



**DAMLA SULAMA UYGULAMALARININ CEVİZ
BAHÇELERİNDE TOPRAK TUZLULUĞUNA
OLAN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Miray ÖTKEN

Yüksek Lisans Tezi

**Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Tolga ERDEM**

2022

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DAMLA SULAMA UYGULAMALARININ CEVİZ BAHÇELERİNDE
TOPRAK TUZLULUĞUNA OLAN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Miray ÖTKEN

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Tolga ERDEM

TEKİRDAĞ-2022

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DAMLA SULAMA UYGULAMALARININ CEVİZ BAHÇELERİNDE TOPRAK TUZLULUĞUNA OLAN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Miray ÖTKEN

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Tolga ERDEM

Bu çalışmada, damla sulama yöntemi altında farklı sulama suyu uygulamalarının ceviz bahçelerindeki toprak tuzluluğuna olan değişimleri incelenmiştir. Araştırma, Tekirdağ koşullarında 2019 yılında yürütülmüştür. Araştırmada ceviz ağaçlarına, 5 gün sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin %75, 100 ve 125'inin uygulandığı üç farklı sulama suyu uygulaması gerçekleştirilmiştir. Deneme konularına 18 kez sulama uygulaması ile birlikte 361,48 ile 602,44 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, deneme konularında bitki büyüme mevsimi boyunca ölçülen bitki su tüketimi değerleri uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak 575,98 ile 809,94 mm arasında değişmiştir. Günlük bitki su tüketimi değerleri ise 1,44 ile 8,67 mm/gün arasında değişmiştir. Çalışmada sulama uygulamaları ile birlikte toprak tuzluluğunun değişimine yönelik ölçümler sulama sezonu öncesinde, sulama sezonu ortasında ve sulama sezonu sonunda olmak üzere toplam 3 farklı zamanda ve 7 farklı örnekleme noktasından gerçekleştirilmiştir. A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinin %75'inin uygulandığı deneme konusunda sulama sezonu sonunda tüm profillerde toprak tuzluluğunun arttığı saptanmıştır. Ayrıca, sulama uygulamaları ile birlikte tüm deneme konularında genel olarak tuzluluk miktarının iki damlatıcı arasındaki profilde (3) ve iki lateralın tam ortasında bulunan profilde (2) arttığı görülmüştür. Araştırmada farklı sulama suyu uygulamalarının toprağın pH değerlerine olan etkisi de incelenmiştir. Elde edilen pH değerleri ölçüm yapılan tüm noktalarda sulama sezonu ortasında ve sonunda azalmıştır. Sonuçta, Trakya Bölgesinde toprak ve su kaynaklarının korunumu açısından özellikle sulama uygulamaları ile birlikte tuzluluk kontrolü için izleme ve kontrol aşamalarının önemli olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: Bitki su tüketimi, ceviz, toprak tuzluluğu, pH
2022, 78 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION OF THE EFFECT OF DRIP IRRIGATION APPLICATIONS ON SOIL SALINITY IN WALNUT ORCHARDS

Miray ÖTKEN

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biosystem Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Tolga ERDEM

In this study, the changes in soil salinity in walnut orchards of different irrigation water applications under the drip irrigation method were investigated. The research was carried out in Tekirdag conditions in 2019. In the study, three different irrigation water applications were applied to walnut trees, in which 75, 100 and 125 % of the evaporation values measured from the A class evaporation pot were applied during the 5 day irrigation interval. Irrigation water between 361,48 and 602,44 mm was applied to the treatments with 18 times irrigation application. As a result of the research, the evapotranspiration values measured during the plant growing season in the treatments varied between 575,98 and 809,94 mm depending on the amount of irrigation water applied. The daily evapotranspiration values varied between 1,44 and 8,67 mm day⁻¹. In the study, measurements for the change of soil salinity with irrigation practices were carried out at 7 different sampling points, in 3 different times, before the irrigation season, in the middle of the irrigation season and at the end of the irrigation season. It was determined that the soil salinity increased in all profiles at the end of the irrigation season in the experiment in which 75% of the evaporation values measured from the Class A pan were applied. In addition, it was observed that the amount of salinity increased in the profile between the two drippers (3) and in the profile (2) located in the middle of the two laterals in all trial subjects with irrigation applications. Also, the changes in soil pH values of different irrigation water applications were investigated. The obtained pH values decreased in the middle and end of the irrigation season at all measurement points. As a result, it has been revealed that monitoring and control stages are important for the control of salinity, especially with irrigation practices, in terms of the protection of soil and water resources in the Thrace Region.

Key words: Evapotranspiration, walnut, soil salinity, pH
2022, 78 pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGE DİZİNİ.....	v
ŞEKİL DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	vii
TEŞEKKÜR.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETİ.....	5
2.1. Meyve Bahçelerinin Sulanmasında Damla Sulama Uygulamaları.....	5
2.2. Damla Sulama Uygulamalarında Tuz Değişimi	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal.....	17
3.1.2. İklim Özellikleri.....	17
3.1.3. Toprak Özellikleri ve Topoğrafya	18
3.1.4. Su Kaynağı ve Sulama Suyunun Sağlanması	20
3.1.5. Sulama Sistemi	20
3.1.6. A Sınıfı Kap Buharlaşması	22
3.1.7. Bitki Özellikleri	22
3.2. Yöntem	24
3.2.1. Deneme Düzeni ve Araştırma Konuları	24
3.2.2. Araştırma Alanı Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	26
3.2.3. Toprağın Su Alma Hızı Ölçümleri	26
3.2.4. Buharlaşma Miktarının Ölçülmesi.....	27
3.2.5. Toprak Matriks Potansiyelinin Ölçülmesi	27
3.2.6. Tarım Tekniği	28
3.2.7. Sulama Suyu Uygulamaları	29
3.2.8. Damla Sulama Sistemi Projeleme Kriterlerinin Belirlenmesi	29
3.2.9. Bitki Su Tüketiminin Saptanması.....	30
3.2.10. Topraktaki Tuz ve pH Miktarının Saptanması	32
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	34
4.1. Toprağın Fiziksel Özelliklerine İlişkin Sonuçlar.....	34

4.2. Sulama Suyu Analiz Sonuçları	35
4.3. Damla Sulama Sisteminin Boyutlandırılmasına İlişkin Sonuçlar.....	35
4.4. Araştırma Alanı İklim Özelliklerine İlişkin Sonuçlar.....	35
4.5. Uygulanan Sulama Suyu Miktarları ve Ölçülen Bitki Su Tüketimleri.....	37
4.6. Toprak Matriks Potansiyelinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar.....	43
4.7. Toprak Tuzluluğuna İlişkin Sonuçlar	45
4.8. Toprak pH'sına İlişkin Sonuçlar.....	56
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	60
KAYNAKLAR.....	62
ÖZGEÇMİŞ	68



ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları	19
Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri	34
Çizelge 4.2. Deneme alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri	35
Çizelge 4.3. Sulama suyu analiz sonuçları	35
Çizelge 4.4. Araştırma alanına ilişkin 2019 yılı için ölçülen meteorolojik veriler	36
Çizelge 4.5. A kaptan ölçülen değerlere göre deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları (mm)	38
Çizelge 4.6. Deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (I ₁ konusu)	39
Çizelge 4.7. Deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (I ₂ konusu)	40
Çizelge 4.8. Deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (I ₃ konusu)	41
Çizelge 4.9. Deneme konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimi miktarları (Özet)	42
Çizelge 4.10. Deneme konuları arasında sulama sezonu öncesinde (SÖ) toprakta ölçülen tuz miktarları (µmhos/cm)	46
Çizelge 4.11. Deneme konuları arasında sulama sezonu ortasında (SO) toprakta ölçülen tuz miktarları (µmhos/cm)	46
Çizelge 4.12. Deneme konuları arasında sulama sezonu sonunda (SS) toprakta ölçülen tuz miktarları (µmhos/cm)	47
Çizelge 4.13. Deneme konuları arasında topraktaki tuz miktarının sulama öncesi ile sonrası arasındaki değişim (µmhos/cm)	47
Çizelge 4.14. Deneme alanından elde edilen toprak örneklerine ait pH değerleri	58

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 3.1. Deneme alanının konumu.....	18
Şekil 3.2. Tekirdağ ili uzun yıllar sıcaklık-yağış ilişkisi	18
Şekil 3.3. Çalışmada suyun depolandığı havuz	20
Şekil 3.4. Bir deneme parselinin ayrıntısı.....	21
Şekil 3.5. Deneme alanında kullanılan A sınıfı buharlaşma kabı.....	22
Şekil 3.6. Olgunluğa ulaşmış örnek bir ceviz ağacı	23
Şekil 3.7. Ağaçlardan elde edilen Chandler ceviz meyvesi.....	23
Şekil 3.8. Deneme alanı genel görüntüsü	24
Şekil 3.9. Deneme deseni	25
Şekil 3.10. Deneme alanı bozulmuş ve bozulmamış toprak örneği alımı	26
Şekil 3.11. Su alma hızı ölçümleri.....	27
Şekil 3.12. Deneme kullanılan watermark toprak nem sensörleri.....	28
Şekil 3.13. Yabancı ot kontrolü uygulamaları.....	28
Şekil 3.14. Gübre ve ilaçlama uygulamaları.....	29
Şekil 3.15. Laterallerin ve damlaticıların yerleştirilmesi	30
Şekil 3.16. Toprak örneklerinin alımı.....	31
Şekil 3.17. Denemede lateralın konumuna göre toprak örneğinin alınacağı noktalar.....	32
Şekil 3.18. Toprak derinlik kesiti	33
Şekil 4.1. Deneme konularına göre elde edilen kümülatif bitki su tüketimi değerleri.....	42
Şekil 4.2. Ölçüm periyodu boyunca sulama öncesi topraktaki nem değişimleri.....	43
Şekil 4.3. 15 cm derinliğindeki sulama uygulamaları öncesi watermark okumaları.....	44
Şekil 4.4. 45 cm derinliğindeki sulama uygulamaları öncesi watermark okumaları.....	44
Şekil 4.5. 75 cm derinliğindeki sulama uygulamaları öncesi watermark okumaları.....	44
Şekil 4.6. I ₁ deneme konusu için farklı örnekleme noktalarında topraktaki ortalama tuz değişimleri	51
Şekil 4.7. I ₂ deneme konusu için farklı örnekleme noktalarında topraktaki ortalama tuz değişimleri	53
Şekil 4.8. I ₃ deneme konusu için farklı örnekleme noktalarında topraktaki ortalama tuz değişimleri	56
Şekil 4.9. %75 Sulama düzeyi pH değişim yüzdesi	59
Şekil 4.10. %100 Sulama düzeyi pH değişim yüzdesi	59
Şekil 4.11. %125 Sulama düzeyi pH değişim yüzdesi	59

SİMGELER VE KISALTMALAR

'	: Dakika
%	: Yüzde
Ø	: Boru çapı
°	: Derece
°C	: Santigrat derece
µmhos	: Mikromhos
µmol	: Mikromol
A	: Fotosentez hızı
atm	: Atmosfer
Ca	: Kalsiyum
Ca ⁺⁺	: Kalsiyum iyonu
CaCl ₂	: Kalsiyum klorür
cb	: Cantibar
Cl ⁻	: Klor iyonu
cm	: Santimetre
cm ³	: Santimetre küp
CO ₂	: Karbondioksit
da	: Dekar
dS	: Desisiemens
E	: Transpirasyon hızı
EC	: Elektriksel iletkenlik
ET ₀	: Referens bitki su tüketimi
ET _c	: Bitki su tüketimi
ET _m	: Maksimum bitki su tüketimi
gr	: Gram
h	: Saat
H ₂ O	: Dihidrojen monooksit
ha	: Hektar

HCO ₃	: Bikarbonat
IWUE	: Sulama suyu kullanım randımanı
K ⁻	: Potasyum iyonu
k _c	: Bitki katsayısı
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
k _p	: A sınıfı buharlaşma kabı katsayısı
k _y	: Su-verim ilişkisi faktörü
L	: Litre
m	: Metre
m ²	: Metrekare
m ³	: Metreküp
Mg	: Magnezyum
Mg ⁺⁺	: Magnezyum iyonu
MgSO ₄	: Magnezyum sülfat
mm	: Milimetre
mmol	: Milimol
MPa	: Megapascal
Na ⁺	: Sodyum iyonu
NaCl	: Sodyum klorür
nm	: Nanometre
PE	: Polietilen
ppm	: Milyonda bir kısım
psi	: Basınç birimi
s	: Saniye
SLC	: Kumlu tınlı kil
SO ₄ ⁻	: Sülfat
t	: Ton
WUE	: Su kullanım randımanı

TEŞEKKÜR

Dünya nüfusunun güçlü bir ivmeyle yükseliyor olması, beraberinde temel bir ihtiyaç olan beslenme konusunda da sorunlar doğurmaktadır. Doğal kaynakların hızla tüketiliyor olması nedeniyle birçok çalışma yapılmaya başlanmıştır. Birim alandan maksimum verim elde etmek adına yapılan çalışmalar giderek yoğunlaşmaktadır.

Tüm tarımsal işlemlerin beraberinde maksimum verim elde etmede sulamanın önemi de çok fazladır. Ancak günümüzde hâlâ büyük oranda devam eden bilinçsizce yapılan sulama uygulamaları ve mevcut su kaynaklarının tarım haricinde diğer alanlarda da kullanımının artması sebebiyle mevcut su kaynaklarında azalmalar görülmeye başlamıştır. Böylelikle; ülkemizde ve dünyamızda birim su miktarından daha fazla yararlanabilmek ve birim alanda kullanılacak su miktarını minimuma indirerek alınan verimi koruyabilmek adına yapılan araştırmalara yönelim artmıştır.

Sulama; bitkilerin normal gelişmeleri için ihtiyaç duydukları su miktarının doğal yollarla karşılanamayan kısmının bitki kök gölgesine doğru zamanda, doğru ölçüde ve kontrollü olarak verilmesi işlemi olarak tanımlanmaktadır (Güneydoğu Anadolu Projesi [GAP] Eylem Planı, t.y.). Günümüz koşullarında, özellikle tarım dışı su kullanımının büyük oranda artması nedeniyle, tarımsal sulama için ayrılabilir suyun azalıyor olması gün geçtikçe daha önemli bir sorun haline gelmiştir.

Bitkiye yetişme süresi boyunca hangi zamanlarda, ne kadar miktarda, hangi yöntemle sulama yapılacağını belirlemek için sulama programlaması yapmak gerekir. Bu nedenle o bölgenin toprak, iklim ve topoğrafyası ayrıca bitkinin özellikleri gözetilerek birim suyun verimde herhangi bir azaltma yaratmayacağı düzeyde bir sulama programlaması belirlemek gereklidir.

Bu araştırmada damla sulama uygulamalarında farklı su kısıtlarının ceviz bitkisinin yetiştirildiği alanlarda toprak tuzluluğundaki değişimleri incelenmiştir. Araştırma süresince arazide gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda ulaşılan bulguların hem üreticiye hem de akademik olarak araştırmacılara yararlı olacağı düşünülmektedir.

Hem lisans hayatım hem de yüksek lisans hayatımda öğrencisi olmaktan mutluluk duyduğum danışman hocam Sayın Prof. Dr. Tolga ERDEM'e teşekkürü bir borç bilirim.

Sürecin en başından itibaren desteklerini esirgemeyen Sayın Dr. Erhan GÖÇMEN'e, alanındaki tecrübelerini benimle paylaşan Zir. Yük. Müh. Buse SALBAŞ'a, her aşamada yanımda olan Berivan TAŞ'a ve desteklerini her zaman hissettiğim annem Serap ÖTKEN, babam İlhan ÖTKEN, abim Mehmet ÖTKEN ve kardeşim Ömer F. ÖTKEN'e teşekkür ederim.

Ocak, 2022

Miray ÖTKEN

Biyosistem Mühendisi



1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun güçlü bir ivmeyle yükselmesi, kolayca görülen bir gerçek olup beraberinde insanlığın temel beslenme gereksiniminin de yeterliliği konusunda soru işaretlerini getirmektedir. Bu besin öğelerinin yalnızca miktarı değil; kalitesi, güvenilirliği ve sağlık açısından doyuruculuğu da önemli bir faktördür. Dolayısıyla, özellikle kısıtlı koşullarda, tarımsal üretim ne kadar önemliyse onu doğru bir şekilde uyguluyor olmak da o kadar önemlidir.

Günümüzdeki verilere bakacak olursak; şu anda dünya nüfusu 7.805.271.000 ve bu değer yaklaşık %1,06'sı Türkiye'de yaşamaktadır. Türkiye nüfusu 1927-2015 yıllarında 5,77 kat yükselme göstermiştir. 2019 senesinde ise ülkemizin yıllık nüfus artışı %1,39 olarak saptanmıştır (Anonim, 2021). Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda, hızla artan nüfusun beslenme gereksiniminin de artacağı kaçınılmazdır. Ortaya çıkan bu beslenme açığının kapatılması için de tarımsal üretimin benzer doğrultuda arttırılması gerekmektedir.

Tarımsal yetiştiricilikte, bitkinin doğal gelişimini sağlayabilmek için ise gerçekleştirmemiz gereken parametrelerin ilk sıralarında, toprakta bulunan nem düzeyi gelmektedir. Bu parametre iki yolla gerçekleştirilebilir ve bunlardan ilki doğal yağışlardır. Doğal yağışlarla bu nemi sağlayabilen bölgelerde bitki gelişme mevsimi boyunca düşen yağışların miktarı ile dağılımı yeterli olmakta ve bitki su ihtiyacı karşılanabilmektedir. Ancak kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde bitki büyüme mevsimi boyunca düşen yağışlar hem miktar hem de dağılım açısından yetersiz kalmakta ve bitki su ihtiyacını karşılayamamaktadır. Dolayısıyla, bitki kök bölgesindeki eksik nem sulama suyu ile tamamlanmaktadır Sulama, bitkilerin normal gelişmeleri için ihtiyaç duydukları suyun doğal yağışlarla karşılanamayan kısmının toprağa, bitki kök bölgesine verilmesi biçiminde tanımlanmaktadır (Gürgülü ve Ul, 2017).

Ülkemizin yüzölçümü 78 milyon hektar olup, bu alanın 23.763.000 ha'ı ekilebilir tarım arazisinden oluşmaktadır. Ekilebilir tarım arazilerinin ise %24,1'lik bölümü sulanmaktadır. (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2014). Öte yandan, ülkemizin sahip olduğu 112 milyar m³ kullanılabilir su potansiyelinin ancak 46 milyar m³'ünden, yani %41'inden faydalanılabilmektedir. Yararlanılan su potansiyelinin ise 34 milyar m³'ü yani %74'ü tarımda kullanılmaktadır (Saraoğlu, 2014). Türkiye'de ekonomik olarak sulanabilir olan 8,5 milyon hektar arazinin yaklaşık %74'ü sulanabilmektedir. Beslenme ihtiyacının karşılanması,

sanayinin ihtiyacı olan tarımsal ürünlerin dengeli ve sürekli üretilebilmesi, tarım kesiminde çalışan nüfusun işsizlik sorununun çözülmesi ve hayat standartlarının yükseltilmesi için geriye kalan 2 milyon hektarın da sulanması ve bunun için gereken sulama tesislerinin bir an önce faaliyete geçirilmesi büyük önem taşımaktadır (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018).

Tarımsal sulamalarda, suyun toprağa farklı yöntemlerle verilmesi mümkündür. Günümüzde daha az sulama suyu, az işçilik, drenaj ve tuzluluk sorunu yaratmayacak, verim ve kaliteyi artıracak sulama yöntemlerinin kullanımının önemi her geçen gün artmaktadır. Bu yöntemler içerisinde damla sulama yöntemi ön plana çıkmaktadır.

Damla sulama yönteminde, toprak yüzeyinden olan buharlaşma ve dolayısıyla bitki su tüketimi tüm alanın ıslatıldığı sulama yöntemlerine kıyasla, genellikle daha düşük düzeydedir. Bu durumun sebebi, bitki sıraları arasında ıslatılmayan kuru alan kalması ve ıslatılan kesime çoğunlukla bitki tarafından gölge sağlanmasıdır. Ayrıca, iyi bir tasarım ve işletmeyle sulanan alanın her tarafında eş su dağılımı sağlanarak yüksek su uygulama randımanı elde edilmektedir. Tüm bu etmenler, birim alan sulama suyu gereksiniminin düşük olmasına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak, birim alan sistem debisi düşmekte ve özellikle kısıtlı su kaynağı koşullarında, daha geniş bir alan, bitki su gereksinimi tam karşılayacak biçimde sulanmaktadır. Damla sulama yönteminde, etkili bitki kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin daha az bir kısmı tüketildiğinde (genellikle %30-40) sulamaya başlanmaktadır. Diğer bir anlatımla, kök bölgesinde yüksek toprak nemi varken sulama uygulaması yapılmaktadır. Böylece bitki, topraktaki nem eksikliğinden kaynaklanan bir gerilime girmez ve suyu fazla enerji harcamaksızın kolaylıkla alınmaktadır. Bu da daha iyi bir bitki gelişimini sağlamak ve genellikle daha yüksek miktar ve kalitede ürün elde edilmektedir. Damla sulama yönteminde, bitki besin elementleri sulama suyuna karıştırılarak verilmektedir. Bu ise, bitkinin büyüme mevsimi boyunca gereksinim duyduğu makro ya da mikro besin elementlerinin istenen zaman ve miktarda uygulanmasını sağlamaktadır (Anonim, 2020).

Toprakta bulunan tuzlar, yerçekimi ve kapilar kuvvetlerin etkisi ile ıslatılan toprak hacminin çeperine doğru taşınmakta ve bitki kılcal köklerinin geliştiği ortam belirli oranda tuzdan arındırılmaktadır. Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak yeraltı suyuna karışan çözünbilir tuzların yüksek taban suyuyla beraber kapilarite ile toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucunda suyun topraktan uzaklaşarak tuzun toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın bölümünde birikmesi olayıdır (Ergene, 1982; Kwiatowsky, 1998,

Kara, 2002). Tuzluluk dünya çapında bir sorun haline gelmiştir ve her sene 10 milyon ha arazi tuzluluk problemi nedeniyle elden çıkmaktadır (Kwiatowsky, 1998).

Tuzlu sulama suyu koşullarında, her ne kadar toprak suyunda erimiş tuzların neden olduğu ozmotik basınç yüksek olsa da büyüme mevsimi süresince daima yüksek toprak nemi söz konusu olduğundan, suyun toprak taneleri tarafından tutulma gücü (matrik tansiyonu) düşük düzeyde olmaktadır. Bu iki değer toplamı olan toprak nem geriliminde bitki, suyu kökleri ile alabilmektedir. Sonuçta, yüzey ve yağmurlama sulama yöntemlerinde uygulanamayacak kadar tuzlu olan sulama suyu, damla sulama yönteminde uygulanabilmektedir (Anonim, t.y.). Damla sulama yönteminde, son derece düşük kapasiteli su kaynaklarından dahi yararlanılabilir (Güngör, Erözel ve Yıldırım, 2012). Böylece, tuzlu toprak koşullarında, damla sulama yöntemi altında, toprak tuzluluğuna duyarlı bitkiler bile güvenle yetiştirilebilir.

Dünyadaki toplam toprakların yaklaşık %46'sı kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yer almaktadır. Bu iklim bölgelerinde sulu tarım yapılan arazilerin yaklaşık %50'sinde ise farklı seviyelerde tuzluluk problemi vardır. FAO/UNESCO tarafından hazırlanan raporlarda, Dünya Toprak Haritası verilerine göre dünya genelinde 954 milyon ha tuzdan etkilenmiş ve üretkenliği kısıtlanmış araziler bulunduğu bildirilmektedir (Food and Agriculture Organization [FAO], 1988; Szabolcs 1991). Günümüzde en yeni ve çağdaş toprak, su, bitki ve çiftlik işletmeciliği tekniğine karşın tuzluluk nedeniyle tarım dışı kalmış alanlar oldukça yaygındır.

Ülkemizde de toprakların %1,7'sinde (1.518.746 ha), tarım yapılan arazilerin ise %3,8'inde (837.405 ha) tuzluluk problemlerine rastlanmaktadır (Karaoğlu ve Yalçın, 2018). Başka bir deyişle çorak araziler ülkemiz yüzölçümünün %2'sine, toplam işlenen arazilerin %5,48 (27.699.003 ha)'ine eşdeğer büyüklüktedir. Toplam çorak arazilerin %74'ü tuzlu, %25,5'i tuzlu-alkali ve %0,5'i alkali (sodyumlu) topraklardan oluşmaktadır (Anonim, 1980).

