

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**SU KÜLTÜRÜ MARUL YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BİYOGÜBRE  
UYGULAMALARININ BİTKİ GELİŞİMİ VE VERİM ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Hande GÖKBAKAN**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAHÇE BİTKİLERİ**

**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**AĞUSTOS 2023**

**ANTALYA**

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**SU KÜLTÜRÜ MARUL YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BİYOGÜBRE  
UYGULAMALARININ BİTKİ GELİŞİMİ VE VERİM ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Hande GÖKBAKAN**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAHÇE BİTKİLERİ**

**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**AĞUSTOS 2023**

**ANTALYA**

**T.C.**  
**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU KÜLTÜRÜ MARUL YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BİYOGÜBRE**  
**UYGULAMALARININ BİTKİ GELİŞİMİ VE VERİM ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Hande GÖKBAKAN**  
**BAHÇE BİTKİLERİ**  
**ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Bu tez 11/08/2023 tarihinde jüri tarafından Oybirliği /Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ersin POLAT (Danışman)

Prof. Dr. Hakan AKTAŞ

Doç. Dr. Halil DEMİR

## ÖZET

# SU KÜLTÜRÜ MARUL YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BİYOGÜBRE UYGULAMALARININ BİTKİ GELİŞİMİ VE VERİM ÜZERİNE ETKİLERİ

Hande GÖKBAKAN

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ersin POLAT

Ağustos 2023; 47 sayfa

Bu araştırma, su kültürü marul yetiştiriciliğinde biyogübre kullanımının bitki gelişimi ve verimi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Araştırma Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Araştırma ve Uygulama arazisinde yürütülmüş, yetiştiricilik durgun su kültüründe teknelerde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bitkisel materyal olarak *Lactuca sativa* var. *crispa* türüne ait 'Caipira' marul çeşidi kullanılmış, sıvı vermikompost ile farklı bakteri içeriğine sahip olan BM-Megaflu ticari isimli mikrobiyal gübrelerin yetiştiricilik üzerine etkileri araştırılmıştır. Uygulamalar; Kontrol (K), kontrole ilave olarak vermikompost (VK, 3 ml/L) ile megaflu (MF, 1ml/L)'nun kullanıldığı, Kontrol+Vermikompost (K+VK), Kontrol+Megaflu (K+MF) ve Kontrol+Vermikompost+Megaflu (K+VK+MF) olacak şekilde planlanmış ve araştırma 3 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür.

Çalışmada; yaprak boyu ve eni, yaprakta kuru madde miktarı, bitki kök uzunluğu, yaprakta SÇKM ölçüm ve analizleri, bitki başına ortalama verim, birim alandan elde edilen verim, bitki yapraklarında EC ve pH değerleri, yaprak sayısı, kök ağırlığı, baş çapı, baş yüksekliği, kök boğazı çapı, klorofil ölçümü (SPAD), renk parametrelerinden; chroma, hue açısı ve L değeri ile ilgili ölçümler yapılmıştır.

Araştırma sonucunda; uygulamaların yaprak eni ve boyu üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Yaprakta en düşük kuru madde miktarı K+VK+MF (%15.36) uygulamasında saptanırken, diğer uygulamalar benzer özellik göstermiş, en yüksek kök uzunluğu değeri K+MF (37.16 cm) uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek SÇKM miktarı K+VK (% 2.73) ve K (% 2.66) uygulamasından, sırasıyla bitki başına en düşük ortalama verim değeri ve birim alandan elde edilen verim değeri K+VK (87.83 g/bitki, 3513.33 g/m<sup>2</sup>) uygulamasından elde edilmiş, diğer uygulamaların etkisi benzer bulunmuştur. Yapraklarda yapılan en yüksek EC ölçüm değeri K+VK ve K+MF uygulamalarından, en düşük pH ölçüm değeri ise K (5.93) uygulamasından elde edilmiş, pH açısından diğer uygulamalar benzer özellik göstermiştir. Bitki başına yaprak sayısında uygulamaların etkisi önemli bulunmuş, en fazla yaprak sayısı K+VK (18.13 adet/bitki) ve K+VK+MF (17.86 adet/bitki) uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek klorofil ölçümü değeri ise K+VK+MF (17.93 SPAD) uygulamasında, en düşük değer ise Kontrolde (13.76 SPAD) saptanmıştır. Yaprakta renk ölçümlerinde Chroma\*, Hue, ve L\* değerlerinde uygulamalar arasında istatistiki olarak önemli bir fark tespit edilmemiştir. Bakteri uygulaması tek başına ve vermikompostla birlikte yapıldığında başarılı bulunmuştur.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Bitki Besleme, Biyo-Gübre, *Lactuca sativa* var. *crispa*, Ürün Kalitesi, Vermikompost, Verim

**JÜRİ:** Prof. Dr. Ersin POLAT

Prof. Dr. Hakan AKTAŞ

Doç. Dr. Halil DEMİR



## ABSTRACT

### EFFECTS OF BIOFERTILIZER APPLICATIONS ON PLANTS DEVELOPMENT AND PRODUCTION IN WATER CULTURE LETTUCE CULTURE

Hande GÖKBAKAN

MSc / PhD Thesis in Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Ersin Polat

August 2023; 47 pages

This research was carried out to investigate the effects of biofertilizer use on plant growth and yield in aquaculture lettuce cultivation. The research was carried out in the field of Horticulture Research and Application of Akdeniz University Faculty of Agriculture, and aquaculture was carried out in boats in stagnant water culture. There is *Lactuca sativa* as herbal material in the study. 'Caipira' lettuce cultivar belonging to the Crispa species was used, and the effects of liquid vermicompost and microbial fertilizers with different bacterial content, called BM-Megaflu, on aquaculture were investigated. Applications: Control (K), Control+Vermicompost (K+VK), Control+Megaflu (K+MF) and Control+using vermicompost (VK, 3 ml/L) and megaflu (MF, 1ml/L) in addition to the control It was planned as Vermicompost+Megaflu (K+VK+MF) and the research was carried out with 3 replications.

In the study; leaf length and width, the amount of dry matter in the leaf, the root length of the plant, the measurements and analyses of SÇKM in the leaves, the average yield per plant, the yield per unit area, the EC and pH values of the plant leaves, the number of leaves, root weight, head diameter, head height, root collar diameter, chlorophyll measurement (SPAD), colour parameters; chroma, hue angle and L value measurements were made.

As a result of the research, The effects of applications on leaf width and length were found to be insignificant. The lowest amount of dry matter in the leaf was determined in the application of K+VK+MF (15.36%), while the other applications showed similar characteristics, and the highest root length value was obtained from the application of K+MF (37.16 cm). The highest amount of TSS was obtained from the application of K+VK (2.73%) and K (2.66%), respectively, the lowest average yield value per plant and the yield value obtained per unit area, respectively, from the application of K+VK (87.83 g/plant, 3513.33 g/m<sup>2</sup>). The effects of other applications were found to be similar. The highest EC measurement value on leaves was obtained from K+VK and K+MF applications, the lowest pH measurement value was obtained from K (5.93) application, other applications showed similar properties in terms of pH. The effect of the applications on the number of leaves per plant was found to be significant, and the highest number of leaves was obtained from the applications of K+VK (18.13 pieces/plant) and K+VK+MF (17.86 pieces/plant). The highest chlorophyll measurement value was found in the K+VK+MF (17.93 SPAD) application, and the lowest value was found in the Control (13.76 SPAD). Chroma\*, Hue, and L\*

values in leaf color measurements did not show a statistically significant difference between treatments. Bacteria application was found to be successful when done alone and in combination with vermicompost.

**KEYWORDS:** Bio-Fertilizer, *Lactuca sativa* var. *crispa*, Plant Nutrition, Product Quality, Vermicompost, Yield

**COMMITTEE:** Prof. Dr. Ersin POLAT

Prof. Dr. Hakan AKTAŞ

Assoc. Prof. Dr. Halil DEMİR



## ÖNSÖZ

Sürekli artan dünya nüfusu, buna karşı yetersiz kalan ekili alan miktarı, topraktan gelebilecek olumsuz faktörleri önleme ve toprağa ihtiyaç duyulmadan, topraksız her alanda, sağlıklı, birim alandan en yüksek verimi elde etmeyi sağlayan topraksız tarım yöntemlerinden hidroponik kültür günümüzde ve gelecekte önemini koruyacaktır.

Salata grubu sebzeler içerisinde önemli bir yer tutan marul, yaprakları tüketilen ticari değeri yüksek önemli sebzeler arasında yer almaktadır. Başta mineraller olmak üzere zengin besin içeriği, lezzeti, farklı renk ve doku özellikleriyle tüketicinin her dönem talep ettiği önemli bir sebzedir.

Yapılan bu araştırma, durgun su kültüründe yetiştirilen marullarda, biyogübre uygulamasının bitki gelişimi ve ürün verimine olan etkisini ortaya koymaktır. Çalışma sonuçlarının bu konu da yapılacak olan araştırmalara ve ticari üretime katkı sağlamasını temenni ederim.

Çalışmamda başta, bilgi ve tecrübeleriyle hem arazide hem de laboratuvarında yardımcı olan, verdiği bilgilerle tezimin kurgu ve yürütülmesi aşamasında her bakımından yol gösteren, tezimin yazım sürecinde her aşamada destek olan danışman hocam sayın Prof. Dr. Ersin POLAT'a, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin savunulmasında verdikleri katkılarından dolayı değerli jüri üyeleri Prof. Dr. HAKAN AKTAŞ ve Doç. Dr. HALİL DEMİR'e teşekkür ederim.

Yaşamım boyunca her an varlıklarını hissettirerek destek olan sevgili annem Hüsniye GÖKBAKAN'a ve babam Hakan GÖKBAKAN'a teşekkür ediyorum.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
ÖNSÖZ.....	v
AKADEMİK BEYAN .....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
RESİMLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	4
2.1. Su Kültürü İle İlgili Yapılan Çalışmalar .....	4
2.2. Biyogübre İle İlgili Yapılan Çalışmalar .....	5
2.3. Vermikompostla İlgili Yapılan Çalışmalar .....	8
2.4. Marul Yetiştiriciliğinde Yapılan Verim ve Kalite ile ilgili Çalışmalar.....	11
3. MATERYAL VE METOT .....	13
3.1. Bitkisel Materyal .....	13
3.2. Araştırmada Kullanılan Biyo-Gübreler.....	14
3.3. Vermikompost ( Solucan Gübresi) Materyali .....	14
3.4. Metot .....	15
3.4.1. Su kültürü ortamı .....	15
3.4.2. Bitki besleme.....	16
3.4.3. Besin çözeltisinde pH ve EC kontrolü .....	18
3.4.4. Hasat.....	19
3.4.5. Denemede yapılan ölçüm ve analizler .....	19
3.5. İstatistik analizler .....	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	24
4.1. İklimsel Veriler .....	24
4.2. Uygulamaların Bitki Büyüme Parametreleri Üzerine Etkisi.....	25
4.2.1. Yaprak boyu .....	25
4.2.2. Yaprak eni .....	26
4.2.3. Kuru madde miktarı .....	27

4.2.4.	Kök uzunluğu .....	28
4.2.5.	Suda çözünebilir kuru madde oranı (SÇKM ) (%).....	28
4.2.6.	Bitki başına ortalama verim (g/bitki) .....	29
4.2.7.	Birim alandan elde edilen verim (g/m <sup>2</sup> ) .....	30
4.2.8.	Marul yapraklarında EC .....	31
4.2.9.	Marul yapraklarında pH .....	31
4.2.10.	Yaprak sayısı.....	32
4.2.11.	Kök ağırlığı(g).....	33
4.2.12.	Baş çapı (cm).....	33
4.2.13.	Baş yüksekliği (cm/bitki) .....	34
4.2.14.	Kök boğazı çapı .....	34
4.2.15.	Klorofil miktarı .....	36
4.2.16.	Chroma (C*) değeri.....	36
4.2.17.	Hue açısı (h°) değeri.....	36
4.2.18.	L* renk değeri.....	37
5.	SONUÇLAR.....	39
6.	KAYNAKLAR.....	40

ÖZGEÇMİŞ

## AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Su kültürü marul yetiştiriciliğinde biyogübre uygulamalarının bitki gelişimi ve verim üzerine etkileri” 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.../...08...../2023....

Öğrencinin Adı Soyadı

İmzası

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
Ca	: Kalsiyum
Fe	: Demir
K	: Potasyum
Lx	: Lux
L	: Litre
Mg	: Magnezyum
N	: Azot
P	: Fosfor
pH	: Potansiyel Hidrojen

### Kısaltmalar

A.Ü.	: Akdeniz Üniversitesi
B	: Besin
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
G	: Gram
K	: Kontrol
Mf	: Megafllu
Ort.	: Ortalama
Sa	: Saat
SÇKM	: Suda Çözünebilir Kuru Madde
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

Uyg. : Uygulama

Vk : Vermikompost

Vk+Mf : Vermikompost + Megaflu



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Yıllara Bağlı Bitkisel Üretim Değerleri 2021-2022 (TÜİK, 2022) .....	3
Şekil 4.1. Çalışma esnasında ortalama sera içi hava sıcaklık değerleri (°C) .....	24
Şekil 4.2. Çalışma esnasında sera içi ortalama oransal nem değerleri (%).....	24
Şekil 4.3. Çalışma esnasında sera içi ortalama ışık miktarı (Lüx).....	25
Şekil 4.4. Çalışma esnasında sera içi su ortalama sıcaklık değerleri (°C) .....	25



## RESİMLER DİZİNİ

<b>Resim 3.1.</b> Araştırmanın yürütüldüğü yetiştirme ortamının genel görünümü.....	13
<b>Resim 3.2.</b> Çalışmada Kullanılan Caipira Marul Çeşidi.....	13
<b>Resim 3.3.</b> Çalışmada Kullanılan Biyogübre BM MegaFlu.....	14
<b>Resim 3.4.</b> Çalışmada kullanılan sıvı solucan gübresi (ekosolfarm).....	14
<b>Resim 3.5.</b> Delikli plastik file saksılar ; plastik bitki yetiştirme tekneleri.....	15
<b>Resim 3.6.</b> Araştırmada kullanılan havalandırma düzeneği .....	16
<b>Resim 3.7.</b> Araştırma Cihazlarının Genel Görünümü .....	16
<b>Resim 3.8.</b> Çalışmada kullanılan stok çözeltiler.....	17
<b>Resim 3.9.</b> Dikim hazırlığı sırasında pH ; EC ölçümü .....	19
<b>Resim 3.10.</b> Hasada gelmiş marullardan genel bir görünüm.....	19
<b>Resim 3.11.</b> Hassas terazi yardımıyla bitki kuru madde ölçüm hazırlığı .....	20
<b>Resim 3.12.</b> Bitki kök uzunluğu ölçümünden görünüm .....	20
<b>Resim 3.13.</b> SÇKM tayini için kullanılan dijital refraktometre.....	20
<b>Resim 3.14.</b> Marul yaprak suyunda EC ölçümü .....	21
<b>Resim 3.15.</b> Marulda baş yüksekliği ölçümünden görünüm .....	21
<b>Resim 3.16.</b> Kumpas yardımıyla marul bitkilerinden kök boğazı ölçümü.....	22
<b>Resim 3.17.</b> Marul yapraklarında klorofil ölçümü yapan Konica minolta (SPAD-502) .....	22
<b>Resim 3.18.</b> Yaprakta renk ölçümü yapan kromometre (MİNOLTA CR-400) .....	23

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 3.1.</b> Çalışmada yapılan uygulamalar ve uygulama dozları .....	17
<b>Çizelge 3.2.</b> Kontrol grubu bitkilerin stok çözelti içeriğine yönelik gübre uygulamaları .....	17
<b>Çizelge 3.3.</b> Kontrol grubu bitkilerin final çözelti konsantrasyon aralıkları .....	18
<b>Çizelge 3.4.</b> Çalışmada kullanılan suyun analiz değerleri .....	18
<b>Çizelge 4.1.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda yaprak boyu üzerine etkisi (cm) .....	26
<b>Çizelge 4.2.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda yaprak eni üzerine etkisi (cm) .....	26
<b>Çizelge 4.3.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda kuru madde içeriği üzerine etkisi (%) .....	27
<b>Çizelge 4.4.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda kök uzunluğu üzerine etkisi (cm) .....	28
<b>Çizelge 4.5.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda meyve suyunun SÇKM miktarları üzerine etkisi (%) .....	28
<b>Çizelge 4.6.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda bitki başına verim üzerine etkileri(g/bitki).....	29
<b>Çizelge 4.7.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda bitkide birim alandan elde edilen verim üzerine etkileri(g/m <sup>2</sup> ).....	30
<b>Çizelge 4.8.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marul yapraklarında EC üzerine etkileri(dS/m) .....	31
<b>Çizelge 4.9.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marul yapraklarında pH üzerine etkileri .....	32
<b>Çizelge 4.10.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda yaprak sayısı üzerine etkileri(adet/bitki).....	32
<b>Çizelge 4.11.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda bitkide kök ağırlığı üzerine etkileri(g).....	33
<b>Çizelge 4.12.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda bitkide baş çapı üzerine etkileri(cm).....	34

<b>Çizelge 4.13.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda bitkide baş yüksekliği üzerine etkileri (cm/bitki).....	34
<b>Çizelge 4.14.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda kök boğazı çapı üzerine etkisi (mm) .....	35
<b>Çizelge 4.15.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda klorofil miktarı üzerine etkisi (SPAD) .....	35
<b>Çizelge 4.16.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda Chroma (C*) değeri üzerine etkisi .....	36
<b>Çizelge 4.17.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda hue açısı (h°) değeri üzerine etkisi .....	37
<b>Çizelge 4.18.</b> Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda L* renk değeri üzerine etkisi .....	37

## 1. GİRİŞ

Artan dünya nüfusu ve üretilen besinlerin nüfus dağılımına yetersizliği, tarımda daha üretken, sağlıklı ve erişilebilir metotlarla üretim yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Dünya popülasyonunun yoğunluğuna karşı, insanların yeterli miktarda beslenebilmesi, tarımda üretimin artmasıyla sağlanabilir (Turhan 2005).

