T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA'DA, PATATES TARIMINDA, FARKLI SULAMA YÖNTEMLERİNİN TOPRAKTAKİ TUZ DAĞILIMINA ETKİSİ

Nurcan ÇİVİCİOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Temmuz-2010
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA'DA, PATATES TARIMINDA, FARKLI SULAMA YÖNTEMLERİNİN TOPRAKTAKİ TUZ DAĞILIMINA ETKİSİ

Nurcan ÇİVİCİOĞLU

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

2010, 54 Sayfa

Jüri
Danışman: Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
Üye: Doç. Dr. Mehmet ZENGİN
Üye: Yrd. Doç. Dr. Ahmet Melih YILMAZ

Bu araştırma ile patates tarımında; karık, yağmurlama ve damla sulama yöntemi uygulamalarının toprak profilindeki tuz dağılımına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sulama yöntemlerinin hepsinde sulama aralığı 7 gün olup, parsellere her sulamada, eksilen toprak nemini tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu verilmiştir. Sulama suyu miktarının belirlenmesinde, Δt Profil Probe cihazından faydalanılmıştır.

Araştırma sonucunda; deneme başlangıcı ve sonrasındaki tuz değerlerinde, 0 – 30 cm ve 30 – 60 cm katmanı için en fazla düşüş sırasıyla, % 52,9 ve % 52,6 ile karık sulama yönteminde; 60 – 90 cm ve 90 – 120 cm katmanında ise en fazla artış sırasıyla, % 58,8 ve % 54,6 ile yağmurlama sulama yönteminde görülmüştür. Toprakta en fazla tuz birikimi 0 – 60 cm derinliğindeki katmanlar için damla sulama yönteminde, 60 – 120 cm derinliğindeki katmanlar için ise yağmurlama sulama yönteminde gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak tuzluluğu, Sulama, Sulama yöntemi, Patates

ABSTRACT

MS THESIS

THE EFFECTS OF DIFFERENT IRRIGATION METHODS IN POTATO CULTIVATION ON SOIL SALT DISTRIBUTION AT KONYA REGION

Nurcan ÇİVİCİOĞLU

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN DEPARTMENT OF FARM STRUCTURES AND IRRIGATION

Advisor: Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

2010, 54 Pages

Jury

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

In this studay, it is aimed to determine the effects of furrow, sprinkler and drip irrigation methods on soil profile salt distribition. The irrigation interval at all irrigation methods was 7 (seven) day, the deficit water content of soil was replenished to the field capacity in each irrigation (FC). The irrigation content of soil was measured by DeltaT Profil Probe moisture meter.

As a results of the study, it was observed that maximum decrease between the initial and final electric condoctivity (EC) occured in furrow irrigation method at the soil depth of 0 – 30 cm and 30 – 60 cm with value %52,9 and %52,6 respectively, at the soil dept of 60 – 90 cm and 90 – 120 cm, maximum increase occored in sprinkler irrigation method with values %58.8 and %54,6 repsectively. The maximum salt accumulation was observed at the soil depth of 0 – 60 cm in drip irrigation method and at the soil depth of 60 – 120 cm in sprinkler irrigation.

Keywords: Soil salinity, Irrigation, Irrigation methods, Potato.

ÖNSÖZ

Sulama, tarımsal üretimdeki en önemli teknolojik girdilerden birisidir. Bitki su ihtiyacının karşılanması ve diğer tarımsal girdilerin etkinliğinin artırılması nedeni ile sulama, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, tarım açısından son derece önemlidir.

Konya Ovası su kaynakları yönünden oldukça sınırlı bir bölgedir. Gerek iklimsel faktörlerden ve gerekse tarımda bilinçsiz ve aşırı su kullanımından dolayı kullanılabilir su kaynakları giderek azalmaktadır. Bu da bölgede mevcut su sıkıntısının daha da artmasına, drenaj probleminin ortaya çıkmasına ve dolayısıyla toprakların tuzlulaşmasına sebep olmaktadır.

Toprak tuzluluğu, nemli bölgelerde sorun teşkil etmemesine rağmen kurak bölgelerde üretimi etkileyen önemli bir problemdir. Bu tip alanlarda yağış yetersizliği sebebiyle zamanla tuz birikimi olmakta ve dolayısıyla kullanılan sulama yöntemi, toprak profilindeki tuz dağılımını önemli ölçüde etkilemektedir.

Yapılan bu araştırma ile, Konya Ovası'nda, tarımı yapılan patates bitkisinde yaygın bir şekilde uygulanan karık, yağmurlama ve damla sulama yöntemlerinin, toprak profilindeki tuz dağılımına olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu tezin hazırlanması ve yüksek lisans eğitimim süresince yardımlarını benden esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ'ye, bölüm başkanımız sayın Prof. Dr. Mehmet KARA'ya, bu projenin planlanıp yürütülmesinde, arazi çalışmalarında, laboratuar ve tez yazım aşamasında hep yanımda olan bölüm öğretim elemanları Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN'e, Dr. Sinan SÜHERİ'ye ve Arş. Gör. Duran YAVUZ'a, sonuçların değerlendirilmesi safhasında çalışmalarıma destek olan Yrd. Doç. Dr. Ahmet Melih YILMAZ'a ve Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğretim elemanlarına en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca projenin yürütülmesinde gerekli olan maddi kaynağı sağlayan S.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne ve çalışmalarım sırasında sabırla her zaman yanımda olan sevgili aileme ve dostlarıma teşekkür ederim.

Nurcan ÇİVİCİOĞLU

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 6
2.1. Sulama Suyu Kalitesi – Toprak Tuzluluğu 6
2.2. Sulama Metodu – Tuzluluk İlişkisi 11
2.3. Sulama Suyu Kalitesi – Bitki Verim İlişkisi 13
3. MATERYAL VE METOD 15
3.1. Materyal 15
3.1.1. Araştırma alanının yeri 15
3.1.2. İklim özellikleri 16
3.1.3. Araştırma alanının tarımsal yapısı 18
3.1.4. Araştırmada kullanılan bitki çeşiti 19
3.1.5. Araştırma alanının toprak–su kaynakları 20
3.1.5.1. Toprak özellikleri 20
3.1.5.2. Sulama suyu özellikleri 22
3.2. Metod 22
3.2.1. Deneme parsellerinin oluşturulması 23
3.2.2. Sulama zamanı tayini ve sulama zamanları 26
3.2.3. Toprak ve su örneklerinin alınması 27
3.2.4. Deneme süresince yapılan kültürel işlemler 28
3.2.5. Uygulanan analiz yöntemleri 29
3.2.5.1. Toprak örneklerinde uygulanan analiz metotları 29
3.2.5.2. Su örneklerinde uygulanan analiz metotları 30
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 31
4.1. Araştırmada Kullanılan Sulama Suyu Özellikleri 31
4.2. Araştırma Alanı Deneme Öncesi ve Sonrası Toprak Özellikleri 32
4.3. Deneme Süresince Toprak Profilindeki Tuz Hareketi 35
4.3.1. Karık sulama yönteminde toprak profilindeki tuz değişimleri 35
4.3.2. Yağmurlama sulama yönteminde toprak profilindeki tuz değişimleri 38
4.3.3. Damla sulama yönteminde toprak profilindeki tuz değişimleri 42
4.4. Profildeki Tuz Dağılımının Sulama Yöntemlerine Göre Değişimi 45
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 48
6. KAYNAKLAR 50

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Konya iline ait bazı meteorolojik veriler 17
Çizelge 3.2. Konya ili arazi kullanım durumu 18
Çizelge 3.3. Konya ilinde bazı tarla bitkileri ekim alanları ve alınan ürün miktarları. 19
Çizelge 3.4. Araştırma alanı topraklarının deneme öncesi bazı kimyasal özellikleri .. 21
Çizelge 3.5. Deneme süresince verilen sulama suyu miktarı..... 26
Çizelge 3.6. Toprak örneklerinin alınma dönemleri 27
Çizelge 4.1. Araştırmada kullanılan sulama suyunun kimyasal özellikleri 31
Çizelge 4.2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri 32
Çizelge 4.3. Deneme alanı topraklarının deneme öncesi ve sonrası bazı kimyasal özellikleri 33
Çizelge 4.4. Karık sulama yönteminde profildeki pH ve EC değişimleri..... 35
Çizelge 4.5. Yağmurlama sulama yönteminde profildeki pH ve EC değişimleri..... 39
Çizelge 4.6. Damla sulama yönteminde profildeki pH ve EC değişimleri 42
Çizelge 4.7. Sulama sezonu öncesi ve sonrası tuzluluk değişimi 45

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Araştırma alanının yeri 15
Şekil 3.2. Araştırma alanı deneme parselleri planı 23
Şekil 3.3. Damla sulama yöntemi uygulanan parselden bir görünüş 24
Şekil 3.4. Yağmurlama sulama yöntemi uygulanan parselden bir görünüş..... 25
Şekil 3.5. Karık sulama yöntemi uygulanan parselden bir görünüş..... 25
Şekil 4.1. Karık sulama yönteminde profildeki EC değişimleri 36
Şekil 4.2. Yağmurlama sulama yönteminde profildeki EC değişimleri 40
Şekil 4.3. Damla sulama yönteminde profildeki EC değişimleri..... 43
Şekil 4.4. Araştırma alanı topraklarının deneme öncesi ve sonrası EC değişimleri 47

1. GİRİŞ

İnsanların gıda ihtiyacı, dünya nüfusuna paralel olarak artış göstermekte ve tüm dünya ülkelerini ilgilendiren bir sorun olarak güncelliğini korumaktadır. Gıda üretimi ve tüketimi arasındaki denge, ancak tarımsal üretimin arttırılması ile sağlanabilecektir. Bunun için mevcut kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve birim alandan kaliteli ve maksimum verim alınması şarttır. Kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde bitkisel üretimi artırmak için yapılan teknolojik işlemlerin başında sulama gelir.

Doğal kaynakların her geçen gün biraz daha azalması, su ve toprak kaynaklarının ekonomik ve verimli bir şekilde kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Canlılığın devamı için gerekli olan en önemli doğal kaynak sudur. Su, dünyada istenilen yer ve zamanda, yeterli miktar ve kalitede bulunmayan, yenilenebilir ancak, sınırlı bir kaynak olması nedeniyle tarihi süreçte toplumların her katmanını ilgilendiren stratejik bir doğal kaynak olmuş ve olmaya da devam edecektir.

Su kaynaklarının devamlılık ilkesi çerçevesinde kullanılması suyun her alanda etkin kullanımı ile mümkün olmaktadır. Suyun en çok kullanıldığı alan ise tarımsal sulamadır. Sulama, doğal yağışlarla karışlanamayan kültür bitkileri su ihtiyacının istenilen zaman, miktar ve kalitede, kontrollü bir şekilde bitki kök bölgesinde depolanmasını sağlamaktır (Kara, 2005). Kurak ve yarı kurak alanlarda tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli faktör sulama suyunun yetersiz olmasıdır.

Geleceğe yönelik sulama etkinliğinin artırılmasında en önemli araç, verimli bir tarımsal üretim, uygun araştırma tekniklerini içinde barındıran, gelişmiş sulama teknolojisini kullanan ve etkin bir bilgi sistemine sahip su ve sulama yönetimidir.

Sulamada kullanılan sular, gerek yüzey suları gerekse yeraltı suları olsun saf değildir. Yeraltı suları, biriktikleri yere ulaşıncaya kadar geçen safhada veya biriktikleri aküferde temas ettikleri jeolojik yapıda bulunan eriyebilir maddeleri (tuzları) bünyelerine alırlar.

Sulama suyu içerisinde bulunan maddeler, özellikle kimyasal maddeler, sulanan toprağı, dolayısıyla bitkiyi etkiler. Bu etki; iklim özellikleri, toprak özellikleri, bitki cinsi ve uygulanan sulama metoduna göre değişir. Su kayıplarının fazla olduğu sulama metotları uygulandığında yeterli drenaj sağlanamaz ise topraklar

daha çabuk tuzlulaşabilir. Toprak tuzluluğu, ya toprağın mineral yapısı nedeniyle önceden beri mevcut olabilir ya da sonradan oluşabilir. Toprağın tuzlu olması, onun mineral özelliklerine bağlı olarak geçmişten beri var olan bir durumsa buna primer tuzluluk denir. Sonradan oluşan toprak tuzluluğu ise ya doğal olaylar sonucu ya da insan faktörünün etkisiyle oluşur. Doğada kendiliğinden tuzlulaşma, toprağın hidrolik özellikleriyle ve yeraltı suyunun derinlik ve tuzluluğu ile ilgilidir. İnsan faktörü tarafından oluşturulan toprak tuzluluğu ise sulanan bütün alanlarda meydana gelebilir. Sulamalar nedeniyle oluşan bu tür tuzlulaşmaya sekonder tuzluluk da denir.

Dünyadaki toplam alanın yaklaşık % 46'sını kurak ve yarı kurak bölgeler kaplar. Bu iklim bölgelerinde sulanan alanların yaklaşık % 50'sinde ise değişik düzeylerde tuzluluk sorunu vardır.

Türkiye, içinde bulunduğu iklim kuşağı nedeniyle, tuzluluk ve çoraklığın meydana gelmesi için ideal ortam oluşturmaktadır. Düşük yağış miktarı nedeniyle eriyen tuzlar, fazla sıcağın da etkisi ile bitkilerin etkin olarak kullandığı alanlarda birikerek toprak yüzeyinde tuz tabakaları oluşturmaktadır.

Türkiye'nin ortalama yıllık toplam yağışı 643 mm, potansiyel su miktarı 186 km^3/yıl, kullanılabilir su potansiyeli ise 110 km^3/yıl'dır. Bu değerin 98 km^3'ü yerüstü, 12 km^3'ü ise yeraltı suyudur (Çiftçi ve ark., 2009).

Türkiye'nin halen işlenen tarım arazileri varlığı 28 milyon hektardır. Türkiye'de eğimi % 6'dan az olan sulanabilir arazi varlığı yaklaşık 16,5 milyon hektardır. Bunun günümüz koşullarında ekonomik olarak sulanabilir kısmı 8,5 milyon hektar, sulamaya açılmış arazi varlığı ise 5,1 milyon hektardır (Çiftçi ve ark., 2010).

Türkiye'de tuzluluk ve sodyumluluk sorunu olan arazi miktarı 1.518.722 ha olup bu alan toplam işlenen tarım arazilerinin % 5,48'ine, ekonomik olarak sulanabilecek 8,5 milyon hektar arazinin ise % 17'sine eşittir (Sönmez, 2004).

Bitki kök bölgesinde tuzluluk düzeyinin artması, toprağın verimlilik potansiyelini ve dolayısıyla bitki verim ve kalitesini olumsuz etkiler. Bu etkinin derecesi ise iklim özellikleri, sulama suyu kalitesi, toprak özellikleri, bitki çeşidi, tarım şekli, sulama yöntemi, drenajın yeterliliği, sulama ve drenajın yönetimi gibi etmenlerin kontrolündedir. Bitki kök bölgesinde sekonder tuzluluğun oluşumunda sulama yönteminin rolü büyüktür. Sulama yöntemi, bitki sulama suyu ihtiyacının

araziye veriliş şeklini ifade eder ve yöntem seçimi değişik faktörlerin etkisindedir. Sulama yönteminin şekli, toprakta tuzluluk zararının oluşmasında göz önünde bulundurulması gereken kriterlerin başında gelmektedir.

Genelde yüzey sulama yöntemlerinde sulama randımanı düşüktür (FAO, 1980). Örneğin bazı yerlerde tava ve karık sulama yönteminde randıman % 45-50 dolaylarındadır. Bunun anlamı, verilen suyun yaklaşık % 50-55 kadarı drenajı yeterli alanlarda kök bölgesi altına sızarak yıkama gerçekleştirmektedir. Oluşan bu yıkama sırasında ise profilde biriken tuzların bir bölümü kök bölgesi altına yıkanırken, bir kısmı da yetersiz drenaj koşullarında kök bölgesi alt katmanlarında birikebilmektedir. Buna karşın basınçlı sulama yöntemlerinde sulama randımanları % 75-90 arasında olabilmektedir. Bu ise, daha az suyun yıkama amacıyla kullanımı anlamına geldiğinden, profildeki tuzların yıkanması ya da alt katmanlara taşınması daha az olmaktadır.

Sulama yöntemi, hem toprak ve bitki özellikleri hem de yöntemin özellikleri göz önüne alınarak seçilmelidir. Örneğin toprak bünyesinin hafif (kaba) olması koşulunda sulama aralığı kısalacağından tuzluluğu yüksek olan sular daha güvenilir olarak kullanılabilecektir. Ağır bünyeli topraklarda ise, geçirgenlik düşük olacağından sulama aralığı artacak ve sulama yönteminin seçiminde bazı kısıtlarla karşılaşılabilecektir (Yurtseven, 2004).

Sulama aralığı uzun olduğunda (örneğin yüzey sulama yöntemlerinde), bitki verimi ile ortalama kök bölgesi tuzluluğu iyi bir korelasyon gösterir. Damla sulama yöntemi gibi sık aralıklarla sulama gerektiren yöntemlerin uygulandığı koşullarda ise, ortalama kök bölgesi tuzluluğu ile bitki verimi arasında çok daha iyi bir korelasyon söz konusudur.

