



SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA- SARAYÖNÜ GÖZLÜ TARIM
İŞLETMESİ MÜDÜRLÜĞÜNE AİT SULU
ZİRAAT ALANLARINDAKİ SU
KAYNAKLARININ SULAMA SUYU
KALİTESİ YÖNÜNDEN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Ceren Mutlu ALPÖZEN

YÜKSEK LİSANS

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalını

Aralık-2017
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ceren Mutlu ALPÖZEN tarafından hazırlanan “Konya- Sarayönü Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğüne Ait Sulu Ziraat Alanlarındaki Su Kaynaklarının Sulama Suyu Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması 12/12/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Bilal ACAR

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Ahmet Melih YILMAZ

Üye

Doç. Dr. Yusuf UÇAR

Üye

Prof. Dr. Bilal ACAR

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.



Prof. Dr. Mustafa YILMAZ
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



Ceren Mutlu ALPÖZEN

Tarih: 12.12.2017

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA- SARAYÖNÜ GÖZLÜ TARIM İŞLETMESİ MÜDÜRLÜĞÜNE AİT SULU ZİRAAT ALANLARINDAKİ SU KAYNAKLARININ SULAMA SUYU KALİTESİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ceren Mutlu ALPÖZEN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ahmet Melih YILMAZ

2017, 59 Sayfa

Jüri

Danışmanın Yrd. Doç. Dr. Ahmet Melih YILMAZ
Prof. Dr. Bilal ACAR
Doç. Dr. Yusuf UÇAR

Bu araştırma, Konya- Sarayönü Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğü'ne ait sulu tarım alanlarındaki su kaynaklarının sulama suyu kalitesi yönünden değerlendirilmesi amacı ile yürütülmüş bir çalışmadır. Araştırmada, sulama amacıyla kullanılan derin kuyulardan örnekleme yoluyla alınan su örnekleri ve bu kuyular ile sulama yapılan tarım alanlarından 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizler değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; çalışmanın yürütüldüğü alanda bulunan toprakların killi ve killi-tınlı olduğu görülmüştür. Toprakların pH değerlerinin 7,11 – 7,90, EC değerlerinin 696 – 803 $\mu\text{mhos/cm}$ arasında, sulama sularının ise pH değerlerinin 6,08 – 7,45, EC değerlerinin 1071 - 1989 $\mu\text{mhos/cm}$ arasında olduğu ölçülmüştür. Su örnekleri, ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma sistemine göre C_3S_1 sulama suyu sınıfında olup, yüksek tuzludur. Sulama suyu kalitesi yönünden tespit edilen sorunlara rağmen topraklarda tuzluluk sorunuyla karşılaşılmamış olması ileriki yıllarda sorunla karşılaşılmayacağı anlamına gelmemektedir. Sulama geçmişinin çok fazla olmaması topraklarda tuz sorununun ortaya çıkmamasında önemli etkidir. Ancak gerekli kültürel tedbirler alınmazsa uzun vadede bölge topraklarını etkileyecek ciddi tuzluluk sorunları öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sulama, sulama suyu kalitesi, toprak tuzluluğu, tuzluluk

ABSTRACT

MS THESIS

EVALUATION OF IRRIGATION WATER QUALITY OF IRRIGATED WATER RESOURCES OF KONYA- SARAYÖNÜ GÖZLÜ TARIM İŞLETMESİ MÜDÜRLÜĞÜ

Ceren Mutlu ALPÖZEN

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

Advisor: Asst. Prof. Dr. Ahmet Melih YILMAZ

2017, 59 Pages

Jury

Advisor Asst. Prof. Dr. Ahmet Melih YILMAZ

Prof. Dr. Bilal ACAR

Assoc.Prof.Dr. Yusuf UÇAR

This research was conducted to determine the irrigation water quality at irrigated lands of Konya- Sarayönü Gözlü Agricultural Governorship. In the study, some physical and chemical analyzes were performed at water samples taking from deep wells as well as soil samples taking from 0-30 cm, 30-60 cm and 60-90 cm depths within study site. In results, soils are is clay or clay-loam textures. The pH and EC values for soil samples and water samples varied from 7,11 to 7,90 and 696 to 803 $\mu\text{mhos/cm}$; from 6,08 to 7,45 and 1071 to 1989 $\mu\text{mos/cm}$, respectively. According to USSS (United State Salinity Laboratory), water samoles belong to C_3S_1 class with high salinity. Despite the problems identified in terms of irrigation water quality, there is no salinity problem in soil profile; but it doesn't mean that salinity problem will not occur in future. The fact that irrigation history is not so great therefore salinity problem does not occur in the soil. However, if necessary cultural precautions are not taken, salinity problems will be seen at soils of the region.

Keywords: Irrigation, quality of irrigation water, soil salinity, salinity.

ÖNSÖZ

İklimin kurak ya da yarı kurak geçtiği bölgelerde tarımın temeli sulamaya dayanır. Tarımsal sulama; bitki gelişmesi için gerekli olan fakat doğal yağışlarla karşılanamayan suyun toprağa verilmesidir. Sulama, tek başına bitkisel üretimde önemli bir faktördür. Bunun yanı sıra verime katkı sağlayan diğer faktörleri de etkiler. Çünkü sulama suları, yerüstü ve yer altı su kaynaklarından sağlanan sulama suları üzerinden veya içerisinden aktıkları toprak ve kayalardan erittikleri bir takım kimyasal maddeleri içerirler.

Sulama; toprak, topoğrafya ve iklim özellikleri, bitki cinsi, su kalitesi gibi hususların dikkate alınarak, verilecek suyun miktarı, zamanı ve sulama süresi gibi kriterlerin belirlenerek sulamanın buna göre yapılması gerekir. Bu kriterler göz ardı edildiğinde yapılan sulamanın faydadan çok zararı olabilir. Özellikle tarlaya verilecek su miktarı ve su kalitesine bağlı sorunlar 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 olup, topraklarımızı korumak için gerekli bazı tedbirler hakkında öneriler yapılmıştır.

Yüksek lisans tezimin yürütülmesi ve yazılmasında yardımda bulunan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ahmet Melih YILMAZ'a, analiz aşamasında çalışmalarına yardım eden Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölümü öğretim elemanlarına, bölümümüz araştırma görevlisi Mehmet Akif KALENDER'e, çalışmama destek veren GÖZLÜ Tarım İşletmesi Müdürlüğü yönetimi ve çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatım boyunca her konuda bana destek olan, bu günlere gelmemde emeklerini esirgemeyen annem Fatma ALPÖZEN, babam Ergün ALPÖZEN ve kardeşim Arda Baran ALPÖZEN'e sonsuz teşekkür ederim.

Ceren Mutlu ALPÖZEN
KONYA-2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Sulama Suyu Kalitesi ve Tarımsal Üretimdeki Önemi.....	4
2.2. Tuzlu- Sodyumlu Toprakların Sınıflandırılması ve Toprak Tuzluluğu.....	10
2.3. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Islahı	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
3.1. Materyal.....	21
3.1.1. Araştırma Alanının Konumu	21
3.1.2. İklim Özellikleri.....	22
3.1.3. Arazi ve Toprak Özellikleri.....	23
3.1.4. Araştırma Alanında Tarımsal Yapı ve Üretim.....	23
3.1.5. Araştırma Alanı Su Kaynakları ve Uygulanan Sulama Yöntemleri.....	25
3.2. Yöntem.....	26
3.2.1. Su Örneklerinin Alındığı Yerlerin Belirlenmesi ve Örneklerin Alınması... ..	26
3.2.2. Toprak Örneklerinin Alındığı Yerlerin Belirlenmesi ve Örneklerin Alınması.....	26
3.2.3. Su Örneklerine Uygulanan Analiz Yöntemleri.....	28
3.2.4. Toprak Örneklerinde Uygulanan Analiz Yöntemleri.....	28
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	31
4.1. Araştırma Alanından Alınan Sulama Suyu Örneklerinin Özellikleri	31
4.2. Araştırma Alanından Alınan Toprak Örneklerinin Özellikleri.....	46
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	50
5.1 Sonuçlar	50
5.2 Öneriler	51
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	59

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Na^+	: Sodyum
K^+	: Potasyum
Ca^{+2}	: Kalsiyum
Mg^{+2}	: Magnezyum
Fe^{+3}	: Demir
Cl^-	: Klorür
Cu	: Bakır
Mn	: Mangan
Zn	: Çinko
Al	: Alüminyum
B	: Bor
H_2O	: Su
NO_3	: Nitrat
CO_2	: Karbondioksit
CO_3^{-2}	: Karbonat
HCO^{-3}	: Bikarbonat
Na_2CO_3	: Sodyum Karbonat
SO_3	: Kükürt Tri Oksit
SO_4^{-2}	: Sülfat
H_2SO_4	: Sülfirik Asit
Na_2SO_4	: Sodyum Sülfat
CaCl_2	: Kalsiyum Klorür
CaCO_3	: Kalsiyum Karbonat
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	: Jips
Dys	: Yıkama Suyu Derinliği
Dt	: Toprak Derinliği
%Na	: Yüzde Sodyum
pH	: Hidrojen İyon Konsantrasyonunun Negatif Logaritması
EC	: Elektriksel İletkenlik

Kısaltmalar

KDK	: Katyon Değişim Kapasitesi
RSC	: Kalıcı Sodyum Karbonat
SAR	: Sodyum Adsorbsiyon Oranı
DSY(ESP)	: Değişebilir Sodyum Yüzdesi
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
UNESCO	: Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
KOP	: Konya Ovaları Projesi
KOS	: Konya Ovaları Sulaması
DSİ	: Devlet Su İşleri
SCL	: Kumlu- Killi- Tın (Topraklarda Bünye Sınıfı)
SC	: Kumlu- Kil
SL	: Kumlu- Tın
C	: Killi
CL	: Killi- Tın
L	: Tınlı
LS	: Tınlı- Kum

1. GİRİŞ

Ülkelerin zenginlik kaynağı olarak kabul edilen ‘Toprak Varlığı’ ve ‘Su Kaynakları’nın günümüzde tükenme tehdidi altında olduğunu göz önünde bulundurduğumuzda; bu kaynakların mevcut potansiyellerinin bilinmesi ve korunması son derece önemlidir. Özellikle suyun insan hayatı için önemi göz önüne alındığında, günümüz gelişen teknolojileri ile birlikte bilinçsiz ve hızlı kirlenme, artan nüfus yoğunluğu, keyfi su tüketimi gibi etmenlerle dünya su rezervindeki yok oluşun artması suyu daha da önemli bir noktaya getirmektedir. Suyun en çok kullanıldığı alanın “tarım sektörü” olduğu bilinen bir gerçek olmakla birlikte sanayi ve evsel kullanımın da artışı söz konusudur. Bununla beraber suyun etkin kullanımı ve geri dönüştürülebilmesi kaynakların devamlılığını sağlamada izlenebilir yollar arasındadır. **Sulama**; bitkilerin normal gelişmeleri için ihtiyaç duydukları suyun doğal yağışlarla karşılanamayan kısmının toprağa, bitki kök bölgesine verilmesidir (Kara, 2005).

Su kalitesi ve buna bağlı toprak kalitesi (tuzluluk vb.) tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması için dikkat edilmesi gereken en önemli etmenlerdir. Geçmişten günümüze doğru su kaynakları olumsuz giden iklim değişiklikleri ve artan su kullanımı ile ciddi tehdit altında kalmıştır. Bu tehditten en fazla etkilenen yer altı su kaynakları, nitelik ve nicelik açısından bozulmaya uğramaktadır. Bu bozulma Konya Kapalı Havzası gibi dışarıdan beslemenin olmadığı ve geniş alanda sulama yapan havzalarda daha belirgindir. Bildiğimiz gibi sulamada kullanılan sularla birlikte toprağa çeşitli tuzlar taşınmaktadır. Su kaynağının özelliğine bağlı olarak da sulanan alanlarda sorun gözlenebilmektedir. Özelliği bozulan ve kötüleşen suların kullanılması ve tedbir alınmaması durumunda tarımsal üretimin ortadan kalkmasına varabilecek sonuçlar doğurabilir (Taş ve ark., 2013).

Türkiye’de yıllık ortalama yağış yaklaşık 643mm olup, yılda ortalama 501 milyar m³ suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 milyar m³’ü toprak ve su yüzeyleri ile bitkilerden olan buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m³’lük kısmı yeraltı suyunu beslemekte, 158 milyar m³’ü ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar m³’lük suyun 28 milyar m³’ü pınarlar vasıtasıyla yeryüzü suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca komşu ülkelerden ülkemize gelen yılda ortalama 7 milyar m³ su bulunmaktadır. Ülkemizin kullanılabilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m³ olup, bunun 44 milyar m³’ü kullanılmaktadır. Üreticiler yüzey suları yetersiz kaldığında sulama amaçlı olarak yer altı sularının

kullanımına yönelmektedir. Ülkemizde 14.7 milyar m³ yeraltı suyu rezervi bulunmakta ve mevcut rezervin 13.56 milyar m³/yıl tahsisi yapılmıştır. Konya kapalı havzasının yıllık yağış ortalaması 398mm olup Türkiye ortalamasından yaklaşık %40 daha eksik yağış almaktadır. Bu da önemli miktarda su açığını ortaya çıkarmaktadır.

Sulama suyundaki kimyasal maddeler kullanımla beraber hem toprağı hem de bitki gelişimini ve verimini etkiler. Bu etki birçok faktöre göre değişir. Ancak; sulamada su kayıplarının fazla olduğu yöntemlerin uygulandığı (salma sulama gibi) ve uygun drenajın sağlanmadığı durumlarda topraklarda sorunlar daha çabuk ortaya çıkar. Düşük kaliteli sulama sularının kullanıldığı tarım toprakları zaman içerisinde çoraklaşma eğilimi göstermektedir. Çünkü suyun taşıdığı tuzların hepsi profil de kök bölgesi altına yıkanamadığı gibi bitkilerce de kullanılamaz. Değişik yollarla suya karışan tuzlar bitkilerin de yapmış olduğu seçicilik sonucunda toprak çözeltisinde birikmektedir. Bu yüzden toprak çözeltisinin ozmotik basıncı artmakta ve sulu ortamlarda dahi bitkiler yeterli miktarlarda suyu alamamaktadır.

Kalsiyum ve Magnezyum tuzlarının toprakta sodyum tuzlarına göre fazla çözünmesi toprakta sorunlara neden olmaktadır (Paterson, 2001).

Tuzluluğun, toprakların çoraklaşması ve bitki beslenmesine olumsuz etkiler yapmasının yanında bir de suda çözünmüş olarak fazla miktarda bulunan bor, klorür ve bikarbonat gibi iyonların toksik özelliğı dikkat çekmektedir (Jeganathan, 1982; Witt, 1986).

Sudaki çözünmüş maddelerin cinsi ve miktarı, sulama suyunu kalite yönünden etkiler. Yapılan sulama suyu analizleri ile su içerisindeki tuzların toplam konsantrasyonunu belirlediğı gibi önemli tuzların veya elementlerin miktarları da saptanır.

Günümüzde tarımsal üretimi sınırlayan en önemli faktörlerin başında kuraklık ve tuzluluk stresi gelmektedir. Özellikle tuzluluk stresinin 15 dS/m'nin üzerine çıkması halinde bitkilerde verim kayıpları gözlemlenmektedir (Husain ve ark., 2003)

Dünya çapında FAO ve ülkemizde TÜİK istatistiklerine göre tarımsal alanlardaki tuzlulaşma oranı; yeni açılan sulama alanlarında uygulanan yanlış sulama yöntemleri yanında, tuz miktarı yüksek yer altı suları ve drenaj sularının yoğun olarak sulamada kullanımına bağlı olarak giderek artmaktadır.

Yakın zamanda tarımda artan sulama alanları ile sulama suyu ihtiyacı da artış göstermiştir. Ancak sulama amaçlı kullanıma uygun kaliteli suyun yeterli

olmamasından dolayı kötü kaliteli suların hatta bazı yerlerde drenaj sularının bile kullanıldığı bilinen bir gerçektir.

Dünya toplam yüzeyinin yaklaşık %46'sı kurak ve yarıkurak bölgelerdir. Kurak ve yarıkurak bölgelerin temel sorunu tuzluluk ise bu bölgelerin %50'sinde görülmektedir.

Türkiye, genellikle düşük yağış ve yüksek sıcaklığın etkisindeki iklimiyle toprakta tuzluluk sorunlarına uygun ortama sahiptir Yağışla eriyen tuzların yüksek sıcaklıkla suyun buharlaşması nedeniyle bitki kök bölgelerinde birikir ve tuzluluk sorunu ortaya çıkar.

Tuzluluk sorunu nedeniyle kullanım dışı kalan arazi varlığı günümüz modern çiftçilik anlayışına ve gelişen tarım teknolojisine rağmen oldukça fazladır. Bilinen en yaygın toprak sorunu olan tuzluluk ve alkalilik üzerinde yetersiz drenaj, toprak özelliği ve iklimin olduğu kadar sulamanın ve sulama suyunun da etkisi çoktur. FAO'nun tahminlerine göre, sulanan alanların yaklaşık yarısı sessiz düşman olan tuzluluk, alkalilik ve yüzeyde göllenme tehdidi altındadır (Kanber, 2005).

Tarımda sulamanın verim artışıdaki önemi bugün herkes tarafından bilinmektedir. Bitkinin ihtiyaç duyduğu suyun uygun yöntem ve gereken zamanda verilmesi önemlidir, ama sulamada kullanılan suyun kalitesi de önemli faktörlerin arasında yer alır. Bu yüzden sulama amaçlı kullanılan suların kalitesinin sulama yapılmadan önce bilinmesi hayati önem taşımaktadır (İşcan, 2001).

Araştırma, Konya ilinin Sarayönü Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğünde bulunan sulama sahasında işletmeye ait 93 adet derin kuyudan örnekleme yoluyla belirlenen 20 adet kuyuda ve bu kuyuların suladığı tarım arazilerinde yürütülmüştür. Belirlenen kuyulardan alınan sulama suyu örnekleri ve yalnızca bu kuyular ile sulanan tarım arazilerinden alınan toprak örnekleri analiz edilerek sonuçlar değerlendirilmiştir.

Araştırma 6 bölümde toplanmıştır. Giriş bölümünde konunun öneminden ve araştırmanın içeriğinden bahsedilmiştir. İkinci bölümde konu ile ilgili bilgiler ve literatür özetleri, üçüncü bölümde araştırmada kullanılan materyal ve yöntemler açıklanmış, dördüncü bölümde araştırma sonuçları ve tartışması yapılmış, beşinci bölümde sonuç ve öneriler, altıncı bölümde de kaynaklar verilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Sulama Suyu Kalitesi ve Tarımsal Üretimdeki Önemi

Tarımda sulama eskiden beri var olan bir uygulama olsa da Sulama Suyu Kalitesi kavramının ortaya çıkması 20. yy başlarında olmuştur. Günümüzde ise üzerinde özellikle durulan konu haline gelmiştir. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de bu konu üzerine pek çok çalışma mevcuttur.

Gelişen teknoloji ve değişen iklim şartları nedeniyle tarımsal üretimde yeterli miktarda ve uygun kalitede sulama suyunu doğadan temin etmek her geçen gün zorlaşmaktadır.

Çok sayıda kaynak dünyadaki su miktarının toplam 1.4 milyar km³ olduğunu bildirmektedir. Bunun yaklaşık % 97,4'ü okyanuslarda ve denizlerde tuzlu su olarak bulunurken % 2,6'sı ise tatlı su olarak adlandırılmaktadır. Bu değer yaklaşık %90'lık bölümü kutuplarda buzul şeklinde bulunmaktadır.

Tarımsal amaçlı sulamada kullanılan suyun uygunluğu; uygun drenaj şartlarına, bitki desenine, kullanılan suyun kalitesine vb. faktörlere bağlıdır. Sulama suyu kalitesinin belirlenmesindeki parametre ise içinde erimiş haldeki tuz miktarlarıdır (İşcan, 2001).

Genel olarak sulara pH'nın 6,5-8,0 arası olması istense de, üretimi yapılacak bitkiye ve toprak özelliğine göre pH değeri değişkenlik gösterebilir.

Sulama sularının toplam tuz miktarı elektriksel iletkenlik ($EC \times 10^6$) $\mu\text{mhos/cm}$ ($1000 \mu\text{mhos/cm} = \text{mmhos/cm} = \text{dS/m}$) olarak ifade edilmektedir. Tarımsal sulamada kullanılabilecek olan suların çoğunluğu $2250 \mu\text{mhos/cm}$ 'den daha az tuz içermelidir. Toplam tuz içeriği yönünden elektriksel iletkenliği $750 \mu\text{mhos/cm}$ 'den daha az sular sulama için uygun kabul edilse de elektriksel iletkenliği 750- $2250 \mu\text{mhos/cm}$ arasındaki sular oldukça yaygın olarak tarımsal sulamada kullanılmaktadır. Bu sular uygun drenaj ve işletme şartlarında verimde artış görülse de, yetersiz drenaj şartlarında ve yeterli yıkamanın yapılmaması durumunda toprakta tuzlanma sorunu kaçınılmaz sorundur (Ayyıldız, 1983).

Sulama suları genelde; Na^+ , K^+ , Ca^{+2} ve Mg^{+2} katyonları ve CO_3^{-2} , HCO_3^- , Cl^- ve SO_4^{-2} anyonlarının birleşiminden meydana getirdiği tuzları içerir. Katyonlarda en önemlisi **Sodyum (Na^+)**, anyonlarda en önemlisi **Bikarbonat (HCO_3^-)**'tir. Sodyum ve bikarbonatın birlikte yüksek miktarda olması; zaman içinde toprakta soda oluşturur. Oluşan bu soda toprakta değişebilir sodyum oranının artmasına neden olarak toprağı

alkalileştirir. Alkalileşme; dispersiyon yaparak toprak strüktürünü bozarak geçirgenliğini azaltır. Sulama suyunda çok az miktarda dahi bulunması bitkilere zarar veren mikro elementlerin en önemlisi **Bor** elementidir.

Sulama suyunun kalitesini belirleyen unsurlar 3 tanedir:

- ✓ Toplam eriyebilir tuz oranı,
- ✓ Sodyum oranı,
- ✓ Zehirli element (Bor) varlığı ve miktarı (Kara, 2005).

Bor bitkilerin beslenmesinde esas element olmasına rağmen sulama sularında 0,5 ppm (mg/l)den fazla konsantrasyonları bazı bitkilere zararlı olabilir. Bor konsantrasyonu 4,0 ppm'den fazla olan sulama suları tüm bitkiler için toksiktir. Toprak saturasyon eriyiğinde 0,7 ppm bor konsantrasyonu emniyetli sınır olarak kabul edilir (Ayyıldız, 1983).

Tarımda sürdürülebilirlik için topraktan alınan besin elementlerinin geri uygulanmasının önemli oluşu gibi sulama suyu ve su kalitesi de önemlidir (Çamurcu, 2005).

Sulama suyunun özelliğini; pH, alkalilik, karbonat ve bikarbonatlar, çözünebilir tuzlar, sertlik, makro ve mikro besin elementlerinin birleşik etkisi belirler (Will ve E., 2005).

Yıldıztekin (2007), Muğla Karabağlar yöresine ait kuyu sularının kalitesi üzerinde yaptığı bir çalışmada, bölgedeki sulama suyunun kullanımının devamlılığı ve kuyu sularının ağır metaller temel olmak üzere her türlü kirlilikten korunması için; su kaynağı olan kuyuların evsel ve endüstriyel atıklardan korunması, kuyu sularının belli zamanlarda analizlerinin yaptırılması ve sulama için uygun olmayanların kullanılmaması, tarım ilaçları kullanımının en alt seviyede olması organik ve inorganik kaynaklı azotlu gübre kullanımının yanında diğer suni gübrelerin kullanımının kontrolü, hayvan atıklarının su kaynaklarına karışmasının önlenmesi, sulamadan dönen suyun kontrol altına alınması gerektiğini söylemiştir. Ayrıca Muğla Karabağlar yöresi su kuyularının sulama suyu kalitesi yönünden incelenmesinin belli periyotlarla devam etmesi gerektiğini, kaliteyi düşüren faktörlerin tespit edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerektiğini de belirtmiş, aksi takdirde uygun olmayan sulama sularının bilinçsiz bir şekilde kullanılması sonucu yöredeki geniş tarım alanlarının tuzluluk, alkalilik ve diğer kirliliğe sebep olan faktörlerle karşı karşıya kalacağını ve ürünlerin veriminde büyük oranlarda düşüşün olabileceği ve bunun bir sonucu olarak da toprağın fiziksel ve kimyasal yapısında olumsuz yönde etkilenme olacağını ifade etmiştir. Ayrıca

bu kötü nitelikli suların, uzun süre kullanılması ve kontrolünün yapılmaması durumunda toprakların çoraklaşmasına da neden olacağı, sulama suyu olarak kullanılan kuyuların yaklaşık %25'nin içme suyu olarak da kullanıldığını tespit etmiştir.

