T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA İLİ SERA KOŞULLARINDA FARKLI SULAMA SUYU DÜZEYLERİNİN MARUL BİTKİSİNİN GELİŞİM VE VERİMİNE ETKİSİ

Niyazi Emrah ÇEREZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

EYLÜL-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır.

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA İLİ SERA KOŞULLARINDA FARKLI SULAMA SUYU DÜZEYLERİNİN MARUL BİTKİSİNİN GELİŞİM VE VERİMİNE ETKİSİ

Niyazi Emrah ÇEREZ

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ŞAHİN

2020, 48 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Bayram SADE

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ŞAHİN

Dr. Öğr. Üyesi Sinan SÜHERİ

Bu çalışma, Konya ili Meram ilçesi Karahüyük Mahallesinde ısıtmasız serada, 2019 yılı güz (Eylül-Kasım)n ve 2020 yılı bahar (Şubat-Nisan) dönemlerinde yürütülmüştür. Araştırmada, Davidole (Lactuva Sativa L. var. longifolia) kıvırcık marul çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada, kıvırcık marul fideleri bitki sıra arası 40 cm, bitki sıra üzeri 30 cm olacak şekilde dikilmiştir. Deneme parseli boyu bütün konularda 3 m olup, parsel eni ise 5 bitki sırası yani 2 m olarak planlanmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada, 4 gün sulama aralığında farklı sulama düzeyinin (A sınıfı buharlaşma kabından yığışımlı buharlaşan suyun %60, %80, %100 ve %120 si) kıvırcık marul bitkisinin gelişimi ve verim parametrelerine olan etkisi araştırılmıştır.

Araştırma sonucunda bitki su tüketim değerleri; S_{60}, S_{80}, S_{100} ve S_{120} konuları için sırası ile 2019 yılında 136.2, 149.6, 163 ve 168.4 mm, 2020 yılında ise 110.6, 123.8, 136 ve 146.2 mm olarak gerçekleşmiştir. Çalışma sonucunda ortalama ticari baş ağırlıkları; 2019 yılında en düşük 623 g ile S_{60} konusunda, en yüksek ise 1130.8 g olarak S_{120} konusundan elde edilmiştir. 2020 yılında ise en düşük 900.8 g ile S_{60} konusunda, en yüksek 1177.8 g ile S_{100} konusundan elde edilmiştir. Su kullanım randımanı değerleri; 2019 yılında 38.12-55.96 kg m^{-3} arasında, 2020 yılında ise 61.65-75.24 kg m^{-3} arasında değişmiştir. Sulama suyu kullanım randımanı değerleri ise 2019 yılında 43.19-56.19 kg m^{-3} arasında, 2020 yılında 60.82-81.85 kg m^{-3} arasında değişmiştir. Marul verim tepki etmeni (ky) 2019 yılında 2.26, 2020 yılında ise 0.69 olarak bulunmuştur. Konya koşullarında ısıtmasız serada marul yetiştiriciliğinde; güz dönemi (Eylül-Kasım) üretimi için S_{100} konusu, bahar dönemi (Şubat-Nisan) üretimi için ise S_{80} konusu ideal sulama programı olarak uygun bulunmuştur.

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

ABSTRACT

MS THESIS

THE EFFECT OF DIFFERENT IRRIGATION WATER LEVELS ON GROWTH AND YIELD OF LETTUCE PLANT ON GREENHOUSE CONDITIONS IN KONYA PROVINCE

Niyazi Emrah ÇEREZ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELCUK UNIVERSITY

DEPARTMENT OF FARM STRUCTURES AND IRRIGATION

Advisor: Asst.Prof.Dr. Mehmet ŞAHİN

2020, 48 Pages

Jury

Prof.Dr. Bayram SADE

Asst.Prof.Dr. Mehmet ŞAHİN

Asst.Prof.Dr. Sinan SÜHERİ

This study was carried out in the unheated greenhouse in Karahüyük District of Meram-Konya, during the fall of 2019 (September-November) and spring of 2020 (February-April). In the research, Davidole (Lactuva Sativa L. var. Longifolia) curly lettuce variety was used. In the research, curly lettuce seedlings were planted with 40 cm row spacing and 30 cm row spacing. The length of the trial plot is 3 m in all subjects and the width of the plot is planned as 5 plant rows, ie 2 m. The research was carried out in 3 replications according to the random block design In the study, the effects of four different irrigation levels (60%, 80%, 100% and 120% of the evaporated water from the Class A Pan) on the development and yield parameters of the irrigation interval in the 4-day were investigated.

As a result of the research, plant water consumption values; for S_{60}, S_{80}, S_{100} and S_{120} treatments, it was 136.2, 149.6, 163 and 168.4 mm in 2019 and 110.6, 123.8, 136 and 146.2 mm in 2020, respectively. Average commercial head weights at the end of the study; In 2019, the lowest was obtained from S_{60} treatment with 623 g and the highest was from S_{120} with 1130.8 g. In 2020, it was obtained from S_{60} treatment with the lowest 900.8 g and S100 treatment with the highest 1177.8 g. Water use efficiency values; It ranged between 38.12-55.96 kg m^{-3} in 2019 and 61.65-75.24 kg m^{-3} in 2020. Irrigation water use efficiency values ranged between 43.19-56.19 kg m^{-3} in 2019 and 60.82-81.85 kg m^{-3} in 2020. The yield response factor(mm) in 2019 2.26 and in 2020 0.69 found to be. In lettuce growing in a greenhouse without heating under Konya conditions; S_{100} treatment for fall term (September-November) production and S_{80} treatment for spring term 2020 (February-April) production were found to be ideal irrigation programs.

Keywords: Konya, Curly lettuce, yield, , Class A Pan, drip irrigation method.

ÖNSÖZ

Dünya ülkelerinin tarımsal potansiyellerini belirleyen en önemli unsurların başında sulanabilir arazi miktarı ve sulama suyu varlıkları olduğu göz önüne alındığında, tarımsal üretimde suyun ne kadar stratejik bir unsur olduğu ortaya çıkmaktadır.

Konya İli'nde, son yıllarda örtü altı üreticiliği giderek artmakta olup özellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında, hava sıcaklığının marul yetiştiriciliği için uygun olmadığı açık tarla koşullarında, örtü altında marul yetiştiriciliği önemli düzeyde gelir getirici bir tarımsal faaliyet olarak gündeme gelmektedir. Konya İl'inde örtüaltı yetiştiriciliği yapan üreticilerin büyük bir çoğunluğu herhangi bir sulama programı yapmadan rastgele sulama yapmaktadırlar. Yani çiftçiler, sulamanın ne zaman yapılacağı ne kadar su verileceği, sulama süresinin ne kadar olacağı ve bir sonraki sulama ne zaman yapılacağı konusunda bir program yapamamaktadırlar. Bölgede örtü altı yetiştiriciliği son zamanlarda gelişmekte olduğundan, örtü altı yetiştiriciliğinde sulama yönünden herhangi bir bilimsel çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, Konya iklim şartlarında ısıtmasız serada yetiştirilen marul bitkisinin su-verim ilişkileri incelenmiştir.

Konya İli genelinde örtüaltında marul yetiştiren üreticilerimiz için iyi bir kaynak olabileceğini düşündüğüm tez çalışmamda, son aşamaya kadar yardımlarını ve desteklerini benden esirgemeyen danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ŞAHİN'e ve Dr. Öğr. Üyesi Sinan SÜHERİ ile tüm bölüm hocalarıma tüm içtenliğimle teşekkür ederim. Ayrıca, tez çalışmamda desteklerini ile hep yanımda olan hayatımın en kıymetli iki insanı annem ve eşime sonsuz teşekkür ederim.

Niyazi Emrah ÇEREZ
KONYA- 2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **vi**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **4**

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1.Materyal 10
3.1.1.Deneme alanı 10
3.1.2. İklim özellikleri 11
3.1.3. Tarımsal üretim 12
3.1.4. Sulama sistemi 12
3.1.5. Kullanılan Fide çeşidi 12
3.2. Yöntem 12
3.2.1.Toprak ve su analizleri 13
3.2.2. Deneme planı ve konuları 13
3.2.3 Tarımsal uygulamalar 13
3.2.4. Toprak nem içeriğinin belirlenmesi 14
3.2.5. Sulama suyu miktarı hesabı 15
3.2.6.Bitki su tüketiminin hesabı 16
3.2.7 Su kullanım ve sulama suyu kullanım randımanlarının belirlenmesi 17
3.2.8. Verim ve tepki etmeni 17
3.2.9 Verim ve verim parametrelerin belirlenmesi 18
3.2.9.1. Marul baş ağırlığı 18
3.2.9.2. Ticari marul baş ağırlığı 18
3.2.9.3. Marul kök uzunluğu 19
3.2.9.4. Ticari marul baş boyu 19
3.2.9.5. Ticari marul baş çapı 20
3.2.9 İstatiksel Analizler 20

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA **21**

4.1. Toprak ve Su Kaynaklarına ait Bazı Özellikler 21
4.2. Sulama Suyu ve Bitki Su Tüketim Miktarları 22
4.3. Verim ve Verim Parametrelerine İlişkin Sonuçlar 25
4.3.1. Ortalama baş ağırlığı 25
4.3.2. Ortalama ticari baş ağırlığı 29
4.3.3. Ortalama ticari baş çapı 32
4.3.4. Ortalama ticari baş boyu 34

4.3.5. Ortalama baş kök uzunluğu 36

4.4. Sulama suyu ve su kullanım randımanları 37

4.5. Verim Tepki Etmeni 39

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 42

5.1 Sonuçlar 42
5.2 Öneriler 44

6. KAYNAKLAR 45

ÖZGEÇMİŞ 48

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
ky	: Verim Tepki Etmeni
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
$CO_3^{=}$	: Karbonat
CHO_3^{-}	: Bikarbonat
Cl-	: Klorür
$SO_4^{=}$	: Sülfat
TK	: Tarla Kapasitesi
SN	: Solma Noktası
FSK	: Faydalı su kapasitesi
EC	: Elektriksel iletkenlik

1. GİRİŞ

Türkiye ve Dünya'da artan nüfus ile birlikte gıdaya ve sebzeye olan talep de giderek artış eğilimi göstermektedir. Sebzedeki bu talep artışı nedeniyle geleneksel üretimin yerini, teknolojinin de devreye girmesiyle birlikte, endüstriyel üretim almaktadır.

Su kaynaklarının ve tarım arazilerinin azalmasına karşılık nüfustaki artış dikkate alındığında, üretim yapılan birim alandan daha çok verim alınması için tarımda teknolojini kullanımı ön plana çıkmaktadır. Çevre koşullarına bağlı kalmaksızın tarımsal üretimde birim alana verim artışı seralarda ya da örtü altı yetiştiricilik ile sağlanabilmektedir. Sera üretiminde pazara devamlı taze sebze ve meyve sağlayabilmek, tarımsal işgücünü tüm vegetasyon süresince kullanmak ile mümkündür (Yüksel, 1995). Yıl içerisinde düzenli bir işgücü kullanımına olanak sağlayan örtü altı yetiştiriciliği, birim alandan yüksek verim alınmasını sağlamasından dolayı Türkiye'de önemli tarımsal faaliyetlerden birisi haline gelmiştir.(Sevgican ve ark., 2000)

Sebze tarımında, özellikle erkencilik sağlayan tarımsal üretim sistemlerinden birisi de örtüaltı yetiştiriciliğidir. Örtüaltı yetiştiriciliği, ilk olarak 1940'lı yıllarda Antalya'da kurulan seralar ile başlamıştır. Daha sonraki yıllarda, özellikle iklim yönünden seracılığa uygun olan Mersin ve İzmir civarında yaygınlaşmıştır. Bu illerde seracılığın yayılmasında, uygun çevre koşullarının yanında; ekonomi, ulaşım ve pazarlama gibi faktörler de etkili olmuştur.

Konya İl'inde yaklaşık 890.000 da alanda sebze tarımı yapılmaktadır. Örtüaltı sebze yetiştiriciliği ise toplam 5.000 da alanda yapılmaktadır. Bölgede, sebze üretiminin bu kadar yoğun olarak yapılması modern tekniklerin geliştirilmesini ve uygulanmasını zorunlu hale getirmiştir. Son 4 yıla ait istatistiklere göre, Konya İl'inde özellikle Meram ilçesi başta gelmek üzere Akşehir, Beyşehir ve Ilgın ilçelerinde sera varlığında hızlı bir artış gerçekleşmiştir. Konya İlinde yapılan örtüaltı sebze yetiştiriciliği özellikle turfandacılık amacıyla yapılmaktadır. Turfandacılık, mevsimin ilk ve son ürünü şeklinde pazarlara sebze yetiştirmek olarak tanımlanabilir.

Dünya ülkelerinin tarımsal potansiyellerini belirleyen en önemli unsurların sulanabilir arazi varlıkları ve tarımsal sulamada kullanan sulama suyu miktarı olduğu göz önüne alındığında, tarımsal üretimde suyun ne kadar stratejik bir unsur ve önemli girdi kaynağı olduğu ortaya çıkmaktadır. Mevcut sulama suyu kaynaklarının yetersiz

olmasının yanında, kentsel ve sanayi su kullanımının artması tarımsal sulama da kullanılan suyunun azalmasına neden olmaktadır(Özbahçe ve Tarı, 2009) .

Tarımsal üretimde ürün kalitesinin ve miktarının artırılması için bitki kök bölgesindeki eksik nemin belirli sulama yöntemleri ve programları ile tamamlanması gerekmektedir. Konya ilinde örtüaltı yetiştiriciliği yapan üreticilerin büyük bir çoğunluğu herhangi bir sulama programı yapmadan rastgele sulama yapmaktadırlar. Yani sulama zamanı, miktarı ve süresi gibi konuları göz önünde bulundurmadan sulama yapılmaktadır. Oysa, kurak ve yarı kurak iklim özelliği gösteren bölgede mevcut suyun randımanlı kullanılması gerekmektedir. Bunun için de öncelikle bitki su tüketimine göre, her bitkiye ihtiyacı kadar su verilmesi gerekmektedir.

Konya İlinde tarımda kullanılan suyun büyük bir kısmı yeraltı su kaynaklarından sağlanmaktadır. Kullanılabilir su potansiyelinin üzerinde bir kullanım söz konusu olduğundan bu bölge gibi su kıtlığı çeken yerlerde suyun daha randımanlı kullanılması gerekmektedir.

Son yıllarda örtüaltı üreticiliği gittikçe artmakta olup özellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında sıcaklıkların düşük seviyede ve marul yetiştiriciliğinin açık tarla koşullarında yapılamamasından dolayı örtü altı yetiştiriciliği önemli düzeyde gelir getirici bir faaliyet olmaktadır. Örtüaltı tarımında marul yetiştiriciliği, birçok sıcak iklim sebzesine göre işçilik giderlerinin düşük olması ve ısıtma giderlerinin olmaması gibi nedenlerden dolayı tercih edilmektedir.

Üreticilerin belirli bir sulama programını takip etmeleri su kaynaklarının etkin kullanımı ve birim alandan daha kaliteli ve yüksek verim alınması için son derce önemlidir. A sınıfı buharlaşma kabı yöntemi, kolay olması ve doğru sonuçlar vermesi açısından sulama programlaması yapılması için çiftçilere önerilebilecek kolay bir yöntemdir. Bu nedenle yapılan bu çalışmada, farklı sulama seviyelerinin oluşturulmasında, buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Yapılan çalışma ile, Konya bölgesinde marul üreticileri için uygun sulama programı tavsiye edilmesi ve örtü altı marul yetiştiriciliğinde su kaynaklarının etkin kullanılmasının sağlaması amaçlanmaktadır.