Yüzey sulama yöntemlerinden tava sulamada, tuzlar tüm toprak yüzeyinden itibaren derinlere doğru yıkandıklarından, tuzluluk profilin derinliklerinde daha fazla olacaktır. Buna karşın, karık sulamada tuz en fazla karık sırtlarında birikir. Bu nedenle karıklara yapılacak ekim ve dikimlerde, karık sırtlarına ekim-dikim yapmamaya özen gösterilmelidir.

Yağmurlama sulama yöntemi ile alana üniform su dağılımı sağlanıp, yüzey akışı oluşturmayacak biçimde su uygulaması mümkün olabilmektedir. Bununla beraber yüksek konsantrasyonda bazı iyonları barındıran sularla yapılan yağmurlama

sulamada bitkinin tüm vegetatif organları ıslatıldığından, kullanılacak suyun tuz içeriğine dikkat edilmelidir. Suda bulunan Na^+, Cl^-, HCO_3^-, Bor gibi iyonların yüksek konsantrasyonları, bitki vegetatif organları üzerinde zararlanmalara neden olarak verimi azaltıcı etki yaparlar (Yurtseven, 2004).

Damla sulama yöntemi, sulama suyunun kısa aralıklarla hemen hemen günlük uygulandığı bir sistemdir ve bu alanlarda topraklar sürekli olarak tarla kapasitesi civarında neme sahiptirler. Damla sulama yönteminde, toprakta tuzlar, sık sulama sonucunda, sürekli olarak ıslatma çapının çeperlerine doğru itilmektedirler. Ancak sulama mevsimi sonunda, ıslatma çeperi dışına itilmiş olan tuzlar yıkanmalıdır.

Bu araştırmada kullanılan patates bitkisi, dünyada giderek büyüyen açlık sorununa cevap verebilecek önemli bitkilerin başında gelmektedir. Birim alandan elde edilen ürün miktarı ve besin değeri göze alındığında üretiminin giderek artışı daha iyi anlaşılmaktadır. Özellikle son yıllarda hububat fiyatlarındaki hızlı artış, az gelişmiş ülkelerde gıda kıtlığı ve istikrarsızlık nedeniyle oluşan endişelere çare olarak çok eski bir ürün olan patatese dikkatleri çekmiştir. Bütün bu nedenlerden dolayı 2008 yılı, BM tarafından "Dünya Patates Yılı" olarak ilan edilmiş ve bu kapsamda FAO tarafından patates üretimi ve tüketimine daha fazla ağırlık verilmesi amacıyla faaliyetler düzenlenmiştir.

Son 10 yıl içerisinde dünya patates üretimi yıllık % 4,5 oranında artış göstermiş ve özellikle Asya'da diğer ana gıda maddelerindeki üretim artışını geçmiştir. Dünya patates üretimi 2007 yılı rakamları ile 321,69 milyon tondur. Avrupa'da patates tüketimi düşerken gelişmekte olan ülkelerde 1961–1963 yılları arasında kişi başına 10 kg olan tüketim, 2003 yılında 22 kg olmuştur. Gelişmekte olan ülkelerde patates tüketimi, halen Avrupa'daki tüketimin 1/4'ünden düşük olsa da tüm işaretler gelecekte önemli artışlar olacağını göstermektedir (Anonymous, 2008).

Türkiye'de son yıllarda kaliteli tohumluk kullanımı ve üretim tekniklerinin iyileştirilmesi sonucunda artan verime bağlı olarak patates üretimi de gelişme göstermiştir. Halen yaklaşık 1,5 milyon da alanda patates tarımı yapılmakta olup, yıllık üretim miktarı 5 milyon ton, 1 hektar alandan elde edilen yumru verimi ise ortalama 26-27 ton civarındadır. Türkiye'de başlıca patates üretim bölgeleri Orta Anadolu, Karadeniz, Ege ve Kuzey Doğu Anadolu bölgeleridir. En fazla üretim

yapan iller ise sırasıyla Niğde, Nevşehir, İzmir, Bolu, Afyon, Trabzon, Konya, Erzurum ve Ordu'dur. Bu illerin ekim alanı bakımından toplamı, Türkiye'nin toplam patates ekim alanının % 59,5'ini oluştururken, yıllık üretimleri ise toplam üretimin % 68,8'ini oluşturmaktadır. Konya ilinde endüstri bitkileri yetiştiriciliğinde patates üretim alanı 70.410 dekar, verim ise 220.895 tondur (Anonymous, 2009).

Yapılan bu çalışma ile, Konya Ovası'nda, patates üretiminde, yaygın bir şekilde uygulanan yağmurlama ve karık sulama yöntemleri ile bölgede patates yetiştiriciliğinde henüz yeni olan ve kullanım alanı artış gösteren damla sulama yönteminde, toprak profilindeki tuz dağılımının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırma altı bölümde toplanmış olup, giriş bölümünde konunun önemi ve araştırma amacından bahsedilmiş, ikinci bölümde konu ile ilgili bilgiler ve literatür özetleri, üçüncü bölümde araştırmada kullanılan materyal ve metotlar açıklanmış, dördüncü bölümde araştırma sonuçları ve tartışması yapılmış, beşinci bölümde öneriler sunulmuş, altıncı bölümde ise kaynaklar verilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Araştırma konusu ile ilgili kaynaklar alt başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

2.1. Sulama Suyu Kalitesi – Toprak Tuzluluğu

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

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

Çiftçi ve Güngör (1987), Konya TİGEM arazisinin tuzluluk sorunu olan alanlarında, tabansuyu ile toprak tuzluluğu ilişkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada, tabansuyu seviyesi ve tuzluluğu takip etmek amacıyla 11 adet gözlem kuyusu açmışlardır. Drenaj kanalı yetersizliğinden dolayı, tabansuyu seviyesi aşırı yükselmiş, yükselen tabansuyu buharlaşma sonucunda bünyesindeki tuzu üst toprak katmanlarına bırakmıştır. Maksimum tuzluluk 0-60 cm arasındaki toprak katmanlarında görülmüş, dolayısıyla toprağın tuzlulaşması üst toprak katmanlarında olmuştur. Kapilarite ile toprağın üst katmanlarına tuz taşınmasının minimum olduğu kritik tabansuyu derinliği ise bu araştırma yeri için 110 cm bulunmuştur.

Ergene (1982); Kwiatowsky (1998); Kara (2002), tuzluluğu; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak tabansuyuna karışan çözünebilir tuzların, kapillarite ile birlikte yükselerek toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu

tuzun, toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın bölümünde birikmesi olayı olduğunu belirtmişlerdir.

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

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

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

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

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

sulama suyu olduğunu ve sulamada kullanılmasının uygun olmadığını tespit etmişlerdir.

ABD tuzluluk laboratuarı sınıflamasına 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, saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği 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) olan topraklara sodyumlu topraklar ve elektriksel iletkenlik değeri 4 mmhos/cm'den büyük, DSY 15'ten yüksek ve pH değeri ender olarak 8,5'i geçen topraklara ise tuzlu- sodyumlu topraklar denir (Güngör ve Erözel, 1994).

Tuzlu ve alkali topraklar genel olarak yıllık yağışın yıllık evapotransprasyonu karşılamaya yeterli olmadığı kurak veya yarı kurak bölgelerde oluşurlar. İklimin bu özelliği nedeniyle tuzlar topraktan yıkanamazlar ve toprak profilinin muhtelif derinliklerinde veya toprak yüzeyinde birikirler. Bitki büyümesini önleyecek derecede tuz birikmesi veya sodyum oranının artması toprağın tuzlulaştığını veya alkalileştiğini gösterir. Tuzlu ve alkali topraklar sadece kurak veya yarı kurak bölgelerde değil, şartlar elveriyorsa, orta yağışlı bölgelerde de meydana gelebilir. Ayrıca yetersiz drenajın ve kötü kaliteli sulama suyu kullanmanın bu bölgelerde tuzlulaşmanın temel nedeni olduğu söylenebilir (Bayraklı, 1996).

Tuzlu ve sodyumlu toprakların orjinleri ile ilgili toprak genesisi konusuna ait doğal nedenler dışında sulama, tuzluluğu ve sodyumluluğu artırabilir. Artışın derecesi ise, sulama suyunun kimyasal bileşimi, miktarı ve toprak profilinden uzaklaştırılan drenaj suyu arasındaki dengeye bağlıdır. Tuzluluk sorunu içermeyen araziler, uygun olmayan su ve toprak kullanma yöntemleri nedeniyle, zamanla arzu edilmeyen düzeyde tuz ve sodyumun birikmesiyle verimsiz hale gelerek, tarımda kullanılamayacak bir duruma dönüşebilir (Sönmez ve ark., 1996).

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

Nacar ve ark. (2000), GAP Bölgesi'nde Harran Ovası'nda toprak, tuz ve su dengesinin izlenmesi ve değerlendirilmesi ile kapalı drenaj projeleme kriterlerinin

belirlenmesi amacıyla yapmış oldukları çalışmada, taban suyu tuz kapsamının, 0,28-35,00 mmhos/cm arasında değiştiğini saptayarak, taban sularının büyük bir bölümünün yüksek düzeyde tuz içerdiğini ve sulama suyu niteliği bakımından 3. veya 4. sınıfa girdiğini belirtmişlerdir.

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

Yurtseven ve ark. (2001), tınlı topraklarda, farklı tuzluluktaki sulama sularının toprak profil tuzluluğuna etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada, toprak profil tuzluluğu değişimlerini 0-90 cm katman için incelemişlerdir. Deneme yılları boyunca tuzluluğun arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca toprak tuzluluğundaki artışların 0-40 cm profilde daha yüksek düzeylerde iken; buna karşın ilk yıl sonuçlarına göre, 60-90 cm profilde profil tuzluluğundaki değişimin oldukça az olduğunu belirtmişlerdir.

Zengin ve ark. (2002a), Çumra Ovası sulamasında kullanılan Beyşehir Gölü, Suğla Gölü, Apa Barajı ve May Barajı sularının kalitelerini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmada; Beyşehir Gölü'nden Çumra Ovasına akan, yaklaşık 150 km uzunluğundaki Çarşamba Kanalı güzergâhı boyunca Suğla Gölü, Apa Barajı ve May Barajı ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Dört farklı zamanda, beşer noktadan almış oldukları su örneklerinde pH, EC ve iyon analizleri yapmışlardır ve SAR, değerleri ile kalite sınıflarını belirleyerek gerekli değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Araştırma sonuçlarına göre, tüm su örneklerinin orta alkalin, II. sınıf tuzluluk ve I. sınıf sodiklik (C_2S_1), I ve II. sınıf B içeriklerine sahip oldukları ve Beyşehir Gölünden güzergâh boyunca May Barajına doğru gittikçe nitrat ve ağır metallerin arttığını, bor kapsamlarının ise azaldığını saptamışlardır.

Zengin ve ark. (2002b), Konya Kapalı Havzası'nın sulama sularının özelliklerini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmada; yerüstü sularından

May Barajı suyunun yüksek pH değerinden (8,70) dolayı sakıncalı olduğunu, araştırma alanındaki tüm yerüstü sularının EC (tuzluluk), B (bor) ve SAR (sodyum adsorbsiyon oranı) yönünden sulamada uygun olduğunu, yeraltı sularında ise çok yüksek EC değerlerinden dolayı Sazlıpınar ve Küçük Aşlama sularının sakıncalı olduğunu, Sazlıpınar suyunun analiz sonuçlarının diğer yeraltı sulama sularına göre genellikle daha yüksek çıktığını, yerüstü sularının ise pH ve B değerleri yeraltı sularınınkinden daha yüksek, EC, toplam katyonlar, toplam anyonlar, SAR ve kalite sınıfının ise daha düşük olduğunu ortaya koymuşlardır.

Feng ve ark. (2003), yarı kurak iklim koşullarında sulama yapılan alanlarda önemli bir sorun olan tuzluluğun potansiyel etkisi, sadece ürün verimi üzerine değil, aynı zamanda arazilerin tuzlulaşması, toprağın ve suyun bozulması ve yeraltı sularına tuzun karışarak kalitelerinin düşmesine neden olduğunu belirtmişlerdir.

Çiftçi ve ark. (2004), başlangıçta tuzluluk problemi bulunmayan topraklarda elverişsiz sulama suyu kullanılması, uygun olmayan sulama sistemleri ve amenajman işlemleri, ya da yetersiz drenaj gibi faktörler nedeniyle kısa bir süre sonra çorak topraklar halini alabileceğine dikkat çekmişlerdir.

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

Sulama suyundaki tuzlar genellikle; Na^{+}, K^{+}, Ca^{++}, Mg^{++} katyonları ile $CO_3^{=}$, HCO_3^{-}, Cl^{-}, $SO_4^{=}$ anyonlarının meydana getirdiği tuzlardan oluşur. Sulama suyunda bulunan katyonların en önemlisi Na^{+}, anyonların en önemlisi ise HCO_3^{-} 'dır. Her ikisinin birlikte fazla oranda bulunması, zamanla toprakta soda oluşumuna neden olur. Toprakta soda birikmesi, değişebilir sodyum oranının artmasına ve toprağın

alkalileşmesine yol açar. Bu ise toprağın fiziksel özelliklerini olumsuz etkileyerek toprak strüktürünü bozar, geçirgenliğini azaltıp havalanmasını önler. Sulama suyunda önemli miktarlarda bulunan bu iyonların dışında, çok az miktarda dahi bulunması bitkilere zarar veren, onları zehirleyen mikro elementler bulunabilir. Bunların en önemlisi bor elementidir (Kara, 2005).

2.2. Sulama Metodu – Tuzluluk İlişkisi

Goldberg ve ark. (1976), yapmış oldukları bir çalışmada, damla sulama yöntemi ile sulanmış bir bağda arazinin tuzluluk yönünden toprak profilini üç bölgeye ayırarak, en yüksek tuz yığışımının üst katmanlarda ve damlatıcıdan uzak saturasyon bölgesi yakınında olduğunu belirtmişlerdir.

Fereres ve ark. (1985), İspanya'da yaptıkları çalışmada özellikle, etkili kök derinliğinin % 90'ından fazlasını kapsayan kısıtlı sulama konularında EC değerlerini daha yüksek bulmuşlardır. Öte yandan, Kırda ve ark. (1997), sera toprağında oluşan toprak tuzluluğu, damlatıcıların altında toprak derinliği boyunca azalmasına karşın, damlatıcıdan uzaklaştıkça toprak yüzeyinde en yüksek değere ulaştığını belirlemişlerdir.

Öztürk ve Erözel (1990), yüzey sulama yöntemlerinin uygulandığı Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarında yapmış oldukları çalışmada; yaklaşık 6 yıl sonra tuzluluk sorununun ortaya çıkacağını, tuzluluk sorununun ortaya çıkmaması için, bitki çeşidi ve farklı bitki su tüketim yöntemlerine göre yılda 28,2 - 261,5 mm arasında yıkama suyu verilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Somani (1991), Kanber ve ark. (1992) belirttiğine göre, damla sulamada, tuz damlatıcıdan uzak ıslak cephe sınırında birikir. Bu durum, dış sınırında yüksek tuz içeriğine sahip ıslak küresel bir şeklin oluşmasına neden olur. Yıkama ile suyun yeterli ölçüde infiltre olmadığı yerlerde sık sık tuz birikim cepheleri meydana gelir ve tuz konsantrasyonu, damlatıcıya doğru yaklaştıkça azalır.

Damla sulama sisteminde sık ve yeterli miktarda sulama suyu uygulanabildiğinden tuzlu suyun zararı en aza indirilmekte ve daha başarılı bir bitki gelişimi sağlanmaktadır (Rhoades ve ark., 1992).

Yıkamada kullanılan en ekonomik su miktarı yağmurlama metodu ile olmakla birlikte çoğunlukla aralıklı göllendirme metodu ile yıkama yapılmaktadır. Hidrolik geçirgenliği az olan topraklarda yıkama suyunun aralıklı olarak verilmesi yani toprağın periyodik olarak ıslanması ve kuruması toprağın infiltrasyon hızını da arttırmaktadır (Sönmez ve ark., 1996).

Ertek ve Kanber (2001), yapmış oldukları çalışmada; pamuk bitkisinin damla sulama yöntemiyle sulanması durumunda, genellikle tuz birikiminin ıslak hacim sınırı dışında üst toprak katmanında yoğunlaştığını gözlemlemişlerdir. Öte yandan, damlatıcıdan uzaklaştıkça ıslak hacim sınırına doğru bir tuz birikim cephesinin oluştuğu ve damlatıcıdan 30 cm uzaklıkta bu durumun daha belirginleştiği bildirmişlerdir. Yine aynı araştırmacılar, damlatıcıdan 15 cm uzakta genellikle tuz birikiminin üst katmanlardan aşağıya doğru azaldığını ve alt katmanlarda yoğunlaştığını ifade etmişlerdir.

