



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA KOŞULLARINDA MARUL BİTKİSİNİN SU-VERİM İLİŞKİLERİ

Yildirim Fekrt Abdulrazzaq AL-BAYATI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

OCAK-2018
KONYA
Her Hakkı Saklıdır.

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA KOŞULLARINDA MARUL BİTKİSİNİN SU-VERİM İLİŞKİLERİ

Yildirim Fekrt Abdulrazzaq AL-BAYATI

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Mehmet ŞAHİN

2018, 41 Sayfa

Jüri

Doç.Dr. Zeki GÖKALP
Yrd.Doç.Dr. Mehmet ŞAHİN
Yrd.Doç.Dr. Sinan SÜHERİ

Bu araştırma, Konya şartlarında marul bitkisinin su-verim ilişkilerini belirlemek amacıyla Toprak Su Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde 2017 yılında yürütülmüştür. Araştırmada Cuore (Lactuva Sativa L. var. longifolia) marul çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada sulama seviyeleri A sınıfı buharlaşma kabı yöntemine göre belirlenmiştir. Çalışmada, 4 gün sulama aralığında dört farklı sulama düzeyinin (A sınıfı buharlaşma kabından yığışımlı buharlaşan suyun %60, %80, %100 ve %120 si) marulun verim parametrelerine olan etkisi araştırılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, mevsimlik su tüketimi en yüksek 441.9 mm ile I_{120} konusunda, en düşük 317.8 mm ile I_{60} konusunda gerçekleşmiştir. En yüksek ortalama pazarlanabilir baş ağırlığı 865.85 gr ile I_{120} konusunda, en düşük ortalama pazarlanabilir baş ağırlığı ise 475.68 gr ile I_{60} konusunda bulunmuştur. Sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı, konulara bağlı olarak, sırasıyla 14.6-18.3 kg/m^3 ve 12.5-17.0 kg/m^3 arasında değişmiştir. A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma değerinin % 100'ünün sulama suyu olarak verildiği konu ideal sulama programı olarak uygun bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: A sınıfı buharlaşma kabı, damla sulama yöntemi, Konya, marul bitkisi.

ABSTRACT

MS THESIS

WATER-YIELD RELATIONSHIPS OF LETTUCE PLANT IN KONYA CONDITIONS

Yildirim Fekrt Abdulrazzaq AL-BAYATI

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELCUK UNIVERSITY

DEPARTMENT OF FARM STRUCTURES AND IRRIGATION

Advisor: Asst.Prof.Dr. Mehmet ŞAHİN

2018, 41 Pages

Jury

Asst.Prof.Dr. Zeki GÖKALP

Asst.Prof.Dr. Mehmet ŞAHİN

Asst.Prof.Dr. Sinan SÜHERİ

This research was conducted to determine water - yield relationships of drip irrigated lettuce at Konya Soil,Water And Deserting Control Research Institute research station in Konya plain at 2017. In the research, cuore lettuce variety was used as a plant material. The irrigation treatment was designed according to Class A Pan evoportaion method. The effects of four different irrigation level on lettuce yield and yield companents were investigated in the study. The amount of irrigation water applied was 0.60 (I_{60}) , 0.80 (I_{80}), 1.00 (I_{100}) and 1.20 (I_{120}) times of water surface evaporation measured by Class A pan.

According to research results, maximum evaportanspration rate was occured in I_{120} treatment with 441.9 mm while minimum evaportarnspration was occured in I_{60} treatment with 317.8 mm. The highest average head weight was obtained at I_{120} treatment with 865.85 gr and the lowest average head weight was obtained at I_{60} treatment with 475.68 gr. Irrigation water use efficiency and water use efficiency varied between 14.6-18.3 kg /m^3 and 12.5-17.0 kg/$m^{3,}$ respectively, depending on the treatments. The irrigation water amount 1.0 (I_{100}) times of water surface evaporation measured by Class A Pan was found to be favorable.

Keywords: Class A pan, drip irrigation method, Konya, lettuce plant.

ÖNSÖZ

Dünya nüfusunun gün geçtikçe artmasına rağmen doğal kaynakların azalması ve kirlenmesi sonucunda özekllikle tarımda teknoloji kullanımı ve iyi tarım uygulamaları daha da önem kazanmaktadır. Bilinçli yapılmayan tarım sonucu doğal kaynaklarımız giderek zarar görmektedir. Sürdürebilir tarım açısından bölgesel özelliklere uygun bitki seçimi ve yetiştiriciliği oldukça önemlidir. Bu amaçla günümüzde birçok bilim adamı ve araştırmacılar konu ile ilgili çalışmalar yapmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda su miktarının azalması hatta kalitesinin bozulması ile birlikte bölgelerde yetiştirilen ürünlerde su-verim ilişkilerini incelemek amacıyla yapılan çalışmalar da artmıştır.

Hem alternatif hem de ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek marul bitkisinin bölgedeki üretimi gün geçtikçe artmaktadır. Bölgede açık tarla koşullarında, iklime de bağlı olarak ardı ardına üç kez ürün alınabilmektedir. Dolayısıyla marul bitkisi için ideal sulama programının belirlenmesi kurak ve yarı kurak iklim özelliğine sahip bu bölgede su kaynaklarının etkin kullanımı açısından da önemlidir. Bu çalışmada, sulama programı A sınıfı buharlaşma kabına göre yapılan ve damla sulama yöntemi ile sulanan marul bitkisinin su-verim ilişkileri incelenmiştir.

Konya İli genelinde marul üreticileri için iyi bir kaynak olabileceğini düşündüğüm tez çalışmamda, son aşamaya kadar yardımlarını ve desteklerini benden esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN'e ve bölüm hocalarım Yrd.Doç.Dr. Sinan SÜHERİ ile Arş. Gör. Mehmet AKİF KALENDER'e tüm içtenliğimle teşekkür ederim. Ayrıca hayatımın en kıymetli insanı, desteklerini daima hissettiğim eşime sonsuz teşekkür ederim.

Yildirim Fekrt Abdulrazzaq AL-BAYATI
KONYA- 2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**

2.1 Marul Bitkisinin Su-Verim İlişkileri 3
2.2. A Sınıfı Buharlaşma Kabı (Class A-Pan) Yöntemi 7
3.1.Materyal 11
3.1.1.Araştırma alanı 11
3.1.2. İklim özellikleri 11
3.1.3. Tarımsal yapı 12
3.1.4. Sulama sistemi 13
3.1.5. Denemede kullanılan fide çeşidi 13
3.2. Yöntem 14
3.2.1.Toprak ve su örnekleri analiz yöntemleri 14
3.2.2. Deneme deseni 14
3.2.3 Tarımsal uygulamalar 15
3.2.4. Toprak nem içeriğinin belirlenmesi 16
3.2.5. Buharlaşma miktarı ve sulama suyu miktarının hesabı 17
3.2.6.Bitki su tüketiminin hesaplanması 18
3.2.7 Su kullanım ve sulama suyu kullanım randımanlarının belirlenmesi 19
3.2.8. Verim ve kalite parametrelerinin belirlenmesi 19
3.2.8.1. Ortalama baş ağırlığı 20
3.2.8.2. Pazarlanabilir baş ağırlığı 20
3.2.8.3. Ortalama kök uzunluğu 21
3.2.8.4. Ortalama kök genişliği 21
3.2.8.5. Ortalama baş boyu 22
3.2.8.6. Ortalama baş çapı 22
3.2.9 İstatiksel Analizler 23

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA **24**

4.1. Araştırma Alanı Toprak ve Su Kaynaklarının Özellikleri 24
4.2. Uygulanan Sulama Suyu Miktarları 25
4.3. Bitki Su Tüketim Değerleri 25
4.4. Verim ve Verim Unsurlarına İlişkin Sonuçlar 26
4.4.1. Ortalama baş ağırlığı 26
4.4.1.1 Ortalama baş ağırlığının sulama suyu ve bitki su tüketimi ile ilişkisi 28
4.4.2. Ortalama pazarlanabilir baş ağırlığı 28

4.4.2.1. Ortalama pazarlanabilir baş ağırlığının sulama suyu ve bitki su tüketimi ile ilişkisi 29
4.4.3. Ortalama kök uzunluğu 30
4.4.4. Ortalama kök genişliği 31
4.4.5. Ortalama baş boyu 32
4.4.6. Ortalama baş çapı 33
4.6. Sulama suyu ve su kullanım randımanı 34

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 35

5.1 Sonuçlar 35
5.2 Öneriler 36

6. KAYNAKLAR 37

ÖZGEÇMİŞ 41

SİMGELER VE KISALTMALAR

da	: Dekar
ET	: Evapotranspirasyon
KOP	:Konya Ovası Projesi
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations
ha	: Hektar
IWUE	: Irrigation Water Use Efficiency
Kcp	: Pan Katsayısı
kg	: Kilogram
cm	: Santimetre
m^2	: Metrekare
m^3	: Metreküp
mm	: Milimetre
pH	: Hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritması
t	: Ton
WUE	: Water Use Efficiency
Na+	: Sodyum
K+	: Potasyum
Ca++	: Kalsiyum
Mg++	: Magnezyum
CO3=	: Karbonat
HC03-	: Bikarbonat
Cl-	: Klorür
SO4=	: Sülfat
TK	: Tarla Kapasitesi
FSK	: Faydalı su kapasitesi
EC	: Elektriksel iletkenlik

1. GİRİŞ

Tarımda en önemli girdi sudur. Daha fazla ve kaliteli ürün almak için bitki kök bölgesindeki eksik nemin tamamlanması gerekmektedir. Dolayısıyla tarımsal üretimde suyun rolü çok büyüktür. Bununla birlikte su tarım sektörünün geleceği ve dolayısıyla sektörde istihdamın arttırılmasına, ürün çeşitliliğinin sağlanması hatta vegetasyon döneminin uzunluğuna bağlı olarak ikinci ürünün yetiştirilmesine, dolayısıyla kırsal alanda gelirin arttırılmasına imkan vermektedir (Şahin ve ark., 2010).

Konya ili, KOP (Konya Ovası Projesi) Bölgesi illeri içerisinde yüzölçümü en büyük olan ve KOP'a ismini veren ildir. Konya ili ikliminin kurak ve yarı kurak bir özellik olması, kullanılan sulama suyundan tasarruf edilmesini zorunlu kılmaktadır.. Özellikle tarım alanlarının fazla olması ve çiftçilerin getirisi yüksek olan sulu tarımı tercih etmeleri su kaynakları üzerindeki baskıyı gün geçtikçe daha da artırmaktadır. Bununla birlikte, tarımsal suyun toprak-bitki-su ilişkisi çerçevesinde kullanılmaması ve uygun sulama yönteminin seçilememesi tarım da su israfına sebep olmaktadır. Özellikle tarımsal sulama programı yapılmadan rastgele ve bilinçsizce yapılan sulamalar bölge su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını da engellemektedir. Sulamada kullanılan suların çok büyük bir bölümünü yeraltı su kaynakları oluşturmaktadır. Kullanılabilir su potansiyelinin üzerinde bir kullanım söz konusu olduğundan bu bölge gibi su kıtlığı çeken yerlerde suyun daha randımanlı kullanılması gerekmektedir (Şahin ve ark., 2010).

Kurak ve yarı kurak iklim özelliğine sahip olan Konya'da sulama, tarımsal üretimin en önemli unsurlarındandır. Bir bölgenin su kaynakları potansiyeli, bitki desenini ve sulama programlamasını etkileyen en önemli unsurdur. Son yıllarda iklim değişikliği ve gelişen ülke koşulları dikkate alındığında çiftçilerimizin, birim alandan daha çok gelir elde etme istekleri sulu tarım arazilerinin giderek artmasına dolayısıyla mevcut su kaynaklarımız üzerindeki baskıya sebep olmaktadır. Bu durum, tarımsal sulamanın önemini daha da arttırmakta ve su kaynaklarımızın daha da etkin kullanılmasını gündeme getirmektedir.

