

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**SU KÜLTÜRÜNDE BİOSTİMULANT UYGULAMALARININ KIVIRCIK
MARUL YETİŞTİRİCİLİĞİNDE VERİM VE KALİTE ÜZERİNE ETKİSİ**

Yousif Khalid Abdulwahhab ABDULWAHHAB

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2024

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**SU KÜLTÜRÜNDE BİOSTİMULANT UYGULAMALARININ KIVIRCIK
MARUL YETİŞTİRİCİLİĞİNDE VERİM VE KALİTE ÜZERİNE ETKİSİ**

Yousif Khalid Abdulwahhab ABDULWAHHAB

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2024

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SU KÜLTÜRÜNDE BİOSTİMULANT UYGULAMALARININ KIVIRCIK
MARUL YETİŞTİRİCİLİĞİNDE VERİM VE KALİTE ÜZERİNE ETKİSİ**

Yousif Khalid Abdulwahhab ABDULWAHHAB

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2024

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SU KÜLTÜRÜNDE BİOSTİMULANT UYGULAMALARININ KIVIRCIK
MARUL YETİŞTİRİCİLİĞİNDE VERİM VE KALİTE ÜZERİNE ETKİSİ**

Yousif Khalid Abdulwahhab ABDULWAHHAB

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez / / 2024 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ersin POLAT (Danışman)

Prof.Dr.Hakan AKTAŞ

Doç.Dr.Halil DEMİR

ÖZET

SU KÜLTÜRÜNDE BİOSTİMULANT UYGULAMALARININ KIVIRCIK MARUL YETİŞTİRİCİLİĞİNDE VERİM VE KALİTE ÜZERİNE ETKİSİ

Yousif Khalid Abdulwahhab ABDULWAHHAB

Yüksek Lisans, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ersin POLAT

Haziran 2024: 40 Sayfa

Bu araştırma, su kültürü marul yetiştiriciliğinde Biostimulant kullanımının bitki büyümesi ve verimi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Araştırma ve Uygulama arazisinde gerçekleştirilmiş olup, yetiştiricilik durgun su kültürü teknelerinde yapılmıştır. Çalışmada bitki materyali olarak *Lactuca sativa* türüne ait '*Caipira*' marul çeşidi kullanılmış olup, sıvı Biostimulant olarak bakteri içerikli BM-Root-Pan ile Humik Asit ve Fulvik Asit, içerikli Maksoil ticari isimli ürünler kullanılmıştır. Uygulamalar; Kontrol (K), Kontrol+Maxsoil (K+M), Kontrol+Rootpan (K+R) ve Kontrol+Maxsoil+Rootpan (K+M+R) olmak üzere planlanmış ve araştırma 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür.

Çalışmada; yaprak boyu ve genişliği, yapraktaki kuru madde miktarı, bitki kök uzunluğu, yaprakta suda çözünür kuru madde (SÇKM), bitki başına ortalama verim, birim alandan elde edilen verim, bitki yaprak EC ve pH değerleri, yaprak sayısı, kök ağırlığı, baş çapı, baş yüksekliği, kök boğazı çapı, renk ve klorofil ölçümleri (SPAD) yapılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre uygulamaların; yaprak eni, klorofil (SPAD) değeri, yapraktaki kuru madde miktarı %, marul baş çapı, bitki başına verim (g/bitki) ile birim alan verim (g/m²) değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuş, diğer ölçüm ve analizlerde farklılık tespit edilmemiştir. En yüksek yaprak eni değeri (16.59 cm) K+M uygulamasından, en yüksek SPAD değeri (27.09) K+R+M uygulamasından, en yüksek kuru madde değeri kontrol dışında, aynı grup içerisinde yer alan K+M (5.84) , K+R (5.86) ile K+R+M (5.60) uygulamalarından, baş çapı açısından en yüksek değer K+M (29.96 cm) uygulamasından, bitki başına ortalama verim açısından en düşük değer K+R+M uygulamasından (96.31 g) elde edilmiş, diğer uygulamalar kendi aralarında farklılık oluşturmamıştır (119.3-123.82 g). Birim alan verim değerleri açısından uygulamaların etkisi önemli bulunmuş en yüksek verim K+M uygulamasından (7080.8 g/m²), en düşük verim ise K+R+M uygulamasından (5326.9 g/m²) elde edilmiş, Kontrol'de ise 6767.1 g/m² verim değeri tespit edilmiştir.

Sonuç olarak araştırmada durgun su kültüründe humik asit ve fulvik asit içerikli preparatların olumlu etkisinin olduğu görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELEER: : Biostimulant, Fulvik Asit , Humik Asit, Kıvırcık Marul, Su Kùltürü

JÜRİ: Prof. Dr. Ersin POLAT

Prof. Dr. Hakan AKTAŞ

Doç. Dr. Halil DEMİR



ABSTRACT

THE EFFECT OF BIOSTIMULANT APPLICATIONS ON YIELD AND QUALITY IN HYDROPONIC LETTUCE GROWING

Yousif Khalid Abdulwahhab ABDULWAHHAB

MSc Thesis in Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Ersin POLAT

June 2024: 40 pages

This research aims to examine the effects of biostimulant use on plant growth and yield in hydroponically grown lettuce. The study was conducted at the Mediterranean University Faculty of Agriculture, within the Horticulture Research and Application area, and the cultivation was carried out in static water culture tanks. The plant material used in the study was the 'Caipira' lettuce variety of the species *Lactuca sativa*. The biostimulants utilized included BM-Root-Pan, which contains bacteria, and Maxsoil, a commercial product containing humic and fulvic acids. The treatments were designed as Control (K), Control + Maxsoil (K+M), Control + Rootpan (K+R), and Control + Maxsoil + Rootpan (K+M+R), and the research was conducted with three replications.

In the study, measurements were taken for leaf length and width, dry matter content in the leaves, plant root length, soluble solid dry matter (TSS) in the leaves, average yield per plant, yield per unit area, plant leaf EC and pH values, number of leaves, root weight, head diameter, head height, root collar diameter, colour and chlorophyll content (SPAD).

According to the research results, the effects of the treatments on leaf width, chlorophyll (SPAD) value, dry matter content in the leaves, head diameter, yield per plant (g/plant), and yield per unit area (g/m²) were found to be statistically significant, while no differences were detected in other measurements and analyses. The highest leaf width (16.59 cm) was observed in the K+M treatment, the highest SPAD value (27.09) in the K+R+M treatment, and the highest dry matter content, excluding the control, was found in the K+M (5.84), K+R (5.86), and K+R+M (5.60) treatments. The highest head diameter (29.96 cm) was recorded in the K+M treatment. In terms of average yield per plant, the lowest value (96.31 g) was obtained from the K+R+M treatment, while the other treatments did not differ significantly among themselves (119.3-123.82 g). The effects of the treatments on yield per unit area were significant, with the highest yield (7080.8 g/m²) from the K+M treatment and the lowest yield (5326.9 g/m²) from the K+R+M treatment, while the control yielded 6767.1 g/m². This study demonstrated the positive effects of humic and fulvic acid-containing preparations in static water culture.

KEYWORDS: Biostimulant, Curly Lettuce, Fulvic Acid, Humic Acid, Water Culture

COMMITTEE: Prof. Dr. Ersin POLAT

Prof. Dr. Hakan AKTAŞ

Assoc. Prof. Dr. Halil DEMİR



ÖNSÖZ

Tarım, dünya nüfusunu beslemek için hayati bir rol oynamaktadır ve gıda ürünlerinin kalitesi ve miktarı, her zamankinden daha fazla önem taşımaktadır. Sağlıklı beslenmenin temel taşlarından biri olan sebzeler, bu açıdan özellikle büyük bir önem taşımaktadır. Bu bağlamda, kıvırcık marul gibi sebzeler, vitaminler, mineraller ve lifler açısından zengin içerikleriyle sağlıklı bir yaşam tarzının vazgeçilmez bir parçasıdır. Ancak, bu tür bitkilerin verimliliği ve kalitesi, modern tarımın öncelikli hedeflerinden biri haline gelmiştir.

Su kültürü, bitki yetiştirme yöntemlerinden biri olarak hızla yayılan ve özellikle su kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde büyük bir öneme sahip olan bir tarım şeklidir. Bu yöntem, toprak kullanımını minimize ederek suyun daha verimli bir şekilde kullanılmasına olanak tanır. Ancak, su kültürüyle kıvırcık marul yetiştiriciliği, özellikle bitki beslenmesi ve büyümesi konularında bir çok zorluklarla karşılaşılabilir. Bu noktada, biostimulantların tarımsal üretime olan olumlu etkileri bu alanda da araştırmacıların ilgisini çekmektedir.

Biostimulantlar, bitki büyümesini ve gelişimini teşvik etmek, hastalıklarla ve çevresel stres faktörleriyle başa çıkmak için kullanılan doğal veya sentetik maddelerdir. Bu çalışmanın ana amacı, su kültüründe biostimulantların kıvırcık marul yetiştiriciliğine nasıl katkı sağlayabileceğini anlamak ve bu yöntemlerin tarım sektöründe daha geniş çapta kullanılabilme olanaklarını araştırmaktır.

Araştırmamda başta, bilgi ve destek tecrübeleriyle hem arazide hem de laboratuvar koşullarında yardımcı olan, verdiği bilgilerle tezimin kurgu ve yürütülmesi aşamasında her bakımından yol gösteren, tezimin yazım sürecinde her aşamada desteklerini benden esirgemeyen kıymetli danışmanım sayın Prof. Dr. Ersin POLAT'a, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Değerli katkılarından dolayı jüri üyeleri Prof. Dr. Hakan AKTAŞ ve Doç. Dr. Halil DEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın yürütülmesinde ve neticelenmesinde katkıları olan Arş. Gör. Ömer ÖNEL'e teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimin süresince ve yaşamım boyunca desteklerini esirgemeyen başta babam Khalid ABDULWAHHAB'a ve sevgili aileme, kıymetli kardeşlerime ve sevdiklerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Su Kültürü İle İlgili Yapılan Çalışmalar	3
2.2. Verim ve Kalite ile ilgili Çalışmalar	4
2.3. Biostimulant İle İlgili Yapılan Çalışmalar	5
3. MATERYAL VE METOT	6
3.1. Çalışmanın Yürütüldüğü Alan.....	6
3.2. Bitkisel Materyal	6
3.3. Su Kültürü Ortamı	7
3.4. Uygulamalar	9
3.5. Besin çözeltisinde pH ve EC kontrolü	12
3.6. Hasat.....	13
3.7. Denemede Yapılan Ölçüm Ve Analizler.....	13
3.7.1. Yaprak boyu ve genişliği.....	13
3.7.2. Kuru madde miktarı.....	13
3.7.3. Kök uzunluğu.....	14
3.7.4. SÇKM (Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı)	14
3.7.5. Birim alandan elde edilen verim (g/m ²).....	15
3.7.6. Marul yapraklarında EC ve pH ölçümü.....	15
3.7.7. Yaprak sayısı (adet/bitki).....	16
3.7.8. Kök ağırlığı (g/bitki).....	17
3.7.10. Baş çapı (cm)	18
3.7.11. Marulda kök boğazı çapı ölçümü (mm).....	18
3.7.12. Yaprakta klorofil ölçümü (SPAD).....	18