Gündüz (2004), Aşartepe sulama alanında yüzey sulama yöntemlerinin uygulandığı koşullarda tuzluluk durumunu belirlemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada, araştırma alanı topraklarında, yüzey sulama yöntemlerinin uygulanması koşulunda ortalama 4,47 yıl sonra tuzluluk sorununun ortaya çıkacağını saptamıştır. Bu tuzluluk sorununun ortaya çıkmaması için gerekli olan yıkama ihtiyacını 71,18 mm/yıl olarak belirlemiştir.

Gençoğlan ve Kıraç (2007) yapmış oldukları çalışmada; M9 anaçları üzerine aşılı iki yaşlı Mondial Gala elma çeşidinde damla sulama yöntemi ile uygulanan tam sulama (TS) ve kısmi kök kuruluğu (KKK) sulama tekniklerinin su tüketimine, elma verimine ve toprak profilinde tuz birikimine olan etkilerini araştırmışlardır. Sulama suyu miktarının belirlenmesinde A sınıfı buharlaşma kabının kullanıldığı çalışmada TS sulama tekniğinde dört farklı bitki-pan katsayısı (Kcp_1=0,6, Kcp_2=0,8, Kcp_3=1,0 ve Kcp_4=1,2), KKK sulama tekniğinde ise üç farklı bitki-pan katsayısı (Kcp_2=0,8, Kcp_3=1,0 ve Kcp_4=1,2) seçilmiştir. KKK sulama tekniği aynı pan katsayılarına sahip TS konularına göre % 50 düzeyinde su tasarrufu sağlarken bu durumun verimde herhangi bir azaltıcı etkisinin olmadığı, aksine daha fazla ürün elde edildiği

saptanmıştır. En yüksek tuzluluk ortalaması ise 1,2 mmhos/cm ile TS Kcp_2 konusunda belirlenmiş olup, en fazla sulama suyu uygulanan TS Kcp_4'de ise sulama suyu, tuzları ıslak hacim sınırlarına doğru itmiştir. Laterallerin bitki sıraları (0 noktası) yakınından geçtiği TS konularında tuz birikiminin bitki sıralarından yanlara doğru arttığı, KKK konularında ise tuz birikim eğilimlerinin ağaç sıralarından 30 cm uzaklıkta bulunan (damlatıcıların yerleştirildiği noktalar) noktalardan bitki sıralarına doğru olduğu gözlenmiştir.

2.3. Sulama Suyu Kalitesi – Bitki Verim İlişkisi

Ayyıldız (1990), sulama sularının içerdiği tuzların cinsi ve miktarının toprak özelliklerine ve bitkilerin gelişimine olumsuz etki ettiğini belirtmiştir. Tuzların bitki gelişimine olan etkileri, toprak eriyiğinin ozmotik basıncını artırarak toprak suyunun bitkilere elverişliliğini azaltması ve toprak eriyiğinde tuz konsantrasyonunun artması sonucu bitki bünyesinde çeşitli tuzların toksik miktarlarda birikmesi sureti ile oluştuğunu bildirmiştir.

Bassil ve Kaffa (2001), aspir bitkisini, ortalama toprak tuzluluğu 1,8 - 7,2 mmhos/cm arasında değişen ve 0 - 2,70 m kök derinliklerindeki parsellerde iyi kaliteli sulama suyu olarak kabul edilen EC < 1 mmhos/cm ile tuzlu kabul edilen EC = 6,7 mmhos/cm sulama suyu şartlarında yetiştirmiştir. Aspir bitkisinin kök bölgesinde artan tuzluluğa tepki olarak su kullanımının ve gelişiminin azaldığını tespit etmişlerdir. Daha az tuzluluğa sahip parsellerdeki bitkiler ortalama daha fazla suyu (515 mm) daha fazla derinliklerinden kullanmışlardır. Diğer yandan tuzluluğu yüksek parsellerde ise daha az su kullanmışlardır (435 mm). Aspir bitkisinin daha önceki yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında tuzluluğa daha yüksek seviyede toleranslı olduğunu belirtmişlerdir.

Öztürk (2002), farklı gelişme dönemlerinde uygulanan tuzlu ve normal suların patlıcan bitkisinin bazı özelliklerine ve toprak tuzluluğuna etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada; tuzlu su olarak 5 mmhos/cm ve normal su olarak da 0,25 mmhos/cm elektriksel iletkenliğe sahip sular kullanmıştır. Farklı dönemlerde uygulanan tuzlu suyun; bitki su tüketimini, bitki boyunu, bitki ağırlığını önemli

düzeyde azalttığı buna karşılık yaprakların mineral madde içeriğini ve toprak tuzluluğunu önemli düzeyde artırdığını belirlemiştir. Ayrıca yüksek tuzlu su uygulamalarında mutlaka yıkama yapılmasının gerektiğini belirtmiştir.

Kutlar ve Çiftçi (2007), domateste farklı tuz konsantrasyonlarına sahip sulama suyu uygulamalarının meyvede bazı verim parametrelerine etkisini görmeyi amaçlamışlardır. Deneme, Konya'da sera şartlarında 8354 F1 çeşit domates yetiştiriciliğinde altı farklı tuz konsantrasyonuna sahip sulama suyunun (EC = 500 µmhos/cm kontrol, 750, 1000, 1500, 2000 ve 2500 µmhos/cm) bitki su ihtiyacının % 100 ve % 75 karşılandığı koşullarda 2 alt konuda 3 tekerrürlü olarak toplam 36 deneme saksısında tesadüf parselleri faktöriyel deneme deseninde 2005 ve 2006 yıllarında iki ayrı dönem olarak yürütülmüştür. Araştırma sonucunda sulama suyunda tuzluluk artışı ile birlikte meyve sayısı ve ağırlığında, dolayısı ile verimde % 41'e varan azalmalar görülmüş ve meyve çapları küçülmüştür. Tuz oranı yüksek sulama suyu kullanımında bitki sulama suyu ihtiyacında kısıtlamaya gidilmesinin, domates bitkisinin verimine olumsuz etki yaptığı sonucuna varılmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

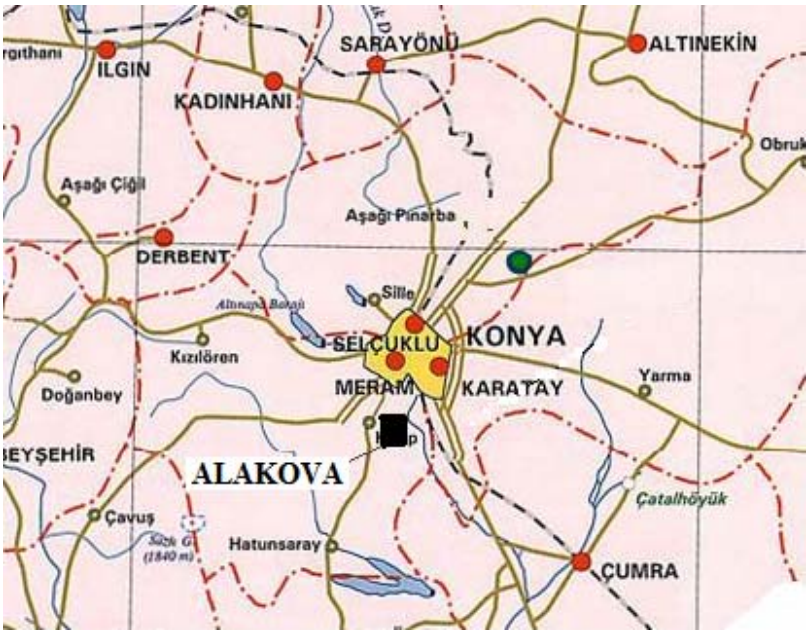
Bu bölümde araştırma alanı ile ilgili genel bilgiler verilmiş ve kullanılan metodlar açıklanmıştır.

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanının yeri

Konya ili, coğrafi olarak 36° 41' ve 39° 16' kuzey enlemleri ile 31° 14' ve 34° 26' doğu boylamları arasında yer alır. Deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1016 m'dir. Kuzeyden Ankara, Eskişehir, batıdan Isparta, Afyonkarahisar, güneyden Antalya, Karaman, Mersin, doğudan Niğde ve Aksaray illeri ile çevrili olan Konya İli'nin yüzölçümü 4.081.353 hektardır (Anonymous, 2004).

Araştırma, Konya İl merkezinin güneyinde, merkeze yaklaşık 20 km mesafede bulunan Alakova'da Konya Şeker A.Ş.'ye ait deneme arazisinde yürütülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırma alanının yeri

3.1.2. İklim özellikleri

Araştırma alanı, Konya İl merkezine çok yakın olduğundan iklim değerleri Konya-Merkez meteoroloji istasyonu değerleri ile aynıdır. Konya iline ait bazı meteorolojik veriler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Konya, kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer almaktadır. Kışları soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçmektedir. Yıllık toplam yağış miktarı olarak bakıldığında, Konya ilinin iç kesimlerinde düşük, buna karşılık Akdeniz'e yakın yüksek bölgelerinde ise il yağış ortalamasının üzerindedir (Doğan, 1988).

Uzun yıllar ortalamasına bakıldığında yıllık ortalama sıcaklık 11,5 °C'dir. En soğuk ay Ocak (- 0,3 °C), en sıcak ay ise Temmuz (23,4 °C)'dur. Yıllık ortalama yağış miktarı 322,3 mm olup bunun vegetasyon döneminde (Nisan-Ekim) düşen miktarı 160,9 mm'dir.

Araştırmanın yapıldığı 2009 yılı ortalama sıcaklık değeri 12,5 °C dir. Patates bitkisinin vegetasyon dönemindeki (Nisan-Eylül) ortalama sıcaklıklar sırasıyla 10,5 °C - 15,2 °C - 21,6 °C - 23,6 °C - 22,6 °C ve 20,2 °C dir. 2009 yılı toplam yağış miktarı 441,2 mm'dir. Bunun yaklaşık % 28'i bitkiye yarayışlı dönemde düşmüştür (Anonymous, 2010).

Çizelge 3.1. Konya iline ait bazı meteorolojik veriler

İklim Değerleri	**Periyot (Yıl)**	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**	**Nisan**	**Mayıs**	**Haziran**	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Yıllık**
Maksimum Sıcaklık °C	42 yıl	17,6	21,6	28,9	30	34,4	36,7	40,6	37,8	36,1	31,6	25,2	21,8	40,6
Minimum Sıcaklık °C	42 yıl	-25,8	-26,5	-15,8	-8,6	-1,2	3,2	6,0	6,6	0,4	-7,6	-20	-22,4	-26,5
Ortalama Sıcaklık °C	42 yıl	-0,3	1,2	5,6	11	15,6	20	23,4	22,9	18,3	12,3	6	1,6	11,5
Toplam Yağış Miktar (mm)	31 yıl	34,4	24,1	26,3	39,9	42,7	21,5	7,7	5,4	10,3	33,4	36,6	40,1	322,3
Ortalama Bağıl Nem (%)	42 yıl	77	72,2	64,1	58,2	55,9	48,2	41,8	42,3	47,8	60	70,4	77,6	59,6
Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)	42 yıl	1,9	2,1	2,4	2,3	2,1	2,3	2,6	2,4	2,1	1,8	1,6	1,8	2,1
Maksimum Sıcaklık °C	2009	14,7	15,0	18,1	22,4	29,5	33,7	33,9	34,7	33,0	28,0	21,5	16,7	34,7
Minimum Sıcaklık °C	2009	-16,5	-11,4	-5,2	0,2	3,0	10,7	13,2	8,4	8,8	4,5	-3,3	-5,5	-16,5
Ortalama Sıcaklık °C	2009	1,8	3,4	5,0	10,5	15,2	21,6	23,6	22,6	20,2	15,5	6,6	4,8	12,5
Toplam Yağış Miktar (mm)	2009	60,1	44,8	24,4	45,7	55,8	2,7	11,7	0	52,0	12,7	56,7	74,6	441,2
Ortalama Bağıl Nem (%)	2009	89,1	86,2	73,2	70,4	60,4	40,4	43,5	32,7	48,6	53,5	80,2	89,2	63,9
Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)	2009	1,3	1,9	2,0	1,7	1,7	2,0	2,4	2,1	1,8	1,4	1,3	1,2	1,7

3.1.3. Araştırma alanının tarımsal yapısı

Araştırma alanını içine alan Konya ili 4.081.353 hektar yüzölçümü ile ülkemizin en geniş arazi varlığına sahip ilidir. Konya'da iktisadi hayatın temelini tarımsal faaliyetler teşkil etmektedir. Toplam 1.959.052 olan il nüfusunun % 28'i kırsal kesimde yaşamaktadır. Bir Büyük Şehir Belediyesi, 31 ilçe, 174 kasaba, 612 köyde toplam 109.347 çiftçi ailesi fiilen tarım sektöründe faaliyet göstermektedir (Anonymous, 2004).

Konya ili arazi kullanım durumu Çizelge 3.2'de verilmiştir. Tarla tarımı yapılan alan 1.341.594 hektardır.

Çizelge 3.2. Konya ili arazi kullanım durumu

KULLANIM ŞEKLİ	ALAN (Ha)	%	%
1- İŞLENEN ARAZİ			
- Tarla arazisi	1.341.594	61	
- Nadas	853.810	37	
- Sebze	21.834	0,9	
- Meyve	21.113	0,9	
- Bağ	9.506	0,2	
Toplam	**2.247.857**	100	55
2- ÇAYIR MER'A	761.461		18,7
3- ORMAN	540.189		13,2
4- ÜRÜN GETİRMEYEN ALAN	531.846		13,1
GENEL TOPLAM	**4.081.353**		100

Bitkisel üretimde en yaygını hububat (buğday, arpa) tarımıdır. Bunun dışında yemeklik dane baklagiller, yağ bitkileri, endüstri bitkileri ve yem bitkileri üretimi yapılmaktadır. İlde ayrıca sebze (domates, hıyar, biber, taze fasulye, patlıcan, lahana, marul, ıspanak, havuç) üretimi de yapılmaktadır. Meyve (armut, elma, erik, kayısı, kiraz, şeftali, kavun, karpuz, vişne, ceviz, çilek, üzüm) üretiminde de çeşitliliğe sahiptir.

Patates tarımı bölgede önemli bir yere sahip olup, 7.041 ha alanda, 220.895 ton üretim yapılmaktadır. Çizelge 3.3'de Konya ili tarla bitkileri ekim alanları ve alınan ürün miktarları verilmiştir (Anonymous, 2009).

Çizelge 3.3. Konya ilinde bazı tarla bitkileri ekim alanları ve alınan ürün miktarları

ÜRÜN ADI	2009		ÜRÜN ADI	2009	
	EKİLEN ALAN (Ha)	KALDIRILAN ÜRÜN MİKTARI (Ton)		EKİLEN ALAN (Ha)	KALDIRILAN ÜRÜN MİKTARI (Ton)
Buğday	739.075	2.815.193	**Patates**	**7.041**	**220.895**
Arpa	346.033	1.253.130	Yeşil Mercimek	1.218	900
Şeker Pancarı	80.424	4.599.193	Yonca	17.148	395.740
Çavdar	17.102	36.440	Korunga	884	20.441
Yulaf	6.741	13.626	Mısır (Dane)	14.801	117.288
Ayçiçeği (Y+Ç)	18.362	55.031	Mısır (Slaj)	8.707	397.100
Nohut	28.622	34.968	Fiğ (Y.Ot)	15.837	83.228

3.1.4. Araştırmada kullanılan bitki çeşiti

Araştırmada, İç Anadolu Bölgesi'ne adaptasyonu iyi olan Russet Burbank patates çeşidi kullanılmıştır. Russet Burbank çoğunlukla, sanayide dondurulmuş parmak patates olarak kullanılmaktadır. 1874 yılında Amerika'da tescil edilmiştir. Çeşidin yumru kabuk rengi koyu sarı, et rengi beyaz olup, yumru şekli ise uzundur. Suda pişirilme durumunda önemli oranda çatlama görülmektedir (Anonymous, 2009).

Patates bir ılıman ve serin iklim bitkisidir. Yetişme mevsimi boyunca ortalama 15-20 ºC sıcaklık ister. Patates bitkisi kuraklığa pek çok bitkiden daha az dayanıklıdır. Su sorunu olan bölgelerde yetiştirilmemelidir. Kuru ve devamlı esen rüzgarlardan hoşlanmaz. Kuru ve devamlı esen rüzgarlar nem kaybına yol açtığından böyle durumlarda sulamaya önem verilmelidir. Patates bitkisi hava rutubetini de sever, hava neminin yaklaşık % 70 veya daha fazla olduğu bölgelerde iyi gelişir, verimli olur.

Patates bitkisinin kök sistemi zayıf olduğundan, havadar, drenajı yeterli topraklarda verimli olur. Ağır yapılı topraklar kök gelişimini engeller, yumruları çürütür. Patates tarımı için en uygun toprak pH derecesinin 6,0 - 6,5 dolaylarında olması gerekmektedir. Taban suyu yüksek ve çorak (tuzlu) topraklarda patates tarımı yapılamaz (Anonymous, 2009).