Ülkemiz, dünya üzerinde bulunan coğrafi konumu sebebiyle tropik bahçe bitkileri hariç bütün meyve türleri için oldukça elverişli bir iklime sahiptir. Bu bakımdan ülkemiz, bahçe bitkileri kültürünün doğuş yeri, dünyada yetişen birçok meyve çeşidinin anavatanı durumundadır (Ağaoğlu vd. 1997). Türkiye'de yetiştirilmekte olan meyve türlerinin ciddi bir kısmını ılıman iklim meyveleri oluşturmaktadır. Bunlar içerisinde üzüm, elma, fındık, armut, şeftali, kayısı, erik, kiraz, ceviz, kestane, ayva, badem, antep fıstığı gibi türler yaygın olarak yetiştirilmektedir. Ceviz eski çağlardan beri beslenme ve medikal alanlarda değerlendirilen önemli bir bitkidir. Besin değeri açısından oldukça değerli olan ceviz, thiamin, vitamin B6 ve

folacin vitaminlerini bulundurmaktadır. Öte yandan demir, çinko, bakır, magnezyum, fosfor ve potasyum miktarı bakımından da zengindir. Yüksek düzeyde protein içermesi (100 g iç cevizde 14 g protein) beslenmede ceviz bitkisini önemini artırmaktadır. Sert ve yeşil kabuğu, kökü, meyvesi, yaprağı ve gövdesiyle her aksamı yararlı bir şekilde kullanılabilen cevizin dünya ve ülkemiz için yetiştiriciliği çok önemlidir. Beslenme konusunun dışında mobilya, ilaç, kozmetik ve boya endüstrisinde de kullanılması cevizin ekonomik katma değerini de yükseltmektedir (Tekintaş Akça ve Yılmaz, 1991; Akça, 2016).

Cevizin gen merkezi ve anavatanları içerisinde bulunan Türkiye ceviz varlığı olarak dünyada önemli bir konumda olmasına karşın, üretim ve ihracat yönünden beklenen noktada değildir. Türkiye 2018/19 yılında 30 bin ton ihracat ve 103 bin ton ithalat yapmıştır. Ülkemizde yıllık ceviz üretim miktarı 2018/19 verilerine göre 215 bin ton civarında olup ortalama verimin 22 kg/ağaç olduğu görülmektedir (TÜİK, 2020).

Çin, 2019 yılı toplam dünya ceviz üretiminin %56,1'lik kısmını karşılamıştır. Çin'den sonra ceviz üretiminde ABD gelmekte olup, üretimi yaklaşık 592 bin tondur. Türkiye ise %5,0'lık pay ile ceviz üretiminde dördüncü sırada yer almaktadır. Ceviz üretim alanlarının %48,4'ü Çin, %11,3'ü ABD, %9,5'ini Türkiye oluşturmaktadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021). Birbirlerine çok yakın ekim alanlarına sahip iki ülke olan Türkiye ve ABD üretim değerleri açısından karşılaştırıldığında, ABD üretiminin Türkiye'nin üretiminin iki katı olduğu görülmektedir. Bu durumun AR-GE çalışmalarına çok geç başlamamız, aşılı çeşitlere daha yeni geçmemiz ve özellikle sulama, budama ve gübreleme işlemlerinin bilimselliğe ve tekniğine uygun yapılmamasından kaynaklandığı söylenebilir.

Bu çalışmada son yıllarda ülkemiz ve Trakya Bölgesi koşullarda giderek artan ceviz bahçelerinde damla sulama uygulamalarının topraktaki tuz değişimine olan etkileri incelenmiştir. Giriş ile birlikte beş bölümden oluşan çalışmada, ikinci bölümde literatür araştırması verilmiş, üçüncü bölümde materyal ve uygulanan yöntemler açıklanmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular ve bunların tartışılması dördüncü bölümde verilmiş, son bölümde ise sonuç ile öneriler yer almıştır.

2. KAYNAK ÖZETİ

2.1. Meyve Bahçelerinin Sulanmasında Damla Sulama Uygulamaları

Yıldırım (2008) meyve ağaçlarında damla sulama uygulamalarında tekli lateral tertip biçiminin kullanılabilceğini ancak ıslatma alanının yetersiz olduğu koşullarda ağaç sıralarına iki lateral boru hattı yerleştirilmesini, yine yeterli ıslatma alanı elde edilemezse salkım tertip biçiminin uygulanabileceğini belirtmiştir.

Şenyiğit, Dağdelen, Aşkın, Kadayıfçı ve Öz (2009) Isparta koşullarında damla sulama uygulamaları altında M9 anaçlar üzerine aşılı Galaxy Gala ve Top Red bodur elma çeşitlerinde, farklı A pan katsayılarının, sulama aralıklarının ve sulamaya başlanacak nem düzeylerinin vejetatif ve generatif gelişme parametreleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak Süleyman Demirel Üniversitesi, Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkez Müdürlüğü'nde kurulan bahçede 2006-2008 yıllarında yürütülmüştür Sulama konuları 6 farklı A Pan katsayısı (S1:Kp1=1,25, S2:Kp2=1,00, S3:Kp3= 0,75, S4:Kp4= 0,50, S5:Kp5= 0,25 ve S6:Kp6=0), 4 sulama aralığı (S7:SA1=3 gün, S8:SA2=5 gün, S9:SA3=7 gün ve S10:SA4=10 gün) ve 2 nem düzeyi (S11:Ry1=%50 ve S12:Ry2 =%30) olacak şekilde uygulanmıştır. A pan konularına 5'er günlük aralıklarla buharlaşma değerleri yığışımlı olarak belirtilen oranlarda uygulanmıştır. Sulama aralığı konularına belirtilen aralıklarda tarla kapasitesinden eksilen su kadar, S11 ve S12 konusuna ise faydalı suyun %30'u ve %50'si tüketildiğinde tarla kapasitesine çıkartacak kadar sulama suyu uygulanmıştır. Araştırmada, Galaxy Gala çeşidinde bitki su tüketimi 246,5-631,9 mm arasında değişirken Top Red çeşidinde 245,7-643,9 mm arasında gerçektemiştir. Mevsimlik verim tepki etmeni (k_y) Galaxy Gala çeşidinde ortalama 1,22, Top Red çeşidinde ise 2008 yılında 1,42 olarak saptanmıştır. Vejetatif ve generatif gelişme parametreleri sonucuna göre sulama programı A pan konuları içerisinde S3 (Kp: 0,75), en uygun sulama aralığı konuları içinde S8 (SA=5 gün), toprak nemi düzeyine göre sulama yapılması durumunda ise S11 (Ry=%30) konusunun en uygun sonucu verdiği bulunmuştur. Denemede kullanılan her iki çeşit için en uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliği SCS Blaney-Criddle yöntemi olarak belirlenmiştir. Yaprak alan indeksi ile verim arasında Galaxy Gala çeşidinde $r= 0,35-0,71$ düzeyinde Top Red çeşidinde ise $r=0,94$ düzeyinde doğrusal bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Qiong-juana, Ying-jiea, Ji-wub, Qing-lina ve Minga (2010) Çin'de gerçekteştirdikleri araştırmada damla ve ağaçaltı yağmurlama sulama yöntemlerinin ceviz ağaçlarının su tüketimi,

verim ve kalite özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, damla sulama altında çiçeklenme, meyve oluşumu, kabuk oluşumu ve olgunluk aşamasında ortalama günlük su tüketimi sırasıyla 2,9 mm, 3,97 mm, 5,55 mm ve 3,39 mm olarak ölçülmüştür. Mikro yağmurlama sulama yöntemi altında ise günlük su tüketimi değerleri daha farklı ölçülmesine rağmen toplam mevsimlik bitki su tüketimi açısından iki yöntemde de farklılık olmadığını belirlemişlerdir. İki yöntem su kullanım randımanları açısından incelendiğinde, damla sulamanın su kullanım randımanı mikro yağmurlama sulamadan yaklaşık %15 daha yüksek olmuştur. Ceviz verimi açısından damla sulama yöntemi ağaç altı mikro yağmurlama sulama yöntemine göre daha yüksek verim vermiştir. Buna paralel olarak ceviz protein içeriği de damla sulama yönteminde daha fazla olmuştur.

Aşık, Çamoğlu, Akkuzu, Kaya ve Şahin (2010) Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Bornova Araştırma ve Üretim Sahasında 2008-2009 yıllarında yürüttükleri araştırmada, farklı sulama konularının Memecik zeytin çeşidinin verimi, fizyolojik ve morfolojik gelişimi, sofralık zeytin ve zeytinyağı kalitesi üzerine etkileri araştırılmış ve elde edilen bulgulara göre en uygun sulama programı belirlenmiştir. Denemede damla sulama yöntemi kullanılarak altı farklı sulama konusu oluşturulmuştur. Bunlardan beşi A sınıfı buharlaşma kabından 5 günde oluşan yığışimli buharlaşma miktarının %25 ($S_{0,25}$), %50 ($S_{0,50}$), %75 ($S_{0,75}$), %100 ($S_{1,00}$) ve %125 ($S_{1,25}$)'i dikkate alınarak; biri de 0-90 cm toprak derinliğinde eksilen nemi tarla kapasitesine getirecek şekilde oluşturulmuş ve bu da kontrol konusu (S_{Tam}) olarak alınmıştır. Sulama sezonu boyunca konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları 175-874 mm ve buna karşılık elde edilen bitki su tüketimi değerleri ise 253-902 mm arasında değişmiştir. Her iki durumda da en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla $S_{0,25}$ ve $S_{1,25}$ konularında gerçekleşmiştir. S_{Tam} konusuna uygulanan sulama suyu miktarlarıyla karşılaştırıldığında $S_{0,25}$ konusuna yaklaşık %72 daha az, $S_{1,00}$ konusuna ise %40 daha fazla su uygulanmıştır. Konulara ilişkin verim değerleri 24,88-37,35 kg ağaç⁻¹ ve 0,47-0,63 kg m⁻³ arasında değişmiş olup bunlar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Konulara göre; morfolojik özelliklerden sürgün uzunluğu, sürgün çapı, meyve tutum oranı ve taç hacmi; fizyolojik özelliklerden yapraklarda toplam şeker ve prolin; pomolojik özelliklerden 100 meyve ağırlığı, et oranı ve meyve eti sertliği değerleri istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Buna karşın morfolojik özelliklerden sürgündeki somak sayısı, somaktaki çiçek sayısı ve sürgündeki çiçek sayısı; fizyolojik özelliklerden yaprak oransal su içeriği ve sukulens indeks değerleri önemsiz çıkmıştır. Yıllar ortalamasına göre şafak vakti, sabah ortası ve gün ortası yaprak su potansiyeli ölçümlerinin tümünde en düşük değer $S_{0,25}$ konusunda elde edilirken en yüksek $S_{1,25}$ konusunda elde

edilmiştir. Elde edilen bulgular göz önüne alındığında, Memecik zeytininin sulanmasında 5 günde bir A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşmanın %25'nin ($S_{0,25}$) sulama suyu olarak verilmesinin uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Demir (2016) Gaziantep'e bağlı olan Nizip ilçesinin Günaltı köyünde yürütülen çalışmada farklı sulama sistemleri kullanılarak genç antep fıstığı ağaçlarındaki gelişme parametrelerini ölçülmüştür. Çalışmada dört farklı deneme konusu dikkate alınmış olup bunlar; sulanmayan parsel (SP), damla sulama ile sulanan parsel (DS), yağmurlama sulama ile sulanan parsel (YS) ve karık sulama (KS) ile sulanan parseldir. Toplam sulama miktarı DS 'de 471,05 mm, YS'de 591,63 mm ve KS' de 942,10 mm'dir. Gelişme parametrelerine bakıldığında; yaprak sayısı DS'de 24, YS'de 13, KS'de 15 ve SP'de 16'dır. Gövde genişliği DS'de 19 mm, YS'de 13 mm, KS'de 15 mm'dir. DS'de KS'ye oranla %50, YS 'ye oranla %21 daha az sulama suyu kullanılmıştır. Araştırma sonunda en az su tüketimi ve en iyi gelişim parametreleri damla sulama uygulamalarından elde edilmiştir.

Robles, Botia ve Perez-Perez (2016) İspanya, Murcia'da bulunan limon bahçesinde toprak altı ve yüzey damla sistemi kullanarak iki yıllık bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Lateraller her ağaç sırasına iki adet yerleştirilmiş ve her birinin üzerinde 6 adet damlatıcı yerleştirilmiştir ve damlatıcıların aralığı 1 m ve debisi 3,5 L/h'tır. Toprak altı damla sulama hattı ise 40 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Sulama suyu miktarı ET_c 'nin hesaplanmasıyla elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre sulama sistemleri açısından verim, ağaç başı meyve sayısı ve meyve ağırlığı parametrelerinde herhangi bir fark bulunamamıştır. Fakat gövde kesiti ve su kullanım randımanı (WUE) ölçümlerinde önemli farklar elde edilmiştir. Özellikle gövde kesit alanı değerlendirildiğinde yüzey damla sulama sistemi altında sulanan limon ağaçlarında kalınlaşmanın daha fazla olduğu belirlenmiştir. Toprak altı damla sulama sisteminde ise su kullanım verimliliği artmıştır. Sulama suyu miktarı açısından Toprak altı damla sulama sisteminde yüzeye göre ilk yıl %24, ikinci %15 tasarruf sağlanmıştır.

Topuz (2016) Manisa Alaşehir ovasında yürüttüğü çalışmada, damla sulama uygulamaları altında yetiştirilen bağda farklı su seviyelerinin ve sulama aralıklarının verim; bazı kalite özellikleri ile su-verim fonksiyonları üzerine etkilerini incelemiştir. Deneme, arazi koşullarında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü ve iki faktörlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada, 3 ve 6 gün sulama aralığına göre A sınıfı buharlaşma kabından oluşan birikimli buharlaşmanın %33, %67 ve %100'ünün karşılandığı üç farklı su seviyesi olarak toplam 6 sulama konusu uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, sulama aralıkları ve su

seviyelerinin yaş üzüm verimi ve kalite özellikleri üzerinde etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada, en yüksek yaş üzüm verimi 6 gün sulama aralığında ve %100 sulama suyu uygulanan T100 konusundan (2002,7 kg/da) elde edilmiştir. Önerilen T100 konusuna toplam 11 sulama ile sırasıyla 403 mm sulama suyu uygulanmış ve bu konudan yine 600,3 mm'lik mevsimlik bitki su tüketimi ölçülmüştür. Toplam su kullanım randımanı değerleri, 2,99-3,99 kg/m³ arasında değişmiştir. Oransal bitki su tüketimi eksikliği ile oransal verim azalması arasındaki ilişkiden elde edilen verim azalma oranı (k_y) 3 günlük sulama aralığı için 0,69 olarak belirlenirken; 6 günlük sulama aralığı için 0,58 olarak belirlenmiştir.

Göçmen (2017) Tekirdağ'da farklı lateral tertip biçimlerinin ceviz ağaçlarının vejetatif gelişimine etkisini belirlemek için 2 yıllık bir çalışma gerçekleştirmiştir. Damla sulama sistemi çift sıra lateral hattı ve salkım tertip olarak iki farklı şekilde kullanılmıştır. Her iki sistemde de 4 L/s'lik debiye sahip 6'şar adet damlatıcı planlanmıştır. Sulama uygulamaları 5 gün sulama aralığında, A kaptan ölçülen buharlaşma miktarının %75, %100 ve %125'i şeklinde oluşturulmuştur. Çalışmanın ilk yılında bitki su tüketim miktarları 726,1 mm ile 983,9 mm arasında, ikinci yıl 604,9 mm ile 905,7 mm arasında değişmiştir. Elde edilen sonuçlara göre farklı tertip biçimlerinin ve farklı sulama düzeylerinin gövde çapı, gövde kesit alanı, bitki boyu, taç yüksekliği, taç genişliği ve taç hacmi değerleri üzerinde önemli bir etkisi bulunamamıştır. Araştırma sonunda, daha az su kullanımdan dolayı %75 konusu önerilmiştir.

2.2. Damla Sulama Uygulamalarında Tuz Değişimi

Yıldırım ve Orta (1994) 1992 ve 1993 yıllarını kapsayan Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yürütülen çalışmalarında çeşitli sulama yöntemlerinin topraktaki tuz dağılımına olan etkisini araştırmışlardır. Biber bitkisi üzerinde yapılan bu çalışmada karık, kapalı karıklarda göllendirme, yağmurlama ve damla sulama yöntemleri tercih edilmiştir. Sulama sezonlarının başında ve sonunda tüm deneme parsellerinin çeşitli noktalarından ve derinliklerinden toprak örnekleri temin edilmiş ve tuzlulukları incelenmek üzere elektriksel iletkenlik değerleri saptanmıştır. Çalışma sonucunda; yağmurlama sulama yöntemi kullanılan parsellerde tuz birikiminin olmadığı saptanırken karık sulama ile sulanan deneme parsellerinde ise karık boyunca ıslak çevrede tuz yıkanması olduğu ve tuzun karık sırtlarında biriktiği anlaşılmıştır. Damla sulama yöntemi ile sulanan deneme parsellerinde ise ilk 30 cm toprak derinliğinde tuz birikimi görülmüş ve bu birikim damlatıcıdan ıslak çepere doğru artış sağladığı açıklanmıştır.

Yurtseven ve Öztürk (2001) sulama suyu tuzluluğu ve suyun Ca/Mg oranındaki değişmelerin tınlı toprakta profil tuzluluğunun değişimine olan etkilerinin ortaya konabilmesi amacıyla, Ankara koşullarında 2 yıl süreyle (1998 ve 1999) tarla denemeleri gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada test bitkisi olarak Ankara koşullarında yetiştirilebilir bir çeşit olan Aydın Siyahı çeşidi patlıcan bitkisi (*Solanum melongena*, L.) kullanılmıştır. Deneme alanı toprakları tın ve killi-tın bünyeli olup, deneme öncesi toprak tuzluluk miktarları belirlenmiştir. Çalışmada 4 tuzluluk (kontrol-1,3, 3, 4,5 ve 6 dS/m) ve 2 Ca/Mg oranı ($O_1=3:1$ ve $O_2=1:3$) konusu olmak üzere toplam 8 konu 3 tekrarlamalı olarak tesadüf bloklarında faktöriyel düzende incelenmiştir. Sulamalar 0-60 cm'deki kullanılabilir nemin %50'sinin tüketildikten sonra uygulanmıştır. Suların tuzluluk düzeylerinin oluşturulmasında NaCl, CaCl₂ ve MgSO₄ tuzları kullanılmıştır. Deneme sonucunda tüm konularda profil tuzluluklarında artış görülmüştür. Bu artmanın düzeyi, sulama suyu tuzluluğuna bağlı olarak değişmiştir ve tuzluluğun yüksek olduğu konularda artışlar daha yüksek olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda toprak tuzluluğundaki artışlar 0-40 cm profilde daha yüksek düzeylerde olduğu bildirilmiştir.

Ertek ve Kanber (2002) farklı sulama aralığı, farklı bitki-kap katsayıları ve farklı ıslatma oranlarını kullanarak pamuk ekili alana damla sulama yöntemiyle sulama suyu uygulamışlar ve sonunda toprak profilindeki tuz birikimini belirlemişlerdir. Araştırmada sulama suyu olarak elektriksel iletkenliği 0,19 dS/m olan bir su kullanılmıştır. Sonuçta kullanılan suyun EC'si düşük olduğundan tuz birikimini çok önemsiz olduğunu belirtmişlerdir. Sulama aralığının fazla olduğu konularda daha az tuz birikimi meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bunun nedeninin fazla sulama suyunun yıkama etkisini arttırdığını açıklamışlardır. Ancak ıslak çeperin sonuna doğru ve 30 cm civarında birikimin fazla olduğunu, buna karşı 15 cm de ise daha az olduğunu ve alt katmanlara doğru tuz birikiminin azaldığını tespit etmişlerdir.

Atay (2006) Şanlıurfa'da Harran Ovası koşullarında biber bitkisinde (*Capsicum annum* L.) damla sulama altında farklı elektriksel iletkenlikleri olan sulama suyunun bitki verimine olan etkisini ve bitkinin tuza olan dayanıklılığını incelemiştir. Sulamalar aynı sulama aralığında ayda sekiz defa gerçekleştirilmiştir. Çalışmada deneme konularının tuz içerikleri 0,5, 1,5, 3,0, 6,0, 9,0 dS/m olarak seçilmiştir. Çalışma sonunda toprak tuzluluğu 3,60 dS/m'ye ulaştıktan sonra verimin azalmaya başladığı açıklanmıştır. Artan tuz konsantrasyonu ile beraber bitki su tüketimi de düşmüştür. En fazla duyarlılık 0-3 dS/m arasında hesaplanmıştır. Yükselen tuz konsantrasyonu bitki gelişimini de meyve gelişimini de olumsuz etkilemiştir.

Kesmez (2009) Ankara Üniversitesi Ayaş Bahçe Bitkileri Araştırma İstasyonunda, 2005 yılında başlayan iki yıllık bir çalışma süresince aşılı ve aşılı olmayan domates fideleri için karık ve damla sulama metotlarıyla sulama yapmıştır. Bu metotlar sonucunda verim, bazı kalite değişkenleri ve topraktaki tuz dağılımına olan etkilerini araştırılmıştır. İncelemeler sonucunda total mevsimlik bitki su tüketimi, damla sulamada ilk yıl 810 mm ve ikinci yıl 871,5 mm, karık sulamada ise, 957 mm ve 928,2 mm olarak saptanmıştır. Toplam sulama suyu gereksinimi ise; damla sulama için 731 mm ve 714 mm iken, karık sulama için 881 mm ve 871 mm olarak hesaplanmıştır. Ayrıca çalışmada, her ay elde edilen toprak örneklerine dayanarak profil tuzluluk dağılımları; damla sulama yöntemi için damlatıcılardan ıslak çepere doğru artış görülürken, karık sulama yöntemi için karıklardan bitki köküne doğru olduğu saptanmıştır.

Zheng vd. (2009) damla sulama altında sulanan pamukta yaptıkları çalışmada, damla sulama uygulamasının toprağa ek tuzluluk yükü oluşturmadığını açıklamıştır. Sulama öncesi yüksek olan EC, sulamalarla birlikte azalmıştır. Topografya ve iklim, toprak tuzluluğundaki mekânsal-zamansal değişkenliği büyük ölçüde etkilemiştir. Toprağın organik maddesi arttıkça, tuzluluğun azaldığı belirtilmiştir. EC'nin pamuk verimi ile negatif ilişim gösterdiği açıklanmıştır. Tuzlu suların uzun süreli kullanılması durumunda toprakta ve sulama sistemi üzerinde olumsuz etkileri olacağını açıklamışlardır. Bitki türlerini seçerken tuzluluk toleranslarının dikkate alınması gerektiğini bildirmişlerdir.

Çivicioğlu (2010) Konya'da patates tarımıyla ilgili yürüttüğü çalışmada farklı sulama yöntemlerinin topraktaki tuz dağılımına olan etkisini incelemiştir. Çalışmada üç farklı sulama yöntemi kullanılmıştır. Bunlar karık, yağmurlama ve damla sulama yöntemleridir. Kendiliğinden tuzluluk sorunu yaşamayan toprakta yaptıkları çalışmada her bir sulama yöntemi için sulama aralığı 7 gün olarak belirlenmiş ve toplam on bir sulama gerçekleştirilmiştir. En yüksek tuz birikimi 0-60 cm katmanında damla sulama için gözlenirken, 60-120 cm katmanı için yağmurlama sulama yönteminde gözlenmiştir. Tuz değişimlerinde azalma 0-60 cm katmanı için sırasıyla karık, yağmurlama ve damla sulama olarak giderken; tuz artışı ise 60-120 cm katmanında sırasıyla yağmur, karık ve damla sulama olarak gözlenmiştir.

Liu, Yang, Li, Mei ve Wang (2012) damla sulama yöntemi altında sulama suyu kalitesinin ve lateral düzenlemesinin toprak tuzluluğu ve toprak neminin dağılımı üzerindeki etkilerini incelemek için Çin, Junggar Havzasında arazi denemesi gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada 2 lateral tertip biçimi (her sıraya tek lateral ve her sıraya çift lateral) ve 3 sulama suyu seviyesi (0,24, 4,68 ve 7,42 dS/m dâhil) olmak üzere altı konu oluşturulmuştur.

Damlaticıdan 8 farklı uzaklık (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65 ve 75 cm) ve 6 farklı derinlikten (10, 20, 30, 40, 50 ve 60 cm) toprak örnekleri alınmıştır. Pamuk verimine ilişkin sonuçlar, tek lateral tertip biçiminin, belirtilen sulama derinliği ve sıklığı altında pamuğun nem ihtiyacını karşıladığını göstermiştir. Malçlama, tuz birikimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmamış, ancak aynı sulama suyu derinliği ve kalitesi koşullarında, çift lateral tertip biçimine kıyasla tek lateral tertip biçiminin, kök bölgesinde tuz birikimini azalttığı ve nispeten yüksek pamuk verimi sağladığı belirtilmiştir.

Sun vd. (2012) 3 yıl boyunca (2009-2011) Kuzey Çin'de damla sulamanın kıyılarda toprak tuzluluğu, toprak hidrolik özellikleri ve bitki büyümesi üzerindeki etkilerini incelemek için 5 toprak matriks potansiyeli (SMP) uygulaması (-5, -10, -15, -20 ve -25 kPa) altında bir araştırma yürütmüşlerdir. Alandaki parsellere Ebegümece (*Hibiscus syriacus*), kırmızı yapraklı kiraz eriği (*Prunus cerasifera* Ehrh.), şimşir (*Ilex buxoides* SY Hu) ve Çin parlak kurt (*Ligustrum lucidum*) dikilmiştir. Sulama suyu olarak 1,7-2,1 dS/m elektriksel iletkenliğine sahip yerel yeraltı suyu kullanılmıştır. İlk yılın başlangıcında, ortasında ve sonunda, ikinci ve üçüncü yılın sonunda toprak örnekleri alınmıştır. Örnekler bir toprak burgusu yardımı ile damlaticının merkezi baz alınarak laterale dik konumdan olmak üzere 0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 cm mesafelerden ve 0-100 cm derinlikten (0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90 ve 90-100 cm) elde edilmiştir. Çalışmanın üçüncü yılının sonunda, başlangıca göre ortalama E_{Ce} değerleri, C5, C10, C15, C20 ve C25 uygulamaları için sırasıyla %64,4, 45,7, 32,4, 35,3 ve 45,9 oranında azalmıştır. Dolayısıyla en etkili tuz yıkaması C5 uygulamasında olmuştur. Özellikle 0-40 cm bölgesindeki toprak yapısı düzelmiştir. Damla sulama işleminden sonra yüzey toprağının hidrolik iletkenliği artmıştır. Düşük tuz toleranslı bitkiler, tuz yıkamasından sonra kıyasal tuzlu topraklarda yetişebileceğini açıklanmıştır.

Wang vd. (2012) farklı miktarlarda suyun pamuk büyümesi ve toprak tuzluluğu üzerindeki etkilerini değerlendirmek için, 2008-2010 yılları arasında Çin'in kuzeybatısındaki Xinjiang'daki tuzlu bir arazide üç yıllık bir deneme gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında sulamaları 20 cm toprak altına yerleştirilmiş tansiyometrelerden okunan 5 farklı toprak matriks potansiyeli değerine göre (-5 kPa (S1), -10 kPa (S2), -15 kPa (S3), -20 kPa (S4) ve -25 kPa (S5)) gerçekleştirmişlerdir. Üç yıl boyunca damlaticının tam altından 3 farklı derinlikte alınan toprak örneklerinden (0-40 cm, 40-80 cm, 80-120 cm) tuzluluk ve SAR miktarları takip edilmiştir. Sonuçta en fazla azalma 0-40 cm derinliğinde meydana gelmiştir. SAR miktarındaki azalmalar E_{Ce} miktarlarından daha küçük olmuştur. 40-80 cm ve 80-120 cm derinliğindeki

ECe değerlerinde S1 (-5 kPa) ve S2 (-10 kPa) uygulamaları hariç artışlar meydana geldiği açıklanmıştır. Pamuk verimi ve tohum verimi açısından S1 konusundan en yüksek değerler elde edilmiştir. Toprak matriks değerlerinin artışıyla konularda verim açısından azalmalar meydana gelmiştir. Bitki boyu açısından yine S1 ve S2 konuları ön plana çıkmışlardır. Diğer tüm parametrelerde olduğu gibi biyokütle açısından da en düşük değerler S5 konusundan elde edilmiştir. Bölge topraklarının ıslahı ve pamuk yetiştiriciliği açısından S2 sulama konusu önerilmiştir.

Phogat, Skewes, Mahadevan ve Cox (2013) Avustralya'da badem üzerinde ET_c 'nin iki farklı oranını %100 (FIp) ve %66 (SDIp)'sını uygulayarak bir çalışma yürütmüşlerdir. Her ağaç sırasına gövdeden 1 metre arayla çift lateral hattı yerleştirilmiştir. Damlatıcı aralığı 1 metre ve damlatıcı debisi 4 L/h olarak kullanılmıştır. Yöntemde sulamalar, sistemi bir saat açıp bir saat kapatılarak gerekli su hacmi sağlanıncaya kadar yapılmıştır. Ayrıca 0,8 m aralıklı lateral yerleştirilerek 2,3 L/h'lik damlatıcılarla sulanan bir kontrol konusu oluşturulmuştur. Konular değerlendirildiğinde verim değerleri açısından FIp konusunda 584,2 kg/da, SDIp konusunda 534,7 kg/da verim elde edilmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarlarına bakıldığında FIp konusuna 1686 mm su uygulanırken SDIp konusuna 1104 mm su uygulaması yapılmıştır. Bitki su tüketimlerine bakıldığında FIp konusu 1361 mm SIDp konusu 1143 mm olarak ölçülmüştür. Araştırma sonunda %35 su tasarrufuna karşılık verim değerleri birbirine çok yakın çıkmıştır. Toprak tuzluluğu açısından bakıldığında tüm uygulamalarda toprak çözeltisi tuzluluğu verim azalması eşiğinin altında kalmıştır.

Mounzer vd. (2013) İspanya'nın güneyinde olgun mandalina ağaçlarını 3 yıl boyunca tam sulama (kontrol konusu, ET_c =%100) ve düzenlenmiş kısıtlı sulama (meyve büyümesinin ikinci aşaması süresince kısıtlı sulama konusu, ET_c =%50) olmak üzere 2 farklı sulama konusu altında yetiştirmişlerdir. Sulama suyu olarak 2 farklı kalitede sudan yararlanılmıştır ($EC=1$ dS/m ve ($EC=3$ dS/m). Sulama mevsiminin sonunda ve kısıtlı sulama uygulanan dönemin sonunda olmak üzere yılda iki kez damlatıcıya 3 farklı mesafeden (0,1 m, 0,3 m ve 0,6 m) ve 3 derinlikten (0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm) toprak örnekleri alınmıştır. Sonuçlara göre, düzenlenmiş kısıtlı sulama stratejisinin, kaliteli su kullanıldığında bile damlatıcıdan uzakta bir tuzluluk gradyanının gelişimi yoğunlaştırdığı açıklanmıştır. Tuz birikimi özellikle 0-30 cm profil derinliğinde ve damlatıcıdan 0,3 m uzaklıkta meydana gelmiştir. Tuz yoğunluğu derinlik arttıkça azalmıştır.

Aragues, Medina, Martinez-Cob ve Faci (2014) İspanya’da şeftali bitkisi için bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmada sulamada su kısıtı uygulanmasının toprak bünyesindeki tuzluluğa nasıl etki ettiğini araştırmışlardır. Bu araştırmada kısıt uygulanmadan yapılan sulamaya ek olarak su kısıtının da uygulandığı toplamda beş deneme konusu ile çalışma sağlanmıştır. Bu çalışmanın neticesinde kök bölgesinde birikim gösteren tuz miktarının, yapılan sulama uygulamalarıyla beraber artış gösterdiği ve su kısıtı uygulanmış alanlarda tam sulamaya nazaran daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Uçan (2015) Şanlıurfa’da yapmış olduğu araştırmada tuz içerik düzeyleri farklı olan 5 farklı sulama suyu ile karpuz bitkisi üzerindeki verim, verim bileşenleri ve toprak tuzluluğu üzerine olan tesirlerini incelemiştir. Çalışmada sulama suyu tuz içerikleri ise T1=0,40 dS/m (kuyu suyu), T2=2,5 dS/m, T3=5,0 dS/m, T4=7,5 dS/m ve T5=10,0 dS/m şeklinde olmuştur. Sulama sezonu boyunca toplam 287,92 mm sulama uygulaması gerçekleştirilmiştir. Topraktaki tuz düzeyi sulama sezonu sonunda en yüksek derecesini, damlatıcıdan 15-30 cm yatay uzaklığında ve toprağın 30 cm derinliğinde göstermiştir. Damlatıcının yatay ve dikey ekseninden 45 cm uzağında ise gittikçe azalma göstermiştir. Tuz içeriğinin artış göstermesi bitkilerin fiziksel aksam, meyve şekli, meyve büyüklüğü ve bitki gelişimi gibi parametreleri olumsuz etkilemiştir. T3 konusuna kadar çok önemli bir değişiklik görülmezken T4 ve T5 konularında karpuzların boyutu daha çok küçülmüştür.

Şimşek, Akça, Ünlükara ve Çekiç (2017) Şebin ceviz çeşidinin stres koşullarına dayanımını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, *Juglans regia* L. anacı üzerine aşılı 2 yaşlı Şebin fidanları kullanmışlardır. Fidanlara, 5 sulama suyu tuzluluğu (T₀= 0,3 dS/m-kontrol, T₁= 1 dS/m, T₂= 2 dS/m, T₃= 3 dS/m ve T₄= 5 dS/m) ve 3 sulama suyu miktarı (S₁= 1 L/hafta, S₂= 3 L/hafta ve S₃= 5 L/hafta) faktöriyel deneme desenine göre tesadüf parsellerinde 4 tekrarlamalı olarak uygulanmıştır. Sulama suyu miktarı ve sulama suyu tuzluluğunun bitki üzerindeki etkisini belirlemek için toplam bitki ağırlığı, bitki boyu, bitki gövde çapı ve bitki kök gelişimi gibi parametreler ölçülmüştür. T₃ ve T₄ konularındaki bitkiler, denemenin 2. yılında tuz stresi nedeniyle ölmüştür. Bitkiler, haftada 1 litre su uygulanan S₁ konusunda 2,68 dS/m düzeyindeki toprak tuzluluğundan (EC_e) sonra, haftada 3 litre su uygulanan S₂ konusunda 5,34 dS/m düzeyindeki toprak tuzluluğundan (EC_e) sonra ve haftada 5 litre su uygulanan S₃ konusunda ise 10,95 dS/m düzeyindeki toprak tuzluluğundan (EC_e) sonra ölmüştür. Deneme sonunda yaşamlarını sürdürebilen T₀, T₁ ve T₂ konuları için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre toplam bitki ağırlığının tuzluluk, su miktarı ve tuzluluk-su miktarı etkileşiminden önemli

derecede ($p<0,01$) etkilendiğini saptamışlardır. Tuzluluğun etkisiyle birlikte bitki boyunda azalma gözlenmesine karşın ortalamalar arası fark önemli bulunmamıştır. Bitki gövde çapı üzerine yalnızca uygulanan sulama suyu miktarının önemli derecede ($p<0,01$) etkili olduğunu belirlemişlerdir. Bitki kök gelişimi üzerine tuzluluğun, su miktarının ve tuzluluk-su miktarı interaksiyonu etkisi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuş, T_0 konusuna göre T_1 ve T_2 konularında bitki kök ağırlığı sırasıyla %14,8 ve %30,4 kadar daha az gelişme gösterdiğini belirlemişlerdir.

Orhangazi (2017) Harran Ovasında biber bitkisiyle ilgili yaptığı çalışmada toprak üstü damla sulama sistemleri (TÜDSS) ve 15 cm (D15) toprak altı damla sulama sistemleri (TADSS) karşılaştırmasını yapmıştır. Bu çalışmada su kullanım randımanı (WUE), sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) hesaplanmıştır. Aynı zamanda en uygun lateral derinliği ile bu uygulamaların bitkinin morfolojik ve fizyolojik özellikleri üstünde olan etkilerinin yanı sıra TADSS’de toprak derinliğine bağlı olarak tuz değişimi de incelenmiştir. 15 cm derinlik açısından bakılan toprak tuzluluğu 1,13 ile 2,29 dS/m arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Toprak pH ise 7,53 ile 7,69 arasında saptanmıştır. Toprak tuzluluğu sulama suyu miktarlarına göre doğrusal yükseliş göstermiştir.

Avcı (2018) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dışkapı Yerleşkesinin deneme alanlarında, 2011 ve 2012 yıllarında yürüttüğü çalışmada farklı sulama yöntemlerinin lizimetre koşullarında drenaj suyu kalitesi, toprak tuzluluğuna ve verime olan etkisini incelemiştir. Denemede tuzluluk problemi bulunmayan SLC bünyeli toprak kullanılmıştır. Deneme boyunca 3 çeşit sulama suyu kalitesi 0,25, 1,5, 3 dS/m, sulama hacmi %10, %20, %35, %50 konuları ile tesadüf parsellerinde 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Toplamda 13 sulama yapılmış olup her sulama sonrasında aylık analiz gerçekleştirilmiştir. Drenaj tuzluluk değerleri hem sulama suyunun kalitesine göre hem de yıkama oranlarına göre değişim göstermiştir. Profildeki tuz birikimi zamanla artış göstermiştir. Yıkamanın da tesiri ile beraber tuzlar sürekli akışta alt katmanlara doğru taşınmıştır. Sulama suyunun kalitesi azalma gösterdikçe toprak profilinde artan tuzluluk ile beraber bitkinin fiziksel özelliklerinde de azalma tespit edilmiştir.

Yenigün (2019) Tekirdağ koşullarında farklı damla sulama uygulamaları altında patlıcan bitkisinin su kullanımına, verim ve gelişme parametreleri ile özellikle topraktaki tuz dağılımına etkilerinin incelendiği çalışmayı 2015 ve 2016 yıllarında yürütmüştür. Araştırmada, 5 gün sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin %50, 75, 100 ve 125’inin uygulandığı dört farklı sulama suyu uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın ilk yılında tüm deneme konularına 20 kez sulama uygulaması ile birlikte 283,0 ile 693,0 mm arasında, denemenin ikinci yılında ise 19 kez sulama uygulaması ile birlikte 293,0 ile 693,0 mm sulama suyu uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, deneme konularında bitki büyüme mevsimi boyunca ölçülen bitki su tüketimi değerleri 2015 yılında 466,2 ile 837,0 mm, 2016 yılında ise 411,7 ile 797,1 mm arasında uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak değişmiştir. Günlük bitki su tüketimi değerleri ise 2015 yılında 1,6 ile 9,5 mm/gün ve 2016 yılında 3,0 ile 9,7 mm/gün arasında değişmiştir. Ayrıca, sulama sezonu sonunda toprak tuzluluğundaki artış miktarlarının damlatıcıdan uzaklaştıkça; iki lateral arasında ve iki damlatıcı arasında arttığı görülmüştür. Deneme konularından elde edilen toplam pazarlanabilir verim değerleri, birinci yıl 33,4 ile 47,6 t/ha, ikinci yıl ise 21,80 ile 31,90 t/ha arasında değişmiştir. Verim değerleri üzerine yapılan istatistiksel sonuçlar dikkate alındığında, denemenin her iki yılında da önemli farklar elde edilmemiştir. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri denemenin ilk yılında 6,86 ile 11,80 kg/m³, denemenin ikinci yılında ise 4,49 ile 7,44 kg/m³ arasında değişmiştir. Su kullanım randımanı (WUE) değerleri ise denemenin ilk yılında 5,68 ile 7,16 kg/m³, denemenin ikinci yılında ise 3,83 ile 5,30 kg/m³ arasında değişmiştir. Sulama randımanı değerleri arasında yapılan istatistiksel analizlerde A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin %50'sinin uygulandığı deneme konusunun ön plana çıktığı görülmüştür.

Kaman vd. (2021) yaptıkları araştırmada kıvırcık marul bitkisi için sulama sezonu başlangıcına kıyasla sulama sezonu bitiminde meydana gelen kök bölgesi içindeki tuz birikimi durumunu araştırmışlardır. 2018 yılı ilkbahar yetişme döneminde yay çatılı plastik örtülü bir serada yürütülen çalışmada, bitki materyali olarak Campania kıvırcık marul (*Lactuca sativa* var. *crispa*) çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada, bitki kök bölgesinin her iki tarafının ıslatıldığı geleneksel sulama (GS125, GS100, GS75, GS50) ile birlikte ardışık yarı ıslatmalı sulama (AYIS125, AYIS100, AYIS75, AYIS50) uygulamaları ele alınmıştır. Ardışık yarı ıslatmalı sulama (AYIS) uygulamasında, sırasıyla takip eden sulamalarda ıslak ve kuru kısımlar yer değiştirilmiştir. Bitki kök bölgesi tuzluluk birikimini belirlemek için sulama sezonu başlangıcında ve bitiminde üç yinelemeli olarak araziye temsil edecek şekilde 0-10, 10-20 ve 20-30 cm derinliklerden toprak örneği alınmıştır. Geleneksel yöntem kullanılarak, laboratuvarında toprak örneklerinden çamur süzükleri elde edilmiş ve tuzluluk ölçümleri yapılmıştır. En düşük tuzluluk değeri GS100 uygulamasında 0.49 dS/m olarak ölçülürken, en yüksek tuzluluk değeri ise 1.40 dS/m olarak GS125 uygulamasında kaydedilmiştir. Genel olarak, sezon sonunda en yüksek tuzluluk artışı ilk katman (0-10 cm) için %48, ikinci katman

(10-20 cm) için %34 ve üçüncü katman (20-30 cm) için %45 olarak GS125 sulama uygulamasında hesaplanmıştır. Sonuç olarak, sürdürülebilir bir sulu tarım için yetiştirme sezonunda iyi bir drenaj sistemi vasıtasıyla, topraktaki tuz birikiminin etkin bir yıkama işlemiyle giderilmesi önerilmektedir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu bölümde, araştırmada kullanılan materyal ile arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarında uygulanan yöntemler açıklanmıştır.

3.1.1.1. Araştırma Alanının Konumu

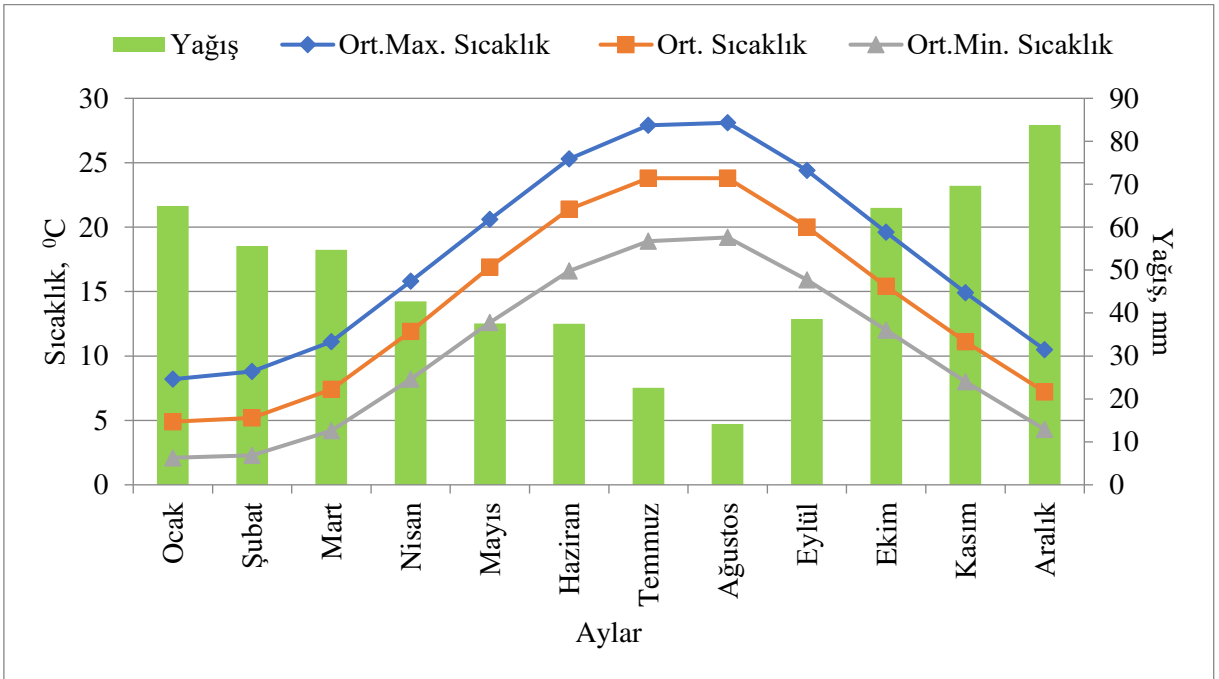
Araştırma, 2019 yılında Tekirdağ ili Süleymanpaşa ilçe merkezinde yer alan Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü'nde bulunan ceviz bahçesinde gerçekleştirilmiştir. Deneme alanı 40°59' kuzey enlem derecesi ile 27°29' doğu boylam derecesinde olup denizden yüksekliği 44 m'dir. Enstitü tarım alanının toplamı 979 da olup, %91'inde araştırma ve üretim faaliyetleri devam etmektedir. Alanın %75'inde ise sulu tarım yapılabilir. Araştırma alanının konumu Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

3.1.2. İklim Özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü alan yarı kurak bir iklim kuşağı içinde yer almaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü Tekirdağ iline ait, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden sağlanan 1960-2019 yıllarına ait (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü [MGM], 2019) uzun yıllar ortalama iklim verilerinden derlenen değerler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Uzun yıllar ortalamalarına göre, yıllık ortalama sıcaklık 14,1°C'dir. Aylık sıcaklık ortalamaları açasından en soğuk ay 5,0°C ile Ocak, en sıcak ay ise 24,0°C ile Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Yıllık 580,8 mm olan ortalama yağış miktarının çoğunluğu Ekim ile Nisan ayları arasındaki dönemde olmaktadır. Yıllık ortalama bağıl nem %76,9'dir. Yıllık rüzgâr hızının 2 m yükseklikteki ortalama değeri 2,90 m/s'dir. Ayrıca, Tekirdağ ili uzun yıllar sıcaklık-yağış ilişkisi Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme alanının konumu



Şekil 3.2. Tekirdağ ili uzun yıllar sıcaklık-yağış ilişkisi

3.1.3. Toprak Özellikleri ve Topoğrafya

Araştırmanın yürütüldüğü Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü toprakları killi tınlı bünyeye sahip, hafif tuzlu, az kireçli ve organik madde içeriği düşük topraklardan oluşmaktadır. Alanda eğim batıdan doğuya doğrudur. Eğim batı kesimlerde oldukça yüksek olup %15 dolayında, doğu kesimlerde ise %1,5 civarındadır (Orta, 1997).

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları

İklim verileri	Aylar												Yıllık ortalama
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ort. sıcaklık, (°C)	5,0	5,1	7,5	11,9	16,8	21,5	24,0	24,0	20,0	15,5	10,5	7,1	14,1
Ort. max. sıcaklık, (°C)	8,5	8,8	11,2	15,8	20,6	25,4	28,1	28,3	24,5	19,8	14,4	10,3	18,0
Ort. min. sıcaklık, (°C)	2,2	2,0	4,1	8,1	12,4	16,7	19,0	19,5	16,0	12,1	7,4	4,2	10,3
Ort. bağıl nem, (%)	82,6	80,5	80,0	77,1	76,0	72,0	68,8	69,4	73,4	78,2	82,0	82,8	76,9
Ort. rüzgar hızı, (m/s)*	3,3	3,2	3,0	2,5	2,3	2,4	2,8	3,0	2,8	3,0	2,9	3,2	2,9
Ort. güneşlenme süresi, (h)	2,6	3,3	4,1	5,6	7,7	9,0	9,7	8,8	7,2	4,8	3,3	2,4	68,5
Yağış, (mm)	68,3	54,3	54,7	40,7	36,9	37,9	22,5	13,2	33,9	61,7	75,3	81,4	580,8
Buharlaşma, (mm)	-	-	0,1	63,6	114,8	142,1	179,8	170,9	114,9	67,6	11,6	0,9	866,3

* 2 m yükseklikte ölçülen değerdir.

3.1.4. Su Kaynağı ve Sulama Suyunun Sağlanması

Deneme parsellerinin sulanmasında kullanılacak sulama suyu enstitüden geçen dereден sağlanmışır. Su buradan basılarak bir havuzda toplanmış (Şekil 3.3), oradan da bir pompa ile ceviz bahçesine iletilmiş ve damla sulama yöntemiyle uygulanmışır. Su örneği analizleri Kırklareli Atatürk Toprak, Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü laboratuvarında gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar ABD tuzluluk laboratuvarı tarafından geliştirilen grafik yardımıyla sınıflandırılmışır.

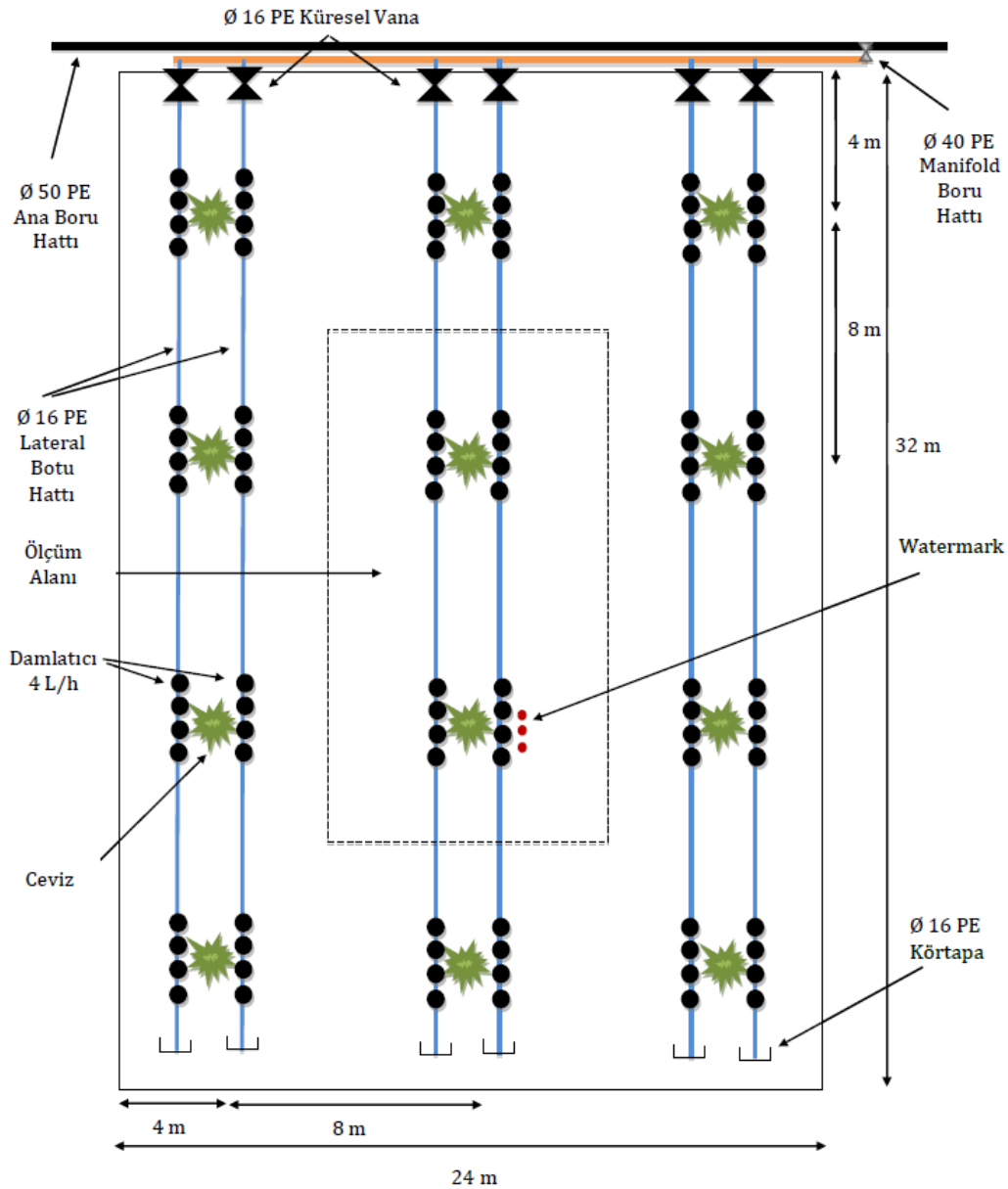
3.1.5. Sulama Sistemi

Depolama havuzundan pompa ile alınan sulama suyu, hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı ve disk elek filtrelerden oluşan kontrol biriminden geçtikten sonra 6 atm işletme basınçlı, 50 mm dış çaplı sert PE borular yardımı ile araştırma alanına iletilmişır. Ayrıca, sistemde oluşan basıncı kontrol etmek amacıyla manometreler yerleştirilmişır. Her bir deneme parselinde manifold boru hatları için 40 mm dış çaplı sert PE borular kullanılmışır.



Şekil 3.3. Çalışmada suyun depolandığı havuz

Deneme parselleri içerisinde her ağaç sırasına 16 mm dış çaplı yumuşak PE borulardan oluşan çift sıra lateral boru hattı tertip edilmiştir. Ceviz ağaçlarının 5. yaşta olmasından dolayı bitki sıra arası ve üzerinde tam örtme yapmadığından tüm lateral boru hattı ıslatılmamıştır. Bu nedenle her ağaç başına taç genişliği dikkate alınarak karşılıklı olmak üzere 4'er adetten toplam 8 adet basınç regüleli on-line damlatıcı yerleştirilmiştir. Damlatıcı debisi Yıldırım (2008)'de belirtilen esaslara göre toprağın bünyesi ve su alma hızı dikkate alınarak 4 L/h olarak seçilmiştir. Bir deneme parselinin ayrıntısı Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4. Bir deneme parselinin ayrıntısı

3.1.6. A Sınıfı Kap Buharlaşması

Araştırmada, günlük buharlaşma değerlerinin ölçülmesinde standart A sınıfı buharlaşma kabı kullanılmıştır. A sınıfı buharlaşma kabı, 121 cm çapında, 25,5 cm yüksekliğinde, 2 mm galvanizli saçtan yapılmış üstü açık bir silindirden oluşmaktadır. Kap içerisindeki suyun hayvanlar tarafından içilmesini önlemek amacıyla kabın üzerine tel bir kafes yerleştirilmiştir. Kaptaki su düzeyi değişimleri 1/100 mm duyarlılıkta mikrometrelilikte derinlik ölçme aracı ile ölçülmüştür (Yıldırım ve Madanoğlu, 1985). Şekil 3.5'te alanda bulunan A sınıfı buharlaşma kabı görülmektedir.

3.1.7. Bitki Özellikleri

Çalışmada Chandler ceviz çeşidi kullanılmıştır. PedroxUC 56-224 çaprazlamasından elde edilmiş olan Chandler, yan dallarda meyve verme oranı %90'ın üzerinde olan yüksek verimli bir çeşittir. Çeşidin dölleyicileri Cisco ve Scharsch-Franquettedir. Ağaçlar orta derecede kuvvetli olarak gelişen çeşitte taç gelişim formu yarı diktir. Hasadı orta-geç mevsim aralığında olmaktadır. Meyve iç ağırlığı 6,5 g, iç oranı %49 dur. Açık renkli iç ceviz mükemmellik oranı %90-100 arasındadır. Ceviz içinde çok az bir miktar büzüşme görülmektedir ve bu önemli derecede pazarlama kusuru değildir. Çeşit geç yapraklandığı için mantari problemlere orta derece hassastır (Ramos, 1998). Yaklaşık 12 m boylanan Chandler çeşidinin meyveleri iri (9-13 g), oval, kabuğu pürüzsüz, kabuk yapışması iyi, kabukları zayıf ve kırılmandır (Şen, 2011). Chandler çeşidi ceviz ağaçları 34-36 mm çapında meyve vermektedir (Akça, 2016). Şekil 3.6'da olgunluğa ulaşmış bir ceviz ağacı görülmektedir. Şekil 3.7'de alandaki ağaçların verdiği meyve görülmektedir.



Şekil 3.5. Deneme alanında kullanılan A sınıfı buharlaşma kabı



Şekil 3.6. Olgunluğa ulaşmış örnek bir ceviz ağacı



Şekil 3.7. Ağaçlardan elde edilen Chandler ceviz meyvesi

Araştırmada Tübitak Projesi (1140532 nolu) kapsamında Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazisine Chandler çeşidi fidanlar 2015 yılının Mart ayı başında 8x8 m sıra arası ve sıra üzeri genişliklerinde dikilmiştir. Ceviz fidanlarının dikiminden itibaren bitkisel gözlemleri yapılmış, buharlaşmanın arttığı ve topraktaki mevcut nemi 0-90 cm derinlikte %50 seviyelerinde olduğu Mayıs ayı sonlarında sulama uygulamaları damla sulama yöntemi ile uygulanmaya başlanmıştır. Bu araştırma ise ceviz ağaçlarının 5 yaşında olduğu 2019 yıllarında yürütülmüştür. Deneme alanının genel bir görüntüsü Şekil 3.8’de verilmiştir.



Şekil 3.8. Deneme alanı genel görüntüsü

3.2. Yöntem

Bu bölümde, araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri dikkate alınarak, kullanılacak sulama yönteminin gerektirdiği sistem unsurlarının projelendirilmesi, deneme düzeni ve konuları ile sulama uygulamaları sonucu oluşan toprakların tuz içeriğinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler yer almaktadır.

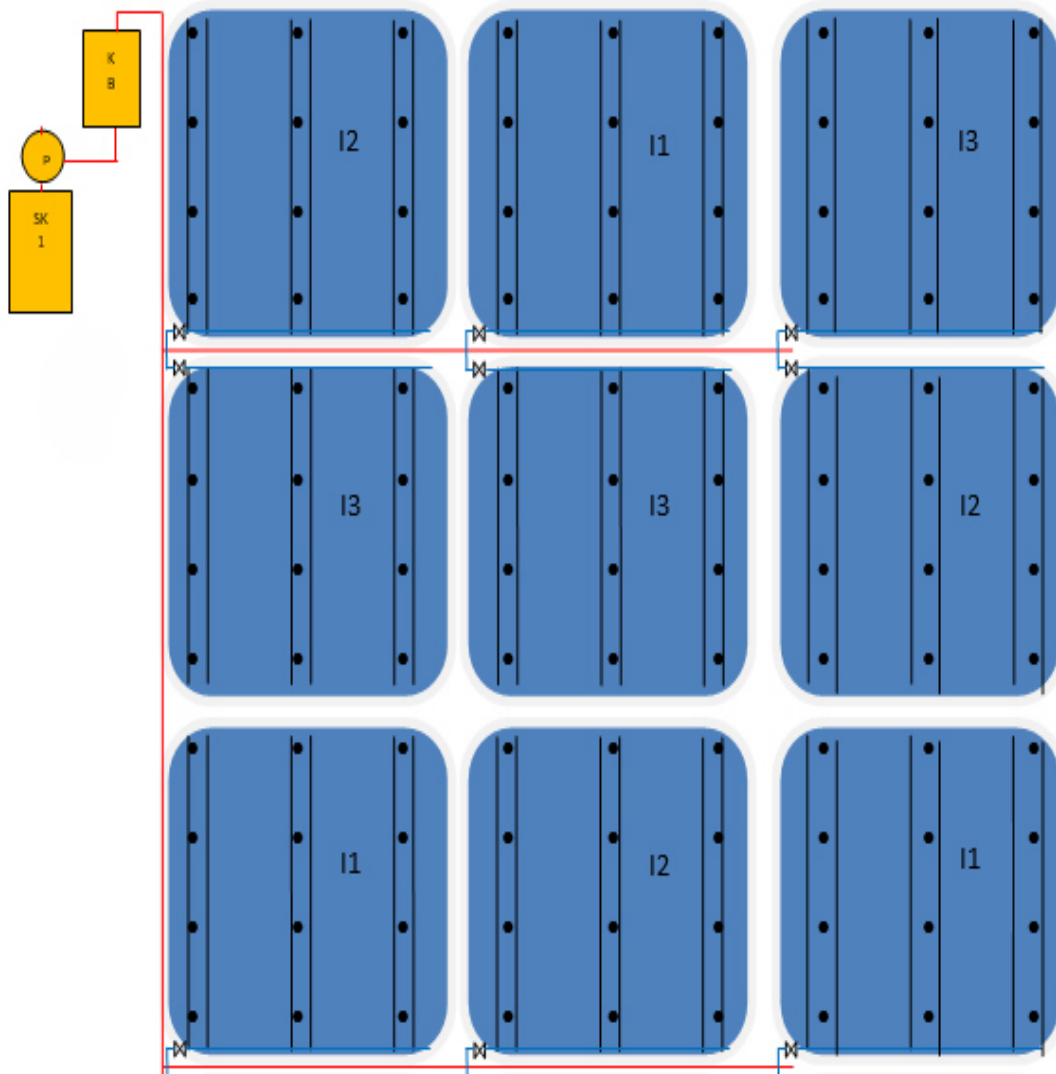
3.2.1. Deneme Düzeni ve Araştırma Konuları

Araştırma, tesadüf bloklarında deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür ve deneme konuları rastgele dağıtılmıştır (Yurtsever, 1984). Araştırmada deneme konuları, bölge koşulları ve çiftçi uygulama dikkate alınarak seçilen ortalama 5 gün sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının farklı oranlarının uygulanması şeklinde oluşturulmuştur.

Deneme konuları,

- I₁ konusu: Toplam buharlaşma miktarının %75'inin uygulandığı sulama uygulaması,
- I₂ konusu: Toplam buharlaşma miktarının %100'ünün uygulandığı sulama uygulaması,
- I₃ konusu: Toplam buharlaşma miktarının %125'inin uygulandığı sulama uygulaması biçiminde düzenlenmiştir.

Yürütülen araştırmanın deneme deseni Şekil 3.9’da verilmiştir. Bir deneme parseli 24x32 m boyutlarında olmak üzere toplam 768 m² alana sahiptir. Her bir deneme parselinde 3 adet ağaç sırası oluşturulmuştur. Oluşturulan her bir sırada 4 adet ağaç bulunmaktadır. Böylece her bir deneme parselinde 12 adet ağaç mevcuttur. Ağaç sıra arası ve ağaç sıra üzeri mesafesi 8x8 m’dir. Oluşturulan tüm parsellerde birer ağaç sırası kenar etkisi hesaba katılarak hasat parseli dışında bırakılmıştır. Oluşturulan tüm parsellerde 2 adet ağaç ölçüm ağacı olarak işaretlenmiştir.



Şekil 3.9. Deneme deseni

3.2.2. Araştırma Alanı Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemenin oluşturulacağı alanda toprak ve sulama suyuna ait fiziksel ve kimyasal analizler Ayyıldız (1990) ile Güngör ve Yıldırım (1989)'da belirtilen temellere göre, Kırklareli Atatürk Toprak, Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü'nde ve Biyosistem Mühendisliği Bölüm laboratuvarında yapılmıştır.

Çalışma öncesinde, deneme alanı topraklarının fiziksel özellikleri ile verimlilik analizlerini tayin etmek amacıyla 2 farklı noktadan 120 cm derinliğe kadar toprak profilleri açılarak 0-30, 30-60, 60-90, 90-120 cm toprak katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 3.10). Bozulmamış toprak örneklerinden hacim ağırlığı, bozulmuş toprak örneklerinden ise tarla kapasitesi, solma noktası ve bünye sınıfı değerlerinin tayini Blake (1965) ile Benami ve Diskin (1965)'de verilen esaslara göre yapılmıştır.

Verimlilik analizleri için deneme alanı topraklarından 0-20 ve 20-40 cm derinliklerden bozulmuş toprak örnekleri alınarak analizleri yapılmıştır (Sönmez ve Ayyıldız 1964; Güngör ve Yıldırım, 1989). Sulama suyunun kalite sınıfını belirlenmesi için çalışma öncesinde su kaynağından Ayyıldız (1990)'da açıklanan ilkeler doğrultusunda su örnekleri alınmıştır.

3.2.3. Toprağın Su Alma Hızı Ölçümleri

Araştırma alanının toprak su alma hızı çift silindirli infiltrometre yöntemiyle belirlenmiştir (Şekil 3.11). Toprağın su alma hızı ölçümleri Güngör ve Yıldırım (1989) ile Delibaş (1994)'de açıklanan prensiplere uygun şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.10. Deneme alanı bozulmuş ve bozulmamış toprak örneği alımı



Şekil 3.11. Su alma hızı ölçümleri

3.2.4. Buharlaşma Miktarının Ölçülmesi

Denemede günlük buharlaşma miktarının belirlenmesinde A sınıfı buharlaşma kabı kullanılmıştır. Ölçme işlemi her gün saat 09:00'da bir mikrometrelili ölçüm kabı kullanılarak, buharlaşma kabında eksilen suyu tamamlayacak biçimde su ilave ederek günlük buharlaşma miktarı belirlenmiştir. Her 5 günde bir sulama öncesi okuma yapıldıktan sonra okumalardaki hata payını azaltmak için kap içerisindeki su boşaltılarak temizliği yapılmıştır (Doorenbos ve Pruitt, 1977; Yıldırım ve Madanoğlu, 1985).

3.2.5. Toprak Matriks Potansiyelinin Ölçülmesi

Araştırmada, topraktaki matriks potansiyeli değişimleri izlemek için watermark dijital nem sensörü kullanılmıştır. Ölçümlerde kullanılan sensörler Irrrometer firması tarafından üretilmiş SS 200 modeldir. Toprak matriks potansiyeli ölçümü için Güngör ve Yıldırım (1989)'da tansiyometreler için verilen ilkelere uygun olarak, bir bloktaki tüm konulara gelecek şekilde 30 cm, 60 cm ve 90 cm toprak derinlikte olacak şekilde her bir parsele 3'er adet nem sensörü yerleştirilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Deneme kullanılan watermark toprak nem sensörleri

3.2.6. Tarım Tekniği

Çalışmanın her iki yılında da sulama mevsiminde gerekli olduğu zamanlarda sıra araları mekanik olarak, sıra üzerleri ise lateraller serili olduğundan elle yabancı ot kontrolü yapılmıştır (Şekil 3.13). Denemenin Mart ayında bor uygulaması 100 L suya 2 kg olacak şekilde yapılmıştır. Sistemle beraber sıvı gübre uygulamaları yapılmıştır. Ayrıca Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında antraknoz, iç kurdu ve yaprak biti için kimyasal ilaçlamalar yapılmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.13. Yabancı ot kontrolü uygulamaları



Şekil 3.14. Gübre ve ilaçlama uygulamaları

3.2.7. Sulama Suyu Uygulamaları

Deneme konularına uygulanan net sulama suyu miktarları açık su yüzeyi buharlaşmasından elde edilen verilerden yararlanılarak hesaplanmıştır. Çalışmada sulama aralığının belirlenmesinde, bölge çiftçisinin uygulamaları ve bitki özellikleri göz önünde bulundurularak 5 gün olarak seçilmiştir. Uygulanacak sulama suyu miktarı 5 günlük yığışımlı buharlaşma değerlerinden yararlanılarak aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanmıştır (Kanber vd. 2004).

$$I = K_{pc} \times E_p \times P \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

- I : Uygulanacak sulama suyu miktarı (mm),
- K_{pc} : Buharlaşma kabına bağlı katsayı,
- E_p : Yığışımlı buharlaşma miktarı, (mm),
- P : Örtü yüzdesi (%), dir.

3.2.8. Damla Sulama Sistemi Projeleme Kriterlerinin Belirlenmesi

Deneme parsellerine Güngör ve Yıldırım (1989)'da belirtilen temellere dayanarak, her ağaç sırasına iki lateral hattı olacak şekilde lateraller döşenmiştir (Şekil 3.15). Damlatıcı olarak 1 atmosfer basınçta, 4 L/h debi veren, lateral üzerine takılan (on-line) basınç düzenleyicili damlatıcılar kullanılmıştır.



Şekil 3.15. Laterallerin ve damlatıcıların yerleştirilmesi

Damlatıcı aralığının belirlenmesinde, seçilen işletme basıncına göre elde edilen damlatıcı debisi ve toprağın su alma hızı değerlerinden yararlanılmış ve aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Papazafirou, 1980).

$$S_d = 0,9 \sqrt{\frac{q}{I}} \quad (3.2)$$

Eşitlikte;

S_d : Damlatıcı aralığı (m),

q : Damlatıcı debisi (L/h),

I : Toprağın su alma hızı (mm/h), değerlerini göstermektedir.

3.2.9. Bitki Su Tüketiminin Saptanması

Bitki su tüketimi değerleri, bitki etkili kök derinliğine göre aşağıda verilen su bütçesi yaklaşımı ile hesaplanmıştır (Walker ve Skogerboe, 1987; James 1988). Bu amaçla, sulama uygulaması öncesi her bir deneme konusunda iki adet parselde 90 cm toprak derinliğinde her 30 cm'lik toprak katmanı için kuru ağırlık yüzdesine göre toprak nemi ölçülmüştür (Şekil 3.16).

$$ET = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

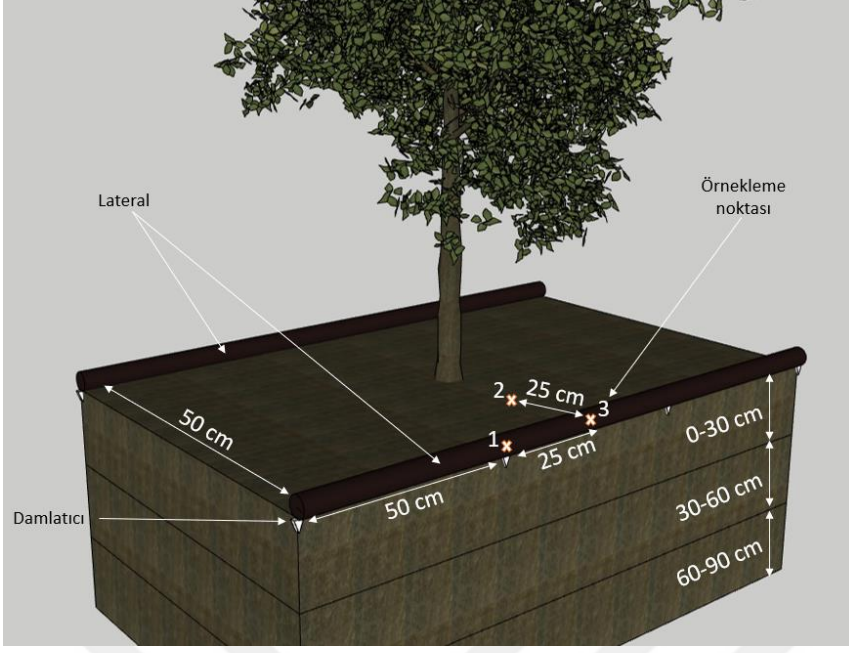
- ET : Bitki su tüketimi (mm),
I : Periyot boyunca uygulanan sulama suyu miktarı (mm),
P : Periyot boyunca düşen yağış (mm),
C_p : Kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı (mm),
D_p : Derine sızma kayıpları, mm,
R_f : Deneme parsellerine giren ve çıkan yüzey akış miktarı (mm),
ΔS : Kök bölgesindeki toprak nemindeki değişimler (mm), değerlerini

göstermektedir.

Deneme alanında taban suyu bulunmadığından, kılcal hareketle bitki kök bölgesine su girişi olmadığı varsayılarak C_p değeri göz önüne alınmamıştır. Ayrıca, basınçlı sulama sistemi kullanıldığından yüzey akış miktarları da ihmal edilmiştir (Kanber, 1997). Derine sızma kayıpları için bir alt katman izlenmiştir.



Şekil 3.16. Toprak örneklerinin alımı



Şekil 3.18. Toprak derinlik kesiti



Şekil 3.19. Toprak tuzluluğu ve pH değerlerinin saptanmasına ilişkin laboratuvar çalışmaları

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde, araştırma alanı topraklarının fiziksel ve verimlilik analizlerine ilişkin sonuçlar, sulama suyu, bitki su tüketimi ile toprak tuz değişimi ile pH değerlerine ilişkin sonuçlar verilmiş ve değerlendirilmiştir.

4.1. Toprağın Fiziksel Özelliklerine İlişkin Sonuçlar

Araştırma alanının 2 farklı yerinde açılan toprak profillerinden yapılan fiziksel analizler sonucunda toprağın bünye sınıfı, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su tutma kapasitesi değerleri belirlenmiş ve ortalama değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Tabloda verilen değerler incelendiğinde, deneme arazisinin killi tın ve killi toprak bünye sınıfında olduğu belirlenmiştir. Bozulmamış toprak örneklerinden belirlenen hacim ağırlığı değerleri ise 1,49-1,61 g/cm³ aralığında değişmiştir.

Sulama yönünden önemli toprak nemi sabitelerinden tarla kapasitesi değeri 90 cm için 404,51 mm, 120 cm için 547,52 mm, bir diğer önemli sabite olan solma noktası değerleri de sırasıyla 284,39 mm ve 384,64 mm olarak hesaplanmıştır. Kullanılabilir su tutma kapasitesi değeri ise 90 cm için 120,12 mm, 120 cm için 162,36 mm olarak hesaplanmıştır.

Toprağın gerçek su alma hızı değerini belirlemek için kullanılan çift silindir infiltrometre ölçmeleri sonucunda su alma hızı 12 mm/h olarak ölçülmüştür.

Toprak verimliliğinin belirlenmesi amacıyla 0-20 cm ve 20-40 cm aralığındaki derinliklerden alınan toprak örneklerinin analizi yapılmıştır. Yapılan bu analize ilişkin sonuçlar Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Profil derinliği (cm)	Bünye sınıfı	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Hacim ağırlığı (g/cm ³)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm)
		%	mm	%	mm		
0-30	Killi-Tın	26,01	116,26	17,9	80,06	1,49	36,20
30-60	Killi-Tın	28,45	134,85	19,7	93,43	1,58	41,42
60-90	Kil	31,76	153,40	22,9	110,90	1,61	42,50
90-120	Kil	30,17	143,01	21,1	100,25	1,58	42,70
0-90			404,51		284,39		120,12
0-120			547,52		384,64		162,36

Çizelge 4.2. Deneme alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri

Profil derinliği (cm)	Su ile doygunluk (%)	EC (μ mhos/cm)	pH	Kireç CaCO ₃ (%)	Fosfor P ₂ O ₅ (kg/da)	Potasyum K ₂ O (kg/da)	Organik madde (%)
0-20	58	579	7,62	13,4	5,30	109,3	0,86
20-40	58	573	7,77	11,4	0,39	68,0	1,12

4.2. Sulama Suyu Analiz Sonuçları

Denemede ceviz ağaçlarının sulanmasında kullanılacak sulama suyuna ait kalite analizi sonuçları Çizelge 4.3'te gösterilmiştir. İki farklı noktadan alınan sulama suyunun kalite sınıfı T₂S₁ olarak belirlenmiştir. Bu değere göre, mevcut sulama suyunun ceviz ağaçlarının sulanmasında kullanılabileceği belirlenmiştir.

4.3. Damla Sulama Sisteminin Boyutlandırılmasına İlişkin Sonuçlar

Deneme yeri topraklarında yapılan analizler ve ölçülen infiltrasyon hızı değerlerinden yararlanılarak damlatıcı debisi olarak 4 L/h, lateral üzerindeki damlatıcı aralığı ise 50 cm olacak şekilde tespit edilmiştir. Lateraller her ağaç sırasına 2 adet olacak biçimde 50 cm aralıklı ve her ağaca lateral üzerinde 4 toplamda 8 adet damlatıcı gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Örtü yüzdesi değeri (P) %30 olarak alınmıştır.

4.4. Araştırma Alanı İklim Özelliklerine İlişkin Sonuçlar

Deneme alanında 2019 yılında ölçüm periyotlarında elde edilen iklim verilerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelge 4.4 incelendiğinde sıcaklıkların Haziran ayı ikinci yarısından sonra artmaya başladığı, Eylül ayı başında azalma eğilimine girdiği görülmektedir. Diğer yandan 6 Nisan ile 1 Ekim tarihleri boyunca deneme alanına düşen yağış miktarı 110,0 mm olmuştur. Bu miktarında büyük bir kısmı Nisan ile Mayıs aylarında meydana gelmiştir.

Çizelge 4.3. Sulama suyu analiz sonuçları

Örnek no	Sulama suyu sınıfı	EC (μ mhos/cm)	SAR	pH	Kasyonlar (me/L)			Anyonlar (me/L)		
					Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	HCO ₃	Cl ⁻	SO ₄ ⁻
1	T ₂ S ₁	720	0,87	7,7	1,40	0,12	5,16	6,00	0,41	0,27
2	T ₂ S ₁	720	0,88	7,7	1,44	0,14	5,40	6,00	0,40	0,58

Çizelge 4.4. Araştırma alanına ilişkin 2019 yılı için ölçülen meteorolojik veriler

Yıl	Aylar	Ort. sıcaklık	Ort. bağıl nem	Ort. rüzgâr hızı*	Ort. güneşlenme süresi	Yağış
		(°C)	(%)	(m/s)	(h)	(mm)
2019	06.04-01.05	18,40	60,00	3,60	10,10	42,9
	02.05-22.05	16,84	71,95	2,36	5,03	27,4
	23.05-27.05	19,22	69,62	2,04	6,40	3,8
	28.05-01.06	21,54	67,66	2,12	10,76	
	02.06-06.06	21,14	69,46	2,32	7,68	1,9
	07.06-11.06	23,50	66,38	2,5	8,16	0,4
	12.06-17.06	24,55	63,70	2,76	7,46	4,9
	18.06-21.06	24,45	66,28	2,53	7,43	-
	22.06-26.06	26,30	63,88	2,96	7,98	0,3
	27.06-01.07	24,80	57,02	3,74	9,12	-
	02.07-06.07	24,76	66,04	2,66	11,50	-
	07.07-16.07	22,80	66,56	2,33	6,64	18,8
	17.07-21.07	23,88	62,76	3,56	10,96	-
	22.07-26.07	24,36	61,76	2,90	10,08	-
	27.07-30.07	24,70	66,25	2,78	10,23	-
	31.07-06.08	25,16	63,34	2,84	9,49	-
	07.08-13.08	25,44	63,37	3,81	11,77	-
	14.08-20.08	24,16	63,16	3,66	7,74	-
	21.08-25.08	26,28	60,64	3,26	9,34	-
	26.08-30.08	26,08	60,78	4,60	9,68	-
31.08-14.09	23,65	62,35	4,09	7,31	0,1	
15.09-30.09	19,72	67,31	3,43	4,88	9,5	

*: 2 m yükseklikte ölçülen değerdir.

4.5. Uygulanan Sulama Suyu Miktarları ve Ölçülen Bitki Su Tüketimleri

Sulama sezonu boyunca A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen toplam açık su yüzeyi buharlaşma miktarı 23 Mayıs 2019 ile 31 Ağustos 2019 tarihleri arasında 481,92 mm olmuştur (Çizelge 4.5). Uygulanan sulama suyu miktarlarına bakıldığında A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %100'ün uygulandığı I₂ deneme konusuna uygulanan toplam sulama suyu miktarı da 481,92 mm'dir. Ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %75'inin uygulandığı I₁ deneme konusuna 361,48 mm, %125'inin uygulandığı I₃ deneme konusuna ise 602,44 mm toplam sulama suyu uygulanmıştır. Deneme konularına, projede öngörüldüğü üzere 10 kez 5 gün sulama aralığında, 3 kez 7 gün, 1 kez 6 gün, 3 kez 4 gün ve 1 kez 3 gün sulama aralığında olmak üzere toplam 18 sulama uygulaması yapılmıştır. Sulama aralığındaki farklılıkların nedeni yağış rejimindeki düzensizliklerden dolayıdır. Ayrıca, toprak nem ölçümlerinin başlandığı 6 Nisan 2019 ile sonlandırıldığı 26 Eylül tarihleri arasında 110 mm yağış kaydedilmiştir. Toprak nem ölçümleri, sulama uygulamaları başlanıncaya kadar hava koşullarının elverdiği sürece, sulama uygulamaları ile birlikte ise sulama önceleri 90 cm toprak derinliğinde gravimetrik yöntemle göre yapılmıştır. Her bir deneme konusu için elde edilen 90 cm toprak derinliği için kuru ağırlık cinsinden hesaplanan toprak nemi değerleri, uygulanan sulama suyu miktarları, ölçülen yağış değerleri dikkate alınarak hesaplanan bitki su tüketimi değerleri ayrıntıları olarak Çizelge 4.6-4.8 arasında, özet olarak ise Çizelge 4.9 ve Şekil 4.1'de verilmiştir. Çizelgeler incelendiğinde, deneme konuları arasında ölçüm periyodu boyunca toplam bitki su tüketimi 575,98 mm ile 816,31 mm arasında değişmiştir.

Çizelge 4.5. A kaptan ölçülen değerlere göre deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları (mm)

Sulamalar	Tarih	Kümülatif buharlaşma (mm)	Uygulanan sulama suyu miktarları (mm)		
			I ₁ (%75)	I ₂ (%100)	I ₃ (%125)
1	28.05.2019	18,90	14,18	18,90	23,63
2	2.05.2019	26,50	19,88	26,50	33,13
3	7.06.2019	24,75	18,56	24,75	30,94
4	12.06.2019	20,25	15,19	20,25	25,31
5	18.06.2019	22,95	17,21	22,95	28,69
6	22.06.2019	14,40	10,80	14,40	18,00
7	27.06.2019	19,80	14,85	19,80	24,75
8	2.07.2019	33,97	25,48	33,97	42,46
9	7.07.2019	36,90	27,68	36,90	46,13
10	17.07.2019	11,70	8,78	11,70	14,63
11	22.07.2019	28,60	21,45	28,60	35,75
12	27.07.2019	30,15	22,61	30,15	37,69
13	31.07.2019	20,70	15,53	20,70	25,88
14	7.08.2019	36,90	27,68	36,90	46,13
15	14.08.2019	40,05	30,04	40,05	50,06
16	21.08.2019	32,40	24,30	32,40	40,50
17	26.08.2019	33,30	24,98	33,30	41,63
18	31.08.2019	29,70	22,28	29,70	37,13
TOPLAM		481,92	361,48	481,92	602,44

Çizelge 4.6. Deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (I₁ konusu)

Deneme konusu	Tarih	Toprak nemi (mm/90cm)	Sulama suyu (mm)	Yağış (mm)	Toplam bitki su tüketimi (mm)	Ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)
I ₁	6.Nis	391,50				
				42,9	37,40	1,44
	2.May	397,00				
				27,4	49,40	2,35
	23.May	375,00				
				3,80	10,80	2,16
	28.May	368,00				
			14,18		18,18	3,64
	2.Haz	364,00				
			19,88	1,90	20,78	4,16
	7.Haz	365,00				
			18,56	0,40	19,96	3,99
	12.Haz	364,00				
			15,19	4,90	33,09	5,52
	18.Haz	351,00				
			17,21		18,21	4,55
	22.Haz	350,00				
			10,80	0,30	17,10	3,42
	27.Haz	344,00				
			14,85		17,85	3,57
	2.Tem	341,00				
			25,48		23,48	4,70
	7.Tem	343,00				
			27,68	18,8	46,48	4,65
	17.Tem	343,00				
			8,780		19,78	3,96
	22.Tem	332,00				
			21,45		23,45	4,69
	27.Tem	330,00				
			22,61		18,61	4,65
31.Tem	334,00					
		15,53		23,53	3,36	
7.Ağu	326,00					
		27,68		33,68	4,81	
14.Ağu	320,00					
		30,04		36,04	5,15	
21.Ağu	314,00					
		24,30		25,30	5,06	
26.Ağu	313,00					
		24,98		25,98	5,20	
31.Ağu	312,00					
		22,28	0,10	38,38	2,56	
15.Eyl	296,00					
			9,50	18,50	1,68	
26.Eyl	287,00					
TOPLAM		104,50	361,48	110,00	575,98	

Çizelge 4.7. Deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (I₂ konusu)

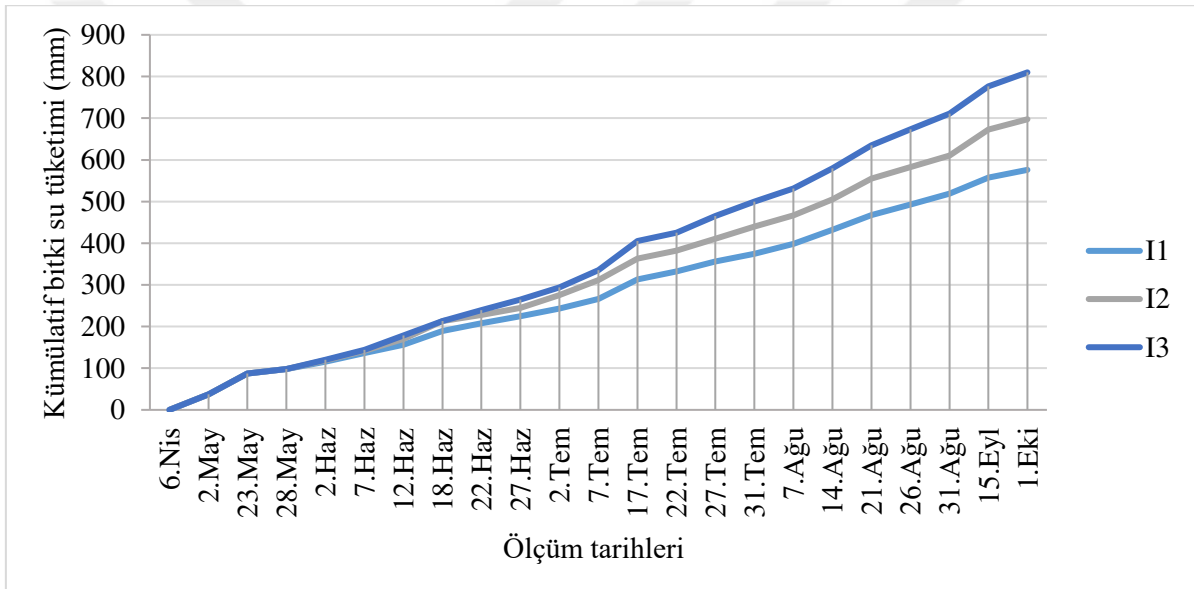
Deneme konusu	Tarih	Toprak nemi (mm/90cm)	Sulama suyu (mm)	Yağış (mm)	Toplam bitki su tüketimi (mm)	Ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)
I ₂	6.Nis	391,50				
				42,9	37,40	1,44
	2.May	397,00				
				27,4	49,40	2,35
	23.May	375,00				
				3,80	10,80	2,16
	28.May	368,00				
			18,90		20,90	4,18
	2.Haz	366,00				
			26,50	1,90	23,40	4,68
	7.Haz	371,00				
			24,75	0,40	28,15	5,63
	12.Haz	368,00				
			20,25	4,90	43,15	7,19
	18.Haz	350,00				
			22,95		14,95	3,74
	22.Haz	358,00				
			14,40	0,30	16,70	3,34
	27.Haz	356,00				
			19,80		30,80	6,16
	2.Tem	345,00				
			33,97		35,97	7,19
	7.Tem	343,00				
			36,90	18,8	51,70	5,17
	17.Tem	347,00				
			11,70		18,70	3,74
	22.Tem	340,00				
			28,60		28,60	5,72
	27.Tem	340,00				
			30,15		29,15	7,29
	31.Tem	341,00				
			20,70		26,70	3,81
7.Ağu	335,00					
		36,90		38,90	5,56	
14.Ağu	333,00					
		40,05		50,05	7,15	
21.Ağu	323,00					
		32,40		27,40	5,48	
26.Ağu	328,00					
		33,30		27,30	5,46	
31.Ağu	334,00					
		29,70	0,10	62,80	4,19	
15.Eyl	301,00					
			9,50	24,50	2,23	
26.Eyl	286,00					
TOPLAM		105,50	481,92	110,00	697,42	

Çizelge 4.8. Deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri (I₃ konusu)

Deneme konusu	Tarih	Toprak nemi (mm/90cm)	Sulama suyu (mm)	Yağış (mm)	Toplam bitki su tüketimi (mm)	Ortalama bitki su tüketimi (mm/gün)
I ₃	6.Nis	391,50				
				42,9	37,40	1,44
	2.May	397,00				
				27,4	49,40	2,35
	23.May	375,00				
				3,80	10,80	2,16
	28.May	368,00				
			23,63		22,63	4,53
	2.Haz	369,00				
			33,13	1,90	24,03	4,81
	7.Haz	380,00				
			30,94	0,40	34,34	6,87
	12.Haz	377,00				
			25,31	4,90	34,21	5,70
	18.Haz	373,00				
			28,69		26,69	6,67
	22.Haz	375,00				
			18,00	0,30	25,30	5,06
	27.Haz	368,00				
			24,75		28,75	5,75
	2.Tem	364,00				
			42,46		41,46	8,29
	7.Tem	365,00				
			46,13	18,8	69,93	6,99
	17.Tem	360,00				
			14,63		20,63	4,13
	22.Tem	354,00				
			35,75		39,75	7,95
	27.Tem	350,00				
			37,69		34,69	8,67
31.Tem	353,00					
		25,88		30,88	4,41	
7.Ağu	348,00					
		46,13		49,13	7,02	
14.Ağu	345,00					
		50,06		55,06	7,87	
21.Ağu	340,00					
		40,50		38,50	7,70	
26.Ağu	342,00					
		41,63		37,63	7,53	
31.Ağu	346,00					
		37,13	0,10	65,23	4,35	
15.Eyl	318,00					
			9,50	33,50	3,05	
26.Eyl	294,00					
TOPLAM		97,50	602,44	110,00	809,94	

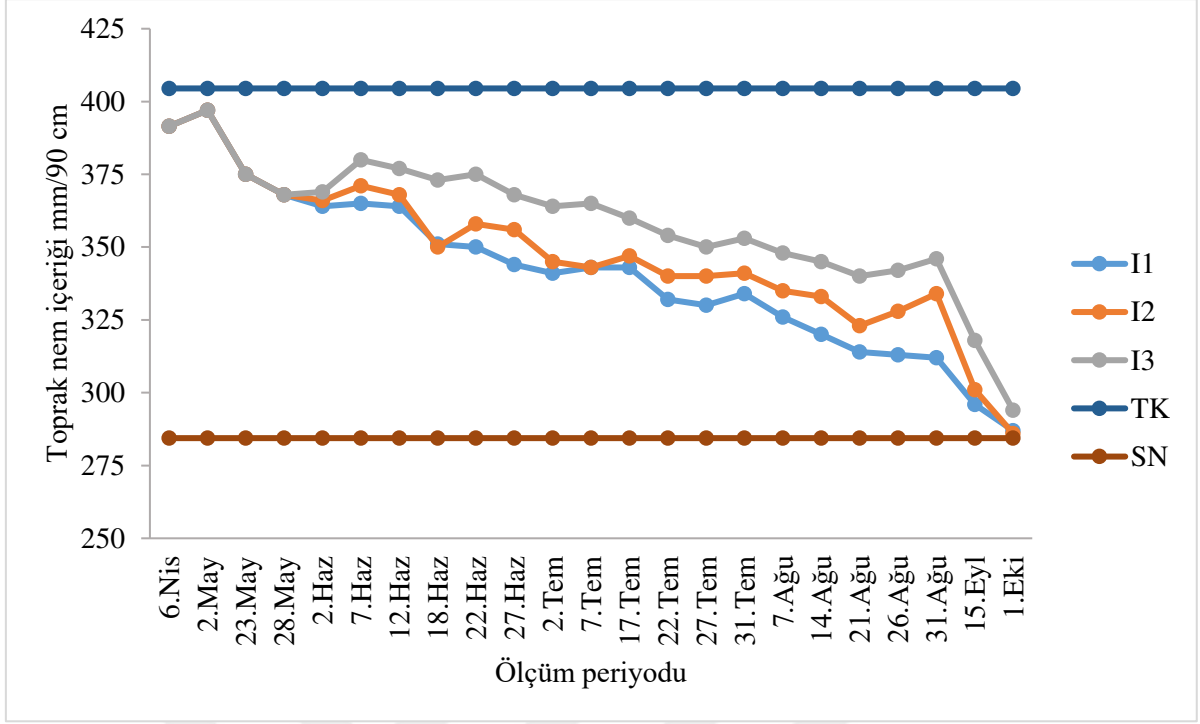
Çizelge 4.9. Deneme konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimi miktarları (Özet)

Deneme konusu		Topraktaki nem değişimi (mm)	Yağış (mm)	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı (mm)	Ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi (mm)
Ölçüm yöntemi	Sulama suyu miktarları				
A kap	%75 (I ₁)	104,50	110	361,48	575,98
	%100 (I ₂)	105,50		481,92	697,42
	%125 (I ₃)	97,50		602,44	809,94



Şekil 4.1. Deneme konularına göre elde edilen kümülatif bitki su tüketimi değerleri

Araştırmada, mevsimlik bitki su tüketimi A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %100'ünün uygulandığı I₂ deneme konusunda 697,42 mm, %75'inin uygulandığı I₁ deneme konusunda 575,98 mm ve %125'inin uygulandığı I₃ deneme konusunda ise 809,94 mm olarak elde edilmiştir. Bitki su tüketimlerinin uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Diğer yandan sulama uygulamaları öncesinde her bir deneme konusunda 90 cm derinlikte ölçülen mevcut toprak nemi değerleri Şekil 4.2'de verilmiştir. Şekilden görüleceği gibi, sulama öncesi toprak nemi değişimleri uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak değişmiştir. Sulama öncesi toprak nemi değerlerinin tarla kapasitesi ile solma noktası değerleri arasında kaldığı tespit edilmiştir.

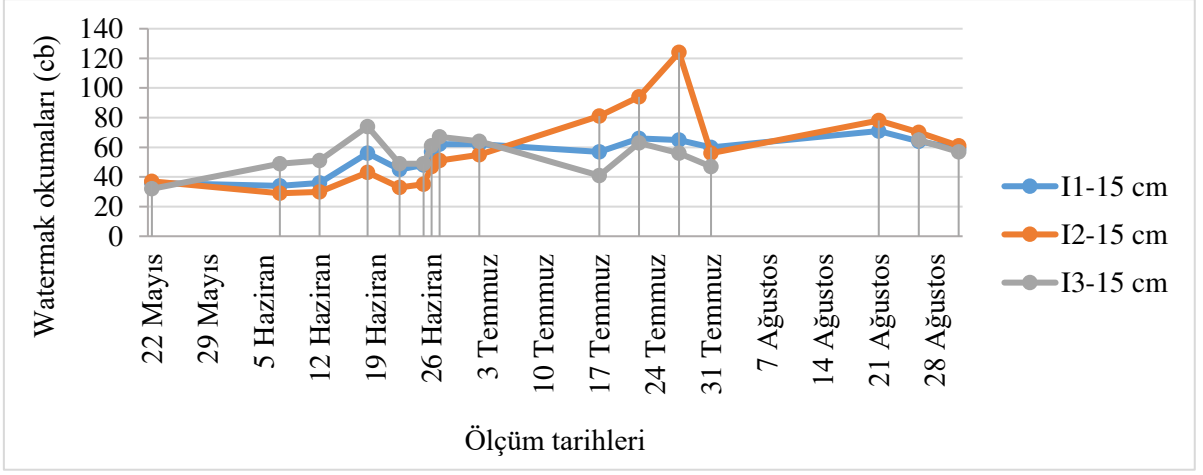


Şekil 4.2. Ölçüm periyodu boyunca sulama öncesi topraktaki nem değişimleri

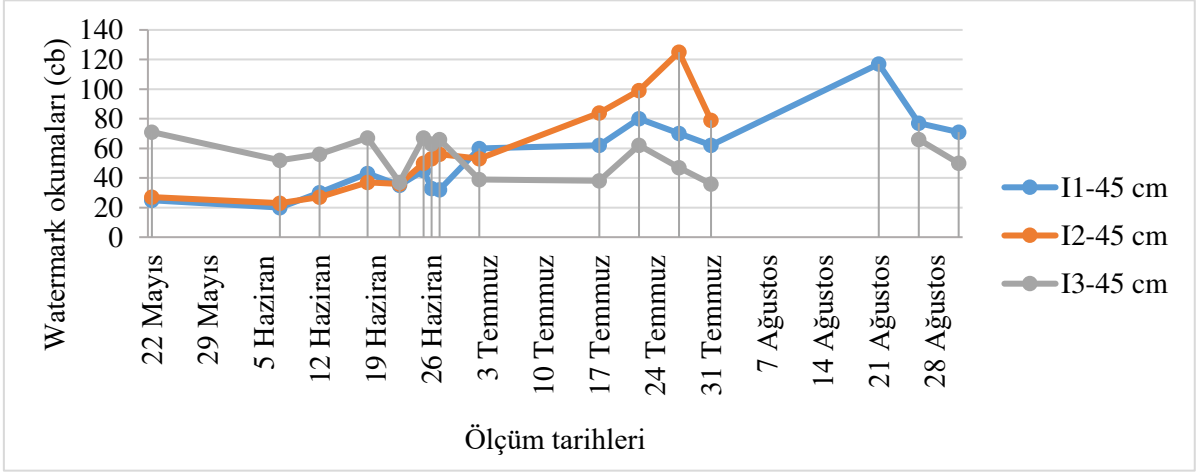
Deneme konularından elde edilen günlük bitki su tüketimi sonuçları I₁ konusunda 1,44-5,52 mm/gün aralığında, I₂ konusunda 1,44-7,29 mm/gün arasında, I₃ konusunda 1,44-8,67 mm/gün arasında elde edilmiş. En yüksek günlük bitki su tüketimi değerlerinin yine Temmuz-Ağustos ayları arasındaki periyotta elde edildiği görülmüştür.

4.6. Toprak Matriks Potansiyelinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar

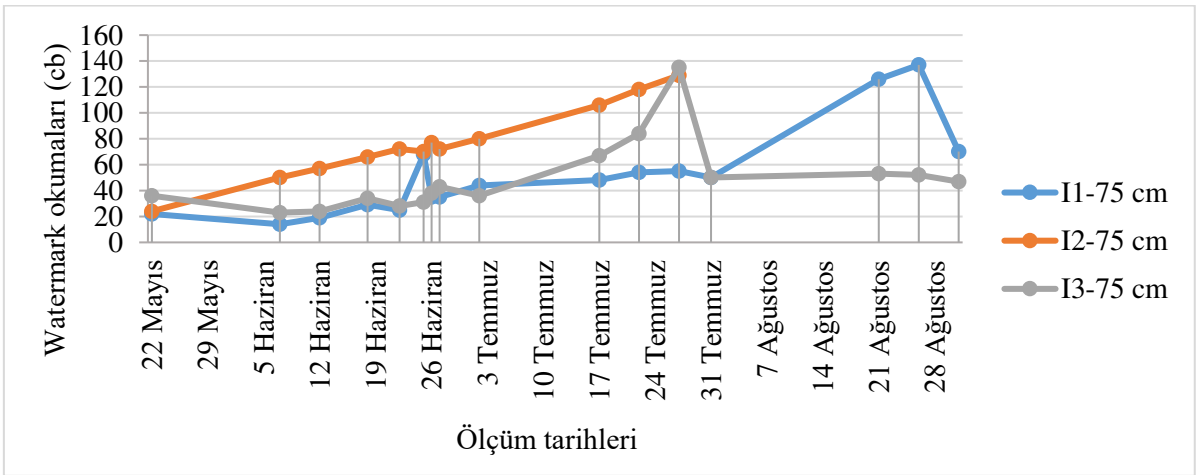
Deneme konularından elde edilen ölçümlere göre 15 cm derinlikteki watermark sonuçları için Şekil 4.3 incelendiğinde I₁ konusunda 54,9 cb, I₂ konusunda 57,8 cb, I₃ konusunda 55 cb ortalama değerini aldığı görülmektedir. 45 cm derinlikteki sonuçlar incelendiğinde I₁ konusunda 53,9 cb, I₂ konusunda 57,6 cb, I₃ konusunda 54,5 cb ortalama değerleri elde edilmiştir (Şekil 4.4). 75 cm derinlikteki ölçüm sonuçlarına göre ortalama olarak I₁ konusunda 51,9 cb, I₂ konusunda 76,8 cb sonuç elde edilirken I₃ konusunda okuma alınamamıştır (Şekil 4.5). Sulama suyu miktarının artmasıyla özellikle 45 ve 75 cm derinlikteki watermark sensörlerinden okunan değerlerde azalmalar meydana geldiği görülmektedir. Özellikle I₁ konusunda en yüksek değerler elde edilmiştir.



Şekil 4.3. 15 cm derinliğindeki sulama uygulamaları öncesi watermark okumaları



Şekil 4.4. 45 cm derinliğindeki sulama uygulamaları öncesi watermark okumaları



Şekil 4.5. 75 cm derinliğindeki sulama uygulamaları öncesi watermark okumaları

4.7. Toprak Tuzluluğuna İlişkin Sonuçlar

Araştırmada toprak tuz değişimlerinin belirlenmesi amacıyla 3 farklı sulama suyu uygulamasında (I₁, I₂ ve I₃), üç farklı toprak derinliğinde (15, 45, 75 cm) ve 7 farklı ölçüm noktasında (1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7) olmak üzere sulama sezonu öncesinde (SÖ) 17 Mayıs 2019’da, sulama sezonu ortasında (SO) 6 Ağustos’ta ve sulama sezonu sonunda (SS) 11 Eylül’de toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde yöntem kısmında açıklandığı gibi tuzluluk analizleri yapılmış ve elde edilen değerler Çizelge 4.10, 4.11 ve 4.12 ile Şekil 4.6, 4.7 ve 4.8’de verilmiştir. Ayrıca, her bir sulama konusunun her bir ölçüm noktasında üç derinlik için sulama sezonu öncesi ve sonrası arasındaki değişim miktarları Çizelge 4.13’te verilmiştir.

Sulama sezonu öncesinde ölçülen toprak tuzluluk değerlerinin üç derinlik için ortalama tüm ölçüm noktalarında I₁ deneme konusu için 196,67 µmhos/cm, I₂ deneme konusu için 215,00 µmhos/cm ve I₃ deneme konusu için 195 µmhos/cm olarak ölçülmüştür. Sulama sezonu öncesi araştırma alanında farklı toprak derinliğindeki mevcut toprak tuzluluk değerleri incelendiğinde, en yüksek oranların I₁ deneme konusu için 201 µmhos/cm, I₂ deneme konusu için 218 µmhos/cm ve I₃ deneme konusu için 195 µmhos/cm ile 45 cm toprak derinliğinin ön plana çıktığı görülmektedir.

Sulama sezonu ortasında ölçülen değerler incelendiğinde, tüm ölçüm noktalarında üç toprak derinliğinin ortalama olarak toprak tuzluluğu değerlerinin I₁ deneme konusunda 154,67 ile 225,33 µmhos/cm arasında, I₂ deneme konusunda 148,33 ile 188,00 µmhos/cm arasında ve I₃ deneme konusunda 155,33 ile 192,67 µmhos/cm arasında değişmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarları açısından sulama sezonu ortasında ölçülen toprak tuzluluğu değişimleri incelendiğinde özellikle I₂ ve I₃ deneme konularında sulama sezonu öncesinde ölçülen toprak tuzluluğu değerlerine göre tüm toprak derinliklerinde azalış olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %75’inin uygulandığı I₁ deneme konusunda ise sulama sezonu ortasında ölçülen toprak tuzluluğu değerlerinin sulama sezonu öncesinde ölçülen değgerlere göre 75 cm derinlik hariç arttığı gözlemlenmiştir

Çizelge 4.10. Deneme konuları arasında sulama sezonu öncesinde (SÖ) toprakta ölçülen tuz miktarları ($\mu\text{mhos/cm}$)

Deneme konusu	Derinlik (cm)	Örnekleme noktası						
		1	2	3	4	5	6	7
I ₁	15	191	191	191	191	191	191	191
	45	201	201	201	201	201	201	201
	75	198	198	198	198	198	198	198
Ortalama		196,67	196,67	196,67	196,67	196,67	196,67	196,67
I ₂	15	210	210	210	210	210	210	210
	45	218	218	218	218	218	218	218
	75	217	217	217	217	217	217	217
Ortalama		215	215	215	215	215	215	215
I ₃	15	177	177	177	177	177	177	177
	45	216	216	216	216	216	216	216
	75	192	192	192	192	192	192	192
Ortalama		195	195	195	195	195	195	195

Çizelge 4.11. Deneme konuları arasında sulama sezonu ortasında (SO) toprakta ölçülen tuz miktarları ($\mu\text{mhos/cm}$)

Deneme konusu	Derinlik (cm)	Örnekleme noktası						
		1	2	3	4	5	6	7
I ₁	15	186	193	249	196	166	171	164
	45	225	182	220	170	150	155	155
	75	177	165	207	175	176	147	145
Ortalama		196	180	225,33	180,33	164	157,67	154,67
I ₂	15	177	187	207	139	185	137	187
	45	171	187	198	152	147	163	176
	75	216	154	153	153	148	145	165
Ortalama		188	176	186	148	160	148,33	176
I ₃	15	137	190	185	206	190	235	184
	45	165	208	175	176	163	157	160
	75	158	180	181	161	160	151	152
Ortalama		153,33	192,67	180,33	181	171	181	165,33

Çizelge 4.12. Deneme konuları arasında sulama sezonu sonunda (SS) toprakta ölçülen tuz miktarları ($\mu\text{mhos/cm}$)

Deneme konusu	Derinlik (cm)	Örnekleme noktası						
		1	2	3	4	5	6	7
I ₁	15	252	299	260	197	176	187	157
	45	235	279	243	195	205	195	193
	75	211	287	226	175	184	173	177
Ortalama		232,67	288,33	243	189	188,33	185	175,67
I ₂	15	199	311	327	246	205	204	235
	45	213	302	306	209	191	218	201
	75	243	268	217	281	225	187	203
Ortalama		218,33	293,67	283,33	245,33	207	203	213
I ₃	15	188	259	190	181	168	224	184
	45	202	255	248	215	224	190	181
	75	217	278	227	203	164	175	166
Ortalama		202,33	264	221,67	199,67	185,33	196,33	177

Çizelge 4.13. Deneme konuları arasında topraktaki tuz miktarının sulama öncesi ile sonrası arasındaki değişim ($\mu\text{mhos/cm}$)

Deneme konusu	Derinlik (cm)	Örnekleme noktası						
		1	2	3	4	5	6	7
I ₁	15	61	108	69	6	-15	-4	-34
	45	34	78	42	-6	4	-6	-8
	75	13	89	28	-23	-14	-25	-21
Ortalama		36	91,67	46,33	-7,67	-8,33	-11,67	-21
I ₂	15	-11	101	117	36	-5	-6	25
	45	-5	84	88	-9	-27	0	-17
	75	26	51	0	64	8	-30	-14
Ortalama		3,33	78,67	68,33	30,33	-8	-12	-2
I ₃	15	11	82	13	4	-9	47	7
	45	-14	39	32	-1	8	-26	-35
	75	25	86	35	11	-28	-17	-26
Ortalama		7,33	69	26,67	4,67	-9,67	1,33	-18

Sulama sezonu sonrasında tüm ölçüm noktalarında üç toprak derinliğinin ortalama olarak toprak tuzluluğu değerlerinin I₁ deneme konusunda 175,67 ile 288,33 µmhos/cm arasında, I₂ deneme konusunda 203,00 ile 293,67 µmhos/cm arasında ve I₃ deneme konusunda 177 ile 221,67 µmhos/cm arasında değişmiştir. Bu değerler incelendiğinde, toprak tuzluluk değerlerinin hemen hemen her ölçüm noktasında ve derinlikte sulama sezonu öncesi ile ortasında ölçülen toprak tuzluluğu değerlerine göre arttığı belirlenmiştir.

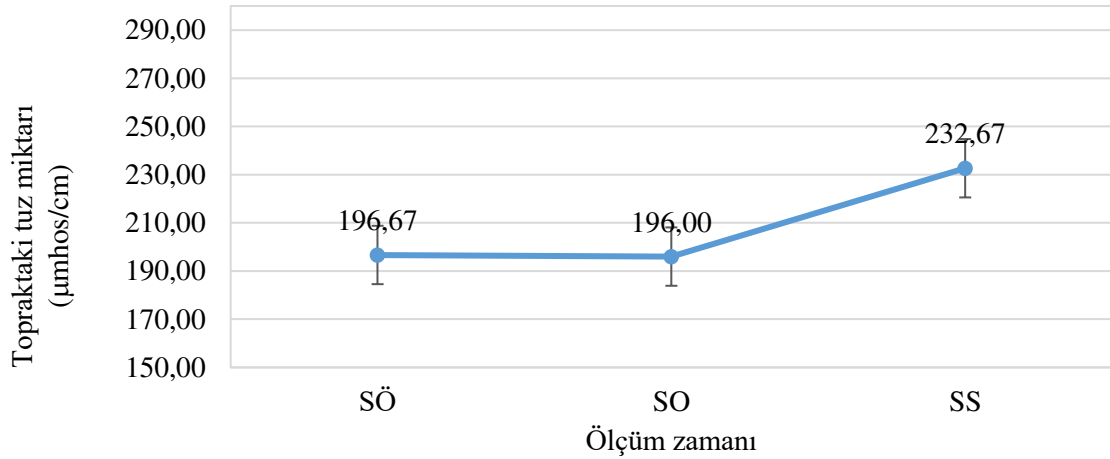
Toprak tuz miktarlarının farklı ölçüm noktalarında dağılımı incelendiğinde ise farklı sonuçlar elde edilmiştir. Damlatıcının yakınından örneklerin alındığı 1 numaralı ölçüm noktasında topraktaki tuz miktarlarının her bir sulama uygulamasında her bir derinliğinin ortalaması olarak sulama sezonu ortasında azaldığı, fakat sulama sezonu sonunda arttığı görülmüştür. Sulama sezonu başlangıcı ile sulama sezonu sonunda en yüksek artış A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %75'inin uygulandığı I₁ deneme konusunda elde edilmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça damlatıcı yakınındaki tuz değişiminin değişmediği belirlenmiştir.

İki lateralin tam ortasındaki 2 nolu örnekleme noktasında yapılan ölçümlerde topraktaki tuz miktarında değişimin en fazla olduğu gözlemlenmiştir. Sulama sezonu öncesi her bir deneme konusunda ve her bir derinlikte ölçülen toprak tuz miktarları, sulama sezonu ortasında azalmış ve sulama sezonu sonunda artmıştır. Sulama konuları arasında en fazla artış yine A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %75'inin uygulandığı I₁ deneme konusunda görülmüştür. Ayrıca, toprak derinlikleri açısından incelendiğinde ise, en yüksek artış miktarlarının 0-30 cm toprak derinliğinde elde edildiği belirlenmiştir. Özellikle iki lateral arasındaki ölçülen tuz miktarlarının artması; Yıldırım (2008) tarafından belirtilen toprakta bulunan tuzlar yerçekimi ve kapilar kuvvetlerin etkisi ile ıslatılan toprak hacminin çeperine doğru taşınır ve bitki kılcal köklerinin geliştiği ortam belirli oranda tuzdan arındırılır ifadesi ile benzerlik göstermektedir. Yenigün (2019) Tekirdağ koşullarında patlıcan bitkisi üzerine yürüttüğü araştırma sonucunda en yüksek tuz değişiminin iki lateral arasında ve iki damlatıcı arasında olduğunu belirtmiştir.

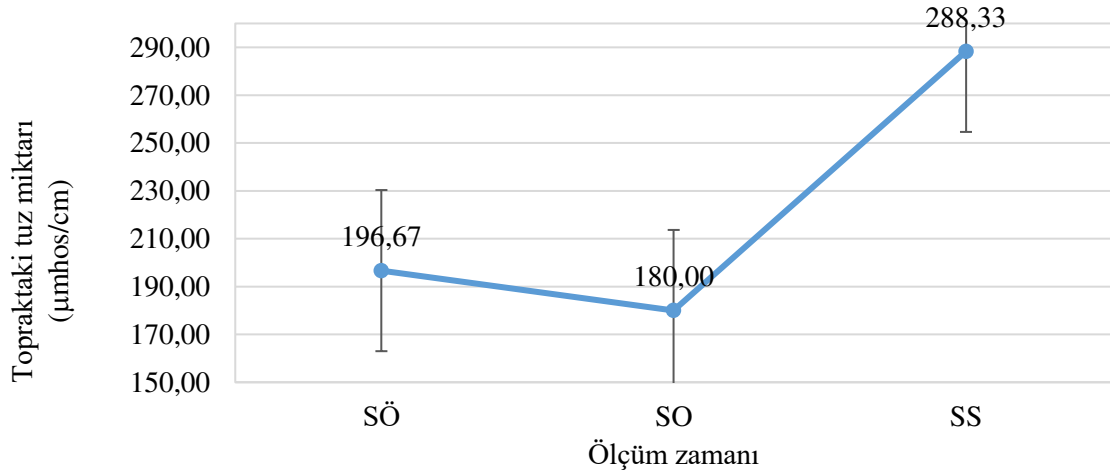
İki damlatıcı arasında bulunan 3 nolu örnekleme noktasında elde edilen toprak tuzluluğu sonuçları incelendiğinde sulama sezonu ortasında topraktaki tuz değişimlerinin azaldığı, fakat sulama sezonu sonunda her bir deneme konusu için her bir derinlik için arttığı belirlenmiştir. 2 nolu örnekleme noktasında olduğu gibi sulama sezonu sonunda en yüksek artışın A sınıfı

buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %75'inin uygulandığı I₁ deneme konusunda olduğu görölmüştür.

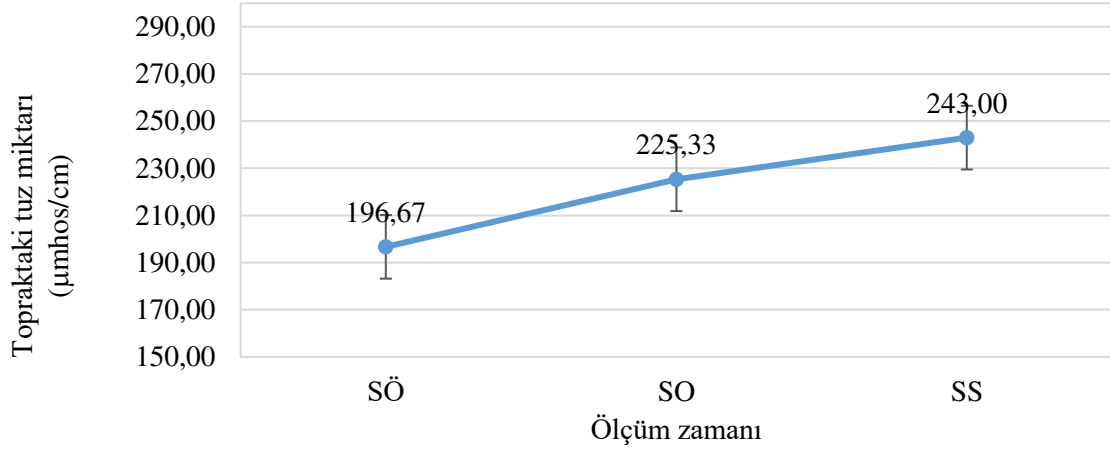
Laterallerden uzaklaştıkça ölçüm yapılan 4, 5, 6 ve 7 nolu örnekleme noktalarında yapılan toprak tuzluluğu analizlerinde ise ortalama olarak her bir deneme konusunda sulama başlangıcında ölçülen tuz miktarları sulama sezonu ortasında oldukça azalmış ve sulama sezonu sonunda biraz artış göstermiştir. Sulama sezonu başlangıcı ile sulama sezonu sonunda genel olarak azalış göstermiştir.



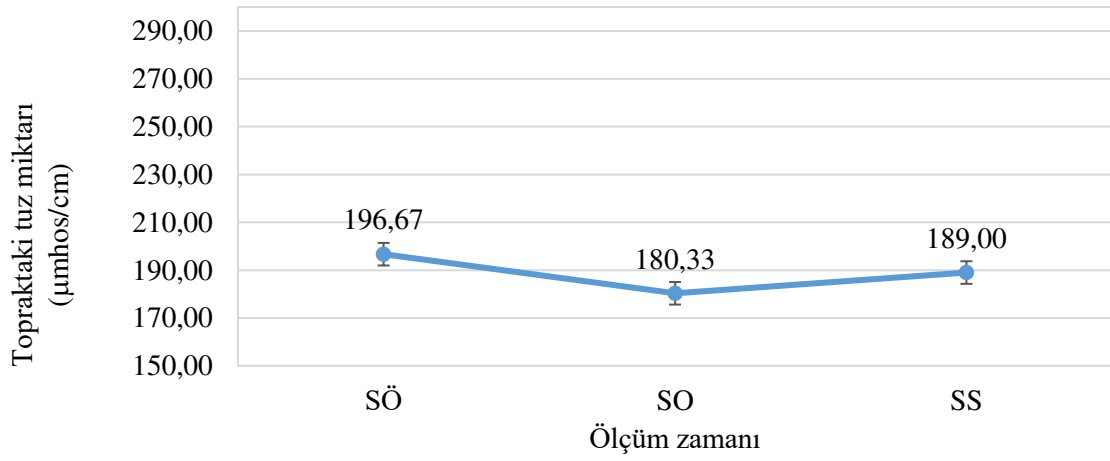
a) 1 nolu örnekleme noktası



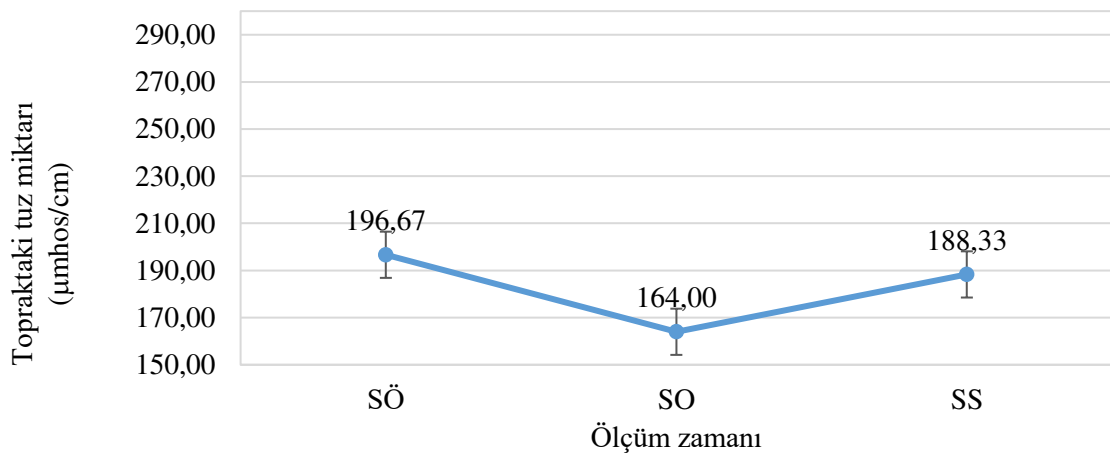
b) 2 nolu örnekleme noktası



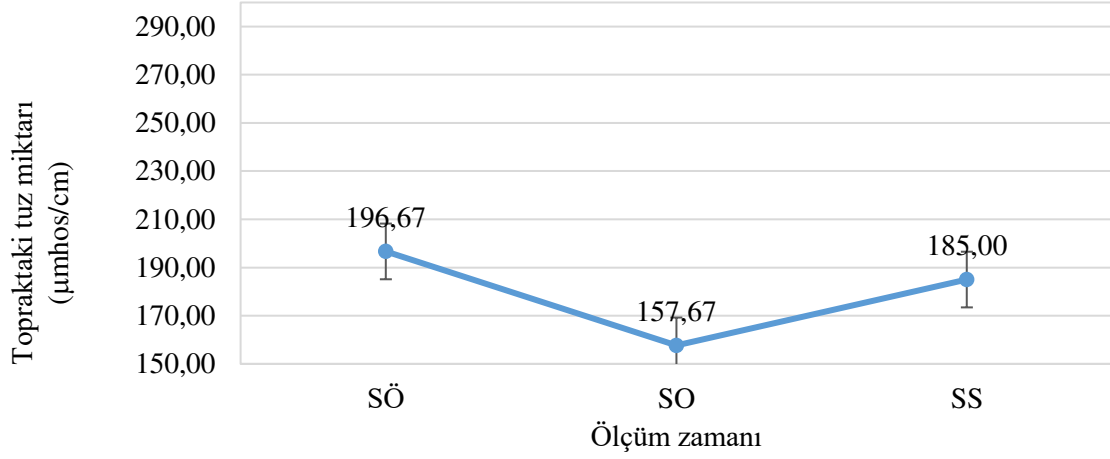
c) 3 nolu örnekleme noktası



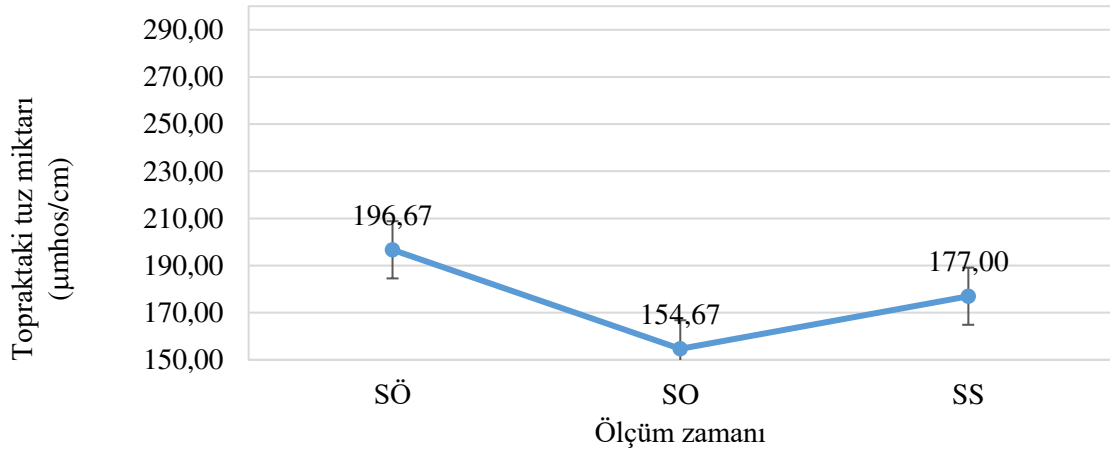
d) 4 nolu örnekleme noktası



e) 5 nolu örnekleme noktası

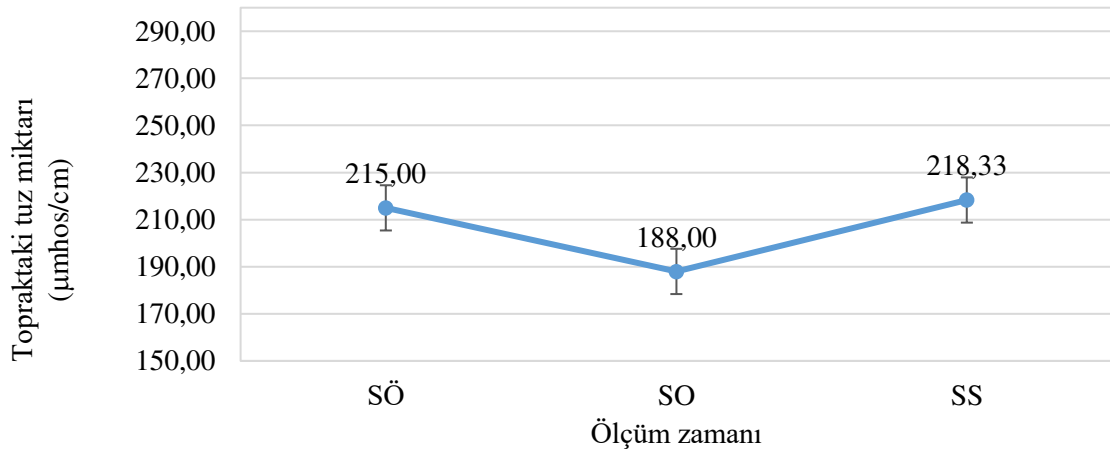


f) 6 nolu örnekleme noktası

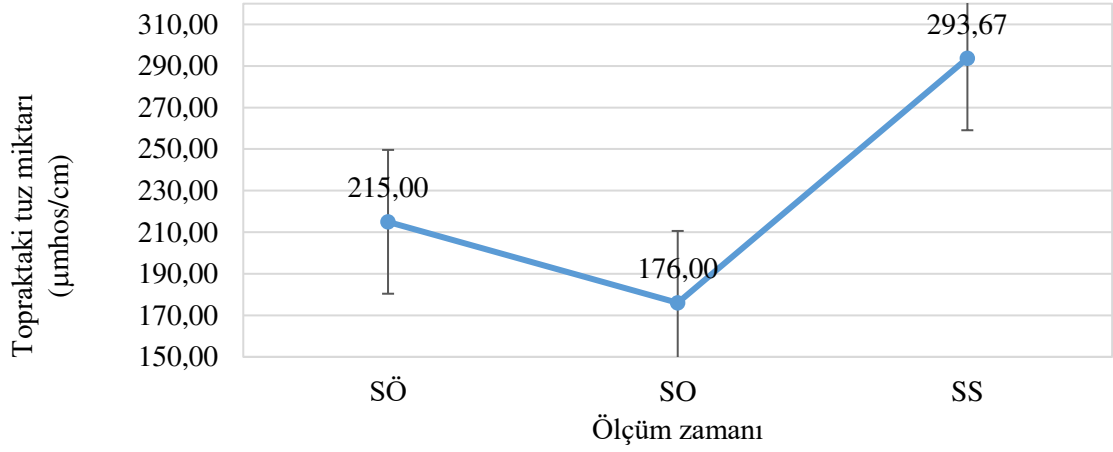


g) 7 nolu örnekleme noktası

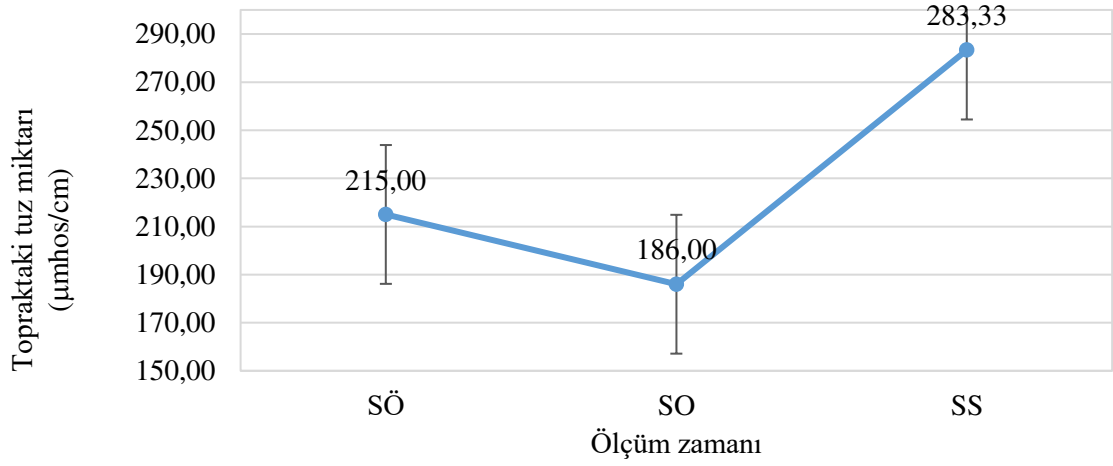
Şekil 4.6. I₁ deneme konusu için farklı örnekleme noktalarında topraktaki ortalama tuz değişimleri



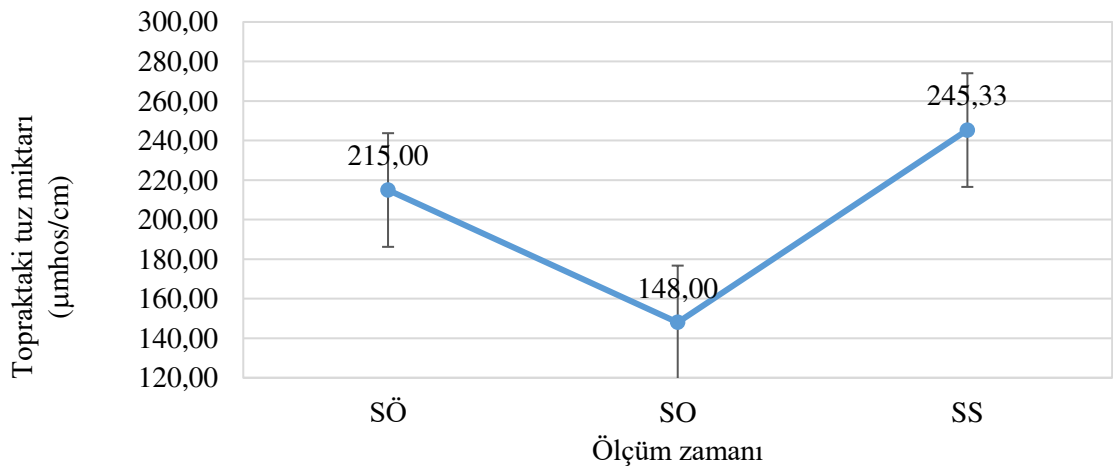
a) 1 nolu örnekleme noktası



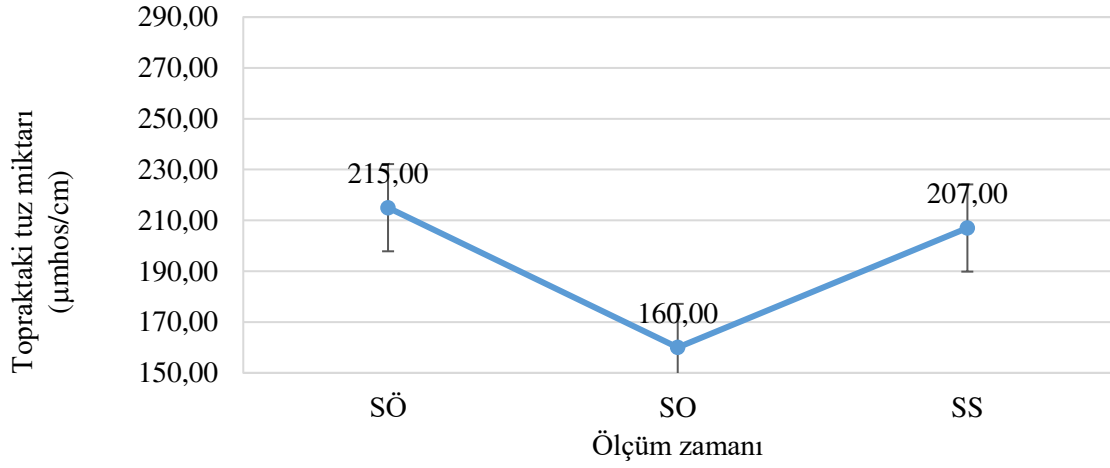
b) 2 nolu örnekleme noktası



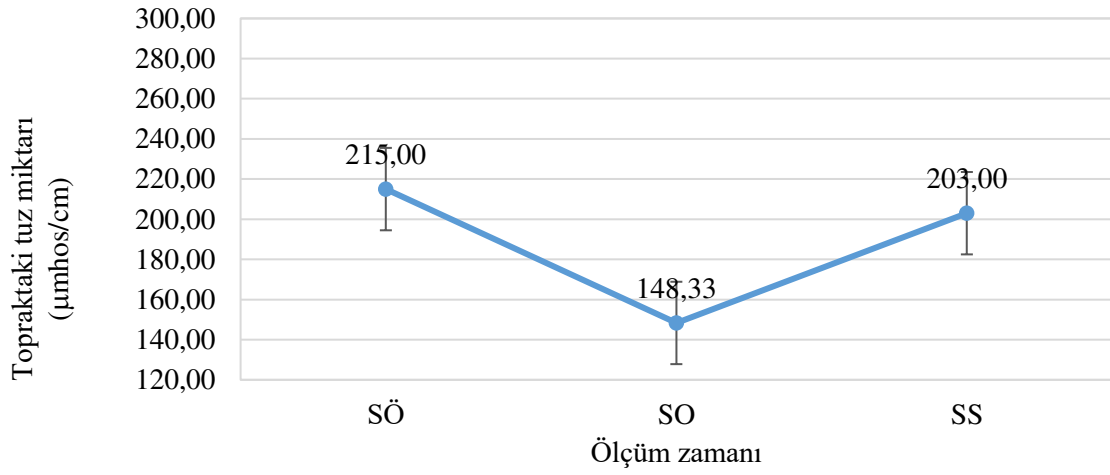
c) 3 nolu örnekleme noktası



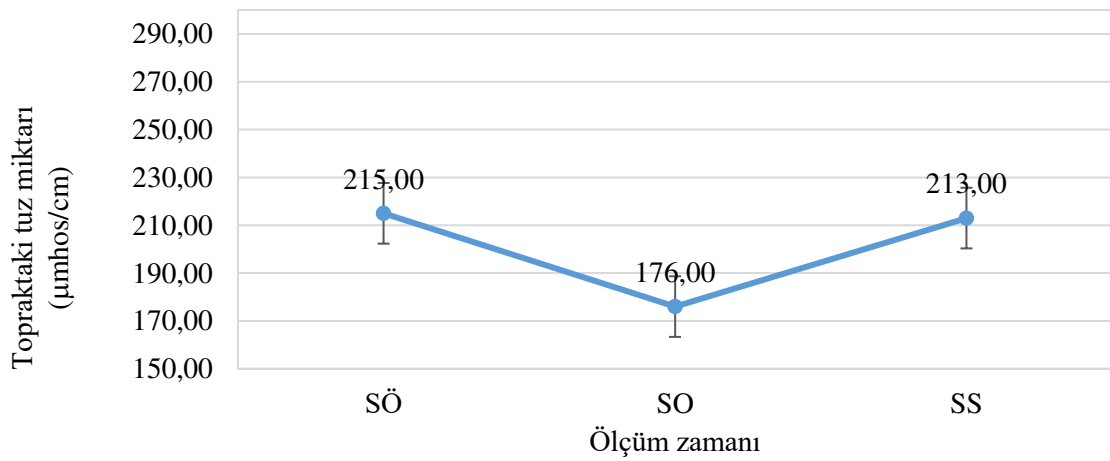
d) 4 nolu örnekleme noktası



e) 5 nolu örnekleme noktası

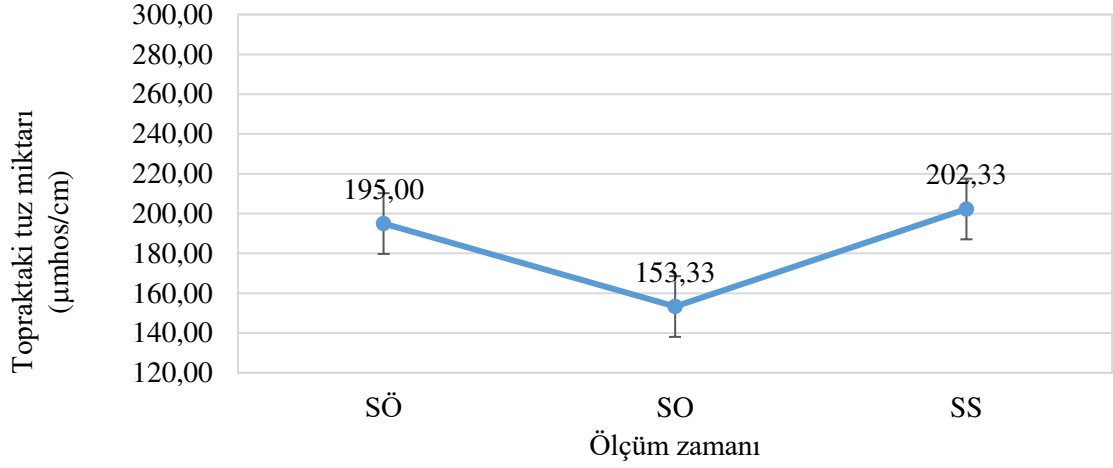


f) 6 nolu örnekleme noktası

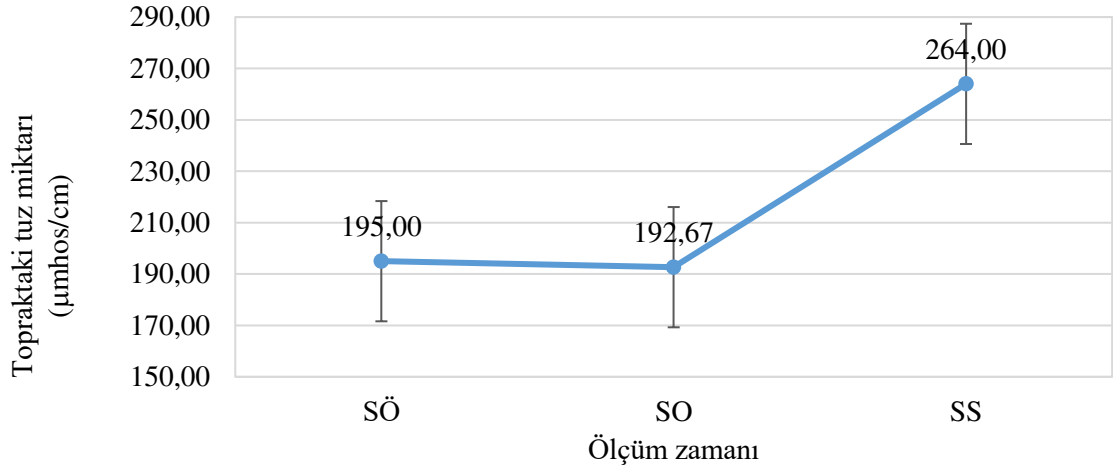


g) 7 nolu örnekleme noktası

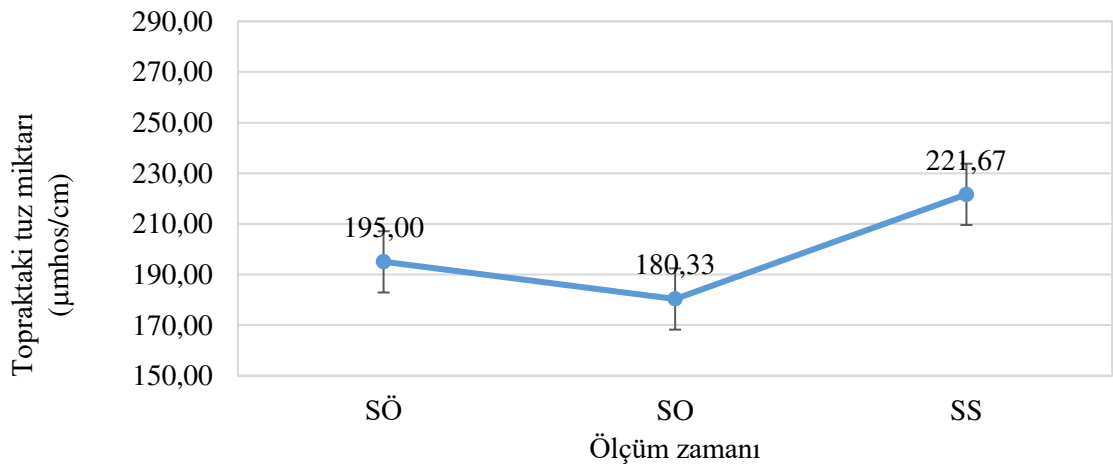
Şekil 4.7. I₂ deneme konusu için farklı örnekleme noktalarında topraktaki ortalama tuz değişimleri



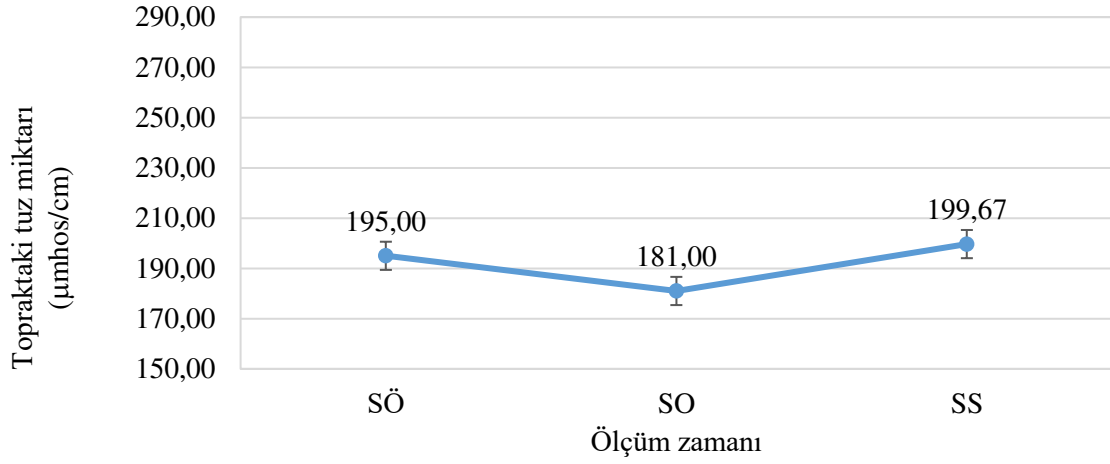
a) 1 nolu örnekleme noktası



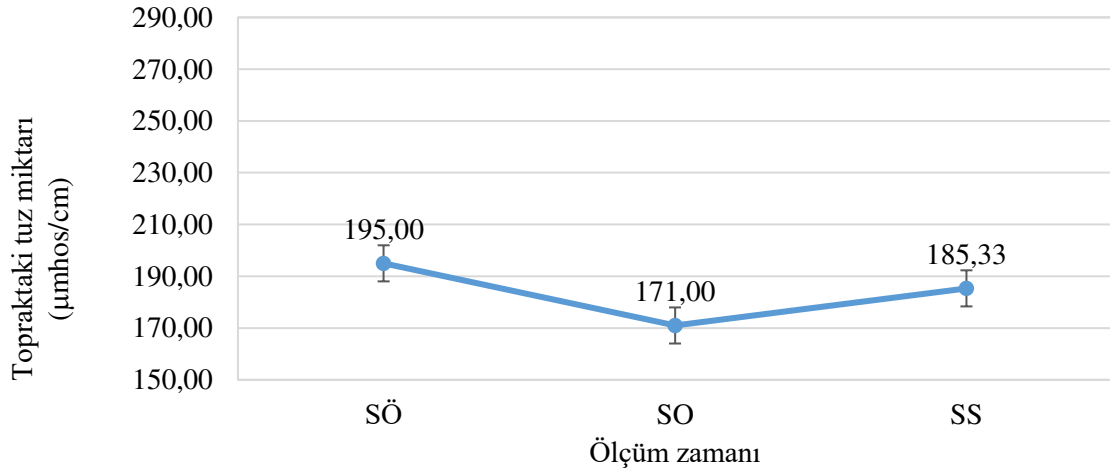
b) 2 nolu örnekleme noktası



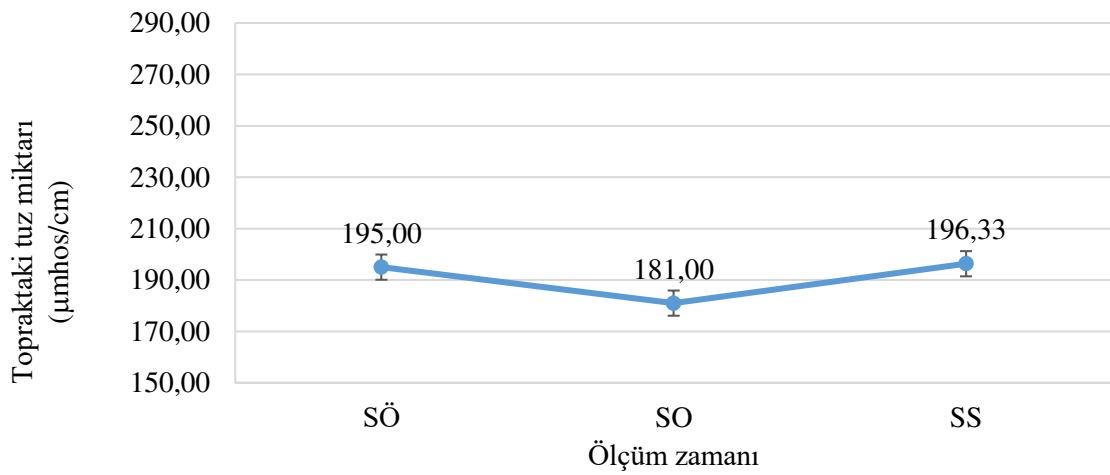
c) 3 nolu örnekleme noktası



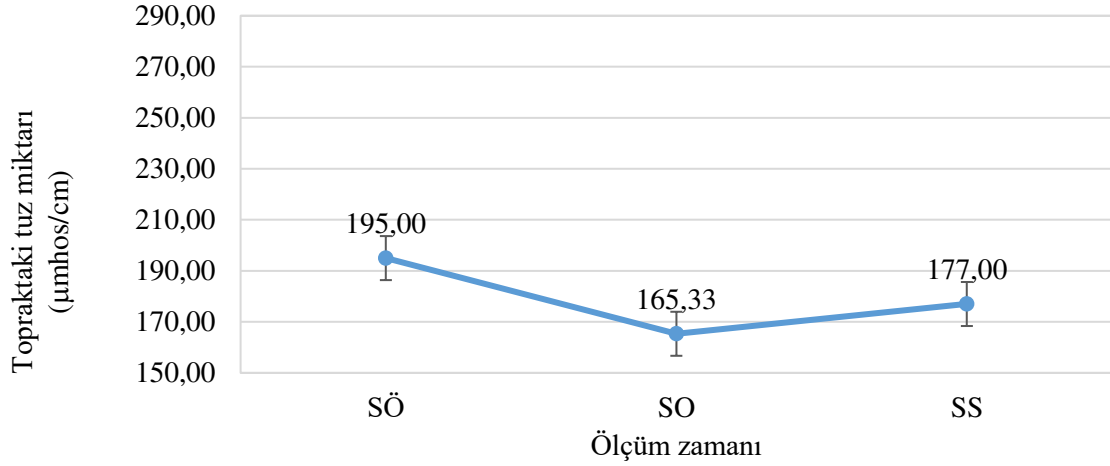
d) 4 nolu örnekleme noktası



e) 5 nolu örnekleme noktası



f) 6 nolu örnekleme noktası



g) 7 nolu örnekleme noktası

Şekil 4.8. I₃ deneme konusu için farklı örnekleme noktalarında topraktaki ortalama tuz değişimleri

4.8. Toprak pH'sına İlişkin Sonuçlar

Toprak tuzluluğu ölçümleri sırasında alınan toprak örneklerinde yapılan pH analizi sonuçları Çizelge 4.14'de ve Şekil 4.9, 4.10 ve 4.11'de verilmiştir. Sulama sezonu öncesinde ölçülen pH değerlerinin üç derinlik için ortalama tüm ölçüm noktalarında I₁ deneme konusu için 7,71, I₂ deneme konusu için 7,84 ve I₃ deneme konusu için 7,80 olarak ölçülmüştür.

Sulama sezonu ortasında ölçülen değerler incelendiğinde, tüm ölçüm noktalarında üç toprak derinliğinin ortalama olarak pH değerlerinin I₁ deneme konusunda 7,45 ile 7,81 arasında, I₂ deneme konusunda 7,81-7,90 arasında ve I₃ deneme konusunda 7,81-7,90 arasında değişmiştir. Tüm deneme konularında, ölçüm noktalarında ve derinliklerinde sulama suyu uygulaması ile birlikte sulama sezonu ortasında pH değerlerinde azalış görülmektedir.

Sulama sezonu sonunda ölçülen değerler incelendiğinde, tüm ölçüm noktalarında üç toprak derinliğinin ortalama olarak pH değerlerinin I₁ deneme konusunda 7,29-7,61 arasında, I₂ deneme konusunda 7,48 ile 7,67 arasında ve I₃ deneme konusunda 7,58-7,67 arasında değişmiştir.

Sulama uygulamaları ile birlikte tüm deneme konularında sulama sezonu sonunda sulama sezonu öncesine göre pH değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Ölçüm noktaları incelendiğinde, özellikle damlatıcı yanından (1 nolu), iki lateral arasından (2 nolu) ve iki

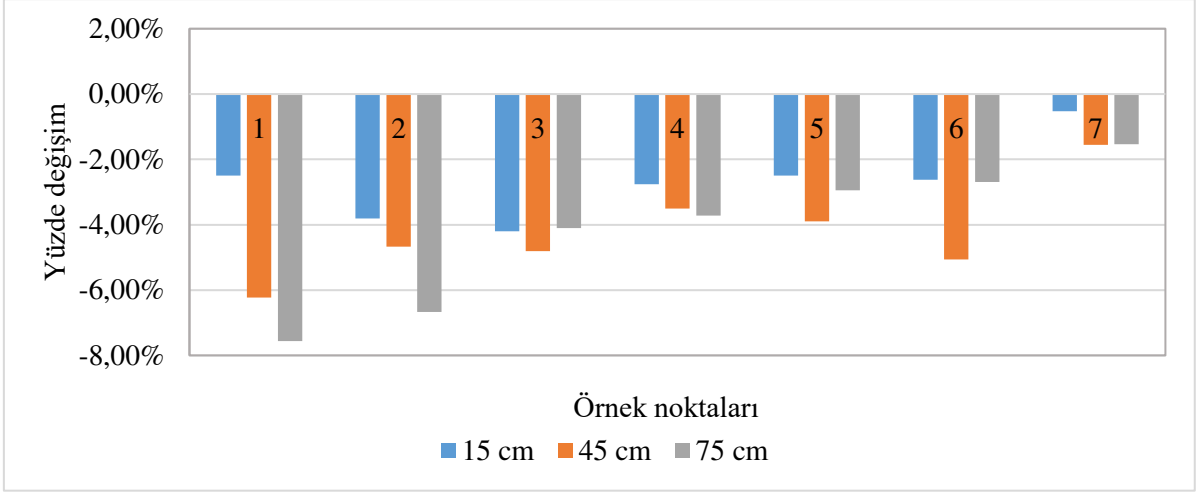
damlatıcı arasından (3 nolu) alınan örneklerde pH değerinin sulama uygulamaları sonucunda en fazla azalışı gösterdiği belirlenmiştir.

Ceviz yetiştiriciliği için önerilen toprak pH değerinin 6,5-7,5 arasında olması önerilmektedir (Demirhan, 2021). Bu nedenle araştırma sonucunda yapılan pH analizleri sonucunda toprak pH değerlerinin istenilen sınırlar içerisinde kaldığı görülmüştür. Ayrıca, bölge koşullarında bahar ve kış yağışlarının yüksek olması pH değerlerinin bu sınırlar içerisinde kalacağını göstermektedir.

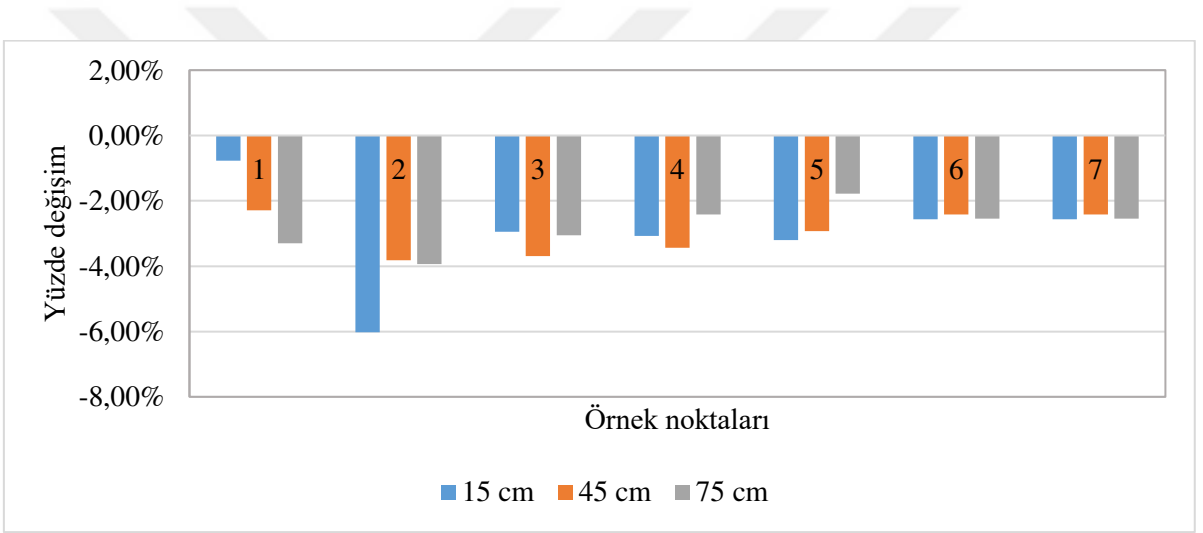


Çizelge 4.14. Deneme alanından elde edilen toprak örneklerine ait pH değerleri

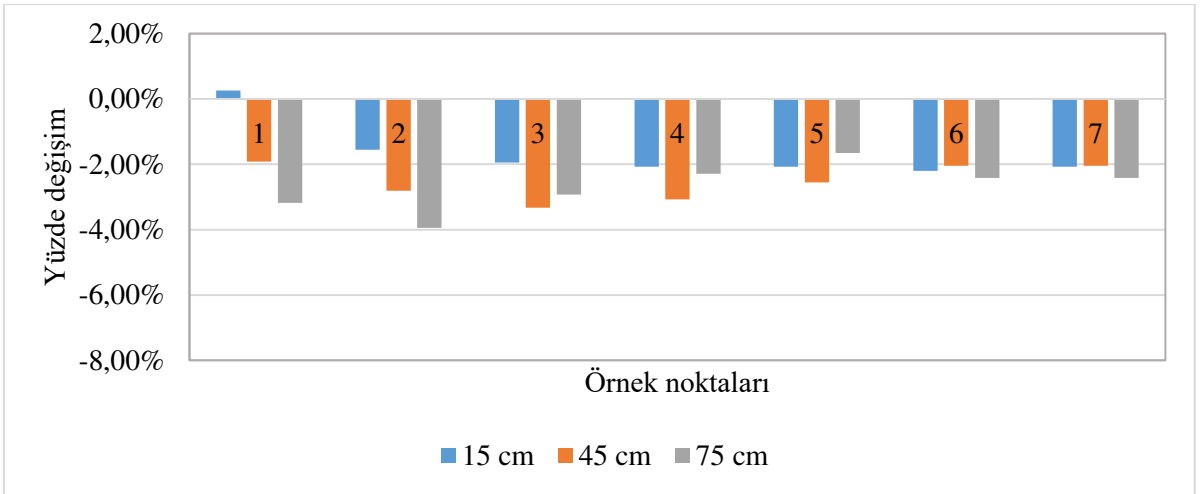
Örnekleme noktası	Derinlik (cm)	Deneme alanından elde edilen pH değerleri								
		I ₁ deneme konusu			I ₂ deneme konusu			I ₃ deneme konusu		
		SÖ	SO	SS	SÖ	SO	SS	SÖ	SO	SS
1	15	7,62	7,40	7,43	7,80	7,91	7,74	7,72	7,83	7,74
	45	7,70	7,42	7,22	7,85	7,98	7,67	7,82	7,84	7,67
	75	7,80	7,52	7,21	7,87	7,78	7,61	7,86	7,81	7,61
Ortalama		7,71	7,45	7,29	7,84	7,89	7,67	7,80	7,83	7,67
2	15	7,62	7,51	7,33	7,80	7,87	7,33	7,72	7,74	7,60
	45	7,70	7,59	7,34	7,85	7,74	7,55	7,82	7,84	7,60
	75	7,80	7,65	7,28	7,87	7,81	7,56	7,86	7,98	7,55
Ortalama		7,71	7,58	7,32	7,84	7,81	7,48	7,80	7,85	7,58
3	15	7,62	7,53	7,30	7,80	7,85	7,57	7,72	7,81	7,57
	45	7,70	7,59	7,33	7,85	7,85	7,56	7,82	7,79	7,56
	75	7,80	7,66	7,48	7,87	7,92	7,63	7,86	7,88	7,63
Ortalama		7,71	7,59	7,37	7,84	7,87	7,59	7,80	7,83	7,59
4	15	7,62	7,67	7,41	7,80	7,74	7,56	7,72	7,89	7,56
	45	7,70	7,76	7,43	7,85	7,85	7,58	7,82	7,94	7,58
	75	7,80	7,77	7,51	7,87	7,87	7,93	7,86	7,95	7,68
Ortalama		7,71	7,73	7,45	7,84	7,84	7,61	7,80	7,93	7,61
5	15	7,62	7,73	7,43	7,80	7,91	7,55	7,72	7,86	7,56
	45	7,70	7,82	7,40	7,85	7,89	7,62	7,82	7,90	7,62
	75	7,80	7,70	7,57	7,87	7,89	7,73	7,86	7,93	7,73
Ortalama		7,71	7,75	7,47	7,84	7,90	7,63	7,80	7,90	7,64
6	15	7,62	7,75	7,42	7,80	7,86	7,60	7,72	7,64	7,55
	45	7,70	7,81	7,31	7,85	7,90	7,66	7,82	7,77	7,66
	75	7,80	7,87	7,59	7,87	7,90	7,67	7,86	7,95	7,67
Ortalama		7,71	7,81	7,44	7,84	7,89	7,64	7,80	7,79	7,63
7	15	7,62	7,72	7,58	7,80	7,68	7,60	7,72	7,75	7,56
	45	7,70	7,79	7,58	7,85	7,82	7,66	7,82	7,81	7,66
	75	7,80	7,84	7,68	7,87	7,86	7,67	7,86	7,87	7,67
Ortalama		7,71	7,78	7,61	7,84	7,79	7,64	7,80	7,81	7,63



Şekil 4.9. %75 Sulama düzeyi pH değişim yüzdesi



Şekil 4.10. %100 Sulama düzeyi pH değişim yüzdesi



Şekil 4.11. %125 Sulama düzeyi pH değişim yüzdesi

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Damla sulama yöntemi altında farklı sulama suyu uygulamalarının ceviz bahçelerinde toprak tuzluluğuna olan etkilerinin araştırıldığı çalışma 2019 Tekirdağ koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada ceviz ağaçlarına, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin 75, 100 ve 125'inin uygulandığı üç farklı sulama suyu uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada tüm deneme konularına 361,48 ile 602,44 mm arasında 18 kez sulama suyu uygulanmıştır. Deneme konuları arasında uygulanan sulama suyu miktarları, A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma değerlerinin uygulama yüzdesine göre değişmiştir. En yüksek sulama suyu uygulamaları A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma değerlerinin %125'in uygulandığı deneme konusuna gerçekleştirilmiştir.

Tüm büyüme mevsimi boyunca deneme konularından ölçülen mevsimlik ceviz bitki su tüketimi değerleri 575,98 ile 809,94 mm arasında uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak değişmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça ölçülen bitki su tüketimi değerleri artmıştır. Deneme konuları arasında, sulama zamanı planlaması açısından önemli bir parametre olan günlük bitki su tüketimi değerleri ise uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak I₁ konusunda 1,44-5,52 mm/gün aralığında, I₂ konusunda 1,44-7,29 mm/gün arasında, I₃ konusunda 1,44-8,67 mm/gün arasında değişmiştir.

Çalışmada sulama uygulamaları ile birlikte toprak tuzluluğunun değişimine yönelik ölçümler sulama sezonu öncesinde sulama sezonu ortasında ve sulama sezonu sonunda olmak üzere toplam 3 farklı zamanda gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerlerin grafiklendirilmesi sonucunda, sulama uygulamaları ile birlikte tüm deneme konularında genel olarak tuzluluk miktarının iki damlatıcı arasındaki profilde (3) ve iki lateralın tam ortasında bulunan profilde (2) arttığı görülmüştür. Örnek alınan diğer noktalarda ise sulama sezonu sonunda toprak tuzluluğu değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Özellikle I₁ deneme konusunda sulama sezonu sonunda tüm profillerde toprak tuzluluğunun arttığı saptanmıştır. Genel olarak topraktaki tuz değişimlerin sulama uygulamaları ile arttığı gözlemlenmesine karşın ceviz bitkisi için Şimşek, Akça, Ünlükara ve Çekiç (2017) tarafından verilen eşik değerlerine (250-300 µmhos/cm) ulaşmadığı görülmüştür. Bunun nedeni olarak uygulanan sulama suyunun kalite sınıfının etkili olduğu söylenebilir. Diğer yandan, yıllık yağış ortalamasının yaklaşık 586 mm olduğu Trakya Bölgesi'nde başlangıç değerlerine bakarak sulama sezonu sonrasındaki kış yağışlarının tuzluluk

değerlerini hızla azalttığı söylenebilir. Ayrıca, araştırmada kullanılan T₂S₁ sulama sınıfındaki suların ceviz yetiştiriciliğinde rahatlıkla kullanılabilceği belirlenmiştir.

Araştırmada, farklı sulama suyu uygulamalarının toprağın pH değerlerine değişimi de incelenmiştir. Elde edilen pH değerleri ölçüm yapılan tüm noktalarda sulama sezonu ortasında ve sonunda azalmıştır. Ancak tüm bu değişimlerin çok küçük değerler olmasından dolayı sorun yaratmayacağı, kış yağışlarından sonra tekrar eski değerlerine döneceği düşünölmektedir.

Sonuçta, sulama uygulamalarının çok yoğun olmadığı ve damla sulama uygulamalarının oldukça yeni olduğu ve ceviz yetiştiriciliğinin arttığı Trakya Bölgesi'nde toprak ve su kaynaklarının korunumu açısından özellikle tuzluluk kontrolü için izleme ve kontrol aşamalarının önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.



KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, A.İ. ve Yanmaz, R. (1997). *Genel bahçe bitkileri*. Ankara: T.C. A.Ü.Z.F. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları.
- Akça, Y. (2016). *Ceviz yetiştiriciliği* (328). Ankara: Anıt Matbaa.
- Anonim, (1980). Toprak Kaynakları İl Envanter Raporları. TOPRAKSU Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Anonim, (2020). *Basınçlı sulamayla az su çok verim*. 09.11.2020, Erişim adresi <https://kirklareli.tarimorman.gov.tr/Duyuru/449/Basincli-Sulamayla-Az-Su-Cok-Verim>
- Anonim, (2021). *Nüfuslara göre ülkeler listesi*. 26.04.2021, Erişim adresi https://tr.wikipedia.org/wiki/N%C3%BCfuslar%C4%B1na_g%C3%B6re_%C3%BClkeler_listesi.
- Anonim, (t.y.). *Damla sulama yöntemi*. Erişim adresi <https://www.erhas.com/Storage/Hotload/Upload/catalog/new/damlasulama.pdf>
- Aragues, R., Medina, E.T., Martinez-Cob, A., Faci, J. (2014). Effects of deficit irrigation strategies on soil salinization and sodification in a semiarid drip-irrigated peach orchard. *Agric. Water Manag.* 142:1-9.
- Aşık, Ş., Çamoğlu, G., Akkuzu, E., Kaya, Ü. ve Şahin, M. (2010). Zeytinde (*Olea europaea L.*, cv. Memecik) farklı sulama düzeylerinin vejetatif gelişime ve verime etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(2):33-39.
- Atay, A.N. (2006). *Harran ovası koşullarında damla sulama sistemi ile sulanan biberin tuza dayanımının belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Avcı, S. (2018). *Farklı sulama yöntemi uygulamalarının lizimetre koşullarında drenaj suyu kalitesine, toprak tuzluluğuna ve yoncada (*Medicago Sativa*) verime etkisi* (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Ankara.
- Ayyıldız, M. (1990). *Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1196.

- Benami, A., Diskin, M.H. (1965). Design of Sprinkling Irrigation. Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering Publication 23, Technicon, Israel Institute of Tecnology, 1-165, Haifa, Israel.
- Blake, G.R. (1965). Bulk density methods of soil analysis. *Soil Science Society of America, Madison*, Part I. Am. Soc. Agron. 9: 374-390.
- Bulut, T. (2011). *Sulama suyu tuzluluğu ve yıkama gereksinimi oranlarının yoncada çimlenme ve gelişmeye etkisi* (üksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çivicioğlu, N. (2010). *Konya'da patates tarımında farklı sulama yöntemlerinin topraktaki tuz dağılımına etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Delibaş, L. (1994). *Sulama*. Tekirdağ: Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları No.213, Ders Kitabı No. 24.
- Demir, C. (2016). *Genç antepfıstığı ağaçlarında farklı sulama yöntemlerinin gelişim parametrelerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Demirhan, E. (2021). Ceviz yetiştiriciliği. *SBB Tarım Dergisi*, Eylül-Aralık (1):10-11.
- Doorenbos, J., Pruitt, W.O. (1977). *Crop Water Requeriments*. Rome: FAO, 179 p. Irrigation and Drainage Paper, 24.
- Ergene, A. (1982). *Toprak bilgisi* (267), Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Ertek, A. ve Kanber, R. (2002). Damla sulama yönteminin pamuk sulamasında topraktaki tuz dağılımına etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(2):21-31.
- Food and Agriculture Organization [FAO], (1988). Soil map of the world. Revised legend, by FAO–UNESCO–ISRIC. World Soil Resources Report No. 60. Rome.
- Göçmen, E. (2017). *Tekirdağ koşullarında farklı sulama uygulamalarının ceviz ağaçlarının su kullanımı ve vejetatif gelişme unsurlarına etkisinin belirlenmesi* (Doktora Tezi), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Gürgülü, H., Ul, M.A. (2017). İzmir'de yetiştirilen bazı bitkiler için bitki su tüketimi değerleri ve sulama programları. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 54(3):311-317.

- Güneydoğu Anadolu Projesi [GAP] Eylem Planı, (t.y.). *Sulama ve sulama yöntemlerinin projelendirilmesi*. Erişim adresi <https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/assets/upload/dosyalar/9ae1c1617c44ab747fec6f7c11ca87968301.pdf>
- Güngör, Y., Erözel A.Z., Yıldırım, O. (2012). *Sulama*. (5. Baskı) içinde (233-234) Ankara: Ankara Üniversitesi Yayınları.
- Güngör, Y., Yıldırım, O. (1989). *Tarla Sulama Sistemleri*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 1155. 371s.
- James, L.G. (1988) *Principles of Farm Irrigation System Desing*. John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Kaman, H., Demir, H., Sönmez, İ., Polat, E., Mohamoud, S.S. ve Üçok, Z. (2021). Kısıntılı sulama koşullarında yetiştirilen kıvrıkcık marulda bitki kök bölgesindeki tuzluluk birikimi. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*,18(3):508-520.
- Kanber, R. (1997). *Sulama*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Adana: Genel Yayın No. 174, Ders Kitapları Yayın No. 52, 530s.
- Kanber, R., Steduto, P., Aydın, Y., Ünlü, M., Özmen, S., Çetinkökü, Ö., Özekici, B., Diker, K., Sezen, M.S. (2004). Damla Sulama Sistemiyle Fertigasyon Uygulamalarının Antepfıstığında Gelişme, Verim ve Periyodisiteye Etkisinin İncelenmesi. Tübitak, TARP 1825.
- Kara, T. (2002). Irrigation scheduling to prevent soil salinization from a shallow water table. *International Society for Horticultural Science*.
- Karaoğlu, M. ve Yalçın, A.M. (2018). Toprak tuzluluğu ve Iğdır ovası örneği. *Journal of Agriculture*. 1(1): 27-41.
- Kesmez, G.D. (2009). Karık ve damla sulama yöntemlerinin aşılı domateste (*lycopersicon esculentum*) meyve verimi, kalitesi ile toprak tuzluluğuna etkileri (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kwiatkowski, J. (1998). Salinity classification, mapping and management in Alberta. *Food and Rual Development and Agriculture and Agrifood. Canada*.
- Liu, M.X., Yang, J.S., Li, X.M., Mei, Y.U., Wang, J. (2012). Effects of irrigation water quality and drip tape arrangement on soil salinity, soil moisture distribution, and cotton yield (*Gossypium Hirsutum L.*) under mulched drip irrigation in Xinjiang, China. *Journal Of Integrative Agriculture*, 11(3), 502-511.

- Mounzer, O., Pedrero-Salcedo, F., Nortés, P.A., Bayona, J.M., Nicolás-Nicolás, E., Alarcón, J.J. (2013). Transient soil salinity under the combined effect of reclaimed water and regulated deficit drip irrigation of mandarin trees. *Agricultural Water Management*, 120, 23-29.
- Orhangazi, R. (2017). *Harran ovasında biber (Capsium Annuum L.) bitkisi için toprak üstü ve toprak altı damla sulama uygulamalarının araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi), Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Orta, A.H. (1997). Bağ sulamasında damla ve karık yöntemlerinin ekonomik yönden karşılaştırılması. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Gn. Müdürlüğü Bağcılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. 151, Tekirdağ.
- Papazafiriou, Z.G. (1980). A compact procedure for trickle irrigation system design. *ICID Bulletin*, 19(1), 28-45.
- Phogat, V., Skewes, M.A., Mahadevan, M., ve Cox, J.W. (2013). Evaluation of soil plant system response to pulsed drip irrigation of an almond tree under sustained stress conditions. *Agricultural water management*, 118, 1-11.
- Qiong-juana, H.U., Ying-jiea, M.A., Ji-wub, H.E., Qing-lina, Z.H.A.N.G. ve Minga, H.O.N.G. (2010). Effect of drip irrigation and micro-sprinkler irrigation on water consumption, yields and quality of walnut. *Journal of Water Resources and Water Engineering*, 1.
- Ramos, D.E. (1998). Walnut Production Manual. University of California, Agriculture and Natural Resources, Publication 3373, Oakland, California.
- Robles, J. M., Botía, P. ve Pérez-Pérez, J. G. (2016). Subsurface drip irrigation affects trunk diameter fluctuations in lemon trees, in comparison with surface drip irrigation. *Agricultural Water Management*, 165, 11-21.
- Sağlam, T.M. (2008). *Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri*. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi. Tekirdağ.
- Saraoğlu, E. (2014). *Arıtılmış atıksuların tarımsal sulamada yeniden kullanımı-ülkemiz ve dünyadan başarılı örnekler ve Türkiye için uygulama önerileri* (Çevre ve Şehircilik Uzmanlık Tezi), T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müd., Su ve Toprak Yönetimi Dairesi Başkanlığı.
- Sönmez, N., Ayyıldız, M. (1964). *Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Teşhis ve Islahı*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 229.

- Sun, J., Kang, Y., Wan, S., Hu, W., Jiang, S. ve Zhang, T. (2012). Soil salinity management with drip irrigation and its effects on soil hydraulic properties in North China coastal saline soils. *Agricultural Water Management*, 115, 10-19.
- Szabolcs, I. (1991). Desertification and salinisation. I. A. V. Hassan II-ISESCO. *Plant Salinity Research*, 3-18.
- Şen, S.M. (2011). *Ceviz*. ÜÇM Yayıncılık, Ankara.
- Şenyiğit, U., Dağdelen, N., Aşkın, M.A., Kadayıfçı, A. ve Öz, H. (2009). Farklı sulama yöntemlerinin M9 klonal anacı üzerine aşılı elma ağaçlarının vejetatif gelişimi üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1):8-16.
- Şimşek, H., Akça, Y., Ünlükara, E., Çekiç, Ç. (2017). Şebin ceviz çeşidinin stres koşullarına dayanımının belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(Ek Sayı): 141-150.
- T.C. Kalkınma Bakanlığı, (2018). On birinci kalkınma planı (2019-2023); Tarımda toprak ve suyun sürdürülebilir kullanımı. Özel İhtisas Komisyonu.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (2019). İllere ait mevsim normalleri. Erişim adresi <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H&m=TEKIRDAG>
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, (2021). *Tarım ürünleri piyasa raporu: ceviz*. Ankara: Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Erişim adresi <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepe/Menu/27/Tarim-Urunleri-Piyasalari>
- Tekintaş, E., Akça, Y. ve Yılmaz, S. (1991). Van ekolojik koşullarında bazı sert ve yumuşak çekirdekli meyve türlerinin çöğürlerinde yıllık boy ve en gelişimlerinin saptanması üzerinde araştırmalar. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(2): 1-11.
- Topuz, T. (2016). *Damla sulama ile sulanan bağda farklı sulama uygulamalarının verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], (2014). Erişim adresi <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>
- Türkiye İstatistik Kurumu, (2020). Erişim adresi <http://www.tuik.gov.tr/VeriTabanlari.do?vt>

- Uçan, Ü.M. (2015). *Farklı düzeyde tuz içeren sulama sularının karpuzun verim, verim bileşenleri ve toprak tuzluluğu üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Walker, W.R., Skogerboe, G.V. (1987). *Surface Irrigation. Theory and Practice*. Prentice- Hall, Englewood Cliffs, 375pp, New Jersey.
- Wang, R., Kang, Y., Wan, S., Hu, W., Liu, S., Jiang, S., Liu, S. (2012). Influence of different amounts of irrigation water on salt leaching and cotton growth under drip irrigation in an arid and saline area. *Agricultural Water Management*, 110, 109-117.
- Yenigün, S.D. (2019). *Pathcan yetiştiriciliğinde damla sulama uygulamalarının verim, verim parametreleri ve topraktaki tuz dağılımına etkileri* (Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Yıldırım, O. (2008). *Sulama Sistemlerinin Tasarımı* (348), Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları.
- Yıldırım, O., Madanoğlu, K. (1985). A-Sınıfı Buharlaştırma Kaplarının Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Kullanılması. Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi No.433, Ankara.
- Yıldırım, O., Orta, A.H. (1994). Effect of different irrigation methods on salt distribution in soil. *Ankara Üniversitesi Yayınları, Bilimsel Araştırma Raporları dizisi*: 1368:757, Ankara.
- Yurtseven, E., ve Öztürk, H.S. (2001). Sulama suyu tuzluluğunun tınlı toprakta profil tuzluluğuna etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(3), 1-8.
- Yurtsever, N. (1984). *DeneySEL İstatistik Metotları*. Ankara: Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları No. 56.
- Zheng, Z., Zhang, F., Ma, F., Chai, X., Zhu, Z., Shi, J., Zhang, S. (2009). Spatiotemporal changes in soil salinity in a drip-irrigated field. *Geoderma*, 149(3-4), 243-248.