Anlıatamer (2007), Ankara Haymana Türkşerefli Göleti sulama sahası topraklarının tuzluluk yönünden değerlendirilmesi amacıyla yaptığı çalışmada, çalışma alanında kalan ve Şerefli Çayı yan kolu ile birleşen Babayakup Deresi'nin elektriksel iletkenliğinin seviyesinin yüksekliğinden, bu seviyedeki suyun tarımda kullanımında dikkatli olunması gerektiğini ifade ederken, bu durum göz önüne alındığında bazı alanlardaki tuz artışlarının ana sebebi olarak çiftçilerin kendi imkânlarıyla bilinçsiz sulama yapmasının ve kullanılan yüzey sulama yöntemleri nedeniyle araziye verilen fazla miktarda düşük kaliteli suyunun olduğunu söylemiştir.

Konya Gözlü kasabası sulama kooperatifi sulama sahasındaki toprak ve su kaynaklarının tuzluluk yönünden incelenmesi amaçlı yapılan çalışmada; Gözlü köyündeki yer altı su kaynaklarının (kuyuların) C_3S_1 sınıfında, yerüstü su kaynağının (Beşgöz Çayı) ise C_2S_1 sınıfında olduğunu, bunun dışında sularda bor değerlerinin emniyetli sınır değerinin (0,7 ppm) altında kalmasından dolayı bor sorunu olmadığını tespit etmiştir. Buna göre de bölge sularının tuzlu olmasına rağmen arazilerde henüz tuzluluk sorunu görülmemiş olmasının sebebini, bölgede yıkamanın fazla olması, sulamaya açılan yerlerin geçmişinin fazla olmayışı ve bölgede tuza dayanıklı bitki (şekerpancarı) yetiştiriciliğinin yapılması olarak ifade etmiştir (Kara, 2010).

Çalışkan (2010), Ankara Çayı'nın tarımsal sulama amaçlı kullanılabilirliği üzerine yürüttüğü çalışmada; Ankara Çayı'ndan alınan örneklerin tümünün sulama suyu sınıfı açısından C_3S_1 sınıfında olduğunu, bu durumun sulama suyu kalite parametreleri çerçevesinde yapılan ölçümlere göre istasyonlar arasında ve mevsimlere bağlı olarak değişiklik göstermediğini istatistiksel olarak belirlenmiş olduğunu ifade etmiştir.

Tekin (2011), tuzlu sulama sularının buğday verimine etkisi üzerine yürüttüğü çalışmada; su noksanlığının görüldüğü koşullarda tuzlu sulama sularının veya belli ölçülerde seyreltilmiş deniz suyunun buğday sulamasında kullanılabileceğini fakat, tuzlu sulama sularının bitki aksamını ıslatmadan yağmurlama yöntemi yerine sera gibi özel koşullarda dahi toprağa doğrudan verilen damla sulama yöntemiyle verilmesinin, daha yararlı olacağını ifade etmiştir.

Üstüner (2012), Gediz Nehri su kalite parametrelerinin değişimi hakkında yürüttüğü çalışmada; su kalitesi parametrelerinden pH'da Acısu, Gördes Çayı-Darıbükü ve Manisa istasyonlarının üçünde, SO_4 'ta Acısu istasyonunda debinin etkisinin yok

denecek kadar az olduğunu, diğer parametreler de ise debinin konsantrasyonlar üzerinde değişik oranlarda seyrelme etkisi olduğunu tespit etmiştir. Bu seyrelme etkisinin özellikle evsel ve endüstriyel atıksuların neden olduğu noktasal kaynaklı kirleticileri işaret etmekte olduğunu, tarımsal alanlardan gelen pek fazla kirlenmenin olmadığını ifade etmiştir. Havzada tarımsal alanlarda bilinçsizce aşırı gübre ve pestisit kullanımının olduğu ve sulamadan dönen suların tarımda tekrar tekrar özellikle Menemen ovasında kullanıldığı, bunu önlemek için Tarım İl Müdürlükleri'nin merkez ve ilçe teşkilatlarınca gübre ve pestisit satışlarının kontrol altına alınması çiftçilere su kullanımı, gübre ve pestisit kullanımı ile organik tarım ve iyi tarım uygulamaları konusunda eğitim verilmesi, bilinçlendirme çalışmaları yapılması gerektiğini vurgulamıştır.

Gürcan (2016), Ankara Haymana Soğulca Köyü sulama kooperatifi sulama sahasındaki su kaynaklarında yaptığı kalite çalışmasında; sulama suyu örneklerinin C₃ (fazla tuzlu su) olduğu, drenajı kısıtlı sahalarda kullanılamayacağını ifade etmiştir. Araştırma bölgesinin sulama suyu kaynağının sularında tuzluluk problemi görülmesine rağmen, bu suların kullanıldığı tarım arazilerinde tuzluluk problemi çıkmadığını söylemiştir. Buna bağlı olarak, bölgedeki tarım arazilerinde tuzluluk probleminin görülmemesine rağmen mevcut su kaynaklarındaki tuzluluk problemi dikkate alındığında gelecekte bu tarım alanlarında tuzluluk sorunu yaratmaması için özellikle kapalı ve açık drenaj sistemlerinin geliştirilmesi gerektiğini ifade etmiştir.

Zengin ve ark. (2002), Konya Ovası sulama sularının kalite açısından sınıflandırılması üzerine yaptığı bir araştırmada yeraltı sularının yerüstü sularına göre daha düşük pH'ya sahip olduğunu ayrıca yeraltı suyunun daha fazla Ca⁺² ve Fe⁺³ içerdiğini belirlemiştir. Aynı çalışmada yine drenaj kanallarının EC, Mg⁺², Na⁺, HCO₃⁻, Cl⁻ değerlerinin çok yüksek olduğunu, tuzluluk yönünden Konya şehir kanalizasyonu, Arapçayırı ana drenaj kanalı, Hotamış ve Akşehir Göl sularının çok yüksek EC değerine sahip olduğundan zararlı olduğunu saptamışlardır. Buna karşın İvriz, May, Apa, Altınapa barajları Beyşehir ve Çavuş Gölü ile Göksu nehir sularının ise iyi kaliteli sular olduklarını belirtmiştir.

Konya Ovası sularının Richarss (1954)'in sınıflandırmasına göre yapılan değerlendirmede; ova yeraltı sularının %86.8'inin orta ve yüksek miktarda tuzluluk gösterdiği, yeraltı sularının %13.2'sinin sodyum yönünden sorunlu olduğunu tespit etmiştir. Ovanın özellikle Çumra çevresindeki kumlu tepe bölgesinde ve Karapınar'ın güney doğusunda bulunan marn topraklarda sulamada pompajla çıkarılan yeraltı sularının yoğun şekilde kullanılmakta olduğu tespit edilmiştir. Yer altı suyu kalitesinin,

özellikle havzanın ortasında Karapınar'ın güney ve doğusundaki volkanik kökenli tuzluluk içeren sığ taban suyunun buharlaşmasından büyük ölçüde etkilendiği, Karapınar'ın güneyindeki volkanik bir dağ olan Meke dağı yakınlarındaki yer altı sularının iletkenlik değerlerinin 50 dS/m'yi aştığı ve SAR açısından oldukça yüksek değerlerde olduğunu tespit etmişlerdir. Krater gölünde ise durumun çok kötü olduğu, havzanın batı bölümünde olan yeraltı sularında artan tuz miktarlarıyla birlikte durumun daha da kötüleştiğini, Konya'nın doğusunda bu durumun daha belirgin olduğunu saptamışlardır (Taş ve ark., 2013).

Zengin ve ark. (2002), Konya kapalı havzasının su kalitesini belirlemek için yapmış oldukları çalışmada; yerüstü sularından May Barajının yüksek pH'ya sahip olduğu ve bu yüzden sakıncalı olduğunu ancak araştırma alanındaki tüm yerüstü sularının EC, B ve SAR yönünden sulama da uygun olduğunu belirtmişlerdir. Yeraltı sularında da yüksek EC değerlerinden dolayı Sazlıpınar ve Küçük aşlama sularının sakıncalı olduğunu, Sazlıpınar suyunun analiz sonuçlarının diğer yeraltı sularına göre daha yüksek çıktığını belirtmişlerdir. Yerüstü sularının pH ve B değerleri yeraltı sularından daha yüksek, EC, Toplam Katyonlar ve Anyonlar, SAR ve kalite sınıfının daha düşük olarak belirtmişlerdir.

Ayrancı (2006), Muğla- Ortaca yöresindeki seralarda kullanılan yeraltı sulama sularının kalitelerinin belirlenmesi amacıyla yapmış olduğu çalışmada; Ortaca yöresini temsil eden toplam 25 adet seradan sulama suyu örnekleri almıştır. Su örneklerinde; kalite için gereken analizleri yapmış ve bu sonuçlara göre SAR, RSC ve %Na değerleri hesaplamıştır. Elde edilen sonuçlara göre; örneklerin %76'sı C_2S_1 , %24'ü ise C_3S_1 sınıfında olduğunu saptamıştır. Alınan örneklerin hepsinin SAR ve %Na açısından sorun taşımadığı, suların 1. sınıf olduğu belirtilmiştir. Bu sularda karşılaşılan en önemli sorunun klorür mevcudiyeti olduğunu belirtmiştir.

Farklı kalitedeki sulama sularının yonca üzerine etkisi hakkında yapılan bir çalışmada; tuzlu sularla sulanan yoncada büyümenin yavaşladığı, hasat veriminin ve kalitesinin düştüğü belirlenmiştir. Buna karşılık yıkama yapıldığında ve tuz ortamdan uzaklaştırıldığında bitki gelişimi tekrar normal düzeye ulaşmaktadır. Buna göre yoncada verimin yüksek olması için sulama suyu tuzluluğunun $1,5 \text{ dSm}^{-1}$ 'den düşük suların kullanımının uygun olduğu belirlenmiştir (Yeter ve Yurtseven, 2015).

Simav yöresi seralarında yürütülen çalışmada; seralar için kullanılan sulama sularının kullanılabilir olduğu ancak kontrol altında tutulması gerektiği, yetiştiriciliği yapılacak bitki seçiminde dikkatli olunması gerektiği ifade edilmiştir. Topraklar içinse,

yanmış ahır gübresi kullanılmasının önemli olduğu belirtilmiştir (Çerçioğlu ve ark., 2017).

Minareci ve Öztürk (2012), yaptıkları bir çalışmada, Manisa’da bulunan Sevişler Baraj Gölü, Demirköprü Baraj Gölü, Avşar Baraj Gölü ve Gölarmara Gölü’nden alınan su örneklerinde bor konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Araştırma sonucuna göre, bor konsantrasyonu 0,008-3,066 mg/L arasında değiştiği görülmüştür.

Kara ve ark. (1991), Konya Ovası’nda yapmış oldukları bir araştırmada, taban suyu seviyesinin yıllık değişiminin 106- 192 cm arasında olduğu bulunmuş, bu suyun tuz kalitesinin T₃S₁ olduğunu söylemişlerdir.

Menemen Sol Sahil sulama alanında yapılan çalışmada; coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ile sulamanın en yüksek olduğu Temmuz’da taban suyunun denize yakın bölgede 50-150 cm arasında olduğu, bunun altına düşmediği belirlenmiştir (Çamoğlu ve ark., 2006).

Menemen Sol Sahil bölgesinde yapılmış çalışmada yanlış sulama yöntemleri ve su uygulama randımanındaki düşüklüğün taban suyunun yükselmesine neden olduğu saptanmıştır. Kültür bitkisi yetiştiriciliği yapılan alanlarda yüksek taban suyu üretimi olumsuz etkilenmektedir. Bu sorunu önlemek için taban suyu sorunu olan alanlarda uygun drenajın yapılması ya da varsa mevcut drenajın kontrol edilmesi gereklidir (Korkmaz ve ark., 2016).

2.2. Tuzlu- Sodyumlu Toprakların Sınıflandırılması ve Toprak Tuzluluğu

ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırmasına göre; saturasyon eriyiğinin 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 Topraklar**’dır. Saturasyon eriyiği 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(Alkali) Topraklar**’dır. Elektriksel iletkenliği 4 mmhos/cm’den büyük (25°C’de), DSY 15’ten yüksek ve pH değeri nadiren 8,5’i geçen topraklar ise **Tuzlu- Sodyumlu Topraklar**’dır (Güngör ve Erözel, 1994).

Geliştirilmiş toprak haritaları incelendiğinde; Türkiye’de 1.518.722 ha alanda tuzluluk ve alkalilik sorunu görülmektedir. Çorak araziler; yüz ölçümünün %2’sine, işlenen tarım alanlarının ise %5,5’ine tekabül etmektedir. Çorak toprakların %74’ü tuzlu, %26’sı tuzlu- sodyumlu ve %0,5’i sodyumlu topraklardan meydana gelmektedir (Sönmez ve Beyazgül, 2014).

Kurak ve yarı kurak iklim de bitkilerin terleme ve toprak yüzeyinden oluşan buharlaşma miktarının yüksekliği, topraktaki tuz konsantrasyonunun artmasına bu da toprağın tuzlulaşmasına neden olmaktadır (Kaynak ve ark., 2000).

Fazla suyun fazla verim olarak düşünülmesi en büyük yanılgılardan biridir. Toprakta yeterli miktarda nemin bulunması durumunda yapılan sulama boşa giden su demekle birlikte verim kaybına da neden olabilir. Daha da önemlisi aşırı sulamayla toprağın taban suyu seviyesi artar, toprakta tuzluluk ya da alkalilik sorunu ortaya çıkar (Altan ve ark., 2003).

Tuzlu topraklar; yağışın buharlaşmadan çok daha az olduğu ve toprak ana yapısında tuz miktarının yüksek olduğu durumlarda veya tuzlu taban suyunun yüzeye yakın olduğu durumlarda oluşur. Bu durumla genelde Konya gibi kapalı havzalarda, kurak bölgelerde ya da çevredeki yüksek bölgelerden taban suyu akışı olan yerlerde karşılaşılır (Özer, 2004).

Tuzluluk ve alkalilik, daha çok sulamaya bağlı olarak ortaya çıkan önemli bir tarımsal sorundur. Tuzlu topraklar, sulama sularındaki tuzlara ve uygun olmayan drenaja bağlanmaktadır. Alkali topraklar ise, kimyasal çözünme, nötr sodyum tuzlarının kireç üzerine etkisi, katyon değişimi, biyolojik indirgenme ve bitkisel çürüme ile oluşabilir. Söz konusu toprakların durumu, arazi incelemeleri veya laboratuvarlarda elektriksel iletkenlik (EC), değişebilir sodyum yüzdesi ($DSY=ESP$) ve pH değerleri saptanarak belirlenir (Kanber ve ark., 1992).

Tuzlu ve alkali topraklar genel de yıllık yağışın az, evapotransprasyonun fazla kurak veya yarı kurak bölgelerde oluşurlar. Yağışın azlığı nedeniyle tuzlar topraktan yıkanamazlar ve toprak profilinde farklı derinliklerde ya da toprak yüzeyinde birikirler. Toprağın tuzlulaştığını ya da alkalileştiğini gösteren belirti, bitki büyümesini engelleyecek miktarda tuz ya da sodyum birikmesidir. Sorun oluşan toprakların düzeltilmesi için topraktaki fazla tuzun ya da sodyumun yıkama yoluyla uzaklaştırılması gerekmektedir. Tuzlu ve alkali toprak sorunu sadece kurak ve yarıkurak bölgelerde değil zaman zaman orta yağışlı bölgelerde de görülebilir (Bayraklı, 1996).

Tuzluluk ve alkalilik sorunu dünyada tarımsal sulamanın başlamasından bir süre sonra ortaya çıkmış olup geçmişten günümüze hala sorun olmaya da devam etmektedir. Daha da önemlisi bu sorunların olduğu alanlarda gereken tedbirlerin alınmaması durumunda sorun hızlı yayılmaya devam edecektir (Özcan ve Çetin, 2000).

Konya Ovasındaki yeraltı sularının %86'sının SAR değerinin 4.5'den düşük olduğu buna bağlı olarak sodyumluluk potansiyelinin düşük olduğu, ovadaki yeraltı

sularının %2.3'ünde ise SAR değerinin 17'yi aşmakta olduğu ve burada da kuvvetli sodyumluluk tehlikesi olduğunu tespit etmişlerdir (Taş ve ark., 2013).

Tuzluluk sorunu hiç olmayan topraklarda kötü kalitedeki suların kullanımı, uygun olmayan drenaj ya da sulama yöntemi nedeniyle topraklar elden çıkacak hale gelebilir (Çiftçi ve ark., 2004).

Günümüzde yoğun gübrelemenin yapıldığı ve kötü kaliteli suların kullanımdaki yoğunluk nedeniyle seralara ait topraklar sorunlarla karşı karşıya kalmıştır (Bahtiyar, 2002).

Konya'da bulunan Tigem arazilerinin yüksek taban suyunun tuz konsantrasyonunun fazla oluşu tuzluluk sorununu ve bölgesel olarak sodyumluluk görülmesine neden olmaktadır (Çiftçi, 1987).

Konya- Tigem arazilerinde yeterli drenajın bulunmamasına bağlı olarak yükselen taban suyu araziden uzaklaşmamakta ve mevcut tuzları farklı katmanlara bırakmaktadır. En yüksek tuzluluğun toprağın üst katmanı olan 0-60 cm arasında olduğu gözlenmiş, tuz taşınımının en düşük olduğu kritik taban suyu seviyesi de 110 cm olarak saptanmıştır (Çiftçi ve Güngör, 1987).

Çalışkan (2010), Farklı tuz konsantrasyonlarının satsuma mandarinine etkilerinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada; 2005-2006 yıllarında yürüttüğü bu çalışmaya göre, toprakların elektriksel iletkenlik değerlerinin hem 2005, hem de 2006 deneme yıllarında tuz uygulaması sonrasında yani Kasım ayındaki örnek alma döneminde yükseldiğini tespit etmiştir. EC'deki artışların en yüksek tuzun en fazla uygulandığı parsellerde bulunduğunu, diğer taraftan EC'lerin profillerin üst katmanlarında rakamsal olarak daha yüksek olduğu ve tuz uygulamalarına göre EC'nin genelde artmış olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca sulama dönemi boyunca yoğun tuz uygulamasına rağmen toprak bünyelerinin kumlu tın olmasından dolayı, 2005 yılı kış yağışlarının tuzların topraktan kolayca yıkamasına olanak sağladığını düşündüğünü ifade etmiştir.

Konya ovası topraklarının 40 cm'lik üst katmanında hafif tuzluluk, havzanın doğusu ve Karapınar ilçesinin kuzeyi dışındaki alanlarda elektriksel iletkenlik değerlerinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Havzanın batı bölümündeki dağlardan doğan yer altı ve yerüstü su kaynaklarından dolayı havzanın batısındaki tuzlu toprakların dağılımının daha karışık olduğu gözlenmiştir. Özellikle Çumra'nın kuzeyinde Çarşamba nehri ve yer altı suları ile sulanan alanlara önemli miktarda tuz akışı olduğu görülmüştür. Konya kapalı havzasının yıllık yağış miktarının 400 mm

civarında olmasına rağmen, su gereksinimi yüksek olan şeker pancarı tarımının ağırlıklı olarak yürütülmesinden ve sulamanın yer altı suları ile yapıldığı göz önüne alındığında bu tarım politikaları sonucunda bölgedeki yer altı su seviyelerinin hızla düşmekte olduğunu saptamışlardır (Taş ve ark., 2013).

Toprağın infiltrasyonu, yarayışlı su kapasitesi, permeabilitesi gibi nitelikleriyle tanımlanan tekstür toprak tuzluluğunun ya da alkaliliğinin değerlendirilmesine oldukça önemlidir (Warrence ve ark., 2002).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde toprak tuzluluğu dünyanın her yerinde tarımsal üretimi tehdit eden en önemli çevre koşulu olarak karşımıza çıkmaktadır (Singla, 2005; Achakzai ve ark., 2010).

Çulha ve Çakırlar (2012)'in, yapmış oldukları araştırmada tuz stresinin, kurak ve yarıkurak bölgelerde bitki gelişimini etkilediği, ürün verimliliğini sınırlandırdığını önemli stres faktörlerinden biri olduğunu belirtmişlerdir. Tuz stresinin bitki büyümesini etkilemesinin nedeni iyon ve osmotik strese neden olmasıdır. Ancak tuz stresinin bu olumsuz etkisi; stres düzeyine ya da tuzun cinsine bağlı olduğu gibi ekilmiş olan bitki çeşidi de oldukça önemlidir. Tuzluluk tehlikesi ile karşılaşan bitkilerde fotosentetik aktivitenin etkilenmesiyle bitkilerin hayatta kalma şansının azaldığını tespit etmişlerdir

Chhabra (2005), Dünya'da kurak ve yarıkurak bölgelerde sulanan tarım arazilerinde drenaj, tuzluluk ve alkalilik problemlerinin kaçınılmaz olduğunu ve sürdürülebilir tarımı tehdit eden en önemli unsurlar olduğunu vurgulamıştır.

Toprak tuzluluğu ve alkalilik, Dünya'nın kurak ve yarıkurak bölgelerinde sulu tarım yapılan yerlerde meydana gelmektedir. Düşük yağış, düşük kaliteli sulama suyu ve yüksek buharlaşma bu tür bölgelerde tuzluluk ve alkalilik sorunu yaratmaktadır. Bu tür sorunlar, toprağın yapısal özelliklerini de bozmaktadır (Qadir ve Schubert, 2002; Ahmad ve ark., 2006).

Kara (2010), yaptığı çalışmayla topraklardaki tuz birikimine toprak tekstürünün önemli ölçüde etki ettiğini, bu durumda bölge topraklarında tuzluluk ve sodyumluluk problemi bulunmamasına rağmen, toprakların kil sınıfında olmasının ileriki yıllarda tuz birikimine sebep olup tuzluluk ve sodyumluluk problemini oluşturabileceğini düşünmektedir.

Yapılan çalışmalara göre; toprak tuzluluğu iklim şartları ve toprak özelliği başta olmak üzere kötü kaliteli su kullanımı, yanlış drenaj uygulaması, yüksek taban suyu gibi sorunlara dayanmakta, Harran Ovası gibi kurak iklime sahip bölgelerde daha çabuk kendini ortaya çıkardığı bilinmektedir (Akış ve ark., 2005).

Tuzlu toprakların oluşumunda fazla miktarda çözünmüş tuzlar bulunmaktadır. Bu topraklarda yetişen bitkiler fazla miktarda çözünmüş tuz bulunduğundan kökleri ile uygun bir şekilde toprak çözeltisindeki besin elementlerini alamazlar. Aynı zamanda bu çözünmüş tuzlar bitkiler açısından zararlı bir etki yaratmaktadır (Budak, 2012).

Demre yöresinde seralarda yapılan bir çalışmada, sera topraklarının ilk 0-40 cm ile sulama sularının genelde orta ve fazla tuzlu (C2 ve C3) olduğu, üretim döneminde fark gözlenmemekle sulama suyu tuz yönünden sorun oluşturma potansiyelinin oldukça yüksek olduğu saptanmıştır (Sönmez ve Kaplan (2004).

2.3. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Islahı

Tuzlu topraklarda; artan tuz miktarı topraktaki değişebilir sodyum yüzdesini düşürerek toprakların bir araya gelip küme oluşturmaya neden olur.

Sodyumlu topraklarda; değişebilir sodyum yüzdesinin artması ile de toprak dağılmaya başlar ve geç tava gelen bir yapı alır. Islakken balçık gibi yağlı, yapışkan yapıda olan bu sodyumlu topraklar kuruduklarında da iri kesekli, çatlak toprak yapıları oluştururlar.

Tuzlu- Sodyumlu topraklarda; bitki verimini ciddi oranda düşürecek miktarda eriyebilir tuz bulunur. İçinde yüksek oranda eriyebilir tuz olmasından dolayı görünüşü tuzlu toprak gibi olsa da tuzun yıkanmasıyla toprak görünüşü sodyumlu toprak halini alır (Öztürk, 2004).

Tuzluluk sorunu kontrol altına alınmadığı takdirde arazinin tarım dışı kalmasına kadar varan vahim sonuçları olabilir. Bu sebeple arazi ıslahının temeli yıkamaya dayanmakta olup; iklim koşulları ve bölge su profilinin dikkate alınması çağımızın temel sorunu olan kuraklık koşullarında oldukça önem arz eden noktadadır.

Tuzlu toprakların ıslahında uygulanan temel ıslah metodları; **Mekanik Islah** (tuzlu üst tabakanın sıyrılarak araziden uzaklaştırılması), **Biyolojik Islah** (tuzu seven bitkileri yetiştirip olgunlaşma dönemlerinde bunların araziden hasat edilerek uzaklaştırılması) ve **Hidrotenik Islah** (su ile yıkama yapılması)'dır. Tuzlu toprakların ıslahında sadece yıkamanın yapılması yeterlidir. Ancak; Tuzlu- Sodyumlu ve Sodyumlu toprakların ıslahında önce kimyasal ıslah maddelerinin uygulanması ve sonra yıkamanın yapılması gerekmektedir.