3.7.13. Yapraklarda renk ölçümü	19
3.8. İstatistik analizler	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	21
4.1. İklimsel Veriler.....	21
4.2. Uygulamaların Bitki Büyüme Parametreleri Üzerindeki Etkisi.....	23
4.2.1. Yaprak boyu (cm)	23
4.2.2. Yaprak eni (cm)	24
4.2.3. Kök uzunluğu (cm).....	24
4.2.4. Suda Çözünebilir Kuru Madde oranı (SÇKM) (%).....	25
4.2.5. Yaprak sayısı (adet/bitki).....	26
4.2.6. Kök ağırlığı (g)	26
4.2.7. Kök boğazı çapı(mm)	27
4.2.8. Baş yüksekliği (cm)	28
4.2.9. Klorofil miktarı (SPAD).....	28
4.2.10. Yapraklarda renk değerleri	29
4.2.11. Kuru madde miktarı (%).....	30
4.2.12. Baş çapı (cm)	31
4.2.13. Marul yapraklarında EC	32
4.2.14. Marul yapraklarında pH.....	33
4.2.15. Bitki başına ortalama verim (g/bitki).....	33
4.2.16. Birim alandan elde edilen verim (g/m ²).....	34
5. SONUÇLAR	36
6. KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Su Kültüründe Biostimulant Uygulamalarının Kıvırcık Marul Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

11/06/2024

Yousif Khalid Abdulwahhab ABDULWAHHAB



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	: Yüzde
a*	: Renk Derecesi (Yeşilden Kırmızıya Dönüşüm)
b*	: Renk Derecesi (Maviden Sarıya Dönüşüm)
°C	: Santigrat Derece
cm	: Santimetre
g	: Gram
kg	: Kilogram
L	: Renk Derecesi (Parlaklık)
m ²	: Metrekare
m ³	: Metreküp
pH	: Potansiyel Hidrojen
EC	: (Electrical Conductivity)
Sa	: Saat
".."	: Ondalık Ayracı (nokta)
Ö.D	: Önemli Değil

Kısaltmalar

A.Ü.	: Akdeniz Üniversitesi
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
g	: Gram
Ort.	: Ortalama
Sa	: Saat
SÇKM	: Suda Çözünebilir Kuru Madde
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
h°	: Hue açısı

C* :Chroma
L* :Parlaklık
Uyg. : Uygulama
K :Kontrol
M : Maksoil
K+M : Kontrol + Maksoil
K+R :Kontrol+Rootpan
K+R+M :Kontrol+Rootpan+Maksoil



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Yetiştirme ortamının hazırlığı	6
Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan kıvrıcık marul çeşidi	7
Şekil 3.3. Dikim yapılmış fidelerin görüntüsü	8
Şekil 3.4. Durgun su kültüründe havalandırma sistemi	8
Şekil 3.5. Hobo cihazının genel görünümü.....	9
Şekil 3.6. Araştırmada Kullanılan Biostimulant BM-Root-pan.....	10
Şekil 3.7. Araştırmada Kullanılan Maksoil	10
Şekil 3.8. Araştırmada kullanılan pH ve EC ölçüm aletleri.....	12
Şekil 3.9. Hasat öncesi bitkilerin üretim alanından genel bir görünüm.....	13
Şekil 3.10. Bitki kuru madde ölçümü hazırlığı	14
Şekil 3.11. Bitki köklerinin genel görünümü.....	14
Şekil 3.12. Dijital refraktometre yardımıyla SÇKM ölçümü.....	15
Şekil 3.13. Marul yaprağı suyunda pH ölçümü	16
Şekil 3.14. Hasat öncesi bitki görünüm	16
Şekil 3.15. Kök ağırlığı (g/bitki) görüntüsü.....	17
3.7.9. Baş yüksekliği (cm)	17
Marullarda baş yüksekliği, metre kullanılarak santimetre cinsinden ölçülmüştür.....	17
Şekil 3.16. Marul baş yüksekliği ölçümü	17
Şekil 3.17. Marul bitkilerinde kök boğazı ölçümü	18
Şekil 3.18. Marul Yapraklarında klorofil ölçümü (SPAD-502 Plus)	19
Şekil 3.19. Marul Yapraklarında renk ölçümü.....	19
Şekil 4.1. Sera içi hava sıcaklık değerleri (°C)	21
Şekil 4.2. Sera içindeki ortalama oransal nem değerleri (%).....	22
Şekil 4.3. Sera içindeki ortalama ışık miktarı (Lüx) ölçülmüştür.....	22
Şekil 4.4. Yetiştirme ‘ortam’ suyu sıcaklık değerleri (°C).....	23

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırmada yer alan uygulamalar ve uygulama dozları	9
Çizelge 3.2. Kontrol uygulamasında kullanılan stok çözelti içeriği	11
Çizelge 3.3. Kontrol grubu bitkilerin final çözelti konsantrasyon aralıkları	11
Çizelge 3.4. Araştırmada kullanılan suyun içeriğine ilişkin özellikler	12
Çizelge 4.1. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda yaprak boyu üzerine etkisi (cm).....	23
Çizelge 4.2. Su kültüründe biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda yaprak eni üzerine etkisi (cm).....	24
Çizelge 4.3. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda kök uzunluğu üzerine etkisi (cm).....	25
Çizelge 4.4. Su kültüründe Biostimulantın uygulamalarının kıvırcık marulda SÇKM miktarları üzerine etkisi (%)	25
Çizelge 4.5. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda yaprak sayısı üzerine etkileri (adet/bitki).....	26
Çizelge 4.6. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marul bitkisinde kök ağırlığı üzerine etkisi (g/bitki).....	27
Çizelge 4.7. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda kök boğazı çapı üzerine etkisi (mm)	27
Çizelge 4.8. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda baş yüksekliği üzerine etkisi (cm)	28
Çizelge 4.9. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda klorofil miktarı üzerine etkisi (SPAD).....	29
Çizelge 4.2.10. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marul yetiştiriciliğinde renk parametreleri üzerine etkisi.....	30
Çizelge 4.11. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marul yetiştiriciliğinde kuru madde miktarı üzerine etkisi (%).....	31
Çizelge 4.12. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda bitkilerin baş çapı üzerine etkileri (cm)	32
Çizelge 4.14. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marul yapraklarında pH üzerine etkileri.....	33
Çizelge 4.15. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda bitki başına verim üzerine etkileri(g/bitki).....	34
Çizelge 4.16. Kıvırcık marulda su kültüründe Biostimulant uygulamalarının birim alandaki verim değerleri (g/m ²).....	35

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması ve besin üretiminin nüfus dağılımına yetmemesi, tarımda daha verimli, sağlıklı ve erişilebilir yöntemlerle üretim yapma ihtiyacını ortaya koymaktadır. Dünya nüfus yoğunluğu göz önüne alındığında, yeterli beslenmeyi sağlamak, tarım üretimini artırarak mümkün hale gelir (Turhan 2005). Üretim miktarı, uygun bitki türlerinin seçimi, yetiştirme yöntemleri ve bitki besin ihtiyaçlarının doğru bir şekilde belirlenmesi ile doğru orantılıdır.

Tarımın geliştirilmesinde en sık kullanılan yöntemlerden biri organik veya kimyasal yollarla bitkileri beslemektir (Aksoy ve Altındışli 1998). Organik ve kimyasal bitki besleme uygulamaları arasında topraklı ve topraksız tarım sistemlerinde farklılıklar bulunmaktadır.

Topraksız tarımda bitki kökleri gübre solüsyonuyla doğrudan temas halindedir. Bu durum topraklı tarıma nazaran gübrenin yayılmasını artırmaktadır.

Topraksız tarım sistemi su (Hidroponik) kültürü ve katı ortam (Substrat Agregat) kültürü olmak üzere iki farklı uygulamadan oluşmaktadır. Hidroponik kültür kendi içerisinde aeroponik, akan su kültürü, durgun su kültürü gibi alt uygulamalar içermektedir.

Durgun su kültürü, bitki fidelerinin kökleri aracılığıyla su içindeki besin elementlerinin verildiği bir sistemdir. Bu sistem sayesinde bitkiler topraktan kaynaklanan hastalıklardan ve zararlılardan korunurlar. Ayrıca, besin maddeleri kontrollü bir şekilde verildiği için bitki gelişimi kontrol altına alınabilir. Bu yöntemle aynı besin solüsyonunun kullanılması, işçilik maliyetini düşürerek tasarruf sağlar. Durgun su kültüründe marul, tere, roka, maydanoz gibi yeşillik grubu bitkiler ile aromatik bitkiler sıkça tercih edilir (Gül 2019; Anaç 2020).

Dünya genelinde, marul yüksek su içeriği, düşük kalori içeriği ve zengin besin değerleri nedeniyle tercih edilen yeşillik gruplarından biridir (Eşiyok 2012). Marul, genellikle açık veya örtüaltında olmak üzere Türkiye'nin her bölgesinde yetiştirilebilen bir sebzedir. 100 gram marul yaprağı yaklaşık olarak %95 su, 6-8 mg C vitamini, 1-1.5 g ham protein, 0.2-0.4 g yağ, 1.5-2.5 g karbonhidrat, 330 IU A vitamini, 20-25 mg kalsiyum, 40 mg fosfor ve 1.5 mg demir içerir.

Baş bağlamayan kıvrıkcık yapraklı (*Lactuca sativa* var. *crispa*) salata son zamanlarda ülkemizde yetiştiriciliği hızla artan önemli marul tipleri arasında yer almaktadır.

Toplam marul üretimi 561,990 ton olup bunun yaklaşık %50'sini 252,583 ton ile kıvrıkcık marul oluşturmaktadır (Anonim 1 2022).

Humik ve fulvik asitler içeren humus, toprak organik maddesinin en önemli bileşeni olarak kabul edilir ve "toprak organik maddesi" terimi yerine sıkça kullanılır (Chen ve Aviad 1990). Hüyük materyallerin bitki gelişimine çeşitli şekillerde katkıda bulunması nedeniyle, toprak kimyası ve toprak verimliliği üzerinde önemli etkilere sahiptir.

Humik asitlerin en önemli kaynağı genellikle leonarditte bulunan yumuşak kahverengi kömürlerin çökelmiş tabakalarıdır. Humik asit gübre değildir. Fakat gübrenin çok önemli bir tamamlayıcısıdır. Humik asit besinlerin topraktan bitkiye geçmesine yardımcı olmaktadır. Bitkisel ve hayvansal kalıntılar toprağa karıştırıldığında belirli bir süre sonunda organik maddede biyolojik ve fizikokimyasal olayların etkisiyle bozunma daha sonra da parçalanma meydana gelir. Bu dokuların organik kısımlarının bozunup parçalanması humifikasyon, inorganik kısımlarının bozunup parçalanması mineralizasyon olarak tanımlanmaktadır. Organik maddelerin humifikasyona girmesi topraktaki mikroorganizmalar tarafından sağlanmaktadır. Mikroorganizmaların en büyük besin kaynağı C (Karbon) gruplarıdır. Humifikasyonun devamı sonucunda ortaya çıkan ürün, humik asittir (Chen ve Aviad 1990).

Humik asitler uzun ömürlü organik maddeler olup, kation değişim kapasitelerinin bütün organik gübrelerden yüksek olması sebebiyle besin maddelerini en yüksek düzeyde absorbe ederek, bitkiler ile toprağa, doğal ve organik bir yolla yaşamsal besin maddelerini, makro, mikro (izelementler) ve vitaminleri, aminoasitleri sağlamanın en mükemmel bir yoludur. Humik asitler toprakta, hayvan gübresinde, torf yataklarında, denizlerde, linyitte, leonarditte bulunmaktadır. En önemli kaynak leonardittir (Engin ve Cöcen 2012).