Konya İl'inde marul bitkisi yetiştiriciliği yaz aylarında açık tarla koşullarında, sonbahar ve ilkbahar aylarında ise kısa dönemde ucuz, masrafsız ve yüksek kazanç getirisi sebebiyle örtüaltında yapılmaktadır. Başta salata malzemesi olmak üzere çiğ köfte

sektörü gibi lokanta ve evlerde tüketimi gerçekleştirilen marul bitkisi, tüm yıl boyunca bulunabilen tek senelik serin iklim sebzesidir.(Abak ve ark., 2010)

Dünya'da 2019 yılında, 1.116.220 ha alanda 24.946.142 ton marul üretilmiştir. Dünya'da en fazla marul üretimi Çin'de gerçekleşmektedir. Çin'i sırasıyla ABD, Hindistan ve İspanya izlemektedir. Türkiye'de 2019 yılında 215.861 da alanda 198.491 ton kıvırcık, 215.728 ton göbekli, 85.547 ton da aysberg olmak üzere toplamda 499.766 ton marul yetiştirilmiştir. Türkiye'de üretilen toplam marulun %23,5'i örtü altında yetiştirilmektedir. Serada 2019 yılında, 69.676 ton kıvırcık, 25.654 ton göbekli, 22.258 ton da aysberg marul üretimi gerçekleşmiştir. Konya ilinde ise toplam 3016 da alanda 7065 ton marul (Iceberg, Kıvırcık ve Göbekli) üretimi yapılmıştır. (TÜİK, 2019)

Bu araştırma ile, Konya ili Meram ilçesi Karahüyük Mahallesinde bulunan örtüaltı sebze üretimi yapılan serada, damla sulama yöntemi ile sulanan marul bitkisine iki farklı yetişme döneminde, A sınıfı buharlaşma kabı yöntemine göre belirlenen farklı sulama düzeyleri uygulananarak, marulun su – verim ilişkileri belirlenmiş ve bölge için en uygun pan katsayısı marul üreticilerine tavsiye edilmiştir.

Araştırma 5 ana kısımdan oluşmuştur. İlk kısım olan giriş bölümünde araştırmanın amacı ve önemi vurgulanmıştır. İkinci kısımda, konu ile ilgili yapılan önceki çalışmalara, Üçüncü kısımda materyal ile birlikte uygulanan metotlar belirtilmiş ve açıklanmıştır. Dördüncü kısımda araştırma sonucunda elde edilen bulgulara yer verilerek bunlarla ilgili tartışmalar verilmiştir. Son bölümde ise sonuç ve öneriler verilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Sera ve alçak plastik tünellerde yapılan üretim, örtüaltı üretim olarak isimlendirilir. Bitkisel üretim erkencilik amaçlı yapılacaksa daha çok alçak plastik tüneller kullanılır. İklim koşullarının açıkta bitki yetiştirmeye elverişli olmadığı dönemlerde, bitkilerinin ekonomik olarak yetiştirilmesi için de seralar kullanılır. (Baytorun A.N., 1995; Eltez ve Günay, 1998)

Türkiye'de ilk olarak Antalya'da başlayan örtüaltı yetiştiriciliği, daha sonraları özellikle Akdeniz ve Ege Bölgelerinde yayılma göstermiştir. Bu yıllardan sonra, plastik sanayinin gelişimi ile birlikte, plastik örtü materyali olarak kullanılmaya başlanmış ve dolaysıyla örtüaltı yetiştirciliğinde hızlı bir artış görülmüştür (Tüzel ve Eltez, 1997); (Yüce, 1990)

Birçok yazlık sebze, örtüaltı yetiştiriciliği ile birlikte olumsuz iklim koşullarına rağmen yetiştirilebilmekte ve dolayısıyla tüm yıl boyunca üretimi yapılabilmektedir (Abak ve ark., 2010).

Marul bitkisi, yakın zamana kadar çoğunlukla *Lactuca sativa var*. çeşidi olarak yetiştirilirken, daha sonraları *L. sativa var. crispa* ve *L. sativa var. capitata*, çeşitleri olarak da adlandırılan kıvırcık yapraklı ve iceberg tipi baş salatalar da yoğun olarak yetiştirilmeye başlanmıştır(Alaca, 2000).

Marul, ekonomik değeri yüksek ve üretimi yaygın olarak yapılan bir sebzedir. Tüm yıl boyunca açıkta veya örtüaltında üretilebildiği için diğer sebze grupları içinde bir münavebe bitkisidir (Yıldırım ve ark., 2015)

Sulama programının toprak-bitki-iklim ilişkileri çerçevesinde yapılması, mevcut su kaynaklarının etkin kullanımı açısından oldukça önemlidir (James, 1988),

Sulama-verim ilişkileri, öncelikle toprak heterojenliği ve iklimsel koşullar, sulama zamanı ve uygulama yöntemi ile su kalitesi gibi faktörlere bağlıdır (Doorenbos ve Pruitt, 1977),

(Acar ve ark., 2008), Konya ili sera koşullarında farklı sulama ve azot düzeylerinin damla sulama ile sulanan marulun verimi ile diğer özelliklerine olan etkisini araştırmak üzere bir çalışma yürütmüşlerdir. Pan kabından oluşan eklemeli buharlaşmanın % 60, % 80 ve % 100 karşılandığı üç su düzeyi ile dört farklı azot seviyelerinin marul bitkisinin verimine olan etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda en yüksek baş ve pazarlanabilir baş ağırlığını S_1 (%100) uygulamasında sırasıyla; 355.17 ve 334.78 g olarak bulmuşlardır.

(Şahin ve ark., 2016), marul bitkisi üzerinden yürüttükleri bir araştırmada, farklı sulama miktarlarının (A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşan suyun %100, %85 ve %70'i) bitki büyümesine (yaprak sayısı, gövde çapı, bitki çapı ve yüksekliği), pazarlanabilir verime, su kullanım randımanına ve mahsul kalite paremetrelerine (mineral içeriği, toplam fenolikler ve antioksidan aktivite) etkilerini belirlemişlerdir. İki yıllık ortalama değerler göz önüne alındığında en fazla; bitki su tüketimi 214.1 mm ile I_1 konusundan, pazarlanabilir verim 2,17 kg m^{-2} ile I_1 konusundan ve su kullanım randımanı 10,2 kg m^{-3} ile yine I_1 konusundan elde edilmiştir.

(Karam ve ark., 2002), Lübnan'da farklı sulama rejiminin marul bitkisi verimine ve azot geri kazanımına etkisini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada sulama konularını; lizimetre ile ölçülen bitki su tüketimi (I_{100}) ve bu değerin farklı yüzdeleri (I_{80} ve I_{160}) olarak belirlemişlerdir. Bitki su tüketim değerleri; I_{100} konusu için 433 mm, I_{80} konusu için 375 mm ve I_{60} konusu için ise 337 mm olarak belirlemişlerdir. Çalışmada, su kullanım randıman (WUE) değerlerini I_{100}, I_{80} ve I_{160} konuları için sırasıyla;17,6, 13,7 ve 13,4 kg ha^{-1} mm^{-1} olarak bildirmişlerdir. Araştırmada verim değerleri ise konulara göre sırasıyla 7275, 5140 ve 4505 kg ha^{-1} olarak bulunmuştur.

(Kuşlu ve ark., 2008), Erzurum koşullarında, farklı sulama rejimlerinin açıkta yetiştirilen kıvırcık marulun verimi, verim parametreleri ve su kullanım randımanları üzerine etkilerini incelemişlerdir. Konulara göre uygulanan sulama suyu miktarlarının 2015 yılında 27.9-139.7 mm, 2006 yılında 42.9-214.5 mm arasında, bitki su tüketim değerlerinin ise sırasıyla 106.7-209.9 ve 135.1-254.6 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada pazarlanabilir baş ağırlıklarını konulara göre ilk yıl 9.50 - 33.48 ton ha^{-1}, ikinci yıl ise 19.64-45.49 ton ha^{-1} arasında bulmuşlardır. Ortalama su kullanım verimliliğini, tam sulama koşullarında 168,88 kg ha^{-1} mm^{-1} ve az su verilen konuda ise 117.39 kg ha^{-1} mm^{-1} olarak hesaplamışlardır.

(Senyigit ve Kaplan, 2013), Isparta bölgesinde ısıtmasız sera koşullarında farklı sulama suyu seviyelerinin marulun bitkisinin verimi ve verim parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Sulama suyu uygulamaları yetiştirme sezonu boyunca 7 gün ara ile damla sulama yöntemi ile yapılmıştır. Sulama konuları altı farklı su seviyesi (Pan kabından meydana gelen eklemeli buharlaşma miktarının I_2:% 25, I_3:% 50, I_4:% 75, I_5:% 100, I_6:% 125 ve I_1: sulamasız) şeklinde oluşturulmuştur. Verilen sulama suyu miktarlarının 0 ile 106.3 mm arasında, bitki su tüketim değerlerinin ise 69.1- 158.5 mm arasında olduğunu bildirmişlerdir. Uygulanan sulama suyu miktarlarının artışı ile birlikte bitki su tüketim değerlerinde de artış olduğunu

vurgulamışlardır. Çalışmada en yüksek verimi 86.3 ton ha^{-1} ile I_5 konusundan, en düşük verimi ise 4.6 ton ile I_1 konusundan elde etmişlerdir. En yüksek WUE ve IWUE değerlerini sırasıyla 0.60 ve 96 ton mm^{-1} ha^{-1} ile I_5 konusundan, en düşük ise 0.22 ton mm^{-1} ha^{-1} ile I_2 konusu ve 0.38 ton mm^{-1} ha^{-1} ile I_6 konusundan (I_1:sulamasız konu haricinde) elde ettiklerini bildirmişlerdir. Araştırmacılar çalışmada verim tepki etmeni değerini (Sammis ve ark.) 1,97 olarak belirtmişlerdir. Ky değerine göre marul bitkisinin topraktaki su eksikliğine çok duyarlı olduğunu ve sera koşullarında marul yetiştiriciliğinin sulamasız yapılamayacağını vurgulamışlardır.

(Kirnak ve ark., 2016) , farklı sulama seviyelerinin (Pan kabından oluşan eklemeli buharlaşma miktarının farklı yüzdeleri şeklinde oluşturulan konular; Kp_1=1.0, Kp_2=0.75, Kp_3=0.50, Kp_4=0.25), Şanlıurfa İlinde ısıtılmamış bir serada Aralık-Şubat döneminde yetiştirilen marul bitkisinin verimine olan etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada; deneme konularına göre 30-118 mm sulama suyu uyguladıklarını, buna karşılık bitki su tüketimlerinin ise 51-125 mm arasında gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada deneme konularına göre verim değerlerinin ise 3.8 ton da ile 7.8 ton da arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

(Yıldırım ve ark., 2015), farklı sulama suyu seviyelerinin serada yetiştirilen kıvırcık marulun verimi ve gelişimi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla Çanakkale koşullarında 2011–2012 yıllarında bir çalışma yapmışlardır. Çalışma, ilk dönem Ekim-Aralık, ikinci dönem ise Aralık-Mart olacak şekilde iki farklı dönemde yürütülmüştür. Ekim-Aralık döneminde 15–75 mm ve Aralık-Mart döneminde 9–45 mm arasında değişen sulama suyu uygulanmıştır. Kıvırcık marulun bitki su tüketimleri ise dönemlere göre sırasıyla 88–115 ve 56–79 mm olarak hesaplanmıştır. Çalışmada ikinci üretim döneminde, tüm sulama rejimlerinde verimlerin arttığını belirtmişlerdir. Sulama suyu ile birlikte marul meyve ağırlığının, taç genişliklerinin, yaprak alanlarının ve uzunluklarının arttığı tespit edilmiştir.

(Mansuroğlu ve ark., 2011) , farklı sulama rejimleri (A sınıfı buharlaşma kabına göre oluşturulan konular; I_{25}, I_{75} ve I_{100}) ile amonyum nitrat N_{AN} ve amonyum sülfat N_{AS} formunda farklı azot miktarlarının (N_0, N_{15} ve N_{30} kg da^{-1}) doğu akdenizde sera koşullarında yetiştirilen marul bitkisi gelişimi ve verimini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Çalışmada konulara göre 92, 183 ve 365 mm sulama suyu uygulanmıştır. En yüksek verimi 90.3 t ha^{-1} ile N_{AS} formunda dekara 30 kg atılan azot atılan (N_{30} kg da^{-1}) I_{100} sulama konusundan elde etmişlerdir.

(Bozkurt ve ark., 2009) , farklı azot formları (amonyum nitrat N_{AN} ve amonyum sülfat N_{AS}) ve sulama rejimlerinin (A sınıfı buharlaşma kabına göre oluşturulan konular; Kcp0, Kcp75 Kcp100 ve Kcp125), Hatay ilinde sera koşullarında yetiştirilen marul bitkisinin verimi, kalitesi ve su kullanım verimliliğine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; deneme konularına göre 100-431.5 mm sulama suyu uyguladıklarını buna karşılık bitki su tüketim değerlerinin sulama konularına göre N_{AN} konusunda 122-477 mm aralığında, N_{AS} konusunda ise 122-455 mm olarak bulmuşlardır. Araştırmada en fazla verim; N_{AN} konusunda 66226.7 kg ha^{-1} ile Kcp100 konusundan, N_{AS} konusunda ise 63730,8 kg ha^{-1} ile Kcp125 konusundan elde edilmiştir.

(Mansuroğlu ve ark., 2011) , Hatay ili sera koşullarında pan buharlaşma havuzu yöntemine göre belirlenen farklı sulama düzeylerinin (Kpc: I_{125} , Kpc: I_{100} Kpc: I_{75} Kpc: I_{50} Kpc: I_{25}), damla sulama yöntemi (TDI) ve toprak altı damla sulama yöntemi (laterallerin 10 cm derinliğe yerleştirildiği SDI_{10} ve 20 cm derinliğe yerleştirildiği SDI_{20} konusu) ile sulanan marul bitkisinin verim, kalite ve su kullanım verimliliğine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; konulara göre uygulanan sulama suyu miktarlarının 75-376 mm arasında değiştiğini, maksimum su tüketiminin ise TDI konusunda 408 mm olarak gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada konulara göre ortalama verimler dikkate alındığında; en düşük ortalama baş ağırlığının 519.3 g ile I_{25} konusundan, en yüksek ortalama baş ağırlığının ise 801.2 g ile I_{100} konusundan; en yüksek bitki boyunun 34.6 cm ile I_{100} konusundan, en düşük ise 32.1 ile I_{75} konusundan, en yüksek baş çapının 31.9 cm ile I_{100} konusundan, en düşük ise 28.0 cm ile I_{50} konusundan elde etiklerini bildirmişlerdir. Araştırmada IWUE değerlerinin ise sulama konularına göre; TDI yönteminde 13.4-46.3 kg m^{-3}, SDI_{10} yönteminde 12.9-47.9 kg m^{-3} ve SDI_{20} yönteminde ise 11.6-44.3 kg m^{-3}arasında, WUE değerlerinin ise sırasıyla; 12.4-27.3, 13.5-33.6 ve 12.5-26.8 kg m^{-3}arasında değiştiğini vurgulamışlardır.