Toprak ıslahında uygulanan yıkama metodları; **yüzey yıkama, devamlı göllendirme, aralıklı göllendirme ve yağmurlama metodudur.** Yıkama eldeki suyun

miktarına ve toprağın özelliklerine bağlı olarak devamlı ya da aralıklı su verilmesi şeklinde uygulanabilir (Ayyıldız, 1983).

Tuzlu toprağın ıslahında uygulanacak yıkama suyu miktarına;

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

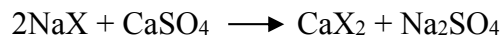
Sodyumluluk sorunu olan toprakların ıslahı, tuzlu- sodyumlu toprakların ıslahına göre daha zordur. Yapısından dolayı sodyumlu topraklarda toprağın değişebilir sodyum yüzdesi (DSY) değerini azaltmak için toprağa verilen kimyasal maddelerin toprağa karıştırılıp yıkama suyu ile toprak gözenekleri içinde etkili şekilde dağılmasını sağlamak oldukça zordur. Çünkü bu toprakların su alma hızları çok düşüktür (Güngör ve Erözel, 1994).

Yıkamanın temelinde amaç; bitki köklerindeki fazla tuzların uzaklaştırılmasıdır ancak bu işlemin ekonomik olarak yapılabilirliği önemlidir (Yıldırım, 1981; Anapalı, 1991).

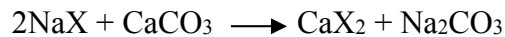
Sodyumlu toprakların ıslahı, kök bölgesindeki değişebilir sodyumun kalsiyumla yer değiştirmesi şeklinde olur. Sodyumlu toprakların ıslahı için, kalsiyum içeren veya topraktaki kalsiyumu aktif hale getiren kimyasal maddeler genel olarak aşağıdaki gibidir.

- ✓ Çözünebilir Kalsiyum Tuzları: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, CaCl_2 , Fosfojips.
- ✓ Az Çözünebilir Kalsiyum Tuzları: Kalsit, CaCO_3 .
- ✓ Asitler ve Asit Oluşturan Bileşikler: H_2SO_4 , Fe ve Al Sülfat, Kireç- Sülfür, Pirit vb.

Çözülebilir Kalsiyum Tuzları içerisinde en yaygın kullanılan ıslah materyali **JİPS**'tir. Jips'in topraktaki reaksiyonu;

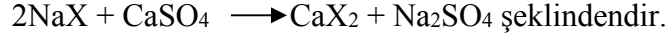
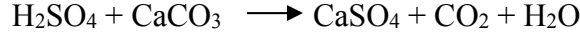


Az Çözünebilir Kalsiyum Tuzları içerisinde en çok **KİREÇ TAŞI (CaCO_3)** kullanılmaktadır. Kireç taşının topraktaki reaksiyonu;



Kireç taşının etkinliği ortam pH'sına bağlı olup, pH'nın 7,5 ve daha fazla olması durumunda etkinliği azalmaktadır.

Asitler ve Asit Oluşturan Bileşikler grubunda en çok kullanılan madde **KÜKÜRT**'tür. Kükürt'ün topraktaki reaksiyonu;



Islah maddelerinin yararlılığı büyük ölçüde uygulama yöntemine bağlıdır. Bu yöntemler; yüzeye serpmeye, toprakta pulluk ve diskaro yardımıyla karıştırma ve sulama suyuna ilave etme şeklindedir. Ancak; jipsin toprak yüzeyine serpildikten sonra toprağın üst derinliğine karıştırılması oldukça etkilidir (Yılmaz, 2001).

Tuzlu ve sodyumlu topraklarda ıslah çalışması; tuzun ya da sodyumun bitki kök bölgesinden uzaklaştırılarak daha derinlere yıkanması, bu tuzların yayılmasının önlenmesi için tedbir alınması ve zarar gören toprağa bitki besleme yaparak zararın giderilmesi olarak 3 aşamada yapılır (Kelley, 1951).

Toprakta oluşan sorunların kontrol altına alınması ve uygun ıslah çalışmasının yürütülebilmesi için bozulmaya neden olan olayların irdelenmesi gereklidir (Dudal, 1982; Domzal ve ark., 1994; Öztaş, 1997).

Toprakta çözünebilir tuzların baskın olduğu durumda ıslah için sadece yıkama yeterlidir ancak toprakta değişebilir sodyumun fazla olması söz konusu ise ıslah için kesinlikle kalsiyum kaynağına ihtiyaç duyulur. Aslında sorunlu toprakların ıslahında en etkin yöntem olarak sorunlu bölgede yapılacak araştırmadan elde edilen verilere göre uygun ıslah materyalini kullanarak yıkama yapmak kabul edilir. Tabi bu durumda verilecek yıkama suyu miktarı da önem arz etmektedir (Taş ve Öztürk, 2011).

Ülkemizde tarım topraklarını tehdit eden en önemli faktörler; yüksek pH, kireç, organik madde noksanlığı ve toprak bünye sınıflarının ağır oluşudur. Bu tehditlerin önüne geçebilmenin yolları gereken miktarda ve uygun zamanda organik gübrelemeden geçmekte olup, toprak verimliliğini artırıcı tedbirler almaktır. Ahır gübresi, yeşil gübreleme ve kompost gibi doğal organik madde kullanımının artırılması, anız yakımının azaltılması bu tedbirlerin başlıcaları arasında yer alır.

Topraklarımızdaki ağır bünyeyi doğrudan değiştiremeyeceğimiz için bu toprakların iyileştirilmesinde organik madde yönetimi ve killi topraklarda yetişebilecek bitki seçimi konusunda hassas davranılmalıdır. Organik madde yönetimi amaçlı olarak ağır metal içermeyen kanalizasyon çamurları belli miktarlarda kullanılabilir. Organik madde noksanlığı yaşanan yerlerde kesinlikle anız yakımından kaçınılmalı, hasadın

ardından toprağa belli oranda üre verilerek anızın toprağa karıştırılması yapılabilecek uygulamalar arasındadır. Bununla birlikte yıllık yağışın 450 mm'den fazla olan yerlerde belli zamanlarda “yeşil gübreleme” olarak bilinen güzün ekilen yem bitkilerinin baharda toprağı sürerek karıştırılması da organik madde arttırılmasında kullanılabilir (Zengin, 2015).

Topraktaki yetersiz besin maddesi, yanlış toprak işleme ve yanlış tarım uygulamaları toprakta zarar neden olmakta, toprak verimliliğini azaltmaktadır.

Yarıkurak ve kurak bölgelerde üretimi yaygın yapılan hububat tarımında toprak işlemenin hep aynı toprak katmanında yapılması zamanla geçirimsiz tabaka oluşumuna ve toprağın havasız kalmasına neden olarak bitki gelişimine de oldukça zarar verir.

Tarımsal üretimde sürdürülebilirlik ve başarı için; toprak verimine gereken besin maddesi miktarına, uygulanacak münavebeye, toprak işlemenin tekniğine uygun ve kontrollü yapılmasına, zararlı mücadelesinin uygun yapılmasına ve en önemlisi de *Bilinçli Çiftçi* için ülkemiz çiftçilerinin eğitilmesine oldukça önem verilmelidir (Zengin ve Aydın, 2016).

Endüstri ve şehirleşme, tarım alanlarının yanlış kullanımı ve yanlış tarımsal uygulamalara bağlı olarak meydana gelen toprak yapısının bozulması fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak 3 şekildedir. Toprak yapısında bozulma, organik maddede azalma, tuz dengesindeki değişim, toksik maddede artış gibi şeyler bozulma çeşitlerine örnektir. Toprağın kil veya kum oranı da bozulmalara yol açmaktadır. Bundan kaynaklanan sorunların çözümü için organik ve inorganik kökenli toprak iyileştiriciler kullanılmalıdır (Öztaş, 1997; Göl ve Dengiz, 2006).

Sorunlu toprakların ıslahı için; kimyasal ıslah materyalleri yerine organik madde kazanımı sağlayacak arıtma çamuru, çiftlik gübresi, tavuk gübresi, kompost, ağaç atıkları, odun külü, deniz yosunu, meyve artıkları gibi maddelerin kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır (Soyergin, 2003).

Koç (2011), Aşağı Seyhan Ovası tuzlu- sodyumlu topraklarda yaptığı çalışmada; tüm toprak profilinde, jipsin toprağa karıştırılmasının büyük oranda, diğer bileşenlere göre tuz yıkanmasında daha etkili olduğunu, jips miktarı fazla olduğunda yüzeye serpmenin, jips miktarı azaldığında ise profile karıştırmanın EC_e azalmasında büyük rol oynadığı saptamıştır.

Yüksek tuz içerikli sulardan toprağa geçen tuzların çok az bir kısmı bitki bünyesine alındığı için zamanla toprakta birikim artmaktadır. Yeterli kış yağışlarının olduğu bölgelerde yıkamayla bu birikimin önüne geçilebilir olsa da, yağışların yetersiz

kaldığı bölgelerde ya da yeterli yıkama şartının oluşturulmadığı durumda topraktaki birikim toprak veriminin yok olmasına neden olacaktır. Verimliliğini kaybeden toprakların geri kazanımı ise oldukça pahalıya mal olacak iyileştirme çalışmaları gerektirir (Yurtsever ve Güngör, 1990).

Tuzlu topraklardaki ıslah ise; bitki kök bölgesindeki tuzların topraktan uzaklaştırması şeklindedir. Ancak bu nokta da dikkat edilmesi gereken en önemli etmen taban suyu seviyesi ve uygun drenaj şartlarıdır. Taban suyunun bitki kök derinliğinin altında tutulması oldukça önem arz etmektedir (Güngör ve Erözel, 1994).

Topraktaki tuzların yıkanması yöntemleri üzerine yapılan çalışmaya göre en etkili yöntemin ‘aralıklı göllendirme’ olduğu saptanmıştır (Sohota ve Bhumbla, 1969).

Arazinin ıslah ihtiyacı tuzluluk, alkalilik, drenaj ihtiyacı, erozyon ve taşlılık gibi sebeplerden ortaya çıkar. Islah gerektiren sorunlardan taşlılık, erozyon ve drenaj ihtiyacı için kendilerine özgü önlem alınması, (taşların ayıklanması, erozyon teraslama) ve drenajın uygun hale getirilmesi gerekir (Yıldız ve ark., 2005).

Abdelfattah ve Shahid (2007), Dünya’nın kurak bölgelerinde yanlış arazi kullanımından dolayı toprak kaynaklarının giderek yok olduğuna dikkat çekmişlerdir. Bu tür alanlarda, yüksek sıcaklık ve düşük yağış gibi etkenlerle birlikte temiz suyun da olmamasının arazilerin çoraklaşmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Kurak ve yarıkurak toprakları karakterize ederek sınıflandırmak ve elde edilen sonuçları uluslar arasına yaymak, her türlü sorunlu toprakların en kısa zamanda tanımlanmasına ve bu toprakların ıslahı için gerekli önlemlerin alınması açısından çok önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Konya’nın tuzluluk ve tuzlu- alkali alanları yönüyle yapılan incelemesinde; Çumra ilçesinin tuzluluk, Karatay ilçesinin hem tuzluluk hem de alkalilik yönünden dikkat çektiğini söylemek mümkündür. Islah çalışmaları yönünden erozyon ıslah çalışmalarının özellikle rüzgar erozyonu yönüyle Karapınar İlçesi’nde yapıldığı, açık ve kapalı drenaj çalışmalarının Çumra ve Ereğli İlçeleri’nde, jipsli ıslah çalışmalarının da yine Çumra İlçesi’nde yapıldığı görülmektedir (Biryan, 2011).

Angın (2010), Tuzlu- sodyumlu toprakların ıslahına farklı bir yaklaşımda bulunmuştur. Genellikle yüksek ağır metal içeriğine sahip toprakların ıslahı için kullanılan yeşil ıslahın tuzlu- sodyumlu ve sodyumlu toprakların ıslahında kullanılabilirliği diğer ıslah yaklaşımlarına oranla daha az maliyetli olduğundan dolayı giderek önem kazandığı gözlemlenmiştir.

Tuzlu- sodyumlu topraklarda yapılan bir çalışmada; tuzlu sodyumlu topraklarda tuzsuz ve orta tuzlu sularla yıkama yapıldığında aralıklı göllendirme yönteminin, damla yöntemine göre çok daha etkin sonuç verdiği ortaya çıkmıştır (Koç, 2011).

Yurtsever ve ark. (2012), Toprak profil tuzlulukları incelendiğinde, ortalama profil tuzluluklarının sulama suyu tuzluluklarına bağlı olarak daha az değişim gösterdiği, buna karşın yıkama hacmindeki artışlara bağlı olarak belirgin seviyede etkilendiği tespit edilmiş, ortalama toprak profil tuzluluklarının yıkama hacmindeki artışlara bağlı olarak azaldığını belirlemişlerdir.

Taş ve Öztürk (2011), Karaman ili Ayrancı ilçesinde yapmış oldukları bir çalışmada; araştırma alanı topraklarının elektriksel iletkenliğinin $40,6 \text{ dSm}^{-1}$ 'ye ve değişebilir sodyum yüzdesinin (DSY) 49'a yükseldiğini söylemiş, alanda, 60 cm'lik ıslah derinliğinin dikkate alındığını ve toplamda 150 cm yıkama suyunun uygulandığını belirtmiş, ıslah için jips, yıkama yöntemi olarak aralıklı göllendirme yönteminin kullanılması durumunda, mevcut DSY değerlerinin planlanan 10 değerine düşürülebileceğini belirlemişlerdir.

Gürcan (2016), yaptığı çalışma ışığında, Haymana- Soğulca köyü topraklarında nispi oranda da olsa sodyumluluk olduğunu söylemiştir. Sodyumlu toprakların, uygun drenaj şartlarında kaliteli ve yeterli yıkama suyunun sağlanması durumunda araştırma alanında zaman içerisinde kimyasal ıslahların yapılabileceğinin düşünülmesi, bu sebepten ekonomik olarak uygun ıslah materyalinin temin edilmesi gerektiğini ifade etmiş, seçilecek materyalin hem ekonomik hem de uygulanabilir olmasının yanında ihtiyaç duyduğu yıkama suyu miktarı ve çözünerek reaksiyona girme zamanı açısından da değerlendirilmesinin oldukça önemli olduğunu, öte yandan yıkamaların aralıklı göllendirme esasına göre yapılması yani ıslak- kuru periyodunun oluşturulmasının gerekli olan ıslah açısından son derece önemli olduğunu ifade etmiştir. Uygulanacak bu periyodun toprakta sıcaklık farkı oluşturacağını ve bu durumun doğrudan topraktaki kimyasal reaksiyonunu etkileyeceğini, artan reaksiyon sayesinde de ıslahın istenilen düzeyde gerçekleşebileceğini belirtmiştir.

Aspir bitkisinin tuzluluğa toleransının yüksek oluşu dikkate alındığında tuzluluk problemi olan tarım alanları için münavebeye alınabilecek önemli bir kültür bitkisi olduğu görülmektedir (Basil ve R., 2002). Aspir tuza tolerans açısından şeker pancarından daha az, fakat baklagil bitkilerine kıyasla daha yüksek bir toleransa sahiptir (Delilah ve ark., 1988; Shannon, 1997; Marinova ve Reihi, 2009). Aspir çeşitlerinin tuza tolerans bakımından farklılık gösterdiği ve yapılacak ıslah çalışmaları için Shifa

çeşidinin tuzla mücadelede en etkin materyal olarak kullanılabileceği düşünülmektedir (Arslan ve ark., 2012).

Yapılan bir çalışmaya göre; toprak yapısını düzenlemede fiğ samanının ahır gübresine oranla daha etkili olduğu belirlenmiştir (Turgut ve Aksakal, 2010).

Killli-tın yapısındaki topraklarda yapılan bir çalışmada; toprağa uygulanan pomza, kum ve çiftlik gübresi karışımında pomzanın miktarı arttıkça toprağın tarla kapasitesinin düştüğü belirlenmiştir (Şeker, 1999).

Yapılan çalışmada; araziye zeytin yaprakları ve zeytinyağı fabrikası atıklarından çıkarılan maddeyi araziye uyguladıktan sonra yağmurlama yapılmış ve sonuç olarak toprakta infiltrasyonun arttığı saptanmıştır (Garcia-Lozano ve ark., 2011).

Zeytinyağı fabrikasından çıkan atık sular toprak pH'sı ve toprak EC'sini önemli düzeyde etkilemektedir (Chartzoulakis ve ark., 2010). Zeytinyağı fabrika atıkları ise toprakta EC'yi arttırmaktadır (Kavvadias ve ark., 2010).

Killi ve kumlu-tınlı topraklarda çay ve tütün atıklarının toprak yapısını iyileştirmekle birlikte pH ve EC'sini arttırdığı da tespit edilmiştir (Candemir ve Gülser, 2011).

Sodyumlu toprakların ıslahında; ıslah materyalinin uygulanmasından sonra kullanılacak suyun tuzlu olması tercih edilir. Çünkü tuzlu sular sodyumlu topraklarda topraklanma yaptırarak geçirgenliği artırır. Bu nedenle son yıllarda ıslah materyali olarak kullanılabileceği düşünülen “Tütün Tozu”nun temeli de buna dayanmaktadır. Yani tuzlu olan tütün tozunun da tuzlu su etkisi yaratacağı düşünülmektedir. Ayrıca tütün tozu makro element (Ca, Mg, K) açısından da zengin yapısıyla kabul edilebilir ıslah materyali olarak görülür.

Yapılan çalışmalarda tütün tozunun topraktaki değişebilir sodyum oranını azalttığı, bununla beraber pH'yı da düşürdüğü belirlenmiştir. Böylece tütün tozunun drenajın sağlaması durumunda ıslah materyali olarak kullanılabileceği, üzerine yıkamanın yapılması ya da kış yağışlarının geçmesi gerektiği saptanmıştır. Makro elementlerce zengin yapısıyla tütün tozu toprakta sadece kimyasal değil fiziksel iyileşmeyi de sağlar. Bu sayede tarım dışı kalan sodyumlu topraklar zamanla tarım yapılabilir hale gelir (Saltalı, 2000).

Toprak tuzlulaşması; kaliteli sulama suyu kullanımı, toprakta yeterli organik madde bulundurulması ve yeterli drenaj sisteminin oluşturulması ile engellenebilir. Yüksek tuzlu topraklarda yetiştiricilik yapılmassa da; tuzluluk değerinin daha düşük

olması durumunda tuza dayanıklı bitkilerin (arpa, şeker pancarı vb.) yetiştiriciliği ile toprak ıslahı yapılabilir (Zengin ve Aydın, 2016).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde çalışma alanı ile ilgili bilgilendirme yapılmış ve kullanılan yöntemler açıklanmıştır.

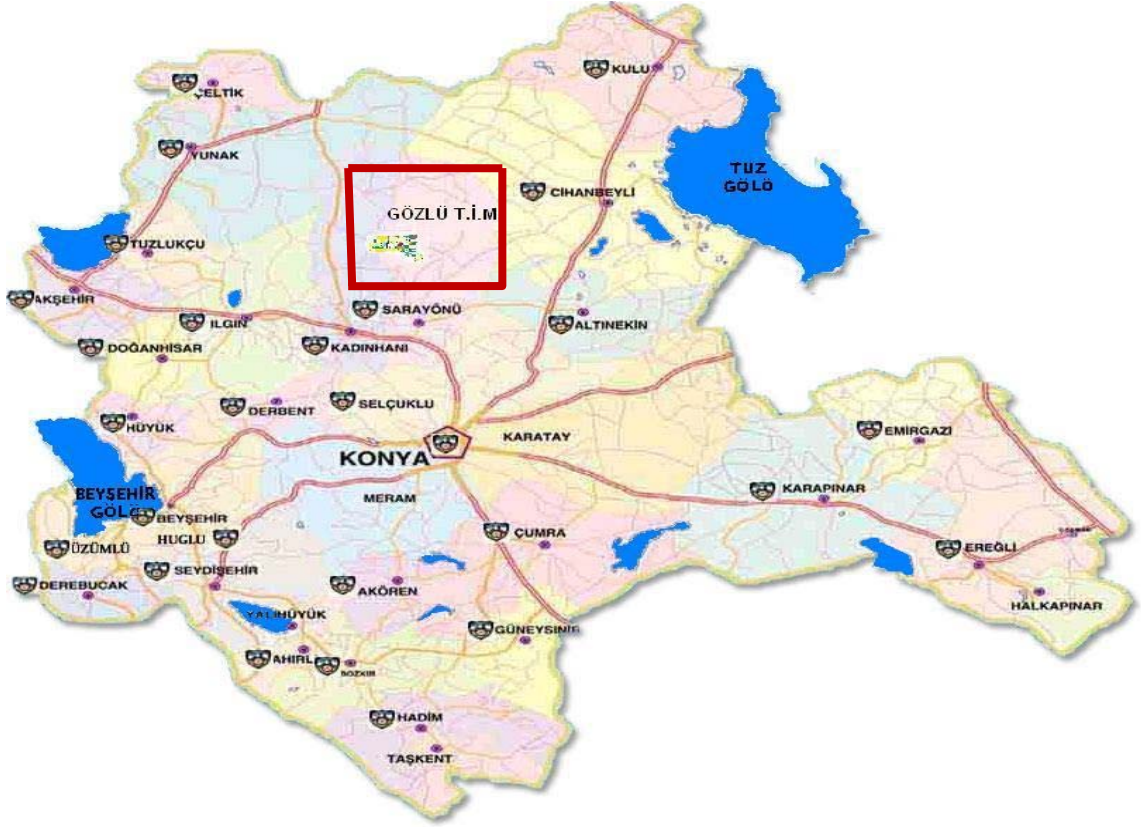
3.1. Materyal

Araştırmanın materyalini; Konya- Sarayönü Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğü'ne ait sulu tarım alanlarındaki su kaynaklarından örnekleme yolu ile belirlenmiş 20 adet derin kuyudan, sulamanın yoğun yapıldığı dönemlerde (Mayıs-Eylül arası) alınan su örnekleri ve yine bu kuyulardan sulanmakta olan tarım arazilerinden örnekleme yoluyla alınan toprak örnekleri oluşturmaktadır.

3.1.1. Araştırma Alanının Konumu

Konya ili, coğrafi olarak $36^{\circ} 41'$ ve $39^{\circ} 16'$ kuzey enlemleri ile $31^{\circ} 14'$ ve $34^{\circ} 26'$ doğu boylamları arasında yer alır. Ortalama yüksekliği 1.016 m'dir. Kuzeyden Ankara, Eskişehir, batıdan Isparta, Afyonkarahisar, güneyden Antalya, Karaman, Mersin ve doğudan Niğde, Aksaray illeri ile çevrili Konya ilinin yüzölçümü 41.001 km²'dir (Anonim, 2016a).

Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğü; Konya ili Sarayönü ilçesi sınırları içerisinde, $38^{\circ}37'$ ve $38^{\circ}28'$ kuzey enlemleri ile $32^{\circ} 20'$ ve $32^{\circ}33'$ doğu boylamları arasında, Konya'ya 78 km ve Sarayönü ilçesine 28 km uzaklıkta bulunmaktadır. İşletmenin doğusunda Özkent, batısında Gözlü Kasabası, güneyinde Kolukısa Kasabası, kuzeyinde Çeşmelisebil Kasabası, kuzeybatısında Başkuyu Kasabası bulunmaktadır. Altınova Tarım İşletmesi'ne 34 km'lik bir stabilize yol bağlantısı bulunmakta ve Konuklar Tarım İşletmesi arazileri ile işletmenin arazileri arasında 7-8 km'lik bir mesafe bulunmaktadır. Araştırma alanının konumu Şekil-3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Araştırma Alanının Konumu

3.1.2. İklim Özellikleri

Çalışma alanının olduğu bölgede kış mevsimi soğuk ve yağışlı, yaz mevsimi ise sıcak ve kurak geçmektedir. Karasal iklimin özelliklerini taşıyan bölgede yağışlar genellikle kış ve ilkbahar aylarında yoğunlaşmaktadır. Her yıl Mart ve Nisan aylarında esen rüzgar hızı saatte bazen 100-120 km sürata eriştiği için, erozyon önemli sorunlardandır. Bu nedenle erozyondan koruma amaçlı işletmede 225 km'lik orman şeridi tesis edilmiştir.