3.1.5. Araştırma alanının toprak–su kaynakları

Konya Ovası toprakları genel olarak ağır bünyeli olup (killi, kumlu-killi, siltli-killi) bazı kısımlarda kumlu-tınlı, tınlı, killi-tınlı pek az olarak da hafif bünyeli kumlu-tınlı, tınlı topraklara rastlanır. Aynı zamanda yer yer kireç yönünden zengindir. Tarım arazileri topoğrafya bakımından tekdüze bir karakter gösterir. Eğim genellikle % 0-1 arasında ve toprakların pH değeri ise 7,5-8,5 arasında değişmektedir.

Konya Kapalı Havzası'nın toplam yüzölçümü 4.081.353 ha'dır. Bunun 2.247.857 ha'ı işlenen tarım alanı, 761.461 ha'ı çayır-mera arazisi, 540.189 ha'ı da orman arazisidir. Havza topraklarının 531.846 hektarında tuzluluk ve sodyumluluk problemi mevcuttur (Anonymous, 2009).

Bölgede kullanılabilir su potansiyeli 3,28 milyar m^3/yıl, mevcut koşullarda sulama suyu açığı ise 8,2 milyar m^3/yıl'dır. Bölgenin yerüstü su kaynağı Çarşamba Çayı, Hotamış depolaması ve Beyşehir Gölü'nden, yeraltı su kaynağı ise sulama kooperatifleri sahasında açılan derin kuyulardan sağlanmaktadır İlde, sulanabilir arazi miktarı 1.652.762 ha, sulanan arazi miktarı ise 377.426 ha'dır (Çiftçi ve Kutlar Yaylalı, 2007).

3.1.5.1. Toprak özellikleri

Araştırmanın yapıldığı araziden deneme öncesi alınan toprak örneklerinde yapılan bazı kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Araştırma alanı topraklarının deneme öncesi bazı kimyasal özellikleri

Toprak Örneğinin Alındığı			**ECx10^{-6}**	**SUDA ÇÖZÜNEBİLİR**										**KDK**	**Değişebilir Katyonlar**			**DSY**
Metod	**Derinlik**	**pH**	**µmhos/cm**	**Katyonlar (me/l)**					**Anyonlar (me/l)**									
	(cm)		**25° C**	**Na^+**	**K^+**	**Ca^{++}**	**Mg^{++}**	**Toplam**	**$CO_3^=$**	**HCO_3^-**	**Cl^-**	**$SO_4^=$**	**Toplam**	**(me/100g)**	**Na^+**	**K^+**	**$Ca^{++}+Mg^{++}$**	**%**
Sulama Sezonu Öncesi	0-30	8,08	951	2,72	0,04	3,34	3,60	9,70	-	2,31	5,0	2,20	9,51	18,74	0,28	0,63	16,84	1,49
	30-60	8,07	1021	1,51	0,08	4,09	4,92	10,60	-	1,60	6,0	2,61	10,21	16,73	0,31	0,50	12,44	1,85
	60-90	7,83	519	0,66	0,02	2,13	2,41	5,22	-	1,10	3,0	1,09	5,19	18,55	0,19	0,51	17,42	1,02
	90-120	7,85	645	0,84	0,03	2,48	3,21	6,56	-	1,47	3,0	1,83	6,30	16,95	0,24	0,56	15,28	1,43

Çizelgeden görüleceği gibi toprakların pH değeri 7,83 ile 8,08 arasında, EC değerleri 519 µmhos/cm ile 1021 µmhos/cm arasında değişmektedir. Toprakların KDK değerleri 16,73 me/100 g ile 18,74 me/100 g arasında ve DSY değerleri de % 1,02 ile % 1,85 arasında değişmektedir. Deneme alanı toprakları infiltrasyon yönünden kumlu killi tın özelliğinde olup (infiltrasyon hızı 26 mm/saat), tuzluluk ve sodyumluluk problemi olmayan drenajı iyi sorunsuz topraklardır.

3.1.5.2. Sulama suyu özellikleri

Deneme alanında, parsellerin sulanmasında yeraltı suyu kullanılmıştır. Vegetasyon dönemi başında, ortasında ve sonunda alınan örneklerde yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre, sulama suyunun ortalama EC değeri 568,14 µmhos/cm, pH değeri ise 7,40 olarak belirlenmiştir.

Suda çözünebilir anyon ve katyonlar açısından bakıldığında; katyonlardan Ca^{++} ve Mg^{++}; anyonlardan da HCO_3^- ve Cl^- hakimdir. Suda kalıcı sodyum karbonat (RSC) yoktur. Sulama suyunun T_2S_1 sınıfına girdiği, tuz konsantrasyonun orta tuzlu, sodyum konsantrasyonunun ise düşük olduğu söylenebilir.

3.2. Metod

Araştırmanın tarla denemesi 2009 yılı bitki yetiştirme döneminde yürütülmüştür. Elde edilen verilerin değerlendirmesi ve laboratuar çalışmaları 2010 yılında tamamlanmıştır.

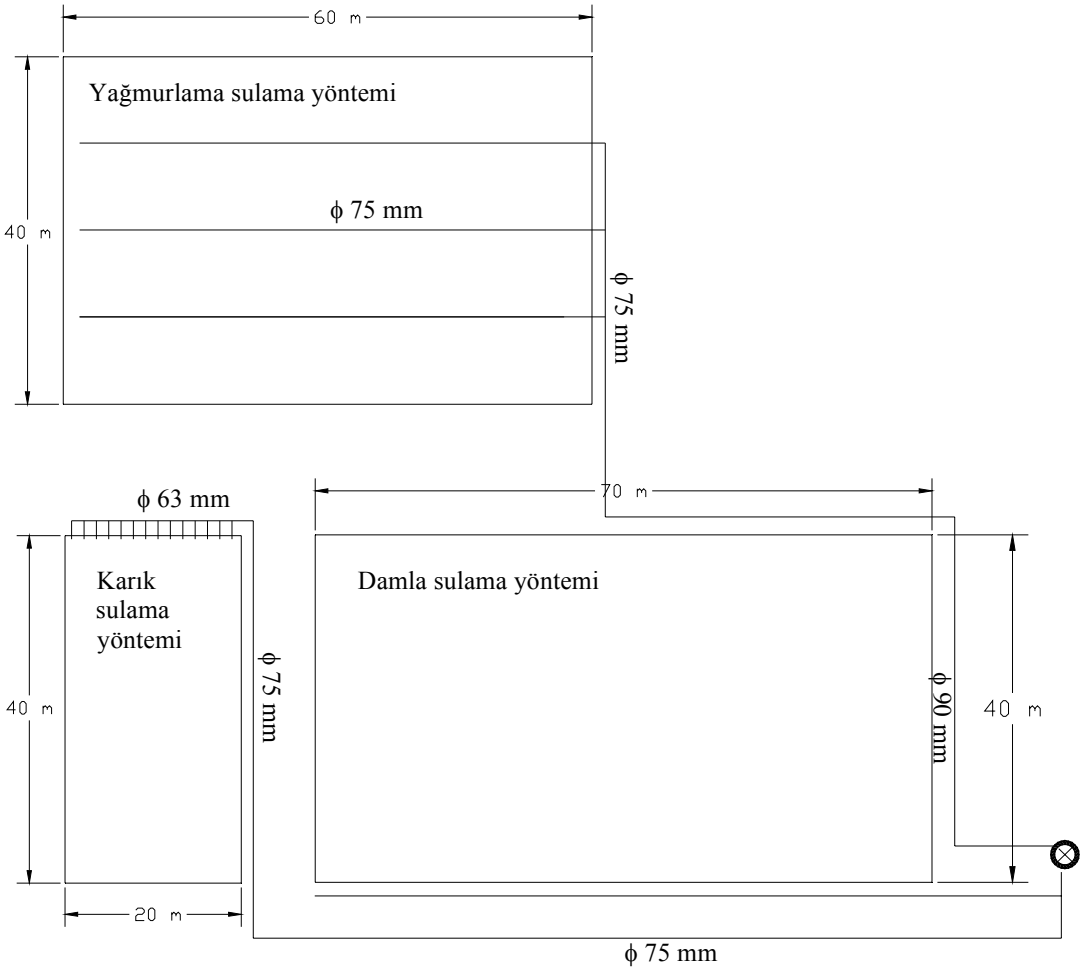
Denemeye başlanmadan önce, deneme alanı toprağının bünyesi, tarla kapasitesi, solma noktası ve hacim ağırlığı gibi özelliklerinin belirlenmesi için deneme arazisinde profiller açılarak, toprak yüzeyinden itibaren 120 cm derinliğe kadar her 30 cm'lik katmandan bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır.

Yapılan bu araştırmada, öngörülen sulama programı damla sulama, yağmurlama sulama ve karık sulama yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. Yöntemlerin toprak profilinde oluşturduğu EC ve pH değerlerindeki değişimi takip etmek için, her

sulama yönteminin uygulandığı alanın belirli noktalarından, sulamalar esas alınarak birer atlamalı olarak sulama önceleri ve sulama sonraları örnekler alınmış, EC ve pH tayinleri yapılmıştır.

3.2.1. Deneme parsellerinin oluşturulması

Araştırmada, 0.7 m sıra arası, 0.3 m sıra üzeri olmak üzere deneme alanının tamamına patates ekimi yapılarak, homojen çıkış sağlandıktan sonra, sulama yöntemlerinin uygulanabileceği büyüklükte parseller oluşturulup, sulama sistemleri parsellere yerleştirilmiştir. Daha sonra parsel ve blok aralarında kalan bitkiler ise sökülmüştür. Deneme parselleri planı Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Araştırma alanı deneme parselleri planı

Şekilden görüldüğü gibi 6 dekarlık bir alanda oluşturulan denemede, damla sulama sistemi; kontrol ünitesi (kum-çakıl filtre tankı, gübre tankı, vanalar), ana boru hattı, yan boru hattı, damlatıcı boru hattı ve ek parçalardan oluşturulmuştur. Damla sulamada, 16 mm çapında ve 1 atm basınçta damlatıcı debisi 4 l/h, damlatıcı aralığı 33 cm olan lateral borular kullanılmıştır. Lateral hatlar her bitki sırasına bir lateral hizmet edecek şekilde planlanmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Damla sulama yöntemi uygulanan parselden bir görünüş

Yağmurlama sulama sistemi ise, 75 mm çaplı PVC borulardan oluşan ana ve lateral hat ile meme çapı 5.0/4.2 mm olan ve 2-2.5 atm işletme basıncında işletildiğinde debisi 0,50-0,60 l/sn arasında olan yağmurlama başlıklarından oluşturulmuştur. Sulama suyu, 3 lateral hat üzerine 10x10 m tertip şeklinde yerleştirilen başlıklar ile verilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Yağmurlama sulama yöntemi uygulanan parselden bir görünüş

Karık sulamada ise, her bitki sıra arasına bir kapalı karık yapılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Karık sulama yöntemi uygulanan parselden bir görünüş

3.2.2. Sulama zamanı tayini ve sulama zamanları

Yağmurlama, damla ve karık sulama yöntemlerinde, sulama programlarının uygulanması Δt Profil Probe ve gravimetrik toprak nemi ölçme metoduna göre belirlenmiştir. Bu amaçla kullanılan Access probe için arazide gerekli kalibrasyon işlemleri yapılmıştır. Bütün sulama yöntemlerinde sulama aralığı 7 gün olup, bu sulama aralığında, eksilen toprak nemini tarla kapasitesine çıkartacak kadar sulama suyu verilmiştir. Parsellere verilecek sulama suyu miktarının belirlenmesinde 90 cm'lik toprak katmanı dikkate alınmıştır. Çizelge 3.5'te sulama zamanları ve sulama suyu miktarları verilmiştir. Yapılan ilk sulamada verilen sulama suyu miktarları birbirine eşittir; tüm deneme alanına yağmurlama sulama ile mevcut nemi tarla kapasitesine taşıyacak kadar su verilmiştir.

Çizelge 3.5. Deneme süresince verilen sulama suyu miktarı

Sulama Zamanı	**Sulama Suyu Miktarı (mm)**		
	Karık Sulama	**Yağmurlama Sulama**	**Damla Sulama**
24 Haziran 2009	54,25	54,25	54,25
1 Temmuz 2009	44,32	43,15	36,14
8 Temmuz 2009	45,36	48,24	40,25
14 Temmuz 2009	52,20	54,30	48,32
22 Temmuz 2009	60,34	62,20	55,74
30 Temmuz 2009	65,45	64,33	52,20
5 Ağustos 2009	58,28	60,24	47,07
12 Ağustos 2009	48,24	56,12	49,13
19 Ağustos 2009	38,15	43,25	36,54
26 Ağustos 2009	32,20	40,15	34,44
2 Eylül 2009	23,30	30,21	26,22
TOPLAM	**522,09**	**556,44**	**480,30**

Deneme süresince karık sulama yöntemi ile sulanan alana 522,09 mm, yağmurlama sulama ile sulanan alana 556,44 mm, damla sulama ile sulanan alana ise 480,30 mm sulama suyu verilmiştir. En fazla sulama suyu yağmurlama sulama uygulamasında gerçekleşmiştir. Bunun sebebi yağmurlama sulama ile tüm yüzeyin ıslatılması ve buharlaşma kayıplarının fazlalığı olarak gösterilebilir.

3.2.3. Toprak ve su örneklerinin alınması

Deneme süresince, 3 farklı sulama yönteminin uygulandığı parsellerden hem sulama sezonu öncesi ve sonrasında hem de birer atlamalı olarak her sulama öncesi ve sonrasında, 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm derinliklerinden bozulmuş toprak örnekleri alınarak; saturasyon ekstraktlarında EC ve pH değerleri belirlenmiştir. Deneme sonunda ise aynı derinliklerden toprak örnekleri alınmış, bu örneklerde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Toprak örnekleri; karık sulamada karık tabanından, yağmurlama sulamada iki lateral hat arasından karık tabanından, damla sulmada ise lateral hat bitişiğinden iki damlatıcının ortasından alınmıştır. Toprak örneklerinin alındığı sulama öncesi ve sonrası dönemler Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Sulama suyu örneği sulama sezonu başlangıcında, ortasında ve sezon sonunda olmak üzere üç defa alınmıştır.

Çizelge 3.6. Toprak örneklerinin alınma dönemleri

	Toprak Örneğinin Alındığı Sulama Dönemi	**Toprak Örneğinin Alınma Tarihi**
S.S.Ö.	Sulama sezonu öncesi	27.04.2009
2.S.Ö.	2. Sulama öncesi	01.07.2009
2.S.S.	2. Sulama sonrası	04.07.2009
4.S.Ö.	4. Sulama öncesi	14.07.2009
4.S.S.	4. Sulama sonrası	16.07.2009
6.S.Ö.	6. Sulama öncesi	30.07.2009
6.S.S.	6. Sulama sonrası	31.07.2009
8.S.Ö.	8. Sulama öncesi	12.08.2009
8.S.S.	8. Sulama sonrası	13.08.2009
10.S.Ö.	10. Sulama öncesi	26.08.2009
10.S.S.	10. Sulama sonrası	29.08.2009
S.S.S.	Sulama sezonu sonrası	04.09.2009

3.2.4. Deneme süresince yapılan kültürel işlemler

Araştırmanın yürütülmesinde, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nde mevcut bulunan, TDR (Time Domain Reflectometry) nemölçer cihazı ve ekipmanları, etüv, toprak örnek alma burgusu (Kovan ve Çakma tipi), çakma başlığı, hassas terazi gibi malzemelerden yararlanılmıştır. Deneme süresince yapılan temel kültürel işlemler aşağıda özetlenmiştir:

1. Deneme yeri sonbaharda pullukla derin bir şekilde sürülmüştür. İlkbaharda Nisan ayının ilk haftasında, denemenin yürütüleceği alana 50 kg/da dozunda 15.15.15 (NPK) gübresi gübre serpme makinesi ile atılıp, rotatiller ile toprağa karıştırılarak arazi ekime hazır hale getirilmiştir.
2. Patates dikimi Nisan ayının 28'inde, 2 sıralı mekanik patates dikim makinesi ile gerçekleştirilmiştir. 15 cm derinliğe dikimi yapılmış olup, dekara yaklaşık 300 kg tohum kullanılmıştır.
3. Dikimden 2 gün sonra çimlenme ve çıkış sağlanabilmesi için, deneme alanının tamamına yağmurlama sulama yöntemi ile 40 mm sulama suyu uygulanmıştır. Mayıs ayının ikinci yarısından itibaren ilk çıkışlar görülmüş, homojen bitki çıkışı ise Mayıs ayının son haftasında gözlenmiştir.
4. Çapayla birlikte üst gübresi olarak dekara 60 kg olacak şekilde Amonyum sülfat (23.06.2009) verilmiştir.
5. Patates böceğine ve funguslara karşı 11.07.2009 ve 27.07.2009 da ilaçlama yapılmıştır.
6. Yöntemlerle ilgili sulama konularına ise 24 Haziran'da başlanmış 2 Eylül'de son verilmiştir.
7. Hasattan hemen önce, sulama yöntemlerine bağlı deneme parsellerinin kenar tesir payları çıkarılmış, 23 Eylül 2009 tarihinde tek sıralı patates söküm makinesiyle hasat yapılmıştır.

3.2.5. Uygulanan analiz yöntemleri

3.2.5.1. Toprak örneklerinde uygulanan analiz metotları

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

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

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

***Hacim ağırlığı*:** Bozulmamış toprak örneklerinde ABD Tuzluluk Laboratuarı 38 numaralı metoda göre yapılmıştır (Richards 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).