Üretim, yetiştirilen ortama uygun tür seçimi, yetiştirme yolları ve uygulanan bitki besin ihtiyaçlarının doğru seçimi ile orantılıdır. Üretimin geliştirilmesinde en sık uygulanan yöntem organik veya kimyasal yollarla bitkilerin beslenmesidir (Aksoy ve Altındışlı 1998). Organik veya kimyasal şekilde bitki beslemesine yönelik, yapılan tarımsal uygulamalarının topraklı ve topraksız tarım sisteminde farklılıkları vardır.

Tarımda üretim topraklı ve topraksız üretim sistemi olmak üzere 2'ye ayrılır.

Topraksız üretim sistemi;

- 1-Su (Solüsyon=Hidroponik) Kültürü
- 2- Katı Ortam (Substrat=Agregat) Kültürü

Hidroponik kültür ise:

- 1- Aeroponik
- 2- Akan su (NFT)
- 3- Durgun su kültürü

Durgun su kültürü yetiştiriciliği, hazırlanan su yatakları üzerine yerleştirilen straforlarda bitki fidelerine, kökleri vasıtasıyla sudaki besin elementlerinin verilerek yetiştirilmesi sistemidir. Bu sistemle bitkiler toprak kaynaklı hastalıklar ve zararlılardan korunmuş olur. Yabancı ot sorunu yaşanmaz, birim alandan en yüksek verim eldesi sağlanır, ayrıca besinler kontrollü olarak verildiği için bitki gelişimi kontrol edilebilir. Üretim dönemi boyunca aynı besin solüsyonun kullanılması tasarruf sağlar, işçilik maliyeti düşüktür. Durgun su kültüründe marul, tere, roka, maydanoz gibi yeşillik grubu sebzeler ağırlıklı olarak tercih edilir. Yetiştirilme periyodu da kısadır, bu üretici için bir avantajdır. Farklı türleri kısa zamanda yetiştirme imkânına olanak sağlar (Gül 2019; Anaç 2020).

Dünya genelinde marul, içeriği bakımından zengin olduğu için fazla miktarda tercih edilen yeşillik grubu sebzeler arasındadır (Eşiyok 2012). Marullar, serin iklim sebzesi olup genel olarak açık ve örtüaltında Türkiye'nin bütün bölgelerinde yetiştirilebilir. Marul yüksek su oranı (yaklaşık % 95) içerir, düşük kalorili ve besin açısından zengin bir bitkidir (Vural vd. 2000).

Marul yaprağının 100 gramı, %94 su, 6-8 mg Vitamin C, 1-1.5 g ham protein, 0.2-0.4 g yağ ve 1.5-2.5 g karbonhidrat, 330 i.u. vitamin A, 20-25 mg kalsiyum, 40 mg fosfor ve 1.5 mg demir içermektedir (Vural vd. 2000). Marul kendi arasında da tiplere ayrılır. Bu çeşitlilik, yaprak yapısı ve tüketilen bölümlerine göre dört grupta incelenir.

- *Lactuca sativa* L. var. *capitata*: Baş salatalar,
- *Lactuca sativa* L. var. *crispa*: Kıvrıkcık yaprak salatalar,
- *Lactuca sativa* L. var. *longifolia*: Marullar,
- *Lactuca sativa* L. var. *angustana*: Kuşkonmaz salataları (Şalk vd. 2008)

Yetiştirilen ürünlerin verimli ve sağlıklı olması, bitki beslenmesinde kullanılan gübrelere bağlıdır. Bu konuda kimyasal kullanımdan çok, biyogübrelerle besleme günümüzde insanların doğal ürünleri seçmeleri sebebiyle daha önemli bir tercih sebebidir. Mikrobiyal gübre; bitki gelişimi için gerekli maddelerin sağlanmasında, bitki besin maddelerinin yarayışlılığının artırılmasında, toprağın düzeltilmesinde rol oynayan canlı mikroorganizmaları içeren ürünlerdir (Anonim 1). Diğer bir tanımla; Biyogübreler faydalı organizmaların, arttırılarak doğru yapıda bitki beslemesine katılmasıdır (Yönsel ve Batum 2007).

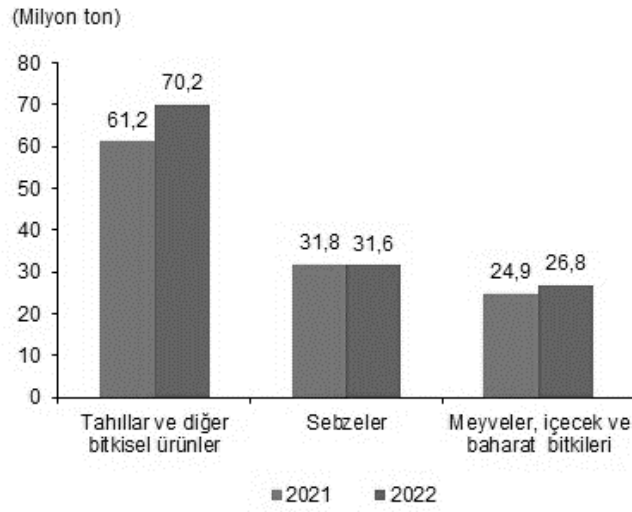
Biyogübrelerin hem bitkiye hem de toprağa çok sayıda yararları vardır. Biyogübreler bitki beslenmesini, hasattan elde edilen ürün miktarını ve bitkiye topraktan gelebilecek hastalık gibi olumsuzlukların gözlenmesi sağlar. Aynı zamanda organik atılmış ürünlerin çözülmesinin yanında toprağın da üretkenlik ve tarımsal zararlılara karşı direncinin yükselmesinde fayda sağlarlar (Nishio 1996). Bitkinin yapısında bulunan direnç miktarının yükselmesi, suni ürün uygulamasının (pestisit ve gübre) kullanım miktarının düşmesine neden olur. Biyogübreler, bitkinin kök bölgesinde ve toprakla bitki arasındaki iletişimde bitkiye yararlı olur (Harley ve Smith 1983).

Biyogübreler alt çeşit olarak ise; biyogübre mikoriza, biyogübre fungus, biyogübre bakteri ve biyogübre alg olarak ayrılır. Özellikle biyogübre bakterilerin içinde bulunan rizobakteriler sayesinde tarımda kullanımı, bitki büyümesi ve verime etkisinden dolayı günümüzde çoğalmıştır (Cebel 2004). Biyogübrelerle beraber vermikompost da hidroponik sistemde bitki beslenmesinde kullanılan bitkinin gelişimine katkı sağlayan bir üründür. Vermikompost tanımı, solucan kalıntılarının işlenerek gübre haline getirilmesidir. Çoğunlukla vermikest ya da kest diye isimlendirilir (Edwards ve Bohlen 1996).

Vermikompost maliyet olarak yararlı seçenek olmasının yanı sıra endüstrinin çabuk gelişmesi ve nüfus yoğunluğuyla beraber önemli bir çevre problemi yaratan katı organik atılmışların yeniden kazandırılmasında çoğunlukla kullanılmaktadır (Erşahin 2007).

TÜİK verilerine göre, Türkiye’de sebze üretimi, 2021 yılında 31.8 milyon tondur. 2022 yılında ise bu miktar 31.6 milyon tondur. Yani bir önceki yıla göre üretim miktarı %0.5 oranında azalmıştır (Şekil 1.1).

Toplam marul üretimi 561.990 ton olup, kıvrıkcık marul 252.583 ton, göbekli marul 204.422 ton, aysberg tipi marullarda 104.981 ton üretim değerine sahiptir (Anonim 2).



**Şekil 1.1.** Yıllara Bağlı Bitkisel Üretim Değerleri 2021-2022 (TÜİK, 2022)

Bu çalışma, derin su kültüründe çevreci yaklaşımları destekleyen biyogübre kullanımının bitki gelişimi, verim ve kalitesine olan etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## 2. KAYNAK TARAMASI

Tezin dayandığı kuramsal bilgiler bu bölümde sunulmaktadır.

### 2.1. Su Kültürü İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Diver (2006) topraksız tarım tekniğini su ve katı ortam kültüründen oluştuğunu belirtmiştir.

Su kültürü: Ortamda yalnızca besin solüsyonunun bulunması durumudur (Diver 2006). Su havuzuna konulacak suyun miktarı, yatak uzunluğu (m) x yatak genişliği (m) x su derinliği (m) = su miktarı m<sup>3</sup> denklemi ile hacim şeklinde hesaplanır. Genellikle su havuzunun derinliği 16–17 cm biçiminde olması önerilmektedir. Su havuzunun gübrenmesinde ise 75–125 ppm azot seviye sınırları gübre olarak hazırlanmalıdır (Hensley ve Fowlkes 2002). Yapılan araştırmalarda durgun su kültürü yöntemiyle marul üretiminde çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının farklı yönde tepkileri bulunduğu gözlenmiştir (Goto vd. 1996). Miceli vd. (2003) İtalya’da uyguladıkları denemede, yapraklı sebzelerde topraklı üretimde, az zamanda yapılabilecek basit ve düşük maliyetli bir uygulama biçimi olan yüzen su kültürü yönteminin tercih edilmesinin daha yararlı bulunduğunu saptamışlardır.

Rakocy ve Hargreaves (1993)’e göre entegre su kültür mekanizması ile eldeki su kaynakları korunur, balık ve bitkilerin gelişimi gerçekleştirilir. Eğer mekanizma içindeki besin solüsyonu sürekli sirkülasyon halindeyse “Kapalı Sistem”, ya da mekanizma içinde besin solüsyonu yalnızca bir kere uygulanıp devamında boşaltılıyorsa bu mekanizmalara “Açık Sistem” ismi verilmektedir. Besin solüsyonunun verilme tekniğinin farklılaşması ve enfeksiyonların çabuk bulaşması kapalı sistemin olumsuz taraflarıdır (Marhaba 1998).

Smith (2004) ve Morgan (1999) NFT tekniğiyle salata ve marul üretiminde kanallarının tasarımıyla ilgili olarak kanal genişliğinin 5 ile 10 cm, derinliğinin 4 ile 9 cm, uzunluğunun 3 ile 9 m aralığında, eğimin ise % 1-2 olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Besin solüsyonu için tavsiye edilen içeriğin, baştan formüle edilmesi ve uygulanması, mekanizma kapalı ise çokça farklılık gösterir (Jones 2005).

Topraklı tarıma göre su kültürünün avantajları bulunmaktadır. Topraklı kültürde bulunan yetersiz güçte toprak yapısı ve dokusu, yabancı ot sorunu ve topraktan gelebilecek patojen risklerinin bulunması söz konusudur. Bunun yanı sıra hidroponik sistem sulamanın yapılması ve ortama besinlerin alınması bilgisayar kontrolü ile yapılabildiğinden dolayı işçilik maliyeti de düşüktür (Marr 1994).

Miceli vd. (2019) yüzen su kültürü tekniğinde kontrol, 10<sup>-8</sup> M ve 10<sup>-6</sup> M GA<sup>3</sup> uygulanan çalışmada marulda uygulamalar arasında bir farklılık olmadığı SÇKM değerlerinin sırasıyla %2.9, %3.1 ve %2.5 şeklinde değişim gösterdiğini saptamıştır.

Buchanan ve Omaye (2013) su kültürü ve topraklı ortamda marul yetiştiriciliğinde vitamin C içeriğine bakılmış Waldman’s Dark Green, Red Lollo

Antago ve Red Romaine Annapolis çeşitlerinin vitamin C içeriğinin topraklı tarıma göre sırasıyla %93, %171 ve %216 daha yüksek bulunduğunu, su kültüründe yetiştiriciliğin besin değerini arttırdığını bildirmişlerdir.

Lee ve Lee (2015) hidroponik sistemlerin dünya genelinde öneminin arttığını ve değişik bölgelerde birçok alanda faydalanılmasının yaygınlaştığını bildirmiştir.

Saha vd. (2016) topraksız tarım sistemlerinden olan hidroponik ve akuaponik sistemde fesleğenin (*Ocimum basilicum L.*) gelişme, elde edilen ürün miktarı, bitki kalitesi ve besin maddelerini alımı özelliklerini incelemiştir. Elde edilen verilere dayanarak, akuaponik sistemde fesleğen üretiminin hidroponik sisteme kıyasla istenilen düzeyde bulunduğunu tespit etmiştir.

Ergün vd. (2020) mikro alg (*Chlorella vulgaris*) uygulayarak hidroponik marul yetiştirilmesinde mineral besinleri %20, %40, %60 civarında düşürerek üretim ve elde edilen ürün kalitesini azaltmadan mineral gübre uygulanmasını düşürebilmeyi hedeflemiştir. Hidroponik marul yetiştirilmesinde uygulanan mineral gübrelerin, besin çözeltisinde yaşamını devam ettiren *Chlorella vulgaris* kullanılmasıyla %60'a kadar eksiltebileceklerini tespit etmiştir.

Lenzi (2008) vejetasyon dönemi az olan yeşil yapraklı sebzelerin durgun su kültüründe ortamda oksijen seviyesinin 5-7 mg aralığında olması gerektiğini bildirmiştir.

## 2.2. Biyogübre İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Sentetik gübrenin fiyatının fazlalığı ve doğaya, canlılara olumsuz etkileri, doğal seçeneklerin ve bunun sonucu biyogübrelerin üretilip bugünkü seviyeye ulaşmasını sağlamıştır. Dünya genelinde bugün biyolojik ve mikrobiyal gübre konularında üretim faaliyetleri devam etmektedir. Organizmaların üretimde mikrobiyal gübre olarak kullanılması amacıyla yeni türlerin bulunmasının üretim için katkısı büyüktür (Kucharski vd. 1996; Vessey 2003).

Bitki büyümesini destekleyici bakteri denemelerinin bitki büyümesine yararı çimlenme oranı, kök büyümesi, elde edilen ürün miktarı, yaprak yüzeyi, klorofil miktarı, azot miktarı, protein miktarı, kuraklığa direnç, kök ve gövde çoğalması ve yaprak yaşlanmasının yavaşlatılması biçiminde görülmektedir (Dobbelaere vd. 2003; Çakmakçı vd. 2005).