İşletmeye ait bazı meteorolojik veriler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğü’ne ait bazı meteorolojik veriler (Anonim, 2016a)

Parametre	Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Maksimum Sıcaklık (°C)	10 Yıllık*	12,85	14,82	21,93	24,64	29,10	33,37	35,59	35,11	32,27	26,61	19,39	15,55
Minimum Sıcaklık (°C)	10 Yıllık*	-17,48	-14,0	-8,16	-2,66	2,46	6,94	11,72	12,17	7,33	-0,39	-5,81	-10,56
Ortalama Sıcaklık (°C)	10 Yıllık*	-1,34	-1,49	5,91	11,01	15,88	19,46	24,14	23,73	18,44	12,63	6,39	2,80
Nispi Nem (%)	10 Yıllık*	84,02	78,14	68,38	62,81	58,26	52,38	42,30	41,05	47,95	63,84	67,83	80,70
Aylık Yağış (mm)	10 Yıllık*	35,25	22,65	27,13	21,27	31,35	25,98	3,12	2,62	20,98	33,38	25,34	36,25
Maksimum Sıcaklık (°C)	2016	15,6	21,1	24,8	28,1	28,9	34,2	36,6	34,6	31,7	27,8	21,4	12,3
Minimum Sıcaklık (°C)	2016	-16,6	-9,1	-6,1	-1,2	4,3	6,8	11,7	10,8	1,4	-1,5	-9,3	-15,6
Ortalama Sıcaklık (°C)	2016	0,007	6,2	7,1	13,5	14,8	20,9	23,1	23,8	17,3	12,9	5,5	-3,1
Nispi Nem (%)	2016	76,9	67,5	56,0	44,2	60,3	43,4	39,2	43,3	47,3	49,6	71,8	98,0
*(10 Yıllık= 2005-2015)	2016	37,1	12,0	28,6	15,7	65,1	32,2	17,3	1,6	21,8	1,6	12,4	45,6

*(10 Yıllık= 2005-2015)

3.1.3. Arazi ve Toprak Özellikleri

İşletme arazisinin büyük kısmı kirli beyaz renkli neojen karasal ayrılmamış kütleleri ile pembe, pembemsi beyaz renkli kalker ve marnlardan oluşan pliosen tabakalardan ibarettir. Pliosen kalkerleri genellikle gevşek bir yapıya sahip olup sert ve keskin tabakalar halindedir. Pliosen arazi üzerinde kireç oranı yüksektir. İşletmenin güney, güneydoğu ve kuzeydoğusunda ayrılmamış kuaterner rusuplarının çökmesi ile eski ve yeni derin alüvyal havzalar bulunur. Kuzeyde ise kirli beyaz renkli sert mesezoik kalkerler yer almaktadır.

İşletmenin arazisi genellikle kuzeyde yer alan orta dik eğimli yamaç arazinin dışında hafif meyilli ve meyil uzunlukları kısa olan hafif dalgalı arazilerden oluşmaktadır.

3.1.4. Araştırma Alanında Tarımsal Yapı ve Üretim

Konya ili 41.001 km² yüzölçümü ile ülkemizin en geniş arazi varlığına sahip ilidir. Tarımsal faaliyetlerin önemli kısmını hububat (Buğday, Arpa, Yulaf, Çavdar) tarımı oluşturmaktadır. Ayrıca bölgede yemeklik dane baklagiller (Kuru Fasulye, Mercimek, Nohut), yağ bitkileri (Ayçiçeği, Haşhaş), endüstri bitkileri (Şekerpancarı, Patates) ve yem bitkileri (Yonca, Fiğ, Silajlık Mısır) üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2013).

Bunların dışında meyve (Armut, Elma, Erik, Kayısı, Kiraz, Şeftali, Kavun, Karpuz, Vişne, Ceviz, Çilek, Üzüm), sebze (Domates, Hıyar, Biber, Taze Fasulye, Patlıcan, Lahana, Marul, Ispanak, Havuç) üretimi de yapılmaktadır.

Konya ilinin arazi kullanım durumu Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Konya ili arazi kullanım durumu (Anonim, 2016a)

ARAZİ KULLANIMI	ALAN (da)	ORANI %
Tarla Arazisi	13.015.127	68
Sebzecilik	207.665	1
Meyvecilik	412.918	2
Süs Bitkileri	942	0
Nadas Alanı	5.603.015	29
TOPLAM	19.239.667	100

Araştırmanın yapıldığı Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğünün arazi varlığı 288.303,5 da olup bu alanın 35.129 da’ında sulu tarım yapılmaktadır. Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğü arazilerinde arpa, buğday, yonca, fiğ, mısır ve ayçiçeği yetiştirilmektedir.

Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğü'ne ait arazinin kullanım durumu Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğü arazi kullanım ve sulu tarım arazi durumu
(Anonim, 2016b)

ARAZİ DURUMU	ALAN(da)	%
Tarla Arazisi	146.341,0	51
Bahçe Arazisi	12.568,0	4
Çayır- Mera Alanı	102.796,0	36
İşlenen Tarım Alanı	261.705,5	91
Tarım Dışı Arazi	26.598,0	9
TOPLAM	288.303,5	100
Arazi Kullanım Oranı	-	91

3.1.5. Araştırma Alanı Su Kaynakları ve Uygulanan Sulama Yöntemleri

Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğü'nde sulanabilir alan 35.129 da olup sulama mevcut bulunan 93 adet derin kuyudan temin edilmektedir. İşletme tarafından açılmış olan derin kuyuların açılmasına 2006 yılında başlanmış olup 2013 yılına kadar devam etmiştir.

Araştırma alanında sulama; yağmurlama sulama, damla sulama ve centerpivot-lineer sulama sistemleri ile yapılmakta olup, bu bölge yakınından geçen herhangi bir drenaj kanalı bulunmamaktadır. İşletmeye ait sulu tarım alanlarının büyük çoğunluğunda yağmurlama sulama yöntemi kullanılırken kalan kısımlarda damla sulama yöntemi ile sulanmaktadır.

İşletmeye ait sistemlerin sulu tarım alanlarında kullanım durumları Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğü Sulu tarım alanlarının kullanım ve tesis durumu
(Anonim, 2016b)

SULAMA SİSTEMİ	SULAMA ALANI (da)	%
Yağmurlama Tesisi	30.487	87
Damla Tesisi	4.641	13
Toplam Sulanan Arazi	35.129	100

İşletme tarafından açılan ve araştırmaların yürütüldüğü kuyuların hidrojeolojik özellikleri ise Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Araştırma alanında kullanılmış olan kuyuların hidrojeolojik özellikleri
(Anonim, 2016b)

Kuyu No	Açılış Yılı	Derinlik (m)	Statik Seviye (m)	Dinamik Seviye (m)	Debi (lt/sn)	Debi (m ³ /h)
1	2011	177	88	95	36,03	129,708
2	2010	192	81	84	37,55	135,180
3	2010	200	81	88,5	42,02	151,272
4	2006	184	66	73	38	136,80
5	2006	160	64	74	37	133,20
6	2006	235	70,2	81,2	43	154,8
7	2007	213	70	99	31,7	114,12
8	2008	213	81	97,3	39,34	141,624
9	2008	230	71	98	32	115,20
10	2008	215	72	96,5	24,76	89,136
11	2009	177	71,5	82,9	42,98	154,728
12	2009	220	69,7	72,1	45,2	162,72
13	2008	222	73	98	25,49	91,764
14	2010	200	92,5	101	32,76	117,936
15	2009	200	83	98	20	72,00
16	2009	191	78	98	39,05	140,58
17	2011	184	82	94	35,28	127,008
18	2010	191	80	85	37,92	136,512
19	2013	260	108,60	109	53,20	191,52
20	2013	260	107,40	108,20	51,30	184,68

3.2. Yöntem

3.2.1. Su Örneklerinin Alındığı Yerlerin Belirlenmesi ve Örneklerin Alınması

Su örnekleri araştırma alanındaki arazilerin sulanmasında kullanılan işletme tarafından açılmış ve aktif çalışır durumdaki 93 adet kuyudan örnekleme yolu ile belirlenmiş 20 adet kuyudan sulama sezonu süresince (Mayıs- Eylül) alınmıştır. Su örneklerinin alınmasında Sağlam (1978)'in belirttiği prensiplere uyulmuştur.

Alınan örnekler laboratuvar ortamına getirilerek filtre edilip, temiz şişeler içerisinde buzdolabında saklanmış ve analiz edilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü kuyuların derinlikleri 160-260m arasında değişirken, debileri 20-53,2 lt/s arasında değişmektedir.

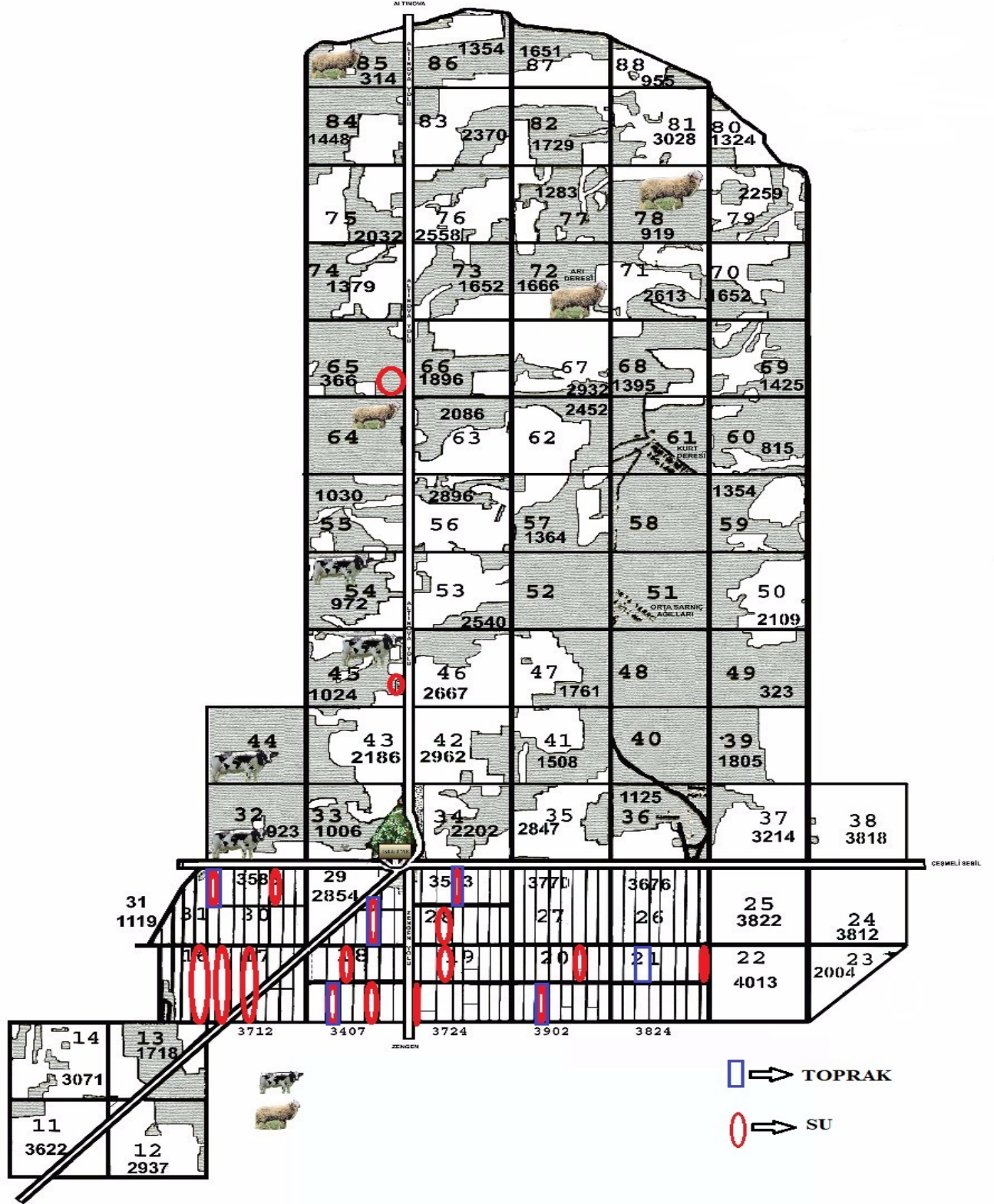
3.2.2. Toprak Örneklerinin Alındığı Yerlerin Belirlenmesi ve Örneklerin Alınması

Toprak örnekleri, araştırma alanında kullanılmakta olan kuyulardan sulanan arazilerden, sulamanın ve kapilarite ile tuz taşınımının en yoğun olduğu dönemde (Temmuz) alınmıştır. Toprak örnekleri, örnekleme yoluyla belirlenmiş ve su örneklerinin alındığı kuyuların sulandığı alanlardan alınmıştır. Örnek alma çalışmalarında toprağın 90 cm'nin altındaki kısmı homojenlik gösterdiği için, kovan burğu kullanılarak 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerde 3 katmanda 6 farklı yerden bozulmuş ve bozulmamış toprak örneği alınmıştır.

Araştırma alanından alınmış olan su ve toprak örneklerinin yerleri Şekil 3.2. de verilmiştir.



GÖZLÜ TARIM İŞLETMESİ MÜDÜRLÜĞÜ
ARAZI KROKISI



Şekil 3.2. Su ve Toprak Örneklerinin Alındığı Yerler

3.2.3. Su Örneklerinde Yapılan Analizler

Araştırma alanı olan Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğü sulama alanı içerisinde belirli yerden alınan su örneklerinde aşağıdaki analiz ve hesaplamalar yapılmıştır.

Elektriksel İletkenlik: Dijital göstergeli iletkenlik ölçme aletiyle ölçülmüştür (Richars, 1954).

pH: Cam elektrotlu dijital göstergeli pH metre ile ölçülmüştür (Richars, 1954).

Suda Çözünebilir Anyon ve Katyonlar: Suda çözünebilir anyonlar ABD Tuzluluk Laboratuvarınca belirtilen esaslara göre olmak üzere; CO_3^{2-} , HCO_3^- metod 12'de belirtildiği gibi H_2SO_4 ile titre edilerek, Cl^- metod 13'de açıklandığı gibi AgNO_3 'la titrasyon suretiyle, SO_4^{2-} metod 14a'da olduğu gibi BaSO_4 şeklinde çöktürülerek yapılmıştır (Richars, 1954). Suda çözünebilir katyonlar ise ICP cihazında okunarak belirlenmiştir.

Bor: ICP cihazında ppm olarak okunmuştur.

Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC): Toplam karbonat ve bikarbonattan toplam kalsiyum ve magnezyumun çıkarılmasıyla hesaplanmıştır (Richars, 1954).

Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR): Sodyum miktarının, kalsiyum ve magnezyum miktarları toplamının yarısının kareköküne bölünmesiyle bulunmuştur (Richars, 1954).

Sodyum Yüzdesi (%Na): Suyun bileşimindeki sodyumun diğer katyonlara göre yüzde değerini belirten değerdir (Richars, 1954).

3.2.4. Toprak Örneklerinde Yapılan Analizler

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

Tarla Kapasitesi: 1/3 atmosferlik emiş altında basınçlı tabla kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay, 1977).

Solma Noktası: 15 atmosferlik emiş altında basınçlı tabla kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay, 1977).

Hacim Ağırlığı: Bozulmamış toprak örneklerinde ABD Tuzluluk Laboratuvarı 38 numaralı metoda göre yapılmıştır (Richars, 1954).

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

pH: Saturasyon ekstraktında, cam elektrotlu pH metre ile, ABD Tuzluluk Laboratuvarı metod 21a kullanılarak yapılmıştır (Richars, 1954).

Elektriksel İletkenlik: Saturasyon ekstraktının elektriksel iletkenliği olarak ABD Tuzluluk Laboratuvarı metod 4a'ya göre yapılmıştır (Richars, 1954).

Suda Çözünebilir İyonlar: Suda çözünebilir anyonlar ABD Tuzluluk Laboratuvarınca belirtilen esaslara göre; CO_3^{2-} , HCO_3^- metod 12'de belirtildiği gibi H_2SO_4 ile titre edilerek, Cl^- metod 13'de açıklandığı gibi AgNO_3 'la titrasyon suretiyle, SO_4^{2-} ise metod 14a'da olduğu gibi BaSO_4 şeklinde çökeltilerek yapılmıştır (Richars, 1954). Suda çözünebilen katyonlar ise ICP aletinde okuma yapılarak belirlenmiştir

Katyon Değişim Kapasitesi: Toprağın sodyumla doyurulmasından sonra amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir sodyum miktarlarının belirlenmesi suretiyle tayin edilmiştir (Bower ve ark., 1952).

Organik Madde (%): Smith- Weldon metoduna göre tayin edilmiştir (Sağlam, 1978).

Değişebilir Sodyum: Toprağın belli pH derecesinden (pH=7) amonyum asetat ile doyurulması sonucu elde edilen ekstrakta Na iyonunun okunması suretiyle tayin edilmiştir (Richars, 1954).

Kireç (Kalsiyum Karbonat): CaCO_3 yüzdesi Scheibler kalsimetre metodu ile volumetrik olarak tayin edilmiştir (Çağlar, 1958).

Bor: Saturasyon ekstraktı çıkarılarak ICP aletinde bor (ppm) okuması yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Alanından Alınan Sulama Suyu Örneklerinin Özellikleri

Araştırma alanında bulunan arazilerin sulanmasında kullanılmakta olan su kaynaklarından (kuyulardan) sulama dönemi boyunca Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında birer defa su örnekleri alınmıştır.

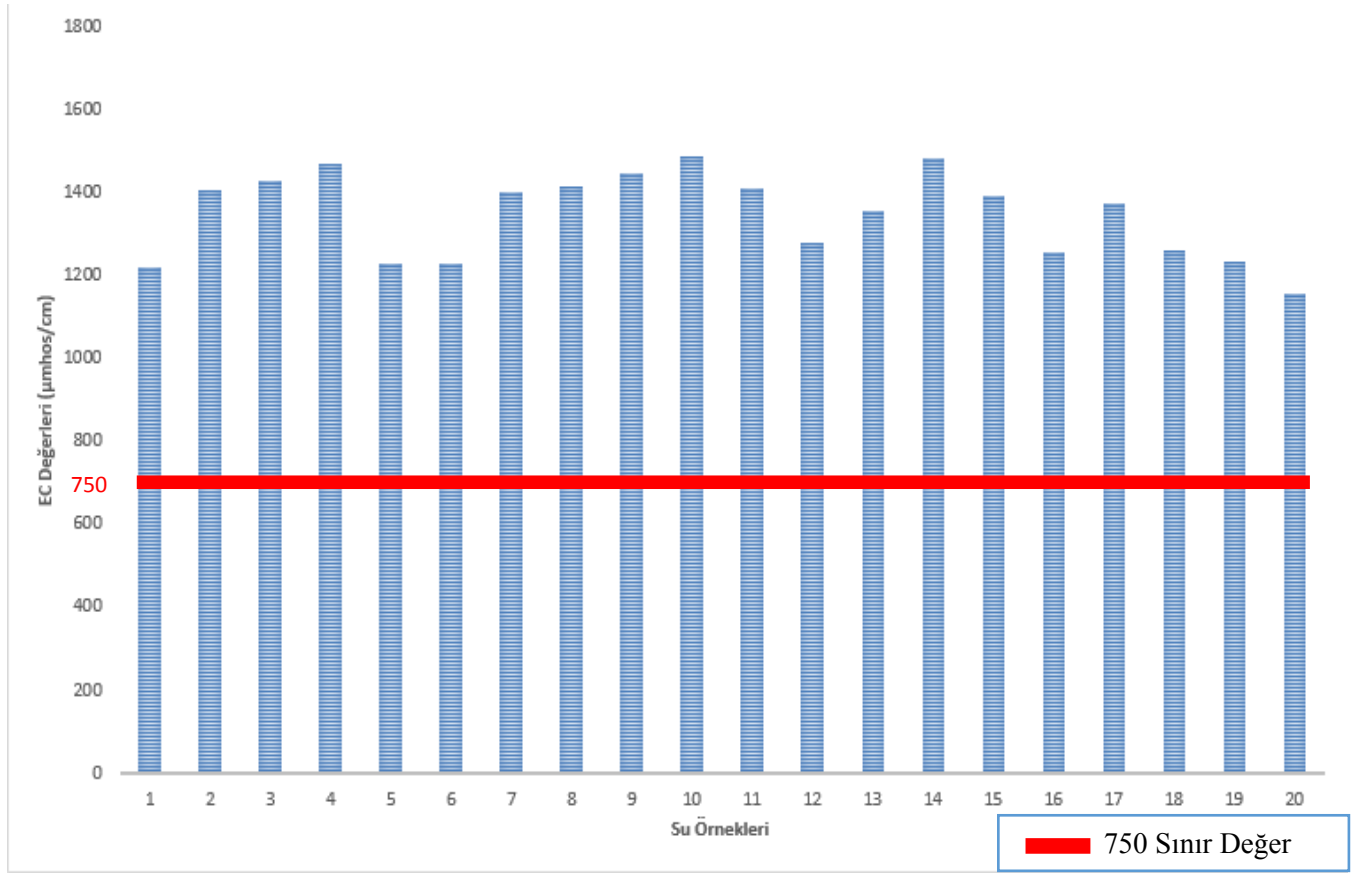
Mayıs ayı sulama sularının kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Mayıs ayına ait çizelge incelendiğinde; sulama sularının pH değerleri 6,80 – 7,37 aralığının da, EC değerleri 1158 – 1490 $\mu\text{mhos/cm}$ aralığında, suda çözünebilir anyon ve katyonlar açısından bakıldığında katyonlardan Ca^{+2} anyonlardan ise SO_4^{-2} 'in hakim olduğu görülmektedir. Sulama sularında Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC) miktarının çıkmadığı, Sodyum Adsorbsiyon Oranları (SAR) 1,04 – 1,40 arasında, % Na değerlerinin 18,1 – 24,5 arasında ve Bor değerlerinin 0,15 – 0,23 ppm arasında değiştiği görülmektedir. Mayıs ayına ait su örnekleri, ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma sistemine göre C₃S₁ sulama suyu sınıfındadır.

Sulama suyu örneklerinin kuyu numaralarına göre EC değerlerinin durumu Şekil 4.1.'de verilmiştir. Şekil 4.1.'i incelediğimizde, tuzluluk değerinin en yüksek olduğu sulama sularının 10, 14 ve 4 nolu kuyulardan alınan örnekler olduğunu, kuyulardan alınan su örneklerinin tamamının emniyetli sınır değeri olan 750 $\mu\text{mhos/cm}$ 'den yüksek olduğunu söylemek mümkündür.

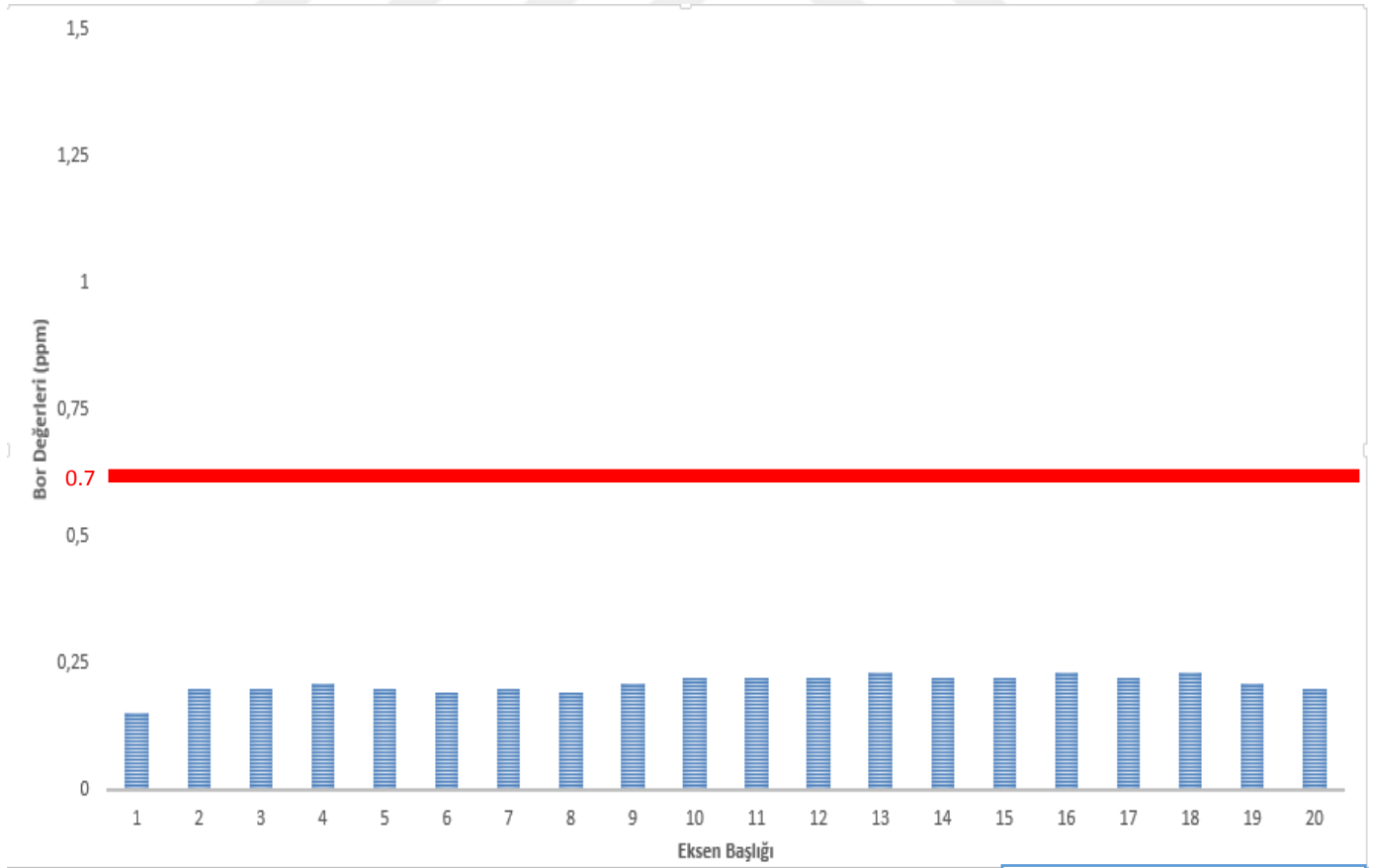
Çizelge 4.1.'deki verilerden yararlanarak sulama suyu örneklerinin kuyu numaralarına göre Bor değerlerinin durumu ise Şekil 4.2.'de verilmiştir. Şekil 4.2. incelendiğinde tüm örneklerin emniyetli Bor değerinden (0,7 ppm) düşük olduğu görülmüş olup, Mayıs ayına ait sulamada bor yönünden bir sorun olmadığını söylemek mümkündür.