Türkiye'de tarımsal sulama etkinliği son yıllarda basınçlı sulama yöntemlerinin kullanımı ile artmıştır. Bununla birlikte gerek yeraltı gerekse de yerüstü su kaynaklarının dağıtımında kapalı sistemin kullanılması da bu etkinliği biraz daha artırmıştır. Ancak tarımsal suyun bitki su ihtiyacına göre değil de mevcut olanaklara göre bilinçsizce yapılması bu etkinliği azaltmaktadır. Özellikle kurak ve su kaynakları sınırlı bölgelerde sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi için toprak-bitki-su

ilişkilerinin iyi etüt edilmesi, suyun ekonomik olarak kullanılması için uygun sulama yönteminin belirlenmesi ve her bitki türü için uygun sulama programının yapılması gerekmektedir.

Marul, dünya üzerinde üretimi yaygın olarak yapılan ve sevilen bir salata malzemesi olarak tüketimi gerçekleştirilen, ekonomik olarak yüksek değeri olan bir sebze çeşididir. Marul salata gurubu sebzeler içerisinde en çok tüketilen sebze türü olup; yılın tamamında pazarlarda bulunabilen, tek senelik serin iklim sebzesidir (Aybak, 2002). Dünya marul üretimi FAO'nun 2014 değerlendirmesine göre 25.100.084 ton olarak açıklanmıştır (Şen ve ark., 2016). Marul üretiminde lider olan Çin'i sırası ile ABD, Hindistan ve İspanya izlemektedir.

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2016 yılında, Konya ilinde toplam 1143 da alanda 3207 ton marul (Iceberg, Kıvırcık ve Göbekli) üretimi yapılmıştır. Türkiye genelinde toplam marul türleri üretimi ise 221.516 da alanda 478.442 ton olarak gerçekleşmiştir(Anonim, 2016).

Marul bitkisi bölgede hem alternatif hem de ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek bir bitkidir. Türkiye'de marul tüketimi hızla artmaktadır. Üretim ise yeteri hızda artmamaktadır. Bu nedenle marul üretiminin arttırılması bölge ve ülke ekonomisi açısından da önemlidir. Konya ilinin yarı kurak iklime sahip olması ve marul bitkisinin yıllık 400-450 mm civarında su tükettiği düşünülürse marul sulamasında su israf edilemeyecek kadar önemlidir.

Bitki su tüketiminin hesaplanması zor ve zaman alıcıdır. Meteorolojik verilere dayalı olan yöntemlerle bitki su tüketiminin tahmin edilmesi için meteorolojik verilere ihtiyaç vardır. Ancak her çiftçinin bu verileri bulması güçtür. Gerek kolay olması gerekse doğru sonuçlar vermesi açısından A sınıfı Buharlaşma kabı yöntemi çiftçilere önerilebilecek kolay bir yöntemdir. Bu çalışmada marul bitkisinin su tüketimi tahmininde buharlaşma kabından yararlanılmıştır.

Bu araştırmada, marul bitkisinin sulanmasında 4 farklı sulama düzeyi uygulanmıştır. Konya İlinde yetiştirilen marul bitkisinin su – verim ilişkileri belirlenmiş ve bölge için en uygun pan katsayısı marul üreticilerine tavsiye edilmiştir.

Araştırma 5 bölümden oluşmuştur. Birinci yani giriş bölümünde araştırmanın önemi ve amacı vurgulanmıştır. İkinci bölümde ise konu ile ilgili yapılan araştırmalara verilmiştir. Üçüncü bölüme gelince materyal ve uygulanan metotlar açıklanmıştır. Dördüncü bölümde araştırma bulguları verilerek bunlarla ilgili tartışmalar verilmiştir. Son bölümde ise sonuç ve öneriler verilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Marul Bitkisinin Su-Verim İlişkileri

Yeraltı ve yerüstü su kaynaklarından en iyi şekilde faydalanmak için, toprak-bitki- iklim ilişkileri çerçevesinde sulama zamanı ve miktarı arasındaki ilişkinin belirlenmesi gerekir. (James, 1988). Sulama-verim ilişkileri, öncelikle sulama zamanı ve uygulama yöntemi ile su kalitesi, toprak heterojenliği ve iklimsel koşullar gibi faktörlere bağlıdır (Doorenbos, 1977).

Yıldırım ve ark. (2015), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Yerleşkesinde 2011–2012 senelerinde yürüttükleri bu çalışmada, farklı sulama suyu seviyelerinin ısıtmasız cam serada kış mevsiminde yetiştirilen kıvırcık marulun (Lactuca sativa var. campania) verim ve bitki gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş ve A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarına göre sulamalar yapılmıştır. Araştırma sonucunda, Çanakkale'de serada yetiştirilen marul bitkisi için sulama programının oluşturulmasında A sınıfı buharlaşma kaplarının kullanılabileceğini, pan kap katsayısını ise 1.25 olarak vurgulamışlardır.

Acar ve ark. (2008), Konya'da sera koşullarında farklı sulama ve azot düzeylerinin marul verim özelliklerine olan etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. A sınıfı buharlaşma kabından oluşan birikimli buharlaşmanın % 60, % 80 ve % 100 karşılandığı üç su düzeyi ile dört farklı azot seviyeleri incelenmiştir. Sulamalar damla sulama yöntemi ile yapılmıştır. Araştırma sonucunda en yüksek baş ve pazarlanabilir baş ağırlığı S1 uygulamasında sırasıyla 355.17 ve 334.78 g olarak bulunmuştur. Azot düzeyleri, ölçülen parametreler üzerinde anlamlı bir etkiye sahip bulunmamıştır.

Senyigit ve Kaplan (2013), sera koşullarında farklı sulama suyu seviyelerinin marul verim ve bazı kalite parametreleri (Lactuca sativa L. Var. Longifolia cv.) üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, damla sulama yöntemi ile 7 gün aralıklarla su uygulamışlardır. Sonuç olarak, I5 (100%) sulama seviyesinin daha yüksek verim ve kalite için önermişlerdir.

Kuslu ve ark. (2008), Erzurum ilinde kıvırcık marul bitkisinin (Lactuca sativa var. Crispa cv. Bohemia) evapotranspirasyonu, su kullanım verimliliği, pazarlanabilir verimi, verim unsurları ve mineral içerikleri üzerindeki etkilerini belirlemek için bir

araştırma yapmışlardır. Sulama suyu seviyeleri, tam sulama olarak kullanılabilir toprak suyunun %100'ü olarak seçilmiş kısıtlı sulama seviyeleri ise kullanılabilir toprak suyunun % 80,% 60,% 40 ve% 20 si olarak belirlenmiştir. Ortalama mevsimsel evapotranspirasyonu tam sulamada 232 mm, %20 sulamada ise 121 mm olarak bulmuşlardır. Ortalama pazarlanabilir verimleri ise sırasıyla; 39.49 ton/ ha ve 14.57 ton/ha olarak belirtilmişlerdir.

Karipçin ve Şatır (2016) , GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsünün ısıtmasız seralarında yetiştirilmiş ve su kısıntılı koşullarında ve % 100 (tam su) ve % 50 su seviyeleri ile mikoriza (Glomus) fungusunun marul (Lactuca sativa) sebzesinin verim ve verim bileşenlerine tesirini tayin etmek üzere yürüttükleri bu çalışmada, sonuç olarak tam sulamanın marul bitkisinin verim ve diğer verim bileşenlerini olumlu bir şekilde etkilediği, su düzeyinin artışıyla yapraklardaki N miktarının arttığı, en yüksek Fe içeriğinin de tam sulama konusundaki mikorizal fungusu uygulamalarında olduğu belirlenmiştir.

Adetunji (1990), yarı kurak bölgede yaptığı bir çalışmada sulamanın ve malçın (talaş, darı sobası ve fıstığın kabuk örtüsü) marulun verim ve büyüme üzerindeki etkisi araştırmıştır. Araştırma sonucuna göre marulda optimum verim için bitkinin 12 cm'lik topraktan ihtiyacı olan suyun en az % 60 ını temin ettiğini vurgulamıştır.

Yurtseven ve Bozkurt (1997) tarafından, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü içerisinde yer alan beton zeminli, çelik profilli ve cam örtülü serada yürüttükleri bir araştırmada, marul (Lactuca sativa cv.Tasna) bitkisinde 4 sulama suyu tuzluluğu (0.25, 2.0, 4.0 ve 6.0 dS/m) ve 2 sodyum adsorbsiyon oranı (0.30 ve 5.0) konularının verim ve kalite üzerine olan tesiri, 2 farklı toprak nem içeriği düzeyinde (kullanılabilir nemin %75 ve %25'i tüketildiğinde sulama) incelenmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun artışı ile mineral madde içeriklerinin tümünde yükselme görülmüştür. Toprak nem içerikleri, tuzluluğun verim üzerine olan tesiri ile etkileşim göstermemiş, ancak toprakta nem düzeyinin yüksek tutulması verimin artmasına neden olmuştur.

Karakoç ve Kale (2016), yaptıkları bir çalışmada sulama suyu tuzluluk seviyelerinin farklı tuz çözünürlüklerinde Marul (Latuce Sativa) verimi ve gelişimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucu olarak; sulama suları aynı tuzluluk seviyesinde olsa bile marul bitkisine içinde NaCl olan sulama suyunun, içinde $CaSO_4$ olan sulama suyundan daha fazla zarar verdiği saptanmıştır. Bu da sulamada kullanılan suyun tuz cinsinin de sulama suyunda var olan tuzluluk seviyesi kadar önemli olduğunu belirmektedir.

Solak (2016), 2014-2015 yılları arasında Çanakkale ili Lapseki ilçesine bağlı Gökköy Köyünde bitkisel materyalini Campania çeşidi (*Lactuca sativa* var. crispa) olarak belirlediği bu çalışmada; alçak ve yüksek tünelde 4 farklı fide dikim zamanının (Kasım, Aralık, Şubat ve Mart) kıvırcık marulunun bitki gelişimi ve verime üzerine etkisini incelenmiştir. Kasım ve Aralık döneminde açık tarla koşullarında don zararı görülmüş ve sağlıklı sonuçlar alınamamıştır. En yüksek pazarlanabilir verim 5.6-6.7 ton/da arasında sırasıyla alçak ve yüksek tünellerde 01.02.2015 ve 01.03.2015 tarihinde yapılan dikimlerde bulunmuştur. Çanakkale ekolojik koşullarında kıvırcık marul yetiştiriciliğinde açık tarla koşullarında dikim zamanı olarak Kasım- Aralık ayları riskli görülmekte olup, Şubat- Mart aylarında dikim ile Mayıs- Haziran ayları arasında hasat, yöre üreticilerine tavsiye edilebilir nitelikte bulunmuştur. Tünel altı yetiştiricilikte ise hem alçak hem de yüksek tünelde kıvırcık marul yetiştiriciliği kış aylarında tavsiye edilebilir nitelendiği belirlenmiştir.

Kuslu ve ark. (2008), 2005 ve 2006 yaz dönemlerinde Erzurum ilinde yarı kuru iklim koşulları altında açık sulamanın kıvırcık marul (Lactuca sativa var. Crispa cv. Bohemia)nın evapotranspirasyonu, su kullanım verimliliği, pazarlanabilir verimi, verim bileşenleri ve mineral içerikleri üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla yaptıkları bir çalışmada Regresyon denklemine göre verim tepki faktörü (ky) 1.39, belirlenme katsayısı 0.91 bulmuşlardır. . Ortalama su kullanım etkinliği T-100'de 168.88 kg/ha/mm ve T-20'de 117.39 kg/ha/mm olarak hesaplamışlardır.. Her iki yılda T-20 için en düşük bitki uzunluğu, genişliği, buhar çapı, yaprak numarası, makro ve mikro element içerik değerleri elde edilmiştir.

Bozkurt ve ark. (2009), 2003 Kasım-2004 Şubat tarihleri arasında Türkiye 'nin Doğu Akdeniz bölgesinde yapmış oldukları bir çalışmada sera koşullarında farklı sulama düzeylerinin ve azot formlarının marul (Lactuca sativa var. longifolia CV. yüksel) verim, kaliteli ve su kullanımı üzerindeki etkileri araştırılmışlardır. Çalışma sonucu en yüksek verimin Kcp_{125} konusundan (63730.8kg/ha), en düşük verim 28158.0 kg/ha ile Kcp_0 ise elde edildiği saptanmıştır. Çalışma sonucu olarak konulara göre su kullanım randımanı (WUE) 12.4-23.1 kg/m^3; sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ise; 13.7-28.2 kg/m^3 arasında değişmiştir.