Bitki kökünde bulunan fazla miktardaki rizosfer bakterileri, değişik sistemlerle bitki gelişimini hızlandırmaktadır. Rizosferde bulunan bitki gelişimini destekleyen rizobakteriler (PGPR) ismini alır ve bitkilerde farklı miktarlarda vejetatif ve jeneratif büyümeyi sağlayan katkıda bulunurlar. Bu katkının yanı sıra bitkinin strese karşı dayanıklılığını yükseltirler (Vessey 2003; Niranjiyan vd. 2006).

Bitki kök bölgesi, mineral besin alımını yapar. Bunun yanında bitki, çevresinde bulunan ortama kökleriyle fazla miktarda doğal bileşikler yayar. Kök bölgesinde birleşen organizmalardan daha çok funguslar, bitkinin kök üst yüzeyini genişleterek su ve besin elementlerinin bitkiye fazla güç gerektirmeden ve kuvvetli biçimde bünyesine

katılıp bitkinin yararlanmasında katkıda bulunurlar (Sylvia 1999). Bitkinin kök bölgesinde bitki ile canlılığını sürdüren ve mikoriza denilen, mikroskopta incelenmesinde sayıca fazla hif çoğaltan mantar çeşitlerinin belirlenmesiyle birlikte, bunların bitkinin besin alımına büyük katkıları olduğu saptanmıştır. Mikorizanın bitki ile simbiyotik ilişkisi sonucu bitki için su, fosfor, çinko, bakır ve çeşitli minerallerin teminini sağladığı belirlenmiştir. Mikoriza enfeksiyonu bitkinin azot, potasyum yanında demir, molibden metalleri ile besin alımına yardımcı olur. Bitkinin enfeksiyon ve zararlılarla savaşında direncini artırır (Taban vd. 2007).

Kök bölgesinde birleşen *Trichoderma spp.*'nin bitki enfeksiyonlarına yönelik direnci harekete geçirmesinin yanı sıra sürgün ve kök bölgesinin büyümesine yardımcı olur. Üretimi artırır, abiyotik stres direncine fayda sağlar, beslenmesine katkıda bulunur, fotosentezi artırır (Inbar vd. 1994; Yedide vd. 2001; Harman vd. 2004; Harman 2006).

Kontrol edilerek üretimin az olduğu alanlarda gerçekleştirilen saksı incelemelerinde mikoriza funguslarla, bitkilerin inokülasyonu neticesinde bitkide görülen büyüme, 1980'li yıllarda bu organizmaların biyogübre biçiminde üretimde yararlanılmasına ortam sağlamıştır. Fakat tarımda yapılan incelemelerde çok farklı ürün tercih edilen üretim biçimlerinde mikorizaların yeterli olmadığı düşünülmüştür. İlerleyen zamanlardaki üretimlerde ise tarlada yetiştirilen ürünlerde mikorizal fungusların birleşerek, üretime verim bakımından artı ve eksi şekilde katkıları göstermiştir (Gezgin ve Eltem 2004).

Yabani türlerin fizyolojik belirleyicilerin ve miktarlarının enfeksiyonlarla savaşta gerekli desteği oluşturmamasına karşın yararlı organizmaların antifungal belirleyicileri 1930'lu yıllardan bu yana kabul görür ve hastalıklarla savaşma da yararlanılması yönünde çalışmalar yürütülmektedir (Harman 2006).

*Trichoderma*, antagonist özelliğiyle topraktaki bitkiyi olumsuz yönde etkileyen fungusların işgalini engelleyebilmektedir. *Trichoderma*'nın kök bölgesinde *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* ile bağda *Botrytis cinera* türünden zarar veren fungus türlerine yönelik olumlu yönde katkısı belirlenmiştir (Harman ve Kubicek 1998; Harman 2006).

Günümüzde yapılan incelemeler, *Trichoderma spp.*'nin bitkide çok sayıda enfeksiyonla başa çıkmada uygulanmasının yanı sıra direnç, kök bölgesindeki mikroflora bileşimini farklılaştırması, beslenme miktarını çoğaltması ve kök ile gövde kısmının büyümesine olumlu yönde katkıları bulunduğunu ortaya koymuştur (Howell 2003; Harman 2006).

Çok sayıdaki bitki fidesinde *T. harzianum* kullanımı bitkilerin büyümesini arttırmıştır (Poldma vd. 2000; Bal ve Altıntaş 2006a,b).

*Trichoderma spp.*'nin sistemik direnci harekete geçirdiği uygulanan araştırmalarla belirlenmiştir (Hanson 2000; Hoitink vd. 2006).

Ousley vd. (2004), sera ortamında torf ile kompost karışımına granül halinde eklenerek verilen 6 değişik *Trichoderma spp.* strain'nin marul fidelerinde büyümesine

yönelik katkıları gözlenmiştir. Gözlemeden elde edilen bulgulara göre, %0.75 ve 1.0 miktarında (w:w) gelişme alanında yapılan *Trichoderma spp.* WT, 92, 20 ve 75 strainlerinin marul fidelerinde sürgünlerin ağırlığının kontrol denemesine yönelik %26 fazlalaştırdığı belirlenmiştir.

Uygulamalarda, *T. harzianum* T22, *T. atroviride* P1 izotlarının sera ortamında, marulların büyümesinde, açık alan şartlarında domates ve biber bitkilerinde katkıları incelenmiştir. *T. harzianum* uygulamasının biber ve domateste ürün veriminin fazlalaştığı, bitki uzunluğu, yaprak miktarı, meyve miktarının %300 civarında artırdığı saptanmıştır (Vinale vd. 2004).

*T. harzianum*'un marullarda verim ve kaliteye yönelik etkisi incelenmiş, *T. harzianum* 5, 10, ve 15 g/m<sup>2</sup> oranında tohum ekiminde yetiştirme alanına yapılan uygulamada mikrobiyal gübre verilen marul fidelerinde yaş ağırlığında artış gözlenmiştir (Bal ve Altıntaş 2008).

Sera ortamında yapılan araştırmada *Trichoderma viride*'nin (106 cfu) marulda bitki büyümesi ve verimine yönelik etkileri gözlenmiştir. Denemede sonuç olarak, *T. viride* fidelerde çıkış miktarını ve yaprak miktarını çoğaltırken, yaprak yüzeyi, fide yaş ve kuru ağırlığına yönelik fark gözlenmemiştir. Fakat *T. viride* denemesi ile kök boyu kontrole kıyasla % 43 artmıştır (Pöldma vd. 2008).

*P.putida* ve *P.fluorescens* bakterileriyle yapılan çalışmada, bakterilerin marul ve domateste kök ve sürgün büyümesinde; marul, turp, fasulyede ise ürün miktarında istatistikî yönden artış göstermiştir (Rodriguez ve Fraga 1999).

Mikroorganizmalar yönünden bitkisel büyümenin desteklenmesindeki temel sistemler azot fiksasyonu ile organik-inorganik fosfat ayrışması şeklinde besin maddelerinin alımının fazlalaştırılmasıdır (Çakmakçı vd. 2008).

Azot fikse eden ya da fosfat çözen bakteriler ile benzer organizmaların uygulanmasıyla mineral gübrelerin bitkiler yönünden bünyeye alınışı artabilmektedir (Kucey vd. 1989; Çakmakçı vd. 2005).

Mikrobiyal gübre uygulaması halinde bitkilerin düşük besin alımından dolayı ortaya çıkan verim kaybını önlediği belirtilmektedir (Öztürk vd. 2003; Çakmakçı vd. 2005; Khan vd. 2009).

Biyogübrelerin marul üretimine katkısını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada marullarda *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Rhodospseudomonas palustris* türlerini bulunduran bakteri karışımı kullanılmıştır. Neticede bu bakteriler marul iriliği, pazarlanabilir ürün, yaprak sayısı ve yaprak renginde artış sağlamıştır (Türk vd. 2017).

Jia vd. (2020) *Pennisetum giganteum* z.x.lin bitkisinin kök ve rizosfer kısmından elde edilen *Kosakonia radicincitans* ve *Bacillus mucilaginosus* suşularını biyogübre şeklinde uygulamışlardır. *Brassica chinensis* L. bitkisine düşük dozda suni gübre takviye edilerek altı uygulama grubu yapılmıştır. Gelişme, kalite, bakteriyel komünite neticeleri incelenmiştir. Biyogübre verilen grupta; bitki gelişimi, , klorofil oranı,

alınabilir fosfor ve azot oranı benzeri ölçüm uygulanan verilerde en fazla artış sağlanmıştır. Suni gübre uygulanan bitkilerde %53.86 daha az azot miktarı belirlenmiş değişik biyogübre miktarları, mikrobiyal gruplarda pozitif yönde etkide bulunduğu belirtilmiştir.

### 2.3. Vermikompostla İlgili Yapılan Çalışmalar

Toprağın doğal florasının kendi eski sağlıklı yapısına geri dönmesine destek olacak maddelerden bir başkası da solucan gübresidir. Genel olarak normal bir toprakta var olan solucanların meyve ve sebze atılmışlarıyla yaşamını devam ettirmesi neticesinde oluşan dışkının yer aldığı toprağa solucan gübresi ya da vermikompost ismi verilir (Demir vd. 2010).

Demir vd. (2010) organik gübre nitelikleri bulunduran vermikompostun yapısı ve kimi belirleyicileri ile bağlantılarını saptamıştır. Buna göre vermikompost; simbiyotik bakteri (Rhizobium), asimbiyotik organizmalardan azot fiksasyonu elde eden bakteri (Azotobakter) ve mikoriza mantarlarını bulundurur. Granül içeriği sayesinde toprak yapısını biçimlendirir, hava alımına yardımcı olur, su ihtiva kapasitesini çoğaltır. Yapısındaki çok miktarda bakteri, topraktaki zararlı bakterilerle mücadelede bitkilerin dayanıklılığını çoğaltır. Yabancı ot tohumu bulundurmaz, tümüyle doğaldır ve bitkilere yönelik toksik belirti göstermez. Organik yapısından dolayı toprak pH'sı, toprak yapısı gibi belirleyicilerin düzenlenmesine yardımcı olur.

Solucan gübresi, vermikompost ismi ile de tanımlanmaktadır. Vermikompost, spesifik bir solucan cinsi uygulanarak kazanılan biyoteknolojik bir kompost eşitidir. Organik atılmışların uygulanmasına diğer bir deyişle geri dönüştürülmesine destek sağlayan bir gübredir (Bellitürk ve Görres 2012).

Organik atılmışlar solucanlar tarafından çabuk bir şekilde ayrıştırılarak devamında daha iyi yapıda bir ürün meydana getirilir. Hayvan gübresi, sap ve saman, evsel atılmışlar, kâğıt vs. benzeri çok sayıda organik atılmış vermikompost üretiminde yararlanılmaktadır (Arancon ve Edwards 2005).

Vermikompost, Lazcano ve Dominguez (2011) tarafından bitki gelişimi ve bitki sağlığını koruma yönünden destek olan avantajları sebebiyle tarımda uygulanan suni gübreler ve sera ortamındaki geliştirme alanları için umut vaat edici bir seçenek olduğu belirtilmiştir.

Vermikompost ürünlerinin en büyük belirleyicilerinden bir başkası ise yapısında insan sağlığı için olumsuz bir etken oluşturabilecek miktarda bakteri/patojen bulundurmamalarıdır (Dominguez vd. 1997; Yıldız vd. 2005; Şimşek Erşahin 2007; Demir vd. 2010; Joshi ve Vig 2010).

Vermikompost işleminden denetlenmiş ham maddelerin bitki besin elementi yapısı vermikompost işleminden denetlenmemiş ham maddelere kıyasla fazla miktarda saptanmıştır (Namlı vd. 2014).

Bütün bu yararlı belirleyicilerinden sebebi vermikompost tekniği bütün dünyada ağırlıklı şekilde kullanılmaktadır. Pek çok ülkede uzun zamandır bilinmiş ve

uygulanmış vermikompost, Türkiye’de ise son zamanlarda ağırlıklı şekilde uygulanmaya başlanmıştır (Peker 2018).

Kerketta vd. (2019) denediği araştırmada altı değişik örtü maddesinin kültür mantarı geliştirilmesinde elde edilen ürüne olan yönlerini incelemiştir. Denemede örtü maddesi olarak; kokopit, vermikompost+kokopit (1:1), vermikompost+toprak (1:1), kokopit+toprak (1:1), vermikompost+kokopit+toprak (1:1:1) ve toprak+çiftlik gübresi+kum (1:1:1) karışımları uygulanmıştır. Deneme neticesinde en fazla elde edilen ürünün kokopit+toprak uygulamasından alındığını belirtmişlerdir.

Arancon ve Edwards (2005) düşük seviyede uygulandığı takdirde dahi bitki büyümesinde büyük farklılık yaratan vermikompost, çiçek, meyve ve sebze üretiminde yaygın bir biçimde uygulanır. Vermikompost toprağa katkıda bulundurduğu besin elementleriyle bitkilerin sağlığa uygun, kaliteye uygun ve elde edilen ürünlerin miktarlarının artışı sağlar. Hümik asit ve bitki gelişimini düzenleyen hormonlarla bitkilerin büyümelerini sağlar. Mikrobiyal aktivite ve mikrobiyal biyokütle seviyelerini yükselterek toprağın ürün eldesini ve elde edilen ürünün kalitesini yükseltir. Toprak kaynaklı enfeksiyonların ve zararlıların bitkiye verecekleri olumsuzluklardan bitkinin korunmasını sağlar.

Barley (1961) vermikompostta mevcut elementlerin % 97’sinin yararlı formda olduğunu, özellikle N, P, K’yı bitkilerin doğrudan kullanabileceğini belirtmiştir.

Azarmi vd. (2008) domates üretilen arazilerde dekara 1.5 ton vermikompost verildiğinde toprağın fiziksel bünyesinin pozitif olarak farklılaştığını, karbon, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, çinko ve mangan, seviyelerinde artış görüldüğünü belirtmiştir.

Buckerfield vd. (1998) vermikompostun turp bitkisi büyümesine olan katkılarının incelendiği denemede, vermikompostun veriliş miktarıyla hasat sonucu elde edilen ağırlığının doğru orantılı şekilde fazlaştığını tespit etmişlerdir. Buna bağlı olarak %100 vermikompost verilen topraklardan, % 10 vermikompost kompleksi verilenlere kıyasla 10 kat daha çok verim elde edildiği belirtilmiştir.

Atiyeh vd. (2000) büyükbaş hayvan gübresi ve vermikompostun kıyaslandığı araştırmada, domates ve marul tohumlarını kullanmışlardır. Vermikompost büyükbaş hayvan gübresine göre bitki gelişiminde olumlu katkılar sağlamıştır.

Guilan Üniversitesi Bahçecilik Bölümüne ait serada ısıtma bulunmayan şartlarda devam ettirilen araştırmada, toprağa verilen vermikompost miktarlarının (0, % 10, % 20 ve % 30) ıspanakta gelişme, elde edilen ürün miktarı ve mineral madde yapısına yönelik katkıları incelenmiştir. Yapılan işlemler neticesinde, toprağa vermikompost eklenmesinin bitkide yaprak miktarı ve bitki boyunun fark edilir düzeyde geliştirdiğini gözlemlemişlerdir (Peyvast vd. 2008).

Çıtak vd. (2011) değişik miktarlarda vermikompost ve uygulamaya tabi tutulmamış kontrol denemelerinin ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin büyümesi ve toprağın ürün fazlalığına katkılarını gözlemlemiştir. Kış mevsiminde açık arazi şartlarında uyguladıkları denemede, bitki büyümesi, elde edilen ürün miktarı,

mineral madde içeriği ve toprak verim oranlarını tespit etmişlerdir. Neticede gözlemlenen AG2 denemelerinde verilerde büyük oranda farklılık belirlenmiştir.

Tavalı vd. (2013) vermikompostun açıkta yetiştirilen karnabahara etkisiyle ilgili çalışmada, kontrole göre verim ve kalitede olumlu sonuçlar alındığını bildirmişler ve kimyasal gübrelemeye ilave olarak vermikompostun dekara 200-400 kg oranında uygulanmasını tavsiye etmişlerdir.