Çizelge 4.1. Mayıs Ayı Sulama Sularının Kimyasal Analiz Sonuçları

Kuyu No	pH	EC x 10 ⁶ µmos/cm 25 °C	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR										RSC	SAR	%Na	Sulama	Bor
			Kasyonlar (me/l)					Anyonlar (me/l)								Suyu	
			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Toplam	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Toplam				Sınıfı	
1	6,80	1220	2,69	0,19	6,59	3,18	12,65	-	4,34	1,50	5,89	11,73	-	1,21	21,2	C ₃ S ₁	0,15
2	7,10	1405	2,80	3,23	5,59	3,31	14,93	-	4,76	1,65	6,75	13,16	-	1,32	18,7	C ₃ S ₁	0,20
3	6,85	1428	2,90	4,30	5,21	3,31	15,72	-	4,42	1,55	6,79	12,76	-	1,40	18,4	C ₃ S ₁	0,20
4	7,37	1470	3,18	0,21	7,35	3,47	14,21	-	5,62	2,55	6,91	15,08	-	1,36	22,3	C ₃ S ₁	0,21
5	7,01	1231	2,65	0,19	5,84	3,42	12,10	-	4,30	1,70	6,51	12,51	-	1,23	21,9	C ₃ S ₁	0,20
6	7,03	1230	2,79	0,19	5,05	3,36	11,39	-	4,33	1,60	6,94	12,87	-	1,36	24,4	C ₃ S ₁	0,19
7	6,89	1402	2,76	0,20	6,97	3,47	13,40	-	6,05	1,45	6,85	14,35	-	1,20	20,5	C ₃ S ₁	0,20
8	6,95	1415	2,75	0,19	7,83	3,33	14,10	-	5,32	1,45	7,35	14,12	-	1,16	19,5	C ₃ S ₁	0,19
9	7,30	1445	2,89	0,20	7,32	3,38	13,79	-	5,72	1,55	7,36	14,62	-	1,24	20,9	C ₃ S ₁	0,21
10	7,03	1490	2,87	0,21	8,05	3,43	14,56	-	6,29	1,60	7,11	15,00	-	1,19	19,7	C ₃ S ₁	0,22
11	7,05	1410	2,86	0,21	7,48	3,46	14,01	-	4,75	1,30	8,32	14,37	-	1,22	20,4	C ₃ S ₁	0,22
12	6,96	1278	2,86	0,20	5,96	3,41	12,43	-	4,46	1,20	7,47	13,13	-	1,32	23,0	C ₃ S ₁	0,22
13	6,91	1355	2,87	0,21	6,76	3,46	13,30	-	4,20	1,60	7,99	13,79	-	1,26	21,5	C ₃ S ₁	0,23
14	6,88	1485	2,89	0,21	8,15	3,40	14,65	-	5,72	1,55	7,78	15,05	-	1,20	19,7	C ₃ S ₁	0,22
15	7,13	1392	2,41	0,20	7,25	3,40	13,26	-	5,01	1,45	7,70	14,16	-	1,04	18,1	C ₃ S ₁	0,22
16	7,01	1255	2,93	0,21	5,42	3,45	12,01	-	4,54	1,00	7,36	12,90	-	1,39	24,3	C ₃ S ₁	0,23
17	7,13	1374	2,90	0,20	6,92	3,41	13,43	-	5,15	1,30	7,40	13,85	-	1,27	21,5	C ₃ S ₁	0,22
18	7,18	1260	2,87	0,24	5,94	3,49	12,54	-	4,35	1,20	7,19	12,74	-	1,32	22,8	C ₃ S ₁	0,23
19	7,11	1232	2,85	0,20	5,72	3,41	12,18	-	3,60	1,40	7,51	12,51	-	1,33	23,3	C ₃ S ₁	0,21
20	7,35	1158	2,72	0,19	4,83	3,36	11,10	-	3,80	1,35	7,03	12,18	-	1,34	24,5	C ₃ S ₁	0,20



Şekil 4.1. Mayıs Ayı Sulama Suyu Örnekleri EC Değerleri



Şekil 4.2 Mayıs Ayı Sulama Suyu Örnekleri Bor Değerleri

Haziran ayı sulama sularının kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

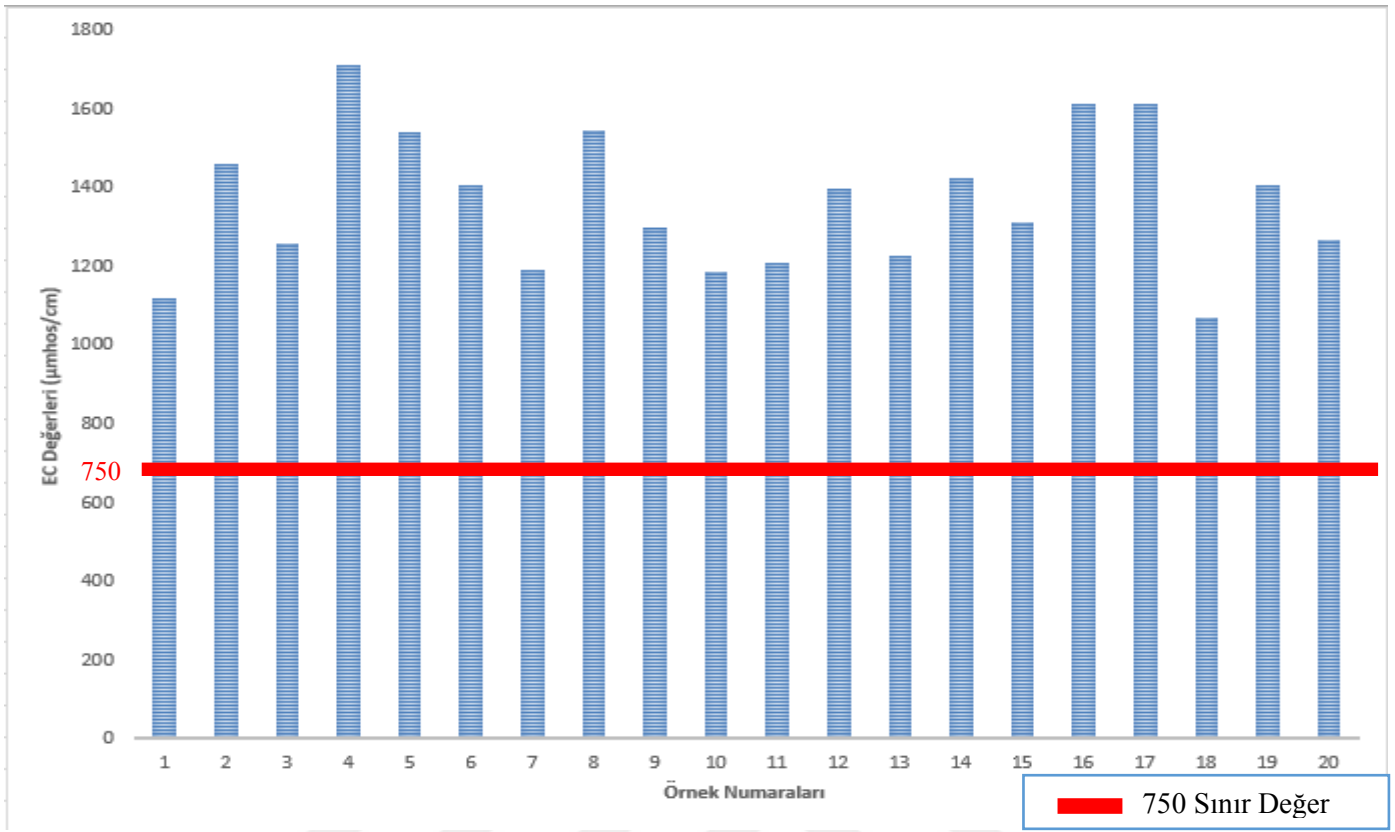
Haziran ayına ait çizelge incelendiğinde; sulama sularının pH değerleri 6,87 – 7,45 aralığında, EC değerleri 1071 - 1711 $\mu\text{mhos/cm}$ aralığında, suda çözünebilir anyon ve katyonlar açısından bakıldığında katyonlardan Ca^{+2} anyonlardan ise SO_4^{-2} 'ın hakim olduğu görülmektedir. Sulama sularında Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC) miktarının çıkmadığı, Sodyum Adsorbsiyon Oranları (SAR) 1,05 – 1,34 arasında, % Na değerlerinin 16,9 – 25,0 arasında ve Bor değerlerinin 0,15 – 0,23 ppm arasında değiştiği görülmektedir. Haziran ayına ait su örnekleri, ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma sistemine göre C₃S₁ sulama suyu sınıfındadır.

Sulama suyu örneklerinin kuyu numaralarına göre EC değerlerinin durumu Şekil 4.3.'de verilmiştir. Şekil 4.3.'ü incelediğimizde, tuzluluk değerinin en yüksek olduğu sulama sularının 4, 17 ve 16 nolu kuyulardan alınan örnekler olduğunu, kuyulardan alınan su örneklerinin tamamının emniyetli sınır değerinden (750 $\mu\text{mhos/cm}$) yüksek olduğunu söylemek mümkündür.

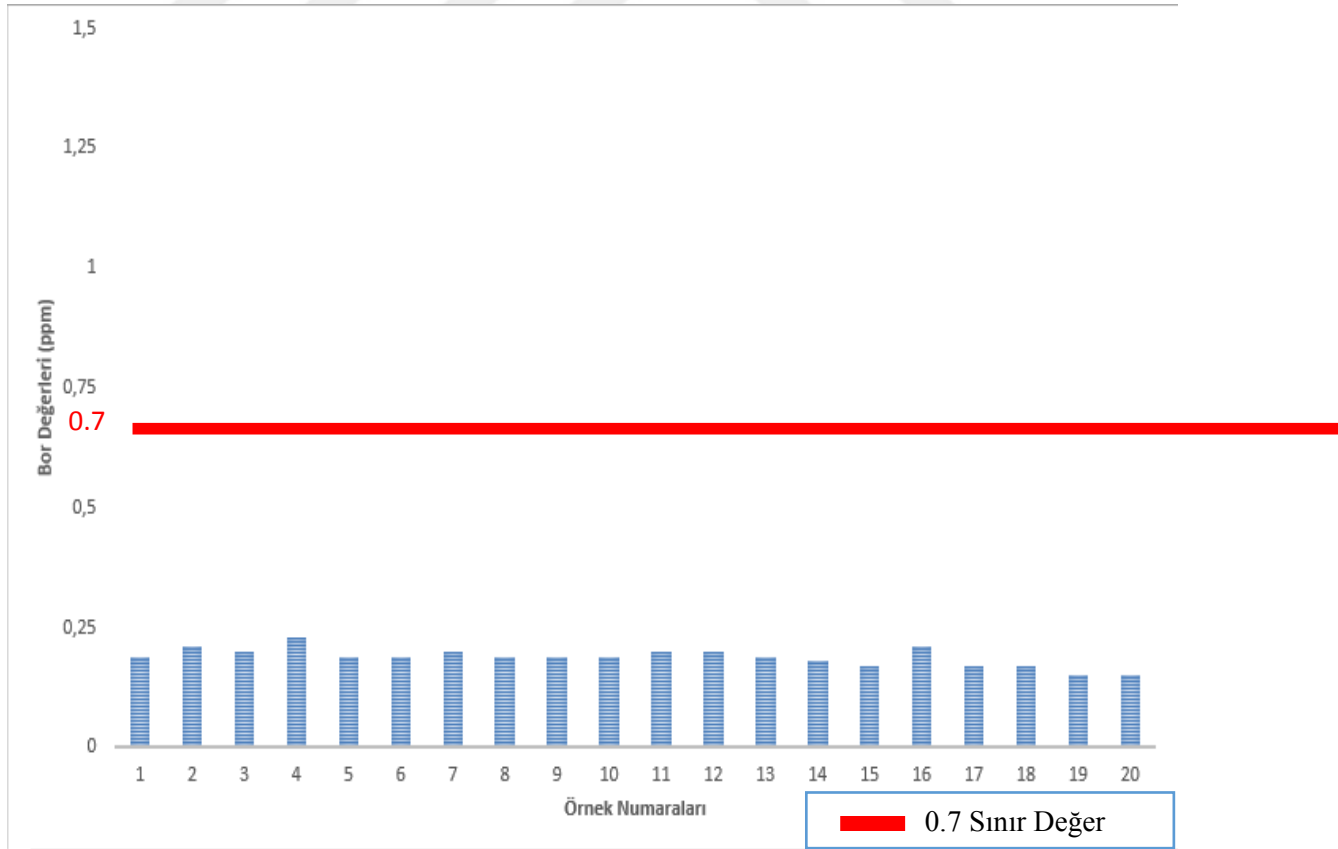
Çizelge 4.2.'deki verilerden yararlanarak sulama suyu örneklerinin kuyu numaralarına göre Bor değerlerinin durumu ise Şekil 4.4.'de verilmiştir. Şekil 4.4. incelendiğinde tüm örneklerin emniyetli Bor değerinden (0,7 ppm) düşük olduğu görülmüş olup, haziran ayına ait sulamada bor yönünden bir sorun olmadığını söylemek mümkündür.

Çizelge 4.2. Haziran Ayı Sulama Sularının Kimyasal Analiz Sonuçları

Kuyu No	pH	EC x 10 ⁶ µmos/cm 25 °C	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR										RSC	SAR	%Na	Sulama Suyu Sınıfı	Bor (ppm)
			Kasyonlar (me/l)					Anyonlar (me/l)									
			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Toplam	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Toplam					
1	7,34	1117	2,62	0,17	4,96	3,24	10,99	-	4,00	1,85	5,38	11,23	-	1,29	23,8	C ₃ S ₁	0,19
2	7,25	1460	2,83	0,24	8,06	3,33	14,46	-	6,14	1,80	6,94	14,88	-	1,18	19,5	C ₃ S ₁	0,21
3	7,19	1259	2,80	0,20	5,98	3,34	12,32	-	4,75	1,90	6,15	12,80	-	1,29	22,7	C ₃ S ₁	0,20
4	6,88	1711	3,34	0,23	10,08	3,49	17,14	-	7,77	2,35	7,08	17,20	-	1,28	19,4	C ₃ S ₁	0,23
5	7,02	1539	2,73	0,18	9,80	3,28	15,99	-	7,70	1,60	6,59	15,89	-	1,06	17,0	C ₃ S ₁	0,19
6	6,89	1404	2,80	0,20	6,81	3,33	13,14	-	5,60	1,70	6,77	14,07	-	1,24	21,3	C ₃ S ₁	0,19
7	7,03	1189	2,71	0,20	5,35	3,46	11,72	-	5,11	1,65	5,15	11,91	-	1,29	23,1	C ₃ S ₁	0,20
8	6,93	1547	2,81	0,19	9,01	3,31	15,32	-	6,99	1,85	7,13	15,97	-	1,13	18,3	C ₃ S ₁	0,19
9	7,14	1296	2,80	0,20	5,37	3,31	11,68	-	4,65	1,70	5,97	12,32	-	1,34	23,9	C ₃ S ₁	0,19
10	6,97	1184	2,73	0,20	5,28	3,36	11,57	-	4,65	1,40	6,60	12,65	-	1,31	22,6	C ₃ S ₁	0,19
11	6,90	1210	2,75	0,19	5,58	3,40	11,92	-	4,20	1,90	6,42	12,52	-	1,29	23,0	C ₃ S ₁	0,20
12	6,91	1398	2,79	0,20	6,85	3,35	13,19	-	5,44	1,60	7,07	14,11	-	1,23	21,1	C ₃ S ₁	0,20
13	6,88	1225	2,75	0,20	5,76	3,32	12,03	-	4,54	1,55	6,72	12,81	-	1,29	22,8	C ₃ S ₁	0,19
14	6,87	1425	2,71	0,20	7,36	3,29	13,56	-	5,45	1,90	7,06	14,41	-	1,17	19,9	C ₃ S ₁	0,18
15	6,99	1313	2,61	0,19	7,23	3,25	13,28	-	5,63	1,45	6,83	13,91	-	1,14	19,6	C ₃ S ₁	0,17
16	6,94	1612	2,92	0,21	10,15	3,39	16,67	-	8,00	1,55	7,20	16,75	-	1,12	17,5	C ₃ S ₁	0,21
17	7,01	1614	2,71	0,19	9,81	3,28	15,99	-	8,16	1,80	6,73	16,69	-	1,05	16,9	C ₃ S ₁	0,17
18	7,06	1071	2,59	0,20	4,20	3,33	10,32	-	4,41	1,95	5,17	11,53	-	1,33	25,0	C ₃ S ₁	0,17
19	7,14	1406	2,55	0,17	8,10	3,20	14,02	-	6,60	1,90	6,49	14,99	-	1,07	18,1	C ₃ S ₁	0,15
20	7,45	1266	2,49	0,18	6,97	3,19	12,83	-	5,86	1,85	5,32	13,03	-	1,10	19,4	C ₃ S ₁	0,15



Şekil 4.3. Haziran Ayı Sulama Suyu Örnekleri EC Değerleri



Şekil 4.4. Haziran Ayı Sulama Suyu Örnekleri Bor Değerleri

Temmuz ayı sulama sularının kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.3.'te verilmiştir.

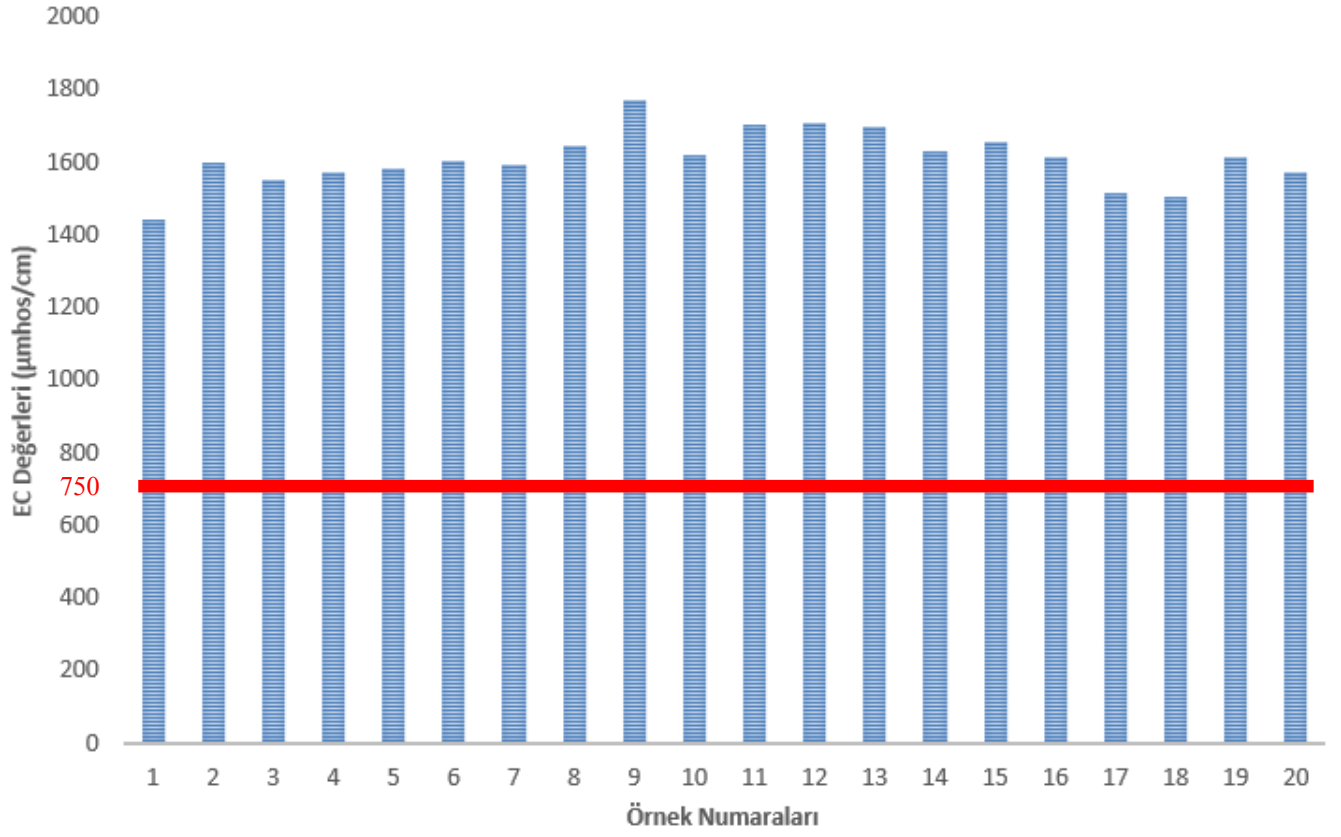
Temmuz ayına ait çizelge incelendiğinde; sulama sularının pH değerleri 6,86 – 7,39 aralığında, EC değerleri 1440 - 1771 $\mu\text{mhos/cm}$ aralığında, suda çözünebilir anyon ve katyonlar açısından bakıldığında katyonlardan Ca^{+2} anyonlardan ise HCO_3^{-} 'in ve SO_4^{-2} 'in hakim olduğu görülmektedir. Sulama sularında Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC) miktarının çıkmadığı, Sodyum Adsorbsiyon Oranları (SAR) 1,17 – 1,36 arasında, % Na değerlerinin 17,7 – 21,9 arasında ve Bor değerlerinin 0,28 – 0,35 ppm arasında değiştiği görülmektedir. Temmuz ayına ait su örnekleri, ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma sistemine göre C₃S₁ sulama suyu sınıfındadır.

Sulama suyu örneklerinin kuyu numaralarına göre EC değerlerinin durumu Şekil 4.5.'te verilmiştir. Şekil 4.5.'i incelediğimizde, tuzluluk değerinin en yüksek olduğu sulama sularının 9, 12 ve 11 nolu kuyulardan alınan örnekler olduğunu, kuyulardan alınan su örneklerinin tamamının emniyetli sınır değerinden (750 $\mu\text{mhos/cm}$) yüksek olduğunu söylemek mümkündür.

