2002. A case study on changes in quality of grounwater with seasonal fluctuation of Pageru river basin, Cuddapah District, Andhra Pradesh, India. Environmental Geology, 42 (4): 414-423.

Şener, S., 1993. Ege Bölgesinde Lizimetre Koşullarında Değişik Kalitedeki Sulama Sularının Pamuk Verimine ve Toprak Tuz Dengesine Etkileri. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Menemen Araştırma Ens. Müdürlüğü, Yayın No: 192/126, Menemen.

Tekbaş, ÖF., ve Güleç, M., 2004. Suların Sertlik Dereceleri ve Sağlık Etkileri, TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 3 (7), 156-161.

Tombul, M., Bilgin, M., 1998. Eskişehir Yeraltı Sularının Kirlenme Sebepleri ve Kirlenme Düzeyi, IN: Kayseri 1. Atık Su Sempozyumu Bildiri Kitabı, 22-24 Haziran 1998, Kayseri, 17-21s.

Uzunoğlu, S., Ağar, A., 1992. Tuzlu–Sodyumlu Topraklarda Kullanılan Çeşitli Islah Maddelerinin Toprağın Fiziksel Özelliklerine Etkisi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Genel Yayın No: 180, Rapor Seri No: 100, Ankara.

Varol F, Bellitürk K, Sağlam T (2005). Tekirdağ ili Sularının Özellikleri Tarım Bilimleri Dergisi 2005 11 (4).

Visvanat, D.P., Srinivasa, N., Parama, Vrr., 1991. Qualitiy of Underground Irrigation Water of Jamakandi Taluk, Bijupur. District, Karnataka Department of Soil Science and Agricultural Chemistry. Agricultural College GKVK Bangalore 560 065, India.

Warrence, N. J., Bauder, J. W. and Pearson, E. K., 2002. Basic of salinity and sodicity effects on soil physical properties. www.iav.ac.ma/agro/dss/chimieso/basics_salinity. htm

Will E. and Faust J.E., 2005. Irrigation water quality for greenhouse production. Agricultural Extension Service, PB 1617, The University of Tennesse, USA.

Yalçın, H., Gürü M., 2002 Su Teknolojisi, Palme Yayıncılık , Ankara.

Yıldız, N., "Şanlıurfa içme suyu siteminin kalite kontrol parametreleri açısından incelenmesi", YLS, Harran Üniversitesi, FBE, Şanlıurfa, 27-37, 1996.

Yıldız, F., Selvi, H.Z., Durduran, S.S., 2005. Türkiye'de Arazi Toplulaştırması Sempozyumu, TMMOB Harita Kadastro Mühendisleri Odası Konya Şubesi, Ankara.

Yıldıztekin, M., 2007. Muğla Karabağlar Yöresi Kuyu Sularının Sulama Suyu Kalitesi Yönünden Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

Yılmaz, T., 1980. Konya Ovası Tuzlu ve Bor'lu Alüviyal Topraklarının Islahı İçin Gerekli Yıkama Suyu Miktarı ve Yıkama Süresinin Saptanması. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü, Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 63, Rapor Seri No: 49, Konya.

Yılmaz, A. M. ve Çiftçi, N., 1993. Konya Ovası Drenaj Şebekesi Sularının Sulamada Kullanılması Ve Ortaya Çıkaracağı Sorunlar. S. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 52s, Konya.

Yılmaz, A.M., 2001. Konya Ovası Tuzlu-Sodyumlu Toprakların Islahı Üzerine Bir Araştırma, Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Konya.

Yılmaz, A.M., Çiftçi, N., 2001. Konya Ovası Tuzlu-Sodyumlu Topraklarının Islahında Yıkama Suyu Ve Kükürt'ün Etkisi Üzerine Bir Araştırma. S.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi 15 (26): 1-15, Konya.

Yılmaz, S., 2005. Konutlarda Su Şebeke Basıncının Su Tüketimine Etkileri. TEKNOLOJİ, Cilt 8, Sayı 2, 157-166.

Yurtsever, E. ve Güngör, Y. 1990. Değişik Tululuk Düzeylerindeki Sulama Sularının Toprak Tuzlulaşmasına Etkisi. Doğa Tr. J. Of Agriculture and Forestry 14: 555 561.

Zengin, M., Bayraklı, F., 1992. Konya Ovası Sulama Sularının Su Kalitesi Açısından Sınıflandırılması Üzerine Bir Araştırma. S.Ü. Ziraat Fak. Dr. 2(4), Konya.

Zengin, M., Bayraklı, F., Çetin, Ü., 2002. Properties Of Irrıgatıon Water Qualıty In Konya Closed Basın, S. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 16 (29) : (2002) 65-71, Konya.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Didem Rabia DEMİR
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : MERSİN/Silifke/ 27.07.1988
Telefon : 0 532 351 83 15
Faks : ---
e-mail : dido18@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Silifke Lisesi-Silifke-MERSİN	2005
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	2009
Yüksek Lisans	:	S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuklu, Konya	2013

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi

UZMANLIK ALANI: Ziraat Mühendisi **(Tarımsal Yapılar ve Sulama)**

YABANCI DİLLER: İngilizce(İleri), Almanca(Başlangıç)