Küçükyumuk vd. (2014) tarafından vermikompost ve mikorizanın, biber bitkisinde gübre şeklinde tek olarak ve kombine şekilde uygulanmasının biberin büyümesi ve besin elementine katkısı incelenmiştir. Neticede mikoriza ve vermikompost denemesinin bitkinin gelişimine yararlı bulunduğu tespit edilmiştir.

Hınıslı (2014) açık hava şartlarında saksılarda yapılan araştırmasında üç değişik organik yapılu gübrenin kıvrıcık marulun büyümesine katkılarını tespit etmek için gübrelerin beş değişik miktarları verilerek neticeleri kıyaslanmıştır. Deneme neticesine göre; inek gübresinin azotu yapısına almasında etki gösterdiği, koyun gübresinin genel bitki besin maddelerini bünyeye almasında pozitif veriler gösterdiği ve vermikompostun ise fark edilir düzeyde erkencilik oluşturduğu belirtilmiştir.

Sağlam vd. (2015) kış mevsiminde ısıtma bulunmayan cam sera ortamında yürüttükleri denemede, değişik oranlardaki sıvı vermikompost ile agrimol örtü uygulanmasının marulda (*Lactuca sativa L. var. crispy*) ürün eldesi, kalite ve bitki büyümesine olan olumlu katkıları olduğunu saptamışlardır.

Özkan vd. (2016) vermikompostun altı farklı miktarı için ıspanak bitkisinin ürün ile kaliteye yönelik katkılarını incelemiştir. Toprak tepkimesi, suda çözünebilen tuz oranı, kireç, organik madde, P ve K niteliklerine göre toprağı gözlemleyerek kıyas yapmışlardır. Vermikompost oranının çoğaldıkça, bitkinin kalite nitelikleri ile toprak tepkimesi ve fosfor seviyeleri arasındaki değişiklikleri ölçümsel biçimde büyük seviyede çoğalttığını tespit etmişlerdir.

Eryüksel (2016) örtüaltında farklı oranda vermikompost ile soğan, sarımsak, maydanoz ve semizotunda besin elementi içeriğine etkisini araştırmışlardır. Deneme neticesinde; vermikompost oranı arttıkça Mn değerinin düştüğü, Zn elementinin ise doğru orantılı biçimde arttığını belirtmiştir. Kalsiyum ve magnezyum elementlerinin vermikompost ile aralarındaki ilişkinin 4 bitkide de belirli bir düzeye kadar doğru orantılı olduğunu, diğer elementlerde ise büyük ölçüde farklılık saptanmadığını bildirmişlerdir.

Adiloğlu vd. (2017) değişik vermikompost oranları kullanılarak yaptıkları hıyar yetiştiriciliğinde ağır metal konsantrasyonları değerlendirilmiş, aralarındaki ilgiyi inceledikleri çalışmada, artan vermikompost oranlarının ağır metal konsantrasyonunda azalmaya sebep olduğunu saptamışlardır. Varılan bulgular neticesinde; topraktan elde edilebilir ürün miktarının devamlılığını sağlamak, elde edilen bitki kalitesini muhafaza etmek ve bitkinin yapısında bulunan ağır metal konsantrasyonunu azaltmak sebebiyle gübre takviyesi programında uygulanabileceğini saptamışlardır.

Maltaş vd. (2017) kırmızı baş lahanaya yetiştirilmesinde vermikompost verilmesinin bitkinin kalite özellikleri, dekardan elde edilen ürün miktarı ve mineral besin takviyesi durumuna yönelik katkılarını saptamayı hedeflemiştir. Değişik vermikompost oranları ile tarla şartlarında sürdürülen araştırmada, bitki uzunluğu, dekara elde edilen ürün, baş ağırlığı gibi niteliklerle çoğalan vermikompost oranları arasında olumlu bir ilgi saptanmıştır. 400 kg/da takviyesinin kırmızı baş lahanaya üretimine önerilebileceği bildirilmiştir.

#### 2.4. Marul Yetiştiriciliğinde Yapılan Verim ve Kalite ile İlgili Çalışmalar

Bakterilerin bitki büyümesinde katkıları fazladır. Çok sayıda organizma fosforun alınmasını çoğaltır. Marulda organizmaların fosfat bileşiklerini ayrıştırarak bitki büyümesinin çoğaltıldığı gözlenmiştir (Chabot vd. 1996).

Akbay (2012) yaptığı araştırmada farklı azot dozlarıyla birlikte üretilen marulda, *Paenibacillus polymyxa* bakterisini kullanmış sonuçta bakteri türünün bitki gelişimi ile verime olumlu etki ettiğini saptamıştır.

Mordoğan vd. (2001) araştırmalarında artan N miktarıyla marul bitkisindeki % toplam-N, NO<sub>3</sub>-N ve NO<sub>2</sub>-N değerlerinde yükselmeler saptamış ve en fazla artışın 40 kg/da<sup>-1</sup> N miktarında olduğunu belirlemiştir. Marulda yüksek azotun etkisiyle oluşan, nitrat ve nitrit birikiminden dolayı, uygun dozun dekarda 20 kg azot olduğu saptanmıştır.

Yağmur ve Aydın (2013) marulda bitki gelişiminin bazı mineral madde içeriklerinden etkilenme durumunu araştırmıştır. Çinkonun esas alındığı çalışmada sera ortamında topraktan ve yapraktan çinko sülfat verilmiştir. Üretilen marul bitkisinde topraktan 20 ppm ve yapraktan %0.20 çinko gübrelemesi ile bitkinin azot, potasyum ve çinko içeriklerinde artış olabileceği belirtilmiştir.

Boroujerdnia vd. (2007) uyguladıkları araştırmada değişik azot oranı ve hasat döneminin marulun ürün ile nitrat ve nitrit yapısına yönelik katkısını incelemişlerdir. 120 kg/N ha/kg<sup>-1</sup> denemede seviyesinde en fazla ürün elde edildiğini ve bu uygulama seviyesinde bitkilerin nitrat ve nitrit yapılarının en fazla bulunduğunu, sabah hasat yapılan marulun nitrat ve nitrit yapılarının akşam hasat yapılan marula kıyasla aralarında büyük değişiklikler görüldüğü belirlenmiştir.

Liu vd. (2014) suni, organik ve sıvı gübrelerin marulun büyümesine katkıları gözlemlenmiştir. Uygulama neticesinde organik gübre ile kombine edilen sıvı gübrenin büyümeyi fazlaştırdığı, organik gübrelerin bitkinin kuru ağırlığını fazlaştırdığını, bitkinin N yapısının en fazla organik gübre verilmesinde, en fazla nitrat yapısının suni gübre verilmesinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Başta alkali yapıda bulunan toprak reaksiyonu (7.83) toprağa pH'nın suni gübre ve organik gübre verilmesiyle eksilmiş, suni gübre verilmesinin EC'yi fazlaştırdığı, organik gübre verilmesinin topraktaki organik karbon ve toplam yapısının N yükselmesini sağladığı belirlenmiştir.

Tuğba vd. (2021) artan miktarda bahçede yapılan çalışmada 3 değişik organik malzemenin kıvrıcık marulun ürün ve beslenme ile element yapısında oluşturduğu tepkileri incelemiştir. Element oranlarının marul bitkisine katkıları önemlidir.

Vermikompost verilmesinin ürünü 2 kat fazlalaştırdığı belirtilmiştir. Baskın olarak K+, Zn+ ve Cu+ minerallerinin bitkiye alınışının sağlanmasında vermikompostun pozitif yönde katkı sağladığı görülmüştür.

Okudur ve Ercan (2016) durgun su kültüründe marul üretiminde, 3 değişik gübrenin ürün ve kaliteye katkısı incelenmiştir. Çözeltiler hazır gübre karışımı ile tam ve %50 eksiltilmiş gübre çalışmalarıdır. Uygulama 3 tekerrür biçiminde ve her parselde 21 tane bitki bulunacak biçimde yapılmıştır. Çalışmada bitki boyu, bitki köksüz ağırlığı, yaprak miktarı ve parselde ürün yönünden gübre verilmesi arasında  $\alpha=0.05$  düzeyinde büyük ölçüde değişiklikler saptanmıştır. Bitki kök ağırlığı, gövde ağırlığı, bitkinin gövde çapı, gövde boyu, yaprak uzunluğu ve yaprak eni yönündense ölçümsel biçimde değişiklik görülmemiştir.

Mordoğan vd. (2001) marulda artan dozda azotlu gübrenin etkisi incelenmiştir. Dekara uygulanan azot 10, 20, 30, 40 kg olacak planlanmıştır. Marulda en fazla ürün 20 kg/da azot uygulamasından elde edilmiş nitrat birikimi arzu edilen değerler arasında tespit edilmiştir.

Gruda ve Schnitzler (1997) marulda yaptıkları ortam denemesinde 3 değişik substratta (doymuş ağaç lifi, doymamış ağaç lifi ve torf) marul fidelerini yetiştirmişler, doymuş ağaç lifi substratında marul fidelerinin, diğer ortamlara göre daha başarılı büyüme ortaya koydukları belirtmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE METOT

Çalışma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisi'nde kompartman büyüklüğü 200 m<sup>2</sup> olan cam serada yürütülmüştür (Resim 3.1). Bitkiler durgun su kültürü ortamında yetiştirilmiş bitki örneklerinin ölçüm ve analizleri ise üretim alanı ve Bahçe Bitkileri Pomoloji Laboratuvarında yapılmıştır.

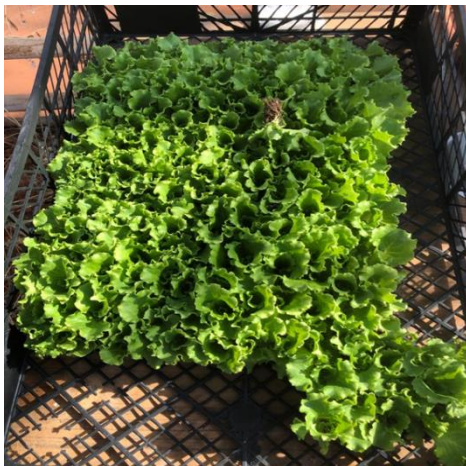


**Resim 3.1.** Araştırmanın yürütüldüğü yetiştirme ortamının genel görünümü

#### 3.1. Bitkisel Materyal

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

Caipira: Caipira kıvrıkcık marul çeşidi örtüaltı yetiştiriciliğinde yaygın şekilde yetiştirilen baş yapısı homojen, yaprakları kalın ve koyu yeşil renkli, sulu ve gevrek olup, geç sapa kalkan, orta yavaş gelişim gösteren çeşit özelliğine sahiptir (Resim 3.2). Ortalama baş ağırlığı, uygun iklim ve yetiştirme koşullarında 750- 1100 g'dır.



**Resim 3.2.** Çalışmada Kullanılan Caipira Marul Çeşidi

### 3.2. Araştırmada Kullanılan Biyo-Gübreler

Bu çalışmada, bakteri içerikli BM MegaFlu isimli biyogübre kullanılmış, ürüne ilişkin özellikler aşağıda verilmiştir



**Resim 3.3.** Çalışmada Kullanılan Biyogübre BM MegaFlu

BM Megaflu: Ürün içerik olarak, *Bacillus megaterium* KBA-10, *Pantoea agglomerans* RK-134 ve *Pseudomonas fluorescens* FDG-37 bakterilerden oluşmaktadır. Organizmalar topraktaki kimyasal pestisit ve gübre kalıntı miktarı, nem, sıcaklık ve organik madde miktarına bağlı olarak bitki kök bölgesine kolonize olduktan sonra 18 ay canlı kalabilmektedir. Üründe toplam canlı mikroorganizma sayısı:  $1 \times 10^7$  kob/ml olup pH değeri 6-8 aralığındadır.

### 3.3. Vermikompost ( Solucan Gübresi) Materyali

Bu çalışmada, solucan gübresi olarak da ekosolfarm ticari isimli sıvı vermicompost kullanılmıştır (Resim 3.4). Şirketin beyan ettiği ürünün özellikleri aşağıda verilmiştir.



**Resim 3.4.** Çalışmada kullanılan sıvı solucan gübresi (ekosolfarm)

*Eisenia foetida*, Kırmızı Kaliforniya Solucan dışkılarında elde edilen, EkosolFarm Organik Sıvı Solucan Gübresi, organik tarıma uygunluğu olan ticari ürün olup, organik tarım sertifikası bulunmaktadır. Ürün, granül %100 Solucan Gübresinin sıvılaştırma prosesinden geçirilerek üretilmektedir.

Ekosolfarm: İçeriğindeki mikroorganizmalar sayesinde bitkiler, ihtiyaç duyduğu N, P, K gibi elementleri doğal yollarla alabilmektedir. İçeriğindeki organik madde sayesinde bitkilerin kök sistemi ve toprağın biyolojik yapısı güçlenir, bitkilerde hastalıklara karşı direnç artar.

Garanti edilen içerik %7 organik madde, %1 toplam azot (N), %0.2 organik azot, 8.5-10.5 pH aralığı, 10 EC (dS/m) maksimum şeklindedir.

### 3.4. Metot

#### 3.4.1. Su kültürü ortamı

Araştırmada bitkiler 60 x 50 x 30 cm (boy x en x yükseklik) boyutlarında 70 litre hacimli sert plastik teknelerde derin su kültürü ortamında yetiştirilmiştir. Bitkiler 58 cm x 48 cm x 28 cm ölçülerinde strafor plakalar üzerinde, 12 cm x 15 cm (sıra arası ve sıra üzeri) mesafelerde 5 cm çaplı daire kesitli dikim yerlerine boyutları 5 cm x 5 cm olan plastik saksılara yerleştirilerek dikilmiştir (Resim 3.5).



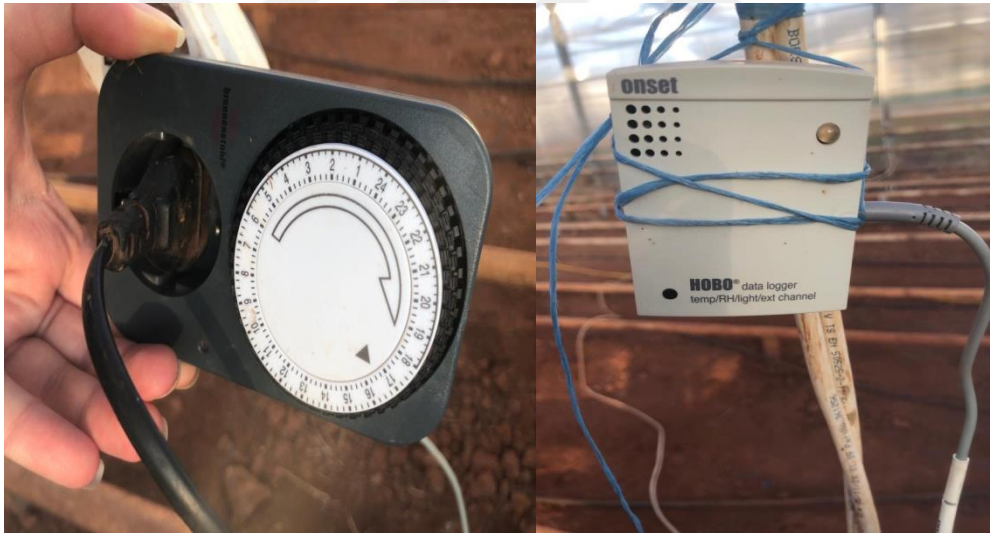
**Resim 3.5.** Delikli plastik file saksılar ; plastik bitki yetiştirme tekneleri

Besin solüsyonlarına oksijen desteği sağlamak amacıyla; akvaryum hava motoruyla bağlantılı hortumlara hava taşları eklenmiş, ortamda çözülmüş oksijen miktarı 8 ml/L olacak şekilde oksijen verilmiştir (Resim 3.6).



**Resim 3.6.** Araştırmada kullanılan havalandırma düzeneği

Araştırmada, sera içi ortam sıcaklığı, tekne su sıcaklığı, nem miktarı ve ışık şiddetini ölçen hobo cihazı ile zamanlayıcı kullanılmıştır. Resim 3.7’de araştırma cihazlarının genel görünümü paylaşılmıştır.