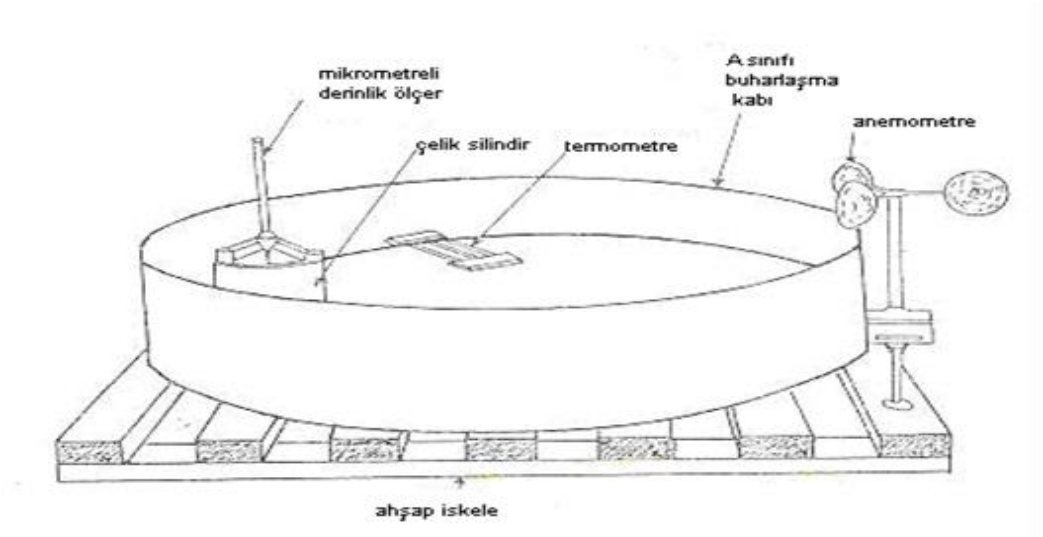
(Kadayifci ve ark., 2004), Isparta ili sera koşullarında farklı sulama suyu miktarlarının malçlı ve malçsız şartlarda yetiştirilen marul bitkisinin su tüketimine ve verimine olan etkisini araştırmışlardır. Çalışmada; malçlı koşularda su konularına göre bitki su tüketimlerinin 44-180 mm, uygulanan sulama suyu miktarlarının 0-165 mm, verimlerin ise 7.3-49.4 ton ha^{-1} aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Malçsız koşullarda ise bitki su tüketimlerinin 43-285 mm, uygulanan sulama suyu miktarlarının 0-267 mm, verimlerin ise 4.3-43.4 ton ha^{-1} aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Uygulanan su miktarı artışı ile birlikte bitki su tüketiminin ve verimin arttığını vurgulamışlardır. Aynı çalışmada, IWUE ve WUE değerlerini malçsız koşullarda sırası ile 134-164 kg mm^{-1} ha^{-}

^{1} ve 89-152 kg mm^{-1} ha^{-1} arasında, malçlı koşularda ise 299-509 kgmm^{-1} ha^{-1} ve 166-274 kg mm^{-1} ha^{-1} arasında değiştiğini vurgulamışlardır.

(Sahin ve ark., 2016), Erzurum ili açık tarla koşullarında farklı sulama miktarlarının Marul bitkisinin büyüme, verim, su kullanımı ve ürün kalitesine etkilerini incelemişlerdir. Sulama konularını, A sınıfı buharlaşma kabından meydan gelen yığışımlı miktarın %100'ü ($I_{100)}$, %85'i (I_{85}) ve %75'i (I_{75}) olarak belirlemişlerdir. Çalışmada iki yıllık ortalamalara göre en yüksek; bitki su tüketimi 214.1 mm, pazarlanabilir verim 2.17 kg m^{-2}, IWUE 12.4 kg m^{-3} ve WUE değeri 10.2 kg m^{-3} ile I_{100} konusundan elde edilmiştir.

(Solak, 2016), Çanakkale ilinde açık ve tünel altında kıvırcık salata yetiştirme imkanlarını belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada; en fazla ticari verimleri 01.02.2015 ve 01.03.2015 tarihlerinde alçak tünel ve yine aynı tarihlerdeki yüksek tünel uygulamalarında sırasıyla verimler 5.6, 6.7, 6.1 ve 6.6 ton da^{-1}, en düşük ticari verimleri ise 01.11.2015 ve 01.12.2015 tarihlerinde alçak tünel ve yine aynı tarihlerdeki yüksek tünel uygulamalarında sırasıyla verimler 1.6, 3.2, 2.0 ve 4.4 ton da^{-1} olarak bulmuştur. Sonuç olarak, Şubat-Mart dikiminden elde edilen verimleri, Kasım Aralık dikiminden elde edilen verimlere göre daha yüksek bulmuştur.

Kıyas bitki su tüketiminin tahmini yöntemlerinden birisi de, pan kaplarından ölçülen buharlaşma miktarı ile kıyas bitki su tüketimi arasında ilişki kurmaktır. Uygulamada en fazla A sınıfı buharlaşma kapları kullanılmaktadır.(Kanber, 1997) Bu kaplar; 25,4 cm yüksekliğinde, 120,7 cm çapında, galvanizli sacdan yapılmış üstü açık silindirden ibarettir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. A sınıfı buharlaşma kabı genel görünümü

Şahin ve Al-Bayatı (2018) Konya ili tarla şartlarında *Cuore* marul çeşidinin su-verim paremetrelerini araştırmak amacıyla, 2017-2018 yılı vegetasyon döneminde bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada sulama aralığını 4 gün olarak belirtmişler ve dört farklı sulama düzeyi uygulanmıştır. Sulama düzeyleri, Pan havuzundan oluşan eklemeli buharlaşma değerinin % 60'ı (I_{60}), % 80'i (I_{80}), % 100'ü (I_{100}) ve % 120'si (I_{120}) alınarak oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda, en fazla mevsimlik bitki su tüketimi 441.9 mm ile I_{120} konusunda, en düşük ise 317.8 mm ile I_{60} konusunda gerçekleşmiştir. En fazla ortalama ticari baş ağırlığı 865.85 g ile I_{120} konusunda, en düşük ortalama ticari baş ağırlığı ise 475.68 g ile I_{60} konusunda bulunmuştur. Su ve sulama suyu kullanım etkinlik değerlerinin konulara göre sırasıyla 12.5-17.0 kg m^{-3} ve 14.6-18.3 kg m^{-3} arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Verim tepki etmeni(ky) 1.38 olarak bulunmuştur. I_{100} konusu ideal sulama programı olarak önerilmiştir.

,

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Materyal

3.1.1. Deneme alanı

Çalışma, Konya ili Meram merkez ilçesi Karahüyük mahallesinde örtü altı marul yetiştiriciliği yapılan ısıtmasız bir serada, 2019 yılı Eylül-Kasım ve 2020 yılında ise Şubat -Nisan aylarında yürütülmüştür. Şekil 3.1. de denemenin kurulduğu seranın fotoğrafı görülmektedir. Meram ilçesi, il merkezine 4 km uzaklıkta olup, 37°70' Kuzey enlemi ile 32°30' Doğu boylamı arasında yer almaktadır. İlçenin rakımı 1041 metredir. İlçenin, güneyinde Akören, kuzeyinde Selçuklu, doğusunda Karatay batısında ise Beyşehir ilçesi bulunmaktadır. İlçe 1.680,2 km²'lik yüzölçüme sahiptir.



Şekil 3.1. Deneme alanı.

3.1.2. İklim özellikleri

Konya ili yarı kurak iklim özelliğine sahip olup, Türkiye'nin en az yağış alan illerinden birisidir. İl'de kış ayları soğuk ve kar yağışlı, yaz ayları ise kuru ve sıcakdır. Yağışlar daha çok ilkbahar mevsiminde konveksiyonel yağışlar şeklindedir. İlkbaharda konveksiyonel yağışlar (kırkikindi) sıklıkla görülmektedir.

Araştırmanın yürütüldüğü, 26 Eylül- 18 Kasım 2019 ile 15 Şubat- 26 Nisan 2020 dönemlerine ait sera içi ortalama sıcaklık ve nem değerleri, sera içerisine yerleştirilen cihazla (Şekil 3.2) ölçülmüştür. Ölçülen değerler Çizelge 3.1 de verilmiştir.



Şekil 3.2 Sıcaklık ve nem ölçer

Çizelge 3.1. Deneme serasındaki ortalama sıcaklık ve nem değerleri

Yıl	İklim elemanı	26-30 Eylül	Ekim	1-18 Kasım
2019 Eylül-Kasım	Ortalama sıcaklık °C	28,6	29,4	26,2
	Ortalama bağıl nem (%)	33,0	35,8	35.5
Yıl	İklim elemanı	15-29 Şubat	Mart	1-26 Nisan
2020 Şubat-Nisan	Ortalama sıcaklık °C	16,8	18,9	22,8
	Ortalama bağıl nem (%)	32,0	29,6	23,7

3.1.3. Tarımsal üretim

Konya ilinin yüzölçümü 4.081.353 hektardır. Başta buğday, arpa ve mısır üretimi olmak üzere tarla tarımı ile birlikte açık ve kapalı alanlarda sebze üretimide yapılmaktadır. Konya ili 2018 yılı işlenen arazi durumu Çizelge 3.2'de verilmiştir. İşlenebilir toplam arazinin %1.2 sinde (30 022 ha) sebze tarımı yapılmaktadır. (Anonim 2018)

Çizelge 3.2. Konya ilinde işlenen arazi durumu.

İşlenen Arazi	Alan	%
Tarla Arazisi	1 423 737	71.2
Nadas	383 502	25.4
Sebze	30 022	1.2
Meyve-İçecek ve baharat-Süs Bitkileri	53 567	2.2
Toplam	1 890 829	100

Türkiye ve Konya ilinde örtüaltında yetiştirilen marul bitkisi yetiştiriciliği ile ilgili bilgiler Çizelge 3.3. de görülmektedir. (TÜİK 2019)

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

		2016		2017		2018		2019	
Marul	Yer	Alan	Üretim (Ton)	Alan	Üretim (Ton)	Alan	Üretim (Ton)	Alan	Üretim (Ton)
Kıvırcık	Türkiye	23 106	56 232	26.367	67 414	23 508	66 025	24 268	69 676
	Konya	-	-	-	-	-	-	20	100
Göbekli	Türkiye	5934	18 684	8848	28 888	7526	24 510	7961	25 654
	Konya	17	46	12	33	22	63	306	805
Iceberg	Türkiye	2510	7 864	5300	19 001	6151	21 591	6528	22 258
	Konya	-	-	-	-	-	-	-	-

3.1.4. Sulama sistemi

Araştırmada, marul bitkisinin sulanmasında damla sulama sistemi kullanılmıştır. Damla sulama sistemi; kontrol ünitesi (kum-çakıl filtre tankı, gübre tankı, vanalar), ana boru hattı, yan boru hattı ve damlatıcı boru hattından oluşturulmuştur. Sistemde debisi 4 l/h olan içten gecik damlatıcılara sahip 16 mm çapında damlatıcı boruları kullanılmıştır. Sistemin iletim hattı ana boru çapı 32 mm olarak tasarlanmıştır. Damlatıcı aralığı arazide yapılan testler sonucunda, toprağın 30 cm altında oluşan ıslak çap, 44 cm olarak bulunmuştur. Islak çapın yaklaşık %66'sı (30 cm) damlatıcı aralığı, olarak belirlenmiştir (Yıldırım, 2008).

3.1.5. Kullanılan fide çeşidi

Denemede, Kıvırcık (*Lactuva Sativa L. var. longifolia*) Davidole marul çeşidi kullanılmıştır. Davidole marul çeşidi, hem açık tarla yetiştiriciliğne hem de ve örtüaltı yetiştiriciliğine uygundur. Yüksek sapa kalkma mukavemeti olan çeşit, aynı zamanda esnek yaprak yapısına sahiptir. Dolayısıyla gerek hasat yapılırken gerekse de kullanım öncesi yıkama yapılırken yapraklarında kırılma olmamaktadır. Sulu gevrek yapısı ile çok lezzetlidir. Pazarlarda talep edilen ve rağbet gören bir marul çeşididir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak ve Su analizleri

Araştırma öncesi; deneme alanı toprağının bünyesi, tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı ile bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için profiller açılarak,(Demiralay, 1977) tarafından önerilen yöntem ve prensiplere göre toprağın 0-25 ve 25-50 cm derinliğinden toprak örnekleri alınarak gerekli analizler yapılmıştır.

Marul bitkisinin sulanmasında kullanılan su, seranın hemen yanındaki derin kuyudan sağlanmıştır. Su örnekleri kuyu çalıştıktan 5 dakika sonra alınmış ve (Ayyıldız, 1990)'da verilen yönteme göre analiz edilmiştir.

3.2.2. Deneme planı ve konuları

Araştırmada, kıvırcık marul fideleri bitki sıra arası 40 cm, bitki sıra üzeri 30 cm olacak şekilde dikilmiştir. Deneme parseli boyu 3 m, parsel eni ise 2 m olarak planlanmıştır. Böylece her bir parselin alanı 6 m^2 (2x3m) olarak belirlenmiştir. Her parselde 5 bitki sırasından oluşmuştur. Damlama sulamam sistemi her marul sırasına bir letarel boru döşenerek planlanmıştır.

Araştırmada, 4 farklı deneme konusu (Kaptan buharlaşan suyun %60, %80, %100 ve %120), tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sulama programı, belirli bir zaman aralığında Pan kabından oluşan yığışımlı buharlaşma miktarının yukarıda belirtilen katsayılarla çarpılması sonucu oluşturulmuştur. Deneme konuları Çizelge 3.4 de görülmektedir.

Çizelge 3.4. Deneme konuları

Deneme Konuları	Kpc (Bitki pan katsayısı)	Açıklama
S_{60}	0,60	A sınıfı buharlaşmanın %60'ı sulama ile verilecek
S_{80}	0,80	A sınıfı buharlaşmanın %80'ı sulama ile verilecek
S_{100}	1,00	A sınıfı buharlaşmanın %100'ü sulama ile verilecek
S_{120}	1,20	A sınıfı buharlaşmanın %120'si sulama ile verilecek

3.2.3 Tarımsal uygulamalar

Marul fidelerinin dikimi, 2019 yılında 26 Eylül, 2020 yılında ise 14 Şubat tarihlerinde el ile yapılmıştır. Deneme alanına, dikimden hemen sonra ve ilk sulamada dekara 2 litre olacak şekilde 2 defa hümik asit içerikli köklendirici ile ilk çapada dekara 2 kg amonyum sülfat uygulaması yapılmıştır. (Baş Odabaş, 2019). Yabancı ot mücadelesi mekanik olarak yapılmış olup deneme boyunca herhangi bir hastalık ve zararlı görülmediği için herhangi bir kimyasal ilaç kullanılmamıştır. 2019 yılı hasatı 18 Kasım, 2020 yılı hasatı ise 26 Nisan tarihilerinde el ile yapılmıştır (Şekil 3.3). Hasatta, parselin

sağından ve solundan birer bitki sırası ile her parselin başından ve sonundan üçer bitki sırası atılarak, ortadaki 12 adet marul bitkisi hasat edilerek verim ve verim unsurları incelenmiştir. Dolayısıyla hasat alanı 1.44 m^2 (1.2m x 1.2m) olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.3. Hasat alanı

3.2.4. Toprak nem içeriğinin belirlenmesi

Toprak nem içeriği TDR 300 ve gravimetrik yöntem ile ölçülen toprak nemi değerleri göz önüne alınarak belirlenmiştir. Gravimetrik yöntemde; toprak örnekleri burgu yardımıyla 0-25 ve 25-50 cm derinliklerden alınmıştır. Burgu ile alınan toprak örneklerinin nem miktarları 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 1) yardımıyla hesaplanmıştır.(Kara, 2005)

$$P_w = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100 \qquad 1$$

Eşitlikte;

P_w : % su (ağırlık yüzdesi);

W_w : toprağın yaş ağırlığı; (gr)

W_d : toprağın kuru ağırlığıdır. (gr)

3.2.5. Sulama suyu miktarı hesabı

Araştırmada sulama programını belirlemek amacıyla deneme alanının yanına A sınıfı buharlaşma havuzu yerleştirilmiştir (Şekil 3.4). Sulama konularına etkili kök bölgesi faydalı su kapasitesinin % 30 u tüketildiğinde başlanmıştır. İlk sulamada tüm konulardaki mevcut toprak nemi tarla kapasitesine getirilmiştir. Daha sonraki sulamalarda ise dört veya beş günde bir ölçülen buharlaşma miktarı sulama suyu olarak konulara göre belli oranlarda verilmiştir.



Şekil 3.4. A sınıf buharlaşma kabı

Belirlenen zaman diliminde, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen yığışımlı buharlaşma miktarı, sulama konularına göre belirlenen kap katsayıları ve parsel alanı ile çarpılarak her parsele uygulanacak sulama suyu hacimsel olarak (Kanber, 1984) tarafından verilen Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır. Parsellere uygulanan sulama suyu miktarını ölçmek için blok başlarına su sayacı yerleştirilmiştir (Şekil 3.5).

$$I = A \times Epan \times Kpc \times P \quad (2)$$

Eşitlikte;

I : Sulama suyu (litre),

A : Alan (m^2)

Ep : Eklemeli buharlaşma miktarı (m)

Kpc : Bitki pan katsayısı

P: : Islatma oranı (Islatma alanı %100 alınmıştır)



Şekil 3.5. Su sayacı

3.2.6.Bitki su tüketiminin hesabı

Toprak nem değerleri TDR 300 cihazı ile ölçülmüştür (Şekil 3.6). Cihazın kalibrasyonunda gravimetrik yöntem kullanılmıştır. Bitki su tüketimi, (James, 1988) tarafından önerilen Eşitlik 3 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$ET = I + R - D_P + C_P - R_f \pm \Delta S \quad (3)$$

Eşitlikte; ET: Bitki su tüketimi (mm) I: Uygulanan sulama suyu mm, R: Etkili yağış (mm), Dp: Derine sızma (mm), Cp: Kapilar yükselme (Sammis ve ark.), Rf: Yüzey akış (Sammis ve ark.), ΔS; Denme öncesi ve sonrası toprak profilindeki su içeriği değişimi (mm)dir.