Süllü (2013), tarafından 2012 yılında Aydın Söke koşullarında yürütülen bu araştırmada, ayçiçeğinde farklı sulama aralıkları ve su seviyelerinin verim; bazı verim parametreleri (bitki boyu, sap kalınlığı, tabla çapı, bin dane ağırlığı, yağ oranı) ile su kullanım randımanı ve verim azalma oranı üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucu

olarak sulama aralığı ve su düzeylerinin verimi ve verim parametrelerini önemli düzeyde etkilediği, en yüksek verimin 6 gün sulama aralığında ve %100 sulama suyu alan K100 konusundan (491.6 kg/da) elde edildiği saptanmıştır. Önerilen K100 konusuna toplam 6'şar sulama ile sırasıyla 375.0 mm sulama suyu uygulanmış ve bu konudan yine 564.9 mm'lik mevsimlik bitki su tüketimi hesaplanmıştır. Toplam su kullanım randımanı değerleri, 0.71-1.22 kg/m^3 arasında hesaplanmıştır. Oransal bitki su tüketimi eksikliği ile oransal verim azalması arasındaki ilişkiden elde edilen verim azalma oranı (ky) toplam büyüme mevsimi için 0.74 olarak belirlenmiştir.

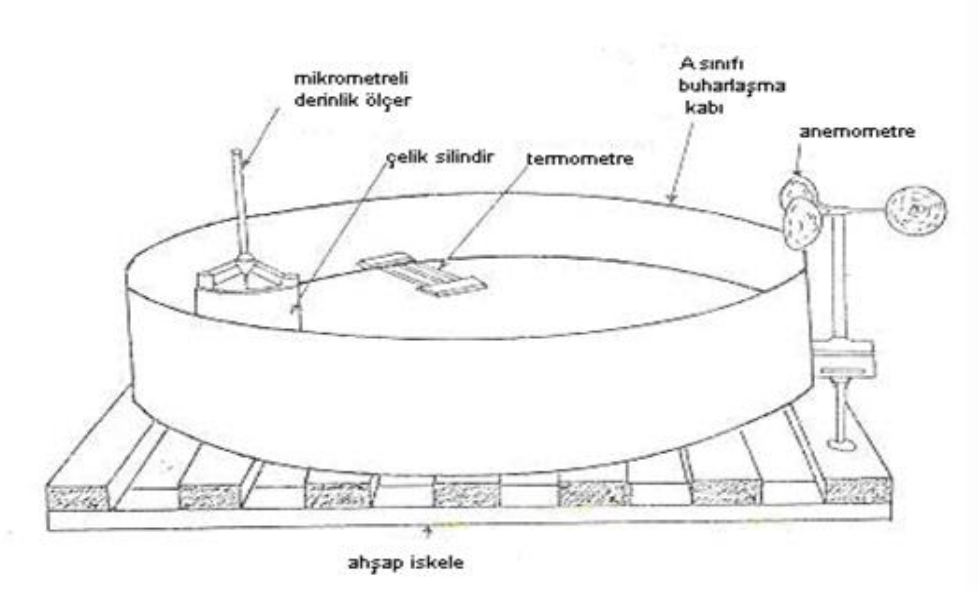
Uygan (2017), 2009 yılında Eskişehir koşullarında, yaptıkları bir araştırmada, damla sulama ile sulanan şekerpancarında, A sınıfı buharlaşma kabından olan birikimli buharlaşma değerlerinin; 0,40; 0,60; 0,80; 1,00; 1,20 katları (Kpc) sulama konuları olarak uygulanmıştır. Çalışma sonucu olarak konulara göre su kullanım randımanı (WUE) 13.84-18.72 kg/da/mm; sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ise; 15,75-22,11 kg/da/mm arasında değişmiştir.

Kuşçu ve ark. (2015), Bursa ekolojik koşullarında 2011 ve 2012 yıllarında yaptıkları damla sulama ile sulanan karpuz bitkisinde (Citrullus vulgaris) farklı sulama miktarlarının bitki su tüketimi, su kullanım etkinliği, verim, bazı verim bileşenleri ve meyve kalitesi üzerine etkileri araştırmada uygulanan sulama suyu ile verim ve bitki su tüketimi ile verim arasında anlamlı ilişkiler elde edilmiştir. Verim bileşenlerinden tek meyve ağırlığı, meyve çapı ve meyve boyu değerleri verimle paralel olarak konulara göre farklılık göstermiştir. Kalite parametrelerinden toplam şeker, toplam asitlik ve askorbik asit konulara göre farklılık gösterirken, pH ve suda çözünür kuru madde miktarı konulara göre herhangi bir farklılık göstermemiştir.

Şimşek ve Gerçek (2005), 1998 ve 1999 yıllarında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama alanında, mısır bitkisinde damla sulamada dört farklı sulama (2, 4, 6 ve 8 gün) aralığındaki su-verim ilişkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Araştırmanın 1998-1999 yıllarında, en fazla oransal su eksilişi sulama aralığı 8 gün olan deneme konusunda sırasıyla %29.6 ve %29.3 olarak hesaplanırken, yine sırası ile verimde oransal azalış %27.0 ve %28.4 olarak bildirilmiştir. Bu oranlar sulama aralığı ile birlikte düşmüştür. Araştırma sonucunda Harran Ovasında damla sulama yöntemi ile sulanan mısır bitkisi üreticilerine sulama aralığı olarak 4 gün önerilmiştir

2.2. A Sınıfı Buharlaşma Kabı (Class A-Pan) Yöntemi

Referans bitki su tüketiminin tahmini yöntemlerinden birisi de tarım alanlarına yerleştirilen buharlaşma kaplarından ölçülen buharlaşma miktarı ile referans bitki su tüketimi arasında ilişki kurmaktır (Kanber, 1997). Bu amaçla uygulamada en çok standart A sınıfı buharlaşma kapları kullanılmaktadır. Bu kaplar; 120,7 cm çapında, 25,4 cm yüksekliğinde, galvanizli sacdan yapılmış üstü açık silindirden ibarettir(Şekil 2.1).



Şekil 2.1. A sınıfı buharlaşma kabı genel görünümü (Kanber, 1997)

Kara (2011), Konya koşullarında, su tüketimi A sınıfı buharlaşma kabı yöntemine belirlenen mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Sulama konularını yığışımlı buharlaşma değerinin % 60'ı (I_{60}), % 80'i (I_{80}), % 100'ü (I_{100}) ve % 120'si (I_{120}) alınarak oluşturmuştur(Çizelge 2.1). Çizelgeden de görüldüğü gibi çok su daha çok verim anlamına gelmemektedir. Bu çalışmada, I_{100} ve I_{120} konularından en yüksek verim elde edilmiştir. Önerilen Kpc katsayısı ise %100 ile I_{100} konusudur. Zira 68 mm fazla su verilmesine rağmen alınan verim aynı olmuştur. Su kaynaklarının çok az olduğu bölgelerde I_{80} konusu da önerilebilir.

Çizelge 2.1. Farklı sulama uygulamalarında tespit edilen mısır dane verimleri (Kara, 2011).

Yıl	Deneme konuları	Net sulama suyu miktarları (mm)	Dane Verimi (kg/da)
2009	I_{120}	676	1318,7
	I_{100}	608	1318,8
	I_{80}	519	957,5
	I_{60}	431	898,6

Tosso ve Torres (1986), Yağmurlama, damla ve karık sulama yöntemleri ile 4 farklı sulama konusunun Muscatroze üzüm çeşidinin verimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yapmışlardır. En az sulama suyu uygulanan konuların hepsinde bitkilerde su stresi görülmüştür. Damla sulama yönteminde sulama suyundan tasarruf miktarı%50-60 civarında hesaplanırken bu yöntemde su kullanım randımanı en yüksek bulunmuştur. Araştırmada, buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarının %50'si nin sezon boyunca bitki su ihtiyacını karşıladığı da vurgulanmıştır.

Singh (1987), Fort Valley'de, yağmurlama sulama yöntemi ve dört farklı sulama konusuna (Class A Pan'dan oluşan buharlaşmanın %0, %60, %80 ve %100'ü)göre sulanan bamya bitkisinin gelişimine ve meyve verimine olan etkisini incelemiştir. Araştırmada %0 lık konuya yalnızca düşen 342 mm yağış verilmiştir. Diğer konulara ise pan katsayılarına göre 173, 230 ve 287 mm sulama suyu daha uygulanmıştır. Sulama miktarının artmasıyla birlikte meyve veriminin de arttığı belirtilmiştir. Ancak dane veriminin % 100 konusunda azaldığını bildirmiştir.

Orta ve ark. (1997), tarafından yapılan bir araştırmada, damla sulama yöntemiyle domates bitkisine iki ve dört gün arayla A-Sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 50, % 100 ve % 150'sinin uygulandığı sulama sularının verim değerleri karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, sulama aralığı ve sulama suyu miktarının verim üzerine önemli etkisi olduğunu belirtmişlerdir. En yüksek verim iki gün ara ile sulanan ve sulama suyunun A-Sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 50'sinin uygulandığı konudan alınmıştır.

Ertek ve Kanber (2000), Adana'da, damla sulama yöntemi ile sulanan pamuk bitkisi için en uygun sulama düzeyi ve aralığının belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada; Farklı iki sulama aralığı (5 ve 10 gün), üç farklı sulama düzeyi (Buharlaşma kabından oluşan buharlaşma miktarının %75, %90, ve %105'i)ve iki ıslatma yüzdesi (%70 ve bitki örtüsü yüzdesine göre değişen) kullanmışlardır. Araştırma sonucunda; sulama suyu miktarları 322-472 mm, mevsimlik pamuk bitkisi su tüketim değerleri 449-615 mm, kütle miktarları ise 197-422 kg/da arasında değişmiştir.

Çukurova koşullarında, sulama aralığının 10 gün ve ıslatma yüzdesinin bitki örtü gelişimine göre belirlenmesini önermişlerdir.

Çetin ve ark. (2001), 1998–2000 yıllarında Eskişehir koşullarında, domates bitkisinin sulama programının belirlenmesi amacıyla bir araştırma yapmışlardır. 1999-2000 yıllarında, deneme konuları arasında (meyve verimi açısından) farklılık bulunmuştur. Sulama aralığının dört gün ve pan katsayısının bir olduğu deneme konusundan en yüksek pazarlanabilir meyve verimi elde edilmiştir. Üreticilere önerilen bu konuda domates bitkisi için sezonluk ortalama su tüketimi 710 mm, sulama suyu ihtiyacı ise 602 mm olarak hesaplanmıştır.