**Resim 3.7.** Araştırma Cihazlarının Genel Görünümü

### 3.4.2. Bitki besleme

Resim 3.8’de çalışmada kullanılan stok çözeltiler paylaşılmıştır.



**Resim 3.8.** Çalışmada kullanılan stok çözeltiler

\*A ve B stok gübreler, C stok asit çözeltilisidir

Çizelge 3.1'de çalışmada yapılan uygulamalar ve uygulama dozları paylaşılmıştır.

**Çizelge 3.1.** Çalışmada yapılan uygulamalar ve uygulama dozları

Uygulamalar	Kısaltmalar
Kontrol (%100 besin çözeltisi)	K
Kontrol+VK(Vermikompost, 3 ml/L, 210 ml/70 L)	K+VK
Kontrol+MF(Mega Flu, 1 ml/L 70ml/70 L)	K+MF
Kontrol+VK(Vemikompost, 210 ml/70 L)+MF( 70ml/70 L)	K+VK+MF

Çizelge 3.2'de su kültüründe kontrol grubu bitkilerin stok çözelti içeriğine yönelik gübre uygulamaları paylaşılmıştır.

**Çizelge 3.2.** Kontrol grubu bitkilerin stok çözelti içeriğine yönelik gübre uygulamaları

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 126g	
	Mikro Elementler 67g	

Çizelge 3.3'te su kültüründe kontrol grubu bitkilerin final çözelti konsantrasyon aralıkları paylaşılmıştır.

**Çizelge 3.3.** Kontrol grubu bitkilerin final çözelti konsantrasyon aralıkları

Elementler	mg/L
N	139.8- 233 ppm
P	24- 40 ppm
K	187.2- 312 ppm
Ca	126 - 210 ppm
Mg	39 - 65 ppm
Fe	2.4- 4 ppm

Su kültüründe marul yetiştiriciliğinde yapılan çalışmalar ışığında düzenlenmiş kontrol grubu bitkilerde uygulanan bitki solüsyonu içeriği Yılmaz (2020)'ye göre uygulama dozları modifiye edilerek hazırlanmıştır. Stok çözeltiler 200 kat seyreltme oranı ölçüsünde hazırlanmıştır.

Çizelge 3.4'te çalışmada kullanılan suyun analiz değerleri paylaşılmıştır.

**Çizelge 3.4.** Çalışmada kullanılan suyun analiz değerleri

pH	7.24- 7.50
EC $\mu$ mhos/cm (250 c)	630 – 636
Bikarbonat (HCO <sub>3</sub> - ) meq/l	5.44
Kalsiyum (Ca) meq/l	4.63
Magnezyum (Mg) meq/l	1.07

Araştırmada kullanılan suyun analizi sonucunda; Ca= 4.63 meq/L = 2.3 molx40(Atom ağırlığı)= 90 ppm, Mg= 1.07 meq/L = 0.53 molx24(Atom ağırlığı)= 12 ppm sudan geldiği hesaplanmış, (Çizelge 3.3)'de bu iki elementin değerleri düşülerek final çözelti besin içeriği hazırlanmıştır. Yapılan çalışmada bitki fidelerinin kolay uyum sağlaması için, ilk olarak konsantrasyon oranı %60 (210 ml /tekne) gelişme süreci ilerleyen 10 günlük bitkilerde ise kalan %40'luk oran teknelere ilave edilmiştir (140 ml/tekne). Final çözeltilerin EC aralığı 1.5-2.4 oranında, pH değeri ise 5.7-6.5 aralığında değişim göstermiştir.

### 3.4.3. Besin çözeltilisinde pH ve EC kontrolü

Marul bitkisinin büyüme dönemlerine göre farklı oranlarda mineral maddeye ihtiyacı vardır. Çalışma süresince bitkilere seyreltilerek verilen besin çözeltilisinin pH ve EC değerleri iki-üç gün ara ile ölçülmüştür. Transpirasyon ve buharlaşmadan kaynaklanan su kaybı, tekne seviyesi korunacak şekilde ilave edilmiş, yükselen pH'a karşılık nitrik asitle müdahale edilmiştir.



**Resim 3.9.** Dikim hazırlığı sırasında pH ; EC ölçümü

#### 3.4.4. Hasat

Fideler 10 Kasım 2022 tarihinde dikilmiş. Hasat aşamasına gelen marullar 33 gün sonra 13 Aralık 2022 tarihinde hasat edilmiştir. Toplam verimi hesaplamak için her uygulamadan alınan bitkiler hassas terazide bütün olarak tartılarak kaydedilmiştir. Hasat edilen bitkilerin yaprak örneklerinde suda çözünen kuru madde (SÇKM), kuru madde miktarı, EC ve pH analizleri için ölçümler laboratuvarında yapılmıştır.



**Resim 3.10.** Hasada gelmiş marullardan genel bir görünüm

#### 3.4.5. Denemede yapılan ölçüm ve analizler

**Yaprak boyu ve eni:** Her bir bitkide 2 yaprak ve toplam 5 bitkide olacak şekilde bitki yaprak ayası boyunca ve yaprağın en geniş bölgesinden olacak şekilde bir cetvel yardımıyla cm cinsinden ölçümler yapılmıştır.

**Kuru madde miktarı:** Her tekerrürde 10 bitkinin yapraklarından alınan örnekler, yaş ağırlıklarını tespit etmek için hassas terazi yardımıyla tartılmıştır. Örnekler etüvde 70°C'de yaklaşık üç gün süre ile kurutulmuş, kuru ağırlık değeri gram cinsinden belirlenerek bu değerlerden yüzde kuru madde olarak hesaplanmıştır (Resim 3.11).



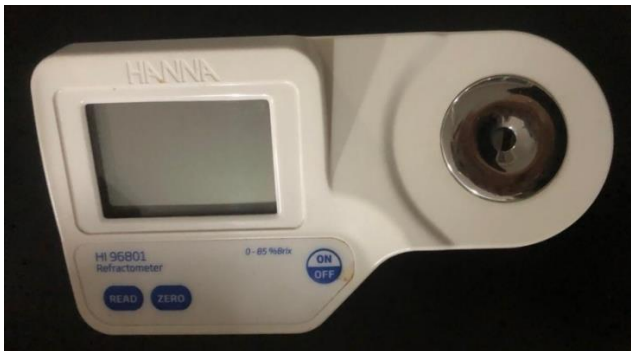
**Resim 3.11.** Hassas terazi yardımıyla bitki kuru madde ölçüm hazırlığı

Kök uzunluğu: Hasat edilen marul bitkilerinin kökleri cm cinsinden ölçülerek kaydedilmiştir



**Resim 3.12.** Bitki kök uzunluğu ölçümünden görünüm

SÇKM (suda çözünbilir kuru madde miktarı): Hasadı yapılan bitkilerden alınan örnekler blenderden geçirilerek bitki öz suyu çıkarılmış ve dijital bir refraktometre yardımıyla ölçülmüştür.



**Resim 3.13.** SÇKM tayini için kullanılan dijital refraktometre

Birim Alandan elde edilen verim ( $\text{g}/\text{m}^2$ ): Her bir uygulamadan alınan bitki örneklerinin toplam ağırlığı bitki köküyle tartılarak gram cinsinden verim olarak kayda geçilmiştir.

Marul yapraklarında EC ve pH ölçümü: Blenderden geçirilen bitki özsuğunun pH ve EC ( $\text{dS m}^{-1}$ ) değeri için 100 ml marulun bitki özsuğu içerisine pH ve EC metre elektrotları daldırılarak okuma yapılmıştır.



**Resim 3.14.** Marul yaprak suyunda EC ölçümü

Yaprak sayısı (adet / bitki): Her bir uygulama için 10 bitki örneğinde alınan yaprak sayısı kaydedilmiştir.

Kök ağırlığı (g /bitki): Çalışma sırasında hasat edilen bitkilerde, kök ağırlığı kök başlangıç noktasından kesilerek hassas terazide gram cinsinden tartılmıştır.

Baş çapı (cm): Marul bitkilerinde çap ölçümü metre yardımıyla cm cinsinden ölçülmüştür.

Baş yüksekliği (cm): Marullarda baş yüksekliği metre yardımıyla cm cinsinden ölçülmüştür.



**Resim 3.15.** Marulda baş yüksekliği ölçümünden görünüm

Marulda kök boğazı çap ölçümü (mm): Marulda kökün hemen üzerinden çıkan yaprakların altından kumpas yardımıyla kök boğazı çapı mm cinsinden ölçülmüştür (Resim 3.16).



**Resim 3.16.** Kumpas yardımıyla marul bitkilerinden kök boğazı ölçümü

Yaprakta klorofil ölçümü (SPAD): Marul yapraklarında yeşil rengi belirleyen ve yapraktaki klorofil miktarı ile doğrusal ilişkisi olan SPAD değeri klorofil ölçer yardımıyla ölçülmüştür. Bu amaçla klorofil ölçer (Konica minolta SPAD- 502 Plus) klorofil metre cihazı yardımıyla marul yapraklarında dıştan itibaren 5. yapraklarda üç noktadan ölçüm yapılarak yaprakların ortalama klorofil miktarı SPAD cinsinden belirlenmiştir (Resim 3.17).



**Resim 3.17.** Marul yapraklarında klorofil ölçümü yapan Konica minolta (SPAD-502)

Renk ölçümü: Marul yaprağında meydana gelen renk değişimleri MİNOLTA CR-400 renk cihazıyla tespit edilmiştir (Şekil 3.18). Rengin ifadesinde üç farklı ( $L^*$ ,  $c^*$ ,  $h^*$ ) sayısal değer kullanılmıştır.



**Resim 3.18.** Yaprakta renk ölçümü yapan kromometre (MİNOLTA CR-400)

### 3.5. İstatistik analizler

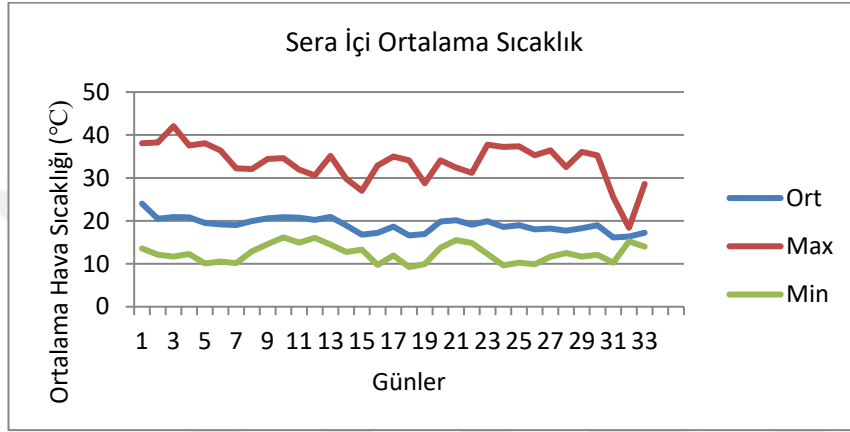
Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre planlanmıştır. Yetiştiricilik sırasında yapılmış olan uygulamalar 3 tekerrürlü ve her tekerrürde (tekne), 16 bitki olacak şekilde planlanmıştır. Uygulamalara ait ortalamaların karşılaştırılması LSD ( $p < 0.05$ ) testine göre yapılmıştır. Çalışmada Costat 6.303 istatistiki programdan yararlanılmıştır.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde tez çalışmasından elde edilen sonuçlar sunulmaktadır.

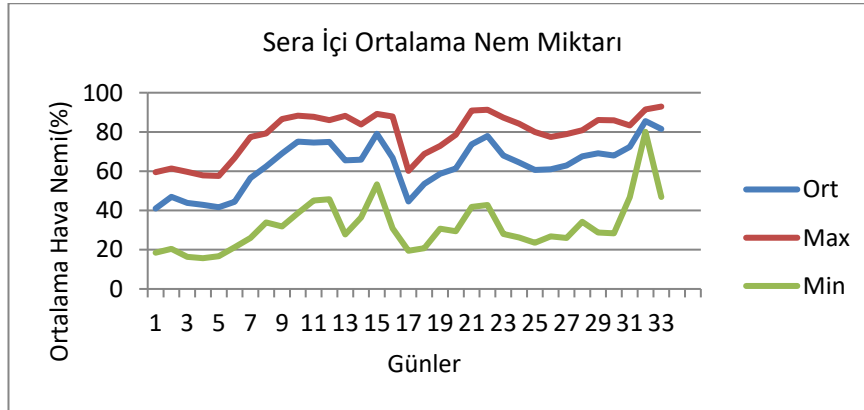
##### 4.1. İklimsel Veriler

Çalışmanın bitki yetiştiriciliği aşamasında sera içi ortalama sıcaklık değerleri Şekil 4.1’de verilmiştir. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi yetiştiricilik süresi boyunca seradaki en yüksek hava sıcaklık değeri dikim yapılan ilk haftada 42.06 °C, en düşük sıcaklık değeri ise Kasım ayının 3.haftasında 9.2 °C olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.1. Çalışma esnasında ortalama sera içi hava sıcaklık değerleri (°C)

Denemenin bitki yetiştiriciliği aşamasında 10.11.2022 – 14.12.2022 tarihleri arasında serada elde edilen oransal nem değerleri kaydedilmiştir. Şekil 4.2’de görüldüğü gibi ortalama nem değerleri yetiştiricilik süresince dalgalanmalar göstermiş, ortalama oransal nem değeri ise en düşük %44.56 en yüksek ise % 85.53 olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.2. Çalışma esnasında sera içi ortalama oransal nem değerleri (%)

Araştırmanın bitki yetiştiriciliği aşamasında sera içi ortalama ışık miktarları Şekil 4.3’te verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi yetiştiricilik süresi boyunca seradaki en yüksek ışık miktarı 32280.1 Lüks değeri ile dikim yapılan ilk haftada, en düşük ışık değeri ise Kasım ayının 2.haftasında 2006.4 Lüks olarak kaydedilmiştir.



**Çizelge 4.1.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda yaprak boyu üzerine etkisi (cm)

Uygulamalar	Yaprak boyu(cm)
K	17.15 <sup>ÖD*</sup>
K+VK	16.1 <sup>ÖD*</sup>
K+MF	17.48 <sup>ÖD*</sup>
K+VK+MF	17.83 <sup>ÖD*</sup>

ÖD\*: Önemli değil

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 edildiğini bildirmiştir (Emrebaş, 2010). Uygulamalar sonucu yaprak uzunluğu kontrol grubu ve diğer gruplarda istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışma sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.

#### 4.2.2. Yaprak eni

Uygulanan vermikompost ve biyogübrelerin su kültüründe yetiştirilen marullarda yaprak eni üzerine etkisi Çizelge 4.2'de verilmiştir. Su kültüründe biyogübre uygulamaların marulda yaprak eni üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların yaprak eni üzerine etkisi 13.11 cm ile 14.42 cm arasında değişim göstermiştir.

**Çizelge 4.2.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda yaprak eni üzerine etkisi (cm)

Uygulamalar	Yaprak eni(cm)
K	13.66 <sup>ÖD*</sup>
K+VK	13.11 <sup>ÖD*</sup>
K+MF	13.8 <sup>ÖD*</sup>
K+VK+MF	14.42 <sup>ÖD*</sup>

ÖD\*: Önemli değil

Emrebaş (2010)'ın yapmış olduğu, topraksız yetiştirme ortamında torf ve perlit karışımı ile ilgili bir çalışmada, en yüksek yaprak eni değeri *T. harzianum* (10 g/L) uygulamasından elde edilirken, diğer uygulamalar istatistiksel olarak kendi içinde benzer etkiyi göstermiş, en düşük yaprak eni değeri kontrol grubundan elde edildiğini bildirmiştir. Uygulamalar sonucu yaprak eni kontrol grubu ve diğer gruplarda istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışma sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.

### 4.2.3. Kuru madde miktarı

Uygulanan vermicompost ve biyogübrelerin su kültüründe yetiştirilen marullarda kuru madde içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Su kültüründe biyogübre uygulamaların marulda kuru madde miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulamaların kuru madde miktarı üzerine etkisi %15.36 ile %21.11 arasında değişim göstermiştir. En düşük kuru madde miktarı K+VK+MF uygulamasından (%15.36) elde edilmiştir. Diğer uygulamalar istatistiki olarak benzer etkide bulunmuş ve aynı grup içerisinde değerlendirilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda kuru madde içeriği üzerine etkisi (%)

Uygulamalar	Kuru madde içeriği(%)	
K	21.11	a
K+VK	19.57	a
K+MF	20.14	a
K+VK+MF	15.36	b

LSD 0.05 = 3.16, Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir.