Şekil 3.6. TDR 300 nem ölçer

3.2.7 Su kullanım ve sulama suyu kullanım randımanlarının belirlenmesi

Birim sudan yararlanma oranı olarak ifade edilen su kullanım (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri (Tanner ve Sinclair, 1983)'e göre aşağıdaki eşitlikler dikkate alınarak hesaplanmıştır (Eşitlik 4 ve 5).

$$WUE = \frac{E_y}{ET} \quad (4)$$

Eşitlikte;

WUE : Su kullanım randımanı (kg m^{-3}),
Ey : Verim (kg da^{-1}),
ET : Bitki su tüketimi (mm)

$$IWUE = \frac{E_y}{I} \quad (5)$$

Eşitlikte;

IWUE : Sulama suyu kullanım randımanı (kg m^{-3}),
I : Uygulanan sulama suyu (mm)

3.2.8. Verim-Tepki Etmeni (ky)

Bitkilerin su-verim ilişkilerini belirlemede kullanılan modellerden birisi de Stewart eşitliğidir (Stewart ve ark., 1976) ;(Doorenbos ve Kassam, 1979). Bu modelde verim tepki etmeni (Sammis ve ark.) hesaplanarak, oransal nem tüketimleri ve eksilişleri ile oransal verim azalışları arasındaki ilişki ortaya koyulmaktadır. Bu modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir (Eşitlik 6). 1'den büyük olan ky değerleri bitkinin su kısıtına hassas olduğunu, 1'den küçük olan ky değerleri ise bitkinin su kısıtına toleranslı olduğunu göstermektedir (Steduto ve ark., 2012).

$$(1-Y_a/Y_{max}) = k_y\,(1-ET_a/ET_{max}) \quad (6)$$

Eşitlikte; Ya:Su kısıtı şartlarında gerçek verim (kg da^{-1}), Y*max*: tam sulama koşulunda en yüksek verim (kg da^{-1}), ETa: Su kısıt şartlarında gerçek bitki su tüketimi (mm) ET*max*:

tam sulama koşulunda en yüksek bitki su tüketimi mm ve ky: verim tepki etmenini göstermektedir.

3.2.9. Verim ve verim parametrelerinin belirlenmesi

Her parselde belirlenen hasat alanından (1.44 m^2) verim ve verim parametrelerinin belirlenmesi için 12 adet marul seçilerek aşağıdaki parametreler belirlenmiştir.

- Marul Baş Ağırlığı,
- Ticari Marul baş ağırlığı,
- Marul Kök uzunluğu
- Ticari Marul baş boyu,
- Ticari Marul baş çapı,

3.2.9.1. Marul Baş ağırlığı

Hasat edilen bitkilerin baş ağırlıkları kökleri kesildikten sonra terazi ile tartılarak belirlenmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Baş ağırlık tartımı

3.2.9.2. Ticari Marul baş ağırlığı

Ticari baş ağırlığı, kalitesiz yapraklar alındıktan sonra terazi ile tartılarak belirlenmiştir (Şekil3.8).



Şekil 3.8. Ticari baş ağırlık tartımı

3.2.9.3. Marul kök uzunluğu

Ortalama kök uzunluğu, kökler zarar görmeyecek şekilde hasat edildikten sonra yıkanıp, kök boğazından itibaren ölçülerek belirlenmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Kök uzunluk ölçümü

3.2.9.4. Ticari marul baş boyu

Ticari marul baş boyları Şekil 3.10’ da görüldüğü gibi kök boğazı ile yaprakların en uç noktası arasının ölçülmesiyle belirlenmiştir.



Şekil 3.10. Ticari marul baş boy ölçümü

3.2.9.6. Ticari marul baş çapı

Ticari marul baş çapları Şekil 3.11 de gösterildiği gibi cetvel ile ölçülmüştür.



Şekil 3.11. Ticari Marul baş çapı ölçümü

3.2.9 İstatiksel Analizler

Deneme Araştırmada varyans analizlerinde JMP paket programı kullanılmıştır. Konular arasındaki farklıklar ve gruplandırmalarda LSD testine göre yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Toprak ve Su Kaynaklarına ait Bazı Özellikler

Denemenin yürütüldüğü sera toprağına ait bazı fiziksel özellikler Çizelge 4.1'de kimyasal özellikleri ise Çizelge 4.2'de görülmektedir.

Çizelge 4.1. Toprağın bazı fiziksel özellikleri

Derinlik	Bünye	Hacim Ağırlığı (g cm^{-3})	Tarla Kapasitesi (Hacim % si)	Solma Noktası (Hacim % si)	Faydalı Su Kapasitesi (FSK) (Sammis ve ark.)	İlk 50 cm'deki FSK (Sammis ve ark.)
0-25	CL	1.32	30.87	19.91	27.40	52.98
25-50	CL	1.33	30.03	19.80	25.58	

* Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarı

Çizelge 4.1 de görüldüğü üzere, deneme alanı topraklarının bünyesi her iki katmanda da killi-tın özelliğindedir. Topraktaki 50 cm derinlikteki faydalı su kapasitesi 52.98 mm olarak hesaplanmıştır. Hacim ağırlığı değerleri ise üst katmanda 1.32 g cm^{-3} alt katmanda ise 1.33 g cm^{-3}olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Toprağının bazı kimyasal özellikleri

Derinlik	PH	Su ile doygunluk (%)	EC (dS m^{-1})	Tuz (%)	$CACO_3$ (%)
0-25	7.88	70.4	0.88	0.04	28.90
25-50	7.42	56.1	0.78	0.02	20.72

*Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarı

Toprak analizi Çizelge 4.2 incelendiğinde, üst katmandan alt katmana doğru toprakların pH değerleri sırası ile 7.88 ve 7.42 hafif alkali, tuzluluk değerlerinin ise % 0.04 ve % 0.02 hafif tuzlu olarak belirlendiği görülmektedir. Toprak özelikleri marul yetiştiriciliği açısından uygundur.

Denemede kullanılan sulama suyu örnekleri, araştırma alanı içerisindeki çiftçiye ait kuyudan alınmıştır. Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarında yapılan sulama suyuna ait analiz sonuçları Çizelge 4.3 de görülmektedir. Sulama suyu C_2S_1 (Orta Tuzlulukta ve Az Sodyumlu) sular sınıfında olup, marul yetiştiriciliğinde herhangi bir sorun teşkil etmemektedir.

Çizelge 4.3. Sulama suyunun özellikleri

pH	EC (ds/m)	Katyonlar (me/l)					Anyonlar (me/l)					Sınıfı
		Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Toplam	$CO_3^=$	HCO_3^-	$SO_4^=$	Cl^-	Toplam	
8,070	0.481	0.51	0.01	1.86	3,24	5.56	0.0	4,39	0,407	0,404	5.56	C_2S_1

4.2. Sulama Suyu ve Bitki Su Tüketim Miktarları

Araştırmada marul bitkilerinde vegatasyon süresi ilk yıl 54 gün, ikinci yıl ise 73 gün olarak gerçekleşmiştir. (Yıldırım ve ark., 2015), benzer tarihlerdeki yaptıkları bir çalışmada, vegatasyon sürelerini birinci üretim döneminde 57, ikinci üretim döneminde ise 81 gün olarak bildirmişlerdir. İkinci yılda vegatasyon süresinin fazla oluşu, 2020 yılı Şubat-Nisan aylarının 2019 yılı Eylül-Kasım aylarına göre daha soğuk olmasından dolayı vegatatif gelişiminin yavaş olmasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir. 2019-2020 yıllarında deneme parsellerine uygulanan sulama suyu miktarları ve tarihleri Çizelge 4.4 ve 4.5 de görülmektedir.

Çizelge 4.4. 2019 yılında uygulanan sulama suyu miktarları (mm)

Sulama tarihleri	Deneme Konuları			
	S_{60}	S_{80}	S_{100}	S_{120}
26 Eylül-05 Ekim	**65**	**65**	**65**	**65**
10 Ekim	9.6	12.8	16.0	19.2
14 Ekim	9.0	12.0	15.0	18.0
18 Ekim	8.4	11.2	14.0	16.8
24 Ekim	6.0	8.0	10.0	12.0
29 Ekim	4.8	6.4	8.0	9.6
4 Kasım	6.0	8.0	10.0	12.0
8 Kasım	5.4	7.2	9.0	10.8
13 Kasım	6.0	8.0	10.0	12.0
Toplam	**120.2**	**138.6**	**157.0**	**175.4**

Çizelge 4.5. 2020 yılında uygulanan sulama suyu miktarları (mm)

Sulama tarihleri	Deneme Konuları			
	S_{60}	S_{80}	S_{100}	S_{120}
1 Şubat - 14 Mart	**45**	**45**	**45**	**45**
21 Mart	4.8	6.4	8.0	9.6
26 Mart	7.2	9.6	12.0	14.4
31 Mart	8.4	11.2	14.0	16.8
4 Nisan	9.0	12.0	15.0	18.0
10 Nisan	7.8	10.4	13.0	15.6
16 Nisan	7.8	10.4	13.0	15.6
21 Nisan	6.6	8.8	11.0	13.2
	96.6	**113.8**	**131.0**	**148.2**

Marul fidelerinin homojen bir şekilde köklenerek toprağa tutunabilmesi için 2019 yılında 26 Eylül- 05 Ekim tarihleri arasında 65 mm, 2020 yılında ise 1 Şubat- 14 Mart tarihleri arasında 45 mm su verilmiştir. Çizelge 4.4 de görüldüğü üzere, araştırmada sulama konularına 2019 yılında 10 Ekim tarihinde başlanmış 13 Kasım'da sonlandırılmıştır. Bu zaman diliminde 8 sulama yapılmıştır. Sulama uygulamalarının 4 günde bir yapılması planlanmasına rağmen bazı işletmecilik sorunlarından dolayı birkaç defa 5 günde bir yapılmıştır. 2019 yılında sulama konularına göre 120.2 mm ile 175.4 mm arasında su uygulanmıştır. S_{120} konusunda ortalama 10 mm derine sızma meydan gelmiştir.

Çizelge 4.5 incelendiğinde, sulama konularına 2020 yılında 21 Mart tarihinde başlandığı 21 Nisan tarihinde sonlandırıldığı görülmektedir. Bu zaman diliminde 7 sulama yapılmıştır. Sulama uygulamaları daha önce de belirtildiği üzere 4 günde bir olarak planlanmasına rağmen genellikle hava sıcaklığının da düşük olmasından dolayı genellikle 5 - 6 günde bir yapılmıştır. 2020 yılında sulama konularına göre 96.6mm ile 148.2 mm arasında su uygulanmıştır. S_{120} konusunda ortalama 5 mm derine sızma meydan gelmiştir.

2019 yılı uygulanan sulama suyu miktarları, 2020 yılı değerlerine göre vegatasyon süresinin kısa olmasına rağmen bitki yetişme dönemi ve hava sıcaklığına bağlı olarak daha yüksek gerçekleşmiştir. (Yıldırım ve ark., 2015) yürüttükleri benzer bir çalışmada (birinci dönem Ekim-Aralık, ikici dönem ise Aralık-Mart sıcaklığın düşmesi ve oransal nemin artması nedeni ile ikinci üretim dönemi daha uzun olmasına karşın buharlaşma kabında ölçülen buharlaşma değerleri ilk üretim dönemine oranla düşük gerçekleşmiştir. Bu nedenle birinci dönem verilen sulama suyu miktarının ikinci üretim dönemine göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Bitki su tüketim değerleri su bütçesi denklemine göre hesaplanmıştır. Vegatasyon süresi boyunca ekim öncesi, sonrası ve her sulama sonrası TDR 300 cihazı ile toprak nemi kontrol edilmiştir. Derine sızma kayıpları da sulama sonrası ölçümler ile takip edilmiştir. Çizelge 4.6 da 2019-2020 yılına ait bitki su tüketim değerleri verilmiştir.

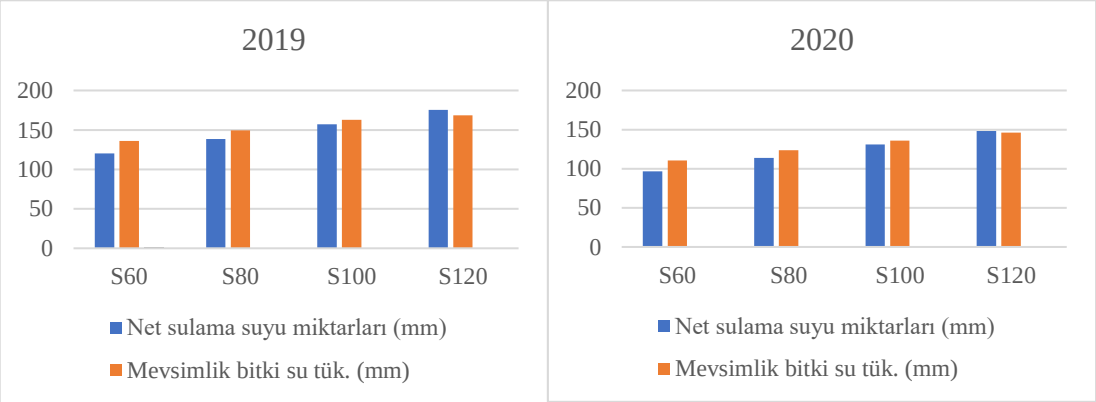
Çizelge 4.6. 2019-2020 yıllarında marul bitkisinin su tüketim değerleri

Yıl	Deneme konuları	Net sulama suyu miktarları (mm)	Sızma (mm)	Ekimde toprak nemi (mm/60cm)	Hasatta toprak nemi (mm/60cm)	ΔS Nem farkı (mm/60cm)	Mevsimlik bitki su tük. (Sammis ve ark.)
2019 (Eylül-Kasım)	S_{60}	120.2	0	140	124	16	136.2
	S_{80}	138.6	0	140	129	11	149.6
	S_{100}	157.0	0	140	134	6	163.0
	S_{120}	175.4	10	140	137	3	168.4
2020 (Şubat-Nisan)	S_{60}	96.6	0	135	121	14	110.6
	S_{80}	113.8	0	135	125	10	123.8
	S_{100}	131.0	0	135	130	5	136.0
	S_{120}	148.2	5	135	132	3	146.2

Marul bitkisi su tüketim değerleri, S_{60}, S_{80}, S_{100} ve S_{120} konuları için sırası ile 2019 yılında 136.2, 149.6, 163 ve 168.4 mm, 2020 yılında ise 110.6, 123.8, 136 ve 146.2 mm olarak hesaplanmıştır. 2019 yılı bitki su tüketim değerleri 2020 yılı değerlerine göre daha yüksek gerçekleşmiştir. Bu durum, daha önce belirtildiği üzere 2019 yılı yetiştirme dönemi (Eylül-Kasım) hava sıcaklıklarının 2020 yılı yetişme dönemine göre (Şubat-Nisan) daha yüksek olmasından kaynaklanmıştır.