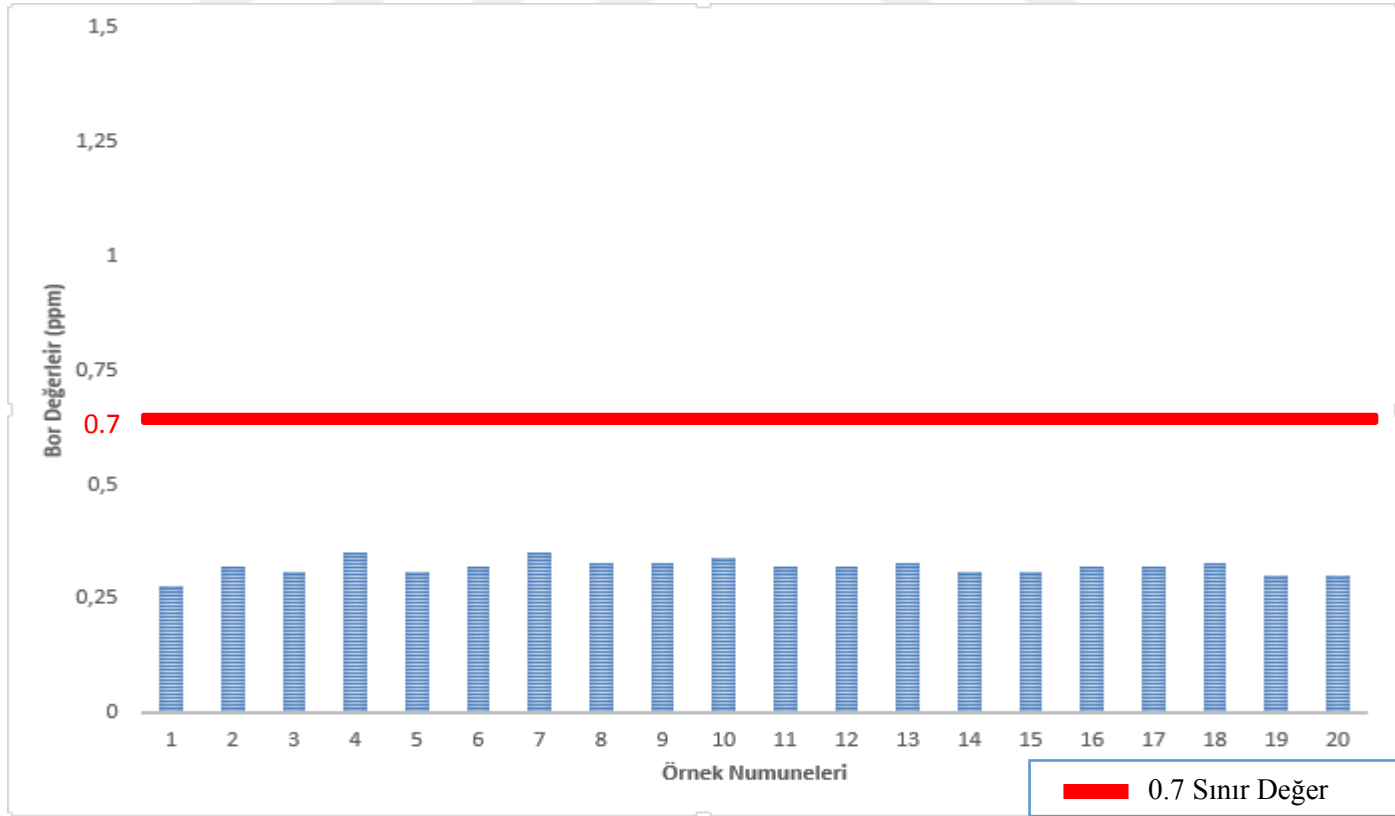
Çizelge 4.3.'deki verilerden yararlanarak sulama suyu örneklerinin kuyu numaralarına göre Bor değerlerinin durumu ise Şekil 4.6.'da verilmiştir. Şekil 4.6. incelendiğinde tüm örneklerin emniyetli Bor değerinden (0,7 ppm) düşük olduğu görülmüş olup, temmuz ayına ait sulamada bor yönünden bir sorun olmadığını söylemek mümkündür.

Çizelge 4.3. Temmuz Ayı Sulama Sularının Kimyasal Analiz Sonuçları

Kuyu No	pH	EC x 10 ⁶ µmos/cm 25 °C	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR										RSC	SAR	%Na	Sulama Suyu Sınıfı	Bor (ppm)
			Katyonlar (me/l)					Anyonlar (me/l)									
			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Toplam	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Toplam					
1	7,22	1440	2,91	0,12	8,75	3,18	14,96	-	6,02	2,05	5,98	14,05	-	1,19	19,4	C ₃ S ₁	0,28
2	6,99	1598	3,05	0,14	9,69	3,28	16,16	-	7,71	1,60	6,66	15,97	-	1,19	18,8	C ₃ S ₁	0,32
3	7,39	1553	3,02	0,13	9,34	3,27	15,76	-	6,90	2,45	6,53	15,88	-	1,20	19,1	C ₃ S ₁	0,31
4	7,27	1574	3,47	0,17	9,49	3,38	16,51	-	6,62	2,50	6,78	15,90	-	1,36	21,0	C ₃ S ₁	0,35
5	6,97	1585	3,00	0,13	9,89	3,25	16,27	-	7,06	1,70	6,98	15,74	-	1,17	18,4	C ₃ S ₁	0,31
6	6,88	1603	3,18	0,15	10,18	3,32	16,83	-	7,81	2,10	6,72	16,63	-	1,22	18,8	C ₃ S ₁	0,32
7	7,00	1596	3,19	0,17	8,95	3,45	15,76	-	7,31	2,25	6,74	16,30	-	1,28	20,2	C ₃ S ₁	0,35
8	6,93	1644	3,22	0,16	10,62	3,32	17,32	-	7,39	2,25	7,33	16,97	-	1,21	18,5	C ₃ S ₁	0,33
9	6,98	1771	3,22	0,17	11,10	3,31	17,80	-	8,58	2,55	6,93	18,06	-	1,19	18,0	C ₃ S ₁	0,33
10	6,97	1622	3,20	0,17	9,69	3,40	16,46	-	7,69	1,90	6,78	16,37	-	1,25	19,4	C ₃ S ₁	0,34
11	6,91	1701	3,16	0,16	11,06	3,38	17,76	-	7,50	1,85	7,82	17,17	-	1,17	17,7	C ₃ S ₁	0,32
12	6,89	1710	3,16	0,16	10,64	3,32	17,28	-	7,26	1,65	7,90	16,81	-	1,19	18,2	C ₃ S ₁	0,32
13	6,86	1697	3,22	0,17	10,30	3,36	17,05	-	6,98	1,55	8,35	16,88	-	1,23	18,8	C ₃ S ₁	0,33
14	6,90	1630	3,16	0,16	9,91	3,31	16,54	-	6,80	2,35	6,98	16,13	-	1,22	19,1	C ₃ S ₁	0,31
15	7,10	1654	3,21	0,16	10,33	3,32	17,02	-	6,92	1,80	7,74	16,46	-	1,22	18,8	C ₃ S ₁	0,31
16	6,95	1615	3,26	0,18	9,72	3,37	16,53	-	6,86	1,50	7,40	15,76	-	1,27	19,7	C ₃ S ₁	0,32
17	7,04	1513	3,23	0,18	8,49	3,40	15,30	-	6,30	2,10	6,45	14,85	-	1,32	21,1	C ₃ S ₁	0,32
18	7,26	1503	3,24	0,18	7,82	3,51	14,75	-	6,90	2,05	6,32	15,27	-	1,36	21,9	C ₃ S ₁	0,33
19	7,06	1616	3,15	0,15	10,73	3,31	17,34	-	6,10	1,75	8,48	16,33	-	1,18	18,1	C ₃ S ₁	0,30
20	7,29	1573	3,08	0,14	9,68	3,31	16,21	-	7,30	1,55	6,65	15,50	-	1,20	19,0	C ₃ S ₁	0,30



Şekil 4.5. Temmuz Ayı Sulama Suyu Örneklerinin EC Değerleri



Şekil 4.6. Temmuz Ayı Sulama Suyu Örneklerinin Bor Değerleri

Ağustos ayı sulama sularının kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

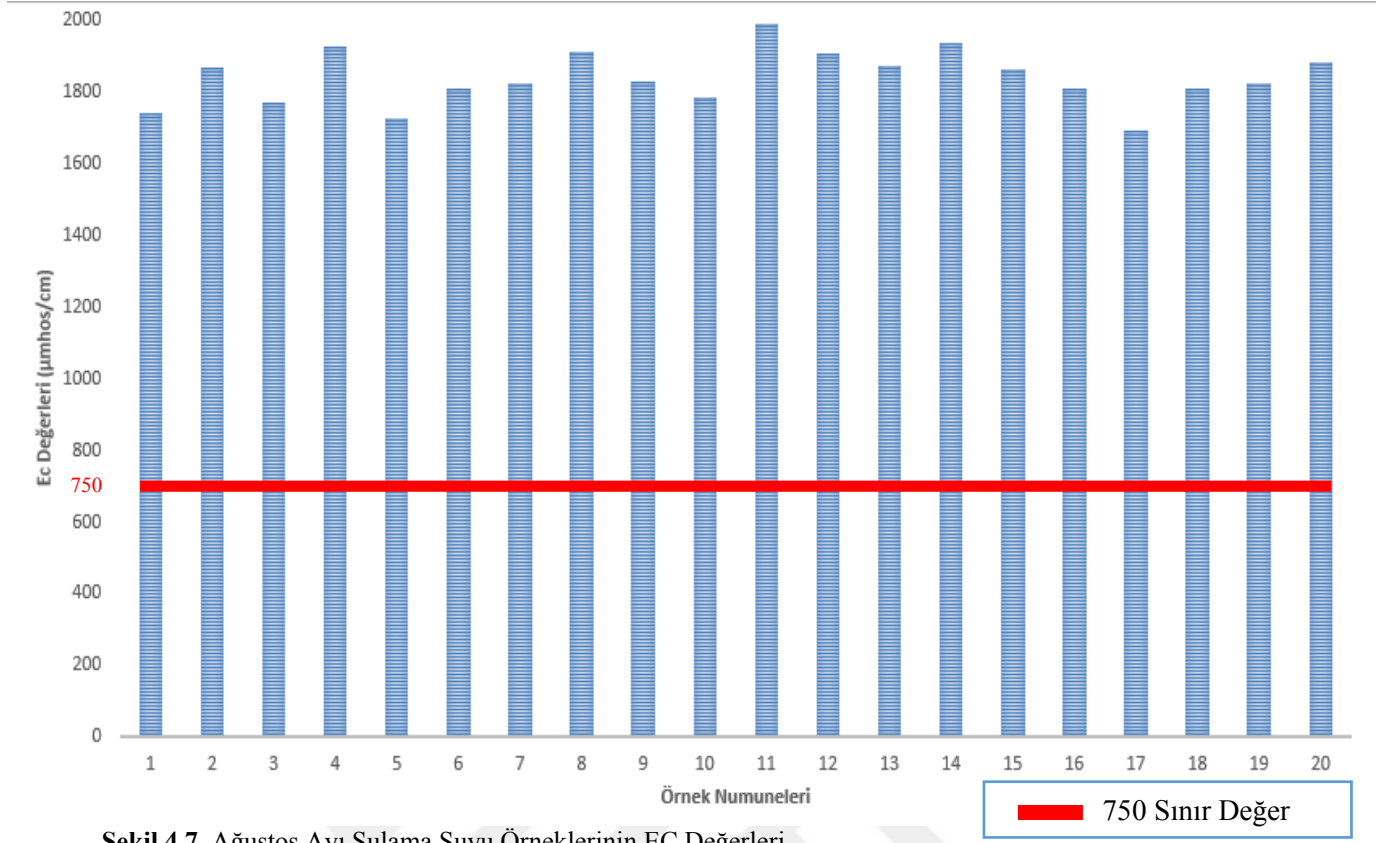
Ağustos ayına ait çizelge incelendiğinde; sulama sularının pH değerleri 6,08 – 7,30 aralığında, EC değerleri 1692 - 1989 $\mu\text{mhos/cm}$ aralığında, suda çözülebilen anyon ve katyonlar açısından bakıldığında katyonlardan Ca^{+2} anyonlardan ise HCO_3^- 'in hakim olduğu görülmektedir. Sulama sularında Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC) miktarının çıkmadığı, Sodyum Adsorbsiyon Oranları (SAR) 1,00 – 1,16 arasında, % Na değerlerinin 15,1 – 17,8 arasında ve Bor değerlerinin 0,27 – 0,36 ppm arasında değiştiği görülmektedir. Ağustos ayına ait su örnekleri, ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma sistemine göre C₃S₁ sulama suyu sınıfındadır.

Sulama suyu örneklerinin kuyu numaralarına göre EC değerlerinin durumu Şekil 4.7.'de verilmiştir. Şekil 4.7.'yi incelediğimizde, tuzluluk değerinin en yüksek olduğu sulama sularının 11, 14 ve 4 nolu kuyulardan alınan örnekler olduğunu, kuyulardan alınan su örneklerinin tamamının emniyetli sınır değerinden (750 $\mu\text{mhos/cm}$) yüksek olduğunu söylemek mümkündür.

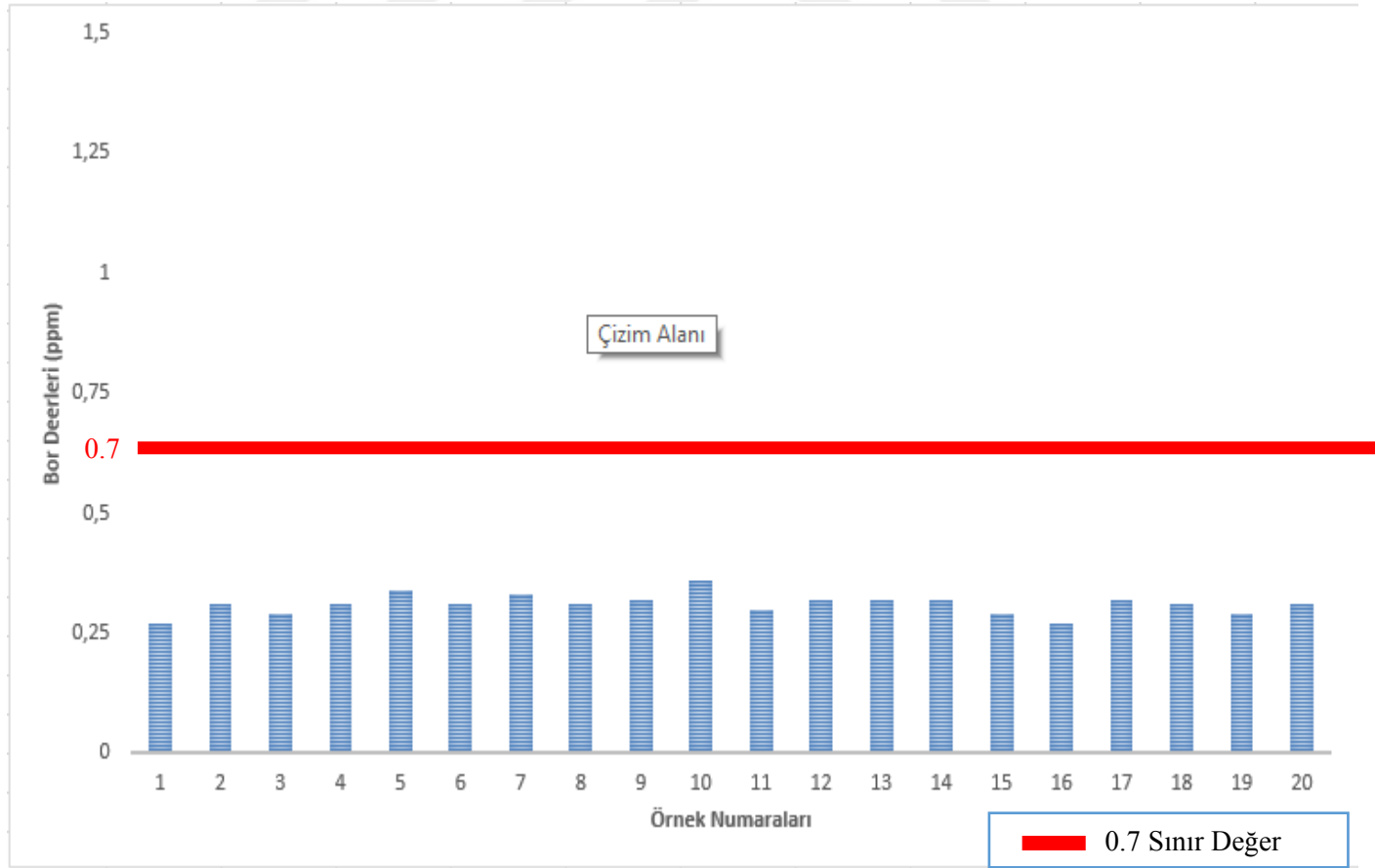
Çizelge 4.4.'deki verilerden yararlanarak sulama suyu örneklerinin kuyu numaralarına göre Bor değerlerinin durumu ise Şekil 4.8.'de verilmiştir. Şekil 4.8. incelendiğinde tüm örneklerin emniyetli Bor değerinden (0,7 ppm) düşük olduğu görülmüş olup, ağustos ayına ait sulamada bor yönünden bir sorun olmadığını söylemek mümkündür.

Çizelge 4.4. Ağustos Ayı Sulama Suları Kimyasal Analiz Sonuçları

Kuyu No	pH	EC x 10 ⁶ µmos/cm 25 °C	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR										RSC	SAR	%Na	Sulama	Bor (ppm)
			Katyonlar (me/l)					Anyonlar (me/l)								Suyu	
			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Toplam	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Toplam				Sınıfı	
1	7,30	1741	2,85	0,11	9,73	4,45	17,14	-	8,31	3,00	6,48	17,79	-	1,07	16,6	C ₃ S ₁	0,27
2	6,97	1865	3,02	0,14	10,99	4,61	18,76	-	9,37	2,40	6,92	18,69	-	1,08	16,0	C ₃ S ₁	0,31
3	7,06	1767	2,92	0,13	10,79	4,63	18,47	-	8,54	1,20	7,95	17,69	-	1,05	15,8	C ₃ S ₁	0,29
4	7,03	1924	3,10	0,14	11,06	4,71	19,01	-	9,78	1,50	7,13	18,41	-	1,10	16,3	C ₃ S ₁	0,31
5	7,10	1725	2,71	0,15	8,50	5,09	16,45	-	9,35	2,00	6,22	17,57	-	1,03	16,4	C ₃ S ₁	0,34
6	6,82	1809	3,03	0,13	10,69	4,68	18,53	-	9,19	2,30	6,59	18,08	-	1,09	16,3	C ₃ S ₁	0,31
7	6,92	1821	2,97	0,14	10,33	4,86	18,30	-	9,91	2,00	6,73	18,64	-	1,07	16,2	C ₃ S ₁	0,33
8	6,82	1909	2,95	0,13	11,55	4,68	19,31	-	9,26	3,00	6,93	19,19	-	1,03	15,2	C ₃ S ₁	0,31
9	6,92	1827	3,02	0,14	10,96	4,65	18,77	-	8,72	1,50	8,32	18,54	-	1,08	16,0	C ₃ S ₁	0,32
10	6,86	1784	2,93	0,14	10,44	4,81	18,32	-	8,41	2,30	6,87	17,58	-	1,06	15,9	C ₃ S ₁	0,36
11	6,89	1989	3,03	0,14	12,09	4,79	20,05	-	9,53	2,60	7,21	19,34	-	1,04	15,1	C ₃ S ₁	0,30
12	6,98	1906	3,04	0,14	11,04	4,68	18,90	-	8,75	3,80	6,52	19,07	-	1,08	16,0	C ₃ S ₁	0,32
13	6,75	1871	3,01	0,14	11,19	4,70	19,04	-	8,04	2,50	7,85	18,39	-	1,06	15,8	C ₃ S ₁	0,32
14	6,80	1937	3,00	0,14	11,50	4,71	19,35	-	8,94	3,50	7,22	19,66	-	1,05	15,5	C ₃ S ₁	0,32
15	6,98	1860	2,97	0,14	11,36	4,59	19,06	-	9,52	2,90	5,81	18,23	-	1,05	15,5	C ₃ S ₁	0,29
16	6,99	1810	3,14	0,17	9,80	4,85	17,96	-	8,80	2,30	7,20	18,30	-	1,16	17,4	C ₃ S ₁	0,27
17	7,01	1692	3,03	0,15	9,09	4,74	17,01	-	8,21	2,00	6,65	16,86	-	1,15	17,8	C ₃ S ₁	0,32
18	6,08	1807	3,05	0,15	9,09	4,86	17,15	-	8,90	2,60	7,28	18,78	-	1,15	17,7	C ₃ S ₁	0,31
19	7,01	1823	2,81	0,12	10,90	4,63	18,46	-	8,58	1,70	7,49	17,77	-	1,00	15,2	C ₃ S ₁	0,29
20	6,78	1879	2,97	0,14	11,08	4,64	18,83	-	8,81	2,60	7,16	18,57	-	1,05	15,7	C ₃ S ₁	0,31



Şekil 4.7. Ağustos Ayı Sulama Suyu Örneklerinin EC Değerleri



Şekil 4.8. Ağustos Ayı Sulama Suyu Örnekleri Bor Değerleri

Eylül ayı sulama sularının kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

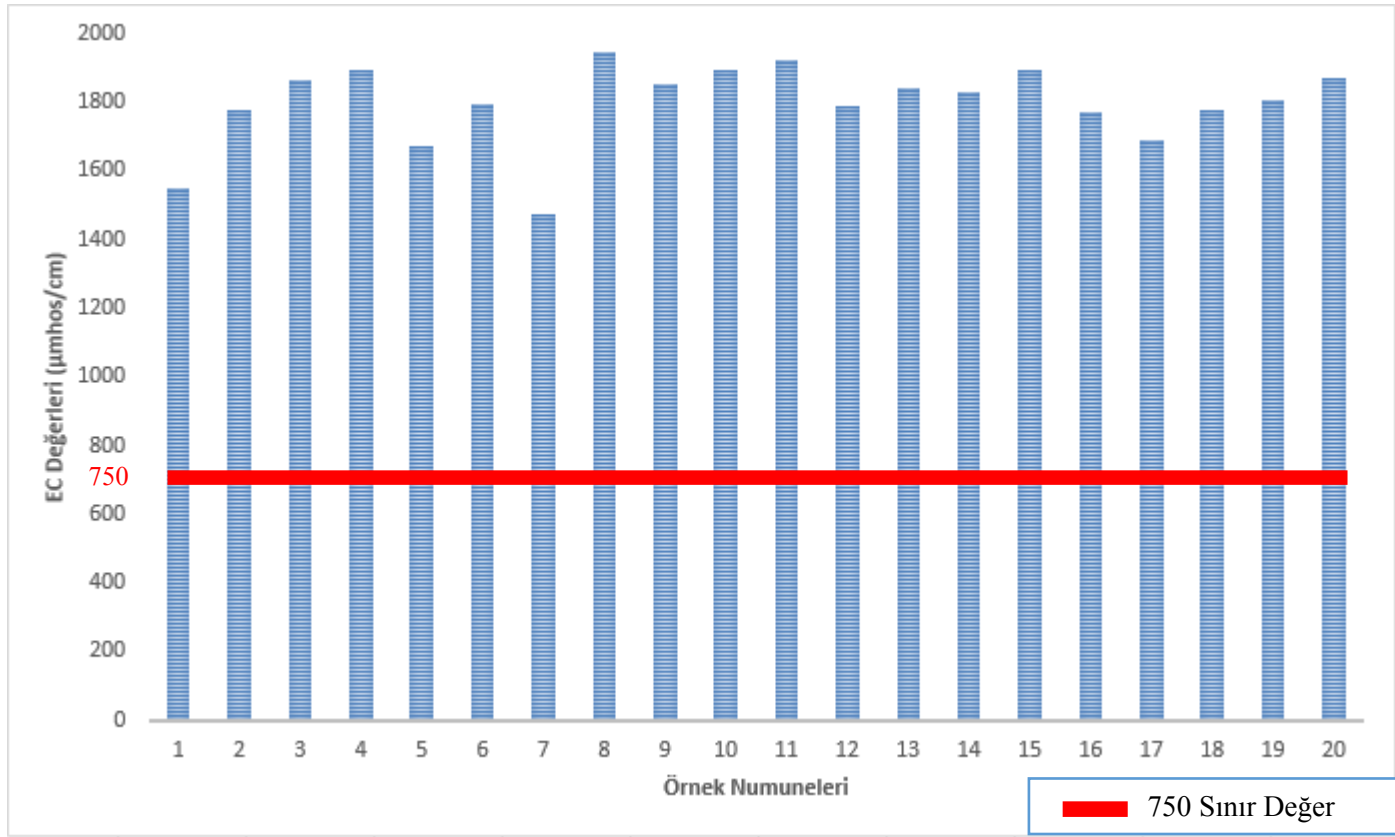
Eylül ayına ait çizelge incelendiğinde; sulama sularının pH değerleri 6,84 – 7,26 aralığında, EC değerleri 1474 - 1946 $\mu\text{mhos/cm}$ aralığında, suda çözülebilen anyon ve katyonlar açısından bakıldığında katyonlardan Ca^{+2} anyonlardan ise HCO_3^- 'ın hakim olduğu görülmektedir. Sulama sularında Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC) miktarının çıkmadığı, Sodyum Adsorbsiyon Oranları (SAR) 1,04 – 1,21 arasında, % Na değerlerinin 15,1 – 19,7 arasında ve Bor değerlerinin 0,21 – 0,33 ppm arasında değiştiği görülmektedir. Eylül ayına ait su örnekleri, ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma sistemine göre C₃S₁ sulama suyu sınıfındadır.

Sulama suyu örneklerinin kuyu numaralarına göre EC değerlerinin durumu Şekil 4.9.'da verilmiştir. Şekil 4.9.'u incelediğimizde, tuzluluk değerinin en yüksek olduğu sulama sularının 8, 11 ve 15 nolu kuyulardan alınan örnekler olduğunu, kuyulardan alınan su örneklerinin tamamının emniyetli sınır değerinden (750 $\mu\text{mhos/cm}$) yüksek olduğunu söylemek mümkündür.