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

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

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

***Suda çözünebilir iyonlar*:** Suda çözünebilir anyonlar ABD Tuzluluk Laboratuarınca belirtilen esaslara göre; $CO_3^{=}$, HCO_3^{-} metot 12'de belirtildiği gibi H_2SO_4 ile titre edilerek, Cl^{-}, metot 13'de açıklandığı gibi $AgNO_3$'la titrasyon suretiyle, SO_4^{--}, metot 14a'da olduğu gibi $BaSO_4$ şeklinde çökertilerek yapılmıştır. Suda çözünebilir katyonlar ise; ICP aletinde okuma yapılarak belirlenmiştir.

3.2.5.2. Su örneklerinde uygulanan analiz metotları

Araştırma alanında bulunan su kaynağından alınan su örneği, laboratuar ortamında gerekli işlemlerden geçirilip aşağıdaki analiz ve hesaplamalar yapılmıştır.

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

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

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

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

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

Sodyum yüzdesi (%Na): Suyun bileşimindeki sodyumun diğer katyonlara göre yüzde değerini belirten bir göstergedir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırmadan elde edilen sonuçlar alt başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

4.1. Araştırmada Kullanılan Sulama Suyu Özellikleri

Araştırmada kullanılan sulama suyu örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde, suda çözünebilir anyon ve katyonlar açısından bakıldığında; katyonlar Na^+ 0,61 me/l, K^+ 0,03 me/l, Ca^{++} 1,60 me/l ve Mg^{++} 3,58 me/l; anyonlar, HCO_3^- 3 me/l, Cl^- 2 me/l ve $SO_4^=$ 0,68 me/l olduğu görülmektedir. Suda kalıcı sodyum karbonat (RSC) yoktur.

Sulama suyu EC değeri 568,14 µmhos/cm, pH değeri ise 7,40 dır. Tuzluluk ve sodyumluluk yönünden ABD Tuzluluk Laboratuarı Sınıflandırma sistemine göre T_2S_1 sulama suyu sınıfına girmektedir. Tuz konsantrasyonun orta tuzlu, sodyum konsantrasyonunun ise düşük olduğu görülmektedir. Sulama suyu, bölgedeki diğer su kaynaklarına bakıldığında sulama suyu kalitesi açısından daha uygundur.

Çizelge 4.1. Araştırmada kullanılan sulama suyunun kimyasal özellikleri

	Ec x 10^{-6}	**Katyonlar (me/1)**					**Anyonlar (me/1)**								
	µmhos/cm														**Sulama**
pH	**25 °C**	**Na^+**	**K^+**	**Ca^{++}**	**Mg^{++}**	**Toplam**	**$CO_3^=$**	**HCO_3^-**	**Cl^-**	**$SO_4^=$**	**Toplam**	**RSC**	**SAR**	**% Na**	**Suyu Sınıfı**
7,40	568,14	0,61	0,03	1,60	3,58	**5,82**	-	3	2	0,68	**5,68**	-	0,38	10,4	C_2S_1

4.2. Araştırma Alanı Deneme Öncesi ve Sonrası Toprak Özellikleri

Deneme başlangıcında, araştırma alanı topraklarının mevcut özelliklerini belirlemek amacıyla, 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm derinliklerden alınan toprak örneklerine ilişkin bazı fiziksel analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Saturasyon (%)	Tarla Kapasitesi (Hacim %)	Solma Noktası (Hacim %)	Hacim Ağırlığı (g/cm^3)	Toprak Bünyesi			
					Kum %	Kil %	Silt %	Bünye
0-30	58,7	30,6	15,4	1,26	54,75	30,57	14,68	SCL
30-60	57,3	34,2	20,0	1,31	50,75	28,45	20,8	SCL
60-90	66,9	36,0	21,3	1,32	42,99	34,45	22,56	CL
90-120	74,4	39,4	25,2	1,35	59,74	23,71	16,55	SCL

Çizelge 4.2 incelendiğinde, araştırma yapılan alanda 0-30, 30-60 ve 90-120 cm derinliklerde toprak katmanlarının kumlu-killi-tın bünyeye, 60-90 cm derinliğindeki katmanın killi-tın bünyeye sahip olduğu, hacim ağırlığı değerlerinin ise 1,26 – 1,35 g/cm^3 arasında değiştiği görülmektedir. Toprak yüzeyinden alt katmanlara inildikçe tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerinde dengeli bir artış gözlenmektedir. Her katman için tarla kapasitesi ve solma noktası farkı birbirine yakın çıkmıştır. Kumlu killi tın bünyeye sahip bir toprak için belirlenen faydalı su kapasitesi miktarı uygundur.

Araştırma alanı topraklarının kimyasal özelliklerini belirlemek ve deneme sonrasında meydana gelen değişimleri incelemek amacıyla alınan toprak örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Deneme alanı topraklarının deneme öncesi ve sonrası bazı kimyasal özellikleri

Toprak Örneğinin Alındığı			ECx10^{-6}	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR										KDK	Değişebilir Katyonlar (me/l)			DSY
Metod	Derinlik	pH	µmhos/cm	Katyonlar (me/l)					Anyonlar (me/l)									
	(cm)		25°C	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Toplam	$CO_3^=$	HCO_3^-	Cl^-	$SO_4^=$	Toplam	(me/100g)	Na^+	K^+	$Ca^{++}+Mg^{++}$	%
Sulama Sezonu Öncesi	0-30	8,08	951	2,72	0,04	3,34	3,60	9,70	-	2,31	5,0	2,20	9,51	18,74	0,28	0,63	16,84	1,49
	30-60	8,07	1021	1,51	0,08	4,09	4,92	10,60	-	1,60	6,0	2,61	10,21	16,73	0,31	0,50	12,44	1,85
	60-90	7,83	519	0,66	0,02	2,13	2,41	5,22	-	1,10	3,0	1,09	5,19	18,55	0,19	0,51	17,42	1,02
	90-120	7,85	645	0,84	0,03	2,48	3,21	6,56	-	1,47	3,0	1,83	6,30	16,95	0,24	0,56	15,28	1,43
Sezon Sonrası Karık Sulama	0-30	7,94	448	1,01	0,03	1,63	1,92	4,59	-	0,50	3,0	0,98	4,48	15,07	0,18	0,70	13,79	1,19
	30-60	7,91	484	1,13	0,04	1,58	1,88	4,63	-	1,10	2,0	1,74	4,84	13,97	0,30	0,47	12,93	2,14
	60-90	7,81	580	1,02	0,06	2,41	3,16	6,65	-	1,60	4,0	1,20	6,80	19,84	0,28	0,35	18,27	1,41
	90-120	7,73	670	0,94	0,03	2,08	3,80	6,85	-	1,25	3,0	2,20	6,45	17,04	0,16	0,38	16,20	0,93
Sezon Sonrası Yağmurlama Sulama	0-30	7,89	563	0,87	0,06	2,24	2,55	5,72	-	0,80	3,0	1,83	5,63	14,79	0,24	0,56	13,68	1,62
	30-60	7,78	752	1,56	0,01	3,34	4,41	9,32	-	1,80	5,0	2,72	9,52	10,20	0,26	0,33	9,02	2,55
	60-90	7,72	825	1,41	0,02	4,39	5,61	11,43	-	1,30	7,0	2,95	11,25	10,0	0,18	0,33	8,97	1,8
	90-120	7,67	997	1,81	0,04	3,19	4,71	9,75	-	1,20	6,0	2,77	9,97	8,84	0,13	0,23	8,36	1,47
Sezon Sonrası Damla Sulama	0-30	8,06	671	1,68	0,04	2,10	2,54	6,36	-	1,0	3,0	2,71	6,71	14,72	0,27	0,51	13,58	1,83
	30-60	8,02	760	2,12	0,01	2,71	2,95	7,79	-	1,40	5,0	2,20	7,60	12,43	0,28	0,31	11,61	2,25
	60-90	7,68	810	1,02	0,04	3,72	5,27	10,05	-	1,25	6,0	2,67	9,92	11,93	0,15	0,26	11,39	1,25
	90-120	7,83	850	1,12	0,02	2,79	4,21	8,14	-	1,30	4,0	3,20	8,50	13,09	0,16	0,26	12,53	1,22

Çizelge 4.3'ten görüleceği gibi, deneme başlangıcında araştırma alanı toprak profilinden alınan örneklerin pH değerlerinin 7,83 – 8,08 arasında, EC değerleri 519 – 1021 μmhos/cm arasında değişmektedir. Suda çözünebilir katyonlar açısından bakıldığında profilde Mg^{++} iyonunun (4,92 me/l), anyonlar açısından bakıldığında Cl^{-} iyonunun (6,0 me/l) hakim olduğu söylenebilir. Toprağın KDK'sı 16,73 ile 18,74 me/100g arasında, DSY değerleri % 1,02 - 1,85 arasında değişmektedir.

Araştırma sonunda, deneme alanı topraklarının pH değerlerinin 7,67 - 8,06 arasında değiştiği, EC değerlerinin ise 448 μmhos/cm (karık sulama yöntemi) ile 997 μmhos/cm (yağmurlama sulama yöntemi) arasında değiştiği görülmektedir.

Suda çözünebilir katyonlardan Mg^{++} iyonu, damla sulama yöntemi ve yağmurlama sulama yöntemi uygulanan alanlarda dengeli, karık sulamada ise; alt katmanlara doğru artış göstermekle birlikte, diğer iki yönteme göre düşüktür. Topraklarda Ca^{++} iyonu, Mg^{++} iyonuna göre daha az bulunmakta ve en yüksek (4,39 me/l) yağmurlama sulama yönteminde görülmüştür. Na^{+} iyonunun 0,87 - 2,12 me/l arasında; K^{+} iyonunun ise 0,01 - 0,06 me/l arasında değiştiği görülmektedir. Sulama sezonu sonrasında suda çözünebilir iyonlar da tuzlar gibi, alt katmanlara doğru yıkanmıştır.

Deneme alanı topraklarında, KDK değerlerinin 8,84 - 19,84 me/100 g arasında değiştiği görülmektedir. DSY değerlerine bakıldığında; 0-30 cm katmanı için en yüksek değer (% 1,83) damla sulama yönteminde, diğer katmanlarda ise yağmurlama sulama yönteminde (% 2,55 – 1,8 – 1,47) görülmüştür.

Çizelgeden 4.3'ten görüldüğü gibi sulama sezonu sonunda deneme toprakları EC değerlerinde bir azalma söz konusudur. Ancak gerek sulama suyuna ek olarak yıkama suyu verilmemesi gerekse de sulama suyunun 2. sınıf olmasından dolayı toprak tuzluluğundaki azalma sınırlı olmuştur. DSY değerlerinde ise, dikkate değer bir değişim gözlenmemiştir. Genel olarak araştırma alanı toprakları tarıma elverişli olup doğal drenaj şartları yeterlidir.

4.3. Deneme Süresince Toprak Profilindeki Tuz Hareketi

Farklı sulama yöntemleri (karık, yağmurlama ve damla sulama) ile sulanan patates bitkisinin kök bölgesindeki tuz değişimini incelemek üzere, araştırma alanından sulama önceleri ve sonraları alınan toprak örneklerinde yapılan EC ve pH tayini sonuçları çizelgeler (Çizelge 4.4 - 4.5 - 4.6) halinde verilmiştir. Deneme başlangıcında toprak tuzluluk değerleri tüm sulama yöntemleri için homojen kabul edilmiştir. Tuzluluk değişimlerinin incelenmesi için, 2. sulamadan itibaren birer atlamalı olarak sulama sezonu boyunca toprak örnekleri alınmıştır. Toprak profilindeki tuzluluk hareketleri, her yöntem için ayrı ayrı irdelenmiştir.

4.3.1. Karık sulama yönteminde toprak profilindeki tuz değişimleri

Sulama amacıyla toprak yüzeyinde belirli aralıklarla birbirine paralel, geçici olarak açılan küçük hendeklere karık, sulama suyunun karıklarda ilerlerken toprağa sızmasını sağlayan sulama yöntemlerine ise karık sulama yöntemleri denir. Kök bölgesi karıklardan sızan su ile ıslatılır (Kara, 2005). Karık sulama yönteminde tuz, sulama suyu ile birlikte düşey ve yanal hareket gösterir. Bu yöntemde tuzlar karık sırtlarında birikir.

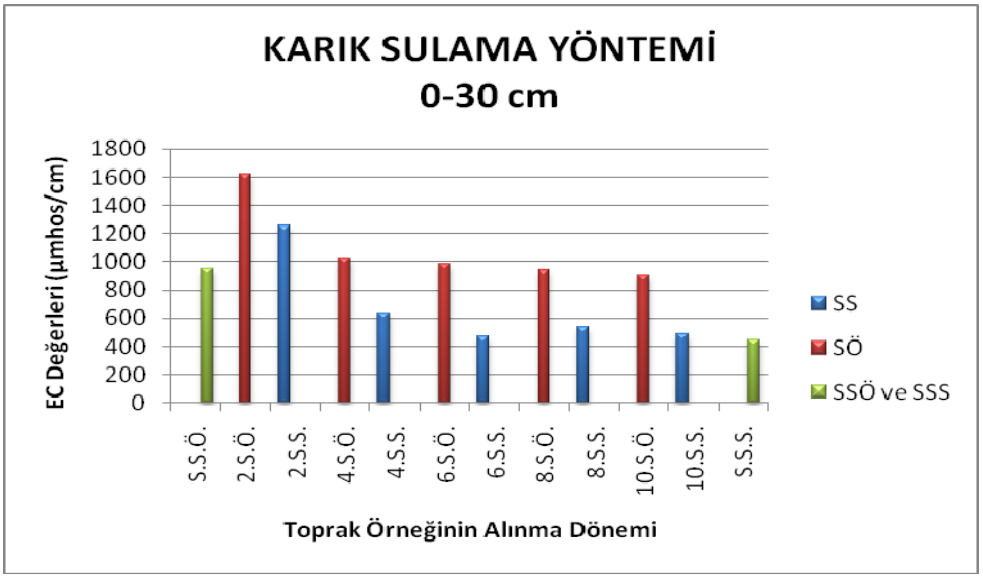
Çizelge 4.4. Karık sulama yönteminde profildeki pH ve EC değişimleri

			KARIK SULAMA YÖNTEMİNDE pH ve EC (µmhos/cm) DEĞİŞİMLERİ											
			S.S.Ö	2.S.Ö	**2.S.S**	4.S.Ö	**4.S.S**	6.S.Ö	**6.S.S**	8.S.Ö	**8.S.S**	10.S.Ö	**10.S.S**	**S.S.S**
DERİNLİK cm	0 30	***EC***	951	1624	**1252**	1028	**639**	984	**472**	939	**540**	902	**488**	**448**
		pH	8.08	7.92	**7.87**	7.65	**7.71**	7.62	**8.01**	8.08	**8.05**	7.95	**7.98**	**7.94**
	30 60	***EC***	1021	678	**760**	879	**691**	960	**584**	951	**548**	821	**529**	**484**
		pH	8.07	7.65	**7.71**	7.88	**7.96**	7.97	**7.95**	7.78	**7.80**	7.96	**7.87**	**7.91**
	60 90	***EC***	519	590	**588**	782	**876**	682	**631**	783	**643**	745	**542**	**580**
		pH	7.83	7.78	**7.89**	7.80	**7.95**	7.8	**7.82**	7.87	**7.98**	7.90	**7.88**	**7.81**
	90 120	***EC***	645	714	**680**	737	**812**	619	**685**	586	**762**	594	**688**	**670**
		pH	7.85	7.75	**7.85**	7.83	**7.80**	7.64	**7.90**	7.82	**7.80**	7.96	**7.92**	**7.73**

Karık sulama yöntemi ile sulanan parselden sulama önceleri ve sonraları alınan toprak örneklerindeki pH ve EC değişimleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

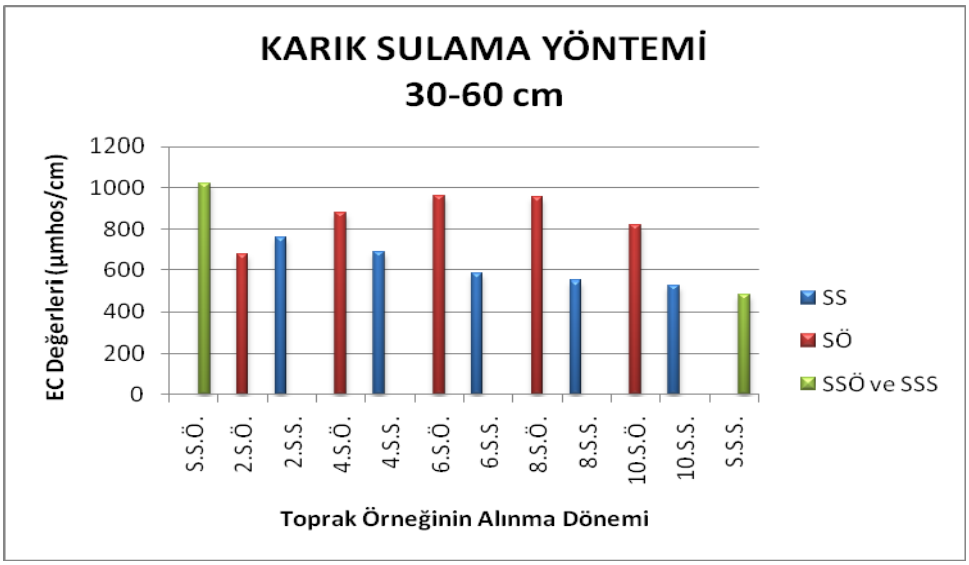
Çizelgeden görüleceği gibi, toprakların pH değerleri 7,62 - 8,08 arasında değişmektedir. Her sulama sonrası 0-30 cm ve 30-60 cm derinliğindeki katmanlar için toprak EC değerleri sulama öncesi alınan toprak örneklerine göre düşük çıkmıştır. Yani sulama sonraları toprak profilinin yüzeye yakın katmanlarında tuz değerleri azalmıştır. Bu da sulama ile tuz bileşiklerinin alt katmanlara doğru yıkandığını, konsantrasyonlarının azaldığını göstermektedir. Bu yöntemde, profilin 90-120 cm'lik katmanlarında ise 2. sulama değerleri hariç sulama öncesi tuz konsantrasyonları, sulama sonrasına göre düşük değerdedir. Bunun nedeni ise, topraktaki tuzların sulama öncesi alt katmanlardan üst katmanlara doğru kapilarite ile taşınmasıdır.