Araştırma konusu ile ilgili yapılan çalışmaların birçoğu marul bitki su tüketimi açısından bu çalışma ile benzerlik göstermesine rağmen birkaç çalışmada, araştırmanın yapıldığı bölgeye, sera tipine, marul çeşidine, yetişme dönemine, yetiştirme teknikleri ve deneme konularına göre daha düşük veya daha yüksek bitki su tüketim değerleri bildirilmiştir. (Senyigit ve Kaplan, 2013), farklı sulama suyu seviyelerinin Isparta bölgesinde sera koşullarında yetiştirilen marulun verimi ve bazı kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada; verilen sulama suyunun 0 ile 106.3 mm arasında, bitki su tüketim değerlerinin ise 69.1- 158.5 mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. (Kirnak ve ark., 2016), Şanlıurfa'da ısıtılmamış bir serada Aralık-Şubat döneminde, farklı sulama seviyelerinin marul bitkisinin verimine olan etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada; deneme konularına göre 30-118 mm sulama suyu uyguladıklarını, buna karşılık bitki su tüketimlerinin ise 51-125 mm arasında gerçekleştiğini bildirmişlerdir. (Yıldırım ve ark., 2015), Çanakkale şartlarında farklı sulama suyu miktarlarının serada yetiştirilen kıvırcık marulun verimi ve gelişimine etkilerini belirlemek amacıyla, 2011–2012 yıllarında, birinci dönem Ekim-Aralık, ikinci

dönem ise Aralık-Mart olacak şekilde, iki farklı dönemde yürüttükleri çalışmada; Ekim-Aralık döneminde 15–75 mm ve Aralık-Mart döneminde ise 9–45 mm arasında değişen miktarda sulama suyu uyguladıklarını bildirmişlerdir. Bitki su tüketim değerlerini ise dönemlere göre sırasıyla 88–115 ve 56–79 mm olarak belirlemişlerdir. (Bozkurt ve ark. 2009), Hatay ilinde sera koşullarında farklı sulama düzeylerinin marulun verimi, kalitesi ve su kullanım verimliliğine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; deneme konularına göre 100-431.5 mm sulama suyu uygulanmış, 122-477 mm su tüketimi belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada yıllara göre uygulanan net sulama suyu miktarları ile mevsimlik bitki su tüketim değerlerinin grafiksel gösterimi Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Uygulanan net sulama suyu miktarları ve mevsimlik bitki su tüketim değerleri.

Araştırmada uygulanan artan sulama suyu miktarları ile birlikte bitki su tüketim değerlerinde de artışlar gözlenmiştir. Benzer sonuçlar birçok araştırmacı tarafından da vurgulanmıştır (Kadayıfçı, 2004; Bozkurt ve Mansuroglu, 2011; Şenyiğit ve Kaplan 2013). Bununla birlikte, su kısıtının olduğu konularda bitki su tüketim değerleri yüksek çıkmıştır. Bunun sebebinin ise, ilk sulamada tüm konuları tarla kapasitesine getirecek su uygulanması ile belli bir büyüme dönemine kadar tüm konulara eşit miktarda sulama suyu verilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Yıldırım ve ark. 2015).

4.3. Verim ve Verim Parametrelerine İlişkin Sonuçlar

4.3.1. Ortalama baş ağırlığı

Deneme sonunda, konulara göre marul bitkileri ana kökleri zarar görmeyecek şekilde özenle hasat edilmiştir. Kökler sulu dolu bir kova içerisinde yıkanıp temizlendikten sonra ana kök ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra kökler kesilerek baş

tartımları yapılmıştır. Araştırma sonucunda, konulardan elde edilen ortalama baş ağırlıkları ve LSD gruplandırmaları Çizelge 4.7'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Ortalama baş ağırlıkları

YIL	Konular	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
2019 (Eylül-Kasım)	S_{60}	721.7	742.5	692.5	718.9 **c**
	S_{80}	993.3	965.8	959.2	972.8 **b**
	S_{100}	1285.0	1160.0	1130.0	1191.7 **a**
	S_{120}	1301.7	1230.9	1319.8	1284.1 **a**
LSD (0.01)					**92.7**
2020 (Şubat-Nisan)	S_{60}	872.5	987.5	1096.0	985.3 **c**
	S_{80}	1092.5	1210.0	1305.5	1202.7 **ab**
	S_{100}	1207.0	1246.5	1359.0	1270.8 **a**
	S_{120}	1166.0	1148.5	1251.0	1188.5 **b**
LSD (0.01)					**74.0**

Çizelge 4.7 de görüldüğü üzere, ortalama baş ağırlıkları; 2019 yılı (Eylül-Kasım) döneminde en düşük 718.9 g ile S_{60} konusundan, en yüksek ise 1284.1 g olarak S_{120} konusundan elde edilmiştir. 2020 yılı (Şubat-Nisan) döneminde ise en düşük 985.3 g ile S_{60} konusundan, en yüksek 1270.8 g ile S_{100} konusundan elde edilmiştir. 2020 yılında elde edilen ortalama baş ağırlıkları, S_{120} konusu haricinde 2019 yılı verilerine göre daha yüksek gerçekleşmiştir. Marul bitkisinin soğuk iklim sebzesi olması ve vejetasyon süresinin uzun sürmesi gibi sebeplerden dolayı 2020 yılı (Şubat-Nisan) döneminde daha yüksek verim elde edildiği düşünülmektedir. 2020 yılı S_{120} konusundan elde edilen ortalama baş ağırlıklarının 2019 yılına göre ve aynı zamanda aynı dönemin S_{100} konusundan elde edilen değerlerden düşük olmasının sebebi; dönemsel sıcaklığın düşük olmasından dolayı bitki su tüketiminin düşük olması ve topraktaki fazla nemin bitki üzerinde olumsuz etki yapması ile açıklanabilir. Ayrıca daha iyi su kullanımı ve I_{100} parsellerde kök bölgesinin daha yüksek havalandırması ile daha iyi toprak-su-hava kombinasyonu da olabilir (Bozkurt ve Mansuroglu, 2011).

Çizelge 4.8. Ortalama baş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

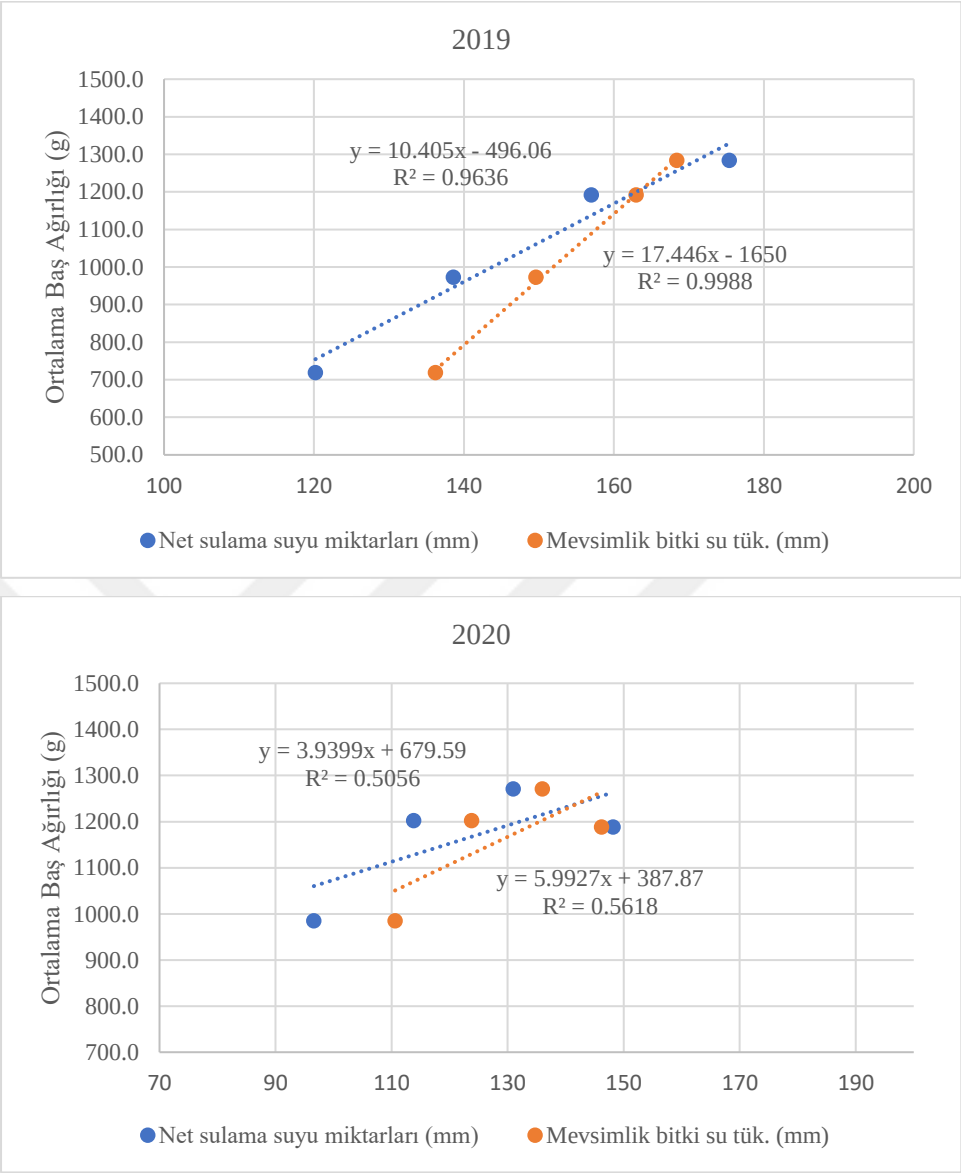
YIL	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
2019	Tekerrür	2	6729,17	3364,59	1,55	0,2867
	Konu	3	570880,8	190293,61	87,66	0,00001 *
	Hata	6	13025,57	2171		
	Genel	11	590635,58			
	CV(0.01)	4,5				
2020	Tekerrür	2	57827,79	28913,90	20,72	0,002
	Konu	3	136235,2	45411,72	32,54	0,0004 *
	Hata	6	8373,21	1395,5		
	Genel	11	202436,17			
	CV(0.01)	3,2				

*: %5 düzeyinde önemli(**P<%5), **: %1 düzeyinde önemli(**P<%1)

Çizelge 4.8 de görüldüğü üzere her iki yılda da varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında % 1 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. LSD testi sonuçlarına göre 2019 yılında üç, 2020 yılında ise dört grup oluşmuştur. 2019 yılında S_{120} ve S_{100} konuları ilk grupta (a) , S_{80} konusu ikinci grupta (b) ve S_{60} konusu ise üçüncü grupta (c); 2020 yılında ise S_{100} konusu ilk grupta (a), S_{120} ikinci grupta (b) , S_{80} konusu üçüncü grupta (ab) S_{60} konusu ise dördüncü grupta c yer almıştır.

Mansuroğlu ve ark (2010) farklı sulama rejimleri (A sınıfı buharlaşma kabına göre oluşturulan konular; I_{25}, I_{75} ve I_{100}) ile amonyum nitrat N_{AN} ve amonyum sülfat N_{AS} formunda farklı azot miktarlarının (N_0, N_{15} ve N_{30} kg da^{-1}) sera koşullarında yetiştirilen marul bitkisi gelişimi ve verimini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada konulara göre; marul baş ağırlıklarının 480 g (53.4 t ha^{-1}) ile 812 g (90.3 t ha^{-1}) arasında değiştiğini vurgulamışlardır. (Acar ve ark., 2008) Konya ilinde sera şartlarında yürüttükleri benzer bir çalışmada; Pan kabından oluşan eklemeli buharlaşmanın % 60, % 80 ve % 100 karşılandığı üç su düzeyinde en yüksek baş ağırlıklarını sırası ile 355.17, 340.31 ve 338.43 g olarak bulmuşlardır. (Şenyiğit ve Kaplan 2013) , Isparta bölgesinde sera koşullarında A sınıfı buharlaşma kabından yedi günde ölçülen yığışımlı değerleri dikkate alınarak altı farklı sulama suyu seviyelerinin,(I_{125} , I_{100}, I_{75}, I_{50}, I_{25}, ve I_0), yetiştirilen marulun verimi ve bazı kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada en düşük ortalama baş ağırlığının 18.4 g ile I_{25} konusundan, en yüksek ortalama baş ağırlığının ise 345 g ile I_{100} konusundan elde etiklerini bildirmişlerdir.

2019 ve 2020 yılı konulara göre ortalama baş ağırlıklarının, uygulanan net sulama suyu ve su tüketim değerleri ile arasındaki ilişkiler Şekil 4.2'de görülmektedir.



Şekil 4.2. Net sulama suyu ve bitki su tüketim ilişkileri.

Şekil 4.2 incelendiğinde, 2019 yılında aratan sulama suyu miktarı ile birlikte verimler de artış gözlenmiştir. 2020 yılında ise S_{100} konusuna kadar sulama suyu ile birlikte (S_{60}-S_{80} konularına göre) verimler de artış gözlenirken, 1_{120} konusunda verim değerlerinde aynı artış gözlenmemiştir. (Bozkurt ve Bozkurt, 2011) beş farklı su uygulaması ve üç farklı sulama yönteminin (damla sulama yöntemi ile toprak altı damla sulama yönteminin laterallerin 10 ve 20 cm derinliğe yerleştirildiği iki farklı yöntem) marul verimine etkilerini incelediği çalışmada; sırasıyla yöntemlere göre tam sulama konularından (Kpc 100);55100, 57753 ve 47393 kg ha^{-1} verim elde ettiklerini, en fazla

su uygulanan konularından ise (Kpc 125) ise 50467, 48680 ve 43673 kg ha^{-1} verim elde ettiklerini vurgulamışlardır.

4.4.2. Ortalama ticari baş ağırlığı

Hasat edilen marulların baş ağırlıklarının tartımından sonra görselliğini kaybetmiş ıskarta yaprakları ve kökleri uzaklaştırılarak ticari baş ağırlıkları tartılmıştır. Konulardan elde edilen ortalama ticari baş ağırlıkları ve LSD gruplandırmaları Çizelge 4.9'da görülmektedir. Varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Ortalama ticari baş ağırlıkları

YIL	Konular	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
2019 (Eylül-Kasım)	S_{60}	623.3	647.5	598.3	623.0 **c**
	S_{80}	880.8	875.8	875.5	877.4 **b**
	S_{100}	1140.0	1035.8	1000.0	1058.6 **a**
	S_{120}	1102.5	1101.7	1188.3	1130.8 **a**
LSD (0.01)					**101.4**
2020 (Şubat-Nisan)	S_{60}	804.5	896.5	1001.5	900.8**c**
	S_{80}	1019.0	1123.5	1211.0	1117.8 **b**
	S_{100}	1136.5	1137.0	1260.0	1177.8 **a**
	S_{120}	1043.0	1031.5	1170.5	1081.7 **b**
LSD (0.01)					**62.0**

Çizelge 4.9 da görüldüğü üzere ortalama ticari baş ağırlıkları; 2019 yılı (Eylül-Kasım) döneminde en düşük 623 g ile S_{60} konundan, en yüksek ise 1130.8 g olarak S_{120} konusundan elde edilmiştir. 2020 yılı (Şubat-Nisan) döneminde ise en düşük 900.8 g ile S_{60} konundan, en yüksek 1177.8 g ile S_{100} konusundan elde edilmiştir. 2020 yılında elde edilen ortalama ticari baş ağırlıkları S_{120} konusu haricinde 2019 yılı verilerine göre daha yüksek gerçekleşmiştir. Bu araştırmada elde edilen dönemsel verimler arasındaki farklılıklar, bazı araştırmacılar tarafından da vurgulanmıştır. (Solak, 2016), Çanakkale ilinde açık ve tünel altında kıvırcık salata yetiştirme olanaklarını belirlemek amacıyla yürüttüğü araştırmada; en fazla ticari verimleri 01.02.2015 ve 01.03.2015 tarihlerinde alçak tünel ve yine aynı tarihlerdeki yüksek tünel uygulamalarında sırasıyla 5.6, 6.7, 6.1 ve 6.6 ton da^{-1} (783 -937 g), en düşük ticari verimleri ise 01.11.2015 ve 01.12.2015 tarihlerinde alçak tünel ve yine aynı tarihlerdeki yüksek tünel uygulamalarında sırasıyla 1.6, 3.2, 2.0 ve 4.4 ton da^{-1} (224-616g) olarak bulmuştur. Sonuç olarak, Şubat-Mart

dikiminden elde edilen verimleri, Kasım -Aralık dikiminden elde edilen verimlere göre daha yüksek bulmuştur. (Yıldırım ve ark. 2015), 2011(Ekim-Aralık) - 2012(Aralık-Mart) yıllarında yürüttükleri benzer çalışmada, ikinci üretim döneminde, tüm deneme konularında verimlerin arttığını belirtmişlerdir. Elde edilen sonuçlar bu araştırmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.10. Ortalama ticari baş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