Ertek ve Kanber (2002), farklı sulama programlarının pamuğun verim ve kalite özelliklerine olan etkilerinin araştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, sulama suyu miktarı buharlaşma kabına göre belirlenmiştir. Çalışmada, farklı iki sulama aralığı (5 ve 10 gün), üç farklı sulama düzeyi (Buharlaşma kabından oluşan buharlaşma miktarının %75, %90, ve %105'i)ve iki ıslatma yüzdesi (%70 ve bitki örtüsü yüzdesine göre değişen) kullanmışlardır. Toprağın 120 cm derinliğindeki faydalı su % 40 seviyesine geldiğinde, bu derinlikteki mevcut nemi tarla kapasitesine gelecek şekilde su uygulanmıştır. Araştırmacılar, pamuk bitkisi lif kalite özelliklerinin deneme konularına göre önemli seviyede değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Vural ve Dağdelen (2008), Aydın koşullarında 2006 yılında yürüttükleri bir çalışmada; .farklı sulama programlarının cin mısırda verim ve bazı agronomik özellikler üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırma; iki farklı sulama aralığı (3 ve 6 gün) ve beş farklı sulama düzeyinden (Pandan oluşan yığışımlı buharlaşma miktarının % 40, % 60, % 80, % 100 ve % 0'ı) oluşmuştur. Sulama programının, verim ve agronomik özellikleri üzerine etkili olduğunu vurgulamışlardır. Deneme konularına göre mısır bitkisine verilen sulama suyu miktarı 234-571 mm; sezonluk ortalama mısır bitkisi su tüketimi değerleri ise 130-609 mm arasında değişmiştir. Deneme konularından elde edilen ortalama dane verimlerinin ise 108.8-641.6 kg/da arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

İsmail ve Kırnak (2011), Harran Ünversitesi Ziraat Fakültesinde, Harran Ovası koşullarında biber bitkisinin (Capsicum annum L.) sulama programının belirlenmesi amacıyla üç farklı sulama aralığı (2, 4 ve 6 gün) ile üç farklı bitki pan katsayısı (Kcp1=1.25, Kcp2=1.00 ve Kcp3=0.75) dikkate aldıkları bir araştırmada biber bitkisinin damla sulama yöntemiyle sulanması durumunda, sulama aralığı olarak 2 gün, bitki katsayısı olarak 1.25'in seçilmesinin yanında sulama suyu miktarının hesaplanmasında bitki örtü yüzdesi değeri ile düzeltilmesinin uygun olacağı belirlenmiştir

Ünal (2007), damla sulama yöntemiyle sulanan Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidi bağında A sınıfı buharlaşma kabından yararlanarak uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesi ve sulama programının oluşturulması amacıyla Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsünde 2006 yılında yaptıkları bu çalışmada Farklı sulama konularına ilişkin uygulanan sulama suyu, bitki su tüketimi, verim-kalite özellikleri ve farklı gider miktarları ele alındığında; bölge ve toprak koşullarında yüksek sistem bağcılıkta yetiştirilen Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi için en uygun sulama konusunun Kpc_2 0,75 olduğu belirlenmiştir. Uygun bulunan Kpc_2 konusu Kpc_3 konusuna göre yaklaşık % 35, Kpc_4 konusuna göre yaklaşık % 70 su tasarrufu sağlamıştır. Konulara ilişkin verim değerleri ise Kpc_1 10.08, Kpc_2 12.25, Kpc_3 11.96, Kpc_4 12.29 kg/ha olarak elde edilmiştir.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Materyal

3.1.1.Araştırma alanı

Çalışma, Konya Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü deneme alanında 2017 yılında yürütülmüştür (Şekil 3.1). Konya ili, 36° 42′ ve 39° 16′ kuzey enlemleri ile 31° 14′ ve 34° 26′ doğu boylamları arasında yer almakta olup rakımı 1020 metredir.



Şekil 3.1. Araştırmanın yürütüldüğü alandan görünüş.

3.1.2. İklim özellikleri

Konya İli coğrafik pozisyonu bakımından Türkiye'nin en az yağış alan bölgesindedir. İl'de karasal iklim şartları etkilidir. Araştırmanın yürütüldüğü 2017 yılına ait bazı iklimsel parametreler deneme alanındaki meteoroloji istasyonundan uzun senelik iklim verileri ise Konya Meteoroloji Müdürlüğünden alınmıştır (Çizelge3.1). Çizelge incelendiğinde; 2017 yılında bitki gelişme döneminde düşen toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamalarından daha düşüktür. Yağış miktarlarının buharlaşma miktarlarına oranla çok düşük olduğu da açıkça görülmektedir. Yani bölgede tarımsal faaliyetler için sulama mutlak suretle gereklidir.

Çizelge 3.1. Konya ili 2017 yılı ve uzun yıllara ait iklim verileri.

Yıllar	İklim elemanları	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
2017	Ortalama sıcaklık (C) *	15.2	20.2	24.6	23.6	20.7
	Ortalama bağıl nem (%)	57.7	55	35.6	45.2	31.2
	Toplam yağış (mm) *	33,7	5.2	-	7.2	-
	Ort. rüzgar hızı (m/s) *	1,2	1.1	1.1	1.1	0.5
	Toplam buharlaşma (mm)	130.2	162	269.7	229.4	171
Uzun yıllar ortalaması (1960-2016)	Ortalama sıcaklık	15.7	20.1	23.4	22.8	18.4
	Ortalama bağıl nem (%)	55.9	48.4	42.1	42.9	48.0
	Toplam yağış (mm)	44.3	23.9	6.5	5.4	12.9
	Ort. rüzgar hızı (m/s)	2.2	2.5	2.8	2.6	2.1
	Toplam buharlaşma (mm)	155.0	210.5	269.0	250.1	172.1

* Araştırma alanında bulunan meteoroloji istasyonundan alınan değerler.

3.1.3. Tarımsal yapı

Türkiye'nin en geniş arazi varlığına sahip olan Konya ilinin yüzölçümü 4.081.353 hektardır. Başta buğday ve arpa olmak üzere ilde; yem bitkileri, yemeklik dane baklagiller, endüstri bitkileri ve yağ bitkileri tarımı da yapılmaktadır. İlde ayrıca sebze ve meyve üretimi de yapılmaktadır. Konya ili 2016 yılı işlenen arazi durumu Çizelge 3.2'de verilmiştir. Sebze tarımı yapılan alan 23.278 hektardır (Anonim, 2016).

Çizelge 3.2. Konya ilinde işlenen arazi durumu.

İşlenen Arazi	Alan(ha)	%
Tarla Arazisi	1.399.343	71.2
Nadas	498.066	25.4
Sebze	23.278	1.2
Meyve-İçecek ve baharat-Süs Bitkileri	42.945	2.2
Toplam	1.963.632	100

Türkiye geneli ve Konya ilinde marul bitkisi ekim alanı ve üretim miktarları Çizelge 3.3. de verilmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2016 yılında Göbekli Marul üretimi Konya ilinde toplam 1.173 da alanda 2.695 ton olarak gerçekleşmiştir. Aynı sene ülke genelinde ise 103.901 da alanda 233.662 ton üretilmiştir (Anonim, 2016).

Çizelge 3.3 Türkiye ve Konya ilinde marul üretimi alan ve değerleri.

Marul	Yer	2013		2014		2015		2016	
		Alan (da)	Üretim (Ton)	Alan (da)	Üretim (Ton)	Alan (da)	Üretim (Ton)	Alan (da)	Üretim (Ton)
Kıvırcık	Türkiye	89.399	159.971	87.062	155.179	87.522	157.981	94.341	179.712
	Konya	65	78	160	263	160	263	160	237
Göbekli	Türkiye	100.337	212.189	104.562	230.755	101.333	225.021	103.901	233.662
	Konya	928	2.172	941	2.084	1.097	2.482	1.173	2.695
Iceberg	Türkiye	23.503	64.625	23.633	65.551	23.122	64.490	23.274	65.068
	Konya	220	550	120	300	120	300	110	275

3.1.4. Sulama sistemi

Marul bitkisinin sulanmasında kullanılan damla sulama sistemi; kontrol ünitesi, ana, yan ve lateral boru hattından oluşturulmuştur. Kullanılan damlatıcılar lateral boruya içten geçik olanlardandır. Sistemin iletim hattı ana boru çapı 32 mm olarak tasarlanmıştır. Sistemde kullanılan damla sulama borularının çapı 16 mm'dir. Lateral üzerinde her 30 cm de bir, 4 l/saat damlatıcılar kullanılmıştır. Araştırma alanı toprağının sabitleşmiş infiltrasyon hızı 26 mm/saat'tir.

Damlatıcı aralığı aşağıda belirtilen eşitlik kullanılarak elde edilmiştir (Gençoğlan, 1991; Yıldırım ve Korukçu, 1999; Ertek ve Kanber, 2002).

$$Sd = 0.9\sqrt{\frac{q}{I}} \quad (1)$$

Sd: Damlatıcı aralığı (m)

q: Damlatıcı debisi (l/h)

I: İnfiltrasyon hızı (mm/h)

3.1.5. Denemede kullanılan fide çeşidi

Denemede, Yedikule (Lactuva Sativa L. var. longifolia) Cuore marul çeşidi kullanılmıştır. Cuore, açık yeşil bir marul çeşididir. Orta büyüklükte ve güçlü bitki yapısı vardır. Cuore sapa kalkmaya dayanıklılığı olan bir marul çeşididir. Ayrıca marul

fidesi dik büyüdüğü için kolay hasat edilir. Cuore marulu iri bir marul çeşiti olduğu için pazarlarda talep edilen ve rağbet gören bir çeşittir. Çeşit Konya ili açık tarla koşulların iyi adapte olan ve yaygın kullanılmaya başlanan bir çeşittir.

3.2. Yöntem

3.2.1.Toprak ve su örnekleri analiz yöntemleri

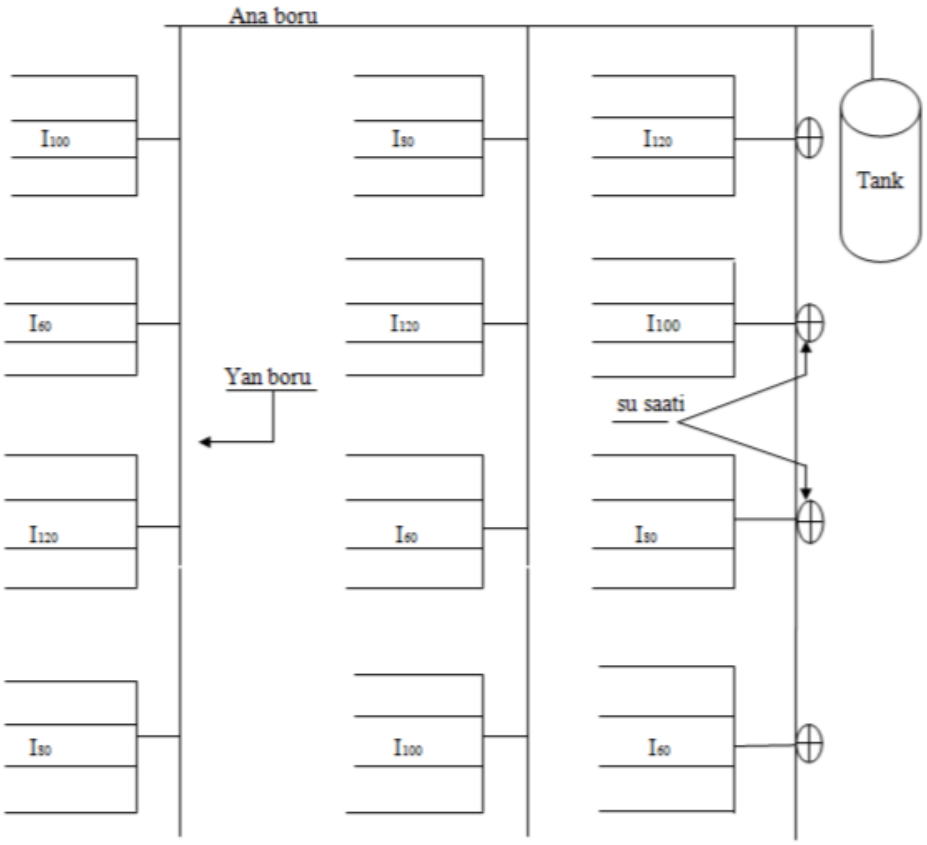
Araştırmanın yapılacağı arazide profil çukuru açılarak 0-30 ve 30-60 cm derinliklerinden alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinde toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Örneklerin alınmasında Demiralay (1977) tarafından önerilen yöntem ve prensiplere uyulmuştur.

Marul bitkisinin sulanmasında kullanılan su örneklerindeki analizler Ayyıldız (1990) 'a göre yapılmıştır.

3.2.2. Deneme deseni

Araştırmada, A sınıfı buharlaşma kabından belirli bir zaman diliminde oluşan buharlaşmanın farklı pan katsayıları ile hesaplanması sonucu bulunan 4 farklı sulama konusu denenmiştir. 4 farklı bitki-pan katsayısı (Kpc1= 0.60; Kpc2=0.80, Kpc3=1.00 ve Kpc4=1.20) olmak üzere toplam 4 deneme konusu 3 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür(Şekil 3.2).