Karık sulama yönteminde en yüksek EC değeri 0-30 cm katmanı için 2. sulama öncesinde (1624 µmhos/cm) görülmüştür. Bunun sebebi ise, 1. sulama öncesinde toprağa gübre verilmesidir. Diğer katmanlar için en yüksek EC değerleri; 30-60 cm için sulama sezonu öncesinde (1021 µmhos/cm), 60-90 cm ve 90-120 cm için 4. sulama sonrasında (876 µmhos/cm – 812 µmhos/cm) görülmüştür. Her katmanın sulama sezonu boyunca EC değerlerinde gerçekleşen değişim Şekil 4.1'de verilmiştir.

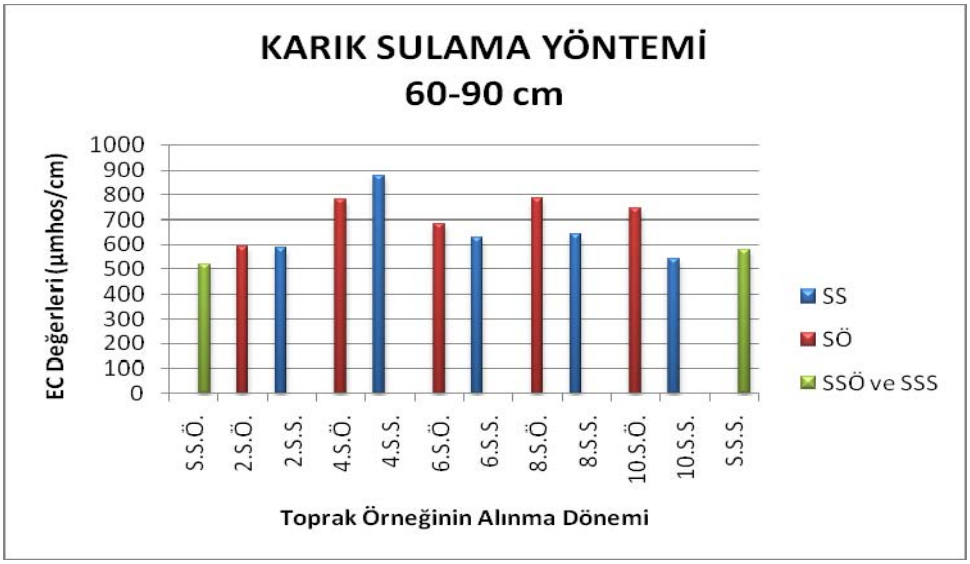


Şekil 4.1. Karık sulama yönteminde profildeki EC değişimleri (a)

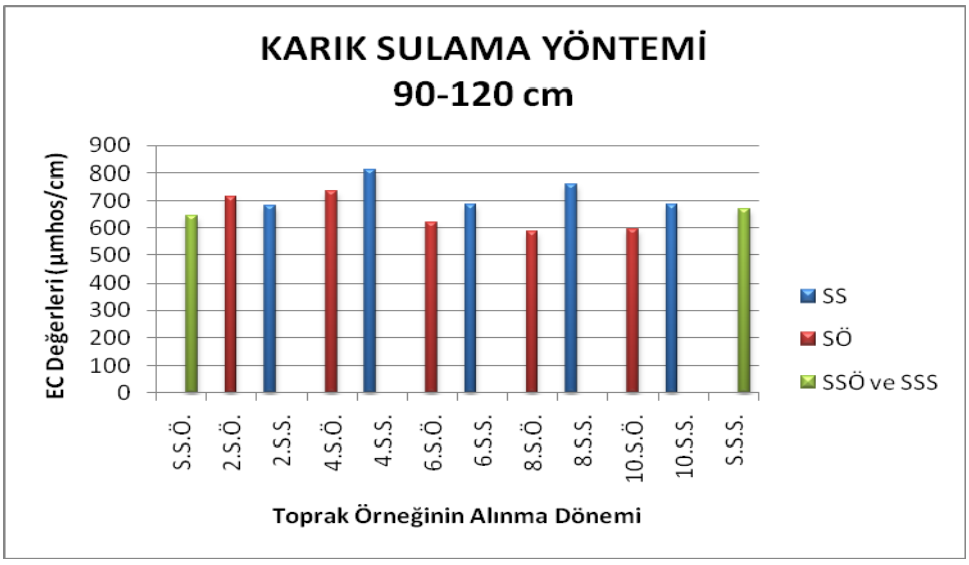
b.



c.



d.



Şekil 4.1(devam). Karık sulama yönteminde profildeki EC değişimleri (b,c,d)

Katmanlardaki tuz değişimine bakıldığında 2. sulama sonrası hariç tüm sulama sonralarında tuz konsantrasyonları alt katmanlara doğru artış göstermiştir. Bu da doğaldır, çünkü sulama ile üst katmanlardaki tuz iyonları yıkanarak alt katmanlara doğru hareket etmektedir. Sulama önceleri profildeki EC değerleri toprak yüzeyinden alt katmanlara doğru azalma göstermiştir. Bunun sebebi toprak yüzeyindeki nemin azalmasıyla, alt katmanlardaki suyun yüzeye hareketi esnasında tuzları da taşımasıdır.

Deneme öncesi toprak profilindeki EC değerleri ile deneme sonrası EC değerleri mukayese edildiğinde; 0-30 cm katmanında 951 µmhos/cm'den 448 µmhos/cm'ye, 30-60 cm katmanında 1021 µmhos/cm'den 484 µmhos/cm'ye düşmüş; 60-90 cm katmanında 519 µmhos/cm'den 580 µmhos/cm'ye, 90-120 cm katmanında ise 645 µmhos/cm'den 670 µmhos/cm'ye çıkmıştır. Genel olarak karık sulama yönteminde deneme öncesine göre deneme sonrası EC değerlerinde üst katmanlarda (0 - 60 cm) % 52,6 - % 52,9 oranında bir azalma; alt katmanlarda (60 - 120 cm) % 3,9 - % 11,7 oranında bir artış görülmüştür. Buradan anlaşılacağı gibi kum oranı yüksek kumlu killi tın bünyeye sahip doğal drenajı yeterli olan deneme arazisinde, kontrollü sulama ile profilde tuzluluk sorunu oluşmamıştır.

4.3.2. Yağmurlama sulama yönteminde toprak profilindeki tuz değişimleri

Yağmurlama sulama yöntemi, sulama suyunun arazide kapalı borularla dağıtılarak belirli basınç altında mekanik püskürtücülerle atmosfere püskürtülüp doğal yağış şeklinde toprağa verilmesini sağlayan sulama yöntemidir. Yağmurlama başlıkları ister sabit ister döner özellikte olsun, daire şeklinde bir ıslak alan oluştururlar. Toprak profilinde oluşan ıslaklık üniform değildir. Yağmurlamanın şiddeti daire merkezinde en yüksek, çevresinde en düşük değeri alır. Bu sebeple tüm yüzeyin ıslatılması için başlıklar birbirinin merkezini kesecek şekilde tertiplenir (Kara, 2005). Yağmurlama sulamada, tüm toprak yüzeyine sulama suyu verilmekte, eğer sulama dengeli bir şekilde yapılırsa profilde homojen bir ıslaklık meydana gelmektedir. Tuzların hareketi ise sulama suyuna paralel olarak düşey yönde gerçekleşmektedir.

Yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan parselden sulama önceleri ve sonraları alınan toprak örneklerindeki pH ve EC değişimleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

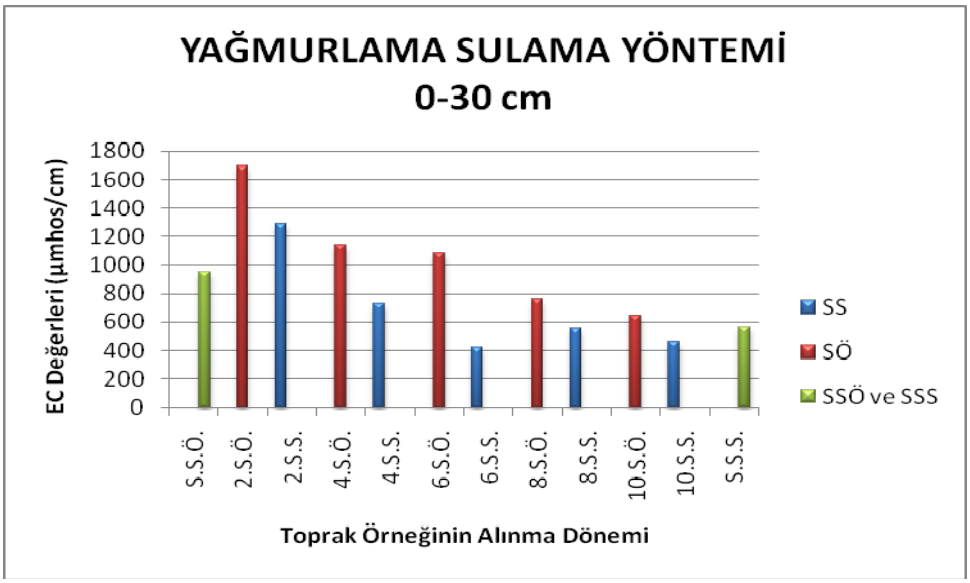
Çizelge 4.5. Yağmurlama sulama yönteminde profildeki pH ve EC değişimleri

			YAĞMURLAMA SULAMA YÖNTEMİNDE pH ve EC (µmhos/cm) DEĞİŞİMLERİ											
			S.S.Ö	2.S.Ö	**2.S.S**	4.S.Ö	**4.S.S**	6.S.Ö	**6.S.S**	8.S.Ö	**8.S.S**	10.S.Ö	**10.S.S**	**S.S.S**
D E R İ N L İ K cm	0 30	***EC***	951	1694	**1286**	1139	**728**	1085	**423**	758	**549**	645	**458**	**563**
		pH	8.08	7.87	**7.93**	7.69	**7.68**	7.46	**7.82**	7.92	**7.87**	7.81	**7.98**	**7.89**
	30 60	***EC***	1021	828	**724**	886	**787**	686	**643**	943	**665**	824	**605**	**752**
		pH	8.07	7.65	**7.60**	7.94	**7.93**	7.67	**7.99**	7.67	**7.83**	7.65	**7.56**	**7.78**
	60 90	***EC***	519	785	**544**	765	**903**	534	**763**	890	**772**	679	**798**	**825**
		pH	7.83	7.78	**7.75**	7.71	**7.83**	7.86	**7.66**	7.71	**7.81**	7.84	**7.68**	**7.72**
	90 120	***EC***	645	714	**730**	722	**920**	579	**970**	759	**821**	546	**851**	**997**
		pH	7.85	7.65	**7.93**	7.79	**7.86**	7.79	**7.61**	7.54	**7.76**	7.85	**7.74**	**7.67**

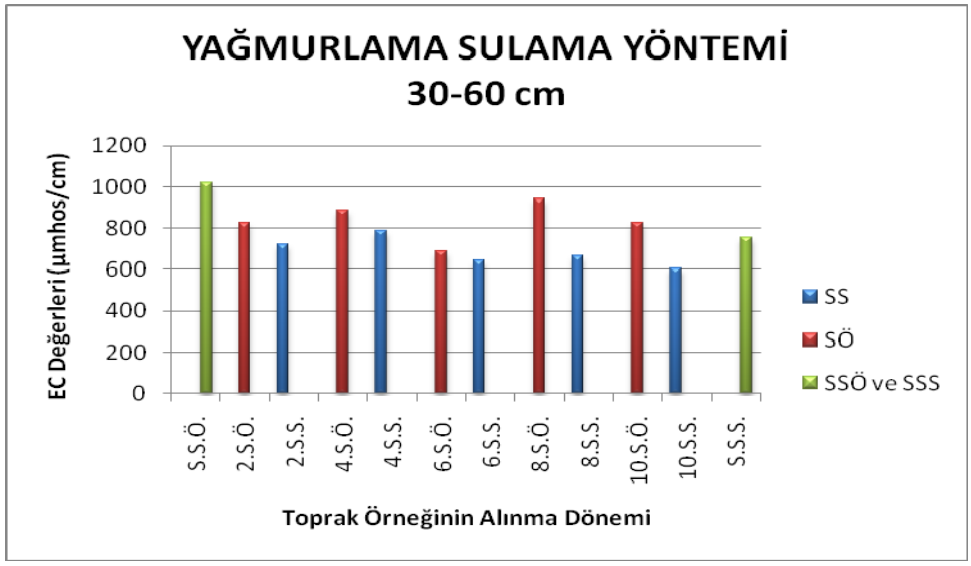
Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi yağmurlama sulama yönteminin uygulandığı alanda pH değerleri 7,46 – 8,08 arasında değişmektedir. Profildeki tuz dağılımı, karık sulama yöntemine benzer şekilde gerçekleşmiştir. EC değerleri sulama öncelerinde yüzeye yakın katmanlarda (0 – 60 cm), sulama sonralarında ise alt katmanlarda (60 – 120 cm) yüksek çıkmıştır. Yağmurlama sulama yöntemi için en yüksek EC değerleri 0-30 cm derinliğinde 2. sulama öncesinde (1694 µmhos/cm), 30-60 cm için sulama sezonu öncesinde (1021 µmhos/cm), 60-90 cm için 4. sulama sonrasında (903 µmhos/cm), 90-120 cm için ise sulama sezonu sonrasında (997 µmhos/cm) görülmüştür.

Profilin 0-30 cm katmanında, birbirini takip eden sulamalarda, her sulama öncesi EC değeri bir önceki sulama öncesinden daha düşüktür. Bu durum diğer katmanlar için söz konusu değildir. Yağmurlama sulama yöntemi uygulanan parseldeki EC değerleri değişimleri her katman için ayrı ayrı olmak üzere Şekil 4.2'de verilmiştir.

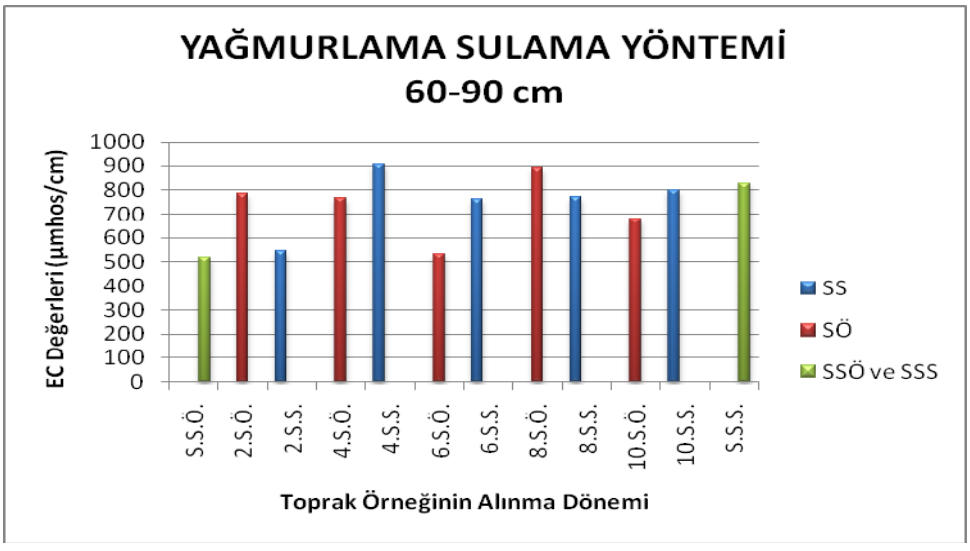
a.