Miceli vd. (2019)'un yapmış olduğu yüzen su kültürü yetiştiriciliğinde yapılan çalışmada kontrol,  $10^{-8}M$  ve  $10^{-6} M GA^3$  uygulamışlardır. Marul yapraklarında kuru madde oranı ise sırası ile %3.3, %3.7 ve %3.8 olarak bildirilmişlerdir.  $10^{-6} M, GA^3$  uygulaması kuru madde üretiminde kontrole göre %15 artış sağladığını bildirmiştir. Uygulamalar kuru madde miktarını arttırmıştır. Kontrolün vermicompost ve megaflu ile beraber kullanılması sonucu kuru madde oranı en düşük sonucu vermiştir. Kontrolün tek olarak kullanımı daha iyi bir sonuç vermiştir. Çalışma sonuçları bulgularımızdan farklı çıkmıştır.

Ergün vd. (2020)'nin yapmış oldukları su kültüründe kıvrıcık marul yetiştiriciliğinde yapılan çalışmada, mineral gübreleri %100 (kontrol), %80, %60 ve %40 oranlarında azaltarak kullandıkları ve uygulama olarak *Chlorella vulgaris*'i ilave ettikleri araştırmada Kontrol grubu marul yapraklarında kuru madde üretimi %3.42 iken, %40 Besin uygulamasında %2.32 ve %40 Besin+Mikroalg uygulamasında ise %2.73 olarak bildirilmişlerdir.

Kowalczyk vd. (2016)'da yapmış oldukları çalışmada, topraksız yetiştiricilik sistemlerinden NFT ile kaya yünü ve kokopit katı ortamlarında marul yetiştiriciliğini karşılaştırmışlardır. Yaprakta kuru madde oranının kaya yününde %4.7, kokopitte %3.8 ve NFT'de yetişen marullarda ise %4.2 olarak bildirilmişlerdir.

Serada topraklı ortamda kıvrıcık marul yetiştiriciliğinde dört farklı bakteriyi (*Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas putida*) içeren bir biyo-gübreinin damlamadan ve yapraktan uygulandığı çalışmada, kontrol

bitkilerinde yaprakta kuru madde üretim oranı %5.12 iken bakteri uygulamasında %5.11 olarak tespit edilmiştir (Daşgan vd. 2017).

#### 4.2.4. Kök uzunluğu

Uygulanan vermikompost ve biyogübrelerin su kültüründe yetiştirilen marullarda kök uzunluğu üzerine etkisi Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Su kültüründe biyogübre uygulamaların marulda kök uzunluğu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulamaların kök uzunluğu üzerine etkisi 25.33 cm ile 37.16 cm arasında değişim göstermiştir. En yüksek kök uzunluğu K+MF (37.16 cm), en düşük kök uzunluğu K+VK uygulamasından 25.33 cm elde edilmiştir.

**Çizelge 4.4.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda kök uzunluğu üzerine etkisi (cm)

Uygulamalar	Kök uzunluğu(cm)	
K	33.73	ab
K+VK	25.33	c
K+MF	37.16	a
K+VK+MF	27.38	bc

LSD 0.05 = 6.63, Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir.

Kaçmaz (2021)'in yapmış olduğu çalışmada, su kültüründe mineral gübre kullanımının azaltılmasına yönelik uygulamış olduğu biyogübre çalışmasında, kök uzunluğuna etkisi bakımından uygulamalar arasında bir farkın bulunmadığını ve etkisinin olmadığını bildirmektedir. Uygulamalar kök uzunluğunu arttırıp, istatistiki olarak önemli gözlenmektedir. Çalışma sonuçları bulgularımızdan farklı çıkmıştır.

#### 4.2.5. Suda çözünebilir kuru madde oranı (SÇKM) (%)

Uygulanan biyogübrelerin su kültüründe yetiştirilen marullarda meyve suyunun SÇKM miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.5'de verilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda meyve suyunun SÇKM miktarları üzerine etkisi (%)

Uygulamalar	SÇKM(%)	
K	2.66	a
K+VK	2.73	a
K+MF	2.46	b
K+VK+MF	2.4	b

LSD 0.05 = 0.18, Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir.

Su kültüründe biyogübre uygulamaların marulda SÇKM oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek SÇKM K(2.66) ve K+VK(2.73) uygulamalarından elde edilmiştir. Uygulamaların SÇKM oranı üzerine etkisi %2.4 ile %2.73 arasında değişim göstermiştir. Genel anlamda tüm uygulamalarda kök uzunluğu miktarında bir artış görülmüştür.

Kowalczyk vd. (2016)'nin yapmış oldukları çalışmada, topraksız yetiştiricilik sistemlerinden NFT (Nutrient Film Technique) ile kaya yünü ve kokopit ortamlarında marul yetiştiriciliği araştırılmış. SÇKM miktarı, kaya yününde %2.1, kokopitte %3.5 ve NFT sisteminde yetişen marullarda ise %2.1 olarak bildirilmiştir.

Ergün vd. (2020)'nin yapmış oldukları çalışmada, su kültüründe kıvrıkcık marul yetiştiriciliğinde azaltılmış mineral gübre dozları mikro alg biyo-gübresesi olan *Chlorella vulgaris*'i birlikte uyguladıkları çalışmada, kıvrıkcık marul yapraklarında SÇKM üzerine mikro alg uygulamaları, uygulanmayan kontrol gruplarına göre genelde artırıcı etkisinin olduğunu bildirmiştir. Azalan mineral gübre seviyelerinde ise mikro algin marul yapraklarında ortalama SÇKM miktarı artmıştır.

Serada topraklı ortamda yapılan marul yetiştiriciliğinde dört farklı bakteriyi (*Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas putida*) içeren biyo-gübre damlamadan ve yapraktan kullanılan çalışmada sonucunda, kontrol bitkilerinde SÇKM %4.38, bakteri uygulamasında %4.58 olduğu tespit edilmiştir (Daşgan vd. 2017). Uygulamalar SÇKM miktarını artırıp, istatistiki olarak önemli gözlenmektedir. SÇKM oranı kontrol grubunda megafllu'ya göre daha yüksek olarak gözlenmektedir. Çalışma sonuçları bulgularımızdan farklı çıkmıştır.

#### 4.2.6. Bitki başına ortalama verim (g/bitki)

Su kültüründe biyogübre uygulamaların marulda bitki başına ortalama verim üzerine etkisi Çizelge 4.6'da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulamaların bitki başına ortalama verim üzerine etkisi 87.83 g/bitki ile 108.33 g/bitki arasında değişim göstermiştir. En düşük bitki başına ortalama verim K+VK uygulamasından 87.83 g/bitki elde edilmiştir. Diğer uygulamalar istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.

**Çizelge 4.6.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda bitki başına verim üzerine etkileri(g/bitki)

Uygulamalar	Bitki başına ortalama verim(g/bitki)	
K	103.16	a
K+VK	87.83	b
K+MF	103.33	a
K+VK+MF	108.33	a

LSD 0.05 = 8.81, Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir.

Miceli vd. (2019)'nin yapmış oldukları çalışmada, su kültürü marul yetiştiriciliğinde giberellik asidin farklı dozlarını kullanmışlardır.  $GA^3$  hormonunun  $10^{-4}$  M dozu bitkileri öldürürken,  $10^{-6}$  M dozunun bitki büyümesini teşvik ettiğini,

sonuçta marul yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi artırdığını bildirilmişlerdir. Uygulamalar bitki başına ortalama verimi arttırıp, istatistiki olarak önemli gözlenmiştir. En yüksek bitki başına ortalama verimin kontrol ile vermikompost ve megaflunun beraber kullanıldığı uygulamadan alınmıştır. Çalışma sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.

Souza vd. (2019)'un yapmış oldukları çalışmada, toprakta ve su kültüründe yetiştirilen marul bitkilerini karşılaştırmışlardır. Bitki başına verim, toprakta 35.25 g, su kültüründe ise 305.85 g olarak elde edilmiştir.

#### 4.2.7. Birim alandan elde edilen verim (g/m<sup>2</sup>)

Su kültüründe biyogübre uygulamaların marulda birim alandan elde edilen verim üzerine etkisi Çizelge 4.7'de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulamaların birim alandan elde edilen verim üzerine etkisi 3513.33 g/m<sup>2</sup> ile 4333.33 g/m<sup>2</sup> arasında değişim göstermiştir. En düşük verim değeri K+VK uygulamasından 3513.33 g/m<sup>2</sup> elde edilmiştir. Diğer uygulamalar istatistiki olarak aynı grupta yer almış benzer etkiyi göstermiştir.

Yılmaz (2020)'nin yapmış olduğu çalışmada, su kültüründe kıvırcık marul yetiştiriciliğinde mineral gübrelerin %50 azaltılıp ilave olarak mikro alg, bakteri ve mikorizanın eklendiği biyo-gübre uygulamalarında, mineral gübreler %50 azaltılıp ilave bakteri biyo-gübresi eklendiğinde birim alana verim değerinde, %50 gübreye göre %41.58 artış elde edildiğini bildirmiştir. Çalışmada alg ve mikorizaya göre bakteri uygulamasının istatistiki olarak daha yüksek bir etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Duyar ve Kılıç (2016)'in yapmış oldukları çalışmada, su kültüründe roka ve maydanoz yetiştirdikleri araştırmanın kontrol uygulaması olarak Hoagland çözeltisini ve bu solüsyonun besin elementlerinin %50 azaltılmış halini kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlar yüzen su kültürü sisteminde roka ve maydanozun başarılı bir şekilde yetiştirildiğini; besin solüsyonu dozunun azaltılabileceğini bildirmiştir. Uygulamalar birim alandan elde edilen verimi arttırıp, istatistiki olarak önemli gözlenmiştir. En düşük birim alandan elde edilen verimin kontrol ile vermikompostun beraber kullanıldığı uygulamadan alınmıştır. Çalışma sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.

**Çizelge 4.7.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda bitkide birim alandan elde edilen verim üzerine etkileri(g/m<sup>2</sup>)

Uygulamalar	Birim alandan elde edilen verim(g/m <sup>2</sup> )	
K	4126.66	a
K+VK	3513.33	b
K+MF	4133.33	a
K+VK+MF	4333.33	a

LSD 0.05 = 3.52, Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar p<0.05 düzeyinde önemlidir.

Ceylan (2021)'in yapmış olduğu çalışmada, su kültürü tekniği ile yetiştirilen fesleğende azalan mineral gübre uygulamalarında mikorizanın yaprak verimini artırıcı etkisi olduğunu bildirmiştir.

#### 4.2.8. Marul yapraklarında EC

Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marul yapraklarında EC üzerine etkisi Çizelge 4.8’de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulamaların marul yapraklarında EC üzerine etkisi 6.93 dS/m ile 10.9 dS/m arasında değişim göstermiştir. Marul yapraklarında K+VK+MF uygulaması dışında biyogübrelerin kontrole göre yaprakta EC değerini artırmıştır. En düşük EC ölçümü K+VK+MF uygulamasından (6.93 dS/m) elde edilmiş, Kontrol+vermikompost ve kontrol+megaflu istatistiksel olarak aynı etkiyi göstermiş ve Kontrolde (8.8 dS/m) yüksek EC etkisi göstermiştir.

**Çizelge 4.8.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marul yapraklarında EC üzerine etkileri(dS/m)

Uygulamalar	Yaprakta EC değeri	
K	8.8	b
K+VK	10.36	a
K+MF	10.9	a
K+VK+MF	6.93	c

LSD 0.05 = 1.38, Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir.

Topraklı ortamda sera içerisinde yapılan marul yetiştiriciliğinde dört farklı bakteri (*Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas putida*) içeren biyo-gübre uygulamalarının sonucunda, kontrol bitki yapraklarında EC değeri  $12.16 \text{ dS/m}^{-1}$  iken bakteri uygulamasında bu değer  $12.61 \text{ dS/m}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir (Daşgan vd. 2017). Uygulamalar yaprakta EC’yi artırıp, istatistiki olarak önemli gözlenmiştir. En düşük EC’nin kontrol ile vermikompost ve megaflunun beraber kullanıldığı uygulamadan alınmıştır. Çalışma sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.

#### 4.2.9. Marul yapraklarında pH

Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marul yapraklarında pH üzerine etkisi Çizelge 4.9’da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulamaların marul yapraklarında pH üzerine etkisi 5.93 ile 6.06 pH arasında değişim göstermiştir. Marul yapraklarında en düşük pH ölçümü K uygulamasından 5.93 pH elde edilmiştir. Diğer gruplar istatistiki olarak aynı grupta değerlendirilmiştir.

**Çizelge 4.9.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marul yapraklarında pH üzerine etkileri

Uygulamalar	Yaprakta pH değeri	
K	5.93	b
K+VK	6.06	a
K+MF	6.02	a
K+VK+MF	6.06	a

LSD 0.05 = 0.05, Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir.

Yılmaz (2020)'nin yapmış olduğu çalışmada, kıvırcık marulda mineral gübrelerin azaltıldığı ve biyogübre olarak farklı organizmaları kullandıkları çalışmada marul yapraklarının suyu çıkarılarak yapılan pH ölçümlerinde değerin yaklaşık 6.0 civarında olduğu, uygulamaların pH üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Uygulamalar yaprakta pH'ı artırıp, istatistiki olarak önemli gözlenmiştir. En düşük pH'ın kontrol uygulamasından alınmıştır. Çalışma sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.

#### 4.2.10. Yaprak sayısı

Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda yaprak sayısı üzerine etkisi Çizelge 4.10'da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulamaların marulda yaprak sayısı üzerine etkisi 15.16 adet/bitki ile 18.13 adet/bitki arasında değişim göstermiştir. K+MF dışındaki uygulamalarda kontrole göre yaprak sayısında artışın olduğu görülmüştür. Marulda kontrole göre en fazla yaprak sayısı K+VK (18.13) ve K+VK+MF (17.86) uygulamalarından elde edilmiştir.

**Çizelge 4.10.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda yaprak sayısı üzerine etkileri(adet/bitki)

Uygulamalar	Yaprak sayısı (adet/bitki)	
K	15.16	b
K+VK	18.13	a
K+MF	15.85	b
K+VK+MF	17.86	a

LSD 0.05 = 1.47, Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir.

Ergün vd. (2020)'nin yapmış oldukları çalışmada, azaltılmış mineral gübre uygulamalarıyla yapılan su kültürü kıvırcık marul yetiştiriciliğinde biyogübre olarak *Chlorella vulgaris*' mikro alginin olumlu etkide bulunduğunu bildirmişlerdir. Mikro alg uygulamaları, azalan mineral gübre seviyelerinde mikro alg ilavesiyle marul bitkisinde ortalama yaprak sayısı önemli bir şekilde artmıştır.

Yapılan bir çalışmada serada topraklı organik kıvrıcık marul yetiştiriciliğinde dört farklı bakteri (*Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas putida*) içeren Medbio isimli biyo-gübre damlamadan ve yapraktan uygulanmıştır; kontrol bitkilerinde bitki başına yaprak sayısı 41.1, bakteri uygulamasında ise 46.4 olduğu belirtilmiştir (Daşgan vd. 2017). Uygulamalar yaprak sayısını artırıp, istatistiki olarak önemli gözlenmiştir. En düşük yaprak sayısının kontrol ile kontrol ve megafyunun beraber kullanıldığı uygulamadan alınmıştır. Çalışma sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.

#### 4.2.11. Kök ağırlığı(g)

Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda kök ağırlığı üzerine etkisi Çizelge 4.11’de istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların marulda kök ağırlığı üzerine etkisi 12.33 g ile 14.5 g arasında değişim göstermiştir.