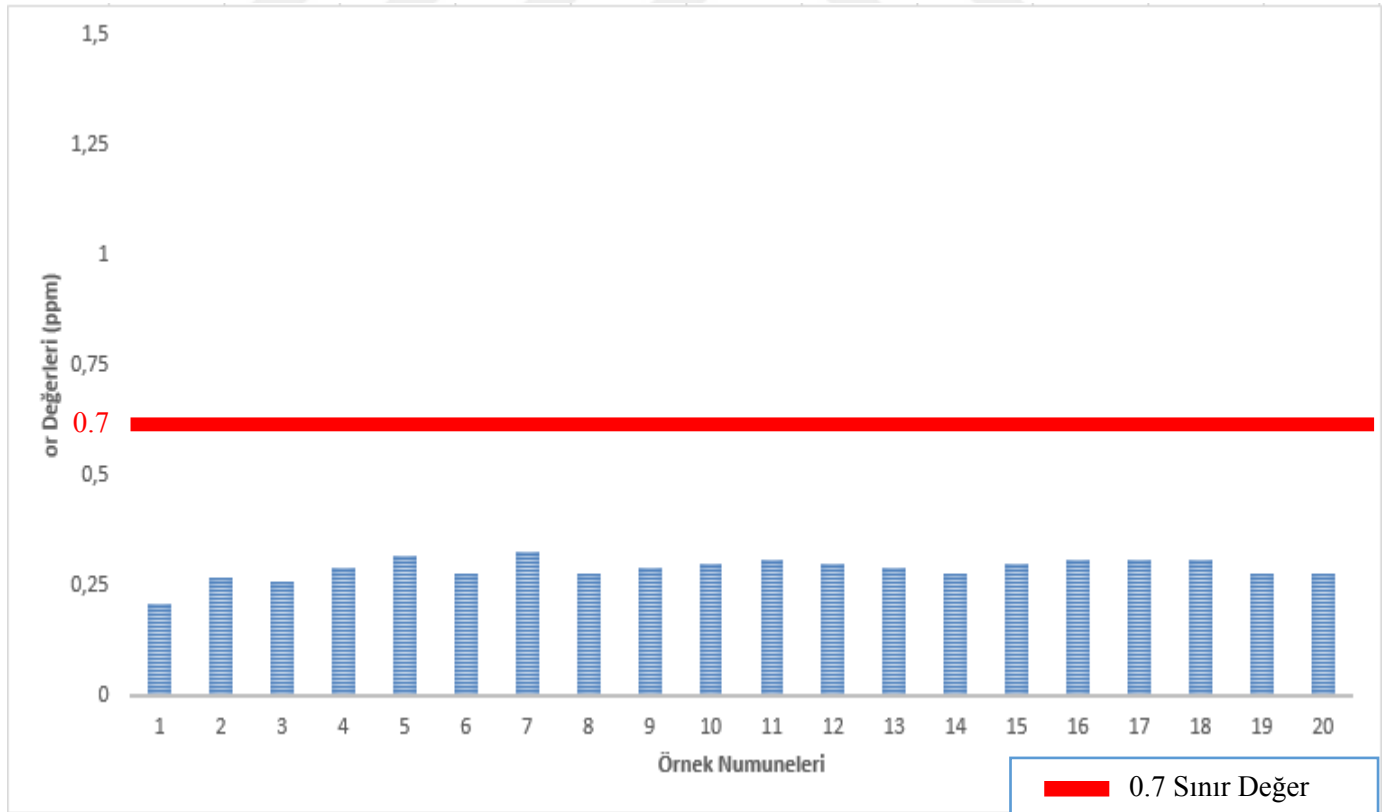
Çizelge 4.5.'deki verilerden yararlanarak sulama suyu örneklerinin kuyu numaralarına göre Bor değerlerinin durumu ise Şekil 4.10.'da verilmiştir. Şekil 4.10. incelendiğinde tüm örneklerin emniyetli Bor değerinden (0,7 ppm) düşük olduğu görülmüş olup, eylül ayına ait sulamada bor yönünden bir sorun olmadığını söylemek mümkündür.

Çizelge 4.5.Eylül Ayı Sulama Sularının Kimyasal Analiz Sonuçları

Kuyu No	pH	EC x 10 ⁶ µmos/cm 25 °C	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR										RSC	SAR	%Na	Sulama Suyu Sınıfı	Bor (ppm)
			Katyonlar (me/l)					Anyonlar (me/l)									
			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Toplam	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Toplam					
1	7,26	1549	2,75	0,10	8,69	4,40	15,94	-	7,02	1,70	6,67	15,39	-	1,07	17,2	C ₃ S ₁	0,21
2	7,17	1775	2,98	0,13	10,79	4,63	18,53	-	7,98	2,90	6,77	17,65	-	1,07	16,0	C ₃ S ₁	0,27
3	7,24	1864	2,90	0,12	10,50	4,59	18,11	-	9,61	3,20	6,02	18,83	-	1,05	16,0	C ₃ S ₁	0,26
4	7,04	1894	3,11	0,14	11,06	4,70	19,01	-	8,46	2,20	8,08	18,74	-	1,10	16,3	C ₃ S ₁	0,29
5	7,08	1672	2,74	0,15	8,33	5,09	16,31	-	8,03	1,40	7,65	17,08	-	1,05	16,7	C ₃ S ₁	0,32
6	6,87	1795	3,05	0,14	10,56	4,68	18,43	-	8,36	2,30	6,89	17,55	-	1,10	16,5	C ₃ S ₁	0,28
7	7,24	1474	2,95	0,16	6,58	5,26	14,95	-	7,60	1,20	6,22	15,02	-	1,21	19,7	C ₃ S ₁	0,33
8	6,93	1946	3,08	0,14	11,53	4,67	19,42	-	8,83	2,70	8,53	20,06	-	1,08	15,8	C ₃ S ₁	0,28
9	6,95	1854	3,03	0,14	11,41	4,74	19,32	-	8,48	3,20	6,85	18,53	-	1,06	15,6	C ₃ S ₁	0,29
10	6,97	1895	3,03	0,15	10,26	4,79	18,23	-	9,09	3,30	6,68	19,07	-	1,10	16,6	C ₃ S ₁	0,30
11	6,84	1921	3,03	0,14	12,04	4,82	20,03	-	8,88	2,70	8,25	19,83	-	1,04	15,1	C ₃ S ₁	0,31
12	7,00	1789	3,04	0,14	10,82	4,68	18,68	-	8,20	1,20	7,99	17,39	-	1,09	16,2	C ₃ S ₁	0,30
13	6,92	1840	3,05	0,15	10,83	4,76	18,79	-	8,73	3,40	6,92	19,05	-	1,09	16,2	C ₃ S ₁	0,29
14	6,92	1833	3,00	0,14	11,08	4,67	18,89	-	8,53	2,80	7,76	19,09	-	1,06	15,8	C ₃ S ₁	0,28
15	6,96	1896	3,10	0,14	11,85	4,69	19,78	-	8,17	2,40	7,98	18,55	-	1,07	15,6	C ₃ S ₁	0,30
16	6,97	1774	3,13	0,16	9,53	4,88	17,70	-	9,25	2,00	7,50	18,75	-	1,16	17,6	C ₃ S ₁	0,31
17	6,92	1688	3,05	0,16	9,09	4,78	17,08	-	7,54	1,20	7,82	16,56	-	1,15	17,8	C ₃ S ₁	0,31
18	7,04	1776	3,02	0,16	9,85	4,86	17,89	-	9,36	2,50	6,63	18,49	-	1,11	16,8	C ₃ S ₁	0,31
19	7,08	1805	2,97	0,13	11,01	4,63	18,74	-	8,34	1,90	7,60	17,84	-	1,06	15,8	C ₃ S ₁	0,28
20	6,87	1869	2,96	0,13	10,91	4,63	18,63	-	8,36	2,70	7,72	18,78	-	1,06	15,8	C ₃ S ₁	0,28



Şekil 4.9. Eylül Ayı Sulama Suyu Örnekleri EC Değerleri



Şekil 4.10. Eylül Ayı Sulama Suyu Örnekleri Bor Değerleri

4.2. Araştırma Alanından Alınan Toprak Örneklerinin Özellikleri

Araştırma alanında genellikle yağmurlama sulama metodu uygulanmakta olup, araştırma alanının yakınından geçen herhangi bir drenaj kanalı bulunmamaktadır.

Araştırma alanından 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerden alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinde yapılan fiziksel analiz sonuçları Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Çizelge 4.6. incelendiğinde, saturasyon %'sinin 46,2 – 57,4, hacim esasına göre tarla kapasitesinin (TK) % 26,1 – 38,7, solma noktasının (SN) % 14,2 – 21,3 ve hacim ağırlığının 1,36 – 1,49 g/cm³ arasında değiştiği, toprak bünyelerinin killi (C) ve killi-tın (CL) olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinde yapılan kimyasal analiz sonuçları ise Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Çizelge 4.7. incelendiğinde örneklerin pH değerleri 7,11–7,90, tuzluluk değerleri 696–803 μ mh/cm arasında değiştiği, tüm katmanlar bazında tuzluluk değerleri, toprak tuzluluk sınır değerinin (4000 μ mh/cm) altında olduğu tespit edilmiştir. Suda çözünebilir katyonlardan Na⁺ ve Ca⁺²'un ve anyonlardan SO₄⁻²'ın hakim olduğu söylenebilir. Örneklerin katyon değişim kapasitesi (KDK) değerleri 15,19–17,23 me/100gr arasında değişmektedir. Örneklerin değişebilir sodyum yüzdeleri (DSY) 6,60–7,49 arasında olup DSY sınır değeri olan %15'in altındadır. Kireç miktarları 1,58–12,94 arasında ve bor konsantrasyonları 0,08–0,85 arasında değişmekte olup, bütün örneklerin bor konsantrasyonlarının sınır değeri olan 4 ppm'den düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.7. incelendiğinde; çalışmanın yürütüldüğü bölgede hububat tarımının yapıldığı dikkate alındığında mevcut toprakların bora hassa olan hububat yetiştiriciliği başta olmak üzere hemen her türlü bitki için uygun olduğu söylenebilir. Araştırma bölgesinde bor toksitesi görülmediği için birçok bitki için tehdit oluşturmamaktadır.

Çizelge 4.7.'den faydalanılarak EC- Derinlik ilişkisi Şekil 4.11.'de, DSY- Derinlik ilişkisi ise Şekil 4.12.'de verilmiştir. Şekil 4.11. incelendiğinde katmanlar arasında EC değerlerinin çok değişkenlik göstermediği ve genel olarak EC değerlerinin 600-800 μ mh/cm arasında değiştiği görülmüştür. Araştırma alanından alınan su örneklerinin EC değeri yönünden sınır değerin üstünde olduğu göz önüne alındığında, toprakta tuz birikiminin henüz oluşmaya başlamadığı yada topraklarda tuz yıkanmasının iyi olduğu söylenebilir. Ancak ileriki dönemlerde bu durumun sorun oluşturabileceği de dikkate alınmalıdır.

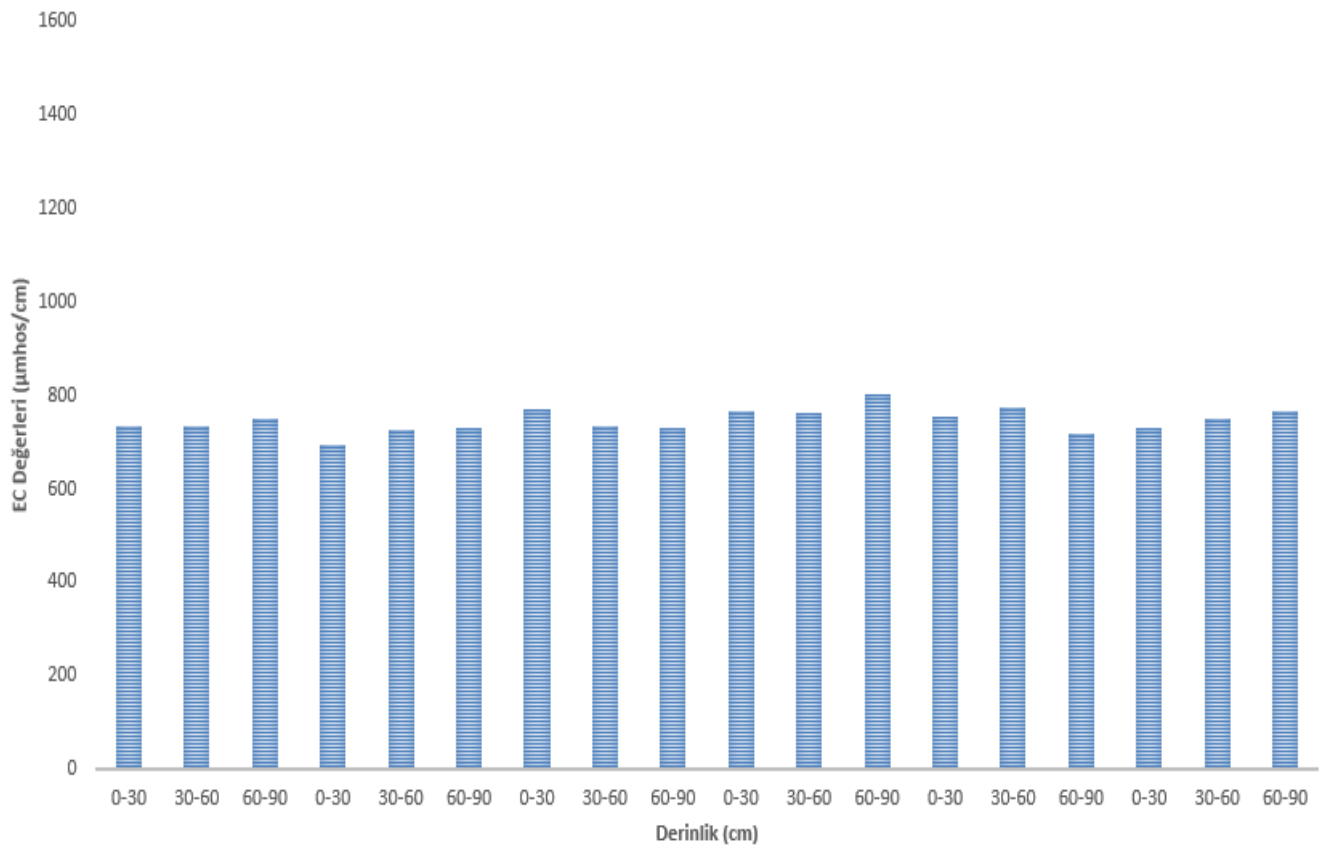
Şekil 4.12.'yi incelediğimizde ise derinlik bazında DSY değerlerinde fazla bir değişim göstermediğini söylemek mümkündür. Ayrıca Şekil 4.12'ye göre araştırma alanı topraklarında DSY değerinin sınır değeri olan %15'in altında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Araştırma Alanından Alınan Toprakların Fiziksel Özellikleri

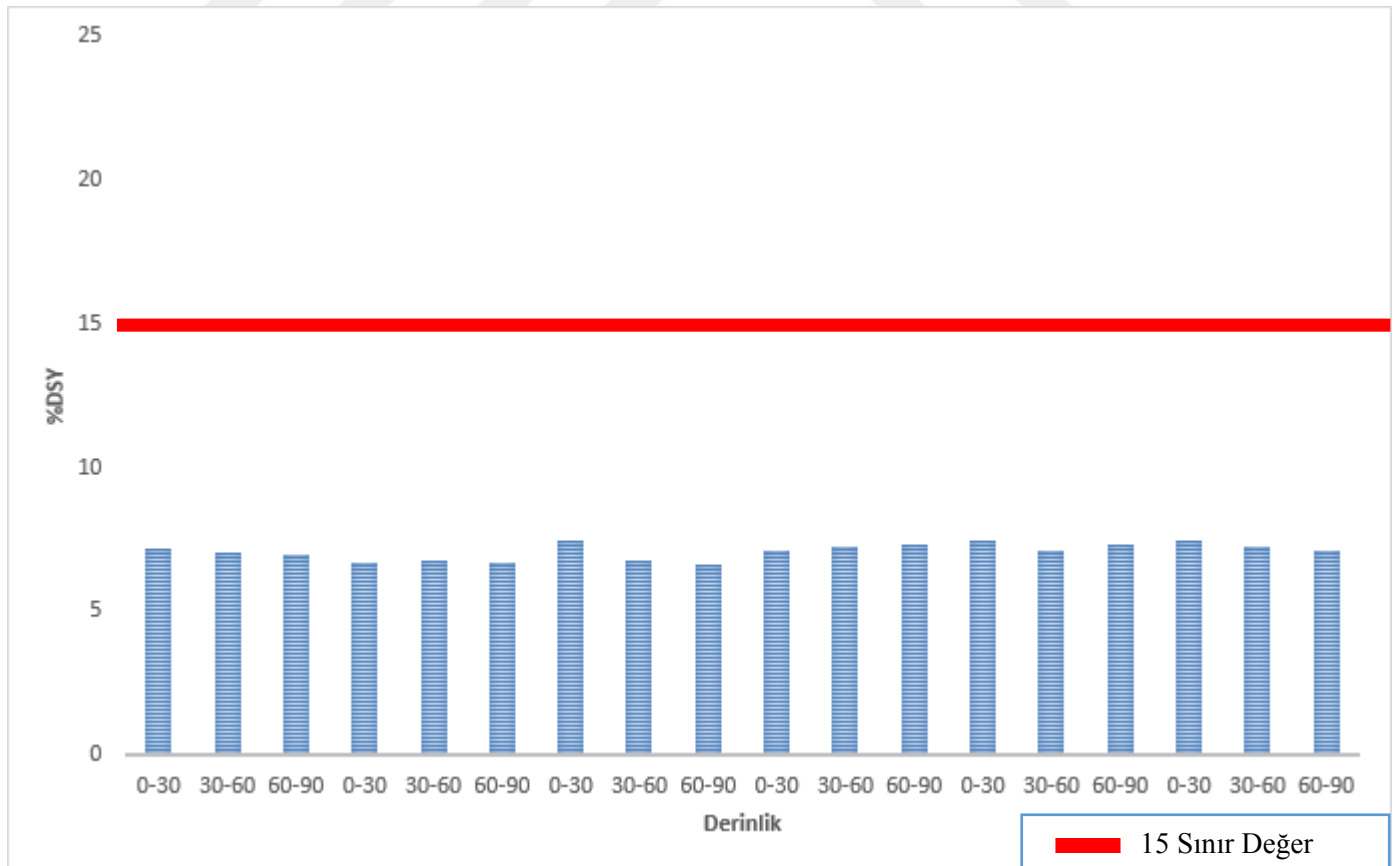
Toprak Örneğinin Alındığı		Saturasyon (%’si)	Tarla Kapasitesi (Hacim %)	Solma Noktası (Hacim %)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Toprak Bünyesi			
Parsel No	Derinlik					Kum %	Kil %	Silt %	Bünye
1	0-30	51,2	33,9	18,7	1,42	26,3	46,9	26,8	C
	30-60	52,0	38,7	20,3	1,46	36,4	35,7	27,9	CL
	60-90	47,6	37,8	20,5	1,41	38,2	45,9	15,9	C
2	0-30	57,4	28,7	19,2	1,42	29,2	45,7	25,1	C
	30-60	46,2	33,6	21,3	1,39	38,6	36,5	24,9	CL
	60-90	47,4	36,9	20,6	1,37	25,5	53,4	21,1	C
3	0-30	46,4	26,1	14,2	1,45	30,7	48,0	21,3	C
	30-60	48,8	27,9	14,9	1,44	37,6	45,0	17,4	C
	60-90	49,6	28,7	15,3	1,41	42,8	45,5	11,7	C
4	0-30	52,4	30,2	17,6	1,49	26,3	49,8	23,9	C
	30-60	49,6	30,8	17,2	1,48	34,9	46,0	19,1	C
	60-90	53,0	31,1	18,4	1,45	26,9	51,3	21,8	C
5	0-30	57,2	31,2	19,7	1,37	42,5	34,7	22,8	CL
	30-60	56,8	35,6	19,4	1,39	38,7	36,4	24,9	CL
	60-90	54,8	37,9	20,2	1,38	38,8	38,1	23,1	CL
6	0-30	47,4	26,4	16,8	1,41	31,9	44,4	23,7	C
	30-60	47,4	27,9	15,9	1,36	36,9	34,4	28,7	CL
	60-90	49,8	31,1	18,7	1,39	32,8	49,8	17,4	C

Çizelge 4.7. Araştırma Alanı Toprak Örneklerinin Kimyasal Özellikleri

Toprak Örneklerinin Alındığı		pH	EC x 10 ⁶ µmhos/cm 25°C	Suda Çözünebilir										KDK (me/100gr)	Değişebilir Katyolar			DSY (%)	Kireç (%)	Bor (ppm)
				Kasyonlar (me/l)					Anyonlar (me/l)											
Parsel No	Derinlik			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Toplam	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Toplam		Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺² +Mg ⁺²			
1	0-30	7,11	734	2,57	0,61	3,83	0,93	7,94	-	0,89	2,2	3,95	7,04	16,52	0,94	4,76	9,21	7,18	2,22	0,20
	30-60	7,25	734	2,57	0,81	3,21	0,47	7,06	-	0,97	2,1	3,85	6,92	16,21	1,03	3,62	12,54	7,05	1,89	0,80
	60-90	7,22	750	2,67	0,72	3,11	0,96	7,46	-	0,79	1,9	4,45	7,14	16,01	1,43	4,20	10,07	6,96	2,21	0,85
2	0-30	7,45	696	2,67	0,21	3,21	0,45	6,54	-	1,20	1,8	3,69	6,69	15,40	1,99	5,51	8,40	6,69	8,52	0,12
	30-60	7,57	727	2,57	0,82	3,20	0,55	7,14	-	1,40	2,0	3,76	7,16	15,50	1,38	4,13	10,65	6,74	9,62	0,49
	60-90	7,65	731	2,97	0,73	2,99	0,85	7,54	-	0,88	1,5	4,80	7,18	15,40	1,01	3,76	10,21	6,69	11,99	0,33
3	0-30	7,81	771	2,10	0,83	4,21	0,24	7,38	-	1,20	3,7	2,84	7,74	17,23	0,43	3,70	9,82	7,49	4,10	0,26
	30-60	7,90	736	2,52	0,95	3,21	0,65	7,33	-	0,99	3,2	2,96	7,15	15,50	0,75	3,63	11,99	6,74	10,57	0,23
	60-90	7,80	731	2,43	0,73	3,82	0,53	7,51	-	0,77	1,7	5,03	7,50	15,19	1,94	3,54	9,25	6,60	12,94	0,41
4	0-30	7,56	765	3,52	0,23	3,30	0,71	7,76	-	1,49	1,2	4,95	7,64	16,32	1,92	3,66	8,35	7,09	2,37	0,08
	30-60	7,60	762	3,60	0,12	3,53	0,21	7,46	-	1,60	1,0	4,69	7,29	16,72	1,62	3,23	11,89	7,27	1,58	0,14
	60-90	7,63	803	3,80	0,61	3,50	0,40	8,31	-	1,66	1,8	4,57	8,03	16,93	0,72	3,58	9,09	7,36	1,74	0,16
5	0-30	7,36	753	3,43	0,21	3,67	0,27	7,58	-	1,22	2,1	4,34	7,66	17,13	0,70	4,42	9,67	7,45	2,21	0,32
	30-60	7,44	775	3,53	0,51	3,41	0,47	7,92	-	0,69	2,3	4,14	7,13	16,32	1,20	4,65	10,29	7,09	2,21	0,17
	60-90	7,50	718	3,48	0,41	3,29	0,56	7,74	-	1,00	2,0	4,25	7,15	16,83	2,31	4,36	8,40	7,31	3,00	0,24
6	0-30	7,60	730	1,56	0,21	4,57	0,89	7,23	-	1,21	2,9	3,16	7,27	17,13	1,99	5,42	6,92	7,45	5,68	0,19
	30-60	7,61	752	1,84	0,70	4,40	0,89	7,83	-	1,17	1,9	4,34	7,41	16,72	1,81	3,42	9,42	7,27	5,99	0,32



Şekil 4.11. Toprak Örneklerinin EC- Derinlik İlişkisi



Şekil 4.12. Toprak Örnekleri DSY- Derinlik Değerler

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu araştırma; Konya- Sarayönü Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğü'ne ait sulu tarım alanlarının ve bu alanların sulanmasında kullanılmakta olan sulama sularının tuzluluk ve sodyumluluk yönünden etkileşimlerini tespit etmek amacı ile yürütülmüş bir çalışmasıdır. 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 arazilerde mevcut sulama suları ile sürdürülebilir bir tarım yapılabilmesi için bazı önerilerde bulunulmuştur.