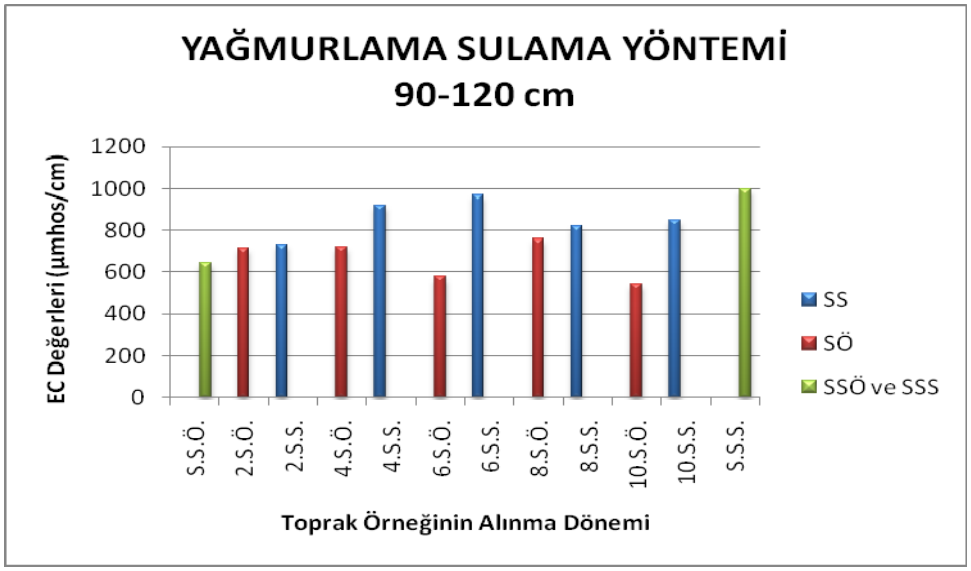
b.



c.



Şekil 4.2. Yağmurlama sulama yönteminde profildeki EC değişimleri (a, b, c)

d. 

Şekil 4.2 (devam). Yağmurlama sulama yönteminde profildeki EC değişimleri (d)

Karık sulama yönteminde olduğu gibi burada da 2. sulama sonrası hariç tüm sulama sonralarında tuz değerleri alt katmanlara doğru artış göstermiştir.

Bu yöntemde, sulama sezonu öncesi ve sonrasındaki EC değerleri kıyaslandığında; 0 – 30 cm katmanında 951 µmhos/cm'den 563 µmhos/cm'ye, 30 – 60 cm katmanında 1021 µmhos/cm'den 752 µmhos/cm'ye düşmüş; 60-90 cm katmanında 519 µmhos/cm'den 825 µmhos/cm'ye, 90 – 120 cm katmanında 645 µmhos/cm'den 997 µmhos/cm'ye yükselmiştir.

Genel olarak yağmurlama sulama yönteminde, sulama sezonu sonrası EC değerlerinde, deneme öncesine göre, üst katmanlarda (0 - 60 cm) % 26,3 - % 40,8 oranında bir azalma; alt katmanlarda (60 - 120 cm) % 54,6 - % 58,8 oranında bir artış gözlenmiştir. Bunun nedeni kumlu killi tın bünyeye sahip ve doğal drenajı yeterli deneme arazisinde yağmurlama sulamada arazinin tüm yüzeyinin ıslatılması, karık sulamaya göre toplamda daha fazla sulama suyu verilmesi ve sulama suyunun kalitesinin yüksek olmasıdır.

4.3.3. Damla sulama yönteminde toprak profilindeki tuz değişimleri

Borularla düşük basınç altında iletilen sulama suyunun, bitki kök bölgesine basınçsız veya çok düşük basınçla damlatılarak verilmesini sağlayan yönteme damla sulama yöntemi denir. Toprağa basınçsız olarak verilen su, yer çekimi ve kapilarite etkisiyle düşey ve yatay yönde hareket ederek elipse benzer bir ıslak profil ve daire şeklinde ıslak alan oluşturur (Kara 2005). Bitki sırası boyunca ıslak daireler birbirini kesecek biçimde damlatma yapılınca ıslak bir şerit meydana gelir. Damla sulama yönteminde tuz birikimi genellikle ıslak çeperin dışında oluşmaktadır.

Damla sulama yöntemi uygulanan parselden sulama sezonu boyunca alınan toprak örneklerinin EC ve pH tayini sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Damla sulama yönteminde profildeki pH ve EC değişimleri

			DAMLA SULAMA YÖNTEMİNDE pH ve EC (µmhos/cm) DEĞİŞİMLERİ											
			S.S.Ö	2.S.Ö	**2.S.S**	4.S.Ö	**4.S.S**	6.S.Ö	**6.S.S**	8.S.Ö	**8.S.S**	10.S.Ö	**10.S.S**	**S.S.S**
D E R İ N L İ K cm	0 30	***EC***	951	1766	**1315**	1241	**625**	992	**557**	967	**639**	853	**659**	**671**
		pH	8.08	7.81	**7.75**	7.78	**7.74**	8.16	**8.12**	7.75	**8.18**	7.99	**8.03**	**8.06**
	30 60	***EC***	1021	969	**1107**	912	**840**	700	**816**	911	**560**	561	**958**	**760**
		pH	8.07	7.78	**7.75**	7.89	**7.85**	7.84	**7.8**	7.63	**7.92**	7.92	**7.90**	**8.02**
	60 90	***EC***	519	767	**677**	792	**925**	685	**1052**	880	**789**	682	**906**	**810**
		pH	7.83	7.84	**8.00**	7.70	**7.76**	7.74	**7.84**	7.87	**7.77**	7.58	**7.93**	**7.68**
	90 120	***EC***	645	782	**819**	804	**948**	690	**788**	818	**870**	951	**1151**	**850**
		pH	7.85	7.79	**7.88**	7.75	**7.80**	7.98	**7.73**	7.80	**7.91**	7.65	**7.75**	**7.83**

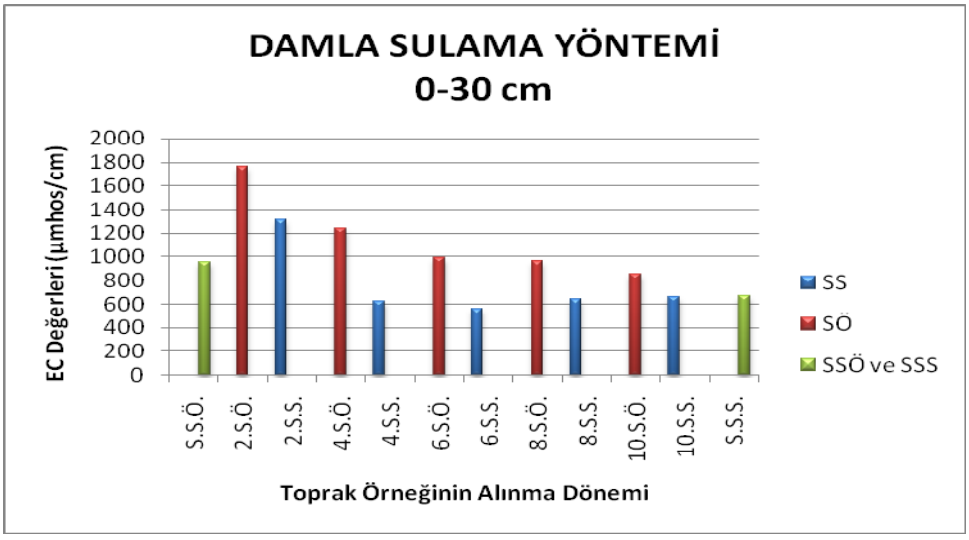
Çizelge 4.6'dan görüleceği gibi; toprak pH değerlerinin 7,58 – 8,18 arasında değiştiği söylenebilir. Damla sulama yöntemi ile sulanan parselin 0 – 30 cm katmanında her sulama öncesi tuz miktarı, sulama sonralarından yüksek çıkmıştır. Tuz değerlerinin; 30 – 60 cm derinliğindeki katmanda değişkenlik gösterdiği, 60 – 90 cm katmanında ise 6. sulama hariç her dönem için birbirine yakın olduğu söylenebilir. En alt katman olan 90 – 120 cm derinliğinden alınan örneklerin EC değerlerine bakıldığında da tüm sulama öncelerinin, sulama sonralarından düşük

olduğu görülmektedir. Bu durum profildeki tuzun sulama mevsimi boyunca hareketli olması ile açıklanabilir.

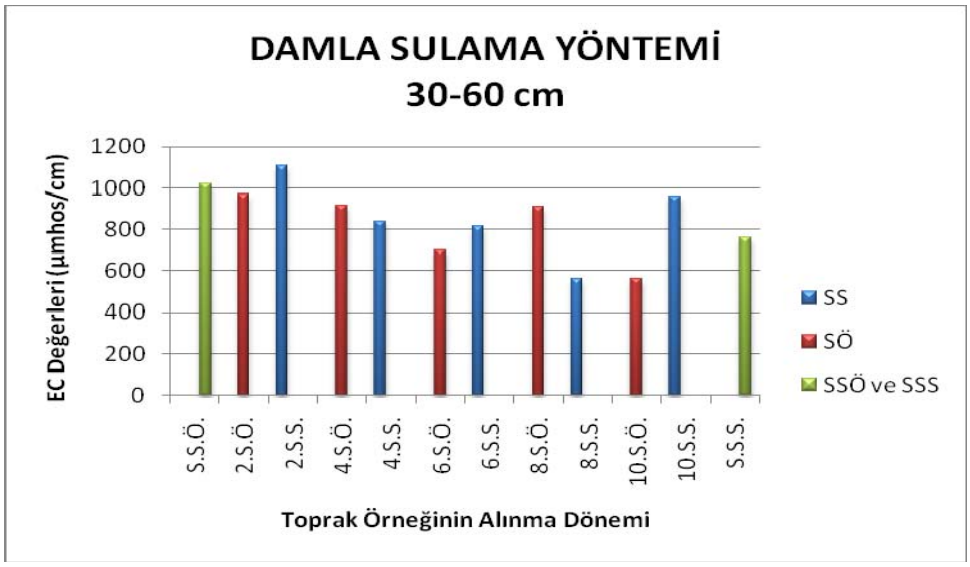
Damla sulama yöntemi uygulanan parselde en yüksek EC değerleri; 0 – 30 cm katmanında 2. sulama öncesinde (1766 µmhos/cm), 30 – 60 cm katmanında 2. sulama sonrasında (1107 µmhos/cm), 60 – 90 cm katmanında 6. sulama sonrasında (1052 µmhos/cm), 90 – 120 cm katmanında ise 10. sulama sonrasında (1151 µmhos/cm) görülmüştür.

Damla sulama yönteminde de, karık ve yağmurlama sulama yönteminde olduğu gibi, tuzlar profilde, sulama önceleri kapilarite ile yüzeye taşınmakta, sulama sonraları sulama suyu ile yıkanarak alt katmanlarda birikmektedir. Profildeki tuz değişimleri Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

a.

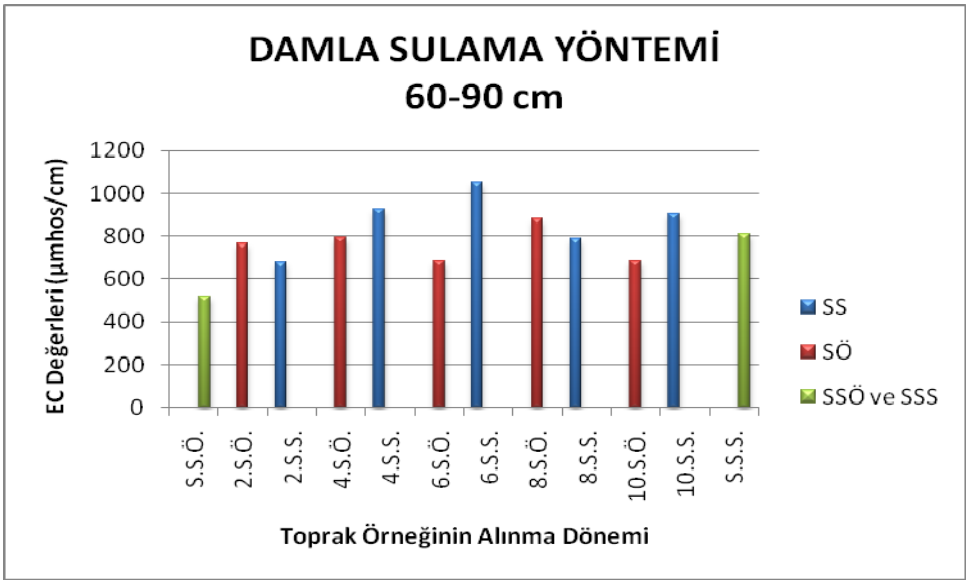


b.

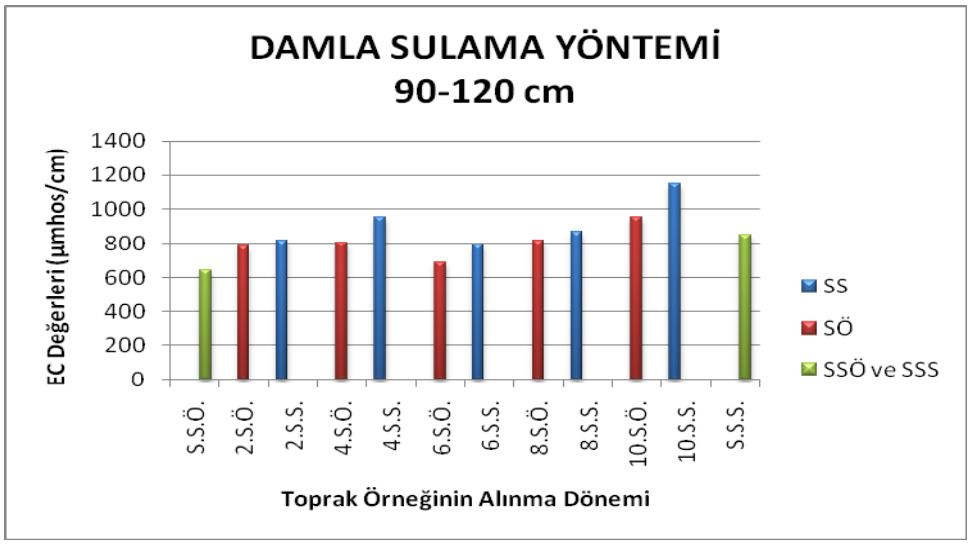


Şekil 4.3. Damla sulama yönteminde profildeki EC değişimleri (a, b)

c.



d.



Şekil 4.3 (devam). Damla sulama yönteminde profildeki EC değişimleri (c, d)

Profildeki EC değerlerinin deneme başlangıcında ve sonrasındaki değişimine bakıldığında; 0 – 30 cm ve 30 – 60 cm derinliğindeki katmanlarda, sırasıyla 951 µmhos/cm'den 671 µmhos/cm'ye, 1021 µmhos/cm'den 760 µmhos/cm'ye düştüğü; 60 – 90 cm ve 90 – 120 cm derinliğindeki katmanlarda 519 µmhos/cm'den 810 µmhos/cm'ye, 645 µmhos/cm'den 850 µmhos/cm'ye yükseldiği görülmektedir.

Damla sulama yönteminde deneme başlangıcı ve sonrası tuz değerlerinde üst katmanlarda (0 - 60 cm) % 25,5 - % 29,5 oranında bir azalma; alt katmanlarda (60 - 120 cm) % 31,8 - % 56,2 oranında bir artış gözlenmiştir.

4.4. Profildeki Tuz Dağılımının Sulama Yöntemlerine Göre Değişimi

Toprak profilinde nem dağılımı her sulama yönteminde farklıdır. Karık sulama yönteminde karık sırtları kuru kalırken; yağmurlama sulama yönteminde tüm toprak yüzeyi, damla sulama yönteminde ise sadece sıra üzerinde bitki köklerine yakın bölgeler ıslatılır. Toprak profilindeki tuzların hareketi suya bağlıdır. Dolayısıyla uygulanan yöntem ve verilen sulama suyu miktarı tuzluluk dağılımında oldukça etkilidir.