Toprak verimliliği, bitki fizyolojisi ve çevre bilimi gibi tarımın birçok farklı alanında kullanılmaktadır (Chen ve Aviad 1990). Hümk maddelerin metalik kasyonlarla şelatlayıcı özellikleri nedeniyle, birçok besin elementinin çözünürlüğünü artırarak bitki için faydalı olabilir ve olumlu etkiler sağlayabilir.

Bu araştırma, durgun su kültüründe çevreci yaklaşımları destekleyen Biostimulant kullanımının bitki gelişimi, verim ve kalitesine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Su Kültürü İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Su kültürü, sadece besin solüsyonunun bulunduğu bir ortamdır (Diver, 2006). Su havuzuna eklenecek su miktarı, yatak uzunluğu (m) x yatak genişliği (m) x su derinliği (m) = su miktarı (m³) formülüyle hesaplanır. Genellikle su havuzunun derinliği 16-17 cm olması önerilir. Su havuzunun gübrenmesinde, gübre olarak hazırlanan azot seviyeleri 75-125 ppm arasında olmalıdır (Hensley ve Fowlkes 2002). Yapılan araştırmalarda, durgun su kültürü yöntemiyle marul üretiminde çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının farklı tepkilere sahip olduğu gözlemlenmiştir (Goto vd., 1996). Miceli vd. (2003) İtalya'da yaptıkları denemelerde, yapraklı sebzelerin topraklı üretime göre, yüzen su kültürü yönteminin tercih edilmesinin daha faydalı olduğunu belirlemiştir.

Rakocy ve Hargreaves (1993)'e göre, entegre su kültürü mekanizması su kaynaklarını korurken, balık ve bitkilerin gelişimini sağlar. Eğer mekanizma içindeki besin solüsyonu sürekli olarak dolaşıyorsa, buna "Kapalı Sistem" denir. Mekanizma içinde besin solüsyonu bir kere uygulanıp sonra boşaltılıyorsa, bu da "Açık Sistem" olarak adlandırılmaktadır. Besin solüsyonunun uygulanma yöntemlerinin farklılaşması ve enfeksiyon risklerinin artması, kapalı sistemin dezavantajları arasında sayılabilir (Marhaba 1998).

Topraklı tarıma kıyasla, su kültürünün bazı avantajları bulunmaktadır. Topraklı tarımda, toprak yapısı ve dokusunun yetersiz olması, yabancı ot sorunları ve topraktan kaynaklanabilecek patojen riskleri gibi zorluklarla karşılaşılabilir. Ancak hidroponik sistemlerde sulama ve besin takviyelerinin sağlanması bilgisayar kontrollü olarak gerçekleştirilebildiğinden işçilik maliyetleri daha düşüktür (Marr 1994).

Miceli vd. (2019)'nin yaptığı çalışmada, yüzen su kültürü tekniği kullanılarak kontrol, 10⁻⁸ Molar GA₃ ve 10⁻⁶ Molar GA₃ uygulanan marul üzerinde yapılan denemelerde, uygulamalar arasında herhangi bir farklılık belirlenmemiş; SÇKM, değerlerinin sırasıyla %2.9, %3.1 ve %2.5 oranlarında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Lee ve Lee (2015), hidroponik sistemlerin dünya çapında öneminin arttığını ve farklı bölgelerde birçok alanda kullanımının yaygınlaştığını belirtmiştir.

Saha vd. (2016), fesleğenin (*Ocimum basilicum* L.) hidroponik ve akuaponik sistemlerde gelişme, ürün miktarı, bitki kalitesi ve besin maddelerinin alımı özelliklerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, fesleğen üretiminin akuaponik sistemde hidroponik sistemle karşılaştırıldığında istenilen düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Ergün vd. (2020), hidroponik ortamda marul yetiştiriciliğinde mikro alg (*Chlorella vulgaris*) kullanarak mineral besinlerin %20, %40, %60 gibi oranlarda azaltılmasını ve bu şekilde mineral gübre uygulamasının azaltılmasını amaçlamışlardır. Araştırma sonuçları, *Chlorella vulgaris*'in besin çözeltisinde kullanılmasıyla hidroponik marul yetiştiriciliğinde uygulanan mineral gübrelerin %60'a kadar azaltılabileceğini göstermiştir.

2.2. Verim ve Kalite ile ilgili Çalışmalar

Akbay (2012) tarafından yapılan araştırmada, farklı azot dozlarıyla birlikte yetiştirilen marul ortamına *Paenibacillus polymyxa* bakteri uygulaması yapmıştır. Sonuç olarak, bu bakteri türünün bitki gelişimi ve verim üzerinde olumlu bir etkisi olduğu belirlenmiştir.

Mordoğan vd. (2001) çalışmalarında artan azot miktarının marul bitkisindeki toplam azot, NO₃-N ve NO₂-N değerlerinde yükselmelere neden olduğunu tespit etmişlerdir. En belirgin artışın 40 kg/da azot miktarında olduğu belirlenmiştir. Marulda yüksek azotun etkisiyle oluşan nitrat ve nitrit birikiminden dolayı, uygun dozun dekar başına 20 kg azot olduğu saptanmıştır.

Liu vd. (2014), marul bitkisinde; suni, organik ve sıvı gübrelerin katkılarını incelemişlerdir. Uygulamalar sonucunda, organik gübre ile birleştirilen sıvı gübrenin büyümeyi artırdığı, organik gübrelerin bitkinin kuru ağırlığını artırdığı ve bitkinin azot yapısının en fazla organik gübre uygulamasıyla arttığı, en fazla nitrat yapısının ise suni gübre uygulamasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Toprağın başlangıçta alkali yapısına sahip olan reaksiyonu (7.83 pH), suni gübre ve organik gübre uygulamalarıyla azalmıştır. Suni gübre uygulamasının EC değerini artırdığı, organik gübre uygulamasının ise topraktaki organik karbon ve azotun toplam yapısını artırdığı belirlenmiştir.

Yağmur ve Aydın (2013), yapmış olduğu çalışmada marulda bulunan belirli mineral madde içeriklerinin bitki gelişimini nasıl etkilediğini araştırmıştır.. Çinko sülfat, sera ortamında topraktan ve yapraktan uygulanmıştır. Her iki uygulamada olumlu etkileri nedeniyle marul yetiştiriciliğinde, topraktan 20 ppm çinko ve yapraktan %0.20 çinko gübrelemesinin önerilebileceği azot, potasyum ve çinko içeriklerinde artışlar sağlanabileceğini belirtmişlerdir.

Tuğba vd. (2021)'nin yürüttüğü çalışmada, kıvırcık marulun ürün verimi ve beslenme özelliklerinde üç farklı organik malzemenin etkilerini incelemiştir. Element oranlarının, marul bitkisinin beslenmesindeki katkılarının önemli olduğunu bildirmişlerdir

Okudur ve Ercan (2016) tarafından yapılan çalışmada, durgun su kültüründe marul üretiminde, üç farklı gübrenin ürün kalitesine katkısı araştırılmıştır. Çalışmada, hazır gübre karışımı ile tam ve %50 azaltılmış gübrelerin etkisi incelenmiştir. Gübrelemenin bitki boyu, bitki köksüz ağırlığı, yaprak miktarı ve parsel verimi üzerinde önemli farklılıklar ortaya çıktığı belirlenmiştir. Ancak bitki kök ağırlığı, gövde ağırlığı, gövde çapı, gövde boyu, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliği açısından ölçülebilir bir değişiklik gözlenmemiştir.

Gruda ve Schnitzler (1997), marul fidelerini yetiştirmek için üç farklı substrat (torf, doymuş ağaç lifi ve doymamış ağaç lifi) denemişlerdir. Doymuş ağaç lifi substratında marul fidelerinin diğer substratlara göre daha iyi büyüdüğünü ifade etmişlerdir.

Boroujerdnia vd. (2007)'nin yapmış oldukları çalışmada, marulda nitrat, nitrit içeriği ile hasat döneminin ve değişen azot oranlarının nasıl etkilendiğini araştırmışlardır. Sonuçta 120 kg/N/ha azot uygulamasında en yüksek ürün elde edildiğini ve bu uygulamayla bitkilerin en yüksek nitrat ve nitrit seviyelerine sahip olduğunu saptamışlardır. Sabah hasat edilen marula kıyasla nitrat ve nitrit seviyelerinin akşam hasat edilen marullarda daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.

2.3. Biostimulant İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Ricci vd. (2019), tarımsal üretimde bitki biyostimülanlarının besin maddesi kullanım etkinliği, abiyotik strese tolerans, ürün kalitesi gibi konuların bir veya daha fazlasına etki eden bir ürün olarak AB gübreleme yönetmeliğinde yeni bir düzenlemeyle bu ürenlere yönelik iyileştirilmenin yapılmasının beklendiğini bildirmişlerdir.

Nephali vd. (2020), kavramsal olarak bitki büyümesini ve sağlığını geliştirme yeteneğine sahip besleyici olmayan maddelerin veya mikroorganizmaların biyostimülan olarak tanımlandığını, biyostimülanların büyümeyi teşvik etmek, stresi hafifletmek, kalite ve verimi artırmak için bitkilerdeki fizyolojik süreçleri düzenlemede ve değiştirmede potansiyel olarak işlev gördüğünü belirtmişlerdir.

Biostimülanlar, besin içeriği ne olursa olsun, beslenme verimliliğini, abiyotik stres toleransını veya ürün kalite özelliklerini artırmak amacıyla bitkilere uygulanan herhangi bir madde veya mikroorganizma olup, bitki biyostimülanları ayrıca bu tür maddelerin veya mikroorganizmaların karışımlarını içeren ticari ürünlere de karşılık gelmektedir. Bu anlamda, mikrobiyal biostimülanlar arasında mikorizal ve mikorizal olmayan mantarlar, bakteriyel endosimbiontlar (*rhizobium* gibi) bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerde bulunmaktadır (Du Jardin 2015).

Calvo vd. (2014) yapılan bir çok bilimsel çalışmada, biyostimülanların üretimle birlikte, kuraklık ve toprak tuzluluğu gibi abiyotik stres koşullarında iyileştirme potansiyeli gösteren sonuçlar içerdiğini ifade etmişlerdir.

Biostimülanlar bitki ekstraktı ve bir çoğu hala bilinmeyen çok çeşitli biyoaktif bileşikler içerebilmektedir. Bu ürünler genellikle bitkinin besin kullanım verimliliğini ile biyotik ve abiyotik streslere karşı toleransı artırabilir. Sebzelerde, biyostimülanların uygulanması, verim ve kaliteyi etkilemeden gübrelerde bir azalmaya izin verebilmektedir. Roka gibi nitrat birikimine duyarlı yapraklı sebzelerde, biyostimülanlar kaliteyi iyileştirebilmiş ve nitrat içeriğini AB düzenlemelerinin getirdiği sınırların altında indirebilmiştir. Ayrıca yaprağı tüketilen sebzelerde biyostimülanlar, bitki kök büyümesini uyarıp bitkilerin antioksidan içeriği ile klorofil ve karotenoid pigmentlerini artırabilmektedir (Bulgari vd. 2015).

Biostimülanların, tarımsal üretimde tahıl, meyve ve sebzeler de dahil olmak üzere çeşitli ürünlerde verim ve kalite parametreleri üzerine olumlu etkide bulunduğu görülmüştür. Uygulamalar ayrıca biyostimülanların ekonomik ve çevresel faydalarını ortaya çıkarmış, biyostimülanlar besin kullanım verimliliğini artırabildiği bu anlamda gübre girdilerini azaltabildiğini göstermiştir (Anonymous 1 2019).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Çalışmanın Yürütüldüğü Alan

Çalışma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanı'nda bulunan 200 m²'lik kompartman büyüklüğüne sahip cam serada yürütülmüştür (Şekil 3.1.). Durgun su kültürü ortamında yetiştirilen bitki örneklerinin ölçüm ve analizleri ise üretim alanı ve Bahçe Bitkileri Pomoloji Laboratuvarı'nda yapılmıştır.



Şekil 3.1. Yetiştirme ortamının hazırlığı

3.2. Bitkisel Materyal

Bu çalışmada, bitkisel materyal olarak *Lactuca sativa* var. *crispa* türüne ait 'Caipira' marul çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan bitki materyali (Caipira), özel bir şirketten hazır fide olarak temin edilmiş olan çeşit, özellikleri aşağıda belirtilmiştir:

Caipira, kıvrıkcık marul çeşidi olarak örtüaltı yetiştiriciliğinde yaygın şekilde yetiştirilen bir çeşittir. yüksek oranda lif, kalsiyum, şeker, demir, fosfor, magnezyum ve potasyum gibi mineral içeriğine sahiptir.



Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan kıvırcık marul çeşidi

3.3. Su Kültürü Ortamı

Araştırmada, bitkiler 70 litrelik sert plastik teknelerde 60 x 50 x 30 cm (boy x en x yükseklik) boyutlarında derin su kültürü ortamında yetiştirilmiştir. Bitkiler, 5 cm çaplı daire kesitli dikim yerlerine sahip, 5 cm x 5 cm boyutlu plastik saksılara, 58 cm x 48 cm boyutlarında ve 2.8 cm kalınlığında strafor plakalar üzerinde, 12 cm x 15 cm (sıra arası ve sıra üzeri) mesafelerde dikilmiştir.



Şekil 3.3. Dikim yapılmış fidelerin görüntüsü

Besin solüsyonlarına oksijen sağlamak için, akvaryum hava motoruna bağlı hortumlara hava taşları eklenmiş ve ortamdaki çözünmüş oksijen miktarı 8 ml/L düzeyine getirilmiştir. (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Durgun su kültüründe havalandırma sistemi

Araştırmada, sera içi ortam sıcaklığı, sera nemi, sera ışık ve su sıcaklığını ölçen Hobo cihazı Şekil 3.5’de verilmiştir



Şekil 3.5. Hobo cihazının genel görünümü

3.4. Uygulamalar

Araştırmada yer alan uygulamalar ve uygulama dozları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada yer alan uygulamalar ve uygulama dozları

Uygulamalar	Kısaltmalar
Kontrol (%100 besin çözeltisi)	K
Kontrol+Bm Root Pan (bakteri kombinasyonu 105 ml/70 L)	K+R
Kontrol+Maksoil (humik- fulvik asit, 400 ppm)	K+M
Kontrol+Bm Root Pan+Maksoil (105 ml/70 L+400 ppm)	K+R+M

Stok çözelti 4200 ml hacimli ve seyreltme oranı 200 kat olacak şekilde hazırlanmış ve toplamda tank içerisinde 350 ml/70 L çözeltinin başlangıçta %60 olan 210 ml/70 L, 12gün sonra da kalan 140 ml/70 L olan miktarı tanka ilave edilerek uygulama yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan BM Root-Pan adlı bakteri içerikli Biostimulant (Şekil 3.6.) ile Maksoil adlı humik asit içerikli (Şekil 3.7.) ürünlere ait özellikler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.6. Araştırmada Kullanılan Biostimulant BM-Root-pan

BM-Root-Pan: Ürün içerik olarak, *Bacillus megaterium* RCK-869, *Pantoea agglomerans* RK-120, *Paenibacillus polymyxa* RCK540, *Bacillus subtilis* RCK-561 bakterilerden oluşmaktadır. Üründeki toplam canlı mikroorganizma sayısı 1×10^7 kob/ml'dir ve pH değeri 6 ile 8 arasındadır.



Şekil 3.7. Araştırmada Kullanılan Maksoil

Maksoil: Ürünün süspanse halde sıvı humik asit olduğu beyan edilmiştir. Ürünün organik madde içeriği %29, toplam Humik + Fulvik asit %30 ve pH değeri 4.9-6.9 arasındadır.

Kontrol grubu bitkilerin besin içeriği Yılmaz (2020) ile Keskin (2022)'in yaptığı çalışmalar doğrultusunda modifiye edilerek hazırlanmıştır. Besin çözeltisi nihai dozu; N: 233 ppm, P: 50 ppm, K: 310 ppm, Ca: 210 ppm, Mg: 65 ppm, ve mikro elementler olacak şekilde oluşturulmuştur. Çizelge 3.2.'de su kültüründe kontrol grubu bitkilerin stok çözelti içeriğine yönelik gübre uygulamaları verilmiştir.

Çizelge 3.2. Kontrol uygulamasında kullanılan stok çözelti içeriği

Tank A (g/ 4.2 lt)	Tank B (g/4.2 lt)	Tank C (Asit Tankı) (g/4.2 lt)
Potasyum Nitrat 572g	Magnezyum Sülfat 464g	Nitrik Asit 168 ml
Kalsiyum Nitrat 530g	Potasyum Sülfat 100g	
	Mono amonyum fosfat 157g	
	Mikro Elementler (Balance DF-30) 67g	

Çalışmada durgun su kültüründe, kontrol grubu bitkilerin final çözelti konsantrasyon aralıkları Çizelge 3.3.'te sunulmuştur.

Çizelge 3.3. Kontrol grubu bitkilerin final çözelti konsantrasyon aralıkları

Elementler	mg/L
N	150- 233 ppm
P	30-50 ppm
K	270-312 ppm
Ca	170-110 ppm
Mg	50-65 ppm
Fe	3-5 ppm

Araştırmada kullanılan suyun analiz sonucunda; Ca= 4.63 meq/L = 2.3 mmol x 40 (Atom ağırlığı) = 90 ppm, Mg= 1.07 meq/L = 0.53 mmolx24 (Atom ağırlığı) = 12 ppm'lik dozun sudan geldiği hesaplanmış (Çizelge 3.4.), bu iki elementin değerleri düşülerek final çözelti besin içeriği hazırlanmıştır. Final çözeltisinin EC aralığı 1.5-2.4 arasında, pH değeri ise 5.7-6.5 aralığında değişim göstermiştir

Çizelge 3.4. Araştırmada kullanılan suyun içeriğine ilişkin özellikler

pH	7.24- 7.50
EC $\mu\text{mhos/cm}$ (250 c)	630 – 636
Bikarbonat (HCO_3^-) meq/l	5.44
Kalsiyum (Ca) meq/l	4.63
Magnezyum (Mg) meq/l	1.07

3.5. Besin çözeltisinde pH ve EC kontrolü

Marul bitkisi, büyüme aşamalarına bağlı olarak değişen mineral madde ihtiyaçlarına sahiptir. Çalışma süresince, bitkilere seyreltilmiş besin çözeltisi sağlanmış ve çözeltinin pH ve EC değerleri 2-3 gün aralıklarla ölçülmüştür. Transpirasyon ve buharlaşmadan kaynaklanan su kaybı, su seviyesini korumak için eklenmiş, artan pH değerlerine karşı nitrik asit ile suyun pH'ı düzenlenmiştir.

**Şekil 3.8.** Araştırmada kullanılan pH ve EC ölçüm aletleri

3.6. Hasat

Fideler 13 Kasım 2023 tarihinde dikilmiştir. Hasat aşamasına gelen marullar ise 37 gün sonra, 20 Aralık 2023 tarihinde hasat edilmiştir. Toplam verimi hesaplamak amacıyla her uygulamadan elde edilen bitkiler, hassas terazide tartılarak kaydedilmiştir. Hasat edilen bitkilerin yaprak örneklerinde, suda çözünen kuru madde (SÇKM), toplam kuru madde miktarı, EC ve pH analizlerine yönelik ölçümler laboratuvarında yapılmıştır.



Şekil 3.9. Hasat öncesi bitkilerin üretim alanından genel bir görünüm

3.7. Denemede Yapılan Ölçüm Ve Analizler

3.7.1. Yaprak boyu ve genişliği

Her bir bitkide, bitki yaprak ayası boyunca 3 yaprak ve toplamda 8 bitki üzerinde olacak şekilde, yaprağın en geniş bölgesinden bir cetvel kullanılarak santimetre cinsinden ölçümler yapılmıştır.

3.7.2. Kuru madde miktarı

Her tekrerde, 8 bitkinin yapraklarından alınan örnekler, yaş ağırlıklarını tespit etmek için hassas terazi yardımıyla tartılmıştır. Örnekler etüvde 70°C'de yaklaşık beş gün süreyle kurutulmuş, kuru ağırlık değeri gram cinsinden belirlenerek bu değerlerden yüzde kuru madde miktarı hesaplanmıştır (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Bitki kuru madde ölçümü hazırlığı

3.7.3. Kök uzunluğu

Hasat edilen marul bitkilerinin kökleri metre yardımıyla cm cinsinden ölçülmüştür.



Şekil 3.11. Bitki köklerinin genel görünümü

3.7.4. SÇKM (Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı)

Hasat edilen bitkilerden alınan örnekler blender kullanılarak bitki öz suyu çıkarılmış ve dijital bir refraktometre yardımıyla ölçülmüştür.



Şekil 3.12. Dijital refraktometre yardımıyla SÇKM ölçümü

3.7.5. Birim alandan elde edilen verim (g/m^2)

Her bir tekerrürden alınan bitki örneklerinin toplam ağırlığı, bitki kökü ile tartılarak gram cinsinden verim olarak kaydedilmiştir.

3.7.6. Marul yapraklarında EC ve pH ölçümü

Blenderden geçirilen bitki özsuyunun pH ve EC (dS m^{-1}) değeri için 100 ml marulun bitki özsuyu içerisine pH ve EC metre elektrotları daldırılarak okuma yapılmıştır.



Şekil 3.13. Marul yaprağı suyunda pH ölçümü

3.7.7. Yaprak sayısı (adet/bitki)

Her bir uygulama için alınan 8 bitki örneğindeki yaprak sayıları kaydedilmiştir.



Şekil 3.14. Hasat öncesi bitki görünüm

3.7.8. K k ağırlığı (g/bitki)

Çalışma sırasında hasat edilen bitkilerde, k k ağırlığı k k başlangıç noktasından kesilerek hassas terazide gram cinsinden tartılmıştır.



Şekil 3.15. K k ağırlığı (g/bitki) görüntüsü

3.7.9. Baş y ksekliğı (cm)

Marullarda baş y ksekliğı, metre kullanılarak santimetre cinsinden  l  lm řt r.



Şekil 3.16. Marul baş y ksekliğı  l  m 

3.7.10. Baş apı (cm)

Marullarda baş çapı, metre yardımıla santimetre cinsinden ölçülmüştür.

3.7.11. Marulda kök boğazı çapı ölçümü (mm)

Marul bitkisinde kökün hemen üzerinden çıkan yaprakların altından kumpas yardımıyla kök boğazı çapı milimetre cinsinden ölçülmüştür. (şekil 3.17.).



şekil 3.17. Marul bitkilerinde kök boğazı lm

3.7.12. Yaprakta klorofil lm (SPAD)

Marul yapraklarının yeşil rengini tespit eden ve yapraktaki klorofil miktarı ile doğrusal bir ilişkisi olan SPAD değeri, bir klorofil ölçer kullanılarak ölçülmüştür. Bu amaçla, klorofil ler (Konica minolta SPAD– 502 Plus) cihazı kullanılarak marul yapraklarından dışa doğru beşinci yaprakta üç farklı noktada ölçüm yapılarak yaprakların ortalama klorofil miktarı SPAD birimiyle belirlenmiştir. (şekil 3.18.).



Şekil 3.18. Marul Yapraklarında klorofil ölçümü (SPAD-502 Plus)

3.7.13. Yapraklarda renk ölçümü

Marul yaprağında ortaya çıkan renk değişiklikleri, MİNOLTA CR-400 renk cihazıyla belirlenmiştir (Şekil 3.19). Renk ifadesinde üç farklı (L^* , C^* , h°) sayısal değer kullanılmıştır.



Şekil 3.19. Marul Yapraklarında renk ölçümü

3.8. İstatistik analizler

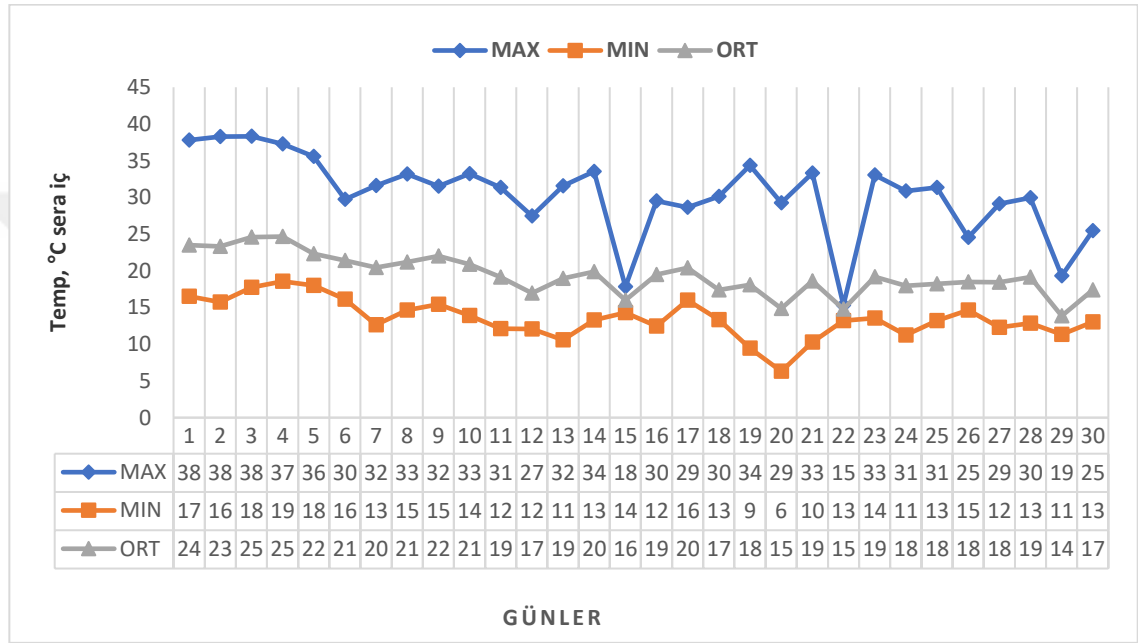
Çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre planlanmıştır. Yetiştirme sürecinde gerçekleştirilen uygulamalar, 3 tekrarlı ve her tekrarda (parselde) 16 bitki olacak şekilde düzenlenmiştir. Uygulamalara ait ortalamaların karşılaştırılması LSD ($p<0.05$) testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, istatistiksel analiz için Costat 6.303 istatistik programından faydalanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu kısımda tez çalışmasıyla elde edilen sonuçlar sunulmaktadır.

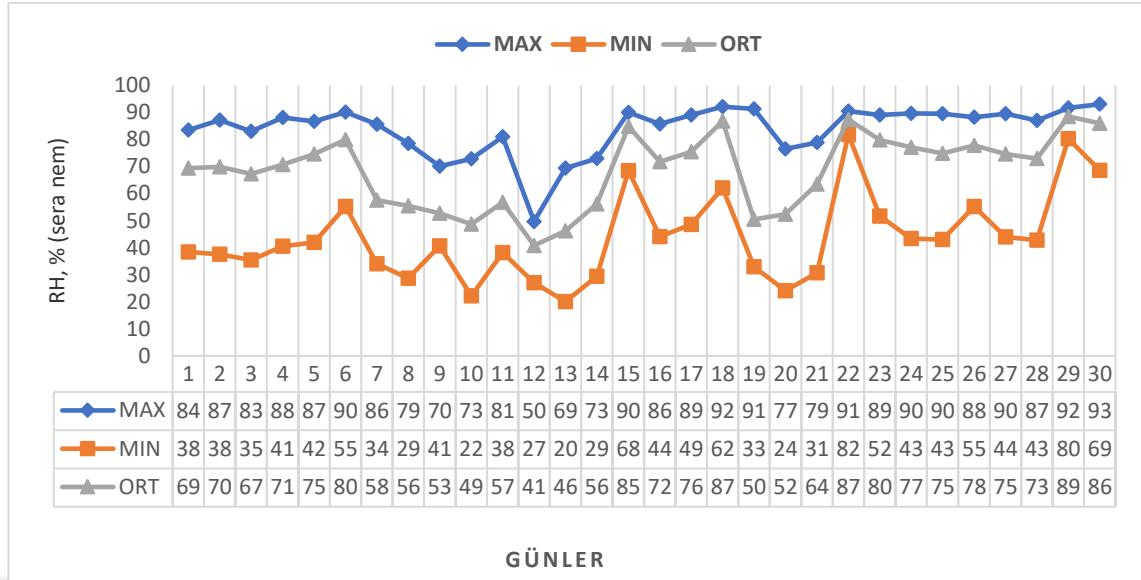
4.1. İklimsel Veriler

Çalışmanın bitki yetiştirme aşamasında sera içindeki ortalama sıcaklık değerleri Şekil 4.1.'de sunulmuştur. Şekil 4.1'de görüldüğü gibi yetiştirme süresi boyunca seradaki en yüksek hava sıcaklığı değeri dikim yapılan ilk haftada 38 °C olarak kaydedilmiştir. En düşük sıcaklık değeri ise Kasım ayının üçüncü haftasında 6 °C olarak ölçülmüştür.



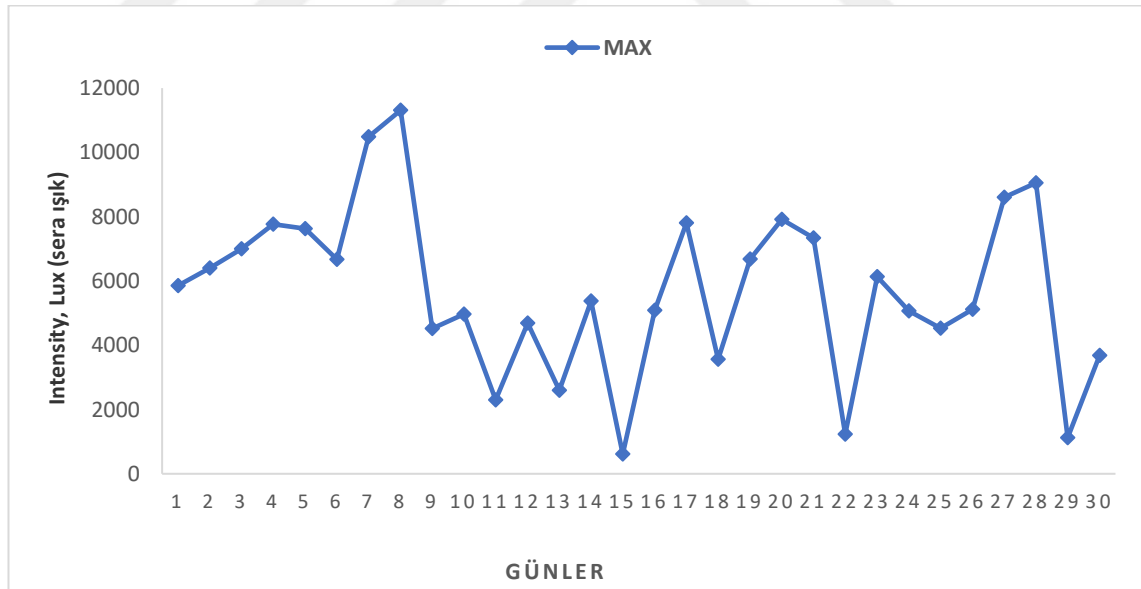
Şekil 4.1. Sera içi hava sıcaklık değerleri (°C)

Denemenin bitki yetiştiriciliği aşamasında nem değerleri kaydedilmiştir. Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi, yetiştirme süresince ortalama nem değerleri dalgalanmıştır. Ortalama oransal nem değeri en düşük %20 ve en yüksek %93 olarak ölçülmüştür.



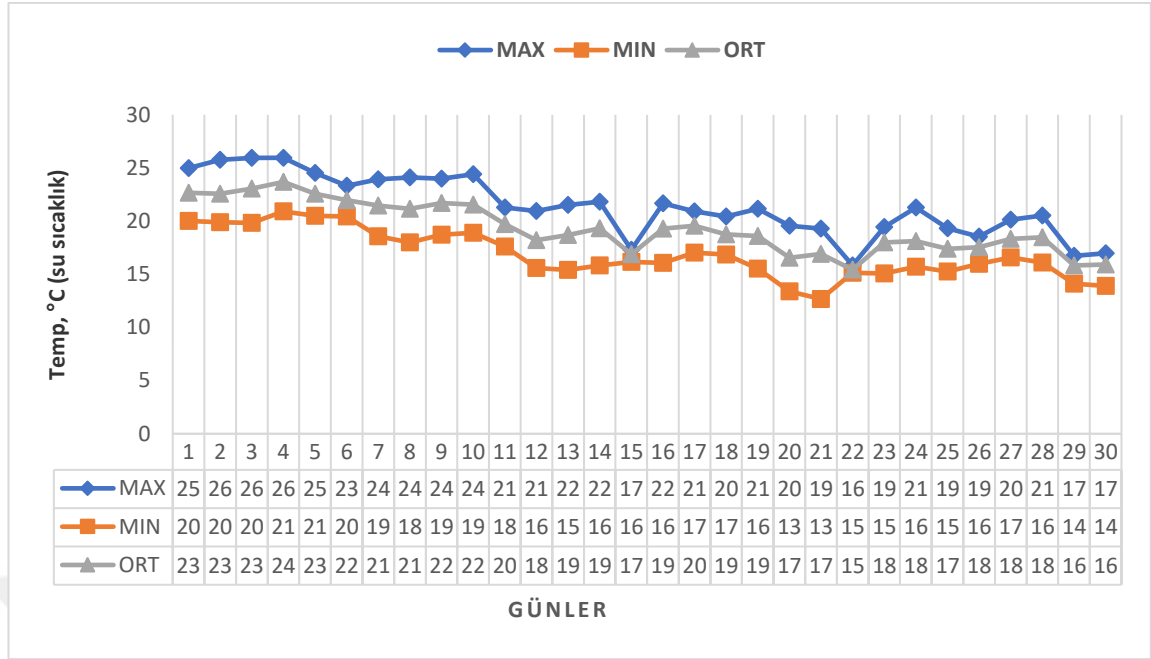
Şekil 4.2. Sera içindeki ortalama oransal nem değerleri (%)

Araştırmanın bitki yetiştirme aşamasında sera içindeki ortalama ışık miktarları Şekil 4.3.'te gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi, yetiştirme süresi boyunca seradaki en yüksek ışık miktarı, 611 ile 11309 lux değeri arasında değişim göstermiştir.



Şekil 4.3. Sera içindeki ortalama ışık miktarı (Lüx) ölçülmüştür

Araştırmanın bitki yetiştirme aşamasında sera içindeki ortalama su sıcaklık değerleri Şekil 4.4.'te gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi, yetiştirme süresi boyunca seradaki en yüksek su sıcaklık değeri dikim yapılan ilk haftada 28.14 °C olarak ölçülmüştür. En düşük su sıcaklık değeri ise Kasım ayının üçüncü haftasında 14.98 °C olarak kaydedilmiştir.



Şekil 4.4. Yetiştirme ‘ortam’ suyu sıcaklık değerleri (°C)

4.2. Uygulamaların Bitki Büyüme Parametreleri Üzerindeki Etkisi

4.2.1. Yaprak boyu (cm)

Uygulamaların su kültüründe yetiştirilen kıvırcık marullarda yaprak boyuna olan etkisi Çizelge 4.1’de verilmiş olup, elde edilen değerler 20.26 cm ile 21.4 cm arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.1. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda yaprak boyu üzerine etkisi (cm)

Uygulamalar	Yaprak Boyu
K+M	20.67
K+R	20.26
K+R+M	21.4
K	20.37
LSD (%5)	Ö.D.

Rokada topraksız yetiştirme ortamında torf ve perlit karışımı ile yapılan bir çalışmada, *T. harzianum* (10 g/L) uygulamasında yaprak uzunluğu yüksek bulunurken,

diğer uygulamalar istatistiksel olarak kendi içinde benzer etkiyi göstermiş, yaprak uzunluğu en kısa uygulama sonuçları kontrol (0 g/L) grubundan elde edilmiştir (Emrebaş 2010).

4.2.2. Yaprak eni (cm)

Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının Kıvırcık marulda yaprak eni üzerine olan etkisi, Çizelge 4.2’de verilmiştir Uygulamaların yaprak eni üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş bulgular 14.51 cm ile 16.59 cm arasında değişim göstermiştir. En yüksek yaprak eni değeri K+M (16.59 cm) uygulamasından, en düşük yaprak eni değeri ise Kontrol+Rootpan+Maksoil uygulamasından (14.51 cm) elde edilmiştir.

Çizelge 4.2. Su kültüründe biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda yaprak eni üzerine etkisi (cm)

Uygulamalar	Yaprak Eni
K+M	16.59 a
K+R	15.52 ab
K+R+M	14.51 b
K	15.59 ab
LSD (%5)	0.92

Emrebaş (2010)’ın yapmış olduğu, katı ortam topraksız yetiştiricilikte, *T. harzianum* farklı dozlarının uygulandığı çalışmada, en yüksek yaprak eni değeri *T. harzianum* uygulamalarından elde edilirken, en düşük değer kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

4.2.3. Kök uzunluğu (cm)

Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda kök uzunluğu üzerine etkisi Çizelge 4.3.’de verilmiş, uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamaların kök uzunluğu üzerine etkisi 21.06 cm ile 22.65 cm arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.3. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda kök uzunluğu üzerine etkisi (cm)

Uygulamalar	Kök Uzunluğu
K+M	22.65
K+R	21.06
K+R+M	22.56
K	22.36
LSD (%5)	Ö.D.

Karacaoğlu (2023), su kültüründe yapmış olduğu çalışmada mor fesleğen yetiştiriciliğinde bakteri, kitosan, vermikompost, deniz yosunu biyostimülanlarını kullandığı çalışmasında kök boyu oranlarının 61,73 cm ile 19,80 cm arasında değiştiğini ve kullanılan biyostimülanların kontrole göre artış sağladığını bildirmiştir.

Kaçmaz (2021), su kültürü ıspanak yetiştiriciliğinde azaltılmış mineral gübre ile biyostimülan (alg, bakteri, mikoriza) uygulamalarında, kök uzunluğunun 50.33 cm ile 43.07 cm arasında değiştiği ve uygulamalar arasında istatistiksel bir farkın olmadığını bildirmiştir.

4.2.4. Suda Çözünebilir Kuru Madde oranı (SÇKM) (%)

Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marul yapraklarında SÇKM miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Su kültüründe Biostimulantin uygulamalarının kıvırcık marulda SÇKM miktarları üzerine etkisi (%)

Uygulamalar	SÇKM
K+M	2.46
K+R	2.30
K+R+M	2.55
K	2.52
LSD (%5)	Ö.D.

Uygulamaların SÇKM oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Elde edilen değerler %2.30 ile %2.55 arasında değişim göstermiştir.

Can (2022), su kültüründe yapmış olduğu çalışmada maydanoz yetiştiriciliğinde uyguladığı farklı biyostimülant (amino asit, fulvik asit ve kitosan) gübrelerinin yüzde kuru madde oranını birinci denemede toplam %16.07 ile %18.42 arasında, ikinci denemede ise %16.3 ile %22.3 arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmada birinci denemede farklılık bulunmazken ikinci denemede uygulamalar arasında farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

4.2.5. Yaprak sayısı (adet/bitki)

Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda yaprak sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.5.). Uygulamaların marulda yaprak sayısı üzerine etkisi 19.33 adet/bitki ile 18.71 adet/bitki arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.5. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda yaprak sayısı üzerine etkileri (adet/bitki).

Uygulamalar	Yaprak Sayısı
K+M	19.33
K+R	18.46
K+R+M	18.54
K	18.71
LSD (%5)	Ö.D.

Aldiyab (2020), su kültüründe yeşil fesleğen yetiştirdiği çalışmasında mineral gübreleri %50 azaltarak ilave edilmiş olan biyostimülant (alg, bakteri, mikoriza) uygulamalarının etkisini araştırmıştır. Çalışmada biyostimülantların yaprak sayısı üzerinde artırıcı etkisinin olmadığını bildirmiştir. %50 kontrol uygulamasına göre bakteri, mikroalg ve mikoriza uygulamalarında toplam yaprak sayısında sırasıyla %23.67, %19.67 ve %10.6 oranında azalış meydana gelmiştir. Yaprak sayısı azaldıkça biyostimülant uygulamalarının yaprak ağırlığı ve kalınlığını arttırdığını bildirmiştir.

4.2.6. Kök ağırlığı (g)

Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda kök ağırlığı üzerine etkisi Çizelge 4.6.'de verilmiştir.

Uygulamaların kök ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Elde edilen değerlerin kök ağırlığı üzerine etkisi 15.52 g ile 18.75 g arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.6. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marul bitkisinde kök ağırlığı üzerine etkisi (g/bitki)

Uygulamalar	Kök ağırlığı
K+M	15.52
K+R	17.30
K+R+M	16.61
K	18.75
LSD (%5)	Ö.D.

Keskin (2022)'in yapmış olduğu çalışmada, su kültüründe baş salata marul yetiştiriciliğinde biyostimülantların kök ağırlığı üstüne etkisi olduğu analiz sonucunda uygulamalar içerisindeki kök ağırlığı değerleri arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Birinci denemede değerler incelendiğinde en yüksek kök ağırlığı 57.20 g ile VK 2 ml/L uygulamasından elde edilmiş olup en düşük kök ağırlığı ise 44.70 g ile AA 75 ppm uygulamalarından elde edilmiştir. İkinci denemede değerler incelendiğinde ise en yüksek kök ağırlığı 95.00 g ile FA 40 ppm + VK 2 ml/L ikili uygulamasında tespit edilmiştir. En düşük kök ağırlığı ise 70.90 g ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

4.2.7. Kök boğazı çapı(mm)

Çizelge 4.7: Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda kök boğazı çapı üzerine etkisi (mm)

Uygulamalar	kök boğazı çapı
K+M	12.77
K+R	12.04
K+R+M	10.79
K	10.44
LSD (%5)	Ö.D.

Uygulamalarda kök boğazı çapının istatistiksel olarak önemsiz olduğu gözlemlenmiştir. Uygulamaların marulda kök boğazı çapının üzerine etkisi 10.44 mm ile 12.77 mm arasında değişim göstermiştir.

4.2.8. Baş yüksekliği (cm)

Su kültüründe Caipira marul yetiştiriciliğinde Biostimulant uygulamalarının bitki baş yüksekliği üzerine etkisi Çizelge 4.8.'te verilmiştir.

Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda baş yüksekliği üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların baş yüksekliği üzerindeki etkisi 22.66 cm ile 23.29 cm arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.8. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda baş yüksekliği üzerine etkisi (cm)

Uygulamalar	Baş Yüksekliği
K+M	23.27
K+R	23.29
K+R+M	23.90
K	22.66
LSD (%5)	Ö.D.

Miceli vd. (2019), yüzen su kültürü marul yetiştiriciliğinde kontrole ilave olarak, 10^{-8} Molar ve 10^{-6} Molar GA_3 uygulamışlardır. Marul bitki boyları sırası ile 25.0 cm, 25.2 cm ve 31.8 cm değişim göstermiş 10^{-6} Molar GA_3 uygulaması bitki yüksekliğini artırmış, uygulamaların baş yüksekliğine olan etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

4.2.9. Klorofil miktarı (SPAD)

Uygulanan Biostimulantların su kültüründe yetiştirilen kıvırcık marullarda klorofil miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.9.'da verilmiştir. Uygulamaların marulda klorofil miktarı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Elde edilen değerler 23.73 SPAD ile 27.09 SPAD arasında değişim göstermiştir. Marulda en yüksek değer K+R+M (27.09 SPAD) uygulamasından alınırken, en düşük klorofil miktarı ölçümü Kontrol+Maksoil uygulamasından (23.73 SPAD) elde edilmiştir.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, Biostimulant uygulamalarından sadece Maksoil ile birlikte Root pan biostimülantın bir arada kullanıldığı K+R+M uygulaması kıvırcık marulda klorofil içeriğinin artmasına olumlu etkide bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda klorofil miktarı üzerine etkisi (SPAD).

Uygulamalar	Klorofil
K+M	23.73 c
K+R	25.42 b
K+R+M	27.09 a
K	24.82 b
LSD (%5)	1.001

Bilgi (2009)'un yapmış olduğu çalışmada, bazı humik, fulvik ve aminoasit içerikli gübrelerin serada yetiştirilen marullardaki etkisi üzerine yaptıkları araştırmada en yüksek klorofil miktarının 25.8 SPAD ile Nidominhumat ticari isimli gübre uygulamasından en düşük klorofil miktarına ise 21.7 SPAD ile kontrol uygulamasından elde edildiğini bildirmiştir. Uygulamalar kontrole göre klorofil miktarını artırmıştır. Çalışma sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.

Dinçsoy (2019)'un yapmış olduğu çalışmada, baş salata marul yetiştiriciliğinde vermikompost ve karaizopot (*Porcellio laevis*) gübrelerinin farklı dozlarını kullanarak yaptığı araştırmada uygulamaların kontrole göre klorofil içeriğini olumlu yönde artırdığı her iki gübrenin de %20'lik dozlarının kendi grup içi dozlarına göre en yüksek değerleri verdiğini bildirmiştir.

4.2.10. Yapraklarda renk değerleri

Uygulanan Biostimulantların su kültüründe yetiştirilen kıvırcık marullarda Chroma (C*) ve Hue açısı (h°) ve L* renk üzerine etkisi, Çizelge 4.10.'da verilmiştir. Uygulamaların marulda Chroma (C*), Hue açısı (h°) ve L* renk üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Chroma değerler 37.03-37.99, Hue açısı değerleri 119.13-119.98, L değerleri ise 55.59-57.48 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.2.10. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marul yetiştiriciliğinde renk parametreleri üzerine etkisi

Uygulamalar	Chroma (C*) değeri	Hue açısı (h°) değeri	L *
K+M	37.99	119.13	55.59
K+R	37.10	118.90	57.48
K+R+M	37.74	118.93	56.64
K	37.03	119.98	57.18
LSD (%5)	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

Okudur (2018)'in yapmış olduğu çalışmada, durgun su kültüründe yetiştirilen renkli marullarda yaptığı gübre uygulamasında, uygulamaların hue açısı değeri üzerine etkisinin önemli bulunduğunu değerlerin 70.44 - 98.98 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Onur (2016)'un yapmış olduğu, farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda hue açısı değeri üzerine etkisi ile ilgili çalışmada Caipira çeşidinde uygulamaların herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Değerler 123.51 ile 124.20 arasında değişim göstermiştir. Uygulamalarda hue açısı değeri istatistiki olarak önemsiz bulunmuş olup sonuçlar bulgularımızı destekler niteliktedir.

4.2.11. Kuru madde miktarı (%)

Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marullarda kuru madde içeriğine olan etkisi, Çizelge 4.11.'te verilmiş, uygulamaların oluşturduğu farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Uygulamaların kuru madde miktarı üzerindeki etkisi %4.94 ile %5.86 arasında değişim göstermiştir. En düşük kuru madde miktarı Kontrol uygulamasından (%4.94) elde edilmiş, diğer uygulamalar istatistiksel olarak benzer etkide bulunmuş ve aynı grup içerisinde değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.11. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marul yetiştiriciliğinde kuru madde miktarı üzerine etkisi (%)

Uygulamalar	Kuru madde
K+M	5.84 a
K+R	5.86 a
K+R+M	5.60 a
K	4.94 b
LSD (%5)	0.57

Ergün (2011)'nın su kültüründe kıvırcık marul yetiştiriciliğinde mineral gübreleri %100 (kontrol), %80, %60 ve %40 oranlarında azaltarak kullanmış ve bitki beslemeyi ikame etmek üzere mikroalg biyo-gübreleri *Chlorella vulgaris*'i eklemiştir. Kontrol olarak %100 Besin uygulamasında marul yapraklarında kuru madde üretimi %3.42 iken, %40 Besin uygulamasında %2.32 ve %40 Besin+Mikroalg uygulamasında ise %2.73 olarak bildirilmiştir.

Yılmaz (2020), Mineral besin maddeleri %50 azaltıldığında farklı biyo-gübrelerin marulda kuru madde oranı üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada kuru madde oluşturma oranının % 4.92 (%50 Besin+Bakteri) ile % 4.27 (%100 Besin) arasında değiştiğini ancak uygulamalar arasında bir farklılık olmadığını tespit etmiştir. .

4.2.12. Baş çapı (cm)

Su kültüründe Biostimulant uygulamasının kıvırcık marullarda Caipira marul yetiştiriciliğinde bitkilerin baş çapı (cm) üzerine etkisi, Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

Uygulamaların marulda baş çapı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Değerler 23.33 cm ile 29.96 cm arasında değişim göstermiştir. Kıvırcık marulda en yüksek baş çapı ölçümü Kontrol+Maksoil (29.96 cm) uygulamasından, en düşük başı değeri K+R+M uygulamasından (23.23 cm) elde edilmiştir.

Çizelge 4.12. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda bitkilerin baş çapı üzerine etkileri (cm)

Uygulamalar	Baş çapı
K+M	29.96 a
K+R	25.33 bc
K+R+M	23.23 c
K	27.86 ab
LSD (%5)	3.59

Mineral besin maddelerinin %50 azaltılarak farklı biyo-gübrelerin etkisinin araştırıldığı çalışmada, %50 azaltılmış besinle birlikte mikroalg ile %50 azaltılmış besin ve bakteri uygulamalarının farklılıklar oluşturduğu, marulda baş çevresi üzerine olumlu etkide bulunduğu tespit edilmiştir (Yılmaz 2020). Bulgularımız arasında humik asit içerikli uygulamalar kontrole göre olumlu etkide bulunmuş, bakteri içerikli uygulamalarda olumlu etki elde edilememiştir.

4.2.13. Marul yapraklarında EC

Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marul yapraklarında EC üzerine etkisi Çizelge 4.13.'de verilmiştir.

Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda yapraklarında EC üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların marul yapraklarında EC üzerine etkisi 11.75 dS/m ile 12.26 dS/m arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.13. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marul yapraklarında EC üzerine etkileri (dS/m)

Uygulamalar	EC değeri
K+M	11.75
K+R	12.20
K+R+M	12.26
K	11.83
LSD (%5)	Ö.D.

Keskin (2022), su kültürü marul yetiştiriciliğinde amino asit, fulvik asit ve vermikompost uygulamalarının etkisini araştırdığı çalışmada uygulamaların EC değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmiştir.

Aldiyab (2020), yeşil yapraklı fesleğen çeşidinde su kültüründe yaptığı çalışmada mineral gübreleri %50 azaltarak yerine mikroalg *Chlorella vulgaris*, bakteri ve mikoriza ilave ettiği çalışmada biyo-gübreleri eklendiğinde, EC ölçümünde istatistiksel bir fark belirlenmemiştir. Mikroalg, bakteri ve mikoriza biyo-gübre uygulamaları %50 Besin ortamına göre fesleğen yapraklarında SÇKM'yi sırasıyla %37.6, %40.6 ve %65.9 arttırdığı saptanmıştır.

4.2.14. Marul yapraklarında pH

Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marul yapraklarının pH değerleri üzerindeki etkisi, Çizelge 4.14.'da verilmiş olup uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların marul yapraklarının pH değerleri üzerindeki etkisi 5.93 ile 6.06 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.14. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marul yapraklarında pH üzerine etkileri.

Uygulamalar	pH değeri
K+M	6.43
K+R	6.64
K+R+M	6.54
K	6.82
	Ö.D.
LSD (%5)	

Ceylan (2021), yapmış olduğu çalışmada mor yapraklı fesleğen yetiştiriciliğinde azalan mineral gübre dozlarında mikoriza biyo-gübresinin etkileriyle ilgili çalışmada Ph üzerine uygulamaların istatistiksel olarak bir fark oluşturmadığını ifade ederken, Keskin (2022), su kültürü marul yetiştiriciliğinde amino asit, fulvik asit ve vermikompost uygulamalarının etkisini araştırdığı çalışmada uygulamaların pH değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmiştir.

4.2.15. Bitki başına ortalama verim (g/bitki)

Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda bitki başına ortalama verim üzerindeki etkisi, Çizelge 4.15.'da verilmiştir. Uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulamaların bitki başına ortalama verim üzerindeki etkisi 96.31 g/bitki ile 123.82 g/bitki arasında değişim göstermiştir. En düşük bitki başına ortalama verim, Kontrol+Maksoil+Rootpan uygulamasından 96.31 g/bitki

olarak belirlenmiştir. Diğer uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.

Çizelge 4.15. Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda bitki başına verim üzerine etkileri(g/bitki)

Uygulamalar	Bitki başına ortalama verim
K+M	119.3 a
K+R	120.59 a
K+R+M	96.31 b
K	123.82 a
LSD (%5)	19.32

Miceli vd. (2019), yüzen su kültürü marul yetiştiriciliğinde kontrole ilave olarak, 10^{-8} Molar ve 10^{-6} Molar GA_3 uygulamışlardır. Çalışma sonucunda marulda bitki ağırlığı ve verim üzerine 10^{-6} Molar GA_3 uygulamasının olumlu etkide bulunduğunu ve bu GA_3 dozunun bitki ağırlığında artış sağladığını bildirilmişlerdir.

4.2.16. Birim alandan elde edilen verim (g/m²)

Su kültüründe Biostimulant uygulamalarının kıvırcık marulda birim alandan elde edilen verim üzerine etkisi, Çizelge 4.16’de verilmiş, uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Uygulamaların birim alandan elde edilen verim üzerine etkisi 5326.9 g/m² ile 7080.8 g/m² arasında değişim göstermiştir. En düşük verim değeri Kontrol+Maksoil+Rootpan uygulamasından 5326.9 g/m² olarak elde edilmiş, diğer uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve benzer etkiyi göstermiştir.

Yılmaz (2020)’nin yapmış olduğu çalışmada, mineral besin maddeleri %50 azaltıldığında farklı biyo-gübrelerin marul bitkisinde taze yaprak ağırlığına etkisi önemli bulunmuş, %50 Besin+Bakteri uygulamasının (391.6 g/bitki), kontrolle aynı etkiyi yarattığı (389.1 g/bitki), gübre tasarrufu ve verimliliğe olumlu etkisiyle öne çıktığını bildirmiştir.

Çizelge 4.16. Kıvırcık marulda su kültüründe Biostimulant uygulamalarının birim alandaki verim değerleri (g/m²).

Uygulamalar	Birim alandan elde edilen verim
K+M	7080.8 a
K+R	6527.8 b
K+R+M	5326.9 c
K	6767.1 ab
LSD (%5)	419.06

Ceylan (2021)'in yapmış olduğu çalışmada, su kültürü tekniği ile yetiştirilen fesleğende azalan mineral gübre uygulamalarından % 80 Besin+Mikoriza uygulamsının yaprak verimini artırıcı etkisi olduğunu bildirmiştir.

Başdinç vd. (2022), ıspanakta tuz stresini azaltmak için topraklı yetiştirme ortamında vermikompost ve su yosunu kullandıkları çalışmalarında ıspanak yaş ağırlıkları incelendiğinde, Kontrol grubundaki ıspanak çeşitleri tuz dozlarından daha çok etkilenirken, vermikompostlu ve su yosunlu üretim ortamlarında tuz'un olumsuz etkisinin azaldığı bildirmişlerdir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Caipira Kıvrıcık marulunun durgun su kültüründe yetiştirilmesinde Biyostimulant uygulamalarının verim ve kalite üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmada; marulda yaprak boyu ve genişliği, yapraktaki kuru madde miktarı, bitki kök uzunluğu, yaprakta suda çözünür kuru madde (SÇKM), bitki başına ortalama verim, birim alandan elde edilen verim, bitki yaprak EC ve pH değerleri, yaprak sayısı, kök ağırlığı, baş çapı, baş yüksekliği, kök boğazı çapı, renk ve klorofil ölçümleri (SPAD) yapılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre; uygulamaların marul yaprak boyu, yaprak sayısı, bitki kök ağırlığı, marul baş yüksekliği, kök boğazı çapı, kök uzunluğu ve suda çözünebilir kuru madde oranı (SÇKM) ve renk özellikler açısından herhangi bir fark yaratmadığı görülmüştür. Uygulamalarda marul yaprak boyu 20.26-21.40 cm, yaprak sayısı 18.46-19.33 adet, bitki kök ağırlığı 15.52-18.75 gram, marul baş yüksekliği 22.66-23.90 cm, kök boğazı çapı 10.44-12.77 mm, kök uzunluğu 21.06-22.65 cm, suda çözünebilir kuru madde oranı (SÇKM) 2.30-2.55% ve renk ölçümleri ise L* 55.59-57.48, C* 37.03-37.99, h° 118.90-119.98 değerleri arasında değişim göstermiştir.

Bununla birlikte, araştırma sonuçlarına göre uygulamaların; yaprak eni, klorofil (SPAD) değeri, yapraktaki kuru madde miktarı, marul baş çapı, bitki başına verim (g/bitki) ile birim alan verim (g/m²) değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

En yüksek yaprak eni değeri (16.59 cm) K+M uygulamasından, en yüksek SPAD değeri 27.09 ile K+R+M uygulamasından, en yüksek kuru madde değeri kontrol dışında, aynı grup içerisinde yer alan K+M (5.84) , K+R (5.86) ile K+R+M (5.60) uygulamalarından, baş çapı açısından en yüksek değer K+M (29.96 cm) uygulamasından, bitki başına ortalama verim açısından en düşük değer K+R+M uygulamasından (96.31 g) elde edilmiş diğer uygulamalar kendi aralarında farklılık oluşturmamıştır (119.3-123.82 g). Birim alan verim değerleri açısından uygulamaların etkisi önemli bulunmuş en yüksek verim K+M uygulamasından (7080.8 g/m²), en düşük verim ise K+R+M uygulamasından (5326.9 g/m²) elde edilmiş, Kontrol ise 6767.1 g/m² verim değeri tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada durgun su kültüründe humik asit ve fulvik asit içerikli preparatların olumlu etkisinin olduğu görülmüştür.

6. KAYNAKLAR

- Akbay, F. 2012. Farklı Azot Dozlarında Yetiştirilen Marulda (*Lactuca sativa* L.) *Paenibacillus polymyxa* Uygulamalarının Verim, Bitki Gelişimi ve Besin Elementi İçeriğine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 74 s.
- Aksoy, U., Altındışli, A. 1998. Ekolojik (Organik, Biyolojik) Tarım. Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği, İzmir, 125s
- Aldiyab, A. 2020. Su Kültürü Fesleğen Yetiştiriciliğinde Mikoriza Mikroalg Ve Bakteri İle Mineral Gübrelerin Azaltılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Kod no: 5698.
- Anaç, D., 2020. Topraksız Tarım ve Bitki Besleme Teknikleri. Nobel Yayıncılık, isbn: 978-605-320-298-1.
- Anonim 1., 2022. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>. Başka yerde sınıflandırılmamış diğer sebzeler, 1988-2022. [Son erişim tarihi: 10.06.2023]
- Anonymous 1., 2019. Regulation of the european parliament and of the council laying down rules on the making available on the market of EU fertilising products and amending Regulations (EC) No 1069/2009 and (EC) No 1107/2009 and repealing Regulation (EC) No 2003/2003. Official Journal of the European Union, 2019(2003): 114. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R1009&from=EN> [Son erişim tarihi: 02.03.2019]
- Başdınç, M. A., Kabay, T. 2022. Tuz Stresindeki Ispanakta Vermikompost ve Su Yosununun Bazı Fizyolojik Unsurlara Etkileri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 9(1): 188-194.
- Bilgi, A. 2009. Bazı hümkik, fulvik ve amino asit içerikli maddelerin sera marul (*Lactuca sativa* var. *Longifolia* cv. Bitez f1) üretiminde verim ve bitki gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 89 s.
- Boroujerdnia, M., Ansari, N.A., Dehcordie, F. S. 2007. Effect of Cultivars, Harvesting Time and Level of Nitrogen Fertilizer on Nitrate and Nitrite Content, Yield in Romaine Lettuce. *Asian Journal of Plant Sciences*. 6(3): 550-553.
- Bulgari, R., Cocetta, G., Trivellini, A., Vernieri, P., & Ferrante, A. 2015. Biostimulants and crop responses: A review. *Biological Agriculture and Horticulture*, 31(1): 1–17. DOI: 10.1080/01448765.2014.964649
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1-2): 3-41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Can, G. 2022. Su kültüründe maydanoz yetiştiriciliğinde biyo-stimulant kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Ceylan, E. 2021. Mikorizanın su kültürü fesleğen yetiştiriciliğinde mineral gübreleri azaltma üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Chen, Y., Aviad, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In: Humic

- substances in soil and crop science; selected readings. *American Society of Agronomy and Soil Science Society of America*, pp. 161–186. Madison.
- Dinçsoy, H. 2019. Solucan ve karaizopot (*porcellio laevis*) gübresi uygulamalarının baş salata (*Lactuca sativa* var. Capitata cv. Wismar)’da fide gelişimi ve verime etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Diver, S. 2006. Aquaponics-Integration of Hydroponics with Aquaculture. *A Publication of ATTRA*. 1-800-346-9140.
- Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196: 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Emrebaş, N. 2010. Topraksız Ortamda Roka Ve Tere Yetiştiriciliğinde Mikrobiyal Gübre (*Trichoderma harzianum*, Kuen 1585) Uygulanmasının Bitki Gelişimi Ve Verimi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Engin, T.V., Cöcen, E. İ., 2012. , Leonardit ve Humik Maddeler. *Journal of Underground Resources*, 2, 13–20. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mtb/issue/32063/354948>
- Ergün, O. 2011. Su Kültüründe Yetiştirilen Kıvırcık Marul Bitkisinde Mikroalg (*Chlorella vulgaris*) Uygulamasının Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 67 s.
- Ergün, O., Daşgan, H.Y., Işık, O., 2020. Effects of micromikroalgae *Chlorella vulgaris* on hydroponically grown lettuce. *Acta Horticulturae* 1273: 169-176. XXX IHC – Proc. II International Symposium on Soilless Culture, DOI 10.17660/ActaHortic.2020.1273.23.
- Eşiyok, D. 2012. Kışlık ve yazlık sebze yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir. 410s.
- Goto, E., Both A. J., Albright L.D., Langhans R. W. Leed A. R., 1996. Effect of Dissolved Oxygen Concentration on Lettuce Growth in Floating Hydroponics. *Acta Horticulturae* 440: 205–210.
- Gruda, N., Schnitzler, W. H., 1997. The Influence of Organic Substrates on Growth and Physiological Parameters of Vegetable Seedlings. ISHS *Acta Horticulturae* 450: International Symposium Growing Media and Plant Nutrition in Horticulture, 1 July 1997).
- Gül, A., 2019. Topraksız Tarım. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri. Mete Basım Matbacılık Hizmetleri, 146s.
- Hensley, R. A. Fowlkes, D. J., 2002. Burley Tobacco Production in Tennessee, The Float System for Tobacco Transplant. <http://tobaccoinfo.utk.edu/>.
- Kaçmaz, S. 2021. Su Kültüründe Ispanak Yetiştiriciliğinde Mineral Gübre Kullanımının Biyo-Gübrelerle Azaltılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Karacaoğlu, V. 2023. Kırmızı yapraklı fesleğen bitkisinin su kültürü yetiştiriciliğinde renk ve besin bileşenlerinin artırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Keskin, B. 2022. Su kültüründe baş salata (iceberg) marul yetiştiriciliğinde

- biyostimulantların etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Adana.
- Lee, S. ve Lee, J. 2015. Beneficial Bacteria and Fungi in Hydroponic Systems: Types and Characteristics of Hydroponic Food Production Methods. *Scientia Horticulturae*, 195: 206-215.
- Liu, C.W., Sung, Y., Chen, B.C., Lai, H.Y. 2014. Effects on nitrogen fertilizers on the growth and nitrate content of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11: 4427-4440.
- Marhaba, B.D., 1998. *Horticultural Engineering*. 13(4).
- Marr, C.W. 1994. Hydroponic Systems. Greenhouse Vegetable Production. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service.
- Miceli, A., Moncada, A., Sabatino, L., Vetrano, F. 2019. Effect of Gibberellic Acid on Growth, Yield, and Quality of Leaf Lettuce and Rocket Grown in a Floating System. *Agronomy*, 9(7): 382. Doi: 10.3390/agronomy9070382.
- Miceli, A., Moncada, F. Vetrano D. F., 2003. First Results on Yield and Quality Response of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Grown in A Floating System. *International Society for Horticultural Science International Symposium on Managing Greenhouse Crops in Slina Environment*. Pisa (Italy), 9-12 July.
- Mordoğan, N., Ceylan, Ş., Çakıcı, H., Yoldaş, F. 2001. Azotlu gübrelemenin marul bitkisindeki azot birikimine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(1): 85-92.
- Nephali, L., Piater, L. A., Dubery, I. A., Patterson, V., Huyser, J., Burgess, K., & Tugizimana, F. 2020. Biostimulants for plant growth and mitigation of abiotic stresses: A metabolomics perspective. *Metabolites*, 10(12): 1–26. <https://doi.org/10.3390/metabo10120505>
- Okudur, E. 2018. Durgun su kültüründe yetiştirilen marulda üç farklı şekilde verilen gübrelemenin verim ve kaliteye etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı: 394-399.
- Okudur, E., Ercan, N. 2016. Farklı Gübre Uygulamalarının Durgun Su Kültüründe Yetiştirilen Marullarda Verim ve Kaliteye Etkileri. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD, Özel Sayı: 69-78.
- Onur, A, 2016. Marullarda Fide Döneminde Yapılan UV-B Işın Uygulamalarının Bitki Gelişimi, Ürün Verimi Ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 72s.
- Rakocy, J. E., Hargreaves, J. A. 1993. Integration Of Vegetable Hydroponics With Fish Culture: A Review. In: Wang, J. (Ed.), Joseph S. M., American Society of Agricultural Engineers Techniques for Modern Aquaculture, pp. 112-136, Australia.
- Ricci, M., Tilbury, L., Daridon, B., & Sukalac, K. 2019. General principles to justify plant biostimulant claims. *Frontiers in Plant Science*, 10(March): 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00494>

- Saha, S., Monroe, A., Day, M. R. 2016. Growth yield, plant quality and nutrition of basil (*Ocimum basilicum* L.) under soilless agricultural systems. *Annals of Agricultural Sciences*, 61(2): 181-186.
- Tuğba, H., Üzal, Ö., Yaşar, F. 2021. Bazı Organik Materyallerin Kıvırcık Yaprak Salata (*Lactuca sativa* var. *Crispa*)’da Verim ve Bitki Besin Elementi İçeriklerine Etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(3), 495-504
- Turhan, Ş. 2005. Tarımda Sürdürülebilirlik ve Organik Tarım. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11(1): 13-24.
- Yağmur, B., Aydın, Ş., 2013. Toprakdan ve Yapraktan Çinko Uygulamalarının Marul . (*Lactuca sativa* L.) Bitkisinin Gelişmesi ve Bazı, Mineral Madde Kapsamı Üzerine Etkisi. *Anadolu J. of Aarı*, 23(2), 36-43.
- Yılmaz, D. 2020. Su Kültürü Marul Yetiştiriciliğinde Mikoriza Bakteri Ve Mikroalg İle Mineral Gübrelerin Azaltılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

ÖZGEÇMİŞ

Yousif Khalid Abdulwahhab
ABDULWAHHAB

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2022-2024	Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Kerkük Üniversitesi
2017-2021	Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kerkük