**Çizelge 4.11.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda bitkide kök ağırlığı üzerine etkileri(g)

Uygulamalar	Kök ağırlığı(g)
K	13.20 <sup>ÖD*</sup>
K+VK	12.33 <sup>ÖD*</sup>
K+MF	14.5 <sup>ÖD*</sup>
K+VK+MF	13.33 <sup>ÖD*</sup>

ÖD\*: Önemli değil

Kibar (2018)’in yapmış olduğu çalışmada, kök kuru ağırlığı ile kök yaş ağırlığı ve kök uzunluğu arasında önemli ve olumlu yönde ilişkiler belirlenmiştir. Kök kuru ağırlığının incelenen diğer özellikler ile ilişkisi önemsiz bulunmuştur. Uygulamalar kök ağırlığını istatistiki olarak önemsiz göstermiştir. Çalışma sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.

#### 4.2.12. Baş çapı (cm)

Su kültüründe Caipira marul yetiştiriciliğinde biyogübre ve vermikompost uygulamasının bitkilerde baş çapı (cm) üzerine etkileri Çizelge 4.12’de istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Uygulamaların baş çapı üzerine etkisi 18.89 cm ile 22.76 cm arasında değişim göstermiştir. Marulda en yüksek baş çapı ölçümü K(22.76) uygulamasından elde edilmiştir. Diğer uygulamalar marulda baş iriliğini azaltıcı etkide bulunmuştur. Bu etkinin tuzluluk dan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

**Çizelge 4.12.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda bitkide baş çapı üzerine etkileri(cm)

Uygulamalar	Baş çapı (cm)	
K	22.76	a
K+VK	18.89	c
K+MF	20.48	bc
K+VK+MF	22.17	ab

LSD 0.05 = 1.75, Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir.

Serada topraklı marul yetiştiriciliğinde dört farklı bakteri (*Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas putida*) içeren biyo-gübre damlama ve yaprakdan uygulanmıştır. Bitki eni gelişiminde bakteri uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuş (Daşgan vd. 2017). Uygulamalar baş çapını arttırıp, istatistiki olarak önemli gözlenmiştir. En düşük baş çapı kontrol ile vermicompostun beraber kullanıldığı uygulamadan alınmıştır. Çalışma sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.

#### 4.2.13. Baş yüksekliği (cm/bitki)

Su kültüründe Caipira marul yetiştiriciliğinde vermicompost ve biyogübrelerin baş yüksekliği (cm) üzerine etkileri Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Su kültüründe biyogübre uygulamalarının baş yüksekliği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların baş yüksekliği üzerine etkisi 19.57 cm ile 21.42 cm arasında değişim göstermiştir.

**Çizelge 4.13.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda bitkide baş yüksekliği üzerine etkileri (cm/bitki)

Uygulamalar	Baş yüksekliği(cm)
K	19.85 <sup>ÖD*</sup>
K+VK	19.57 <sup>ÖD*</sup>
K+MF	19.96 <sup>ÖD*</sup>
K+VK+MF	21.42 <sup>ÖD*</sup>

ÖD\*: Önemli değil

Miceli vd. (2019) yüzen su kültürü marul yetiştiriciliğinde kontrole ilave olarak,  $10^{-8}$ M ve  $10^{-6}$  M  $GA^3$  uygulamışlardır. Marul bitki boyları sırası ile 25.0 cm, 25.2 cm ve 31.8 cm değişim göstermiş  $10^{-6}$  M  $GA^3$  uygulaması bitki yüksekliğini artırmıştır. Uygulamalarda baş yüksekliği, istatistiki olarak önemsiz gözlenmiştir. Çalışma sonuçları bulgularımızdan farklı çıkmıştır.

#### 4.2.14. Kök boğazı çapı

Uygulanan vermicompost ve biyogübrelerin su kültüründe yetiştirilen marullarda kök boğazı çapı üzerine etkisi Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Su kültüründe biyogübre uygulamalarının kök boğazı çapı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların kök boğazı çapı üzerine etkisi 10.80 mm ile 12.40 mm arasında değişim göstermiştir.

**Çizelge 4.14.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda kök boğazı çapı üzerine etkisi (mm)

Uygulamalar	Kök boğazı çapı(mm)
K	12.40 <sup>ÖD*</sup>
K+VK	11.04 <sup>ÖD*</sup>
K+MF	10.8 <sup>ÖD*</sup>
K+VK+MF	10.87 <sup>ÖD*</sup>

ÖD\*: Önemli değil

Uygulamalarda kök boğazı çapı istatistiki olarak önemsiz gözlenmiştir.

#### 4.2.15. Klorofil miktarı

Uygulanan vermikompost ve biyogübrelerin su kültüründe yetiştirilen marullarda klorofil miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda klorofil miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulamaların klorofil değeri üzerine etkisi 13.76 SPAD ile 17.93 SPAD arasında değişim göstermiştir. Marulda en düşük klorofil miktarı ölçümü ise K uygulamasından 13.76 SPAD elde edilmiştir.

Çalışmamızda elde edilen bulgulara göre vermikompost uygulamaları marulda klorofil içeriğinin artışına olumlu etkide bulunmuştur.

**Çizelge 4.15.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda klorofil miktarı üzerine etkisi (SPAD)

Uygulamalar	Klorofil (SPAD) değeri
K	13.76 c
K+VK	17.3 ab
K+MF	15.43 bc
K+VK+MF	17.93 a

LSD 0.05 = 2.015, Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir.

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 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 artırdığını bildirmiştir.

#### 4.2.16. Chroma (C\*) değeri

Uygulanan biyogübre ve vermikompostların su kültüründe yetiştirilen marullarda Chroma (C\*) değeri üzerine etkisi Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda Chroma üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Değerler 44.47 C\* ile 47.14 C\* arasında değişim göstermiştir.

**Çizelge 4.16.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda Chroma (C\*) değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	Chroma (C*) değeri
K	45.13 <sup>ÖD*</sup>
K+VK	44.47 <sup>ÖD*</sup>
K+MF	47.14 <sup>ÖD*</sup>
K+VK+MF	46.17 <sup>ÖD*</sup>

ÖD\*: Önemli değil

Okudur (2018)'in yapmış olduğu çalışmada, durgun su kültüründe yetiştirilen renkli marullarda yapılan gübre uygulamasında, uygulamaların Chroma değeri üzerine etkisinin önemli olduğunu değerlerin 14.15-21.07 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Onur (2016)'un yapmış olduğu çalışmada, farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda Chroma (C) değeri üzerine etkisi ile ilgili çalışmada Caipira çeşidinde uygulamaların herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Değerler 41.13 ile 42.06 arasında değişim göstermiştir. Uygulamalarda Chroma değeri istatistiki olarak önemsiz gözlenmiştir. Çalışma sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.

#### 4.2.17. Hue açısı (h°) değeri

Uygulanan biyogübre ve vermikompostların su kültüründe yetiştirilen marullarda hue açısı (h°) değeri üzerine etkisi Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda hue açısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların hue açısı üzerine etkisi 118.04 h° ile 119.56 h° arasında değişim göstermiştir

**Çizelge 4.17.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda hue açısı ( $h^\circ$ ) değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	Hue açısı ( $h^\circ$ ) değeri
K	118.14 <sup>ÖD*</sup>
K+VK	119.56 <sup>ÖD*</sup>
K+MF	118.04 <sup>ÖD*</sup>
K+VK+MF	118.4 <sup>ÖD*</sup>

ÖD\*: Önemli değil

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 gözlenmiştir. Çalışma sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.

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.

Sezer (2015)'in yapmış olduğu çalışmada, kuzukulağında organik gübre uygulamaları ile hue açısı değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel anlamda önemli olduğunu ve gübre dozundaki artışa paralel olarak hue açısı değerinin de artış gösterdiğini bildirmiştir.

#### 4.2.18. L\* renk değeri

Uygulanan biyogübre ve vermikompostların su kültüründe yetiştirilen marullarda L\* renk değeri üzerine etkisi Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda L\* renk değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların L değeri üzerine etkisi 62.26 L değeri ile 67.57 L değeri arasında değişim göstermiştir.

**Çizelge 4.18.** Su kültüründe biyogübre uygulamalarının marulda L\* renk değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	L *
K	67.57 <sup>ÖD*</sup>
K+VK	62.26 <sup>ÖD*</sup>
K+MF	66.31 <sup>ÖD*</sup>
K+VK+MF	66.13 <sup>ÖD*</sup>

ÖD\*: Önemli değil

Onur (2016)'un yapmış olduğu, farklı dozlarda UV-B ışın uygulamalarının marullarda L değeri üzerine etkisi ile ilgili çalışmada Caipira çeşidinde uygulamaların herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Değerler 57.52 ile 56.82 arasında değişim göstermiştir. Uygulamalarda L değeri istatistiki olarak önemsiz gözlenmiştir. Çalışma sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.



## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, durgun su kültüründe Caipira marul yetiştiriciliğinde biyogübre ve vermikompost kullanımının verim ve kaliteye olan etkisi araştırılmıştır. Araştırma bulguları değerlendirildiğinde; uygulamaların marulda yaprak boyu, yaprak eni, bitki kök ağırlığı, marul baş yüksekliği, kök boğazı çapı, marulda renk parametrelerinden C\*, h° ve L\* değerleri açısından bir farklılık oluşturmadığı görülmüştür.

Gerek bitki başına verim gerekse birim alan verim değeri açısından uygulamalar arasında farklılık önemli bulunmuş, K+VK dışındaki uygulamalar arasında fark oluşmamıştır. En düşük verim değeri K+VK uygulamasından elde edilmiş olup, MF uygulamasının verim üzerine olumlu etki ettiği görülmüştür. Baş iriliği en yüksek Kontrol(22.76)'dan elde edilmiştir. Klorofil (SPAD) içeriği açısından en düşük değer Kontrol (13.76)'dan elde edilmiş diğer uygulamalarda bu değer artış göstermiştir. En yüksek klorofil değeri K+VK+MF (17.93) uygulamasından elde edilmiştir. Bitki kök uzunluğu gelişimi üzerine MF uygulaması K+VK+MF dışında pozitif etkide bulunmuş, K+MF(37.16 cm) Kontrole (33.76 cm) göre daha iyi bir gelişme göstermiştir. Yaprak kuru madde (%) içeriği üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmuş, en düşük değer K+VK+MF(%15.36) uygulamasından elde edilmiştir. En düşük EC değerinin de bu uygulamadan elde edilmesi sonuçları destekler niteliktedir. Vermikompostun oluşturduğu yüksek besin içeriğinin bakteri uygulamasıyla birlikte olumsuz etki yapmış olabileceği öngörülmektedir. SÇKM değeri üzerine MF'nin bulunduğu uygulamaların azaltıcı etkisi saptanmıştır. En yüksek suda çözünür şeker içeriği Kontrol (2.66) ile K+VK(2.73) uygulamalarından elde edilmiştir. Toplam mineral içeriğinin bir göstergesi olan EC değeri incelendiğinde kontrolle birlikte tek başına VK ile MF uygulamaları yaprakta mineral içeriğini artırmıştır. Ancak VK ile MF birlikte uygulandığında yaprak EC değerinin düştüğü, diğer bir anlatımla bakteri uygulamaları yüksek EC solüsyonunda veya vermikompostun oluşturduğu olumsuzluk nedeniyle besin maddesi alımını azaltıcı etkide bulunmuş olabileceği düşünülmektedir. Uygulamalar yaprak sayısı üzerine etkili olmuş K+VK (18.13) ve K+VK+MF (17.86) uygulamaları Kontrol ile K+MF'ye göre daha fazla yaprak oluşuma etki etmiştir.

Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde su kültüründe marul yetiştiriciliğinde diğer parametrelerin farklı sonuçları da dikkate alındığında verim, toplam mineral içeriğine karşılık gelen EC değeri ve klorofil(SPAD) 'e yaptığı olumlu etki nedeniyle Kontrole ilave bakteri uygulaması (K+MF) ile vermikompostla birlikte bakteri (K+MF+VK) uygulamalarının tavsiye edilebileceği söylenebilir. Ayrıca azaltılmış gübre uygulamalarıyla birlikte vermikompost veya düşük doz vermikompost uygulamalarıyla yeni araştırmaların yapılması bazı noktaların açıklığa kavuşturulması açısından gerekli olabileceği düşünülmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Adiloğlu, S., Bellitürk, K., Solmaz, Y., Zahmaciođlu, A., Kocabaş, A., Adiloğlu, A., 2017. Effect of The Various Doses of Vermicompost. (Implementation on Some Heavy Metal Contents (Cr, Co, Cd, Ni, Pb) of Cucumber (*Cucumis sativus L.*) Eurasian Journal of Forest Science 5(1): 29-34.
- 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, 74s.
- Aksoy, U., Altındışli, A. 1998. Ekolojik (Organik, Biyolojik) Tarım. Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneđi, İzmir, 125s.
- Anaç, D., 2020. Topraksız Tarım ve Bitki Besleme Teknikleri. Nobel Yayıncılık, isbn: 978-605-320-298-1.
- Anonim, 1. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/02/20180223-4.htm>. Organik Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik (30341 sayı), [Son erişim tarihi: 11.07.2023]
- Anonim, 2. <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]
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A. 2005. Effects of vermicomposts on plant growth. Soil Ecology Laboratory, The Ohio State University, 16-18, Columbus, Ohio.
- Atiyeh, R.A., Dominguez, J. Subler, S., Edwards, C.A. 2000. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, Bouché) and the effects on seedling growth Pedobiologia. 44 (6), 709–724.
- Azarmi, R. Giglou, M.T., Talesmikail, R.D., 2008. Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field African Journal of Biotechnology.7 (14), 2397-2401.
- Bal, U., Altıntas, S. 2006a. Effects of *Trichoderma harzianum* on The Yield and Fruit Quality of Tomato Plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Grown In an Unheated Greenhouse. Australian Journal of Experimental Agriculture, 46(1): 131–136.
- Bal, U., Altıntas, S. 2006b. Application of The Antagonistic Fungus *Trichoderma harzianum* (TrichoFlow WPTM) to Root Zone Increases Yield of Bell Peppers Grown in Soil. Biol. Agric.& Hortic. 24 (2): 149–163.
- Bal, U., Altıntas, S. 2008. Effects of *Trichoderma harzianum* on Lettuce in Protected Cultivation. J. Cent. Eur. Agric., 9(1): 63–70.
- Barley, K.P. 1961. Plant nutrition levels of vermicast. Advances in Agronomy.13, pp.251.Berger, K. C., 1949, Has compiled tables of the boron content and requirements of various Crops. Avdan, Argon., 1,321.
- Bellitürk, K., Görres, J.H. 2012. Balancing Vermicomposting Benefits with Conservation of Soil and Ecosystems at Risk of Earhworm İnvasions. VIII. In International Soil Science Congress on Land Degradataion and Challenges in

- Sustainable Soil Managemet. Çeşme, İzmir, s. 302-306.
- Bilgi, A., 2009. Bazı hümkik, fulvik ve amino asit içerikli maddelerin sera marul (*Lactuca sativa* var. *longifolia* cv. bitez fl) üretiminde verim ve bitki gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- 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. Asian J.of Plant Sciences, 6(3), 550-553.
- Buchanan, D.N., Omaye, S.T. 2013. Comparative study of ascorbic acid and tocopherol concentrations in hydroponic- and soil-grown lettuces. Food and Nutrition Sciences 4: 1047-1053.
- Buckerfield, J.C., Webster, K.A. 1998. Worm worked waste boosts grape yields prospects for vermicompostuse in vineyards. Australia and New Zealand Wine Industry Journal, 13, 73-76.
- Cebel, 2004. Mikrobiyal gübreler. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim 2004, 845-852, Tokat.
- Ceylan, E. 2021. Mikorizanın Su Kültürü Fesleğen Yetiştiriciliğinde Mineral Gübreleri Azaltma Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Chabot, R., Hani, A., Cescas, P.M., 1996, Growth promotion of maize and lettuce by phosphatesolubilizing *Rhizobium leguminosarum* biovar. *Phaseoli*, Plant Soil. 184, 311-321.
- Çakmakçı, R., Dönmez, F., Canbolat, M., Şahin, F. 2005. Sera ve farklı tarla koşullarında bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin bitki gelişimi ve toprak özelliklerine etkisi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, (1): 45-50, Antalya.
- Çakmakçı, R., Erdoğan Ü., Turan, M., Öztaş, T., Güllüce, M., Şahin, F. 2008. Bitki gelişimini teşvik edici bakteri ve gübre uygulamalarının buğday ve arpa gelişme ve verimi üzerine etkisi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi. 8-10 Ekim, s. 379-388, Konya.
- Çalışkan, S., Yetişir, H., Karanlık, S. 2014. Combined use of green manure and farmyard manure allows better nutrition of organic lettuce. Not. Bot. Horti. Agrobo, 42(1), 248-254.
- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F., Yasin, S., 2011. Vermikompost ve Ahır Gübresi Uygulamalarının Ispanak (*Spinacia oleracea* var. *L.*) Bitkisinin Gelişimi ve Toprak Verimliliği Üzerine Etkileri. (Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim. Dergisi, 28(1):56-69.).
- Daşgan, H.Y., Eser, E., Çoban, A., Yıldız, S. 2017. Serada organik marul yetiştiriciliğinde Medbio mikrobiyal sıvı organik gübresinin kullanımı. Ç.Ü.Z.F. Çeşit Tescil Raporu, 26 s.
- Demir, H., Polat, E., Sönmez, İ. 2010. Ülkemiz İçin Yeni Bir Organik Gübre: Solucan Gübresi. Tarım Aktüel (14), 54-60.
- Diver, S. 2006. Aquaponics-Integration of Hydroponics with Aquaculture. A

Publication of ATTRA IP163 Slot54.