Araştırma sonuçlarına bakıldığında; yağmurlama sulama yöntemi ile verilen sulama suyu miktarı karık ve damla sulama yönteminden fazla olmasına rağmen, sulama sezonu boyunca alınan toprak örneklerinde, tüm katmanlar için tuzluluk değerleri, karık sulama yönteminde en düşük çıkmıştır. Yağmurlama sulama yöntemi ve damla sulama yöntemi kıyaslandığında üst katmanlarda (0 - 60 cm) damla sulama yöntemi uygulanan parselde EC değerlerinin yüksek olduğu, alt katmanlarda değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Araştırma öncesi ve sonrasındaki tuz değerleri ve % değişimleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

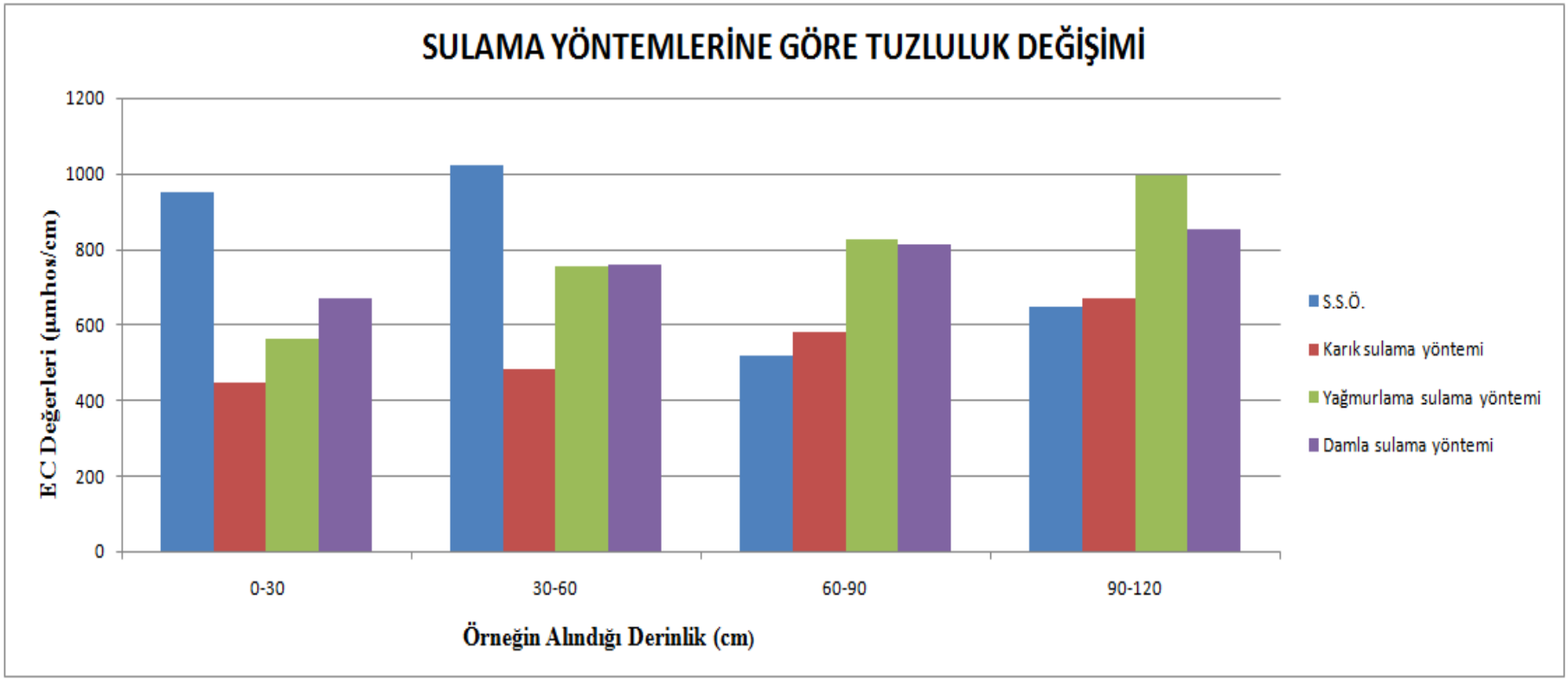
Çizelge 4.7. Sulama sezonu öncesi ve sonrası tuzluluk değişimi

	Derinlik (cm)	Sulama Sezonu Öncesi EC Değerleri (µmhos/cm)	Sulama Sezonu Sonrası EC Değerleri (µmhos/cm)	Tuz Miktarındaki Değişim (%)
Karık Sulama Yöntemi	0-30	951	448	- 52,9
	30-60	1021	484	- 52,6
	60-90	519	580	11,7
	90-120	645	670	3,9
Yağmurlama Sulama Yöntemi	0-30	951	563	- 40,8
	30-60	1021	752	- 26,3
	60-90	519	825	58,8
	90-120	645	997	54,6
Damla Sulama Yöntemi	0-30	951	671	- 29,5
	30-60	1021	760	- 25,5
	60-90	519	810	56,2
	90-120	645	850	31,8

Çizelge 4.7 incelendiğinde; deneme başlangıcı ve sonrasındaki tuz değerlerinde, 0 – 30 cm ve 30 – 60 cm katmanı için en fazla düşüş sırasıyla, % 52,9 ve % 52,6 ile karık sulama yönteminde; 60 – 90 cm ve 90 – 120 cm katmanında ise en fazla artış sırasıyla, % 58,8 ve % 54,6 ile yağmurlama sulama yönteminde görülmüştür.

Deneme alanı toprak profilinde 0 – 60 cm derinliğindeki katmanlarda, her sulama yöntemi için % 25,5'den % 52,9'a azalma; 60 – 120 cm derinliğindeki katmanlarda % 3,9'dan % 58,8'e artış görülmüştür. Deneme öncesi ve sonrasındaki tuz değişimleri Şekil 4.4'te gösterilmiştir.

Sonuç olarak, üst katmanlarda tuz konsantrasyonunun azalmasında en etkin karık, sonra yağmurlama ve damla sulama yöntemi; alt katmanlarda tuz birikiminde ise en etkin yağmurlama, damla ve karık sulama yöntemi gelmektedir. Ancak belirtilen bu sonuçlarda, karık sulama yönteminin toprak profilindeki tuz değişimine etkisinin incelenmesinde toprak örneklerinin karık tabanından alınmasının etkisi büyüktür. Eğer karık sırtlarından örnekler alınsaydı tuzluluk değerlerinin daha yüksek çıkabilir. Dolayısıyla bu araştırma şartları ile birebir uygulamalar yapıldığında (kültürel işlemler, sulama suyu kalitesi, sulama programı) benzer tuzluluk değerleri ile karşılaşılabilinir.



Şekil 4.4. Araştırma alanı topraklarının deneme öncesi ve sonrası EC (µmhos/cm) değişimleri

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, farklı sulama metotlarının toprak profilindeki tuzluluk dağılımına etkisini incelemek amacı ile Konya Şeker A.Ş. ye ait deneme arazisinde 2009 yılında yürütülmüştür. Araştırmadan elde edilen sonuçların genel değerlendirmesi aşağıda verilmiştir:

1. Araştırma alanı topraklarının deneme başlangıcındaki tuzluluğu 519 µmhos/cm ile 1021 µmhos/cm arasında değişmiş, topraklar, tuzluluk sorunu olmayan toprak özelliğindedir,
2. Deneme süresince toplam 11 kez sulama yapılmış; karık sulama yöntemiyle 522,09 mm, yağmurlama sulama yöntemiyle 556,44 mm, damla sulama yöntemiyle ise 480,30 mm sulama suyu verilmiştir,
3. Sulamalar süresince, her üç yöntemin uygulandığı parsellerden, sulama zamanları esas alınarak, birer atlamalı olarak sulama öncesi ve sonrası toprak örnekleri alınmış, profildeki tuz değişimleri incelenmiştir. Genel olarak sulama sonraları alınan toprak örneklerinin tuz konsantrasyonları sulama önceleri ile kıyaslandığında; 0-60 cm derinliğindeki katmanlarda azalma gösterirken, 60-120 cm derinliğindeki katmanlarda artış göstermiştir,
4. Deneme öncesi ve sonrasında, profildeki tuz değişimleri sulama metotlarına göre karşılaştırıldığında; 0-60 cm derinliğindeki katmanlarda en fazla tuz azalması sırasıyla karık sulama yöntemi, yağmurlama sulama yöntemi ve damla sulama yönteminde olurken, 60-120 cm derinliğindeki katmanlarda en fazla artış sırasıyla yağmurlama sulama yöntemi, damla sulama yöntemi ve karık sulama yönteminde gözlenmiştir.

Yukarıdaki genel değerlendirme sonucunda aşağıdaki öneriler yapılabilir;

1. Sulu tarım alanlarında, hafif ve orta bünyeli topraklarda yeterli drenaj şartlarında, sulama suyu kalitesi 1. ve 2. sınıf olan sulama suları kullanıldığı takdirde, uygulanan sulama yöntemi ne olursa olsun, sulama dengeli ve kontrollü olarak yapıldığında, toprakta tuzluluk sorunu oluşmayacaktır.
2. Damla sulama yönteminde, sulama aralığı bu araştırmada olduğu gibi, yağmurlama ve karık sulamayla aynı tutulduğunda, toprakta tuz birikimi diğer yöntemlere göre fazla olmakta veya üst katmanlardaki tuz yıkanması daha az

olmaktadır. Bu nedenle, tuz konsantrasyonu fazla olan sulama sularının damla sulama yönteminde kullanımında toprakların drenajı sağlanmalı, sulama sezonu sonunda mutlaka yıkama suyu verilmelidir. Tuzluluk riski olan alanlarda tuza dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesi tercih edilmelidir.

3. Karık sulama yönteminde karık tabanındaki tuzlar, karık sırtlarına göre daha az olmaktadır. Bu çalışmada da karık tabanlarından alınan toprak örneklerindeki tuz değerleri diğer yöntemlere göre daha az çıkmıştır. Bitki ekim yerlerinin karık sırtlarında değil, karık tabanı veya yamacına (şevine) yapılması bitkinin tuzdan etkilenmesini azaltacaktır.
4. Yapılan çalışmadan da görüleceği gibi sulama yapılan alanlarda, sulama dönemlerinde toprak profili üst katmanlarında tuzluluk yıkama ile azalırken, üst katmanlardan yıkanan tuzlar alt katmanlarda birikmektedir. Özellikle ağır bünyeli topraklarda alt katmanlarda taban suyunun olması durumunda, kök bölgesi altına yıkama ile gelen tuzlar, taban suyunu tuzlulaştırabilecek, tuzluluğu yüksek taban suyu kapilarite ile yükselerek zaman sürecinde tuzlu ve sodyumlu toprakların oluşumuna sebep olacaktır. Bu nedenle, hangi sulama yöntemi kullanılırsa kullanılsın, taban suyunun mutlaka izlenmesi, gerekiyorsa tarla içi drenajın tesis edilmesi zorunludur.
5. Sulamada temel amaç, bitkinin ihtiyacı olan suyun istenilen zamanda istenilen derinlikte, yeterli miktar ve kalitede verilmesidir. Burada en önemli faktör yeterli miktardır. Bu nedenle ihtiyaç duyulan sulama suyunun doğru metotlarla hesaplanması gerekir. Fazla verilecek her birim su toprakta tuzlulaşmayı hızlandıracak, taban suyu oluşumuna sebep olacaktır.
6. Bölgenin toprak ve su kaynakları dikkate alındığında, sulu tarım ve sulama uygulamaları önem arz etmektedir. Su kaynaklarının yetersizliği, sulamaya açılan alanların azlığı, sulama randımanlarının düşük oluşu önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun çözümü için, araştırmacı ve yatırımcı kuruluşların, bölge çiftçisine yönelik sulama teknikleri ve sulama planlaması ve toprakta tuzluluk kontrolüne ilişkin eğitim vermeleri gereklidir.

6. KAYNAKLAR

Anonymous, 2004. 1995-2004 50. Yılında DSİ. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, DSİ İdari ve Mali İşler Daire Başkanlığı, Basım ve Fotofilm Şb. Müdürlüğü, Ankara.

Anonymous, 2008. 2008 Uluslararası Patates Yılı. Akdeniz İhracatçı Birlikleri Araştırma Serisi, Konya.

Anonymous, 2009. Konya İl Tarım Müdürlüğü Verileri. Konya.

Anonymous, 2010. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Verileri. Konya.

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

Ayyıldız, M., 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları: 1196, Ders Kitabı: 344, Ankara.

Bassil, S.E. and Kaffka, R.S., 2001. Response of Sunflower to Saline Soils and Irrigation. Department of Agronomy and Range Science, One Shieldsavenue, University of California, Davis, CA 95616, USA.

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

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

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

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

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, Ankara.

Çiftçi, N., Yılmaz, A.M. ve Kara, M., 1995. Konya Ovası Drenaj Şebekelerinde Su Kalitesinin Yıllık Değişimi ve Sulamada Kullanılabilirliği. 5. Kültürteknik (Sulama) Kongresi, Kemer, Antalya.

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.

Çiftçi, N. ve Yaylalı Kutlar, İ., 2007. Su Potansiyeli ve Konya Ovası Su Kaynakları. Konya Ticaret Borsası Dergisi. Sayı: 24, Konya.

Çiftçi, N., Acar, B., Şahin, M., Yaylalı Kutlar, İ., Yavuz, D., 2009. Land and Water Potentials of Turkey and Major Problems in Irrigated Agriculture. Procedings International Conference on Lakes and Nutrient Loads, April 24-25, 2009. Pocradec/Albania.

Çiftçi, N., Acar, B., Topak, R., Çelebi, M., 2010. The Sustainable Problems of Irrigation in Turkey". Second International Symposium on Sustainable Development, pp:191-197, June 8-9, 2010, Sarajevu.

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

Doğan, O., 1988. Sulamanın Tarihçesi. Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayını, Ankara.

Ergene, A., 1982. Toprak Bilgisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 267, Ders Kitapları Serisi No: 42, Erzurum.

Ertek, A. ve Kanber, R., 2001. Damla Sulama Yönteminin Pamuk Sulanmasında Topraktaki Tuz Dağılımına Etkileri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 2002, 12(2): 21-31, Van.

FAOSTAT, 1980. http://faostat. fao.org. Drainage Design Factors. Irrigation and Drainage Paper, No: 38, Rome.

Feng, G.L., Meiri, A., Letey, J., 2003. Evaluation A Model for Irrigation Management Under Saline Conditions: II. Salt Distribution and Rooting Pattern Effects. Soil Science Society of Am. J., 67; 77-81.

Fereres, E., Cueves, R. and Orgaz, F., 1985. Drip irrigation of cotton in Southern Spain. Proc. of the 3rd int. Drip Irr. Cong. Ed. by ASAE (1): 371-374.

Gençoğlan, C. ve Kıraç, A. M., 2007. Damla Sulama Yöntemi İle Uygulanan Bazı Sulama Tekniklerinin Tam Bodur Elma Ağaçlarında Su Kullanımına ve Topraktaki Tuz Birikimi Üzerine Olan Etkileri.

Goldberg, D., Gornat, B. and Rimon, D., 1976. Drip Irrigation. Drip irr. sci. publ. Kfar Sharyahu-Israel, 295.

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

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

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

Hansen, E.V., Israelsen, L.W.O., Stringham, E.G., 1979. Irrigation Principles and Practices Printed in the United States of America 10987, USA.

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

Kanber, R., Kırda, 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, 241 s.

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

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

Kara, T., 2002. Irrigation Scheduling to Present Soil Salinization from a Shallow Water Table, Acta Horticulture, Number 573: 139-151.

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.

Kırda, C., A. N. Baytorun, R. Derici ve Y. Daşgan, 1997. Kimi Örtü Altı Bitkilerinde Fertigasyon Uygulamalarında Su-Azot-Verim İlişkilerinin Belirlenmesi. Proje No: TOGTAG-1272. Adana, 37.

Kutlar Yaylalı, İ. ve Çiftçi, N., 2007. Değişik Tuz Konsantrasyonuna Sahip Farklı Sulama Suyu Uygulamalarının Domateste Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, ABD Doktora Tezi, Konya.

Kwiatowsky, J., 1998. Salinity Classification, Mapping and Managment in Alberta. http://www.agric.gov.ab.ca/sustain/soil/salinity.

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

Öztürk, A. ve Erözel, A.Z., 1990. Ankara Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Topraklarının Tuzlulaşma Süresi ve Yıkama İhtiyacının Saptanması A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı-1992, Cilt: 41 Fasikül 1-2 den ayrıbasım, Ankara.

Öztürk, A., 2002. Farklı Gelişme Dönemlerinde Uygulanan Tuzlu ve Normal Suların Patlıcan (*Solanum melongena L.*) Bitkisinin Bazı Özelliklerine Ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi, S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 16(30): 14-20, Konya.

Rhoades, J.D., Kandiah, A. and Mashalı, A. M., 1992. The Use Of Saline Waters For Crop Production. FAO Irrigation and Drainage. Paper No: 48: 1-133, Rome, Italy.

Richards, L.A., 1954. Diagnosis And Improvement of Saline and Alkali Soils. US Dept. Agric., Agric Handb. No: 60, USA.

Somani, L. L., 1991. Crop Production with Saline Water. Agro botanical publishers (India), Rafasthan Agricultural Univ. BIKANER, 158-180.

Sönmez, B., Ağar, A., Bahçeci, İ., Mavi, A. ve Yarpuzlu, A., 1996. Türkiye Çorak Islahı Rehberi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü A.P.K. Daire Başkanlığı, Toprak Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Yayın No: 93, Rehber No: 12, Ankara.

Sönmez, B., 2004. Türkiye'de Çorak Islahı Araştırmaları ve Tuzlu Toprakların Yönetimi. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 20- 21 Mayıs, 2004, Ankara, s.157-162.

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

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

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

Yurtseven, E., Öztürk, H.S., Demir, K. ve Kasım, M.U., 2001. Sulama Suyu Tuzluluğunun Tınlı Toprakta Profil Tuzluluğuna Etkisi. Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi. 7(3): 1-8.

Yurtseven, E., 2004. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Kavramı ve Prensipleri, Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu, 20-21 Mayıs 2004, Ankara.

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

Zengin, M., Bayraklı, F. and Çetin, Ü., 2002b. Properties of Irrigation Water Quality In Konya Closed Basin, S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 16(29): 65-71, Konya.