Araştırma sonuçlarına göre;

- 1) Araştırma alanından mayıs, haziran, temmuz ağustos ve eylül aylarında alınan sulama suyu örneklerinin sulama suyu kalite değerleri birlikte değerlendirildiğinde pH'ları 6,08-7,45, elektriksel iletkenlikleri ise 1071-1989 $\mu\text{mhos/cm}$ arasında değişmiştir. Aylar bazında bakıldığında ise EC Değerlerinin mayıs ayından eylül ayına doğru nispeten arttığı gözlenmiş olup, bunun sebebinin ise yaz periyoduna doğru artan bitki su ihtiyacından dolayı aşırı su kullanımına bağlı kuyularda su seviyesinin nispeten düşmesi ve buna bağlı yer altındaki tuzlu suların kullanılmaya devam edilmesi olduğu düşünülmektedir. Ancak bu artışın sulama suyu sınıfında bir değişiklik oluşturmadığı da saptanmıştır. Suda çözülebilir katyon ve anyon yönünden bakıldığında; katyonlardan Ca^{+2} iyonlarının, anyonlardan ise HCO_3^- ve SO_4^{-2} iyonlarının hakim olduğunu söylemek mümkündür. Sodyum Adsorbsiyon Oranlarının (SAR) 1,00-1,40 arasında değiştiği, %Na değerlerinin 15,1- 25,0 arasında değiştiği ve bor konsantrasyonlarının 0,15-0,36 ppm arasında değiştiği görülmektedir. Bu değerler tuzluluk ve sodyumluluk yönünden incelendiğinde ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma sistemine göre C_3S_1 sulama suyu sınıfına girdiğini söylemek mümkündür. Bu sular, drenaj sorunu olmayan geçirgen toprakların sulanmasında sulama suyu olarak kullanılabilir. Drenaj sorunu olan killi topraklarda ise bu suların kullanımından kaçınılmalı ya da kontrollü ve tedbirli sulama yapılmalıdır.
- 2) Araştırma alanlarından alınan sulama suyu örneklerinin bor konsantrasyonları incelendiğinde, tüm örneklerin bor değerleri emniyetli sınır değeri olan 0,7 ppm'den düşük çıkmıştır. Bu durum toprak örneklerine de yansımış olup topraklarda bor toksisitesine (<4 ppm) rastlanmamıştır.
- 3) Araştırma alanlarındaki kuyu sularının tamamında tuzluluğun sulama suyu kalitesi yönünden yüksek çıkmasına rağmen bu sularla sulanan tarım arazilerinde tuzluluğun

görülmemesi bölgede iyi bir yıkamanın olduğunu veya bölgenin sulamaya yeni açılmasından dolayı henüz tuzluluk sorunlarının ortaya çıkmadığı söylenebilir.

- 4) Sulama suyu örneklerinden kuyulardan alınan su örneklerinin tamamının tuzluluk yönünden emniyetli sınırın üstünde olmasından dolayı, bu suların tuzluluk açısından sulamada kullanılmasının uygun olduğunu söylemek mümkün değildir.
- 5) Araştırmanın yürütüldüğü tarım alanlarından alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel analiz sonuçlarına göre; toprakların saturasyon yüzdeleri 46,2-57,4, hacim ağırlıkları 1,36-1,49 arasında olup bünyeleri killi ve killi-tınlı olarak değişiklik göstermiştir.
- 6) Araştırmanın yürütüldüğü tarım alanlarından alınan toprak örneklerinde yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre; pH 7,11- 7,90 arasında, elektriksel iletkenlik 696-803 $\mu\text{mhos/cm}$ arasında değişmektedir. Katyon değişim kapasiteleri (KDK) 15,19-17,23 me/100gr arasında, değişebilir sodyum yüzdeleri (DSY) % 6,60-7,49 arasında, kireç yüzdeleri 1,58-12,94 ve bor konsantrasyonu 0,08-0,85 ppm arasındadır.
- 7) Araştırma alanlarından alınan toprak örneklerinin DSY değerleri incelendiğinde, örneklerin tamamının DSY sınır değeri olan %15'in altında olduğu tespit edilmiştir.
- 8) Topraklarda tuz ve bor birikmesinin henüz büyük derecede olmayışının önemli bir nedeni sulama ile tuz birikimi için yeterli sürenin geçmemiş olmasıdır. Araştırma alanı topraklarının yer altı su kaynağından sulanmasının yaklaşık 10 yıllık bir geçmişi vardır. Bu sayılan etmenler dışında araştırma alanında su uygulama randımanı yüksek yağmurlama sulama sisteminin yaygın kullanılması da topraklarda tuz birikmemesinin sebeplerinden biridir.

5.2 Öneriler

Konya- Sarayönü Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğü'ne ait sulu ziraat alanlarının ve bu alanların sulanmasında kullanılmakta olan sulama sularının tuzluluk ve sodyumluluk yönünden etkileşimlerini tespit etmek amacı ile yürütülmüş bu araştırmada elde edilen sonuçlara göre gerekli bazı öneriler aşağıda verilmiştir.

- 1) Araştırma sonuçlarına göre; araştırma alanındaki sulama suyu kaynaklarının büyük bir çoğunluğunda tuzluluk problemi olmasına karşın, bu sulama sularıyla sulanan tarım arazilerinde tuzluluk sorunu görülmemektedir. Ancak sulama geçmişinin çok fazla olmamasından dolayı tuzluluk sorunu görülmeyen bu arazilerde uzun vadede sorunla karşılaşılması ihtimali yüksektir. Bu nedenle bölgedeki su kaynaklarının kalite yönünden geliştirilmesi ve kaliteli sulama suları bir an önce bölge topraklarına ulaştırılması gereklidir.

- 2) Bölgedeki tarım arazilerinde tuzluluk- sodyumluluk problemi görülmemesine rağmen mevcut su kaynaklarındaki tuzluluk problemi göz önünde tutulduğunda ileriki yıllarda karşılaşılması muhtemel sorunlardan dolayı bölgede drenaj planlamasının ve gerek duyulan noktalarda tesviye işlemlerinin dikkatle yapılması gerekmektedir. Bunun dışında çalışma alanında tuza dayanıklı bitki (Arpa, Pancar vb.) yetiştiriciliği ile de olası sorunların geciktirilmesi sağlanabilir.
- 3) Zirai faaliyetlerin yanında tarım arazilerinin fiziksel özelliklerinin düzeltilmesi amaçlı çalışmalar yapılması, toprakların organik madde içeriğinin artırılması ve uygun münavebe tedbirlerinin alınması gerekmektedir.
- 4) Bölgedeki su kaynaklarının aynı rezervden beslendiği düşünüldüğünde işletme dışındaki civar köylerdeki çiftçilere su kalitesi ve tuzluluk sorunları, uygun sulama yöntemlerinin kullanımı ve önemi hakkında Gözlü Tarım İşletmesi Müdürlüğü yönetimi, bölgedeki ilgili tarım kuruluşları ve üniversitenin ilgili bölümleri tarafından eğitim verilmeli, seminerler ile bilgilendirme yapılması gereklidir.
- 5) Tuzlu sularla tarımsal faaliyetler yapılırken, uygun drenaj şartlarında sulama suyuna ilaveten yıkama suyu da verilmelidir. Bu konuda da bölge çiftçisine gerekli bilgilendirmelerin yapılması oldukça önemlidir.
- 6) Araştırma bölgesindeki topraklarda henüz tuzluluk sorunu görülmemesine rağmen suların tuzlu olmasından dolayı ileriki yıllarda toprak tuzluluğu sorunu görülmesi ihtimali vardır. Bu sorunla karşılaşılması durumunda uygun drenaj şartlarının sağlanması koşuluyla iyi kalite sularla yıkama yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdelfattah, M. A. ve Shahid, S. A., 2007, A Comparative Characterization and Classification of Soils in Abu Dhabi Coastol Area in Relation to Arid and Semi-Arid Conditions Using USDA and FAO Soil Classification Systems, *Arid Land Research and Management. Journal of Native and Agricultural soil Environments*, 21, 245-271.
- Achakzai, A. K., Kayani, S., A. ve Hanif, A., 2010, Effect of Salinity on Uptake on Micronutrients in Sunflower at Early Vegetative Stage, *Pak. J. Bot.*, 42(1), 129-139.
- Ahmad, S., Ghafoor, A., Qadir, M. ve Aziz, A., 2006, Amelioration of A Calcareous Saline- Sodic soil By Gypsum Application and Different Crop Rotations *International Journal of Agriculture & Biology*, 1560-8350/2006/08-2-142-146.
- Akış, A., Kaya, B., Sefarov, R. ve Başkan, H. O., 2005, Harran Ovası ve Çevresindeki Tarım Arazilerinde Tuzluluk Problemi ve Bu Problemin İklim Özellikleri İlişkisi, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21-38.
- Altan, T., Kanber, R., Özbek, H. ve Şekeroğlu, E., 2003, Tarım ve Çevre, <http://www.tmmobzmo.org.tr/docs/13.doc>, Antalya:
- Anapalı, Ö., 1991, Iğdır ovası tuzlu, sodyumlu ve borlu topraklarının kademeli jips uygulaması ve yıkama ile ıslahı, Erzurum Köy Hizmetleri Araş. Enst. Müd. Yayın No:31, Erzurum.
- Angın, İ., 2010, Tuzlu- Sodik ve Sodik Toprakların Islahına Farklı Bir Yaklaşım: Yeşil Islah, *Erzincan Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 103-116.
- Anlıatamer, E., 2007, Ankara Haymana Türkşerefli Göleti Sulama Alanındaki Toprakların Sulama Parametreleri ve Tuzluluk Yönünden incelenmesi, A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Y. L. Tezi, Ankara.
- Anonim, 2013, <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim Tarihi:21.06.2017):
- Anonim, 2016a, <http://www.tuik.gov.tr/ilGostergeleri/iller/KONYA.pdf>, (Erişim Tarihi: 26.09.2017):
- Anonim, 2016b, Sarayönü Gözlü Tarım İşletmesi Resmi Evrakları.
- Arslan, Y., Katar, D., Güler, S., Subaşı, A., Subaşı, İ. ve Bülbül, A., 2012, Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Döneminde Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Tuza Toleransının Belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(2), 6-11.
- Ayrancı, Y., 2006, Muğla Ortaca Yöresi Sera Sulama Sularının Kalitelerinin Belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (39), 32-36, Konya.
- 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:

- Basil, E. S. ve R., S., 2002, Response of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to Salina Soil and Irrigation: II. Crop Response to Salinity, *Agricultural Water Management*, 54(1), 81-92.
- Bayraklı, F., 1996, Toprak Kimyası, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları: 20, Konya.
- Biryan, H., 2011, Konya İli Tarım Alanlarında Arazi Islah İhtiyacı Ve Bu Amaçla Yapılan Çalışmalar, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Y. L. Tezi, Konya.
- 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. ve Fireman, M., 1952, Exchangeable Cation Analyses of Saline and Alkali Soils, *Soil Sci*, Vol, 73.
- Budak, M., 2012, Tuzlu Alakli Toprakların Oluşumu, Sınıflandırılması Ve Klasik Toprak Etüd Ve Jeostatistik Yöntemlerle Haritalanması, Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Tokat.
- Candemir, F. ve Gülser, C., 2011, Effects of different agricultural wastes on some soil quality indexes in clay and loamy sand fields., *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42(1):13-28.
- Chartzoulakis, K., Psarnas, G., Moutsopoulou, M. ve Stefanoudaki, E., 2010, Application of olive mill wastewater to a Creatan olive orchard: Effects on soil properties, plant performance and the environment *Agriculture Ecosystems & Environment*, 138 (3-4):293-298.
- Chhabra, R., 2005, Classification of Salt- Affected Soils. Arid Land Research and Management, *Journal of Native and Agricultural Soil Environments*, 19:61, 79.
- Çağlar, K. Ö., 1958, Toprak İlmi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 10, Ders Kitabı No: 2, Ankara.
- Çalışkan, D., 2010, Ankara Çayı'nın Tarımsal Sulama Amaçlı Kullanılabilirliğinin Araştırılması, G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Y. L. Tezi, Ankara.
- Çamoğlu, G., Ölgen, K., Karataş, B. S. ve Aşık, Ş., 2006, Menemen Sulama Sisteminde Taban Suyunun Zamana ve Mekana Göre Değişiminin Değerlendirilmesi: Maltepe Ana Kanalı Örneği, 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 13-16 Eylül, İstanbul, s:423-430.
- Çamurcu, H., 2005, Dünya nüfus artışı ve getirdiği sorunlar, *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(3):87-105.
- Çerçioğlu, M., Kara, R. S. ve Okur, B., 2017, Kütahya- Simav Yöresi Sera Topraklarının ve Sulama Suyu Özelliklerinin Araştırılması Üzerine Bir Ön Çalışma, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 54(1):61-70.
- Çiftçi, N., 1987, Konya TİGEM Arazisinde Taban Suyu Toprak Tuzluluğu İlişkileri Üzerine Bir Araştırma, A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Y. L. Tezi, Ankara.

- Çiftçi, N. ve Güngör, Y., 1987, Konya TİGEM Arazisinde Taban Suyu Toprak Tuzluluğu İlişkileri Üzerinde Bir Araştırma, A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 66s, Ankara.
- Çiftçi, N., Topak, R., Yılmaz, A. M. ve Süheri, S., 2004, Konya Ovası Tuzlu Sodyumlu Topraklarında Jips Uygulaması, Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu, T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü Bildiri Kitabı, s 117-121, Ankara.
- Çulha, Ş. ve Çakırlar, H., 2012, Tuzluluğun Bitkiler Üzerine Etkileri Ve Tuz Tolerans Mekanizmaları, *Afyon Kocatepe Üniv. Fen Bilimleri Dergisi*, 11-34.
- Delilah, W., Irving, M. C., Shannon, V. A., Breda, B. E. ve Mackey, 1988, Salinity Effects on Yield and Oil Quality of High- Linoleate and High- Oleate Cultivars of Safflower, *J. Agric. Food Chem*, 36(1), 37-42.
- Demiralay, İ., 1977, Toprak Fiziği Uygulaması, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Domzal, H., Gostkowka, K., Furczak, J., Blielinska, J. ve Paranagal, J., 1994, Physical, chemical and biological degradation of agriculturally utilized soil, *ISTRO Proceedings. Aalborg, Denmark*, 1: 31-316.
- Dudal, R., 1982, Land degradation in a world perspective, *Journal of Soil Water Conservation*, 37: 245-249, 37: 245-249.
- Garcia-Lozano, B., Alcantara-Parras, L. ve de Albarnoz-Carrillo, M. T., 2011, Effects of oil mill wastes on surface soil properties, runoff and soil losses in traditional olive groves in southern Spain, *Catena*, 85: 187-193.
- Göl, C. ve Dengiz, O., 2006, Amasya (Kapaklı) orman fidanlığı topraklarının sınıflandırılması ve bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(3): 330-339.
- Güngör, Y. ve Erözel, A. Z., 1994, Drenaj ve Arazi Islahı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1341, Ders Kitabı No: 389, Ankara.
- Gürçan, S., 2016, Ankara Haymana Soğulca Köyü Sulama Kooperatifi Sulama Sahasındaki Su Kaynaklarının Sulama Suyu Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesi, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Y. L. Tezi, Konya. .
- Husain, S., Munns, R. ve Condon, A. G., 2003, Effect of Sodium Exclusion Trait on Chlorophyll Retention and Growth of Durum Wheat in Saline Soil, *Australian Journal of Agricultural Research*, 54 (589-597).
- İşcan, S., Tepeli, E., Uyan, A., Yaşar, M., Çavdar, A., 2001, Sulamanın Temel Esasları 1, T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Adana Ziraat Üretim İşletmesi ve Mekanizasyon Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Yayın No: 2, Adana.
- Jeganathan, N., Pain, A., 1982, Studies on Salinity and Sodidity of the Rice Growing Grumusols of Murunkan, *Tropical-Agriculturist* 1982, 138, 117-124. Reg. Res. Cent. Kilinochchi, Sri Lanka.

- Kanber, R., Kırdar, C. ve Tekinel, O., 1992, Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yay. No. 21, Ders Kitapları Yay. No. 6, Adana, 241s. .
- Kanber, R., Çullu, M. A., Kendirli, B., Antepli, S. ve Yılmaz, N., 2005, Sulama, Drenaj ve Tuzluluk, www.zmo.org.tr/etkinlikler/6tk05/013rizakanber.pdf:
- Kara, M., Çiftçi, N. ve Şimşek, H., 1991, Selçuk Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Çomaklı Arazisinde Taban Suyu Karakteristikleri ve Tarla İçi Drenaj Kriterleri Tespiti Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Araştırma Fonu, Proje No. ZF 89/124, Konya.
- Kara, M., 2005, Sulama ve Sulama Tesisleri, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya.
- Kara, Ö., 2010, Konya Sarayönü Gözlü Köyü Sulama Kooperatifi Sulama Sahasındaki Toprak ve Su Kaynaklarının Tuzluluk Yönünden Değerlendirilmesi, S. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Y. L. Tezi, Konya.
- Kavvadias, V., Doula, M. K., Komnitsas, K. ve Liakopoulou, N., 2010, Disposal of olive oil mill wastes in evaporation ponds: Effects on soil properties, *Journal of Hazardous Materials*, 182(1-3): 144-155.
- 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. .
- Kelley, W. P., 1951, Alkali Soils, Their Formation, Properties And Reclamation, Reinhold Publishing Corporation, NewYork, U.S.A.
- Koç, D. L., 2011, Aşağı Seyhan Ovası Tuzlu- Sodyumlu Toprakların Farklı Yöntemlerle İyileştirilmesi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü D. Tezi, Adana.
- Korkmaz, N., Gündüz, M. ve Aşık, Ş., 2016, Gediz Nehri'nin Güneyindeki Tarım Alanlarının Taban Suyu Seviyesi ve Kalitesinin Zamansal Değişimi, *Derim*, 33 (2):263-278.
- Marinova, E. ve Reihi, S., 2009, Carthamus Species in The Ancient Near East and South- Eastern Europe: Archaeobotanical Evidence for Their Distribution and Use A Source of Oil, *Vegetation History and Archaeobotany*, 18(4): 341-349.
- Minareci, Ö. ve Öztürk, M., 2012, Manisa İli Baraj Göllerinde Bor Kirliliğinin Araştırılması *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(1), s. 25-29, Manisa.
- Özcan, H. ve Çetin, M., 2000, The Relationship Between Groundwater and Soil Salinity in the Eastern Mediterranean Coastal Region, Turkey, M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil, 21-24 Sept. Menemen, İzmir, 370-374.
- Özer, N., 2004, Dünya ve Türkiye'de Tuzluluk Durumu ve Eğilimler, Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu, Ankara.
- Öztaş, T., 1997, Toprak degradasyonu, *Ekoloji Çevre Dergisi*, 22: 31-33.

- Öztürk, A., 2004, Tuzluluk ve Sodyumluluğun Oluşumu, Bitki ve Toprağa Etkileri, Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu, Ankara.
- Paterson, A. R., 2001, Consideration of Soil Sodidity when Assessing Land Application. Environmental & Health Protection Guidelines Technical Sheet reference01/7, [www.dlg.gov.au/dlg/dlghome/document/septicsafe/draftsodidity, pdf](http://www.dlg.gov.au/dlg/dlghome/document/septicsafe/draftsodidity.pdf).
- Qadir, M. ve Schubert, S., 2002, Degradation Processes and Nutrient Constraints in Sodic Soils, *Land Degrad. Devel.*, 13:275-93.
- Richarss, L. A., 1954, Diagnosis And Improvement of Salin And Alkali Soils. US Dept. Agric., Agric Handb. No. 60.
- Sağlam, T., 1978, Toprak Kimyası, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Teksiri, Erzurum.
- Saltalı, K., 2000, Alkali Toprakların İyileştirilmesinde Tütün Tozunun Kullanımı, *GOÜ Ziraat Fak. Dergisi*, 17(1), 141-145.
- Shannon, M. C., 1997, Adaptation of Plants to Salinity, *Advances in Agronomy*, 60:75-120.
- Singla, R. A. G., N., 2005, Influence of Salinity on Growth and Yield Attributes in Chickpea Cultivars *Turk J. Agric. For.*, 29:231-235.
- Sohota, N. S. ve Bhumbla, D. R., 1969, Effect of Leaching Saline Alkali Soils Borun and Exchangeable Calcium and Sodiul of Soils, *Indian J. Agr. Sci.*, Vol: 40, No: 9.
- Soyergin, S., 2003, Organik Tarımda Toprak Verimliliğinin Korunması, Gübreler ve Organik Toprak İyileştiricileri, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, <http://www.selcuk.edu.tr/dosyalar/files.pdf>, 20.10.2017.
- Sönmez, B. ve Beyazgül, M., 2014, Türkiye’de tuzlu ve sodyumlu toprakların ıslahı ve yönetimi. http://makinecim.com/bilgi_56262. Erişim: 20.10.2017.
- Sönmez, İ. ve 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.
- Şeker, C., 1999, Killi tın toprağın pomza, kum ve ahır gübresiyle hazırlanmış karışımlarının sıkıştırma penetrasyon dirençleri, *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(19): 114-123.
- Taş, İ. ve Öztürk, A., 2011, Karaman- Ayrancı Tuzlu Alkali Toprakların Islahında Jips Kullanımı, *KSÜ Doğa Bil. Derg*, 14 (1), Karaman.
- Taş, İ., Yıldırım, Y. E., Özkay, F. ve Aras, İ., 2013, Ulusal Kop Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, 14-16 Kasım 2013, Konya.
- Tekin, S., 2011, Tuzlu Sulama Sularının Buğdayda Verim ve Kaliteye Etkisi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü D. Tezi, Adana.

- Turgut, B. ve Aksakal, E. L., 2010, Fiğ samanı ve ahır gübresi uygulamalarının toprak aşınım parametreleri üzerine etkileri *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11(1):1-10.
- Üstüner, H., 2012, Gediz Nehri Bazı Su Kalite Parametrelerinin Zamansal ve Mekansal Değişimi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü D.Tezi, İzmir.
- Warrence, N. J., Bauder, J. W. ve Pearson, E. K., 2002, Basic of Salinity And Sodicity Effects on Soil Physical Properties.
- Will, E. ve E., F. J., 2005, Irrigation Water Quality For Greenhouse Production. Agricultural Extension Service, PB 1617, The University of Tennessee, USA.
- Witt, H. H., 1986, Effect of Irrigation Water Quality on Pot Azaleas. *Deutscher Gartenbau*, 1986, 40: 44, 2066-2069. Lehr-und Versuchsanstalt für Gartenbau der Landwirtschaftskammer Weser. Ems. 2903 Bad Zwischenahn, German Federal Republic.
- Yeter, T. ve Yurtseven, E., 2015, Sulama Suyu Tuzluluğu ve Yıkama Gereksinimi Oranlarının Yoncada Çimlenme ve Gelişmeye Etkisi, *Toprak Su Dergisi*, 4(1):36-42.
- Yıldırım, B., 1981, Eskişehir Beylikahır yöresi tuzlu sodyumlu ve borlu toprakların ıslahı için gerekli jips yıkama suyu miktarı ve ıslah süresinin tespiti, Eskişehir Bölge Topraksu Araş. Enst. Müd. Yayınları, yayın No:167, Eskişehir.
- Yıldız, F., Selvi, H. Z. ve 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, M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Y. L. Tezi, Muğla.
- Yılmaz, A. M., 2001, Konya Ovası Tuzlu- Sodyumlu Toprakların Islahı Üzerine Bir Araştırma, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Konya.
- Yurtsever, E. ve Güngör, Y., 1990, Değişik Tuzluluk Düzeylerindeki Sulama Sularının Toprak Tuzlulaşmasına Etkisi. *Doğa Tr. J. Of Agriculture and Forestry* 14: 555-561.
- Yurtsever, E., Öztürk, H. S., Avcı, S., Altınok, S. ve Selenay, M. F., 2012, Farklı Sulama Suyu Kalitesi ve Yıkama Oranı Uygulamalarında Profil Tuzluluğunun Değişimi, *Toprak Su Dergisi*, 1 (1), s. 38-46.
- Zengin, M., Bayraklı, F. ve Çetin, Ü., 2002, Properties of Irrigation Water Quality in Konya Closed Basin, *S. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 16(29): (2002) 65-71, Konya. .
- Zengin, M., 2015, How Soil Fertility is Increased in Agriculture?, *Int. Conference on Science, Ecology and Technology*, Page 8, Vienna, Austria.
- Zengin, M. ve Aydın, Ş., 2016, Problems of Our Agricultural Soils and Solutions, 2. *Int. Conference on Science, Ecology and Technology*.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ceren Mutlu ALPÖZEN
Uyruğu : T. C.
Doğum Yeri ve Tarihi : İzmir, 10.01.1989
Telefon : 05064349406
Faks :
e-mail : ceren_dg_89@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Yatağan Yabancı Dil Ağırlıklı Lise	2007
Üniversite	: Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fakültesi	2011
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Ens.	
Doktora	:	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2013	TİGEM/ Gözlü TİM	Ziraat Mühendisi

UZMANLIK ALANI Tarımsal Yapılar ve Sulama

YABANCI DİLLER İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Alpözen, C. M., 2011. Halileli Köyü Arazi Kullanımının Belirlenmesinde Uzaktan Algılama Yöntemlerinin Kullanımı, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Lisans Tezi, Çanakkale.

Aktaş, H., Alpözen, C. M., 2014. Soya Proteini ile Göğüs Kanseri İlişkisi, Harmantime Dergisi 15: 76-77, Konya. ISSN: 2147-6004

Aktaş, H., Alpözen, C. M., 2014. Pamukta Defoliant Kullanımı, Harmantime Dergisi 18: 52-54, Konya. ISSN: 2147-6004

Aktaş, H., Alpözen, C. M., 2015. Bahçedeki Eczane "Kaktüs Meyvesi", Harman Time 27: 66-68, ISSN: 2147-6004