YIL	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
2019	Tekerrür	2	1209,12	604,56	0,2332	0,7989
	Konu	3	460893	153.631	59	0,00001 *
	Hata	6	15555,5	2592,6		
	Genel	11	477657,6			
	CV(0.01)	**5,5**				
2020	Tekerrür	2	54215,04	27107,52	28,3941	0,0009
	Konu	3	128006,1	42668,687	44,6939	0,0002*
	Hata	6	5728,13	954,7		
	Genel	11	187949,23			
	CV(0.01)	**2,9**				

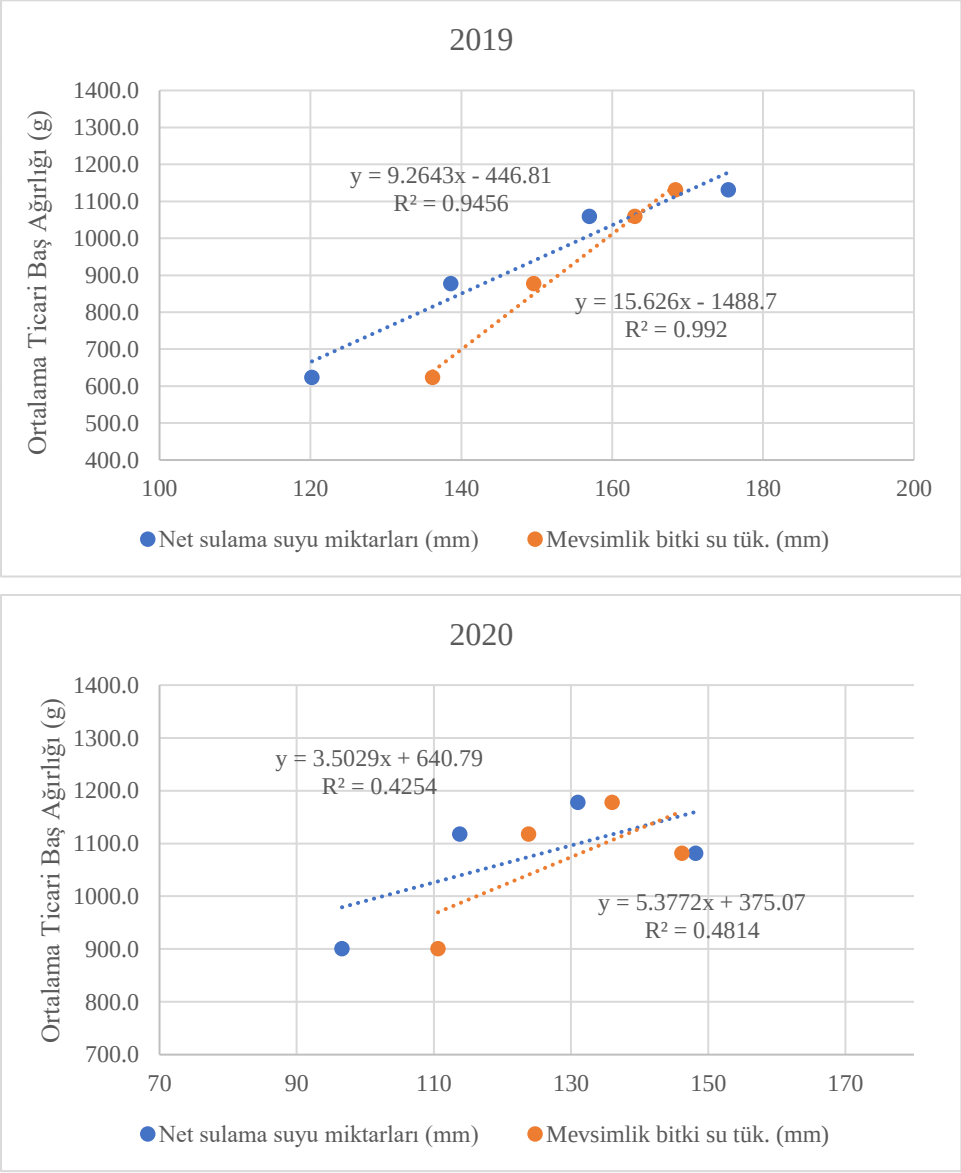
*: %5 düzeyinde önemli(**P<%5), **: %1 düzeyinde önemli(**P<%1)

Çizelge 4.10 da görüldüğü üzere varyans analiz sonuçlarına göre her iki yılda da konular arasında % 1 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. LSD testi sonuçlarına göre her iki yılda da üç grup oluşmuştur. 2019 yılında S_{120} ve S_{100} konuları ilk grupta (a),S_{80} konusu ikinci grupta (b) ve S_{60} konusu ise üçüncü grupta ((c), 2020 yılında ise S_{100} konusu ilk grupta (a), S_{80} ve S_{120} konuları ikinci grupta (b) , S_{60} konusu ise üçüncü grupta (c) yer almıştır.

Birçok araştırmacı benzer konu ile ilgili; farklı sera, iklim, toprak koşulları, yetiştirme teknikleri ve farklı sulama düzeyleri uygulayarak çalışmalar yapmışlardır. (Bozkurt ve Mansuroğlu 2011), Hatay ili sera koşullarında Pan havuzu yöntemine göre belirlenen farklı sulama düzeylerinin (Kpc: I_{125} , Kpc: I_{100} Kpc: I_{75} Kpc: I_{50} Kpc: I_{25}), damla sulama yöntemi ve toprak altı damla sulama yöntemi (laterallerin 10 ve 20 cm derinliğe yerleştirilmesi) ile sulanan marul bitkisinin verim, kalite ve su kullanım verimliliğine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; konulara göre ortalama verimleri dikkate aldıklarında en düşük ortalama market baş ağırlığının 519.3 g ile I_{25} konusundan, en yüksek ise 801.2 g ile I_{100} konusundan elde etiklerini bildirmişlerdir. En fazla su uyguladıkları I_{125} konusundan ise 714.1 g baş ağırlığı elde ettiklerini vurgulamışlardır. (Kırnak ve ark., 2016), Şanlıurfa'da ısıtılmamış bir serada Aralık-Şubat döneminde farklı sulama seviyelerinin marul bitkisinin verimine olan etkilerini

belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada; deneme konularına göre ortalama ticari baş ağırlıklarının 456 g (3.8 ton da^{-1}) - 930g (7.8 ton da^{-1}) arasında gerçekleştiğini bildirmişlerdir. , Konya ili sera koşullarında farklı sulama düzeyi (A sınıfı buharlaşma kabından yığışımlı buharlaşan suyun %60, %80, ve %100'ü) ve azot seviyelerinin marulun verim parametrelerine olan etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; marul bitkisinin ticari baş ağırlıklarını I_{60} konusunda 308.49 g, I_{80} konusunda 321.67 ve I_{100} konusunda ise 334.78 g olarak hesaplamışlardır.

2019 ve 2020 yılı konulara göre ortalama ticari baş ağırlıklarının, uygulanan net sulama suyu ve su tüketim değerleri ile arasındaki ilişkileri Şekil 4.2'de görülmektedir.



Şekil 4.3. Yıllara göre net sulama suyu ve bitki su tüketim ilişkileri.

Şekil 4.3 incelendiğinde, 2019 yılında artan sulama suyu miktarı ile birlikte verimlerde de artış gözlenmiştir. 2020 yılında ise 1_{100} konusuna kadar aynı şekilde artış gözlenirken 1_{120} konusunda sulama suyu miktarının artmasına rağmen verimde azalma görülmüştür. Bu durum sera içi sıcaklığın düşük, su tüketiminin az ve topraktaki fazla suyun olumsuz etkisi ile açıklanabilir (Bozkurt ve Mansuroğlu, 2011).

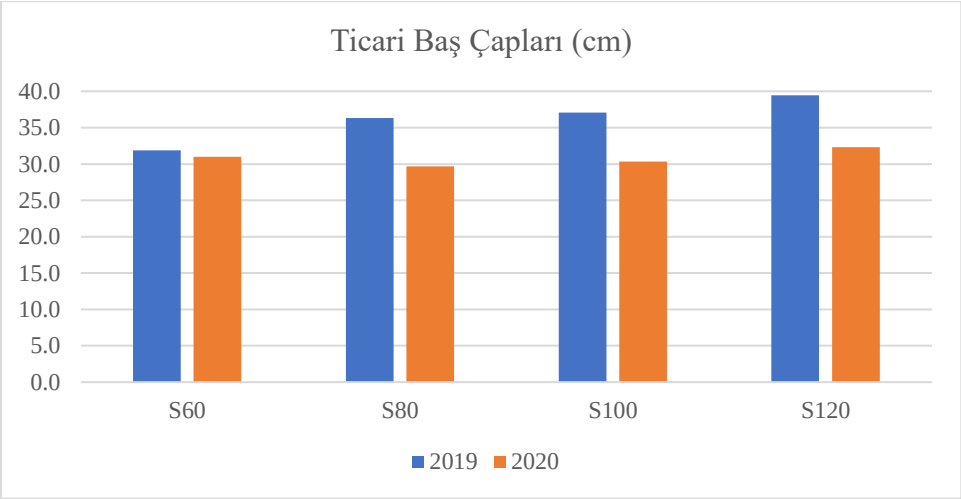
4.4.3. Ortalama ticari baş çapı

Ticari marul baş çapları, bitkilerin ıskarta yaprakları alındıktan sonra, cetvel yardımı ile ölçülmüştür. Araştırma sonucunda konulardan elde edilen ortalama ticari baş çapları ve LSD gruplandırmaları Çizelge 4.11'de görülmektedir. Varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Ortalama ticari bitki baş çapları (cm)

YIL	Konular	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
2019 (Eylül-Kasım)	S_{60}	32.3	32.7	30.6	31.9 b
	S_{80}	36.2	36.4	36.4	36.3 a
	S_{100}	38.5	38.0	34.8	37.1 a
	S_{120}	37.9	38.9	41.5	39.4 a
LSD (0.01)					**3.3**
2020 (Şubat-Nisan)	S_{60}	30.0	31.0	32.0	31.0
	S_{80}	29.0	29.8	30.3	29.7
	S_{100}	31.8	30.0	29.3	30.3
	S_{120}	31.8	33.3	32.0	32.3
LSD					**ö.d**

Çizelge 4.11 dan da açıkça görüldüğü üzere ortalama ticari baş çapları; 2019 yılı (Eylül-Kasım) döneminde en düşük 31.9 cm ile S_{60} konundan, en yüksek ise 39.4 cm ile S_{120} konusundan elde edilmiştir. 2020 yılı (Şubat-Nisan) döneminde ise en düşük 29,7 cm ile S_{80} konundan, en yüksek 32.3 cm ile S_{120} konusundan elde edilmiştir. 2019 yılında genel olarak sulama suyu miktarının artması ile birlikte ticari baş çapının da arttığını gözlenirken, 2020 yılında fazla değişmediği gözlenmiştir (Şekil 4.4). 2020 yılında hava sıcaklığının düşük olması bitki baş çaplarının küçük olmasına sebep olmuştur. Ancak soğuk iklim bitkisi olan marul bitkisinin baş ağırlıklarının bitki su içeriğinin fazla olması ile birlikte yüksek olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.4 Ortalama ticari marul baş çaplarının grafiksel gösterimi

(Acar ve ark., 2008) , Konya ili sera koşullarında yetiştirdikleri marula, Pan kabından ölçülen buharlaşmanın %100, %80 ve %60'ı oranında sulama suyu uyguladıkları araştırmanın sonucunda, sulama suyu seviyesinin baş salata ağırlığına, yaprak sayısına, bitki boyuna ve çapına istatistikî anlamda etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. (Yıldırım ve ark, 2015) yürüttükleri benzer bir çalışmada sulama suyu miktarının; verim, tek meyve ağırlığı, yaprak alanı, meyve boyları ve meyve çapları üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.12. Bitki baş çapına ilişkin varyans analiz sonuçları

YIL	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
2019	Tekerrür	2	0,9595	0,4797	0,1722	0,8458
	Konu	3	90,447	30,149	10,821	0,0078
	Hata	6	16,71644	2,7861		
	Genel	11	108,12269			
	CV(0.01)	4,6				
2020	Tekerrür	2	0,292	0,146	0,124	0,886
	Konu	3	11,667	3,889	3,294	0,0997
	Hata	6	7,083333	1,18056		
	Genel	11	19,041667			
	CV	3,5				

*: %5 düzeyinde önemli(**P<%5), **: %1 düzeyinde önemli(**P<%1)

Çizelge 4.12 de görüldüğü üzere varyans analiz sonuçlarına göre 2019 yılında konular arasında % 1 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. 2020 yılında ise konular arasında fark oluşmamıştır. LSD testi sonuçlarına göre 2019 yılında iki grup oluşmuştur. S_{120} , S_{100} ve S_{80} konuları ilk grupta (a) S_{60} konusu ise ikinci grupta (b) yer almıştır.

Bazı araştırmacılar, yürüttükleri benzer çalışmalarda deneme konularına göre ortalama bitki baş çaplarını; (Bozkurt ve Bozkurt, 2011) 24.5 ile 31,9 cm arasında, 20.92 ile 44.08 cm, (Acar ve ark,2008) 39.60 ile 40.23 cm arasında bu çalışma sonuçlarına benzer bulmuşlardır. (Yıldırım ve ark., 2015) yürüttükleri benzer bir çalışmada (birinci dönem Ekim-Aralık, ikici dönem ise Aralık-Mart); ortalama bitki baş çaplarını deneme konularına göre; ilk dönem için 23.8 ile 26.6 cm arasında, ikinci dönem için ise 25.3 ile 30.6 cm arasında bulmuştur.

4.4.5. Ortalama ticari baş boyu

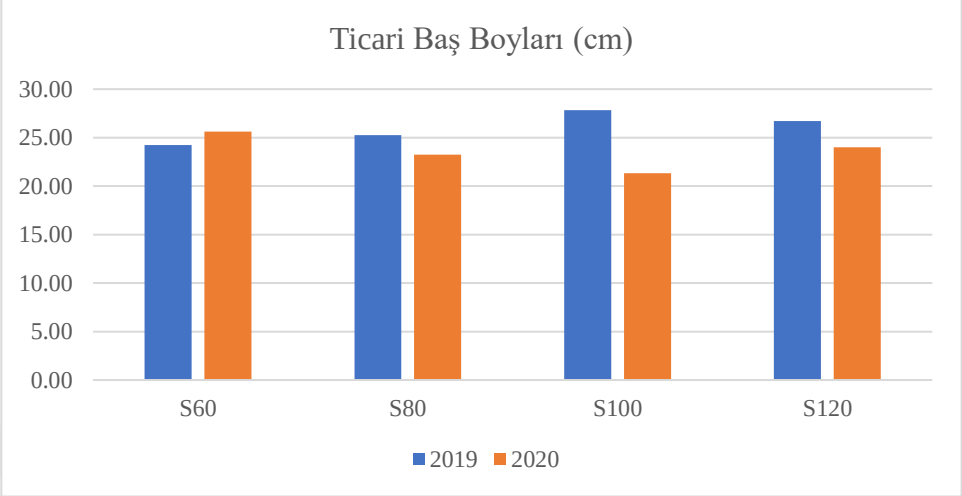
Marul bitkisi ticari baş boyları, kök boğazı bölgesinden tepe noktasına kadar cetvel ile ölçülmüştür. Araştırma sonucunda konulardan elde edilen ortalama ticari baş boyları ve LSD gruplandırmaları Çizelge 4.13'de görülmektedir. Varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Ortalama ticari bitki baş boyları (cm)

YIL	Konular	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
2019 (Eylül-Kasım)	S_{60}	24.3	25.1	23.3	24.2 c
	S_{80}	24.8	25.8	25.3	25.3 bc
	S_{100}	26.9	28.4	28.2	27.8 a
	S_{120}	24.7	27.7	27.8	26.7 ab
LSD (0.05)					**1.76**
2020 (Şubat-Nisan)	S_{60}	28.6	24.8	23.5	25.6
	S_{80}	23.3	23.0	23.5	23.3
	S_{100}	21.5	20.3	22.3	21.3
	S_{120}	24.0	22.8	25.3	24.0
LSD					**ö.d**

Çizelge 4.14 den de açıkça görüldüğü üzere ortalama ticari baş boyları; 2019 yılı (Eylül-Kasım) döneminde en düşük 24.2 cm ile S_{60} konundan, en yüksek ise 27.8 cm ile S_{100} konusundan elde edilmiştir. 2020 yılı (Şubat-Nisan) döneminde ise en düşük 21.3 cm ile S_{100} konundan, en yüksek 25.6 cm ile S_{60} konusundan elde edilmiştir. 2019 yılında genel olarak verilen sulama suyunun artması ile birlikte ticari baş boylarının da arttığı (I_{120} konusu hariç) gözlenirken, 2020 yılında ise konulara göre farklılık göstermekle

birlikte uygulanan sulama suyu ile birlikte doğrusal bir artış söz konusu olmamıştır. (Şekil 4.5). (Acar ve ark, 2008), yürüttükleri benzer çalışmada, sulama suyu seviyesinin bitki boyuna istatistikî anlamda etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.