- 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.
- Duyar, H., Kılıç, C.C. 2016. A research on production of rocket and parsley in floating system. Journal of Agricultural Science, 8(7): 54-60.
- Dobbelaere, S., Vanderleyden, J., Okon, Y. 2003. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. Crit. Rev. Plant Sci., 22: 107-149.
- Dominguez, J. Edwards, CA. and Subler, S. 1997. A comparison of vermicomposting and composting. Biocycle, 38:4, 57-59.
- Edwards, C.A. and Bohlen, P.J., 1996, Biology and Ecology of Earthworms. 3rd. Ed. Chapman and Hall, New York.
- 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.
- 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.
- Erşahin, Y. 2007. Vermikompost Ürünlerinin Eldesi ve Tarımsal Üretimde Kullanım Alternatifleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2), 99-107.
- Eryüksel, S., 2016. Farklı Oranlarda Vermikompost Uygulamasının Bazı Sebzelerin Besin Elementi İçerikleri Üzerine Olan Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ. 64s.
- Eşiyok, D. 2012. Kışlık ve yazlık sebze yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 410s.
- Gezgin, Y., Eltem, R. 2004. Çeşitli Salep (orkide) Türlerinde Mikoriza Oluşturan Fungusların İzolasyonun ve Tanımlanması ile Inokulant Olarak Kullanım Olanaklarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir
- 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 July1997).
- Gül, A., 2019. Topraksız Tarım. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri. Mete Basım Matbacılık Hizmetleri, 146s.
- Hanson, L.E., 2000. Reduction of Verticillium Wilt Symptoms in Cotton Following Seed Treatment with *Trichoderma virens*. The Journal of Cotton Science 4:224–

231.

- Harley, J.L. Smith, S.E. 1983. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press Inc., London and New-York. 483 p.
- Harman, G.E. 2006. Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology* 96: 190–194.
- Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M. 2004. *Trichoderma* Species: Opportunistic, Avirulent Plant Symbionts. *Nat Rev Microbiol.* 2: 43–56.
- Harman, G.E., Kubicek, C.P. 1998. *Trichoderma* and *Gliocladium*: Enzymes, Biological Control and Commercial Applications. Volume 2. CRC Pres, London pp. 560. .
- Hensley, R. A. Fowlkes, D. J., 2002. Burley Tobacco Production in Tennessee, The Float System for Tobacco Transplant. <http://tobaccoinfo.utk.edu/>.
- Hınıslı, N. 2014. Vermikompost Gübresinin Kıvrıkcık Bitkisinin Gelişmesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi ve Diğer Bazı Organik Kaynaklı Gübrelerle Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ. 50 s.
- Hoitink, H. A. J., Madden, L.V., Dorrance, A.E. 2006. Systemic resistance induced by *Trichoderma* spp.: Interactions between the host, the pathogen, the biocontrol agent, and soil organic matter quality. *Phytopathology* 96: 186–189.
- Howell, C.R. 2003. Mechanisms Employed by *Trichoderma* Species in the Biological Control of Plant Diseases: The History and Evolution of Current Concepts. *Plant Disease*, 87(1): 4-10. .
- Inbar, J., Abramsky, M., Cohen, D., Chet, I. 1994. Plant Growth Enhancement and Disease Control by *Trichoderma harzianum* in Vegetable Seedlings Grown Under Commercial Conditions. *European J. Pl. Pathol.*, 100: 337–346.
- Jia, Y., Liao, Z., Chew, H., Wang, L., Lin, B., Chen, C., Lu, G., Lin, Z. 2020. Effect of *Pennisetum giganteum* z.x.lin Mixed Nitrogen-fixing Bacterial Fertilizer on the Growth, Quality, Soil Fertility and Bacterial Community of Pakchoi (*Brassica chinensis* L.).
- Jones, B.J., 2005. Hydroponics. A Practical Guide for The Soilless Grower. Second Edition. Crc Press. New York., 423 s.
- Joshi, R., Vig, A. P. 2010. Effect of vermicompost on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicum esculentum* L.). *African Journal of Basic & Applied Sciences*, 2:3-4, 117-123.
- Kaçmaz, S. (2021). Su Kültüründe Ispanak Yetiştiriciliğinde Mineral Gübre Kullanımının Biyo-Gübrelerle Azaltılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Kerketta, A., Shuka, C. and Singh, H., 2019. Evaluation of different casing materials for growth and yield of button Mushroom (*Agaricus bisporus* (L.) Sing.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(4): 207-209.).
- Khan, M.S., Zaidi, A., Wani, P.A. 2009. Role of phosphate solubilizing microorganism in sustainable agriculture-a review. *Biomedical and Life Sciences, Sustainable*

- Agriculture, (5):551-570.
- Kibar, B. 2018. Marulda bitkisel özellikler, bazı kalite özellikleri ve besin elementleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 4(2), 149-160.
- Kowalczyk, K., Mirgos, M., Bączek, K., Niedzińska, M., Gajewski, M., 2016. Effect of different growing media in hydroponic culture on the yield and biological quality of lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata*). Acta Hort. 1142: 105-110.
- Kucey, R.M.N., Jensen, H.H., Leggett, M.E. 1989. Microbially mediated increases in plant-available phosphorus. Adv. Agron., 42: 199-228.
- Kucharski, J. , Ciecko, Z. , Niewolak, T. , Niklewska-Larska, T. 1996. Activity of Microorganisms in Soil of Different Agricultural Usefulness Complexes Fertilized With Mineral Nitrogen. Acta Acad. Agric. Tech. 62, 25-35.
- Küçükyumuk, Z., Gültekin, M., Erdal, İ., 2014. Vermikompost ve Mikorizanın Biber Bitkisinin Gelişimi ile Mineral Beslenmesi Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (1):51-58.
- Lazcano, C. and Dominguez, J. 2011. The Use of Vermicompost in Sustainable Agriculture: Impact on Plant Growth and Soil Fertility. Soil Nutrients, 10: 1–23.
- Lee, S. and Lee, J. 2015. Beneficial Bacteria and Fungi in Hydroponic Systems: Types and Characteristics of Hydroponic Food Production Methods. Scientia Horticulturae. 195: 206-215.
- Lenzi, A., Baldi, A., Tesi, R., 2008. Effective of hypoxia on yield and quality of leafy vegetables grown in floating system. Department of Agronomy and Land Management (DISAT), University of Florence, Italy.
- Liu, CW., Sung, Y., Chen, BC., Lai, HY. 2014. Effects on nitrogen fertilizers on the growth and nitrate content of lettuce (*Lactuca sativa* L.). International J.of Environmental Research and Public Health, 11, 4427-4440.
- Maltaş, A. Ş., Tavalı, İ. E., UZ, İ., Kaplan, M., 2017. Kırmızı Baş Lahana (*Brassica Oleracea* var. *capitata* F. *rubra*) Yetiştiriciliğinde Vermikompost Uygulaması. Mediterranean Agricultural Sciences 30(2): 155-161.
- 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, 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.
- 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, 382; doi: 10.3390/agronomy9070382 .
- 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.

- Morgan, L. 1999. Introduction to Hydroponic Gullies and Channels, The Growing Edge. 10(6): 67-75.
- Namlı, A. Akça, O. Perçimli, C. Beşe, S. Gür, Ş. Arıkan, H. Eser, İ. İzci, E. Gümüşay, E. Tunca, G. Khálau, I. J. Mutağçılar, Z., Demirtaş, Ö. 2014. Evsel ve endüstriyel arıtma çamurlarının solucanlar (*Eisenia fetida*) ile kompostlanması. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 2:2, 46-56.
- Niranjıyan, R.A.J., Shetty, H.S., Reddy, M.S. 2006. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Potential Green Alternative For Plant Productivity. PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Edited by Zaki A. Siddiqui. P 197–216, Springer The Netherlands.
- Nishio, M. 1996. Microbial Fertilizers in Japan. <http://www.agnet.org/library/eb/430/>.
- 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.
- 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.
- Ousley, M.A., Lynch, J.M., Whipps, J.M. 2004. Potential of *Trichoderma* spp. as Consistent Plant Growth. Biology and Fertility of Soils, 17(2): 85–90.
- Özkan, N., Dağlıoğlu, M., Ünser, E., Müftüoğlu, N. M., 2016. Vermikompostun Ispanak (*Spinacia oleracea* L.) Verimi ve Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi. ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.) 4 (1): 1-5.
- Öztürk, A., Çağlar, Ö., Şahin, F. 2003. Yield response of wheat and barley to inoculation of plant growth promoting rhizobacteria at various levels of nitrogen fertilization. J. Plant Nutr. Soil Sci., 166: 262-266.
- Peker. D. 2018. Vermikompost ve Atık Mantar Kompostu Uygulamalarının Biberde Verim Ve Kalite Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, 19 Mayıs Üniversitesi, Samsun. 5-6 s.
- Peyvast, G.H., Olfatı, J.A., Madenı, S., Forghanı, A., 2008. Effect of Vermicompost on the Growth and Yield of Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Journal of Food, Agriculture & Environment 6(1):110-113.
- Poldma P., Jaakson K., Merivee A., Albrecht A. 2000. *Trichoderma viride* Promotes Growth of Cucumber Plants. In 'Proc. Int. Conf. on Development of Environmentally Friendly Protection in the Baltic Region' Transactions of Estonian Agricultural University. BIOSIS, 162-164.
- Poldma, P., Vabrit, S., Merivee, A. Suigusaar, K. 2008. Influence of *Trichoderma viride*-Inoculated Growing Substrate On The Growth and Yield of Lettuce

- (*Lactuca sativa L.*). Acta Hort. (ISHS) 779: 85–90.
- Rakocy, J. E., Hargreaves, J. A., 1993. Integration Of Vegetable Hydroponics With Fish Culture: A Review. In WANG, J. (Editor.), JOSEPH S. M., American Society of Agricultural Engineers Techniques for Modern Aquaculture, pp. 112-136, Australia.
- Rodriguez, H., Fraga, R. 1999. Phosphate Solubilizing Bacteria and Their Role in Plant Growth Promotion. Biotechnology Advances, 17: 319–339.
- Sağlam, N., Doksöz, S., Geboloğlu, N., Şahin, S., Yılmaz, E. 2015. Agrimol Örtü ve Sıvı Solucan Gübresinin Farklı Uygulama Sayısı ve Dozlarının Kıvrıkcık Yapraklı Salatada Verim, Kalite ve Bitki Gelişimine Etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 8 (1): 59-61.
- Saha, S., Monroe, A., Day, M. R., 2016. Growth yieldplant quality and nutrition of basil (*Ocimum basilicum L.*) under soilless agricultural systems. Annals of Agricultural Sciences. 61(2). 181-186.
- Sezer, M. 2015 Kuzukulağında yetiştirme ortamı ve organik gübrelemenin bazı verim özelliklerine etkisi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ordu.
- Smith, B., 2004. A Short History of NFT Gully Design, The Growing Edge 15(3):79-82.
- Souza, P., Borghezani, M., Zappellini, J., Carvalho, L., Ree, J., Barcelos-Oliveira, J, Pescador, R. 2019. Physiological differences of ‘croantela’ lettuce cultivated in conventional and hydroponic systems. Horticultura Brasileira 37: 101-105.
- Sylvia, D.M. 1999. Fundamentals and Applications of Arbuscular Mycorrhizae: A 'biofertilizer' Perspective. pp. 705-723. In Soil Fertility, Biology, and Plant Nutrition Interrelationships. J.O. Siqueira et al. (eds.). Viçosa: SBCS, Lavras: UFLA/DCS.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S. 2008. Özel sebzecilik salata-marul yetiştiriciliği. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Şimşek Erşahin, Y. 2007. Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 24:2, 99-107.
- Taban, S., İbrikçi, H., Ortaş, İ., Karaman, M. R., Orhan, Y., Güneri, A., 2007. Türkiye’de Gübre Üretimi Ve Kullanımı. <http://www.zmo.org.tr>.
- Tavalı, İ. E., Maltaş, A. Ş., Uz, İ., Kaplan, M., 2013. Karnabaharın (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) Verim, Kalite Ve Mineral Beslenme Durumu Üzerine Vermikompostun Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(2): 115-120.
- Tuğba, H., Üzal, Ö., Yaşar, F. 2021. Bazı Organik Materyallerin Kıvrıkcık 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.
- Türk, B., Kaygısız Aşcıoğlu, T., Güleş, A., Okşar, R.E., Alan, Ö., Şen, F., 2017. Effects

- of plant growth promoting microorganisms on yield and quality parameters of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Journal of Applied Biological Sciences, 11 (3): 6-9.
- Vessey, J. K. 2003. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Bio Fertilizers. Plant and Soil, 255, 571–586.
- Vinale, F., D’ambrosio, G., Abadı, K., Scala, F. , Marra, R. , Tura, D., Woo, S.L., Lorito, M. 2004. Application of *Trichoderma harzianum* (T22) and *Trichoderma atroviride* (P1) as Plant Growth Promoters and Their Compatibility With Copper Oxchloride. J. Zhejiang University Sci., 30(4): 2-8.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman İ. 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Basım Evi, 404s, Bornova, İzmir.
- Yağmur, B., Aydın, Ş., 2013. Toprakta 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.
- Yedide, I., Srivastva, A.K., Kapulnik, Y, Chet, I. 2001. Effect of *Trichoderma harzianum* on Microelement Concentrations And Increased Growth of Cucumber Plants. Plant Soil, 235: 235–242.
- Yıldız, M., Gürkan, M. O., Turgut, C., Kaya, Ü. ve Ünal, G. 2005. Tarımsal Savaşmada Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları. VI. Teknik Tarım Kongresi, Ankara.
- Yılmaz, D. 2020. Su Kültürü Marul Yetiştiriciliğinde Mikoriza Bakteri Ve Mikroalg İle Mineral Gübrelerin Azaltılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Yönsel, Ş., Batum, M.Ş. 2007. Mikrobiyal Gübreler. 01 23, 2023 tarihinde simbiyotek Ana Sayfa: [http://www.simbiyotek.com/Mikrobiyal\\_Gubreler\\_yonsel.pdf](http://www.simbiyotek.com/Mikrobiyal_Gubreler_yonsel.pdf). adresinden alındı.

## ÖZGEÇMİŞ

HANDE GÖKBAKAN

### ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2021- Devam Ediyor	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi, Bahçe Bitkileri ABD, Antalya
Lisans 2016-2020	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya

İlköğretim ve ortaöğretimi Fatmagül Özpınar İlköğretim Okulun'dan, lise öğrenimini Akdeniz Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2016 yılında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünü kazandı. 2020 yılında Bitki Koruma Bölümünü bitirdi. 2021 yılında da Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Su kültüründe marul yetiştiriciliğinde biyogübre ve vermikompost kullanımının verim ve kaliteye etkisi konusunda Yüksek Lisans öğrenimine başladı.