Araştırmada, her parsele sıra arası 0,40 m sıra üzeri 0.30 m olacak şekilde marul ekimi yapılmıştır. Her parselde 4 sıra marul olacak şekilde parsel eni 1,6 m, parsel boyu ise 3 m olarak parsel boyutları belirlenmiştir. Böylece her bir parselin alanı 4.8 m^2 (3x1.6m) olarak belirlenmiştir. Her bir marul bitkisi sırasına bir lateral borusu planlanmıştır. Bloklar arasında 2 m, parseller arasında ise 1.2 m. mesafe bırakılmıştır.



Şekil 3.2. Deneme deseni

3.2.3 Tarımsal uygulamalar

Ekim öncesi denemenin yürütüleceği alana dekara 20 kg DAP gübresi uygulaması yapılmıştır.

Marul fidelerinin ekimi 13 Temmuz 2017 tarihinde el ile doğrudan parsellere yapılmıştır. Deneme boyunca herhangi bir ilaca ihtiyaç duyulmamıştır.

Deneme parsellerinin sağındaki ve solundaki sıralar hasatta dikkate alınmamıştır. Hasat 5 Eylül 2017 tarihinde el ile yapılmıştır (Şekil 3.3). Bütün deneme parsellerinde, her bir parselin orta iki sırasından 10 ar adet marul bitkisi hasat edilerek verim ve verim parametreleri incelenmiştir.



Şekil 3.3. Hasata hazır marullardan bir görünüm

3.2.4. Toprak nem içeriğinin belirlenmesi

Toprak nem içeriği dolayısıyla deneme parsellerinde marul bitkisinin gerçek su tüketimi gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. Toprak örnekleri, burgu yardımıyla 0-30 ve 30-60 cm derinliklerden alınmıştır. Burgu ile alınan toprak örneklerinde, su kaybına izin verilmeden, deneme alanında yaş ağırlıkları hassas terazi ile belirlenmiştir. Daha sonra bu örnekler kurutma fırınında (etüv) 24 saat 105 ºC de bekletilmiş ve tekrar tartılarak kuru ağırlıkları da belirlenmiştir. Topraktaki nem miktarı ise aşağıdaki (Eşitlik 2) yardımıyla hesaplanmıştır (Kara, 2005).

$$P_w = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100 \qquad (2)$$

Eşitlikte;

P_w : % su (ağırlık yüzdesi);
W_w : toprağın yaş ağırlığı;
W_d :toprağın kuru ağırlığıdır.

3.2.5. Buharlaşma miktarı ve sulama suyu miktarının hesabı

Araştırmada açık su yüzeyinden meydana gelen buharlaşma miktarını belirlemek amacıyla deneme alanının yanına A sınıfı buharlaşma kabı yerleştirilmiştir (Şekil 3.4). Buharlaşma ölçümleri dört günde bir sulama öncesi yapılmıştır. Aynı zamanda, deneme alanına düşebilecek yağış miktarı araştırma alanındaki plüviyometre ile (yağış ölçer) ölçülmüştür. Her yağıştan sonra yapılan ölçümler ilgili cetvellere işlenerek sulama suyu miktarı hesabında dikkate alınmıştır. Ölçülen dört günlük toplam buharlaşma miktarı sulama suyu olarak uygulanmıştır.



Şekil 3.4. A sınıf buharlaşma kabı

Buharlaşma kabından meydana gelen yığışımlı buharlaşma miktarı, parsel alanı ve kap katsayısı ile çarpılarak hesaplanan sulama suyu, deneme konularına göre 4 gün sulama aralığında parsellere verilmiştir (Eşitlik 3). Uygulanan sulama suyu miktarını ölçmek için parsellere birer adet su sayacı yerleştirilmiştir (Şekil 3.5).

$$I = A \times Epan \times Kpc \qquad (3)$$

Eşitlikte;

I : Uygulanan sulama suyu miktarı (litre),

Epan : Buharlaşma kabından oluşan buharlaşma miktarı(mm)

Kpc : Buharlaşma kabı katsayısı

Sulama konularına, faydalı su kapasitesinin yaklaşık % 30'u tüketildiğinde (Kirda ve ark., 2005) başlanmıştır. Homojen çıkış sağlandıktan sonra topraktaki mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu vererek deneme konularına başlanmıştır.



Şekil 3.5. Su sayacı

3.2.6.Bitki su tüketiminin hesaplanması

Bitki su tüketimi, gravimetrik yöntem ile ölçülen toprak nem değerleri dikkate alınarak su bütçesi esasına göre (James, 1988) hesaplanmıştır (Eşitlik 4).

$$ET = I + R - Dp + Cp - Rf + \Delta S \quad (4)$$

Eşitlikte;
ET = Bitki su tüketimi (mm)
I = Sulama suyu miktarı (mm)
R = Etkili yağış (mm)
Dp = Derine sızma (mm)
Cp = Kapilar yükselme (mm)
Rf = Yüzey akış (mm)
ΔS = Nem değişimi (mm) dir.

Eşitlikteki I değeri, verilen su miktarından; R değeri, iklim istasyonundan; Dp değeri, sulama öncesi ve sonrası 60 ve 90 cm derinliklerde gravimetrik metodla hesaplanmıştır. Cp değeri kapilar yükselme olmadığı için dikkate alınmamıştır. ΔS, marul ekimi öncesi ve hasattaki toprak nem ölçümleri arasındaki farktan hesaplanmıştır. Rf değeri yöntem uygun bir şekilde planlandığı için ihmal edilmiştir.

3.2.7 Su kullanım ve sulama suyu kullanım randımanlarının belirlenmesi

Sulama yöntemlerinin birbirleri ile kıyaslanabilmesi veya sulama programlarının değerlendirilebilmesi için kullanılan su ve sulama suyu kullanım randıman değerleri Eşitlik 5 ve 6 yardımı ile hesaplanmıştır (Tanner ve Sinclair, 1983).

$$WUE = \frac{E_y}{ET} \tag{5}$$

Eşitlikte;

WUE = Su kullanma randımanı (Kg/da/mm)

Ey = Ekonomik verim (Kg/da)

ET = Mevsimlik bitki su tüketimi (mm)

$$IWUE = \frac{E_y}{I} \tag{6}$$

Eşitlikte;

IWUE = Sulama suyu kullanma randımanı (Kg/da/mm)

I = Sulama suyu miktarı (mm)

Hesaplamalarda dekardan elde edilen pazarlanabilir baş ağırlığı değerleri kullanılmıştır.

3.2.8. Verim ve kalite parametrelerinin belirlenmesi

Bütün deneme parsellerinde, her bir parselin orta kısımlarından 10 ar adet marul bitkisi hasat edilerek verim ve verim parametreleri incelenmiştir.

3.2.8.1. Ortalama baş ağırlığı

Hasat edilen bitkilerin baş ağırlıkları kökleri kesildikten sonra hassas terazi ile tartılarak belirlenmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Hasat edilen bitkilerin baş ağırlarının tartılması

3.2.8.2. Pazarlanabilir baş ağırlığı

Pazarlanabilir baş ağırlık, kalitesiz yapraklar alındıktan sonra hassas terazi ile tartılarak belirlenmiştir(Şekil3.7).



Şekil 3.7. Hasat edilen bitkilerin pazarlanabilir baş ağırlarının tartılması

3.2.8.3. Ortalama kök uzunluğu

Ortalama kök uzunluğu, hasat sırasında kökler zarar görmeyecek şekilde dikkatlice çıkarılıp yıkandıktan sonra kök boğazından itibaren ölçülerek belirlenmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Hasat edilen bitkilerin kök uzunluklarının ölçülmesi

3.2.8.4. Ortalama kök genişliği

Hasat edilen bitkilerin kök genişlikleri bir cetvel ile ölçülmüştür (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Hasat edilen bitkilerin kök genişliklerinin ölçülmesi

3.2.8.5. Ortalama baş boyu

Hasat edilen bitkilerin baş boyları kök boğazı bölgesinden yapraklarını en uç noktasına kadar ölçülerek belirlenmiştir. (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Hasat edilen bitkilerin baş boylarının ölçülmesi

3.2.8.6. Ortalama baş çapı

Hasat edilen bitkilerin baş çapları bir cetvel ile ölçülmüştür (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Hasat edilen bitkilerin baş çaplarının ölçülmesi

3.2.9 İstatiksel Analizler

Verim ve verim parametreleri arasındaki farklılıkları belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar % 1 ve % 5 önem düzeyine göre Duncan testi esas alınarak gruplandırılmıştır. Yurtsever (1984); Düzgüneş ve ark. (1987). İstatiksel analizler "SPSS11.0" bilgisayar paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Alanı Toprak ve Su Kaynaklarının Özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanı topraklarına ait bazı fiziksel özellikler Çizelge4.1'de, bazı kimyasal özellikleri ise Çizelge 4.2'de verilmiştir

Çizelge 4.1. Deneme arazisi toprağının fiziksel özellikleri

Derinlik	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Sınıfı	Hacim Ağırlığı (g/cm^3)	Tarla Kapasitesi (cm^3/cm^3)	Solma Noktası (cm^3/cm^3)	Faydalı Su Kapasitesi (FSK) (mm)	İlk 60 cm'deki FSK (mm/60cm)
0-30	34.73	43.47	21.80	C	1.32	30.98	18.95	36.09	67.14
30-60	30.52	47.68	21.80	C	1.33	30.37	20.02	31.05	

Çizelge 4.2. Deneme arazisi toprağının kimyasal özellikleri

Derinlik	PH	Su ile doygunluk (%)	EC dS/m	% Tuz	% $CaCO_3$
0-30	8.06	50.6	0.57	0.02	22.85
30-60	7.93	58.3	0.73	0.03	25.15

Araştırma alanı topraklarından 0-30 ve 30-60 cm derinlikten alınan örneklerde yapılan analiz sonuçlarına göre; her iki katmanda da bünye killi olup, hacim ağırlığı değerleri sırası ile 1.32-1.33 gr/cm^3 dür. Toprağın faydalı su kapasitesi (60 cm) 67.14 mm dir. Toprakların pH değerleri 8.06 ve 7.93, tuzluluk değerleri ise 0.57 ve 0.73 dS/m olarak belirlenmiştir.

Sulama suyu örnekleri, araştırma alanı içerisindeki kuyudan alınmıştır. Denemede kullanılan sulama suyuna ait analiz sonuçları (Çizelge 4.3) de verilmiştir. Kullanılan sulama suyu C_2S_1 sınıfındadır.

Çizelge 4.3. Sulama suyu analiz sonuçları

pH	EC (ds/m)	Katyonlar (me/l)					Anyonlar (me/l)					Sınıfı
		Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Toplam	$CO_3^=$	HCO_3^-	$SO_4^=$	Cl^-	Toplam	
7.70	0.471	0.31	0.01	2.06	2.29	4.67	0.0	0.66	1.67	2.34	4.67	C_2S_1

4.2. Uygulanan Sulama Suyu Miktarları

Araştırmada marul bitkisinin deneme parsellerine ekimi, 13 Temmuz 2017 de hasatı ise 5 Eylül 2017 de yapılmıştır. Marul bitkisinin vegetasyon süresi 54 gün olarak gerçekleşmiştir. Deneme parsellerine uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 4.4 verilmiştir. Homojen bir çimlenme ve çıkış için 13 Temmuz ve 27 Temmuz tarihlerinde toplam 120 mm su uygulanmıştır. Konulara ise 1 Ağustos'da başlanmış, 5 Eylül'de son verilmiştir. Denemeye başlandıktan sonra, 4 gün sulama aralığında toplam 8 kez sulama yapılmıştır.

Çizelge 4.4. Verilen sulama suyu miktarları (mm)

Sulama tarihleri	Deneme Konuları			
	I_{60}	I_{80}	I_{100}	I_{120}
13-27 Temmuz	120	120	120	120
01 Ağustos	12	16	20	24
05 Ağustos	15	20	25	30
09 Ağustos	21.6	28.8	36	43.2
13 Ağustos	28.8	38.4	48	57.6
17 Ağustos	21.6	28.8	36	43.2
21 Ağustos	18	24	30	36
25 Ağustos	12	16	20	24
30 Ağustos	21.6	28.8	36	43.2
Toplam	**270.6**	**320.8**	**371**	**421.2**

Araştırmada uygulanan toplam sulama suyu miktarı 270.6 ile 421.2 mm arasında değişmiştir.

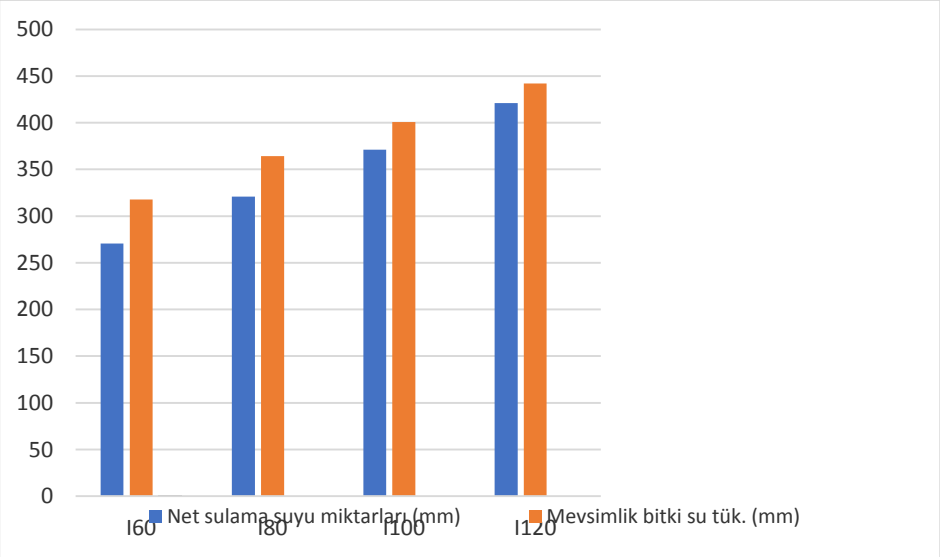
4.3. Bitki Su Tüketim Değerleri

Çizelge 4.5'den de görüldüğü üzere, marul bitkisinin vegetasyon süresi boyunca hesaplanan bitki su tüketimi I_{60}, I_{80}, I_{100}, ve I_{120} deneme konularında sırasıyla, 317.8, 364.2, 400.6 ve 441.9 mm olarak hesaplanmıştır. En yüksek marul su tüketimi 441.9 mm ile I_{120}, en az marul su tüketimi ise 317.8 mm ile I_{60} konusunda gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı sulama düzeylerinde marul bitkisinin bitki su tüketim değerleri

Yıl	Deneme konuları	Net sulama suyu miktarları (mm)	Etkili yağış (mm)	Ekimde toprak nemi (mm/60cm)	Hasatta toprak nemi (mm/60cm)	Mevsimlik bitki su tük. (mm)
2017	I_{60}	270.6	7.2	168	128.0	317.8
	I_{80}	320.8	7.2	168	131.8	364.2
	I_{100}	371.0	7.2	168	145.6	400.6
	I_{120}	421.2	7.2	168	154,5	441.9

Uygulanan net sulama suyu miktarları ile mevsimlik bitki su tüketim değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Deneme konularına ilişkin net sulama suyu miktarları ve mevsimlik bitki su tüketim değerleri.

4.4. Verim ve Verim Unsurlarına İlişkin Sonuçlar

4.4.1. Ortalama baş ağırlığı

Deneme sonunda her parseldeki bitkiler kökleri ile birlikte hasat edilmişlerdir. Kökler su ile dikkatlice yıkanıp temizlenip kök ölçümleri yapıldıktan sonra kökler kesilerek baş tartımları yapılmıştır. Araştırma sonucunda, konulardan elde edilen ortalama baş ağırlıkları ile Duncan sınıflandırma sonuçları Çizelge 4.6'da, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Açık tarla koşullarında ortalama baş ağırlığı (gr/bitki)

Konular	Bloklar			Ortalama
	I	II	III	
I_{60}	538.62	524.28	529.76	530.89c
I_{80}	758.88	680.97	692.08	710.64b
I_{100}	947.77	876.01	807.57	877.12a
I_{120}	987.20	941.81	875.47	934.82a

Açık tarla koşullarında yürütülen bu denemede en yüksek ortalama baş ağırlığı 934.82 gr/bitki ile I_{120} konusundan, en düşük ortalama baş ağırlığı ise 530.89 gr/bitki ile I_{60} konusundan elde edilmiştir. I_{100} ve I_{80} konularından elde edilen ortalama baş ağırlıkları ise sırasıyla 877.12 gr/bitki ve 710.64 gr/bitki olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Bitki baş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Tekerrür	2	13761.037	6880.519	6.835	0.028
Konu	3	297492.883	99164.294	98.502	0.000**
Hata	6	6040.369	1006.728		
Genel	11	317294.289			

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

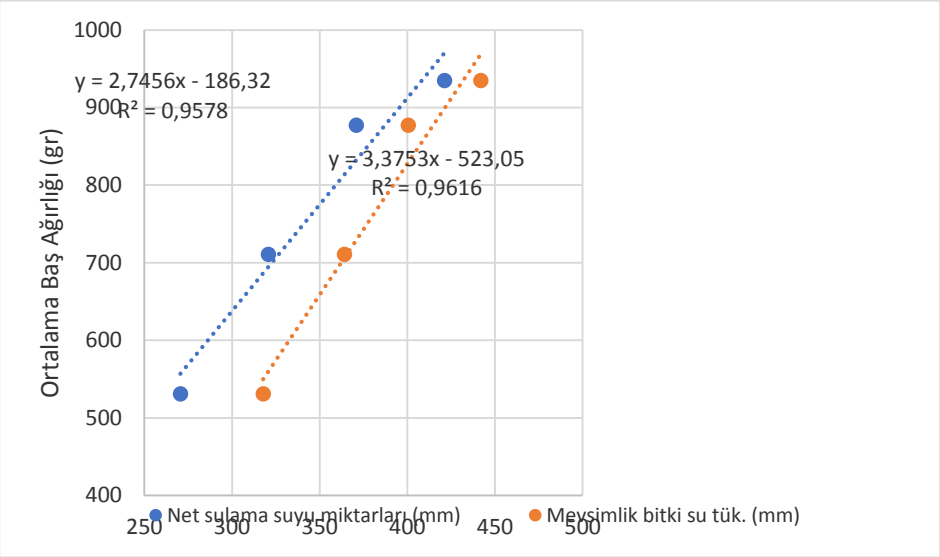
Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında % 1 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. Test sonuçlarına göre üç farklı verim grubu oluşmuş, net sulama suyu miktarının 421.2 mm ve mevsimlik bitki su tüketiminin 441.9 mm olduğu I_{120} ile net sulama suyu miktarının 371.0 mm ve mevsimlik bitki su tüketiminin 400.6 mm olduğu I_{100} konuları ilk grupta (a) yer alırken, I_{100} konusuna, I_{120} konusuna göre 50.2 mm daha az su verilmiştir. I_{80} konusu ikinci grupta (b) ve I_{60} konusu ise üçüncü grupta (c) yer almıştır.

Bozkurt ve ark. (2009), 2003 Kasım-2004 Şubat tarihleri arasında Türkiye 'nin Doğu Akdeniz bölgesinde yapmış oldukları bir çalışmada sera koşullarında farklı sulama düzeylerinin ve azot formlarının marul (Lactuca sativa var. longifolia CV. yüksel) verim, kaliteli ve su kullanımı üzerindeki etkileri araştırılmışlardır. Çalışma sonucu en yüksek verimin Kcp_{125} konusundan 570gr/bitki, en düşük verimin 250gr/bitki Kcp_0 elde edildiği saptanmıştır.Yıldırım ve ark. (2015) tarafından 2011–2012 yıllarında cam serada, farklı sulama konularının kıvırcık marulun verimine etkilerini belirlemek için yaptıkları çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur

4.4.1.1 Ortalama baş ağırlığının sulama suyu ve bitki su tüketimi ile ilişkisi

Ortalama baş ağırlığının, uygulanan net sulama suyu ve marul su tüketim değerleri arasındaki ilişkileri Şekil 4.2'de görülmektedir.

Şekil incelendiğinde, baş ağırlığı-net sulama suyu ve marul bitkisi su tüketimi miktarları arasında doğrusal ilişki olduğu, sulama suyu miktarı ve marul bitki su tüketimi arttıkça baş ağırlıklarının da arttığı görülmektedir. En yüksek ortalama baş ağırlığı I_{120}, en düşüğü ise I_{60} konusundan elde edilmiştir.



Şekil 4.2. Ortalama baş ağırlığı-uygulanan net sulama suyu ve bitki su tüketim ilişkileri

4.4.2. Ortalama pazarlanabilir baş ağırlığı

Bitkiler hasat edildikten sonra; ıskarta yaprakları ve kökleri uzaklaştırılarak bitki başına pazarlanabilir bitki ağırlığı tartılmıştır. Deneme konularından elde edilen ortalama pazarlanabilir baş ağırlıkları ile Duncan sınıflandırma sonuçları Çizelge 4.8'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Açık tarla koşullarında ortalama pazarlanabilir baş ağırlığı (gr/bitki)

Konular	Bloklar			Ortalama
	I	II	III	
I_{60}	480.63	467.68	478.74	475.68c
I_{80}	692.97	620.44	627.70	647.04b
I_{100}	873.93	818.59	757.86	816.79a
I_{120}	915.39	874.96	807.19	865.85a

Denemede en yüksek ortalama pazarlanabilir baş ağırlığı 865.85 gr/bitki ile I_{120} konusundan, en düşük ortalama baş ağırlığı ise 475.68 gr/bitki ile I_{60} konusundan elde edilmiştir. I_{100} ve I_{80} konularından elde edilen ortalama pazarlanabilir baş ağırlıkları ise sırasıyla 816.79 gr/bitki ve 647.04 gr/bitki olarak bulunmuştur(Çizgele 4.8).

Çizelge 4.9. Bitki pazarlanabilir baş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Tekerrür	2	10826.887	5413.443	6.269	0.034
Konu	3	282785.096	94261.699	109.156	0.000**
Hata	6	5181.304	863.551		
Genel	11	298793.287			

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

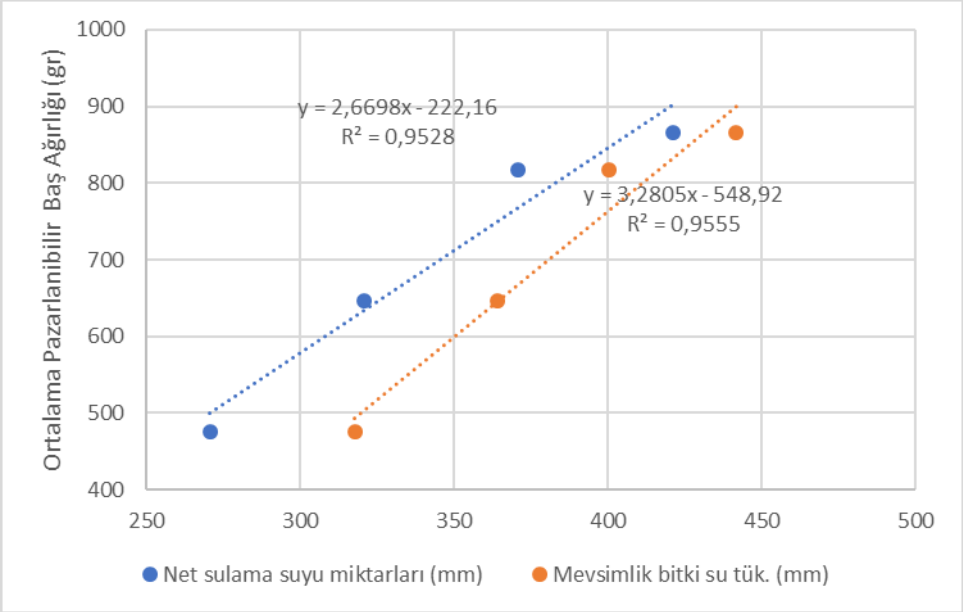
Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında % 1 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre üç farklı verim grubu oluşmuş I_{120} ve I_{100} konuları ilk grupta (a), I_{80} konusu ikinci grupta (b) ve I_{60} konusu ise üçüncü grupta (c) yer almıştır.

Karam ve ark. (2002) ile Acar ve ark. (2008), yapmış oldukları araştırmalarda uygulanan sulama suyu arttıkça marul baş ağırlıklarının artığını belirtmişlerdir. Kırnak ve ark. (2016), Aralık-Şubat aylarında Şanlıurfa'da ısıtılmayan serada farklı sulama düzeylerinin marul verimine etkisini inceledikleri çalışmada; en yüksek ortalama marul verimini tam suluma yaptıkları Kp_1 konusundan (I_{100}) 7.8 ton/dekar olarak belirlemişlerdir.

4.4.2.1. Ortalama pazarlanabilir baş ağırlığının sulama suyu ve bitki su tüketimi ile ilişkisi

Ortalama pazarlanabilir baş ağırlığının, uygulanan net sulama suyu ve bitki su tüketim değerleriyle arasındaki ilişkiler Şekil 4.3'de görülmektedir.

Şekil 4.3. incelendiğinde, ortalama pazarlanabilir baş ağırlığı- net sulama suyu ve bitki su tüketimi miktarları arasında doğrusal ilişkiler olduğu görülmektedir. Ortalama pazarlanabilir baş ağırlıkları, sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi ile birlikte artış göstermiştir. En yüksek ortalama baş ağırlığı I_{120} konusundan elde edilmiştir.



Şekil 4.3. Ortalama pazarlanabilir baş ağırlığı-uygulanan net sulama suyu ve bitki su tüketim ilişkileri

4.4.3. Ortalama kök uzunluğu

Bitki hasat edildikten sonra kök bölgesinin toprağı temizlendikten sonra kök uzunluğu cetvel yardımı ile ölçülmüştür. Konulardan elde edilen ortalama kök uzunlukları ile Duncan sınıflandırma sonuçları Çizelge 4.10'da, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Açık tarla koşullarında ortalama bitki kök uzunluğu (cm)

Konular	Bloklar			Ortalama
	I	II	III	
I_{60}	17.88	14.63	15.00	15.83
I_{80}	17.95	13.25	14.75	15.32
I_{100}	17.25	14.75	15.63	15.88
I_{120}	15.75	15.06	14.88	15.23

Çizelge 4.10 incelendiğinde, en yüksek ortalama kök uzunluğu 15.88 cm ile I_{100} konusunda ve en düşük ortalama kök uzunluğu ise 15.23 cm ile I_{120} konusundan elde edilmiştir. Bu değer I_{80} konusunda 15.32 cm, I_{60} konusunda ise 15.83 cm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. Bitki kök uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Tekerrür	2	17.012	8.506	11.383	0.009
Konu	3	1.035	0.345	0.461	0.719
Hata	6	4.484	0.747		
Genel	11	22.530			

Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında ortalama kök uzunluğuna ilişkin istatiksel açıdan farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.11).

Acar ve ark. (2008) farklı su ve azot seviyelerinin marul verimi ve verim parametrelerine etkisini inceledikleri çalışmalarında; ortalama kök uzunluklarının artan su miktarlarıyla önemli ölçüde değişmediğini belirtmişlerdir.

4.4.4. Ortalama kök genişliği

Konulardan elde edilen ortalama kök genişlikleri ile Duncan sınıflandırma sonuçları Çizelge 4.12'da, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Açık tarla koşullarında ortalama bitki kök genişliği (cm)

Konular	Bloklar			Ortalama
	I	II	III	
I_{60}	17.50	17.38	20.00	18.29
I_{80}	19.85	20.50	20.50	20.28
I_{100}	18.75	23.75	22.00	21.50
I_{120}	20.38	21.50	22.00	21.29

Ölçülen veriler doğrultusunda en yüksek ortalama kök genişliği 21.50 cm ile I_{100} konusundan, en düşük ortalama kök genişliği 18.29 cm ile I_{60} konusundan ölçülmüştür(Çizegele 4.12). Bu değer I_{120} konusunda 21.29 cm, I_{80} konusunda ise 20.28 cm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.13. Bitki kök genişliğine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Tekerrür	2	9.202	4.601	2.844	0.135
Konu	3	19.339	6.446	3.984	0.071
Hata	6	9.708	1.618		
Genel	11	38.249			

Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında ortalama kök genişliğine ilişkin istatiksel açıdan farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.13).

Acar ve ark. (2008) farklı su ve azot seviyelerinin marul verimi ve verim parametrelerine etkisini inceledikleri çalışmalarında; ortalama kök genişliklerinin artan su miktarlarıyla önemli ölçüde değişmediğini belirtmişlerdir.

4.4.5. Ortalama baş boyu

Marul bitkileri hasat edildikten sonra baş boyları kök boğazı bölgesinden tepe noktasına kadar şerit metre ile ölçülüp kayıt edilmiştir. Deneme konularından elde edilen ortalama baş boyları ile Duncan sınıflandırma sonuçları Çizelge 4.14'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Açık tarla koşullarında ortalama bitki baş boyu (cm)

Konular	Bloklar			Ortalama
	I	II	III	
I_{60}	25.48	24.75	23.75	24.66c
I_{80}	28.05	27.63	27.13	27.60b
I_{100}	29.70	30.88	28.50	29.69a
I_{120}	31.63	31.13	29.40	30.72a

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

Ölçülen veriler doğrultusunda en yüksek ortalama baş boyu 30.72 cm ile I_{120} konusundan, en düşük ortalama baş boyu 24.66 cm ile I_{60} konusundan ölçülmüştür(Çizegele 4.14). Bu değer I_{100} konusunda 29.69 cm, I_{80} konusunda ise 27.60 cm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. Bitki baş boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Tekerrür	2	5,722	2,861	9,632	0,013
Konu	3	64,393	21,464	72,265	0,000**
Hata	6	1,782	,297		
Genel	11	71,896			

Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında % 1 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. Konular arasında üç farklı grup oluşmuş I_{120} ve I_{100} konuları ilk grupta (a) yer alırken, I_{80} konusu ikinci grupta (b) ve I_{60} konusu ise üçüncügrupta (c) yer almıştır.

Kuslu ve ark. (2008), Erzurum ilinde kıvırcık marul bitkisinin (Lactuca sativa var. Crispa cv. Bohemia) evapotranspirasyonu, su kullanım verimliliği, pazarlanabilir verimi, verim unsurları ve mineral içerikleri üzerindeki etkilerini belirlemek için yapmış oldukları araştırmada; baş uzunluğunun sulama suyu miktarı ile birlikte arttığını vurgulamışlardır. Benzer bir sonuçta, Kırnak ve ark. (2002) tarafından farklı sulama düzeylerinin marul bitkisi verim ve parametreleri üzerine etkisini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada ortaya çıkmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarının artması sonucu baş boyunun da arttığını bildirmişlerdir.

4.4.6. Ortalama baş çapı

Bitkiler hasat edildikten sonra cetvel yardımı ile çapları ölçülmüştür. Araştırma sonucunda konulardan elde edilen ortalama baş çapları ile Duncan sınıflandırma sonuçları Çizelge 4.16'da, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Açık tarla koşullarında ortalama bitki baş çapı (cm)

Konular	Bloklar			Ortalama
	I	II	III	
I_{60}	22.25	19.25	21.75	21.08c
I_{80}	26.50	24.00	24.25	24.92b
I_{100}	27.88	27.13	26.50	27.17ab
I_{120}	28.13	28.25	27.38	27.92a

Çizelge 4.16 dan da açıkça görüldüğü üzere en yüksek ortalama baş çapı 27.92 cm ile I_{120} konusunda, en düşük ortalama baş çapı ise 21.08 cm ile I_{60} konusundan elde edilmiştir. Bu değer I_{00} konusunda 27.17 cm, I_{80} konusunda ise 24.92 cm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.17. Bitki baş çapına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Tekerrür	2	5.246	2.623	3.079	0.120
Konu	3	84.856	28.285	33.203	0.000**
Hata	6	5.111	0.852		
Genel	11	95.214			

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında % 1 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. Konular arasında üç farklı grup oluşmuş, I_{120} konusu ve I_{100} konusu ilk grupta, I_{100} ve I_{80} konusu ikinci grupta yer alırken, I_{60} konusu ise üçüncü grupta yer almıştır. Benzer sonuçlar; Kuslu ve ark. (2008) ile Kırnak ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmalarda da bulunmuştur. Uygulanan sulama suyu miktarının artması sonucu baş çapının da arttığını bildirmişlerdir.

4.6. Sulama suyu ve su kullanım randımanı

Marul bitkisinin sulama suyu ve su kullanım randımanları Çizelge 4.18'de verilmiştir. Ortalama pazarlanabilir baş ağırlıklarının uygulanan sulama suyu miktarlarına bölünmesiyle sulama suyu kullanım randımanı (IWUE); ortalama pazarlanabilir baş ağırlıklarının mevsimlik bitki su tüketim değerlerine bölünmesiyle ise su kullanım randımanı (WUE) hesaplanmıştır.

Çizelge 4.18. Sulama suyu ve su kullanım randımanı

Konular	Sulama Suyu (mm)	Bitki su tük. (mm)	Pazarlanabilir Baş ağırlığı (kg/da)	IWUE (kg/m^3)	WUE (kg/m^3)
I_{60}	270.6	317.8	3963.8	14.6	12.5
I_{80}	320.8	364.2	5391.7	16.8	14.8
I_{100}	371.0	400.6	6806.3	18.3	17.0
I_{120}	421.2	450.8	7215.1	17.1	16.0

Çizelge 4.18 incelendiğinde; toplam su kullanım randımanı değerleri 12.5-17.0 kg/m^3 arasında, sulama suyu kullanım randımanı değerleri ise 14.6-18.3 kg/m^3 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek IWUE ve WUE değerleri sırasıyla 18.3 ve 17.0 kg/m^3 ile I_{100} deneme konusundan elde edilirken, en düşük değerler ise I_{60} konusundan elde edilmiştir. Bozkurt ve ark. (2009) yaptıkları benzer bir çalışma sonucu; konulara göre su kullanım randıman değerlerinin (WUE) 12.4-23.1 kg/m^3; sulama suyu kullanım randımanı değerlerini ise(IWUE) ise; 13.7-28.2 kg/m^3 arasında bulmuşlardır. Kırnak ve ark. (2016), Aralık-Şubat aylarında Şanlıurfa'da ısıtılmayan serada farklı sulama düzeylerinin marul verimine etkisini inceledikleri çalışmada; maksimum sulama suyu kullanımı ve toplam su kullanım etkinliğini sırasıyla 0.117 ve 0.074 ton da^{-1} mm^{-1} ile elde etmişlerdir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışma ile marul bitkisinde su-verim ilişkileri ortaya koyulmuştur. Araştırmada A sınıfı buharlaşma kabı yöntemine göre belirlenen 4 farklı sulama konusunun, marul bitkisinin verim ve verim parametreleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Bölge koşullarında, marul bitkisinin yetiştirme süresi içinde gerçekleşen mevsimlik bitki su tüketimi I_{60}, I_{80}, I_{100}, ve I_{120} deneme konularında sırasıyla, 317.8 364.2, 400.6 ve 441.9 mm olarak hesaplanmıştır. En az bitki su tüketimi ise 317.8 mm ile I_{60} konusunda, en fazla su tüketimi ise 441.9 mm olarak I_{120} konusunda gerçekleşmiştir. Denemede kullanılan sulama konularına göre uygulanan toplam sulama suyu miktarları I_{60}, I_{80}, I_{100}, ve I_{120} konularında sırasıyla, 270.6, 320.8, 371 ve 421.2 mm'dir. Denemede en fazla sulama suyu I_{120}, en az sulama suyu ise I_{60} konusuna uygulanmıştır.

Araştırma sonucunda; pazarlanabilir en yüksek ortalama baş ağırlığı I_{120} konusundan 865.85 gr, en düşük pazarlanabilir ortalama baş ağırlığı ise I_{60} konusundan 475,68 gr, olarak elde edilmiştir. Genel olarak marul baş verimi, uygulanan sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi bile birlikte artış göstermiştir.

Araştırma sonucunda; ortalama baş ağırlığı, ortalama pazarlanabilir baş ağırlığı, ortalama baş boyu ve ortalama baş çapı değerleri arasında istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) farklılıklar bulunmuştur.

Verim parametrelerinden ortalama kök uzunluğu ve genişlik değerleri ise istatiksel olarak önemli bulunmamıştır. Genel olarak uygulanan sulama suyu miktarının artması veya azalması bu değerleri etkilememiştir.

Tarımsal sulamalarda programlama yaparken dikkate alınan önemli kriterlerden su ve sulama suyu kullanım randımanlarının en yüksek değerleri sırasıyla 17.0 ve 18.3 kg/m^3 ile I_{100} deneme konusundan elde edilirken, en düşük değerler ise yine sırsıyla12.5 ve 14,6 kg/m^3 ile I_{60} konusundan elde edilmiştir.

5.2 Öneriler

Su kaynaklarının sınırlı, buna karşılık sulanabilir arazi varlığının çok fazla olduğu Konya ovasında, mevcut su kaynakları ile yeni ek alanların sulamaya açılabilmesi için; bitki su tüketimi, su-verim ilişkileri, sulama zamanı planlaması ile uygun sulama yöntemi seçimi, planlaması ve işletilmesine ilişkin araştırmalar yapılarak, bitkisel üretimde verim, kalite ve su kullanım randımanlarını artıran sulama yöntemlerinin yaygınlaştırılması gereklidir.

Günümüzde çiftçinin yaptığı sulamaların büyük bir çoğunluğu sulama programı yapılmadan rastgele yapılmaktadır. Sulama; ne zaman yapılmalı, ne kadar su verilmeli, sulama süresi ne kadar olmalı ve bir sonraki sulama nasıl yapılmalı gibi soruların cevabı araştırılmadan sulama yapılmaktadır. Oysa günümüzde suyun önemi ortadır. Elimizdeki mevcut suyun en iyi şekilde kullanılması gerekmektedir ki, bunun için bitki su tüketimi kavramının iyi bilinmesi ve her bitkiye ihtiyacı kadar su verilmesi gerekmektedir.

Bu araştırmada, marul bitkisinin sulama seviyelerinin hesaplanmasında A sınıfı buharlaşma kabı yönteminden faydalanılmıştır. Zira anılan yöntemin kullanımının pratik ve gerçeğe yakın sonuçlar vermesi açısından bölge çiftçisine önerilebilir.

Konya koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan marul bitkisi için, 4 gün sulama aralığında, buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarının tamamının sulama suyu olarak verildiği I_{100} sulama konusu (yaklaşık 371 mm) ideal sulama programı olarak kullanılabilir. Her ne kadar I_{120} sulama konusunda maksimum pazarlanabilir baş ağırlığı elde edilse de, I_{100} sulama konusunda bulunan maksimum pazarlanabilir baş ağırlığı ile arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Kurak ve yarı kurak iklim özelliği gösteren Konya'da I_{100} konusu da uygulanabilir. En fazla sulama suyunun uygulandığı I_{120} sulama konusu ile, I_{100} sulama konusundan alınan verimler birbirine çok yakın bulunmuştur. Bu nedenle sulama suyunun etkin kullanımı açısından, I_{120} sulama konusu önerilmemektedir.

Araştırma sonuçlarının, marul üreticilerine ve konu ile çalışacak araştırmacılara faydalı olacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

Acar, B., Paksoy, M., Türkmen, Ö. ve Seymen, M., 2008. Irrigation and nitrogen level affect lettuce yield in greenhouse condition, *African Journal of Biotechnology*, 7 (24).

Adetunji, I., 1990. Effect of mulches and irrigation on growth and yield of lettuce in semi-arid region, *Biotronics: reports of Biotron Institute, Kyushu University*, 19, 93-98.

Anonim, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri *(www.tuik.gov.tr)*.

Aybak, H. Ç., 2002. Salata/marul yetiştiriciliği, *Hasad Yayıncılık Ltd. Şti. stanbul*.

Ayyıldız, M., 1990. Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 1196.

Bozkurt, S., Mansuroğlu, G. ve Kara, M., 2009. Responses of lettuce to irrigation levels and nitrogen forms, *African Journal of Agricultural Research*, 4 (11), 1171-1177.

Çetin, Ö., Yıldırım, Ö., Uygan, D. ve Boyacı, H., 2001. Damla yöntemiyle sulanan domateste A sınıfı buharlaşma kabından yararlanarak sulama zamanının planlanması, *Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü*, Su Yönetimi Bölümü,Eskişehir,

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

Doorenbos, J., 1977. Guidelines for predicting crop water requirements, *FAO, Roma (Italia).*

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987. Araştırma Deneme Metodları (istatistik Metodları II). *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 1021*, 214.

Ertek, A. ve Kanber, R., 2000. Pamukta Uygun Sulama Dozu ve Aralığının Pan-evaporasyon Yöntemiyle Belirlenmesi, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24 (2), 293-300.

Ertek, A. ve Kanber, R., 2002. Damla Yöntemiyle Sulanan Pamukta Farklı Sulama Programlarının Kalite Özelliklerine Etkileri.

Gençoğlan, C., 1991. Ağır bünyeli Topraklarda Farklı Damaltıcı Debileri ve Uygulanan Toplam Sulama Suyu Miktarlarının Nem Dağılımına Etkisi, *Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana*.

İsmail, T. ve Kırnak, H., 2011. Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Şanlıurfa Biberinin (Capsicum annum L.) Sulama Programı, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2011 (1).

James, L. G., 1988. Principles of farm irrigation systems design, John Wiley and Sons Limited, p.

Kanber, R., 1997. Sulama, *ÇÜ Ziraat Fakültesi Genel Yayın, (174).*

Kara, M., 2005. Sulama ve sulama tesisleri, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Konya*.

Kara, S., 2011. Konya ekolojik koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan mısır bitkisinde su-verim ilişkileri, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Karakoç, B. ve Kale, S., 2016. Farklı Erirlikteki Tuz Cinslerine Sahip Sulama Suyu Tuz Düzeylerinin, Marul (Lactuca Sativa) Verimi Üzerine Etkileri, *SDU Journal of the Faculty of Agriculture, SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (1).

Karam, F., Mounzer, O., Sarkis, F. ve Lahoud, R., 2002. Yield and nitrogen recovery of lettuce under different irrigation regimes, *J. Appl. Hort*, 4 (2), 70-76.

Karipçin, M. Z. ve Şatır, N. Y., 2016. Su Stresi Koşullarında Yetiştirilen Marul Sebzesinin Verim ve Besin İçeriğine Arbusküler Mikorizal Fungus (AMF)'un Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26(3), 406-413.

Kirda, C., Topcu, S., Kaman, H., Ulger, A., Yazici, A., Cetin, M. ve Derici, M., 2005. Grain yield response and N-fertiliser recovery of maize under deficit irrigation, *Field Crops Research*, 93 (2), 132-141.

Kırnak, H., Demir, S., Tas, İ. ve Çakmaklı, M., 2002. Response of different irrigation water applications on yield and growth of lettuce grown in greenhouse, *J Agric Fac Harran Uni*, 6 (1-2), 47-54.

Kırnak, H., Taş, I., Gökalp, Z. ve Karaman, S., 2016. Effects of different irrigation levels on yield of lettuce grown in an unheated greenhouse, *Current Trends in Natural Sciences*, 5 (9), 145-151.

Kuslu, Y., Dursun, A., Sahin, U., Kiziloglu, F. M. ve Turan, M., 2008. Effect of deficit irrigation on curly lettuce grown under semiarid conditions, *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6 (4), 714-719.

Kuşçu, H., Turhan, A., Özmen, N., Aydınol, P. ve Demir, A. O., 2015. Bursa ekolojik koşullarında karpuzun su kullanım etkinliği, verim ve meyve kalitesi üzerine farklı sulama rejimlerinin etkileri, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28 (1).

Orta, A., Erdem, T., Erdem, Y. ve Cinkılıç, L., 1997. Sera koşullarında damla sulama yöntemiyle sulaman domates bitkisinin sulama zamanının planlanması. 6, *Ulusal Kültürteknik Kongresi*, 5-8.

Senyigit, U. ve Kaplan, D., 2013. Impact of different irrigation water levels on yield and some quality parameters of lettuce (Lactuca sativa L. var. Longifolia cv.) under

unheated greenhouse condition, *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* (2/IV).

Singh, B. P., 1987. Effects of Irrigation on the growth and yield of okra. HortScience, 22: 879-880.

Solak, F. T., 2016. Çanakkale şartlarında tarla ve tünel altında kıvırcık salata (Lactuca sativa var. crispa) yetiştirme olanakları, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Süllü, A., 2013. Söke Ovası koşullarında II. ürün ayçiçeğinde damla sulamanın verim ve kalite üzerine etkilerinin irdelenmesi, *Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Şahin, M., Zengin, M., Soylu, S., Süheri, S. ve Yavuz, D., 2010. Konya Ovasında Sulu Tarımın Sorunları ve Çözüm Önerileri, *Uluslararası Sürdürülebilir Su ve Atık Su Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 26-28.

Şen, F., Teksür, P. K., Okşar, R. E., Güleş, A. ve Aşçıoğul, T. K., 2016. Yararlı Mikroorganizma Uygulamasının Marul Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi.

Şimşek, M. ve Gerçek, S., 2005. Yarı-Kurak Koşullarda Damla Sulamada Farklı Sulama Aralıklarının Mısır Bitkisinin (Zea mays L. indentata) Su Verim İlişkilerine, *Journal of the Faculty of Agriculture*, 36 (1).

Tanner, C. ve Sinclair, T., 1983. Efficient water use in crop production: research or re-search?, *Limitations to efficient water use in crop production* (limitationstoef), 1-27.

Tosso, T. J. ve Torres, P. J. J., 1986. Water relations of grapevines irrigated at different levels using drip, sprinkler or furrow irrigation. I, *Evapotranspiration and water use efficiency, Ag. Tecnica*, 46 (2), 193-198.

Uygan, D., 2017. Eskişehir Koşullarında Damla Sulama İle Sulanan Şekerpancarında" Su Verim İlişkileri, Su Tüketimi ve Su Kullanım Etkinliği, *Toprak Su Dergisi*, 26-30.

Ünal, A., 2007. Damla sulama yöntemiyle sulanan bağda A sınıfı buharlaşma kabından yararlanarak uygulnacak sulama suyu miktarının belirlenmesi ve sulana programının oluşturulması, *Adnan Menderes Üniversitesi*.

Vural, Ç. ve Dağdelen, N., 2008. Damla sulama yöntemiyle sulanan cin mısırda farklı sulama programlarının verim ve bazı agronomik özellikler üzerine etkisi.

Yıldırım, M., Bahar, E. ve Demirel, K., 2015. Farklı Sulama Suyu Seviyelerinin Serada Yetiştirilen Kıvırcık Marulun (Lactuca sativa var. campania) Verimi ve Gelişimi Üzerine Etkileri, *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29.

Yıldırım, O. ve Korukçu, A., 1999. Damla sulama sistemlerinin projelenmesi, *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ders Notları (Basılmamış)*, 98-187.

Yurtseven, E. ve Bozkurt, D., 1997. Sulama suyu kalitesi ve toprak nem düzeyinin marulda verim ve kaliteye etkisi, *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi*, 3 (2), 44-51.

Yurtsever, N., 1984. Deneysel istatistik metotlar, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Yıldırım Fekrt Abdulrazzaq Al-bayatı

Uyruğu : Irak

Doğum Yeri

ve Tarihi : Kerkük 1991-10-28

Telefon : 05349220595

Faks :

e-mail : yildirimfikret381@gmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı	İl- İlçe	Bitirme Yılı
Lise	:	Çağ koleji	Kerkük	2010
Üniversite	:	Kerkük Üniversitesi,	Kerkük	2014
Yüksek Lisans		:S. Ü. Ziraat Fakültesi,	Konya	Devam ediyor
Doktora	:			

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl Kurum Görevi

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR:

Al-Bayatı, Y. and Şahin, M., 2017. Meyve Bahçelerinin Sulanmasında Mikro Yağmurlama Yöntemi" Fen, Matematik. Mühendislik ve Doğa Araştırmaları Kitabı, Çizgi Kitap evi, Sayı:1, pp:280-286, Konya-Türkiye.