Şekil 4.5. Ortalama ticari marul baş boylarının grafiksel gösterimi

Çizelge 4.14. Ticari baş boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları

YIL	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
2019	Tekerrür	2	5,01042	2,50521	3,21220	0,11260
	Konu	3	22,39526	7,46509	9,57190	0,0105
	Hata	6	4,679398	0,7799		
	Genel	11	32,085069			
	CV(0.05)	3,4				
2020	Tekerrür	2	5,518	2,759	1,178	0,3703
	Konu	3	28,535	9,512	4,061	0,0681
	Hata	6	14,054688	2,34245		
	Genel	11	48,108073			
	CV	6,5				

*: %5 düzeyinde önemli(**P<%5), **: %1 düzeyinde önemli(**P<%1)

Çizelge 4.14 de görüldüğü üzere varyans analiz sonuçlarına göre 2019 yılında konular arasında % 5 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. 2020 yılında ise konular arasında fark oluşmamıştır. LSD testi sonuçlarına göre 2019 yılında dört grup oluşmuştur. S_{100} konusu ilk grupta, S_{120} konusu ikinci grupta , S_{80} konusu üçüncü grupta (bc) ve S_{60} konusu ise dördüncü grupta (c) yer almıştır.

Bazı araştırmacılar, yürüttükleri benzer çalışmalarda deneme konularına göre ortalama bitki baş boylarını; (Bozkurt ve Mansuroğlu, 2011) 32.1 ile 34.6 cm arasında, 23.0-36.2 cm arasında, 19.42 ile 29.17 cm, Acar ve ark. (2008) 29.54 ile 31.70 cm arasında bu çalışma sonuçlarına benzer bulmuşlardır. (Yıldırım ve ark,2015) ise yürüttükleri benzer bir çalışmada (birinci dönem Ekim-Aralık, ikici dönem ise Aralık-Mart); ortalama bitki baş boylarını; ilk dönem için 17.6 ile 20.1 cm arasında, ikinci dönem için ise 14.3 ile 19.3 cm arasında yani bu çalışmada bulunan sonuçlardan daha küçük değerler elde etmişlerdir.

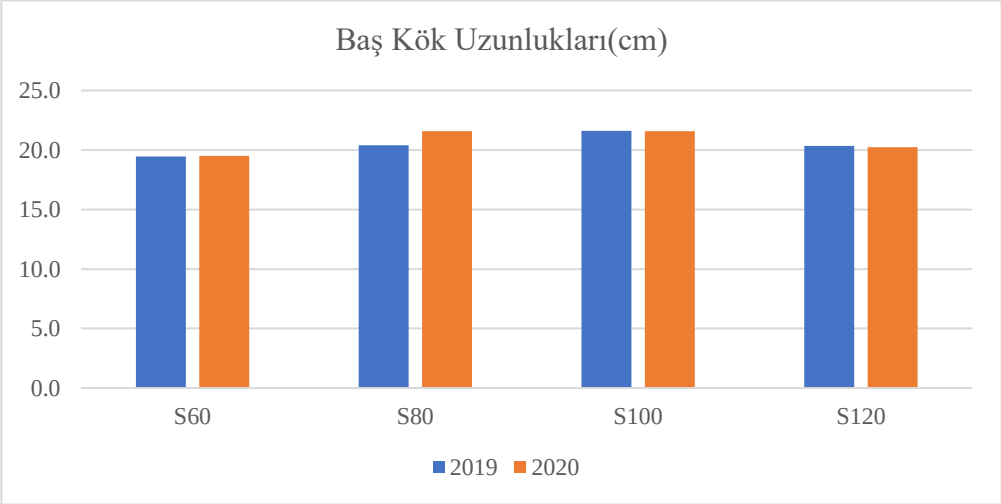
4.4.6. Ortalama baş kök uzunluğu

Hasat edilen bitkilerin kök uzunlukları, üzerlerindeki topraklar su ile dikkatlice temizlendikten sonra cetvel yardımı ile ölçülmüştür. Araştırma sonucunda konulardan elde edilen ortalama baş kök uzunlukları ve LSD gruplandırmaları Çizelge 4.15'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Ortalama baş kök uzunlukları (cm)

YIL	Konular	Bloklar			Ortalama
		I	II	III	
2019 (Eylül-Kasım)	S_{60}	18.0	19.2	21.2	19.4
	S_{80}	19.0	21.5	20.7	20.4
	S_{100}	21.0	21.8	22.0	21.6
	S_{120}	21.7	20.0	19.3	20.3
LSD					**ö.d**
2020 (Şubat-Nisan)	S_{60}	19.0	18.5	21.0	19.5
	S_{80}	20.8	22.5	21.5	21.6
	S_{100}	21.0	20.5	23.3	21.6
	S_{120}	19.5	23.0	18.3	20.3
LSD					**ö.d**

Çizelge 4.15 den de açıkça görüldüğü üzere ortalama ticari bitki kök uzunlukları; 2019 yılı (Eylül-Kasım) döneminde en düşük 19.4 cm ile S_{60} konundan, en yüksek ise 21.6 cm ile S_{100} konusundan elde edilmiştir. 2020 yılı (Şubat-Nisan) döneminde ise en düşük 19.5 cm ile S_{60} konundan, en yüksek 25.6 cm ile S_{80} ve S_{100} konusundan elde edilmiştir. Her iki yılda da kök uzunluklarının birbirlerine çok yakın olduğu ve sulama suyu miktarı ile birlikte değişiklik göstermediği gözlenmiştir (Şekil 4.6)



Şekil 4.6. Ortalama marul baş kök uzunluklarının grafiksel gösterimi

Çizelge 4.16. Baş kök uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçları

YIL	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
2019	Tekerrür	2	1,7268519	0,86342595	0,5126	0,623
	Konu	3	7,1296296	2,3765432	1,4109	0,3285
	Hata	6	10,106481	1,68441		
	Genel	11	18,962963			
	CV	6,3				
2020	Tekerrür	2	2,698	1,349	0,431	0,6683
	Konu	3	9,599	3,200	1,023	0,4461
	Hata	6	18,760417	3,12674		
	Genel	11	31,057292			
	CV	8,5				

*: %5 düzeyinde önemli(**P<%5), **: %1 düzeyinde önemli(**P<%1)

Çizelge 4.16 da görüldüğü üzere her iki yılda da varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında fark oluşmamıştır. (Acar ve ark., 2008) yürüttükleri benzer bir çalışmada; sulama konularına göre ortalama marul bitki kök uzunluklarının değişmediğini belirtmişlerdir.

4.6. Sulama suyu ve su kullanım randımanı

Marul bitkisinin 2019-2020 yıllarına ait sulama suyu ve su kullanım randımanları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Ortalama ticari baş ağırlıklarının uygulanan sulama suyu miktarlarına bölünmesiyle sulama suyu kullanım randımanı (IWUE); ortalama ticari baş

ağırlıklarının mevsimlik bitki su tüketim değerlerine bölünmesiyle ise su kullanım randımanı (WUE) hesaplanmıştır.

Çizelge 4.17. Sulama suyu ve su kullanım randımanı

YIL	Konular	Sulama suyu (mm)	Bitki su tüküketimi (mm)	Ticari baş ağırlığı (kg da^{-1})	IWUE (kg m^{-3})	WUE (kg m^{-3})
2019	S_{60}	120,2	136,2	5191,7	43,19	38,12
	S_{80}	138,6	149,6	7311,1	52,75	48,87
	S_{100}	157,0	163,0	8821,3	56,19	54,12
	S_{120}	175,4	168,4	9423,2	53,72	55,96
2020	S_{60}	96,6	110,6	7506,64	77,71	67,87
	S_{80}	113,8	123,8	9314,91	81,85	75,24
	S_{100}	131,0	136,0	9814,89	74,92	72,17
	S_{120}	148,2	146,2	9013,53	60,82	61,65

Çizelge 4.17 incelendiğinde, WUE değerlerinin; 2019 yılında 38.12-55.96 kg m^{-3} arasında, 2020 yılında ise 61.65-75.24 kg m^{-3} arasında değiştiği görülmektedir. IWUE değerlerinin ise 2019 yılında 43.19-56.19 kg m^{-3} arasında, 2020 yılında 60.82-81.85 kg m^{-3} arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek IWUE değeri 81.85 kg m^{-3} ile 2020 yılında S_{80} konusundan ve en yüksek WUE değerleri ise yine 2020 yılında 75.24 kg m^{-3} ile S_{80} konusundan elde edilmiştir.

(Bozkurt ve ark., 2009) yaptıkları benzer bir çalışma sonucu; konulara göre WUE değerlerini 12.4-23.1 kg m^{-3}; IWUE değerlerini ise ise; 13.7-28.2 kg m^{-3} arasında bulmuşlardır. (Kırnak ve ark.,2016) Aralık-Şubat aylarında Şanlıurfa'da ısıtılmayan serada farklı sulama rejimlerinin marul bitkisi verimine etkisini inceledikleri çalışmada; IWUE ve WUE değerlerini sırasıyla 0.117 ve 0.074 ton da^{-1} mm^{-1} olarak hesaplamışlardır. (Bozkurt ve Mansuroğlu, 2011), Hatay ili sera koşullarında Pan havuzu yöntemine göre belirlenen sulama rejimlerinin (Kpc: I_{125} , Kpc: I_{100} Kpc: I_{75} Kpc: I_{50} Kpc: I_{25}), damla sulama yöntemi (TDI) ve toprak altı damla sulama yöntemi (laterallerin 10 cm derinliğe yerleştirildiği SDI_{10} ve 20 cm derinliğe yerleştirildiği SDI_{20} konusu)) ile sulanan marul bitkisinin verim, kalite ve su kullanım verimliliğine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; IWUE değerlerinin ise sulama konularına göre; TDI yönteminde 13.4-46.3 kg m^{-3}, SDI_{10} yönteminde 12.9-47.9 kg m^{-3} ve SDI_{20} yönteminde ise 11.6-44.3 kg m^{-3}arasında, WUE değerlerini sırasıyla; 12.4-27.3, 13.5-33.6 ve 12.5-26.8 kg m^{-3} arasında değiştiğini vurgulamışlardır. (Kadayıfçı ve ark, 2004), Isparta ili sera

koşullarında farklı sulama suyu miktarlarının malçlı ve malçsız şartlarda yetiştirilen marul bitkisinin su tüketimine ve verimini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; IWUE ve WUE değerlerini malçsız koşullarda sırası ile 134-164 kg ha^{-1} mm^{-1} ve 89-152 kg ha^{-1} mm^{-1} arasında, malçlı koşularda ise 299-509 kg ha^{-1} mm^{-1} ve 166-274 kg mm^{-1} ha^{-1} arasında değiştiğini vurgulamışlardır.

4.7. Verim Tepki Etmeni

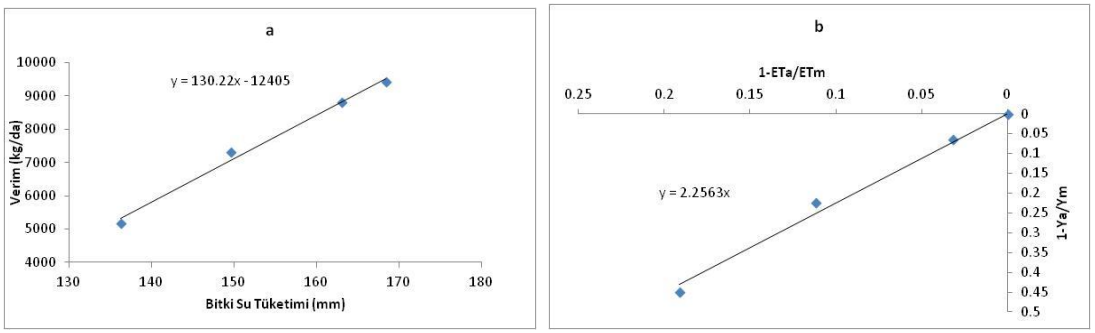
Bitki verim tepki etmeninin (ky) belirlenebilmesi için oransal nem tüketimleri ve eksilişleri ile oransal verim azalışları arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Verim tepki etmeni bitkinin yetişme döneminde oluşan su eksikliğinin bitki verimine ne derece etkili olduğunun bir göstergesidir.

Çizelge 4.18'deki verilerin kullanılmasıyla elde edilen ky grafik gösterimleri ve grafiklere ait regresyon denklemleri Şekil 4.7'de gösterilmiştir. 2019 yılında verim tepki etmeni 2.26 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.18 2019 yılına ait oransal su tüketimi açığına karşılık oransal ticari marul verimi azalması değerleri.

Konular	ETm(mm)	ET (mm)	1-ETa/ETm	Ym(kg/da)	Ya(kg/da)	1-Ya/Ym
S_{120}	168.4		0.00	9423.2		0.00
S_{100}		163.0	0.03		8821.3	0,06
S_{80}		149.6	0.11		7311.1	0,22
S_{60}		136.2	0.19		5191.7	0,45

Şekil 4.7 2019 yılına ait ET – verim ilişkisi(a) ve verim tepki etmeni (b)



2020 yılına ait mevsimlik su tüketimi eksilişine karşılık oransal verim azalması değerleri Çizelge 4.19'da gösterilmiştir. Çizelgeden görüleceği üzere 2020 yılında en yüksek mevsimlik bitki su tüketiminin olduğu konuda en yüksek verim alınmamıştır. Bu yıla ait verim tepki hesaplanırken tarafından köksal ve ark 2001 belirtilen yöntem

izlenmiştir. ky değerinin hesaplanmasında mevcut bitki su tüketim değerleri ve verim değerleri arasındaki ilişkiler, regresyon analizi yapılarak araştırılmış ve bitki su tüketimi ile verim arasında doğrusal bir ilişkinin bulunduğu belirlenmiştir. Bu doğrusal ilişkideki denklem kullanılarak en yüksek bitki su tüketiminin gerçekleştiği konuda yeni bir verim değeri hesaplanmıştır. Bu verim değeri hesaplamalarda en yüksek verim değeri olarak dikkate alınmış, bu verim değerinden yüksek verim değeri olan konular ky hesaplamasında kullanılmamıştır.

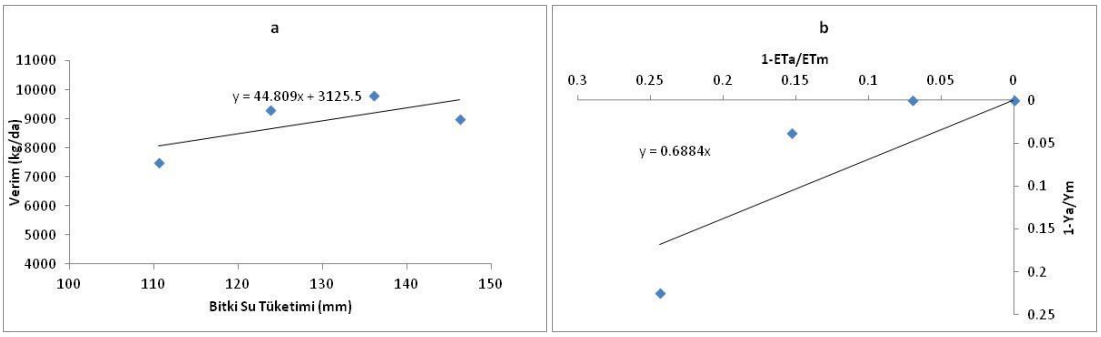
Çizelge 4.19 2020 yılına ait oransal su tüketimi açığına karşılık oransal ticari marul verimi azalması değerleri.

Konular	ETm (mm)	ET (mm)	1-ETa/ETm	Ym(kg/da)	Ya(kg/da)	1-Ya/Ym
S_{120}	146.2		0	9676.6*	9013,5	0.00
S_{100}		136.0	0.70	9815.0		0.00
S_{80}		123.8	0.15		9314.9	0.04
S_{60}		110.6	0.24		7506.9	0.92

* Ym=44.809ET+3125.5 denklemiyle hesaplanan düzeltilmiş en yüksek verim(Ym) değeri. Düzeltilmiş verim değerinden yüksek olan (9815.0kg/da) verim değeri ky hesaplamasında dikkate alınmamıştır.

Çizelge 4.19'daki verilerin kullanılmasıyla elde edilen ky grafik gösterimleri ve grafiklere ait regresyon denklemleri Şekil 4.8'de gösterilmiştir.

Şekil 4.8 2020 yılı ET – verim ilişkisi (a) ve verim tepki etmeni (b)



Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre 2020 yılına ait verim tepki etmeni 0.69 olarak bulunmuştur. Bu değer 2019 yılının verim tepki etmeni (2.26) ile karşılaştırıldığında iki yılın verim tepki etmeninin birbirinden oldukça farklı olduğu, farklı dönemlerde yetiştirilen marul bitkilerinin su kısıtına karşı aynı tepkiyi vermedikleri anlaşılmaktadır.

1 den büyük ky değerleri bitkinin su kısıtına olan hassasiyetini göstermektedir. 1 den küçük ky değerleri ise bitkinin su kısıtına hassas olmadığının göstergesidir. Bu durumda, 2019 yılı güz döneminde (Eylül-Kasım) yetiştirilen marul bitkisi kısıtlı sulama şartları altında daha fazla verim kaybederken 2020 yılı bahar döneminde (Şubat-Nisan) yetiştirilen marul bitkisi kısıtlı sulama şartları altında nispeten daha az verim kaybettiği söylenebilir. Dolayısıyla, güz döneminde (Eylül-Kasım) yetiştirilen marul bitkisinde su kısıtı önerilmez iken bahar dönemi (Şubat-Nisan) üretimlerinde su kısıtı yapılabileceği anlaşılmaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışma ile, Konya İl'inde ısıtmasız sera şartlarında iki farklı yetişme döneminde (2019 yılı Eylül-Kasım ve 2020 yılı Şubat -Nisan ayları) kıvırcık marul bitkisinin su-verim ilişkileri ortaya koyulmuştur. Çalışmada, 4 gün sulama aralığında dört farklı sulama düzeyinin (A sınıfı buharlaşma kabından yığışımlı buharlaşan suyun %60, %80, %100 ve %120 si) kıvırcık marulun verim parametrelerine olan etkisi araştırılmıştır.

Araştırmada; marul fidelerinin dikimi 2019 yılında 26 Eylül, 2020 yılında 14 Şubat tarihlerinde, hasatı ise 2019 yılında 18 Kasım, 2020 yılında 26 Nisan tarihilerinde yapılmıştır. Marul bitkilerinde vegatasyon süresi ilk yıl 54 gün, ikinci yıl ise 73 gün olarak gerçekleşmiştir.

Araştırma sonucunda, Marul bitkilerinde homojen köklenme sağlanması için 2019 yılı 26 Eylül - 05 Ekim tarihleri arasında 65 mm, 2020 yılında ise 1 Şubat- 14 Mart tarihleri arasında 45 mm su verilmiştir. Vegetasyon süresince sulama konularına göre (S_{60}, S_{80}, S_{100} ve S_{120}) sırasıyla; 2019 yılında 120.2, 138.6, 157 ve175.4 mm, 2020 yılında ise 96.6, 113.8, 131 ve148.2 mm su uygulanmıştır. Bitki su tüketim değerleri ise, S_{60}, S_{80}, S_{100} ve S_{120} konuları için sırası ile 2019 yılında 136.2, 149.6, 163 ve 168.4 mm, 2020 yılında ise 110.6, 123.8, 136 ve 146.2 mm olarak hesaplanmıştır. 2019 yılı bitki su tüketim değerleri, hava sıcaklığına ve bitki gelişimine göre, 2020 yılı değerlerine göre daha yüksek gerçekleşmiştir.

Çalışma sonucunda ortalama ticari marul baş ağırlıkları; 2019 yılı (Eylül-Kasım) döneminde en düşük 623 g ile S_{60} konundan, en yüksek ise 1130.8 g olarak S_{120} konusundan elde edilmiştir. 2020 yılı (Şubat-Nisan) döneminde ise en düşük 900.8 g ile S_{60} konundan, en yüksek 1177.8 g ile S_{100} konusundan elde edilmiştir. 2019 yılında artan sulama suyu miktarı ile birlikte verimlerde de artış gözlenmiştir. 2020 yılında ise 1_{100} konusuna kadar aynı şekilde artış gözlenirken 1_{120} konusunda sulama suyu miktarının artmasına rağmen verimde azalma görülmüştür. Bu durum sera içi sıcaklığın düşük, su tüketiminin az ve topraktaki fazla suyun olumsuz etkisi ile açıklanabilir.

Araştırma sonucunda; ortalama marul baş ağırlığı ve ortalama marul ticari baş ağırlığı arasında her iki yılda da varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında % 1 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. Ortalama ticari baş boyu ve çapı değerleri arasında varyans analiz sonuçlarına göre 2019 yılında konular arasında %1 önem

seviyesinde farklılık bulunurken, 2020 yılında ise konular arasında fark oluşmamıştır. Ortalama baş kök uzunluk değerleri arasında her iki yılda da varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında fark oluşmamıştır. Ortalama kök uzunluklarının artan su miktarlarıyla önemli ölçüde değişmemiştir.

Araştırma sonucunda su kullanım randımanı değerleri; 2019 yılında 38.12-55.96 kg m^{-3} arasında, 2020 yılında ise 61.65-75.24 kg m^{-3} arasında gerçekleşmiştir. Sulama suyu kullanım randımanı değerleri ise 2019 yılında 43.19-56.19 kg m^{-3} arasında, 2020 yılında 60.82-81.85 kg m^{-3} arasında gerçekleşmiştir. En yüksek IWUE değeri 81.85 kg m^{-3} ile 2020 yılında S_{80} konusundan ve en yüksek WUE değeri ise yine 2020 yılında 75.24 kg m^{-3} ile S_{80} konusundan elde edilmiştir.

Marul verim tepki etmeni (ky) ise 2019 yılında 2.26, 2020 yılında ise 0.69 olarak bulunmuştur.

5.2 Öneriler

Konya ili, Türkiye'de kurak ve yarı kurak iklim koşullarının hüküm sürdüğü su kaynaklarının sınırlı olduğu bir bölgedir. Su kaynaklarının yetersiz olmasının yanında yağış miktarının da az olması, bölgede sulama suyunun etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Günümüzde çiftçinin yaptığı sulamaların büyük bir çoğunluğu sulama programı yapılmadan rastgele yapılmaktadır. Oysa bölgede mevcut su kaynaklarının randımanlı kullanılması gerekmektedir. Dolayısıyla bitkisel üretimde su-verim-iklim ilişkilerinin iyi bilinmesi gerekmektedir.

Son yıllarda, Konya İl'inde örtüaltı turfanda sebze üretim giderek yaygınlaşmaktadır. Dolayısıyla bu çalışma ile birim alandan daha fazla ve kaliteli ürün almak ve mevcut suyu randımanlı kullanmak adına örtüaltı yetiştiriciliğinde üretimi artan marul bitkisinin su-verim ilişkileri, iki farklı dönem (Eylül-Kasım ve Şubat-Nisan)için incelenmiştir.

Sulama programının kolay bir şekilde oluşturulduğu A sınıfı buharlaşma kabı yöntemi pratik ve gerçeğe yakın sonuçlar vermesi açısından bölgede sera üreticilerine önerilmektedir.

Su kullanım randımanları göz önüne alındığında, Konya koşullarında ısıtmasız serada marul yetiştiriciliğinde; güz dönemi (Eylül-Kasım) üretimi için S_{100} konusu, bahar dönemi (Şubat-Nisan) üretimi için ise S_{80} konusu ideal sulama programı olarak uygun bulunmuştur.

Konya İl'inde örtüaltı marul yetiştiriciliğinde; güz döneminde (Eylül-Kasım) yetiştirilen marul bitkisi kısıtlı sulama şartları altında daha fazla verim kaybederken, 2020 yılı bahar döneminde (Şubat-Nisan) yetiştirilen marul bitkisinin kısıtlı sulama şartları altında nispeten daha az verim kaybettiği söylenebilir. Dolayısıyla, güz döneminde (Eylül-Kasım) yetiştirilen marul bitkisinde su kısıtı önerilmez iken bahar dönemi (Şubat-Nisan) üretimlerinde su kısıtı yapılabilir.

Araştırma sonuçlarının, Konya İl'inde veya benzer iklim özelliğine sahip bölgelerdeki örtüaltı marul yetiştiriciliği yapan üreticilere ve konu ile çalışacak araştırmacılara faydalı olacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

Abak, K., Düzyaman, E., Şeniz, V., Gülen, H., Pekşen, A. ve Kaymak, H. Ç., 2010, Sebze üretimini geliştirme yöntem ve hedefleri, *VII. Ziraat Kongresi*, 11-15.

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).

Alaca, D., 2000, Bazı Iceberg Tipi Başsalata (lactuca sativa L. var. capitata) Çeşitlerinin Verim ve Kalitesi Üzerine Farklı Ekim Zamanlarının Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Osman Paşa Üniversitesi, 40.

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

Baş Odabaş, M., 2019, Farklı Humik Asit Uygulama Dozları ve Azotlu Gübrelerin Marulun Gelişimi İle Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, 20-27.

Baytorun A.N., S., Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:110, Adana, 1995.

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.

Bozkurt, S. ve Bozkurt, G., 2011, The effects of drip line depths and irrigation levels on yield, quality and water use characteristics of lettuce under greenhouse condition, *African Journal of Biotechnology*, 10 (17), 3370-3379.

Demiralay, İ., 1977, Toprak fiziği uygulaması, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum*.

Doorenbos, J. ve Pruitt, W., 1977, Guidelines for Predicting Crop Water Requirements; FAO Irrigation and Drainage, Paper No. 24; Food and Agriculture Organization of the United Nations, *Water Resources and Development Service: Rome, Italy*.

Doorenbos, J. ve Kassam, A., 1979, Yield response to water, *Irrigation and drainage paper* (33), 257.

Eltez, R. ve Günay, A., 1998, Bakırçay'da Seracılık, *Bergama Tic. Oda. Yay*.

James, L. G., 1988, Principles of farm irrigation system design. John Willey & sons, *Inc., Washington State University*, 73, 152-153.

Kadayifci, A., Tuylu, G., Ucar, Y. ve Cakmak, B., 2004, Effects of mulch and irrigation water amounts on lettuce's yield, evapotranspiration, transpiration and soil evaporation in Isparta location, Turkey, *J Biol Sci*, 4, 751-755.

Kanber, R., 1984, Çukurova koşullarında açık su yüzeyi buharlaşmasında (Class A Pan) yararlanarak birinci ve ikinci ürün yerfıstığının sulanması, *Topraksu Arş. Ens. Md Genel Yayın* (114).

Kanber, R., 1997, Sulama, *ÇÜ Ziraat Fakültesi Genel Yayın* (174), 531.

Kara, M., 2005, Sulama ve sulama tesisleri, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya*.

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.

Kirnak, H., Tash, I., Gokalp, 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.

Kuşlu, Y., Dursun, A., Sahin, U., Kiziloglu, F. ve Turan, M., 2008, Effect of deficit irrigation on curly lettuce grown under semiarid conditions, *Spanish journal of agricultural research* (4), 714-719.

Mansuroğlu, G., Bozkurt, S., Kara, M. ve Telli, S., 2011, The effects of nitrogen forms and rates under different irrigation levels on yield and plant growth of lettuce, *J. Cell Plant Sci.*, 1, 33-40.

Özbahçe, A. ve Tarı, A. F., 2009, Effects of different emitter spaces and irrigation levels on yield and yield components of processing tomato, 63-70.

Sahin, U., Kuslu, Y., Kiziloglu, F. M. ve Cakmakci, T., 2016, Growth, yield, water use and crop quality responses of lettuce to different irrigation quantities in a semi-arid region of high altitude, *Journal of applied horticulture*, 18 (3), 195-202.

Sammis, T., Kratky, B. ve Wu, I., 1988, Effects of limited irrigation on lettuce and Chinese cabbage yields, *Irrigation Science*, 9 (3), 187-198.

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).

Sevgican, A., Tüzel, Y., Gül, A. ve Eltez, R. Z., 2000, TÜRKİYE'DE ÖRTÜALTI YETİŞTİRİCİLİĞİ, 679-707.

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

Steduto, P., Hsiao, T. C., Fereres, E. ve Raes, D., 2012, Crop yield response to water, Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, p.

Stewart, J. I., Hagan, R. M. ve Pruitt, W., 1976, Water production functions and predicted irrigation programs for principal crops as required for water resources planning and increased water use efficiency, *PB-US National Technical Information Service (USA). no. 258051*.

Şahin, M. ve Al-Bayatı, Y. F. A., 2018, Konya İli Açık Tarla Koşullarında Marul Bitkisinin Su-Verim Parametrelerinin Belirlenmesi, *Toprak Su Dergisi*, 7 (2), 38-45.

Şahin, U., Kuslu, Y., Kiziloglu, F. M. ve Cakmakci, T., 2016, Growth, yield, water use and crop quality responses of lettuce to different irrigation quantities in a semi-arid region of high altitude, *Journal of applied horticulture*, 18 (3), 195-202.

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

TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu Verileri, 2019.

Tüzel, Y. ve Eltez, R., 1997, Protected cultivation in Turkey, a contribution towards a data base for cultivation in the Mediterranean Region, *Regional Working Group Greenhouse Crop Production in the Mediterranean Region, FAO*.

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*, 3 (1), 29-34.

Yıldırım, O., 2008, Sulama sistemlerinin tasarımı syf 353, Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, p.

Yüce, B., 1990, Türkiye seracılığının genel durumu, *Türkiye*, 5, 3-10.

Yüksel, 1995, sera yapım Tekniği, Hasad Yayıncılık Ltd, *Şti, İkinci Baskı, İstanbul*, 335.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Niyazi Emrah ÇEREZ

Uyruğu : Türkiye

Doğum Yeri

ve Tarihi : Konya 1984-01-84

Telefon : 05057709986

Faks :

e-mail : n_emrahcerez@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı	İl- İlçe	Bitirme Yılı
Lise	:	Konya Lisesi	Konya	2002
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi,	Konya	2007
Yüksek Lisans:		S. Ü. Ziraat Fakültesi,	Konya	Devam ediyor
Doktora	:			

İŞ DENEYİMLER

Yıl : 2007-2010 Kurum Görevi : Özel sektör Ziraat Mühendisi

Yıl : 2010-2016 Kurum Görevi : Kangal İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü / Ziraat Mühendisi

Yıl : 2016-2017 Kurum Görevi : Kadınhanı İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü / Ziraat Mühendisi

Yıl : 2017-2018 Kurum Görevi : Konya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü / Ziraat Mühendisi

Yıl : 2018-2020 Kurum Görevi : Meram İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü / İlçe Müdürü

Yıl : 2020- Kurum Görevi : Konya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü / Şube Müdürü

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER