

T.C.  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ FEN  
BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**MİKROALG (*Chlorella vulgaris*) KULLANIMININ İSPANAKTA (*Spinacia  
oleracea*) BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Büşra GÜNSAN CAN  
DANIŞMAN: Prof. Dr. Suat ŞENSOY

VAN-2021



T.C.  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ FEN  
BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**MİKROALG (*Chlorella Vulgaris*) KULLANIMININ İSPANAKTA (*Spinacia Oleracea*) BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Büşra GÜNSAN CAN

Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FYL- 2019-8133 No'lu proje olarak desteklenmiştir.

### KABUL VE ONAY SAYFASI

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Suat ŞENSOY danışmanlığında, Büşra GÜNSAN CAN tarafından sunulan “Mikroalg (Chlorella vulgaris) Kullanımının Ispanakta (Spinacia oleracea) Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 05/02/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Suat ŞENSOY

İmza:

Üye: Doç. Dr. Turgay KABAY

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Yelderem AKHOUNDNEJAD

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .... / .... / ..... tarih ve ..... / ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgiler etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İmza

Büşra GÜNSAN CAN







## ÖZET

### MİKROALG (*Chlorella vulgaris*) KULLANIMININ İSPANAKTA (*Spinacia oleracea*) BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

GÜNSAN CAN, Büşra

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Suat ŞENSOY

Şubat 2021, 60 sayfa

Deneme, potansiyel bir biyogübre olan mikroalg (*Chlorella vulgaris*) kullanımının ıspanak bitki gelişimi üzerine etkilerini ortaya koyabilmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Sera koşullarında saksı denemesi olarak yürütülen araştırmada farklı gübre dozları ve *Chlorella vulgaris* Beyerinck (Beijerinck) algleri ( $2 \times 10^7$  alg mL<sup>-1</sup>)

<sup>1</sup>) uygulama materyali olarak kullanılmıştır. Uygulamalar; kontrol, %25 mineral gübre(MG), %50(MG), %75(MG), %100(MG), mikroalg, %25(MG)+mikroalg, %50(MG)+mikroalg, %75(MG)+mikroalg, %100(MG)+mikroalg şeklinde 10 uygulamadan oluşmuştur. Deneme sonunda, bitki boyu, kök boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak alanı, yaprak taze ve kuru ağırlığı, kök taze ve kuru ağırlığı, yaprak oransal su içeriği, membran zararlanma indeksi, SÇKM (suda çözünebilir madde miktarı), klorofil miktarı, lipid peroksidasyonu ürünü malondialdehit (MDA) ve enzim aktiviteleri (SOD, CAT ve APX), belirlenip; yaprakta makro-mikro besin elementi [(Azot (N), fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), sodyum (Na), demir (Fe), mangan (Mn), bakır (Cu) ve çinko (Zn)] analizleri yapılmıştır. Yapılan istatistik sonuçlarına göre ıspanak gelişimi üzerine alg kullanımı bitki boyu, gövde çapı, yaprak alanı, yaprak yaş-kuru ağırlığı, kök yaş-kuru ağırlığı ve P değerleri üzerinde önemli artışlara yol açmıştır. Bununla birlikte Fe, Ca ve Na değerlerinde ise istatistiksel açıdan önemli düşüşler gözlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Alg, Biyogübre, *Clorella vulgaris*, Mikroalg, Organik gübre, *Spinacia oleracea*.



**ABSTRACT****EFFECT OF MICROALG (*Chlorella vulgaris*) USE ON PLANT GROWTH IN SPINACH (*Spinacia oleracea*)**

GÜNSAN CAN, Büşra

M. Sc. Thesis, Horticultural Sciences

Supervisor: Prof. Dr. Suat ŞENSOY February

2021, 60 sayfa

The experiment was carried out in order to demonstrate the effects of using microalgae (*Chlorella vulgaris*), a potential biofertilizer, on spinach plant growth. Different fertilizer doses and *Chlorella vulgaris* Beyerinck (Beijerinck) algae ( $2 \times 10^7$  algae mL<sup>-1</sup>) were used as materials in the study conducted as a pot experiment under greenhouse conditions. There were 10 applications as; control, 25% mineral fertilizer (MG), 50% (MG), 75% (MG), 100% (MG), microalgae, 25% (MG) + microalgae, 50% (MG) + microalgae, 75% (MG) + microalgae, 100% (MG) + microalgae. At the end of the study, plant height, root length, stem diameter, leaf number, leaf area, leaf fresh and dry weight, root fresh and dry weight, leaf proportional water content, membrane damage index, SSC (Soluble Solid Content), chlorophyll content, lipid peroxidation product malondialdehyde (MDA) and enzyme activities (SOD, CAT, and APX), were determined; in the leaves, macro-micronutrient elements [Nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), magnesium (Mg), calcium (Ca), sodium (Na), iron (Fe), manganese (Mn), copper (Cu) and zinc (Zn)] were analyzed. According to the statistics results, the use of algae on spinach growth caused significant increases on plant height, stem diameter, leaf area, leaf wet-dry weight, root wet-dry weight and P values. However, statistically significant decreases were observed in Fe, Ca and Na values.

**Keywords:** Algae, Biofertilizer, *Chlorella vulgaris*, Seaweed, Spinach, Microalgae, Organic fertilizer, *Spinacia oleracea*.

## ÖN SÖZ

Bu çalışmada tez konu seçiminden çalışmanın tamamlanmasına kadar her türlü bilgi ve desteğini esirgemeyen değerli danışmanım sayın Prof. Dr. Suat ŞENSOY'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmamın analiz kısmında yardımlarını esirgemen sayın Doç. Dr. Turgay KABAY'a ve ve tez kurulum aşamasında desteklerini esirgemeyen Öğretim Görevlisi Muhsin YILDIZ'a, Öğretim Görevlisi Selma KIPÇAK'a, Araştırma Görevlisi Özlem GÜLDİLGEN'e ve Ziraat Yüksek Mühendisi Yekbun ALP'e teşekkür ederim. Tez çalışmamın mikroalg üretimi konusunda bilgi ve desteklerini eksik etmeyen Araştırma Görevlisi Ahmet SEPİL'e, Tez çalışmamın mikroalg sayımı konusunda bilgi ve desteklerini esirgemeyen Araştırma Görevlisi Gökhan BOYNO'ya teşekkür ederim. Yine tez kurulum aşamasında desteklerini esirgemeyen Gıda Yüksek Mühendisi Berat TOROSDAĞ'a ve Ziraat Mühendisi Muhammed Loay ALİ'ye teşekkür ederim. Tez fotoğraflarının bir talihsizlik sonucu silinmesinin ardından fotoğrafların kurtarılmasında bilgisayar bilgi ve becerileriyle bana destek olan değerli arkadaşım aynı zamanda Bilişim Uzmanı Yusuf ÇALIŞKAN'a teşekkürlerimi sunarım. Tezin her aşamasında yanımda olan, benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen değerli eşim Mehmet CAN'a sonsuz teşekkürü borç bilirim.

2021

Büşra GÜNSAN CAN

## İÇİNDEKİLER

|                                                   | Sayfa |
|---------------------------------------------------|-------|
| ÖZET .....                                        | i     |
| ABSTRACT .....                                    | iii   |
| ÖN SÖZ .....                                      | v     |
| İÇİNDEKİLER .....                                 | vi    |
| ÇİZELGELER LİSTESİ .....                          | x     |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                            | xii   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....              | xiv   |
| 1. GİRİŞ .....                                    | 1     |
| 2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ .....                      | 3     |
| MATERYAL VE YÖNTEM .....                          | 7     |
| 3.1. Mikroalglerin kültüre alınması .....         | 8     |
| 3.2. Yetiştirme ortamı özellikleri .....          | 9     |
| 3.3. Çalışmanın yürütüldüğü iklim koşulları ..... | 9     |
| 3.4. Yapılan Ölçüm ve Analizler .....             | 10    |
| 3.5. Enzim aktivitelerinin belirlenmesi.....      | 15    |
| 3.5.1. Katalaz (CAT) aktivitesi .....             | 15    |
| 3.5.2. Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi.....  | 15    |
| 3.5.3. Askorbat peroksidaz (APX) aktivitesi ..... | 16    |
| 3.6. Besin elementleri analizi .....              | 16    |
| 3.7. Verilerin Değerlendirilmesi .....            | 17    |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....                     | 19    |
| 4.1. Bitki Boyu .....                             | 19    |

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2. Kök Boyu .....                                                                                                                   | 21 |
| <b>Sayfa</b>                                                                                                                          |    |
| 4.3. Gövde Çapı .....                                                                                                                 | 23 |
| 4.4. Yaprak Sayısı .....                                                                                                              | 24 |
| 4.5. Yaprak Alanı .....                                                                                                               | 26 |
| 4.6. Yaprak Kuru ve Yaş Ağırlık Değerleri.....                                                                                        |    |
| 28                                                                                                                                    |    |
| 4.6.1. Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Ispanakta Yaprak Yaş ve Kuru Ağırlık İçerikleri Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi ..... | 30 |
| 4.7. Kök Kuru ve Yaş Ağırlık .....                                                                                                    | 32 |
| 4.8. Yaprak Oransal Su İçeriği Belirlenmesi (YOSİ) .....                                                                              | 34 |
| 4.9. Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarına (SÇKM) .....                                                                               | 35 |
| 4.10. Klorofil Miktarı .....                                                                                                          | 36 |
| 4. 11.Bitkilerde Lipit Peroksidasyonu Ürünü Malondialdehit (MDA) .....                                                                | 38 |
| 4.12. Askorbat peroksidaz (APX) enzim aktivitesi .....                                                                                | 39 |
| 4.13. Katalaz (CAT) enzim aktivitesi .....                                                                                            | 40 |
| 4.14. Süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesi .....                                                                                | 41 |
| 4.15. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Azot (N) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi .....                                    | 42 |
| 4.16. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Fosfor (P) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi .....                                  | 43 |
| 4.17. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Potasyum (K) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi .....                                | 44 |
| 4.18. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Kalsiyum (Ca) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi .....                               | 44 |
| 4.19. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Magnezyum (Mg) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi .....                              | 45 |

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.20. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Sodyum (Na) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi .....            | 46 |
| 4.21. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Demir (Fe) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi .....             | 47 |
| <b>Sayfa</b>                                                                                                     |    |
| 4.22. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Mangan (Mn) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi .....            | 47 |
| 4.23. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Bakır (Cu) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi .....             | 48 |
| 4.24. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Çinko (Zn) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi .....             | 49 |
| 4.25. Ispanakta Gübre ve Alg Uygulamalarının Bitki Besin Elementleri Oranına Etkilerinin Değerlendirilmesi ..... | 50 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....                                                                                       | 53 |
| KAYNAKLAR .....                                                                                                  | 57 |
| ÖZ GEÇMİŞ .....                                                                                                  | 61 |



## ÇİZELGELER LİSTESİ

| Çizelge                                                                                                                         | Sayfa |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 4.1. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki boyuna etkileri (cm) .....                                            | 19    |
| Çizelge 4.2. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının kök boyuna etkileri(cm) .....                                               | 22    |
| Çizelge 4.3. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının gövde çapına etkileri(mm) .....                                             | 23    |
| Çizelge 4.4. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki yaprak sayısına etkileri (adet) .....                                 | 25    |
| Çizelge 4.5. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki yaprak alanına etkileri (cm <sup>2</sup> /bitki) .....                | 27    |
| Çizelge 4.6. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının yaprak kuru ağırlığına etkileri (g) ...                                     | 29    |
| Çizelge 4.7. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının yaprak yaş ağırlığına etkileri (g) .....                                    | 29    |
| Çizelge 4.8. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının kök yaş ağırlığına etkileri .....                                           | 32    |
| Çizelge 4.9. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının kök kuru ağırlığına etkileri (g) .....                                      | 33    |
| Çizelge 4.10. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının yaprak oransal su içeriğine etkileri (cm) .....                            | 34    |
| Çizelge 4.11. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının suda çözünebilir kuru madde miktarına etkileri (%) .....                   | 36    |
| Çizelge 4.12. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının klorofil miktarına etkileri (SPAD) .....                                   | 37    |
| Çizelge 4.13. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının MDA (Lipit peroksidasyonu ürünü malondialdehit) etkileri (nmol/g TA) ..... | 38    |
| Çizelge 4.14. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının APX enzim aktivitesi üzerine etkileri (nmol/g TA) .....                    | 39    |
| Çizelge 4.15. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının CAT enzim aktivitesi üzerine etkileri (nmol/g TA) .....                    | 41    |

|                                                                                                                      |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Çizelge 4.16. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının SOD enzim aktivitesi üzerine etkileri (ünite/g TA) .....        | 42           |
| Çizelge 4.17. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki azot (N) oranına etkileri (%) .....                       | 43           |
| <b>Çizelge</b>                                                                                                       | <b>Sayfa</b> |
| Çizelge 4.18. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki fosfor (P) oranına etkilerinin belirlenmesi (%) .....     | 43           |
| Çizelge 4.19. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki potasyum (K) oranına etkileri (%) .....                   | 44           |
| Çizelge 4.20. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki kalsiyum (Ca) oranına etkilerinin belirlenmesi (%) .....  | 45           |
| Çizelge 4.21. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki magnezyum (Mg) oranına etkilerinin belirlenmesi (%) ..... | 46           |
| Çizelge 4.22. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki sodyum (Na) oranına etkileri (%) .....                    | 46           |
| Çizelge 4.23. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki demir (Fe) oranına etkileri (ppm) .....                   | 47           |
| Çizelge 4.24. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki mangan (Mn) oranına etkileri (ppm) .....                  | 48           |
| Çizelge 4.25. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki bakır (Cu) oranına etkileri (ppm) .....                   | 49           |
| Çizelge 4.26. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki çinko (Zn) oranına etkileri (ppm) .....                   | 49           |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

**Şekiller**

**Sayfa**

|                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.1. 6 Mayıs 2019-13 Haziran 2019 tarihleri arasındaki sera içi sıcaklık-nem grafiği .....                                                        | 9  |
| Şekil 3.2. Sürgün boy ölçümü .....                                                                                                                      | 10 |
| Şekil 3.3.a. Kökleri saksıdan çıkarma b.c. Köklerden toprakları ayıklama d. Toprakta arındırılmış kök e.f. Kök boy ölçümü .....                         | 10 |
| Şekil 3.4. Gövde çapı ölçümü .....                                                                                                                      | 11 |
| Şekil 3.5. Ispanak bitkilerinde yaprak sayımı.....                                                                                                      | 11 |
| Şekil 3.6. Bir gün açıkta serilerek bekletilen örnekler. ....                                                                                           | 12 |
| Şekil 3.7.a. Yaprak örnekleri 4 saat saf içinde bekletilirken b. Etüv sonrası kuru yaprak örnekleri c. Hassas terazide ölçüm yaparken bir görüntü ..... | 13 |
| Şekil 3.8.a. de-iyonize su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra EC ölçüm işlemi b.10 dk 100 °C’de su banyosu işlemi .....                             | 13 |
| 3.9.a.b. SPAD metre ile klorofil ölçme işlemi .....                                                                                                     | 14 |
| Şekil 3.10. a.b.Homojenizasyon işlemi yapılırken c.532 ve 600 nm dalga boyunda okuma yapılırken bir görüntü. ....                                       | 15 |
| Şekil 3.11. a. Homojenizasyon işlemi yapılırken bir görüntü. b. 40W ışık kaynağında bekletilirken c.d. ölçümleri yapılırken .....                       | 16 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

| Simgeler                          | Açıklama                              |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
|                                   | Metre                                 |
| <b>cm</b>                         | Santimetre                            |
| <b>g</b>                          | Gram                                  |
| <b>%</b>                          | Yüzde                                 |
| <b>°C</b>                         | Santigrat derece                      |
| <b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b> | Hidrojen peroksit                     |
| <b>mg</b>                         | Miligram                              |
| <b>mL</b>                         | Mililitre                             |
| <b>mm</b>                         | Milimetre                             |
| <b>mM</b>                         | Milimol                               |
| <b>NaCl</b>                       | Sodyum klorür                         |
| <b>ppm</b>                        | Part per million (milyonda bir kısım) |
| <b>K</b>                          | Potasyum                              |
| <b>Cu</b>                         | Bakır                                 |
| <b>Fe</b>                         | Demir                                 |
| <b>Ca</b>                         | Kalsiyum                              |
| <b>Mg</b>                         | Magnezyum                             |
| <b>Zn</b>                         | Çinko                                 |
| <b>Mn</b>                         | Mangan                                |





## 1. GİRİŞ

Dünya üzerinde tarım arazilerinin her geçen gün azalmasına karşın nüfus da önemli ölçüde artmakta ve bu nüfusun beslenmesi için gerekli gıda üretimi de aynı oranda artmaktadır. Azalan tarım alanlarından daha fazla ürün elde etmek için kimyasal bileşiklerin kullanımı oldukça artmış ve bu artış ile birlikte birim alandan daha fazla ürün elde edilmiştir. Tarımda fazla miktarda kimyasal gübre kullanımı sonucunda üretim miktarı ve verim artışı görülebilir fakat uzun süreli yetiştiricilikte toprak verimliliği ve doğal denge olumsuz yönde etkilenmektedir (Kütük, 2016). Bunların yanında dünyada ve ülkemizde, sağlıklı beslenme ve sağlıklı bir çevre için organik tarım gittikçe artmakta ve organik gübrelerin kullanımı da oldukça önem kazanmaktadır.

Tarımsal üretim faaliyetlerinde bitkinin toprakta iyi bir gelişim sağlayabilmesi, yetiştiği toprak ortamının ile ilişkilidir. Toprağın fiziksel özelliklerini en uygun koşullara getirmek ve sürekliliğini sağlamak için en çok kullanılan yöntem toprağa organik kökenli madde eklemektir (Bender ve ark., 1998). Çiftlik gübresi, her türlü bitkisel atıklar, kompost, tavuk gübresi ve organik yapıdaki sanayi atıkları topraktaki organik madde eksikliğini gidermek amacıyla kullanılmaktadır. Bu maddeler toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine olumlu etki yaparak besin elementini artırmakta bu sayede de bitkisel üretimde kalite ve verimi de olumlu yönde etkilemektedir (Entry ve ark., 1997; Pascual ve ark., 1997; Madejon ve ark., 2001; Kütük ve ark., 2003; Bhattacharya ve ark., 2003; Şeker ve Turhan, 2004).

Özellikle gelişmiş ülkelerde organik tarımda fazlaca değerlendirilen alg özleri, topraktaki inorganik besin maddelerinin alınmasında, ürün miktarını, tohum çimlenmesinin ve stres koşullarına direncin artmasında oldukça önemli rol oynamaktadır (Blunden, 1991). Tarım yapılan topraklarda kalite ve verimliliği sağlamak açısından çoğu durumda kimyasal gübrelemenin yeri göz ardı edilemez ancak yanlışlıkların giderilmesi ve özellikle de tarım topraklarının organik gübrelerle desteklenerek daha kaliteli tarım yapmak mümkündür (Sönmez ve ark., 2008). 2017 TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verilerine göre ıspanak üretimi 222 177 ton olup ülkemizde ıspanak üretim ve tüketim miktarını düşündüğümüz zaman hem insan sağlığı hemde uzun vadeli

yetiştiricilik imkanı ile evre kirliliğinin önüne geçmek amacıyla bu çalışma gerçekleştirilecektir. Bu alışma ile tarımda organik gübre olarak nitelendirilen mikroalg (*Chlorella vulgaris*) kullanımının ıspanak yetiştiriciliğinde başarılı olmasıyla birlikte üretimde fazla kimyasal gübre kullanımının önüne geçmek ya da en aza indirmek, toprak kirliliğinin önüne geçerek daha ekonomik, evre dostu ve insan sağlığını tehdit etmeyen organik materyal kullanımını yaygın hale getirmek hedeflenmektedir.

Bu tezin amacı mikroalg kullanımının, değişik oranlarda mineral gübre kullanımı ile birlikte ıspanak bitki gelişimi üzerine etkisini incelemektir.



## 2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Ispanak ülkemizde oldukça önemli bir sebze türüdür. Büyük sorunlar teşkil eden kimyasal gübreleme yerine doğal gübre olarak alg kullanımının biyogübre olması açısından alternatif bir seçenek oluşturulabilmesi amacıyla yapılan çalışmalar aşağıda irdelenmiştir.

Mikroalgler antibiyotik, antiviral, antitumor ve antioksidan gibi biyolojik olarak aktif bileşiklerle doğal olarak zengin kaynaklardır. Buna ek olarak, bu mikroorganizmaların sağlığı teşvik ve dejeneratif hastalıkların gelişme riskini azaltmak için yeteneği vardır. Yeni farmasötik maddeler geliştirmek, kimyasal ve farmakolojik yenilik ve çeşitlilik sağlamak için bu biyolojik olarak aktif bileşiklerin araştırılması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, çeşitli mikroalg türlerinden elde edilen mikroalg yağlarının çeşitli mikroorganizmalara karşı in vitro antimikrobiyal ve/veya antifungal aktiviteye sahip olduğu ve fungistatik olarak ta kullanılabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada, dimetil sülfoksit (DMSO), etanol ve metanol çözücülerini kullanılarak 50 ve 100 mg/mL oranında çözölen *Chlorella protothecoides* mikroalg yağının, *Botrytis cinerea* ve *Aspergillus niger* gibi fungal mikroorganizmalara karşı, disk difüzyon yöntemi kullanılarak antifungal etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, mikroalg yağının farklı çözücülerde ve farklı oranlarda hazırlanmış ekstraktlarının *Botrytis cinerea* ve *Aspergillus niger* patojenlerine karşı antifungal aktiviteye sahip olduğu görölmüştür. Bu sonuçlar, alg türlerinde antifungal bileşiklerin varlığının ve alglerin ilaç endüstrisi için özellikle araştırılması gerektiğinin önemli bir göstergesidir (Özçimen, 2018).

Aydöner (2011) a 2010 erken ilkbahar yetiştiriciliğİ döneminde gerçekleştirdiğİ denemede topraksız domates yetiştiriciliğinde farklı besin dozlarında mikroalg *Chlorella vulgaris* kullanımının etkileri araştırılmıştır. Uygulamalar: (1) Kontrol uygulamasında %100 tam doz besin maddeleri bitkilerin beslenmesinde kullanılmıştır: (2) %100 Besin+Alg: Tam besin çözöltisi verilmiş ve alg uygulanmıştır, (3) %80 Besin: Tam beslenmeye göre %20 azaltılmış besin çözöltisi (4) %80 Besin+Alg: %20 azaltılmış besin çözöltisi ve alg (5) %60 Besin: %40 azaltılmış besin çözöltisi, (6) %60 Besin+Alg: %40 azaltılmış besin çözöltisi ve alg, (7) %40 Besin: %60 azaltılmış besin çözöltisi, (8) %40 Besin+Alg: %60 azaltılmış besin çözöltisi ve alg uygulanmıştır.

Topraksız yetiştiricilikte *Chlorella vulgaris* kullanımının, domates bitkisinde büyüme ve gelişme, verim, meyve kalitesi, bitki besin maddeleri ve substratta iyon akümüasyonu

üzerine etkileri araştırılmıştır. Denemede bitki boyu, yaprak sayısı, salkım sayısı, yaprak taze ağırlığı, gövde taze ağırlığı, gövde kuru ağırlığı ve yaprak alanı uygulamalardan etkilenmemiştir. Bununla birlikte toplam yeşil aksam biyomas taze ağırlığı, yaprak, meyve ve toplam biyomas kuru ağırlığı, kuru madde oluşturma oranları üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmuştur. Denemedeki toplam verim en yüksek sırasıyla %80 B+A ve %60 B+A uygulamalarından elde edilmiştir. Yaprak analizinde aynı besin dozunda *Chlorella vulgaris* kullanılan uygulamalarda, kontrollerine göre daha yüksek besin maddeleri belirlenmiştir. Substrat analizlerinde azaltılmış besin uygulamalarında aynı besin dozunun *Chlorella vulgaris* eklenmiş olan uygulamalarında iyon akümülyasyonunun daha az olduğu ve özellikle de Na, Cl, SO<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub> ve NO<sub>3</sub> birikiminin algli uygulamalarda daha düşük olduğu tespit edilmiştir. (Aydöner, 2011)

Ergün (2011), 2010 sonbahar yetiştiriciliği döneminde cam serada gerçekleştirdiği denemede. su kültürü tekniği ile marul yetiştiriciliğinde farklı besin dozlarında mikroalg (*Chlorella vulgaris*) kullanımının etkileri araştırılmıştır.

Uygulamalar olarak; (1) Kontrol, %100 Besin: Tam doz besin çözeltisi verilmiştir. (2) %100 Besin+Alg: Tam doz besin çözeltisi ve alg uygulanmıştır, (3) %80 Besin: Tam besin dozuna göre %20 azaltılmış besin çözeltisi, (4) %80 Besin+Alg: Tam besin dozuna göre %20 azaltılmış besin, ve alg, (5) %60 Besin: %40 azaltılmış besin (6) %60 Besin+Alg: %40 azaltılmış besin ve alg, (7) %40 Besin: %60 azaltılmış besin (8) %40 Besin+Alg: %60 azaltılmış besin alg uygulanmıştır. Su Kültürü yetiştiriciliğinde mikroalg *Chlorella vulgaris* kullanımının, marul bitkisinde büyüme ve gelişme, verim ve bitki besin maddeleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Denemede bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak taze ağırlığı, kök taze ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, kuru ağırlık oluşturma yüzdesi, bitki çevresi, vitamin C, klorofil ve nitrat içeriği önemli bulunmuştur. Yaprak alanı ve suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı uygulamalardan etkilenmemiştir. Yapılan yaprak analizlerinde *Chlorella vulgaris* eklenen azaltılmış besin dozlarında algin marul bitkilerine N, P, Ca, Mg, Na, Mn, Cu ve Zn beslenmesi bakımından artırıcı katkılar sağladığı belirlenmiştir. Çalışmanın genel sonuçları: su kültüründe algin kullanılarak kontrol bitkilerine göre besin çözeltisini %20 ve %40 azaltılması başarıyla gerçekleştirilmiştir ve marul üretimi bu şekilde yapılabilmiştir. Ayrıca bu durum temiz bir çevre ve doğa için önem arz etmektedir (Ergün, 2011).

Mahmood (2016), geleneksel ve kimyasal gübre farklı düzeylerde uygulanan alglerin toprak mikrobiyal biyokütle yanıtı değerlendirmek için bir deneme gerçekleştirmiştir. 3 farklı kaynaklardan izole edilmiş algler iki konsantrasyonda (0,01 g kg<sup>-1</sup> ve 0,04 g kg<sup>-1</sup> ) gübreli ve gübresiz olarak toplam 14 tane uygulama olacak şekilde yapılmıştır. İlk 2 uygulama ise kontrol (hiç uygulama yapılmamış) ve gübreli kontrol (önerilen dozda gübre) olarak tanımlanmıştır. Daha iyi karşılaştırma yapabilmek için 4 ayrı uygulama yani sadece toprak, sadece buğday, sadece gübre ve gübreli buğday olarak ekim yapılmış hasadın ardından analiz edilmiştir. Farklı toprak özellikleri örneğin toprak pH, EC, toplam N, yarıyışlı azot, organik madde, organik karbon, yarıyışlı fosfor ve agregat stabilitesi yapılmıştır. Ayrıca mikrobiyal analizler ise mikrobiyal biyokütle karbon, ninhidrin azotu ve fosfor ölçülmüştür. Sonuçlara değerlendirdiğimizde algler toprak pH, EC, toplam ve yarıyışlı azot ve agregat stabilitesinin üzerine istatistiksel olarak önemli etki etmiştir. En belirgin sonuçlar mikrobiyal biyokütlerde görülmektedir. Gübresiz biyoalg-1 en yüksek mikrobiyal biyokütle karbonu değeri vermiş ve mikrobiyal biyokütle azotu ise en yüksek kimyasal gübre verdiğimiz uygulamada bulunmuştur. Mikrobiyal biyokütle fosforu ise gübreli biyoalg-3 uygulanmış konuda en yüksek değer göstermiştir ama istatistiksel olarak biyoalg-1'le aynı sonuçlar vermiştir. Sonuç olarak alg uygulaması toprak mikrobiyolojik özelliklerini uzun zamanlı uygulamalarda da toprak organik maddesini artırabilmektedir (Mahmood, 2016).

Tunç (2015), tez çalışmasında tamamen doğal ve üretimi kolay olan mikroalglerin pilot bitki seçilen buğday üzerinde denenerek biyogübre potansiyeli incelenmiştir. Çalışma kapsamında inkübasyon, sera ve tarla denemeleri gerçekleştirilmiş, bu denemeler sonucunda toprakta pH, EC, nitrat azotu, amonyum azotu, toplam azot, organik karbon, C/N oranı, katyon değişim kapasitesi, agregat stabilitesi, bitkiye yarıyışlı fosfor, alınabilir potasyum, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu, Co, Cd, Ni, Pb ve üreaz, beta glukosidaz ve alkali fosfataz enzim aktivite tayinleri, bitkide ise bitki boyu, verim, protein, N, P, Fe, Cu, Zn, Mn, Ni, Cd, Pb, Co analizleri yapılmıştır. Sonuçlar denenen yaklaşık 10 alg türü arasında en etkin olan türün *Oscillatoria amoena* (OA) olduğunu göstermiş olup, bu mikroalg türünün mikrobiyal gübre olarak kullanılmasına yönelik daha detaylı doz çalışmaları (tek başlarına ve kimyasal gübrelerle kombine) ve farklı

bitki çeşitleri ile sulu ve kuru koşullarda tarla denemelerinin kurulması yararlı olacaktır (Tunç, 2015).

Bender Özenç ve Şen (2016) yürüttükleri çalışmada, sera koşulları altında farklı gelişme dönemlerinde deniz yosunu gübresi uygulanan topraklarda yetiştirilen aşılı ve aşısız domates bitkisinin gelişimi ve bazı kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 2 çeşit (aşılı, aşısız), Stimcrop L ticari deniz yosunu gübresinin üç farklı dozu, [0, 1. doz (200 ml/100 L su), 2.ci doz (400 ml/100 L su) ], 3 gelişim dönemi (fide, çiçeklenme ve meyve oluşumu) ve 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Domates bitkisi gelişimini tamamladığında (yaklaşık 120 gün) hasat edilmiş, bitki gelişimi ve bazı kalite özellikleri belirlenmiştir. Farklı gelişme dönemlerinde toprağa sıvı deniz yosunu gübresi uygulanması her iki domates çeşidinde bitkinin gelişimini desteklemiş ve besin elementi içeriklerini artırmıştır. En iyi gelişim aşılı çeşitte fide döneminde yapılan uygulamalarda elde edilmiştir. Bu çeşitte fide döneminde toprağa 2. doz düzeyinde uygulanan gübre, bitki boyu (177.78 cm), verimi (5919 g) ve meyve sayısı (105 adet) artırmıştır. 900 Meyve ağırlığında ise aşısız domates çeşidinde en yüksek değer elde edilmiş, yapılan uygulamalar %62- 83 oranında bir artış sağlanmıştır. İncelenen kalite özelliklerinde de benzer sonuçlara ulaşılmış olup, özellikle gelişimin başlangıcı olan fide döneminde 2. doz deniz yosunu uygulanması ile önerilebilen en iyi sonuçlara ulaşılmıştır (Bender Özenç ve Şen, 2016)

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada ıspanak yetiştiriciliğinde mikroalg uygulamasının bitki besin alınımlı ve büyüme gelişmeleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Biyogübre olarak daha önce etkinliği belirlenmiş mikroalg (*Chlorella vulgaris*) kullanılmıştır. Çalışmada bitkisel materyal olarak Matador ıspanak (*Spinacia oleracea*) çeşidi kullanılmıştır. Çalışma Yüzüncü Yıl Üniversitesi uygulama serasında yürütülmüştür. Yetiştirme ortamı olarak süzgeçten geçirilmiş ve homojen karışımı sağlanmış toprak, 3 litrelik saksılara eşit oranda paylaştırılarak hazırlanmıştır. Toprak besin madde analizi yapılmıştır. Bitkiler eşit oranda ve sadece saf su kullanılarak sulanmıştır. 2019 yılı Mayıs ayının ilk haftası tohum ekimleri her saksıya 1 cm'lik 4 çukur ve her çukura 2 adet tohum atımıyla yapılmıştır. Tohum çimlenme sonucuna göre zayıf olan bitkiler gözlemlenmiş ve elle seyreltilmiştir. Toplamda her saksıda 2 bitki kalacak şekilde yetiştirmeye bırakılmıştır. haziranın ortalarına doğru ise hasat ve analizlere başlanmıştır. Yetiştirme süresi toplam 6 hafta sürmüştür. Deneme 10 uygulama ile 6 tekrardan oluşarak ve toplam 60 saksı kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada besin maddesi olarak uygulanan doz miktarları Çizelge 3.1. 'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Denemede yapılan uygulamalar

| #  | UYGULAMA              |
|----|-----------------------|
| 1  | Kontrol               |
| 2  | %25 Mineral Gübre(MG) |
| 3  | %50 MG                |
| 4  | %75 MG                |
| 5  | %100 MG               |
| 6  | Mikroalg              |
| 7  | %25 MG + Mikroalg     |
| 8  | %50 MG + Mikroalg     |
| 9  | %75 MG + Mikroalg     |
| 10 | %100 MG + Mikroalg    |

\*\*\*Mineral Gübre(MG)

Çalışmada kullanılan mikroalg (*Chlorella vulgaris*) tohum ekiminden itibaren önerilen dozda 15 gün ara ile topraktan uygulanmıştır. Uygulamada tüm bitkilere sabit oranda mikroalg gübrelemesi yapılmıştır. Yetiştirme ortamı olacak toprak elekten geçirilerek ve homojen karışımı sağlandıktan sonra taban gübresi olarak %100 mineral gübre dozu 80 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg, 160 mg N/kg ve 100 mg K<sub>2</sub>O/kg şeklinde hazırlanmıştır.

Üst gübre olarak ise 40 mg N/kg ekimden 1 ay sonra bitkilere uygulanmıştır.

### 3.1. Mikroalglerin kültüre alınması

Çalışmada kullanılan mikroalg (*Chlorella vulgaris*) Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Bölümünden temin edilmiş ve Yüzüncü Yıl Üniversitesi Doku Kültürü Laboratuvarında kültüre alınmıştır. Yığın kültürlerin ürteminde Bold Wynne besi ortamı ( $\text{NaNO}_3$ -0,250 g;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ -0,075 g;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ -0,075 g;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ - 0,0175 g;  $\text{NaCl}$ -0,025 g;  $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ -0,025 g; Distile Su-1000 ml) kullanılmıştır (Yalçın Duygu, 2017). 1000 ml hazırlanan besi ortamı 500 ml'lik iki erlene eşit olarak ayrılmış sterilizasyonu sağlamak amacıyla  $121^\circ\text{C}$  de 20 dk otoklavlanmış ve ekimleri steril kabinde gerçekleştirilmiştir. Ekimler 9 ml besi yeri +1 ml süspanse kültür olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Yığın kültürlerinin ekimlerine 500 ml ile başlanmış daha sonra 1000 ml besi ortamına aktararak ekimler gerçekleştirilmiştir. Kontaminasyonu önlemek aynı zamanda hava sirkülasyonunun sağlanması amacıyla erlenlerin ağzı tamamen kapatılmayıp otoklavda sterilizasyonda sağlanmış pamuk yerleştirilmiştir.(Ağırman, 2015). İlk iki gün bu şekilde bekletildikten sonra yığın kültürlerin süspansiyon halinde tutulması için bir akvaryum motoru ile kültürler hava verilmiştir. Kültürlerin ışık ihtiyaçları yapay ışıklandırma ile gerçekleştirilmiştir. Işık kaynağı ( $150 \mu\text{mol.m}^{-2} .\text{s}^{-1}$ ) kültürlerden 22 cm uzaklığa, yatay şekilde, arkadan verilmek suretiyle yerleştirilmiştir. Kültürlere 16:8 aydınlık/karanlık periyodu uygulanmış ve  $22-25^\circ\text{C}$ 'de oda sıcaklığında yetiştirilmiştir. Hücre sayımları Thoma lamı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmada *Chlorella vulgaris* Beijerinck (Beijerinck) algleri ( $2 \times 10^7$  alg  $\text{mL}^{-1}$ ) oranında uygulama materyali olarak kullanılmıştır.

### 3.2. Yetiştirme ortamı özellikleri

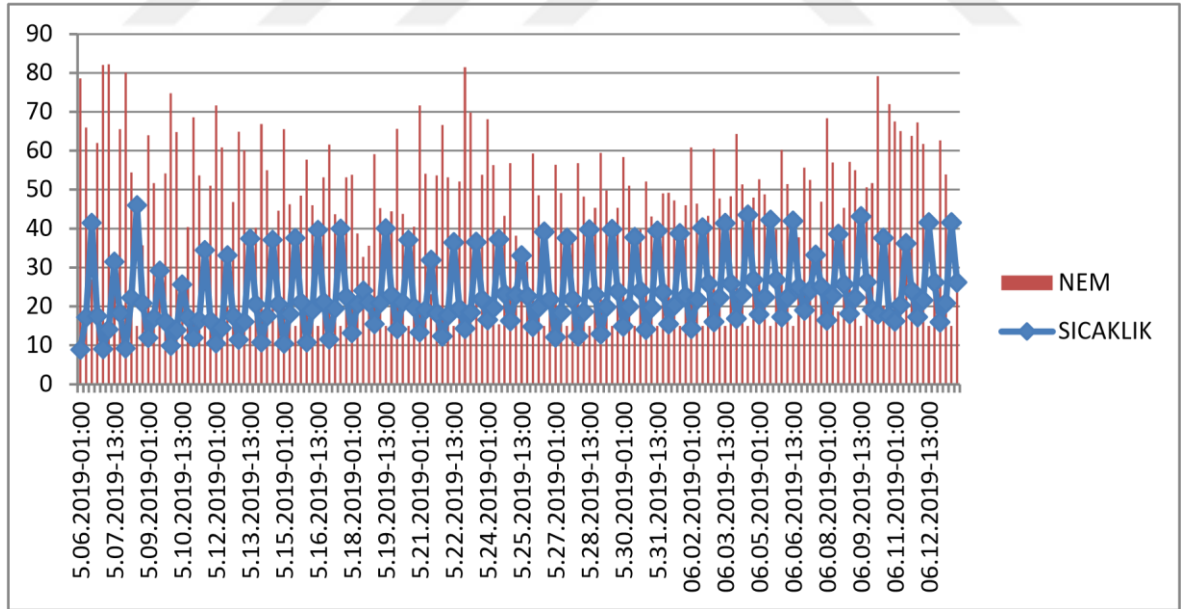
Denemede yetiştirme ortamı olarak YYÜ uygulama seralarında bulunan toprak elekten geçirilerek ve homojen karışımı sağlandıktan sonra toprak analizine gönderilmiş ve sonuçları Çizelge 3.2 de yer almaktadır.

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan toprağın özellikleri

| Analiz Tipi                                   | Sonuç  | Durumu       |
|-----------------------------------------------|--------|--------------|
| Potasyum (K <sub>2</sub> O) kg/da             | 58.02  | Yüksek       |
| Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) kg/da | 3.12   | Az           |
| Kireç (%)                                     | 11.025 | Orta Kireçli |
| Organik Madde (%)                             | 1.98   | Az           |
| ToplamTuz (%) pH                              | 0.036  | Tuzsuz Nötr  |
| Saturasyon (%)                                | 7.21   | Tınlı        |
|                                               | 31.1   |              |

### 3.3. Çalışmanın yürütüldüğü iklim koşulları

Çalışmanın yürütüldüğü sera ortamına HOB0 aleti bırakılarak her 6 saatte bir sıcaklık ve nem değerlerinin ölçülmesi sağlanmıştır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. 6 Mayıs 2019-13 Haziran 2019 tarihleri arasındaki sera içi sıcaklık-nem grafiği.

### 3.4. Yapılan Ölçüm ve Analizler

Bitki boyu: Bitki boyu hasat yapıldıktan sonra kök boğazından büyüme ucuna kadar 1cm duyarlılıkta cetvel ile cm cinsinden ölçülmüştür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Sürgün boy ölçümü.

Kök boyu: Bitki kök boyu kök boğazından kök ucuna kadar 1cm duyarlılıkta metre ile cm cinsinden ölçülmüştür (Şekil 3.3).



Şekil 3.3.a. Kökleri saksıdan çıkarma b.c. Köklerden toprakları ayıklama d. Topraktan arındırılmış kök e.f. Kök boy ölçümü.

Gövde çapı: Bitkilerde gövde çapı kumpas ile mm ( $\pm 0,5$ ) cinsinden belirlenmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Gövde çapı ölçümü.

Yaprak sayısı: Uygulamalar sonunda ıspanak bitkilerinin tüm yaprakları teker teker sayılarak belirlenmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Ispanak bitkilerinde yaprak sayımı.

Yaprak alanı ( $\text{cm}^2$  / bitki) : Ispanak bitkisinin farklı yaşlardaki yapraklarından alanı bilinen metal bir çember ile bunların ağırlığı tartılarak yapılmıştır. Daha sonra bu alan ve ağırlık ilişkisine göre tüm bitkinin yaprak ağırlığına oranlanarak bütün bitkinin yaprak alanı hesaplanmıştır(Ergün, 2011).

Yaprak taze ve kuru ağırlığı: Uygulamalar sonucunda hasat edilen tüm bitkilerin yaprak ağırlığı 0.1 hassasiyetindeki bir terazide tartılarak kaydedilmesinin ardından bitki sayısına bölünerek bitki yaş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Kuşvuran, 2010). Aynı örnekler bir gün açıkta serilerek bekletilmiş ve ardından 65 °C etüvde 48 saat süreyle kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları hassas terazide tartılarak tespit edilmiştir (Şekil 3.6).



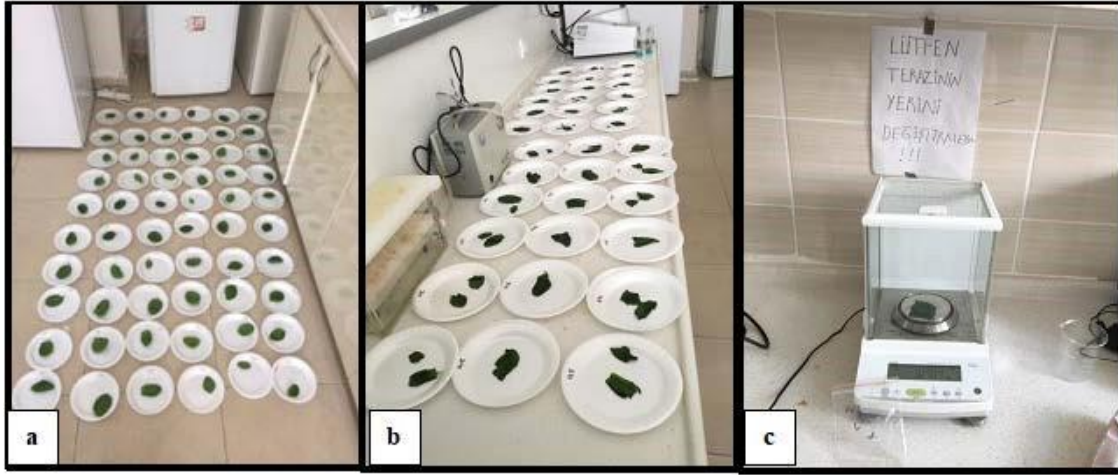
Şekil 3.6. Bir gün açıkta serilerek bekletilen örnekler.

Kök taze ve kuru ağırlığı: Uygulamalar sonucunda hasat edilen tüm bitkilerin kök ağırlığı 0.1 hassasiyetindeki bir terazide tartılarak kaydedilmiştir. Daha sonra aynı örnekler bir gün açıkta serilerek bekletilmiş ve 65 °C etüvde 48 saat süreyle kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları da hassas terazide tartılarak tespit edilmiştir (Kuşvuran, 2010).

Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi: Yaprak oransal su içeriği, uygulamalar sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerin önce yaprak taze ağırlıkları hassas terazide tartıldıktan sonra dört saat saf su içinde bekletilmelerinin ardından turgor ağırlıkları saptanmıştır. Daha sonra bu yapraklar 65 °C etüvde 48 saat bekletilip hassas terazide tartılmış ve Eş 3.1'e göre hesaplanarak yaprak oransal su içerikleri yüzde cinsinden belirlenmiştir (Şekil 3.7).

$$YOSİ = (TA-KA)/(TuA-KA) \times 100 \quad (3.1)$$

**TA:** Taze Ağırlık **KA:** Kuru Ağırlık **TuA:** Turgor Ağırlığı



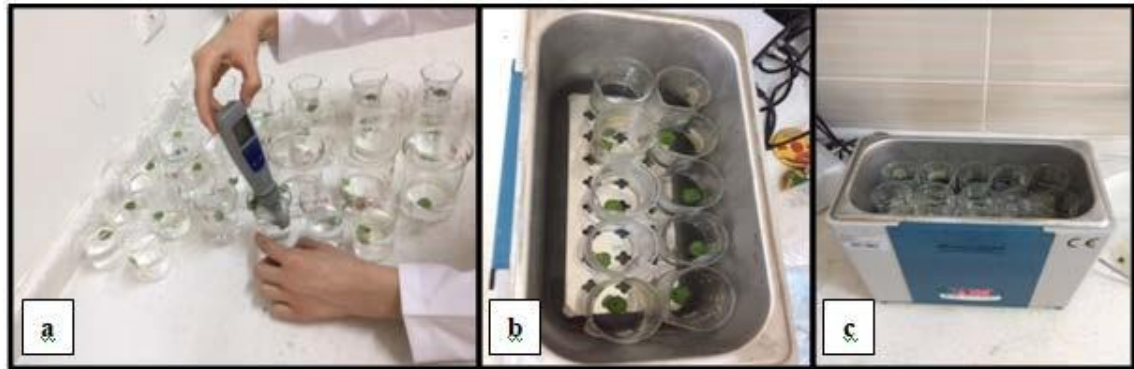
Şekil 3.7.a. Yaprak örnekleri 4 saat saf içinde bekletilirken b. Etüv sonrası kuru yaprak örnekleri c. Hassas terazide ölçüm yaparken bir görüntü.

Membran zararlanma indeksi: Membran zararlanma indeksi (Kuşvuran, 2010)'a göre yapılmıştır. Mikroalg ve besin uygulamalarının ardından ıspanak yapraklarından 17 mm çapında diskler alınarak de-iyonize su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra EC si ölçülerek yine aynı diskler 100 °C'de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değerinin ölçülmesiyle elde edilen değerler aşağıdaki formüle Eş 3.2'ye yerleştirilip, yaprak membran zararlanması % cinsinden hesaplanmıştır (Şekil 3.8).

$$MZİ = (Lt-Lc/1-Lc) \times 100 \quad (3.2)$$

Lt: Stres uygulanan bitki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC/ Otoklav sonrası EC Lc:

Kontrol bitki yaprağının otoklav edilmeden önceki EC/ Otoklav sonrası EC



Şekil 3.8.a. de-iyonize su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra EC ölçüm işlemi b.10 dk 100 °C'de su banyosu işlemi.

Klorofil miktarının belirlenmesi: Çalışmada hasat olgunluğundaki bitkilerin üzerindeki klorofil miktarının belirlenmek için SPAD metre kullanılmıştır. Çalışma sonunda her bir saksı için ayrı ölçümler yapılmıştır. Aynı bitkinin farklı yaprakların da 3 ile 4 ölçüm yapılmış ve alınan ölçümler toplanıp yapılan ölçüm miktarına bölünerek o bitkinin klorofil miktarı belirlenmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9.a.b. SPAD metre ile klorofil ölçme işlemi.

SÇKM (Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı) (%): Ispanak bitkilerinin genç, orta yaşlı ve yaşlı yaprakları hasat zamanı örneklemeler alındıktan sonra katı meyve suyu çıkaracağında suyu çıkarılarak SÇKM bir el refraktometresi ile ölçülmüştür.

Bitkilerde lipid peroksidasyonu ürünü malondialdehit (MDA): Bitkilerin alttan 3. yaprağından alınan 0.5 g yaprak örneği 10 ml % 0.1'lik trikloroasetik asit (TCA) ile homojenize edildikten sonra homojenat 15000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir.

Santrifüj edilen örneğin berrak kısmından 1 ml alınıp, üzerine 4 ml % 20'lik TCA içerisinde çözülmüş % 0.5'lik tiobarbiturik asit (TBA) katılmıştır. Karışım 95 °C'de 30 dakika bekletildikten sonra hızla buz banyosunda soğutulup 10000 rpm'de 10 dakika santrifüj yapıldıktan sonra berrak kısımda 532 ve 600 nm dalga boyunda okuma yapılmış ve aşağıdaki eşitlik ile Eş 3.3'e göre MDA içeriği hesaplanmıştır (Şekil 3.10)

(Güneri Bağcı, 2010; Jebara ve ark., 2010).

$$MDA = ((A_{532-632}) \times V(10 \text{ ml sabit}) \times 1000) / ExW$$

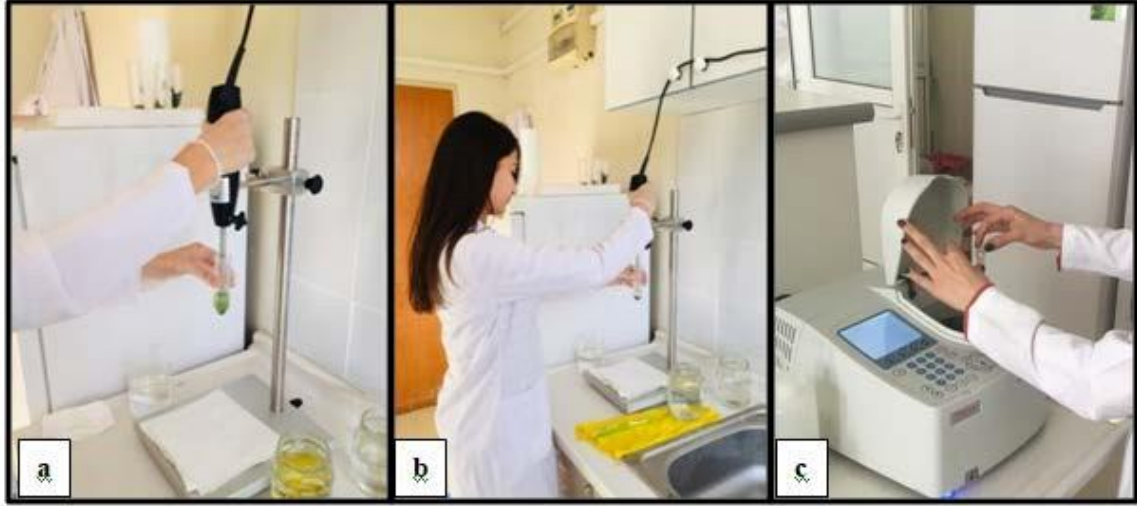
(3.3) A:

dalga boyu

V: homojenize edilen TCA miktarı 10 ml (sabit)

E: 155 mm/gram (sabit)

W: taze bitki örneği miktarı( 0.5 gram sabit)



Şekil 3.10. a.b.Homojenizasyon işlemi yapılırken c.532 ve 600 nm dalga boyunda okuma yapılırken bir görüntü.

### 3.5. Enzim aktivitelerinin belirlenmesi

#### 3.5.1. Katalaz (CAT) aktivitesi

Katalaz aktivitesi, 240 nm dalga boyunda  $H_2O_2$ 'nin kaybolmasının izlenmesi ile belirlenmiştir. Reaksiyon çözeltisi olarak 0.05 M fosfat tamponu ( $KH_2PO_4$ ), 1.5 mM  $H_2O_2$  karışımı kullanılmıştır (pH: 7.0). 2.5 ml reaksiyon çözeltisi ile 0.2 ml bitki ekstraktı karıştırılmıştır. Spektrofotometrede 240 nm dalga boyunda 0. ve 60. saniye okumaları alınmıştır. Reaksiyon 0.1 ml enzim ekstraktının ilavesi ile başlatılmıştır. Değerlendirme 1 dakika içinde absorbansdaki değişim dikkate alınarak yapılmıştır (Güneri Bağcı, 2010; Jebara ve ark., 2010).

#### 3.5.2. Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi

Reaksiyon çözeltisi olarak 50 mM Na-fosfat tamponu ( $Na_2HPO_4 \times H_2O_2$ ), 0.1 mM Na- EDTA, 33  $\mu$ M NBT, 5  $\mu$ M riboflavin, 13 mM methionin karışımı kullanılmıştır (pH: 7.0). 2.5 ml reaksiyon çözeltisi ile 0. 1 veya 0.2 ml bitki ekstraktı karşılaştırılmıştır. Reaksiyon 25 °C'de 75  $\mu$ mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (40 W) ışık altında 10 dakika bekletilerek sağlanmıştır. Kontrol çözeltisi enzimsiz olarak karanlıkta aynı süre

bekletilmiştir. Kontrol ve Reaksiyon çözeltisi 560 nm’de okunmuştur (Şekil 3.11). SOD aktivitesi ünite olarak NBT’ un % 50’sini indirgeyen aktivite olarak belirlenmiştir (Güneri Bağcı, 2010; Jebara ve ark., 2010).

### 3.5.3. Askorbat peroksidaz (APX) aktivitesi

Askorbat peroksidaz aktivitesi, 290 nm dalga boyunda askorbik aside bağlı  $H_2O_2$ ’nin indirgenmesi ölçülmüştür. Reaksiyon çözeltisi olarak 50 mM fosfat tamponu ( $KH_2PO_4$ ), 0.5 mM askorbik asit, 0.1 mM EDTA, 1.5 mM  $H_2O_2$  karışımı kullanılmıştır (pH: 7.0). 3 ml reaksiyon çözeltisi ile 0.1 ml bitki ekstraktı karıştırılmıştır. Spektrofotometrede 290 nm dalga boyunda 0. ve 60. saniye okumaları alınmıştır (Şekil 3.11). Reaksiyon 0.1 ml enzim ekstraktının ilavesi ile başlatılmıştır. Değerlendirme 1 dakika içinde absorbandsdaki değişim dikkate alınarak yapılmıştır (Güneri Bağcı, 2010; Jebara ve ark., 2010).



Şekil 3.11. a. Homojenizasyon işlemi yapılırken bir görüntü. b. 40W ışık kaynağında bekletilirken c.d. ölçümleri yapılırken.

### 3.6. Besin elementleri analizi

Önceden etüvde kurutulan bitki örnekleri toz haline getirildikten sonra kuru yakma yöntemi kullanılarak analizler yapılmıştır. Bitkilerden 0.5 gram örnek alınarak krozelerde 1 ml etil alkol ile ön yakma işlemi yapılmıştır. Krozeler soğuduktan sonra yaklaşık 9-12 saat süreyle 500 °C’de kül fırınında yakma işleminin ardından küle 3 N HCl’den 4 ml karıştırılarak krozeler hot pleyt üzerinde sarı renk alıncaya kadar bekletilmiştir. Hot pleyt üzerinden alınan porselen krozeler önceden hazırlanmış süzme

seti yardımıyla 50 ml balon jojelere aktarılarak üzeri saf su ile tamamlanmıştır. Elde edilen bu ekstrak (Kacar 1984) 'a göre belirlenmiştir. Azot (N), fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), sodyum (Na), demir (Fe), mangan (Mn), bakır (Cu) ve çinko (Zn) içerikleri Van Y.Y.Ü. Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde analiz edilmiştir.

### **3.7. Verilerin Değerlendirilmesi**

Deneme sonunda elde edilen veriler SPSS paket programında tesadüf parselleri faktöryel deneme desenine göre varyans analizi ile analiz edilmiş ve istatistiksel olarak önemli bulunan sonuçlarda, uygulamalar arasındaki farklılığı belirlemek için %1 veya %5 önem düzeyinde Duncan çoklu karşılaştırma testi (gübre miktarı) veya t-test (mikroalg uygulaması) uygulanarak, sonuçlar ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Bitki Boyu

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta bitki boyu üzerine etkileri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Elde edilen değerler istatistiksel olarak incelendiğinde, bitki boyunda önemli düzeyde bir farklılık gözlemlenmiştir ( $p<0.001$ ). Gübre ortalamaları arasındaki değerlere bakıldığında bütün gübre dozlarının kontrol (%0 gübre) uygulamasına göre daha yüksek bitki boyu değerleri elde edildiği görülmüştür. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde ise, en yüksek değer 13.687 cm ile alg uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer 11.860 cm ile alg uygulanmayan grupta yer almıştır. Genel olarak gübre ve ALG (+) uygulamalarında bitki boylarının tamamı kendi kontrolüne göre daha fazla artış göstermiştir. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonunda bitki boyundaki en yüksek değer 15.333 cm ile %75 gübre ve ALG (+) uygulamasında bulunmuştur. Bu değeri 14.867 cm ve 14.567 cm ile sırasıyla %50 gübre ve ALG (+) uygulaması ile %25 gübre ve ALG (+) uygulaması takip etmiştir. Gübre ve alg uygulamaları arasında bitki boyundaki en düşük değer 10.300 cm ile %0 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (-) grupta görülürken, bu değeri yine 10.800 cm ile %0 gübre ve alg uygulaması yapılan ALG (+) grup takip etmiştir.

Çizelge 4.1. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki boyuna etkileri (cm)

| Uygulamalar | %0         | %25     | %50     | %75     | %100    | Ortalama   |
|-------------|------------|---------|---------|---------|---------|------------|
| ALG (-)     | 10.300     | 12.617  | 12.650  | 12.267  | 11.467  | 11.860B*** |
| ALG (+)     | 10.800     | 14.567  | 14.867  | 15.333  | 12.867  | 13.687A    |
| Ortalama    | 10.550B*** | 13.592A | 13.758A | 13.800A | 12.167A | 12.773     |

\*\*\*= $p<0.001$  Düzeyinde önemli

Yapmış olduğumuz çalışmada mikroalg uygulamalarının ıspanak bitki boyu üzerine etkileri gübre ile birlikte kullanıldığı takdirde olumlu sonuçlar doğurmuştur. Elde edilen değerler istatistiksel olarak incelendiğinde, bitki boyunda önemli düzeyde bir farklılık olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan benzer çalışmalara bakıldığında ise elde ettiğimiz sonuçlar ile paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Ergün ve ark. (2020)'nın Çukurova Üniversitesinde yapmış oldukları bir sera denemesinde, su kültüründe kıvırcık marul yetiştiriciliğinde farklı mineral gübre dozları (%100 (kontrol), %80, %60 ve %40) üzerine mikroalg biyo-gübresi olarak *Chlorella vulgaris* uygulamasının büyüme ve gelişme üzerine etkilerini araştırılmıştır. Bu araştırma sonucunda, en yüksek bitki boyu %100 Besin+Mikroalg uygulamasında görülürken, Besin+Mikroalg uygulamalarında bitki boylarının tamamı kendi kontrolü olan mikroalgsiz besin uygulamasına göre %13.54-% 19.58 oranında artış göstermiştir. . Yapmış olduğumuz çalışmada gübre ve mikroalg birlikte kullanımı bitki boyu üzerine %4.85 - %24.99 oranında artışa neden olmuştur. Ergün ve ark. (2020)'nın bulgularına paralel olarak yapmış olduğumuz çalışmada da mikroalg uygulamasının bitki boyuna olumlu etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada topraksız domates yetiştiriciliğinde farklı besin dozlarında (% 100, % 80, % 60 ve % 40) mikroalg (*Chlorella vulgaris*) kullanımının etkileri araştırılmıştır. Üç defa farklı zamanlarda domates bitki boyu ölçümü yapılmış ve en son yapılan ölçümlerde %100 Besin+Alg uygulaması dışında diğer uygulamalar kendi kontrollerinin üzerinde bitki boyu değerlerine ulaşmışlardır. Domates bitki boyu ölçüm değerleri birbirine yakın değerler gösterdiğinden uygulamaların etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir (Aydöner ve ark., 2011). Yapmış olduğumuz çalışma da ıspanak üzerine gübre ve mikroalglerin birlikte kullanımları istatistiksel olarak önemli bulunurken, Aydöner ve ark. (2011)'nin yapmış oldukları çalışmada domates bitki boyu sonuçları istatistiki olarak önemsiz bulunmuş olunmakla birlikte veriler detaylı olarak incelendiğinde %100 Besin+ALG dışındaki tüm uygulamalarda kendi kontrollerinin üzerinde bitki boyu elde edildiği gözükmemektedir; bu açıdan yapmış olduğumuz çalışmayı destekler nitelik taşımaktadır.

Yılmaz ve ark. (2020), kıvırcık marul bitkilerinde biyo-gübrelerin büyüme ve gelişme üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada kontrol olarak %100 gübre kullanılmış ve %50 gübreye ek olarak mikroalg-mikoriza-bakteri uygulamalarının marul gelişme üzerine etkilerine bakılmıştır. Çalışma sonucunda mikroalglerin marul bitki boyu üzerine etkileri mikoriza ve bakteriye göre daha düşük bulunmuştur. Ancak çalışma daha dikkatli incelendiği zaman %50 gübre üzerine mikroalg kullanımının mikoriza ve

bakteri uygulamalarına göre en az artışa neden olsa bile kontrol grubundan daha yüksek bitkiler elde edilmesini sağladığı görülmektedir.

Yapılan bir başka çalışmada ise soya bitkisinde deniz yosunu ekstraktının verim, bitki büyümesi ve besin alımına etkilerini araştırılmıştır. Deniz yosunu ekstraktı yapraktan sprey şeklinde farklı konsantrasyonlarda (% 0- 2.5- 5.0- 7.5-10- 12.5 ve 15) uygulanmıştır. Bunun sonucunda en yüksek bitki boyunun %15 konsantrasyonda uygulanan deniz yosunu ekstraktında olduğu tespit edilmiştir(Rathore ve ark., 2009). Bununla birlikte bir yosun türevi olan alglerin soya bitkisinde olduğu gibi ıspanak bitkisinde de bitki boyu artışı konusunda etkili olduğunu söylenebilir.

#### 4.2. Kök Boyu

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta kök boyu üzerine etkileri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Bitki kök boyu değerleri birbirine yakın değerler gösterdiğinden uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Gübre ortalamaları arasındaki değerler incelendiğinde, en yüksek değer 30.000 cm ile %25 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 23,666 cm ile %100 gübre uygulamasında görülmüştür. Kök boyu bakımından kontrol (%0) ve %25 gübre uygulaması değerleri diğer gübre uygulamalarından daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi olarak bitkilerin kökler yardımıyla besin arayışında bulunduğunu söylenebilir; bununla doğru orantılı olarak %100 gübre uygulamasında ise kök boyunun daha kısa olduğu gözlemlenmiştir. Gübre ve alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde ise, istatistiki olarak önemli çıkmasa da en yüksek değer 28.766 cm ile ALG(+) uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer 25.700 cm ile ALG(-) uygulanmayan grupta yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonunda kök boyundaki en yüksek değer 34.666 cm ile %0 gübre ve ALG (+) uygulamasında bulunmuştur. Bu değeri 31.500 cm ile %25 gübre ve ALG (+) uygulaması takip etmiştir. Gübre ve alg uygulamaları arasında kök boyundaki en düşük değer 21,666 cm ile %100 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (+) grupta görülmüştür.

Çizelge 4.2. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının kök boyuna etkileri(cm)

| Uygulamalar | %0                   | %25    | %50    | %75    | %100   | Ortalama                      |
|-------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|
| ALG (-)     | 25.166 <sup>öd</sup> | 28.500 | 24.000 | 25.166 | 25.666 | 25.700 <sup>öd</sup>          |
| ALG (+)     | 34.666               | 31.500 | 28.500 | 27.500 | 21.666 | 28.766                        |
|             | 30.000               | 26.250 | 26.333 | 23.666 | 27.233 | Ortalama 29.916 <sup>öd</sup> |

öd: önemli değil

Yapılan bir çalışmada farklı konsantrasyonlarda sıvı deniz yosunu gübresinin maş fasulyesinde tohum çimlenmesi, büyüme, biyokimyasal analize ve verime olan etkisini araştırılmıştır. Bu araştırma sonucunda, 1:10 oranındaki deniz yosunu konsantrasyonunun gövde uzunluğu, kök uzunluğu, yan kök sayısı, kökteki nodül sayısı, klorofil, protein gibi özelliklerde en yüksek değerlere ulaşıldığı bildirilmiştir (Bai ve ark., 2011). Yapmış olduğumuz çalışmayı değerlendirecek olursak, ıspanak kök boyu değerleri istatistiksel olarak önemli sonuçlar vermese de, %100 gübre ve ALG(+) uygulamaları dışındaki tüm uygulamaların kendi kontrollerinden daha yüksek kök boyu değerlerine sahip olduğu görülmektedir.

Yapılan bir başka çalışma ise, Ege Üniversitesi serasında domates fideleri üzerine biyogübre olarak mikroalg uygulamasının bitki büyüme gelişme üzerine etkisinin araştırılmıştır. Denemede mikroalg uygulamaları 4 farklı gruba (kökten sıvı, kökten kuru alg, yapraktan foliar sprey şeklinde ve kontrol grubu olacak şekilde) ayrılmıştır. Yapılan uygulamalar sonucunda bitki boyu, gövde çapı ve kök boyu üzerine etkisi istatistik değerleri sonucunda önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada en uzun kök boyu 28.2 cm ile foliar sprey uygulamasından alınırken, en kısa kök boyu 22.2 cm ile kontrol grubu bitkilerinde görülmüştür. Kontrol grubuna göre foliar sprey uygulaması ile kök boyu %21.3 düzeyinde artış göstermiştir (Özdemir, 2014). Yapmış olduğumuz çalışmada kök boyu aynı şekilde istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, %25, %50 ve %75 gübre dozlarında kendi kontrollerine göre ALG(+) uygulamaları kök boyu üzerine sırasıyla %10.52, %18.75 ve %9.27 oranında artışa neden olarak, alglerin kök boyu ve gelişimine neden olması açısından benzer sonuçlar doğurmuştur.

Yapılan başka bir çalışmada, organik silajlık mısır bitkisi (*Zea mays* L.) üzerine biyogübre olarak *Chlorella vulgaris* kullanılıminin mısır metabolik özellikleri ve büyüme

parametrelerine etkisi araştırılmıştır (Önalın, 2012). Mısır bitkisinin kök uzunluğu değeri incelenmiş ve alg uygulanan grupların kendi kontrollerinden daha fazla kök uzunluğuna sahip olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.3. Gövde Çapı

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta gövde çapı üzerine etkileri Çizelge 4.3’de verilmiştir. Yapılan alg uygulamalarında elde edilen istatistiksel değerler incelendiğinde gövde çapında önemli düzeyde bir farklılık olduğu gözlemlenmiştir ( $p<0.01$ ). Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde, en yüksek değer 3.381 ile ALG(+) uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer 2.690 cm ile ALG(-) uygulanmayan grupta yer alırken %25.68 oranında artış göstermiştir.

Gübre ortalamaları arasındaki değerler istatistiki olarak önemli çıkmasa da en yüksek değer 3.243 ile %100 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 2.883 ile %50 gübre uygulamasında görülmüştür. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksyonda istatistiki olarak önemli çıkmasa da gövde çapındaki en yüksek değer 3.922 ile %100 gübre ve ALG (+) uygulamasında bulunmuştur. Bu değeri 3.357 ve 3.293 ile sırasıyla %75 gübre ve ALG (+) uygulaması ile %25 gübre ve ALG (+) uygulaması takip etmiştir. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksyonda gövde çapındaki en düşük değer 2.555 ile %50 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (-) grupta görülürken, bu değeri yine 2.565 ile %100 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (-) grup takip etmiştir.

Çizelge 4.3. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının gövde çapına etkileri(mm)

| <u>Uygulamalar</u> | <u>%0</u>           | <u>%25</u> | <u>%50</u> | <u>%75</u> | <u>%100</u> | <u>Ortalama</u> |
|--------------------|---------------------|------------|------------|------------|-------------|-----------------|
| ALG (-)            | 2.825 <sup>öd</sup> | 2.697      | 2.555      | 2.808      | 2.565       | 2.690B**        |
| ALG (+)            | 3.122               | 3.293      | 3.212      | 3.357      | 3.922       | 3.381A          |
| <b>Ortalama</b>    | 2.973 <sup>öd</sup> | 2.995      | 2.883      | 3.083      | 3.243       | 3.036           |

\*\*=  $p<0.01$ ; ; öd: önemli değil

Organik silajlık mısır bitkisi (*Zea mays* L.) üzerine biyogübre olarak *Chlorella vulgaris* kullanımının mısır metabolik özellikleri ve büyüme parametrelerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (Önalın, 2012), mısır bitkisinin gövde çapı incelenmiş; çalışma sonucunda silajlık mısır bitkisinin kontrol grubu gövde çapı değeri ortalama 2.5

cm iken, *C. vulgaris* kullanılan grubun gövde çapı değeri ortalama 5 cm olarak ölçülmüştür. Yine mısır bitkisi (*Zea mays* L.) üzerine yapılan bir başka çalışmada ise biyogübre olarak farklı dozlarda *Chlorella vulgaris* kullanımının bitki morfolojisi ve besin değerine olan etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda mısır bitkisinin kontrol grubu gövde çapı değeri ortalama 7.5 cm iken, *C. vulgaris* kullanılan grubun gövde çapı değeri ortalama 11.5 cm olarak ölçülmüştür (Gezgin Demir, 2020) . Mikroalg ile yapılmış olan bu çalışmalara paralel olarak yapmış olduğumuz çalışmada da ALG(+) uygulaması yapılan gruplarda gövde çapı değeri yüksek çıkmıştır. Yapmış olduğumuz çalışma ile yapılan bu çalışmalar birbirlerini destekler niteliktedirler.

Yapılan bir başka çalışma ise, Ege Üniversitesi serasında domates fideleri üzerine biyogübre olarak mikroalg uygulamasının bitki büyüme gelişme üzerine etkisinin araştırılmasıdır (Özdemir, 2014). Denemede mikroalg uygulamaları 4 farklı gruba ayrılarak, kökten sıvı, kökten kuru alg, yapraktan spreyl şeklinde ve kontrol grubu olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Yapılan uygulamalar sonucunda bitki boyu, gövde çapı ve kök boyu üzerine etkisi istatistik değerleri sonucunda önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada köklere sıvı olarak yapılan alg uygulaması sonucu gövde çapı değeri, kontrol grubuna göre %21.5 artış göstermiştir. Yapmış olduğumuz çalışmaya bakacak olursak, gübre ve ALG (+) uygulamalarında gövde çaplarının tamamı kendi kontrolüne göre daha fazla artış göstermiş ve bu değer ortalama %25.68 olarak belirlenmiştir.

Yılmaz ve ark. (2020), yapmış olduğu bir çalışmada kıvırcık marul bitkilerinde biyo-gübrelerin büyüme ve gelişme üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kontrol olarak %100 gübre ve %50 gübreye ek olarak mikroalg-mikoriza-bakteri uygulamalarının marul gelişme üzerine etkilerine bakılmıştır. Çalışma sonucunda marul bitkilerinde kök boğaz çapı 20.19 mm ile 24.61 mm arasında değişirken, en düşük değer “%50 Besin+Alg” uygulamalarında kaydedilmiştir.

#### 4.4. Yaprak Sayısı

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta yaprak sayısı üzerine etkileri Çizelge 4.4’de verilmiştir. Elde edilen değerler istatistiksel olarak incelendiğinde gübre ortalamaları arasındaki değerler istatistiki olarak önemli çıkmasa da en yüksek

değer 9.333 ile %25 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 8.167 ile %100 gübre uygulamasında görülmüştür. Diğer uygulamaların yaprak sayısı değerleri, bu iki uygulamanın değerleri arasında yer almıştır. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde ise, en yüksek değer 8.833 ile ALG(+) uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer 8.467 ile ALG(-) uygulanmayan grupta yer almıştır.

Gübre ve alg uygulamaları arasındaki etkileşimde yaprak sayısındaki en yüksek değer 9.500 ile %25 gübre ve ALG (-) uygulaması yapılmayan grupta bulunmuştur. Bu değeri 9.333 ile %75 gübre ve ALG (+) uygulaması takip etmiştir. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki etkileşimde yaprak sayısındaki en düşük değer 8.000 ile %100 gübre ve alg uygulaması yapılan ALG (+) grupta görülürken, bu değeri 8.167 ile %0, %50, %75 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (-) grup takip etmiştir.

Çizelge 4.4. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki yaprak sayısına etkileri (adet)

| Uygulamalar | %0                  | %25   | %50   | %75   | %100  | Ortalama            |
|-------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| ALG (-)     | 8.167 <sup>öd</sup> | 9.500 | 8.167 | 8.167 | 8.333 | 8.467 <sup>öd</sup> |
| ALG (+)     | 8.500               | 9.167 | 9.167 | 9.333 | 8.000 | 8.833               |
| Ortalama    | 8.333 <sup>öd</sup> | 9.333 | 8.667 | 8.750 | 8.167 |                     |

8.650 öd: önemli değil

Yapılan benzer bir sera denemesinde, su kültüründe kıvrıkcık marul yetiştiriciliğinde farklı mineral gübre dozları (%100 (kontrol), %80, %60 ve %40) üzerine biyogübre olarak *Chlorella vulgaris* uygulamasının büyüme ve gelişme üzerine etkilerini araştırılmıştır. Bu araştırma sonucunda, azalan mineral gübre seviyelerinde mikroalg kullanımıyla birlikte ortalama yaprak sayısının önemli bir şekilde arttığı bildirilmiştir (Ergün ve ark., 2020). Yapmış olduğumuz çalışmada elde ettiğimiz değerler istatistiksel olarak önemli çıkmasa da %0, %50, %75 gübre ve ALG(+) uygulaması yapılan grupların ALG(-) uygulaması yapılmayanlara göre yaprak sayısında artış olduğu görülmektedir. Genel olarak alg ortalama değerlerine batkımız zaman ALG(+) uygulaması yapılan grubun yaprak sayısı değeri ALG(-) uygulanmayan gruba göre %4.32 değerinde artış görülmektedir.

Konu ile ilgili yapılan bir başka çalışmada ise kıvrıkcık marul bitkilerinde biyogübrelerin büyüme ve gelişme üzerine etkileri araştırılmış çalışmada kontrol olarak %100 gübre ve %50 gübreye ek olarak mikroalg-mikoriza-bakteri uygulamalarının marul gelişme üzerine etkilerine bakılmıştır (Yılmaz ve ark., 2020). Çalışma sonucunda

bitki başına yaprak sayısı 38.76 adet ile 34.50 arasında değişmiş ve değerler istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Yaprak sayısı en fazla “%100 Besin” uygulamasında görülürken, en az ise “%50 Besin” uygulamasında görülmüştür. %50 Besin+Mikroalg uygulaması ise 35.90 (adet/bitki) ile bu iki değer arasında yer almıştır.

Dineshkumar ve ark. (2018) tarafından, çeltikte potansiyel bir biyogübre olan *Chlorella vulgaris* ve *Spirulina platensis* mikrolag türler kullanımının bitki gelişimi ve tohum verimi üzerindeki etkisinin incelenmiştir. Çalışmada bitkilerin büyüme parametreleri incelenmiş tüm gübre dozlarında kontrole nazaran yaprak sayısında artış gözlenmiştir. Her iki mikroalg türünün de biyogübre olarak başarı ile kullanılabileceği bildirilmiştir. Bu çalışmalar ile paralellik gösteren sonuçlar, Aydoğan (2011) ve Gezgin Demir (2020) tarafından yapılan sırasıyla sera domates ve silajlık mısır bitkisi üzerine *Chlorella vulgaris* kullanımı üzerine yapılan çalışmalarında da görülmektedir. Bu iki çalışmalarda da aynı şekilde yaprak\_sayılarının alg kullanımına bağlı olarak artış gösterdiğini bildirilmektedir.

#### 4.5. Yaprak Alanı

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta yaprak alanı üzerine etkileri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Elde edilen değerler istatistiksel olarak incelendiğinde, yaprak alanı üzerinde önemli düzeyde bir farklılık gözlemlenmiştir ( $p<0.01$ ). Gübre ortalamaları arasındaki değerler incelendiğinde, en yüksek değer 48.208 ile %25 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 31.425 ile %0 gübre uygulamasında görülmüştür. %75 ve %50 gübre uygulamaları yaprak alanı değerleri, %25 gübre uygulaması grubunda yer almıştır. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde ise, en yüksek değer 45.867 ile alg uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer 37.817 ile alg uygulanmayan grupta yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki etkileşimde yaprak alanındaki en yüksek değer 54.917 ile %75 gübre ve ALG (+) uygulamasında bulunmuştur. Bu değeri 53.933 ve 47.817 ile sırasıyla %25 gübre ve ALG (+) uygulaması ile %50 gübre ve ALG (+) uygulaması takip etmiştir. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki etkileşimde yaprak alanındaki en düşük değer 26.933 ile %0

gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (-) grupta görülürken, bu değeri yine 35.917 ile %0 gübre ve alg uygulaması yapılan ALG (+) grup takip etmiştir.

Çizelge 4.5. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki yaprak alanına etkileri (cm<sup>2</sup>/bitki)

| <b>Uygulamalar</b> | <b>%0</b> | <b>%25</b> | <b>%50</b> | <b>%75</b> | <b>%100</b> | <b>Ortalama</b> |
|--------------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-----------------|
| <b>ALG (-)</b>     | 26.933    | 42.483     | 40.567     | 37.083     | 42.017      | 37.817B**       |
| <b>ALG (+)</b>     | 35.917    | 53.933     | 47.817     | 54.917     | 36.750      | 45.867A         |
| <b>Ortalama</b>    | 31.425B** | 48.208A    | 44.192A    | 46.000A    | 39.383AB    | 41.842          |

\*\*= p<0.01 Düzeyinde önemli

Yapılan bir çalışmada topraksız domates yetiştiriciliğinde farklı besin dozlarında (%100, %80, %60 ve %40) mikroalg *Chlorella vulgaris* kullanımının etkileri araştırılmıştır (Aydöner ve ark., 2011). Yaprak alanı için her tekerrürden 3 adet bitki seçilmiş ve bunlardan yaprak örnekleri alınarak alan ölçer ile ölçümleri yapılmış ve domates yaprak alanı ölçüm değerlerinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bildirilmiştir.

Türkmen Tuna (2019)'nın yapmış olduğu çalışmada, 4 kavun genotipi üzerine kontrol, tuz, tuz+mikroalg uygulamaları yapılarak tuz stresine karşı mikroalglerin etkisi incelenmiştir. Deneme sonunda yaprak alanı bakımından incelenen genotiplere bakıldığında zaman en yüksek değerler kontrol bitkilerinde bulunurken, en düşük değerler ise stresin etkisiyle tuz uygulaması yapılan grupta yer almıştır. Tuz+mikroalg uygulaması bu iki değer arasında yer alarak stresin engelleyici etkisini belirli bir seviyeye kadar azalttığı bildirilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmamızda yaprak alanı değerleri, %100 gübre uygulaması dışında diğer tüm uygulamaların (%0, %25, %50 ve %75) ALG(+) ile birlikte kullanımı daha yüksek yaprak alanı değerlerine ulaşarak istatistiksel açıdan da önemli bir sonuç elde edilmiştir

Mufwanzala ve Dikinya (2010), ıspanak bitkisi üzerine biyogübre olarak tavuk gübresi kullanımının tuzluluğa, büyüme ve verimine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada 3 farklı toprak grubuna %5, 10, 20 ve 40 oranında tavuk gübresi ile karıştırılmış ve çalışma sonunda %10 gübre ilavesi yapılan grubun yaprak alanı değerleri kontrole göre önemli oranda artmış ve en yüksek değere ulaşmıştır. Peyvast ve ark. (2008)'nin yapmış

olduğu benzer bir çalışmada ise organik gübre olarak vermikompost kullanılmış (%0, 10, 20 ve 30) ıspanak yaprak alanı üzerine %10 uygulamasında en yüksek değer elde edilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada ıspanak bitkisi üzerine biyogübre olarak mikroalg kullanılmış ve yaprak alanı değerleri incelendiğinde sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu iki çalışma organik gübrelerin ıspanak yaprak alanı üzerine etkisinin benzer sonuçlar doğurması konu hakkında fikir sahibi olmamızı sağlamaktadır.

Moniem ve ark. (2008) ve Daşgan ve ark., (2012)'nin yapmış oldukları çalışmalarda da yukarıda bahsi geçen konulara paralel sonuçlar göstermektedir. Daşgan ve ark., (2012) ; Moniem *et al.* (2008) tarafından sırasıyla topraksız kabak yetiştiriciliği ve asma bitkisi üzerine *Chlorella vulgaris* kullanımının büyüme ve gelişme üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmaların sonucunda yaprak alanı değerlerinin *Chlorella vulgaris* kullanımına bağlı olarak artış gösterdiği bildirilmiştir. Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışmalar yapılan çalışmalar ile kıyaslandığında sonuçlar tutarlıdır.

#### 4.6. Yaprak Kuru ve Yaş Ağırlık Değerleri

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta yaprak kuru ağırlığı üzerine etkileri Çizelge 4.6'de verilmiştir. Yapılan gübre uygulamalarında elde edilen değerler istatistiksel olarak incelendiğinde yaprak kuru ağırlığında önemli ( $p < 0.01$ ) düzeyde bir farklılık olduğu, yapılan ALG(+) uygulamalarında elde edilen istatistiksel değerler incelendiğinde ise yaprak kuru ağırlığında önemli ( $p < 0.001$ ) düzeyde bir farklılık olduğu gözlemlenmiştir. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde, en yüksek değer 0.851 ile ALG(+) uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer 0.572 ile ALG(-) uygulanmayan grupta yer almıştır. Gübre ortalamaları arasındaki değerler incelendiğinde, en yüksek değer 0.923 ile %25 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 0.554 ile %100 gübre uygulamasında görülmüştür. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki etkileşimde yaprak kuru ağırlığındaki en yüksek değer 1.098 ile %25 gübre ve ALG (+) uygulamasında bulunmuştur. Bu değeri 1.033 ve 0.745 ile sırasıyla %50 gübre ve ALG (+) uygulaması ile %0 gübre ve ALG (+) uygulaması takip etmiştir. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki etkileşimde yaprak kuru ağırlığındaki en düşük değer 0.413 ile %0 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (-)

grupta görülürken, bu değeri yine 0.492 ile %50 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (-) grup takip etmiştir.

Çizelge 4.6. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının yaprak kuru ağırlığına etkileri (g)

| <b>Uygulamalar</b> | <b>%0</b> | <b>%25</b> | <b>%50</b> | <b>%75</b> | <b>%100</b> | <b>Ortalama</b> | <b>ALG (-)</b>                          |
|--------------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-----------------|-----------------------------------------|
|                    |           |            |            |            |             |                 | 0.413 0.747 0.492 0.603 0.605 0.572B*** |
| <b>ALG (+)</b>     | 0.745     |            | 1.098      | 1.033      | 0.875       | 0.504           | 0.851A                                  |
| <b>Ortalama</b>    | 0.579B**  | 0.923A     | 0.763AB    | 0.739AB    | 0.554B      | 0.712           |                                         |

\*\*= p<0.01; \*\*\*=p<0.001

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanak yaprak yaş ağırlığı üzerine etkileri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Yapılan gübre ve alg uygulamalarında elde edilen değerler istatistiksel olarak incelendiğinde uygulamaların yaprak yaş ağırlığının üzerinde önemli düzeyde bir farklılık gözlemlenmiştir (p<0.001). Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde, en yüksek değer 13.413 ile ALG(+) uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer 9.091 ile ALG(-) uygulanmayan grupta yer almıştır. Gübre ortalamaları arasındaki değerler incelendiğinde, en yüksek değer 15.247 ile %25 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 8.116 ile %0 gübre uygulamasında görülmüştür. Gübre ortalamaları arasındaki değerler önem seviyelerine göre incelendiğinde yaprak yaş ağırlık değerleri sırasıyla %75 daha sonra %50 ve %100 gübre uygulamaları aynı grupta yer almak üzere devam etmektedir. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki etkileşimde yaprak yaş ağırlığındaki en yüksek değer

18.253 ile %25 gübre ve ALG (+) uygulamasında bulunmuştur. Bu değeri 15.138 ve 14.940 ile sırasıyla %75 gübre ve ALG (+) uygulaması ile %50 gübre ve ALG (+) uygulaması takip etmiştir. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki etkileşimde yaprak yaş ağırlığındaki en düşük değer 6.195 ile %0 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (-) grupta görülürken, bu değeri yine 7.935 ile %50 gübre ve alg uygulaması

yapılmayan ALG (-) grup takip etmiştir.

Çizelge 4.7. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının yaprak yaş ağırlığına etkileri (g)

| <b>Uygulamalar</b> | <b>%0</b> | <b>%25</b> | <b>%50</b> | <b>%75</b> | <b>%100</b> | <b>Ortalama</b> |
|--------------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-----------------|
| <b>ALG (-)</b>     | 6.195     | 12.240     | 7.935      | 9.803      | 9.282       | 9.091B***       |
| <b>ALG (+)</b>     | 10.037    | 18.253     | 14.940     | 15.138     | 8.698       | 13.413A         |

|                 |           |         |          |          |         |        |
|-----------------|-----------|---------|----------|----------|---------|--------|
| <b>Ortalama</b> | 8.116C*** | 15.247A | 11.438BC | 12.471AB | 8.990BC | 11.252 |
|-----------------|-----------|---------|----------|----------|---------|--------|

\*\*\*=p<0.001

#### 4.6.1. Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Ispanakta Yaprak Yaş ve Kuru Ağırlık İçerikleri Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi

Kholssi ve ark. (2018)'ın yapmış olduğu benzer bir çalışmada ıspanak bitkisi üzerine biyogübre olarak *Anabaena sphaerica* ve *Chlorella vulgaris* uygulaması yaprak ve topraktan olmak üzere iki şekilde yapılmış ve büyüme parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Yaprak kuru ve yaş ağırlık değerleri tüm alg türü ve iki farklı uygulama yönteminde kontrole göre artış göstermiştir. Kuru ağırlık ortalama %24-29 oranında artış gösterirken yaş ağırlık değerleri ise %21-25 oranında artışa neden olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar yapmış olduğumuz çalışma bulguları ile birbirini destekler niteliktedir. Çalışmamız diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında zaman zaman %100 gübre uygulaması hariç birbirleriyle tutarlı sonuçlar elde edildiği gözlenmektedir.

Ergün ve ark. (2020)'nın Çukurova Üniversitesinde yapmış oldukları bir sera denemesinde ise su kültüründe kıvrıkcık marul yetiştiriciliğinde farklı mineral gübre dozları (%100 (kontrol), %80, %60 ve %40) üzerine mikroalg biyo-gübreleri olarak *Chlorella vulgaris* uygulamasının büyüme ve gelişme üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu araştırma sonucunda, bitki yaş ağırlık üzerine en yüksek değer %80 Besin+Mikroalg uygulamasında görülürken, en düşük değer %40 Besin uygulamasında olduğunu tespit etmişlerdir. Yaprak kuru ağırlığında ise en yüksek değer %100 Besin uygulamasında görülürken en düşük değer %80 Besin uygulamasında görülmüştür. Kuru ve yaş ağırlık değerleri için *Chlorella vulgaris* kullanımı ile %100 uygulaması hariç diğer tüm uygulamalar aynı besin dozunda daha yüksek yaş ağırlık değerlerine ulaşmıştır. Tam besin maddelerini içeren %100 uygulamasına alg eklendiğinde algsiz uygulamaya göre daha düşük bitki yaş ağırlık değerine ulaşmışlardır. Yapmış olduğumuz çalışmada %100 gübre uygulaması hariç diğer tüm uygulamalarda alg kullanımıyla daha yüksek yaprak kuru ve yaş ağırlık değerleri elde edilmiştir. Böylece yapılan çalışma ile yapmış

olduğumuz çalışmada mikroalg kullanımının yaprak kuru ve yaş ağırlığına etkisi bakımından paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Özdemir, (2014)'in organik domates yetiştiriciliği üzerine yaoılan bir sera denemesine ait çalışmada organik gübre olarak *Chlorella vulgaris* kullanımının bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada *Chlorella vulgaris*'in bitki gelişimi (bitki boyu, gövde çapı, kök boyu, vejetatif aksam, kök yaş ve kuru ağırlığı), verim değerleri (toplam verim, ortalama meyve adedi), yaprak klorofil içeriği gibi parametrelerinde artırıcı etkiye neden olduğu bildirilmiştir.

Dineshkumar ve ark. (2018) tarafından, çeltikte biyogübre olarak *Chlorella vulgaris* ve *Spirulina* kullanımının bitki gelişimi ve tohum verimi üzerindeki etkisinin araştırılmıştır. Araştırma sonunda incelenen parametreler bakımından mikroalg uygulamalarının verimi %7-29 oranında artırdığı, toprağın biyolojik ve kimyasal açıdan iyileştirici etkisinin olduğunu ve her iki mikroalg türünün de biyogübre olarak başarı ile kullanılabileceği bildirmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda da kullanılan mikroalglerin ıspanak bitkisinde yaprak yaş ve kuru ağırlığı arttırıcı etkiye sahip olduğu kanısına varılmıştır.

Aydöner (2011)'in yaptığı bir çalışmada sera topraksız domates yetiştiriciliğinde *Chlorella vulgaris* uygulamasının bitki büyüme ve gelişmelerinin incelenmiştir. Deneme boyunca oluşan koltuk sürgünleri ve bitkinin alt kısmındaki yaşlanmış yapraklar alınarak yaprak yaş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Böylece bitkilerin vejetasyon süresince ürettikleri toplam yaprak kuru ağırlığı bulunmuştur. Tüm uygulamalarda ki bitkilerin yaprak taze ağırlıkları bakımından %100 gübre uygulaması hariç diğer tüm uygulamalar alg kullanımıyla birlikte kendi kontrollerinin üzerinde yaprak kuru ve yaş ağırlık değerleri elde edilmiştir. Böylece yapılan çalışma ile yapmış olduğumuz çalışmada mikroalg kullanımının yaprak kuru ve yaş ağırlığına etkisi bakımından paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Kopta ve ark., (2018)'nın yapmış olduğu bir çalışmada alg (*Chlorella vulgaris*) ve bakteri (*Bacillus licheniformis*, *Bacillus megatherium*, *Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp. ve *Herbaspirillum* sp.) uygulamalarının, marul yaprak verimi ve besin parametreleri üzerine etkisinin belirlendiği çalışmada her 14 günde bir sulama yoluyla bitki köklerine

uygulandı ve çalışma sonunda taze ağırlığın önemli ölçüde etkilediğini ortaya koyduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda mikroalg kullanımının marul verimi üzerine olumlu etki ettiği belirtilmektedir. Yapılan çalışmada oluğu gibi biyogübre uygulamaları ıspanak bitkisi üzerinde önemli ölçüde verim artışına neden olarak elde edilen sonuçlarla elde ettiğimiz sonuçlar tutarlıdır.

#### 4.7. Kök Kuru ve Yaş Ağırlık

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta kök yaş ağırlığı üzerine etkileri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Yapılan ALG(+) uygulamalarında elde edilen istatistiksel değerler incelendiğinde gövde çapında önemli düzeyde bir farklılık olduğu gözlemlenmiştir ( $p<0.001$ ). Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde elde değerler incelendiğinde en yüksek değer 3.266 ile ALG(+) uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer 1.334 ile ALG(-) uygulanmayan grupta yer almıştır. Gübre uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde elde değerler istatistiki açıdan önemli bulunmasa da en yüksek değer 2.819 ile %0 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 1.655 ile %100 gübre uygulamasında görülmüştür. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki etkileşimde kök yaş ağırlığındaki en yüksek değer 4.768 ile %0 gübre ve ALG (+) uygulamasında bulunmuştur. Bu değeri 3.928 ve 3.638 ile sırasıyla %50 gübre ve ALG (+) uygulaması ile %25 gübre ve ALG (+) uygulaması takip etmiştir. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki etkileşimde kök yaş ağırlığındaki en düşük değer 0.837 ile %50 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (-) grupta görülürken, bu değeri yine 0.870 ile %0 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (-) grup takip etmiştir.

Çizelge 4.8. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının kök yaş ağırlığına etkileri

| Uygulamalar | %0                  | %25   | %50   | %75   | %100  | Ortalama  |
|-------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| ALG (-)     | 0.870 <sup>öd</sup> | 1.660 | 0.837 | 1.440 | 1.863 | 1.334B*** |
| ALG (+)     | 4.768               | 3.638 | 3.928 | 2.547 | 1.447 | 3.266A    |
| Ortalama    | 2.819 <sup>öd</sup> | 2.649 | 2.383 | 1.993 | 1.655 | 2.300     |

\*\*\*= $p<0.001$  ; ; öd: önemli değil

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta kök kuru ağırlık üzerine etkileri Çizelge 4.9’de verilmiştir. Elde edilen değerler istatistiksel olarak incelendiğinde, kök kuru ağırlık üzerine önemli düzeyde bir farklılık gözlemlenmiştir ( $p<0.001$ ). Gübre ortalamaları arasındaki değerler incelendiğinde, en yüksek değer 0.296 gr ile %0 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 0.153 gr ile %100 gübre uygulamasında görülmüştür. Gübre ortalamaları arasındaki değerler önem seviyelerine göre incelendiğinde kök kuru ağırlık değerleri sırasıyla %25 daha sonra %50 ve %75 gübre uygulamaları aynı grupta yer almak üzere devam etmektedir. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde ise, en yüksek değer 0.266 gr ile alg uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer 0.157 gr ile alg uygulanmayan grupta yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonunda kök kuru ağırlığındaki en yüksek değer 0.430 gr ile %0 gübre ve ALG (+) uygulamasında bulunmuştur. Bu değeri 0.315 gr ve 0.263 gr ile sırasıyla %50 gübre ve ALG (+) uygulaması ile %25 gübre ve ALG (+) uygulaması takip etmiştir. Gübre ve alg uygulamaları arasında kök kuru ağırlık en düşük değer 0.112 gr ile %50 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (-) grupta görülürken, bu değeri yine 0.152 gr ile %100 gübre ve alg uygulaması yapılan ALG (+) grup takip etmiştir.

Çizelge 4.9. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının kök kuru ağırlığına etkileri (g)

| Uygulamalar | %0        | %25     | %50     | %75     | %100   | Ortalama |
|-------------|-----------|---------|---------|---------|--------|----------|
| ALG (-)     | 0.162     | 0.203   | 0.112   | 0.157   | 0.153  | 0.157*** |
| ALG (+)     | 0.430     | 0.263   | 0.315   | 0.170   | 0.152  | 0.266    |
| Ortalama    | 0.296A*** | 0.233AB | 0.213BC | 0.163BC | 0.153C | 0.212    |

\*\*\*= $p<0.001$

Sera organik domates fideleri üzerine yapılan benzer bir çalışmada biyogübre olarak mikroalg uygulamasının bitki büyüme gelişme üzerine etkisinin araştırılmıştır. Denemede mikroalg uygulamaları 4 farklı gruba (kökten sıvı, kökten kuru alg, yapraktan foliar sprey şeklinde ve kontrol grubu olacak şekilde) ayrılmıştır. Yapılan uygulamaların sonunda istatistik değerlere bakıldığı zaman mikroalglerin kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine artırıcı etkiye neden olduğu bildirilmiştir (Özdemir, 2014). Yapmış olduğumuz çalışmada tüm gübre dozlarında kök yaş ağırlık değerleri alg kullanımıyla artış meydana gelerek diğer çalışmalarla tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Aynı şekilde kök kuru ağırlık değerleri için %100 gübre dozu haricindeki tüm dozlar kendi kontrollerine göre ALG(+)

kullanımıyla birlikte artışa neden olarak, alglerin kök boyu ve gelişimine neden olması açısından benzer sonuçlar doğurmuştur.

Mısır bitkisi üzerine organik gübre olarak kuru mikroalg (*Chlorella vulgaris*) uygulamasının kök ve gövde gelişimi üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışma sonucunda mikroalg ilavesinin, köklenme oranı ile birlikte kök ve gövde kuru ağırlıkları ve bitki boyunda kontrol bitkilerine oranla artış sağladığı ifade edilmiştir (Shaaban ve ark. 2001).

Ergün ve ark. (2020)'nın Çukurova Üniversitesinde yapmış oldukları bir sera denemesinde, su kültüründe kıvırcık marul yetiştiriciliğinde farklı mineral gübre dozları(%100 (kontrol), %80, %60 ve %40) üzerine mikroalg biyo-gübresi olarak *Chlorella vulgaris* uygulamasının büyüme ve gelişme üzerine etkilerini araştırılmıştır. Bu araştırma sonucunda *Chlorella vulgaris* kullanımının kök yaş ağırlığı, kuru ağırlığı ve kuru ağırlık oluşturma yüzdesi artırıcı etkiye neden olduğu bildiriliş olup, bu oran yapmış olduğumuz çalışmada olduğu gibi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

#### 4.8. Yaprak Oransal Su İçeriği Belirlenmesi (YOSİ)

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Alg ve gübre uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde elde edilen değerler istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Gübre uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde en yüksek değer 87.205 ile %25 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 84.300 ile %100 gübre uygulamasında görülmüştür. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde ise, en yüksek değer 86.088 ile alg uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer 85.513 ile alg uygulanmayan grupta yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki etkileşiminde yaprak oransal su içeriğindeki en yüksek değer 90.278 ile %25 gübre ve ALG (+) uygulamasında bulunmuştur. Gübre ve alg uygulamaları arasında yaprak oransal su içeriğindeki en düşük değer 83.575 ile %100 gübre ve alg uygulaması yapılan ALG (+) grupta görülmüştür.

Çizelge 4.10. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının yaprak oransal su içeriğine etkileri (cm)

| Uygulamalar | %0                   | %25    | %50    | %75    | %100   | Ortalama             |
|-------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|----------------------|
| ALG (-)     | 86.312 <sup>öd</sup> | 84.132 | 84.024 | 88.071 | 85.026 | 85.513 <sup>öd</sup> |
| ALG (+)     | 85.768               | 90.278 | 85.394 | 85.427 | 83.575 | 86.088               |
| Ortalama    | 86.040 <sup>öd</sup> | 87.205 | 84.709 | 86.749 | 84.300 | 85.800               |

öd: önemli değil

Yazlık bir baklagil türü olan guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) bitkisinde mikroalg kullanımının tuza tolerans üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada en yüksek YOSİ değeri kontrol grubunda yer alırken en düşük değer ise tuz uygulamasında kaydedilmiştir. Tuz+mikroalg uygulaması ise bu iki değer arasında yer alarak stresi azaltıcı yönde etkisinin olduğunu göstermektedir. YOSİ değeri tuz stresi uygulamasında %64.50 iken, mikroalg uygulaması ile bu değer %83.60 oranına ulaşarak artış göstermiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada mikroalg uygulamalarının ıspanak bitkisi YOSİ değerleri üzerine etkileri gübre ile birlikte kullanıldığı takdirde olumlu sonuçlar doğurmuştur ve bütün gübre dozları alg kullanımıyla birlikte kendi kontrollerinin üzerinde YOSİ değerine ulaşmışlardır(Can, 2019). Yapılan benzer çalışmalara bakıldığında elde ettiğimiz sonuçlar ile paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Kavun yetiştiriciliğinde biyogübre olarak bir mikroalg türü olan *Chlorella vulgaris* kullanımının tuz stresi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada YOSİ değerleri incelenmiş ve mikroalglerin stresi azaltarak YOSİ değerlerinin tuz uygulamalarına göre artırıcı etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Türkmen Tuna, 2019). Yapmış olduğumuz çalışmada mikroalg uygulamalarının ıspanak YOSİ değerleri üzerine artırıcı etkiye neden olduğu görülmektedir.

#### 4.9. Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarına (SÇKM)

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanaktaki suda çözünebilir kuru madde miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Gübre ortalamaları arasındaki değerler incelendiğinde, en yüksek değer 4.550 ile %100 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 4.050 ile %50 gübre uygulamasında görülmüştür. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde ise, en yüksek değer 4.640 ile alg uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer 3.880 ile alg uygulanmayan grupta

yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonunda suda çözünebilir kuru madde miktarındaki en yüksek değer 4.800 ile %75 gübre ve ALG (+) uygulamasında bulunmuştur. Gübre ve alg uygulamaları arasında suda çözünebilir kuru madde miktarındaki en düşük değer 3.500 ile %0 gübre ve alg uygulaması yapılan ALG (-) grupta görülmüştür.

Çizelge 4.11. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının suda çözünebilir kuru madde miktarına etkileri (%)

| Uygulamalar | %0                  | %25   | %50   | %75   | %100  | Ortalama            |
|-------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| ALG (-)     | 3.500 <sup>öd</sup> | 3.900 | 3.600 | 3.800 | 4.600 | 3.880 <sup>öd</sup> |
| ALG (+)     | 4.700               | 4.700 | 4.500 | 4.800 | 4.500 | 4.640               |
| Ortalama    | 4.100 <sup>öd</sup> | 4.300 | 4.050 | 4.300 | 4.550 |                     |

4.260 öd: önemli değil

Moniem ve ark. (2008), asma bitkileri üzerine bir mikroalg türü olan *Chlorella vulgaris*'in yaprak gübresi olarak kullanımının gelişme ve verim üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Meyve kalite kriteri olarak mikroalg kullanımının SÇKM, SÇKM/asit ve toplam şeker içeriklerinde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan benzer bir sera denemesinde, su kültüründe kıvırcık marul yetiştiriciliğinde farklı mineral gübre dozları (%100 (kontrol), %80, %60 ve %40) üzerine biyogübre olarak *Chlorella vulgaris* uygulamasının büyüme ve gelişme üzerine etkilerini araştırılmıştır. Bu araştırma sonucunda, azalan mineral gübre seviyelerinde mikroalg kullanımıyla birlikte ortalama SÇKM değerinde önemli bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir (Ergün ve ark., 2020).Yapmış olduğumuz çalışmada elde ettiğimiz değerler istatistiksel olarak önemli çıkmasa da %0, %25, %50, %75 gübre dozları ve ALG(+) uygulaması yapılan grupların ALG(-) uygulaması yapılmayanlara göre SÇKM değerlerinde artış olduğu görülmektedir. Yalnız %100 gübre dozu haricindeki tüm dozlar kendi kontrollerine göre ALG(+) kullanımıyla birlikte artışa neden olarak, alglerin SÇKM değerleri üzerinde önemli sonuç elde edilmemesi açısından diğer çalışmalarla benzer sonuçlar doğurduğu görülmektedir.

#### 4.10. Klorofil Miktarı

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanak klorofil miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.12’de verilmiştir. Gübre ve alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde elde edilen değerler istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Gübre uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde en yüksek değer 46,266 ile %25 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 42,591 ile %75 gübre uygulamasında görülmüştür. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde ise, en yüksek değer 44,803 ile alg uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer 44,210 ile alg uygulanmayan grupta yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonunda klorofil miktarındaki en yüksek değer 48,483 ile %50 gübre ve ALG (+) uygulamasında bulunmuştur. Bu değeri 47,083 ile %25 gübre ve ALG (+) uygulaması takip etmiştir. Gübre ve alg uygulamaları arasında klorofil miktarındaki en düşük değer 38,916 ile %100 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (+) grupta görülmüştür.

Çizelge 4.12. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının klorofil miktarına etkileri (SPAD)

| Uygulamalar | %0                   | %25    | %50    | %75    | %100   | Ortalama             |
|-------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|----------------------|
| ALG (-)     | 44.633 <sup>öd</sup> | 45.450 | 43.033 | 41.166 | 46.766 | 44.210 <sup>öd</sup> |
| ALG (+)     | 45.516               | 47.083 | 48.483 | 44.016 | 38.916 | 44.803               |
| Ortalama    | 45.075 <sup>öd</sup> | 46.266 | 45.758 | 42.591 | 42.841 | 44.506               |

öd: önemli değil

Dineshkumar ve ark. (2018)’nin çeltik üzerine yapmış oldukları bir çalışmada *Chlorella vulgaris* ve *Spirulina platensis* mikrolag türlerinin biyogübre olarak kullanımının N, P, ve K alınımlı konusunda artışa neden olduğundan dolayı bitkilerin klorofil içeriği arttırıcı etkide olduğunu bildirmişlerdir. Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışmada klorofil içeriğindeki değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmasa da %100 gübre uygulaması dışındaki tüm uygulamalar için alg kullanımı kendi kontrollerine göre artış göstermiştir.

Khalid ve ark. (2017)’nin ıspanak üzerine yararlı mikroroganizma içeren biogübre uygulaması ile ilgili yapmış oldukları bir çalışma sonunda ıspanak yapraklarındaki klorofil içeriğinin biyogübre kullanımıyla birlikte belirgin bir şekilde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışmada ıspanak bitkisi üzerine potansiyel bir biyogübre olarak mikroalg kullanımının yaprak klorofil

içeriğine etkisi istatistiksel açıdan önemli olmamakla birlikte %0, %25, %50 ve %75 gübre uygulamalarında artışa neden olmuştur.

Yapılan bir sera denemesinde domates fideleri üzerine biyogübre olarak mikroalg uygulamasının bitki büyüme gelişme üzerine etkisinin araştırılmıştır. Denemede mikroalg uygulamaları 4 farklı gruba (kökten sıvı, kökten kuru alg, yapraktan sprey şeklinde ve kontrol grubu olacak şekilde) ayrılmıştır. Yapılan uygulamaların sonunda istatistik değerlere bakıldığı zaman mikroalglerin kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine artırıcı etkiye neden olduğu bildirilmiştir (Özdemir, 2014).

Yapmış olduğumuz çalışmada tüm gübre dozlarında kök yaş ağırlık değerleri alg kullanımıyla artış meydana gelerek diğer çalışmalarla tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Aynı şekilde kök kuru ağırlık değerleri için %100 gübre dozu haricindeki tüm dozlar kendi kontrollerine göre ALG(+) kullanımıyla birlikte artışa neden olarak, alglerin kök boyu ve gelişimine neden olması açısından benzer sonuçlar doğurmuştur.

#### 4.11.Bitkilerde Lipit Peroksidasyonu Ürünü Malondialdehit (MDA)

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta MDA miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.13’de verilmiştir. Gübre ve alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde elde edilen değerler istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Gübre ortalamaları arasındaki değerler incelendiğinde, en yüksek değer 0.021 ile %0 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 0.018 ile %100 ve %75 gübre uygulamalarında görülmüştür. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde ise, en yüksek değer 0.020 ile alg uygulaması yapılmayan grupta yer alırken, en düşük değer 0.018 ile alg uygulaması yapılan grupta yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonunda MDA miktarındaki en yüksek değer 0.027 ile %0 gübre ve ALG (+) uygulamasında bulunmuştur. Gübre ve alg uygulamaları arasında MDA miktarındaki en düşük değer 0.010 ile %100 gübre ve alg uygulaması yapılan ALG (+) grupta görülmüştür.

Çizelge 4.13. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının MDA (Lipit peroksidasyonu ürünü malondialdehit) etkileri (nmol/g TA)

| Uygulamalar | %0                  | %25   | %50   | %75   | %100  | Ortalama            |
|-------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| ALG (-)     | 0.015 <sup>öd</sup> | 0.017 | 0.021 | 0.021 | 0.026 | 0.020 <sup>öd</sup> |

**ALG (+)** 0.027 0.022 0.020 0.015 0.010 0.018 **Ortalama** 0.021<sup>öd</sup> 0.019 0.020 0.018 0.018

---

0.019 öd: önemli değil

Yapılan bir çalışmada sıvı alg gübresinin farklı konsantrasyonlarda uygulamasının börülce, fasulye mısır, ve pirinç tohumları üzerine etkileri araştırılmıştır. Sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen bitkilerin enzim aktiviteleri incelenmiştir. Sıvı alg gübresinin börülce kök, gövde ve yapraklardaki MDA seviyesini artırıcı etkisi olduğunu ve farklı konsantrasyonlarda sıvı gübre uygulamalarının MDA oranında dalgalanmaların söz konusu olduğunu bildirmişlerdir (Çaparkaya, 2009). Aynı uygulamalar fasulye, pirinç ve mısır üzerine yapılmış ve analizler sonucunda börülcenin aksine MDA değerinde düşüş söz konusudur. Yapmış olduğumuz çalışmada da %0, %25 gübre dozlarında MDA değerleri kontrole göre yüksek bulunurken, diğer gübre dozlarında istatistiksel olarak önemli çıkmasa da düşük çıkmıştır. Yapılan çalışma ile yapmış olduğumuz çalışma karşılaştırıldığında bu durumun alg konsantrasyonuna bağlı olduğu söylenebilir.

#### 4.12. Askorbat peroksidaz (APX) enzim aktivitesi

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta APX enzim aktivitesi üzerine etkileri Çizelge 4.14’de verilmiştir. Gübre ve alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde elde edilen değerler istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Gübre ortalamaları arasındaki değerler incelendiğinde, en yüksek değer 0.009 ile %75 gübre uygulamasında görülürken, bu değeri %0 ve %25 gübre uygulaması takip etmiştir. En düşük değer ise 0.003 ile %50 ve %100 gübre uygulamalarında görülmüştür. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde ise, en yüksek değer 0.008 ile alg uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer 0.005 ile alg uygulaması yapılmayan grupta yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonunda APX enzim aktivitesi en yüksek değer 0.011 ile %25 gübre ve ALG (+) uygulamasında bulunmuştur. Gübre ve alg uygulamaları arasında APX enzim aktivitesi en düşük değer 0.000 ile %50 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (-) ve %100 gübre ve alg uygulaması yapılan ALG (+) grupta görülmüştür.

Çizelge 4.14. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının APX enzim aktivitesi üzerine etkileri (nmol/g TA)

| Uygulamalar | %0                  | %25   | %50   | %75   | %100  | Ortalama            |
|-------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| ALG (-)     | 0.009 <sup>öd</sup> | 0.006 | 0.000 | 0.003 | 0.006 | 0.005 <sup>öd</sup> |
| ALG (+)     | 0.006               | 0.011 | 0.006 | 0.015 | 0.000 | 0.008               |
| Ortalama    | 0.008 <sup>öd</sup> | 0.008 | 0.003 | 0.009 | 0.003 | 0.003               |

0.006 öd: önemli değil

Yapılan bir çalışmada sıvı alg gübresinin farklı konsantrasyonlarda uygulamasının börülce, fasülye mısır, ve pirinç tohumları üzerine etkileri araştırılmıştır. Sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen bitkilerin enzim aktiviteleri incelenmiştir. Sıvı alg gübresinin börülce kök ve yapraklardaki APX seviyesini attırdığını, yapraklarda ise APX değerinin kontrole oranla düşük çıktığını bildirmişlerdir. Farklı konsantrasyonlarda sıvı gübre uygulamalarının APX oranında dalgalanmaların söz konusu olduğunu bildirmişlerdir (Çaparkaya, 2009). Yapmış olduğumuz çalışmada da %25, %50, %75 gübre dozlarında APX değerleri kontrole göre yüksek bulunurken, diğer gübre dozlarında istatistiksel olarak önemli bulunmasa da düşük çıkmıştır. Yapılan çalışma ile yapmış olduğumuz çalışma karşılaştırıldığında bu durumun alg konsantrasyonuna bağlı olduğu söylenebilir.

#### 4.13. Katalaz (CAT) enzim aktivitesi

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta katalaz (CAT) enzim aktivitesi üzerine etkileri Çizelge 4.15’de verilmiştir. Yapılan gübre uygulamalarında elde edilen değerler istatistiksel olarak incelendiğinde önemli düzeyde bir farklılık olduğu gözlemlenmiştir ( $p < 0.01$ ). %50 gübre uygulamasının katalaz (CAT) enzim aktivitesi üzerine etkisi bütün gübre dozlarına göre daha yüksek değer elde edildiği görülmüştür. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde elde edilen sonuçlar önemli çıkmasa da en yüksek değer 0.013 ile ALG(+) uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer 0.012 ile ALG(-) uygulanmayan grupta yer almıştır. Gübre ortalamaları arasındaki değerler incelendiğinde, en yüksek değer 0.023 ile %50 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 0.009 ile %100 ve %75 gübre uygulamasında görülmüştür. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki etkileşimde katalaz (CAT) enzim aktivitesinde en yüksek değer 0.023 ile %50 gübre ve ALG (-) uygulamasında bulunmuştur. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki etkileşimde katalaz (CAT) enzim

aktivitesindeki en düşük değer 0.008 ile %75 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (+) grupta görülmüştür.

Çizelge 4.15. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının CAT enzim aktivitesi üzerine etkileri (nmol/g TA)

| Uygulamalar | %0       | %25    | %50    | %75    | %100   | Ortalama            |
|-------------|----------|--------|--------|--------|--------|---------------------|
| ALG (-)     | 0.009    | 0.010  | 0.023  | 0.010  | 0.009  | 0.012 <sup>d</sup> |
| ALG (+)     | 0.012    | 0.014  | 0.024  | 0.008  | 0.009  | 0.013               |
| Ortalama    | 0.010B** | 0.012B | 0.023A | 0.009B | 0.009B | 0.013               |

\*\*= p<0.01; ; d: nemli değil

Yapılan bir çalışmada sıvı alg gübresinin farklı konsantrasyonlarda uygulamasının börülce, fasulye mısır, ve piriç tohumları üzerine etkileri araştırılmıştır. Sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen bitkilerin enzim aktiviteleri incelenmiştir. Börülce, fasulye, piriç ve mısır üzerine uygulanan analizler sonucunda kontrole göre alg uygulamalarının kök, gövde ve yapraklardaki CAT seviyesini atırtıcı etkisi olduğu ve en yüksek CAT değerinin yapraklarda olduğu bildirilmiştir (aparkaya, 2009). Yapmış olduğumuz çalışmada %100 gübre dozlarında alg uygulamalarının etkisi görülmezken %75 gübre dozu ile birlikte alg uygulaması yapılan grubun CAT değeri kendi kontrolüne göre düşük çıkmıştır. %0, %25, %50 gübre dozları ile birlikte alg uygulandığı takdirde CAT değerleri kendi kontrollerine göre yüksek bulunmuştur.

#### 4.14. Süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesi

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta SOD enzim aktivitesi üzerine etkileri Çizelge 4.16'de verilmiştir. Alg ve gübre uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde elde edilen değerler istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Gübre uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde en yüksek değer 0.094 ile %75 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 0.049 ile %25 gübre uygulamasında grlmştir. %75 ve %100 gübre uygulama değerleri diğer bütün gübre uygulama

dozlarına göre daha yüksek değer elde edildiği görülmüştür. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde elde edilen değerler istatistiki açıdan önemli bulunmamış olsa da en yüksek değer 0.079 ile alg uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer 0.064 ile alg uygulaması yapılmayan grupta yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonunda SOD enzim aktivitesi en yüksek değer 0.103 ile %75 gübre ve ALG (+) uygulamasında görülürken, en düşük değer 0.024 ile %25 gübre ve alg uygulaması4 yapılmayan ALG (-) grupta görülmüştür.

Çizelge 4.16. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının SOD enzim aktivitesi üzerine etkileri (ünite/g TA)

| Uygulamalar     | %0                  | %25   | %50   | %75   | %100  | Ortalama            |
|-----------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| ALG (-)         | 0.053 <sup>öd</sup> | 0.024 | 0.058 | 0.086 | 0.101 | 0.064 <sup>öd</sup> |
| ALG (+)         | 0.069               | 0.074 | 0.066 | 0.103 | 0.082 | 0.079               |
| <b>Ortalama</b> | 0.061 <sup>öd</sup> | 0.049 | 0.062 | 0.094 | 0.092 |                     |

0.072 öd: önemli değil

Yapılan bir çalışmada sıvı alg gübresinin farklı konsantrasyonlarda uygulamasının börülce, fasulye mısır, ve pirinç tohumları üzerine etkileri araştırılmıştır. Sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen bitkilerin enzim aktiviteleri incelenmiştir. Sıvı alg gübresinin börülce kök ve yapraklardaki SOD seviyesini attırdığını, gövdelerinde ise SOD değerinin düşük çıktığını bildirmişlerdir. Börülce, fasulye, pirinç ve mısır üzerine yapılmış ve analizler sonucunda farklı konsantrasyonlarda sıvı gübre uygulamalarının SOD oranında dalgalanmaların söz konusu olduğunu bildirmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada da %100 gübre dozlarında dışındaki tüm gübre dozları için alg kullanımıyla yaprak SOD seviyesinde artış söz konusudur. Yapılan çalışma ile yapmış olduğumuz çalışma karşılaştırıldığında sonuçlar tutarlıdır.

#### 4.15. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Azot (N) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta bitki azot oranına etkileri Çizelge 4.17’de verilmiştir. Gübre ortalamaları arasındaki değerler incelendiğinde, en yüksek değer %6.973 N ile %50 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer

%5.250 N ile %0 gübre uygulamasında görülmüştür. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde ise, en yüksek değer %6.595 N ile alg uygulaması yapılmayan grupta yer alırken, en düşük değer %6.287 N ile alg uygulaması yapılan grupta yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonunda bitki azot oranındaki en yüksek değer %7.531 N ile %75 gübre ve ALG (-) uygulamasında bulunmuştur. Gübre ve alg uygulamaları arasında bitki azot oranındaki en düşük değer %5.549 N ile %75 gübre ve alg uygulaması yapılan ALG (+) grupta görülmüştür.

Çizelge 4.17. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki azot (N) oranına etkileri (%)

| Uygulamalar | %0                  | %25   | %50   | %75   | %100  | Ortalama            |
|-------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| ALG (-)     | 5.594 <sup>öd</sup> | 6.346 | 6.629 | 7.531 | 6.874 | 6.595 <sup>öd</sup> |
| ALG (+)     | 4.905               | 7.451 | 7.316 | 5.549 | 6.216 | 6.287               |
| Ortalama    | 5.250 <sup>öd</sup> | 6.899 | 6.973 | 6.540 | 6.545 |                     |

6.441 öd: önemli değil

#### 4.16. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Fosfor (P) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta bitki fosfor (P) oranına etkileri Çizelge 4.18’de verilmiştir. Yapılan alg uygulamalarında elde edilen değerler istatistiksel olarak incelendiğinde önemli düzeyde bir farklılık olduğu gözlemlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde, en yüksek değer % 0.266 P ile ALG(+) uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer % 0.241 P ile ALG() uygulanmayan grupta yer almıştır. Gübre ortalamaları arasındaki değerler incelendiğinde elde edilen değerler istatistiki açıdan önemli bulunmamış olsa da en yüksek değer % 0.270 P ile % 100 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer % 0.238 P ile % 75 gübre uygulamasında görülmüştür. %0, %25 ve %50 gübre uygulama doz değerleri ise bu iki değerler arasında yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonda bitki fosfor(P) oranındaki en yüksek değer %0.292 P ile %0 gübre ve ALG (+) uygulamasında bulunmuştur. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki

interaksiyonda bitki fosfor(P) oranındaki en düşük değer %0.203 P ile %75 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (-) grupta görülmüştür.

Çizelge 4.18. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki fosfor (P) oranına etkilerinin belirlenmesi (%)

| Uygulamalar | %0                  | %25   | %50   | %75   | %100  | Ortalama |
|-------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| ALG (-)     | 0.214 <sup>öd</sup> | 0.262 | 0.257 | 0.203 | 0.269 | 0.241B*  |
| ALG (+)     | 0.292               | 0.265 | 0.227 | 0.273 | 0.271 | 0.266A   |
| Ortalama    | 0.253 <sup>öd</sup> | 0.263 | 0.242 | 0.238 | 0.270 | 0.253    |

\*=p <0.05; ;öd: önemli değil

#### 4.17. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Potasyum (K) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta bitki potasyum (K) oranı üzerine etkileri Çizelge 4.19’da verilmiştir. Alg ve gübre uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde elde edilen değerler istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Gübre uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde en yüksek değer %8.780 K ile %100 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer %8.336 K ile %25 gübre uygulamasında görülmüştür. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde ise, en yüksek değer %8.723 K ile alg uygulaması yapılan grupta yer alırken, en düşük değer %8.416 K ile alg uygulanmayan grupta yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonunda bitki potasyum (K) oranındaki en yüksek değer %9.005 K ile %100 gübre ve ALG (+) uygulamasında bulunmuştur. Gübre ve alg uygulamaları arasında bitki potasyum (K) oranındaki en düşük değer %8.022 K ile

%50 gübre ve alg uygulaması yapılan ALG (-) grupta görülmüştür.

Çizelge 4.19. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki potasyum (K) oranına etkileri (%)

| Uygulamalar | %0                  | %25   | %50   | %75   | %100  | Ortalama            |
|-------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| ALG (-)     | 8.931 <sup>öd</sup> | 8.186 | 8.022 | 8.386 | 8.556 | 8.416 <sup>öd</sup> |
| ALG (+)     | 8.477               | 8.486 | 8.885 | 8.764 | 9.005 | 8.723               |
| Ortalama    | 8.704 <sup>öd</sup> | 8.336 | 8.454 | 8.575 | 8.780 |                     |

8.570 öd: önemli değil

#### 4.18. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Kalsiyum (Ca) Oranına

### Etkilerinin Belirlenmesi

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta kalsiyum (Ca) oranına etkilerinin Çizelge 4.20’de verilmiştir. Elde edilen değerler istatistiksel olarak incelendiğinde, gübre ve alg uygulamalarının bitki kalsiyum oranına etkilerinde önemli düzeyde bir farklılık gözlemlenmiştir (sırasıyla  $p<0.05$  ve  $p<0.01$ ). Gübre ortalamaları arasındaki değerler incelendiğinde, en yüksek değer %1.651 Ca ile %100 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer %1.256 Ca ile %25 gübre uygulamasında görülmüştür. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde ise, en yüksek değer %1.539 Ca ile alg uygulaması yapılmayan grupta yer alırken, en düşük değer %1.350 Ca ile alg uygulaması yapılan grupta yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonunda bitki kalsiyum oranına etkilerinde en yüksek değer %1.737 Ca ile %100 gübre ve ALG (-) uygulamasında bulunmuştur. Bu değeri %1.566 Ca ve %1.544 Ca ile sırasıyla %100 gübre ve ALG (+) uygulaması ile %50 gübre ve ALG (-) uygulaması takip etmiştir. Gübre ve alg uygulamaları arasında bitki kalsiyum oranında en düşük değer %1.172 Ca ile %25 gübre ve alg uygulaması yapılan ALG (+) grupta görülürken, bu değeri yine %1.230 Ca ile %75 gübre ve alg uygulaması yapılan ALG (+) grup takip etmiştir.

Çizelge 4.20. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki kalsiyum (Ca) oranına etkilerinin belirlenmesi (%)

| Uygulamalar     | %0        | %25    | %50     | %75     | %100   | Ortalama |
|-----------------|-----------|--------|---------|---------|--------|----------|
| ALG (-)         | 1.536     | 1.339  | 1.544   | 1.541   | 1.737  | 1.539A*  |
| ALG (+)         | 1.255     | 1.172  | 1.528   | 1.230   | 1.566  | 1.355B   |
| <b>Ortalama</b> | 1.397BC** | 1.256C | 1.536AB | 1.386BC | 1.651A | 1.445    |

\*=  $p<0.05$ , \*\*=  $p<0.01$

#### 4.19. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Magnezyum (Mg) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta bitki magnezyum (Mg) oranı üzerine etkileri Çizelge 4.21’de verilmiştir. Alg ve gübre uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde elde edilen değerler istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Gübre uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde elde edilen değerler önemli bulunmasa da en yüksek değer %0.552 Mg ile %100 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer %0.465 Mg ile %0 gübre uygulamasında görülmüştür. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde ise, en yüksek değer %0.531 Mg ile alg uygulanmayan grupta yer alırken, en düşük değer %0.489 Mg ile alg uygulaması yapılan grupta yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonda bitki magnezyum (Mg) oranındaki en yüksek değer %0.589 Mg ile %100 gübre ve ALG (-) uygulanmayan grupta görülürken en düşük değer %0.478 Mg ile %0 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (-) grupta görülmüştür.

Çizelge 4.21. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki magnezyum (Mg) oranına etkilerinin belirlenmesi (%)

| Uygulamalar     | %0                  | %25   | %50   | %75   | %100  | Ortalama            |
|-----------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| ALG (-)         | 0.478 <sup>öd</sup> | 0.539 | 0.496 | 0.553 | 0.589 | 0.531 <sup>öd</sup> |
| ALG (+)         | 0.452               | 0.444 | 0.563 | 0.469 | 0.516 | 0.489               |
| <b>Ortalama</b> | 0.465 <sup>öd</sup> | 0.492 | 0.530 | 0.511 | 0.552 |                     |

0.510 öd: önemli değil

#### 4.20. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Sodyum (Na) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta bitki sodyum (Na) oranına etkileri Çizelge 4.22’de verilmiştir. Yapılan ALG(+) uygulamalarında elde edilen değerler istatistiksel olarak incelendiğinde önemli düzeyde bir farklılık olduğu gözlemlenmiş ( $p < 0.001$ ). Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde, en yüksek değer %1.97 ile ALG(-) uygulanmayan grupta yer alırken, en düşük değer %1.63 ile ALG(+) uygulaması yapılan grupta yer almıştır. Gübre uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde elde edilen değerler önemli bulunmasa da en yüksek değer %1.89 ile %50 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer %1.69 ile %25 gübre uygulamasında görülmüştür. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonda bitki sodyum (Na) oranındaki en yüksek değer %2.05 ile %0 gübre ve ALG (-) uygulamasında bulunmuştur. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonda bitki sodyum(Na) oranındaki en

düşük değer %1.43 ile %50 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (+) grupta görülmüştür.

Çizelge 4.22. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki sodyum (Na) oranına etkileri (%)

| Uygulamalar | %0   | %25  | %50  | %75  | %100 | Ortalama | ALG (-) | 2.05 <sup>öd</sup> | 1.81               | 2.35 | 1.75 | 1.89 | 1.97 |
|-------------|------|------|------|------|------|----------|---------|--------------------|--------------------|------|------|------|------|
| A***        |      |      |      |      |      |          |         |                    |                    |      |      |      |      |
| ALG (+)     | 1.58 | 1.57 | 1.43 | 1.85 | 1.72 | 1.63     | B       | Ortalama           | 1.82 <sup>öd</sup> | 1.69 |      |      |      |
|             | 1.89 | 1.80 | 1.81 | 1.80 |      |          |         |                    |                    |      |      |      |      |

\*\*\*=p<0.001; ; öd: önemli değil

#### 4.21. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Demir (Fe) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ispanakta bitki demir (Fe) oranına etkileri Çizelge 4.23’de verilmiştir. Elde edilen değerler istatistiksel olarak incelendiğinde, bitki demir (Fe) oranında önemli düzeyde bir farklılık gözlemlenmiştir (p<0.01). Gübre ortalamaları arasındaki değerler incelendiğinde, en yüksek değer 41.7 ppm ile %100 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 33.9 ppm ile %25 gübre uygulamasında görülmüştür. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde ise, en yüksek değer 39.2 ile alg uygulaması yapılmayan grupta yer alırken, en düşük değer 35.7 ppm ile alg uygulaması yapılan grupta yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonunda bitki demir (Fe) oranındaki en yüksek değer 43.1 ppm ile %100 gübre ve ALG (-) uygulamasında bulunmuştur. Bu değeri 42.3 ppm ve 40.3 ppm ile sırasıyla %75 gübre ve ALG (-) uygulaması ile %100 gübre ve ALG (+) uygulaması takip etmiştir. Gübre ve alg uygulamaları arasında bitki demir (Fe) oranındaki en düşük değer 30.1 ile %25 gübre ve alg uygulaması yapılan ALG (+) grupta görülürken, bu değeri yine 37.0 ile %50 gübre ve alg uygulaması yapılan ALG (+) grup takip etmiştir.

Çizelge 4.23. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki demir (Fe) oranına etkileri (ppm)

| <b>Uygulamalar</b> | <b>%0</b> | <b>%25</b> | <b>%50</b> | <b>%75</b> | <b>%100</b> | <b>Ortalama</b> |
|--------------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-----------------|
| <b>ALG (-)</b>     | 35.7      | 37.8       | 37.0       | 42.3       | 43.1        | 39.2 A**        |
| <b>ALG (+)</b>     | 35.8      | 30.1       | 37.0       | 35.1       | 40.3        | 35.7 B          |
| <b>Ortalama</b>    | 35.7B**   | 33.9B      | 37.0AB     | 38.7 AB    | 41.7A       | 37.4            |

\*\*= p<0.01

#### 4.22. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Mangan (Mn) Oranına

##### Etkilerinin Belirlenmesi

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta bitki mangan (Mn) oranına etkileri Çizelge 4.24’de verilmiştir. Yapılan gübre uygulamalarında elde edilen değerler istatistiksel olarak incelendiğinde önemli düzeyde bir farklılık olduğu gözlemlenmiş ( $p<0.001$ ). Gübre ortalamaları arasındaki değerler incelendiğinde, en yüksek değer 179.0 ppm ile %100 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 129.8 ppm ile %50 gübre uygulamasında görülmüştür. %100 gübre uygulaması yapılan grup diğer gübre dozu uygulamalarına göre daha yüksek bitki mangan (Mn) oranı değeri elde edilmiştir. %25 %50 %75 gübre dozları aynı grupta yer alarak %100 gübre uygulama doz grubuna göre daha düşük değerler elde edilmiştir. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde elde edilen değerler önemli bulunmasa da en yüksek değer 147.1 ppm ile ALG(-) uygulanmayan grupta yer alırken, en düşük değer 142.8 ppm ile ALG(+) uygulaması yapılan grupta yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki etkileşimde bitki mangan (Mn) oranındaki en yüksek değer 184.1 ppm ile %100 gübre ve ALG (-) uygulamasında bulunmuştur. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki etkileşimde bitki mangan (Mn) oranındaki en düşük değer 113.2 ppm ile %75 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (+) grupta görülmüştür.

Çizelge 4.24. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki mangan (Mn) oranına etkileri (ppm)

| <b>Uygulamalar</b> | <b>%0</b> | <b>%25</b> | <b>%50</b> | <b>%75</b> | <b>%100</b> | <b>Ortalama</b>     |
|--------------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|---------------------|
| <b>ALG (-)</b>     | 123.5     | 147.9      | 126.9      | 153.4      | 184.1       | 147.1 <sup>öd</sup> |
| <b>ALG (+)</b>     | 163.7     | 130.2      | 132.8      | 113.2      | 173.9       | 142.8               |
| <b>Ortalama</b>    | 143.6B*** | 139.0B     | 129.8B     | 133.3B     | 179.0A      | 144.9               |

\*\*\*=p<0.001; ; öd: önemli değil

#### 4.23. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Bakır (Cu) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta bitki bakır (Cu) oranı üzerine etkileri Çizelge 25’de verilmiştir. Gübre ortalamaları arasındaki değerler incelendiğinde elde edilen değerler önemli bulunmamış olup en yüksek değer 23.1 ppm ile %0 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 14.8 ppm ile %75 gübre uygulamasında görülmüştür. Alg uygulamalarının ortalamaları bakıldığında elde edilen değerler önemli bulunmasa da en yüksek değer 18.8 ppm ile alg uygulanmayan grupta yer alırken, en düşük değer 16.5 ppm ile alg uygulaması yapılan grupta yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksiyonunda bitki bakır (Cu) oranındaki en yüksek değer 30.9 ppm ile %0 gübre ve ALG (-) uygulanmayan grupta bulunmuştur. Gübre ve alg uygulamaları arasında bitki bakır (Cu) oranındaki en düşük değer 13.8 ppm ile %50 gübre ve alg uygulaması yapılmayan ALG (-) grupta görülmüştür.

Çizelge 4.25. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki bakır (Cu) oranına etkileri (ppm)

| Uygulamalar     | %0                 | %25  | %50  | %75  | %100 | Ortalama           |
|-----------------|--------------------|------|------|------|------|--------------------|
| ALG (-)         | 30.9 <sup>öd</sup> | 16.3 | 13.8 | 14.9 | 17.9 | 18.8 <sup>öd</sup> |
| ALG (+)         | 15.3               | 15.3 | 20.3 | 14.7 | 16.8 | 16.5               |
| <b>Ortalama</b> | 23.1 <sup>öd</sup> | 15.8 | 17.1 | 14.8 | 17.3 | 17.6               |

önemli değil

#### 4.24. Ispanakta Gübre Ve Alg Uygulamalarının Bitki Çinko (Zn) Oranına Etkilerinin Belirlenmesi

Farklı dozlarda gübre ve alg uygulamalarının ıspanakta bitki Çinko (Zn) oranı üzerine etkileri Çizelge 4.26’de verilmiştir. Alg ve gübre uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde elde edilen değerler istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Gübre uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde en yüksek değer 83.5 ppm ile %25 gübre uygulamasında görülürken, en düşük değer 67.1 ppm ile %75 gübre uygulamasında görülmüştür. Alg uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde elde edilen değerler

istatistiki açıdan önemli olmasa da en yüksek değer 79.0 ppm ile alg uygulanmayan grupta yer alırken, en düşük değer 75.9 ppm ile alg uygulaması yapılan grupta yer almıştır. Gübre ve alg uygulamaları arasındaki interaksyonda bitki Çinko (Zn) oranındaki en yüksek değer 96.2 ppm ile %100 gübre ve ALG (-) uygulamayan grupta bulunmuştur. Gübre ve alg uygulamaları arasında bitki Çinko (Zn) oranındaki en düşük değer 60.9 ppm ile %75 gübre ve alg uygulaması yapılan ALG (+) grupta görülmüştür.

Çizelge 4.26. Ispanakta gübre ve alg uygulamalarının bitki çinko (Zn) oranına etkileri (ppm)

| <b>Uygulamalar</b> | <b>%0</b>          | <b>%25</b> | <b>%50</b> | <b>%75</b> | <b>%100</b> | <b>Ortalama</b>    |
|--------------------|--------------------|------------|------------|------------|-------------|--------------------|
| <b>ALG (-)</b>     | 63.1 <sup>öd</sup> | 71.4       | 90.8       | 73.4       | 96.2        | 79.0 <sup>öd</sup> |
| <b>ALG (+)</b>     | 95.6               | 95.5       | 63.4       | 60.9       | 64.2        | 75.9               |
| <b>Ortalama</b>    | 79.4 <sup>öd</sup> | 83.5       | 77.1       | 67.1       | 80.2        | 77.5               |

önemli değil

#### 4.25. Ispanakta Gübre ve Alg Uygulamalarının Bitki Besin Elementleri Oranına Etkilerinin Değerlendirilmesi

Zodape ve ark. (2011)'nın domates yetiştiriciliğinde deniz yosunu kullanımının verim ve büyüme üzerine etkilerini araştırmışlardır. Deniz yosununu %2.5-%5.0-%7.5 ve %10 oranında yapraktan sprey şeklinde uygulamışlardır Çalışma sonucunda kontrol grubuna göre %5 oranında deniz yosunu uygulaması yapılan grupta en yüksek meyve verimi, meyve sayısı, makro ve mikro element içeriğinde önemli derecede artış olduğunu bildirmişlerdir. Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışma ıspanak bitkisinde sıvı alg gübresi olarak topraktan uygulanmış olup istatistiksel açıdan P, Ca, Na, Fe gibi besin elementleri için önemli bir fark olduğu tespit edilerek bu elementler kendi kontrollerine göre daha düşük değerler aldığı görülmektedir. Yapmış olduğumuz çalışmanın N, K, Mg, Mn, Cu ve Zn elementleri için istatistiki değerleri önemli bulunmamıştır. Domates üzerine yapılan alışmanın meyvesindeki makro-mikro element değerleri kendi kontrollerine göre yüksek çıkmasına karşın yaprak değerleri için analizleri sağlanmamıştır. Ispanak bitkisi yaprağı yenen bir sebze olduğundan ötürü domates bitkisinin meyve kısmı ile kıyaslandığı takdirde makro-mikro element değerlerinin çelişmesi olasıdır.

Nikolaos ve ark. (2016)'nın yapmış oldukları bir çalışmada *Chlorella vulgaris* ve *Anabaena sphaerica* mikroalg türlerinin biyogübre olarak topraktan ve yapraktan kullanımının ıspanak üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonunda her iki alg türü için de makro besin (N, P ve K) değerlerinin kontrol bitkilerine kıyasla daha fazla olduğunu ve sprey olarak yaprak uygulamalarının daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada da hemen hemen benzer sonuçlar elde edilmiş olup; N değeri %25 ve %50 gübre ile birlikte ALG(+) kullanıldığı takdirde artış söz konusu olurken, P değeri istatistiksel açıdan önemli bulunarak %50 gübre uygulamasındaki tüm uygulamalar için artış göstermiştir. Son olarak elde edilen K değerine bakacak olursak %0 gübre uygulaması dışındaki tüm uygulamalar(%25, %50, %75, %100) için artış göstererek yapılan çalışma ile yapmış olduğumuz çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bazı gübre dozları için artış görülmemesi(Örneğin;%0 Gübre uygulamasında artış söz konusu değildir) çalışmalarımızda alg uygulamalarının topraktan yapılması ve konsantrasyon farkından kaynaklanıyor olduğunu söyleyebiliriz.

Nitrit ve nitrat analizleri örnek sayısı yetersizliği ve sonuçların tutarsızlığı nedeniyle teze dahil edilmemiştir.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mikroalgler hakkında güncel bilgiler sınırlı olduğundan dolayı mikroalg (*Chlorella vulgaris*) kullanımının ıspanak bitki büyüme ve gelişmesi üzerine etkileri merak konusu olmuştur. Deneme, potansiyel bir biyogübre olan mikroalg (*Chlorella vulgaris*) kullanımının ıspanak bitki gelişimi üzerine etkilerini ortaya koyabilmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Deneme sonunda, bitki boyu, kök boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak alanı, yaprak taze ve kuru ağırlığı, kök taze ve kuru ağırlığı, yaprak oransal su içeriği, membran zararlanma indeksi, SÇKM (suda çözünabilir madde miktarı), klorofil miktarı, lipit peroksidasyon ürünü malondialdehit (MDA) ve enzim aktiviteleri (SOD, CAT ve APX), belirlenip; yaprakta nitrat, makro-mikro besin elementi [(azot (N), fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), sodyum (Na), demir (Fe), mangan (Mn), bakır (Cu) ve çinko (Zn)] analizleri yapılmıştır. Yapılan istatistik sonuçlarına göre ıspanak gelişimi üzerine alg kullanımı bitki boyu, gövde çapı, yaprak alanı, yaprak yaş-kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve P değerleri üzerinde önemli artışlara yol açmıştır. Bununla birlikte Fe, Ca ve Na değerlerinde ise istatistiksel açıdan önemli düşüşler gözlenmiştir. Kök boyu, yaprak sayısı, yaprak oransal su içeriği, membran zararlanma indeksi, SÇKM (suda çözünabilir madde miktarı), klorofil miktarı, lipit peroksidasyon ürünü malondialdehit (MDA) ve enzim aktiviteleri (SOD, CAT ve APX), belirlenip; yaprakta makro-mikro besin elementlerinden N, K, Mg, Mn, Cu ve analiz sonuçları ise istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Yapmış olduğumuz çalışmada mikroalg uygulamalarının ıspanak bitki boyu üzerine etkileri gübre ile birlikte kullanıldığı takdirde olumlu sonuçlar doğurmuştur. Elde edilen değerler istatistiksel olarak incelendiğinde, bitki boyunda önemli düzeyde bir farklılık olduğu gözlemlenmiştir. Gübre ve mikroalg birlikte kullanımı bitki boyu üzerine %4.85 - %24.99 oranında artışa neden olmuştur.

Gübre ve ALG (+) uygulamalarında gövde çap değerlerinin tamamı kendi kontrolüne göre daha fazla artış göstermiş ve bu değer ortalama %25.68 olarak belirlenmiştir.

Yaprak alanı değerleri, %100 gübre uygulaması dışında diğer tüm uygulamaların (%0, %25, %50 ve %75) ALG(+) ile birlikte kullanımı daha yüksek yaprak alanı değerlerine ulaşarak istatistiksel açıdan da önemli bir sonuç elde edilmiştir.

Tam besin maddelerini içeren %100 uygulamasına ALG(+) eklendiğinde algsiz uygulamaya göre daha düşük bitki yaş ağırlık değerine ulaşmışlardır. Yapmış olduğumuz çalışmada %100 gübre uygulaması hariç diğer tüm uygulamalarda alg kullanımıyla daha yüksek yaprak kuru ve yaş ağırlık değerleri elde edilmiştir. Kök kuru ağırlık değerleri için %100 gübre dozu haricindeki tüm dozlar kendi kontrollerine göre ALG(+) kullanımıyla birlikte artışa neden olarak, alglerin kök boyu ve gelişimine neden olması açısından benzer sonuçlar doğurmuştur.

Yapmış olduğumuz çalışmada elde ettiğimiz SÇKM değerleri istatistiksel olarak önemli çıkmasa da %0, %25, %50, %75 gübre dozları ve ALG(+) uygulaması yapılan grupların ALG(-) uygulaması yapılmayanlara göre artış göstermektedir. Yalnız %100 gübre dozu haricindeki tüm dozlar kendi kontrollerine göre ALG(+) kullanımıyla birlikte artışa neden olarak, alglerin SÇKM değerleri üzerinde önemli sonuç elde edilmemesi açısından diğer çalışmalarla benzer sonuçlar doğurduğu görülmektedir.

Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışmada klorofil içeriğindeki değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmasa da %100 gübre uygulaması dışındaki tüm uygulamalar için alg kullanımı kendi kontrollerine göre artış göstermiştir.

MDA değerleri istatistiksel olarak önemli çıkmasa da %0, %25 gübre dozlarında kontrole göre yüksek bulunurken, diğer gübre dozlarında sonuçlar düşük çıkmıştır.

APX değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmasa da %25, %50, %75 gübre dozlarında kontrole göre yüksek bulunurken, diğer gübre dozlarında düşük çıkmıştır.

CAT değerleri istatistiksel açıdan önemli bulunmasa da yapılan çalışma sonucunda, %100 gübre dozlarında alg uygulamalarının etkisi görülmezken %75 gübre dozu ile birlikte alg uygulaması yapılan grubun CAT değeri kendi kontrolüne göre düşük çıkmıştır. %0, %25, %50 gübre dozları ile birlikte alg uygulandığı takdirde CAT değerleri kendi kontrollerine göre yüksek bulunmuştur.

Yapmış olduğumuz çalışmada sonunda SOD aktivitesi istatistiki açıdan önemli çıkmasa da, %100 gübre dozlarında dışındaki tüm gübre dozları için alg kullanımıyla yaprak SOD seviyesinde artış söz konusu olmuştur.

Bitki besin elementi analizleri sonucunda N, K, Mg, Mn, Cu, Zn elementleri istatistiksel olarak incelendiğinde önemli bulunmamış olup; N değeri %25 ve %50 gübre ile birlikte ALG(+) kullanıldığı takdirde artış söz konusu olurken, P değeri istatistiksel açıdan önemli bulunarak %50 gübre uygulamasındaki tüm uygulamalar için artış göstermiştir. Son olarak elde edilen K değerine bakacak olursak %0 gübre uygulaması dışındaki tüm uygulamalar(%25, %50, %75, %100) için artış göstererek yapılan çalışma ile yapmış olduğumuz çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bazı gübre dozları için artış görülmemesi(Örneğin;%0 Gübre uygulamasında artış söz konusu değildir) çalışmalarımızda alg uygulamalarının topraktan yapılması ve konsantrasyon farkından kaynaklanıyor olduğunu söyleyebiliriz. Nitrit ve nitrat analizleri örnek sayısı yetersizliği ve sonuçların tutarsızlığı nedeniyle teze dahil edilmemiştir.

Çalışmada mikroalg (*Chlorella vulgaris*) uygulamalarının özellikle mineral gübreyle birlikte verilmesi sonucunda bitki besin alınımını kolaylaştırdığı ve gelişmesi açısından olumlu sonuçlandığı görülmektedir. Ispanak yetiştiriciliğinde önerilen dozda mikroalg kullanımı ile kimyasal gübre kullanımını azaltarak toprak kirliliğinin önüne geçilebilmesi adına bu çalışma başarılı olmuştur. Ispanak yetiştiriciliğinde mineral gübre kullanımının %25- %50 oranlarında azaltılarak organik bir biyogübre olan mikroalg ile birlikte kullanımıyla toprakta fazla birikecek kimyasal gübrenin önüne geçilerek çevre dostu bir üretim sağlanmasını, daha uzun vadeli üretim ile toprak tuzluluğunun önüne geçilmesi, insan sağlığını tehdit etmeyen daha kaliteli ürünlerin yetiştirilmesi ve çiftçi için daha ekonomik bir üretim gerçekleştirmesi sağlanacaktır. *Chlorella vulgaris* hücrelerinin canlı forma sahip olmasıyla birlikte toprak canlılığını sürekli koruyacaktır. *Chlorella vulgaris* hücrelerinin toprak içinde ışık yoksunluğu gibi etmenlerden ölmesi sonucuda ise yapısında barındırdığı organik ve inorganik maddelerin açığa çıkarak bitki besin elementlerinden, N, P, K, Na, Ca, Mg gibi minerallere indirginerek bitkilere yararlı hale geldiklerini ve bu besin maddelerinden bitkilerin yararlandığını düşünüyoruz. Bu nedenle *Chlorella vulgaris* kullanımıyla birlikte, mineral gübre

kullanımında %25, %50 ve hatta %75 azaltma yoluna gidilebilir, bu durum üretimde olumsuz etkilere neden olamayacaktır.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda;

1. *Chlorella vulgaris*'in toprağa uygulanmasının yanı sıra yaprak gübrelemesi olarak kullanımının ıspanak yetiştiriciliği dışında diğer sebzeler üzerine olan etkileri çalışılabilir.
2. Bitki büyüme ve gelişmesi üzerine daha önce etkinliği belirlenen *Chlorella vulgaris* mikroalg türüne alternatif olabilecek diğer mikroalg türleri ile ilgili bir çalışma yapılabilir.



## KAYNAKLAR

- Ağırman, N., 2015. *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus acutus*'un Gelişimi, Pigment Oluşumu, Lipit ve Protein İçeriği Üzerine Farklı Stres Faktörlerinin Etkileri (doktora tezi). Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Elazığ.
- Aydöner Çoban, G., Daşgan, H.Y., Akhoundnejad, Y., Işık, O., 2020. Use of micromikroalgae (*Chlorella vulgaris*) to save mineral nutrients in soilless grown tomato. *Acta Horticulturae* 1273: 161-168. ISHS 2020. DOI 10.17660/ActaHortic.2020.1273.22 **XXX IHC – Proc. II International Symposium on Soilless Culture**
- Aydöner, G., 2011. *Sera Topraksız Domates Yetiştiriciliğinde Mikroalg (Chlorella vulgaris) Kullanımının Etkileri* (yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Bai, N.R., Christi, R.M., Kala, T.C., 2011. Effect of seaweed concentrate of *Padina pavonia* on the growth and yield of a pulse crop. **Plant Archives**.11(1):117-120.
- Bender Özenç, D., Şen, O. 2017. Farklı gelişim dönemlerinde uygulanan deniz yosunu gübresinin domates bitkisinin gelişim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. **Akademik Ziraat Dergisi** 6:235-242.
- Bender Özenç, D., Şenlikoğlu, G. 2017. Kompost ve azotlu gübre uygulamasının ıspanak bitkisinin (*Spinacia oleracea* L.) gelişimi üzerine etkileri. **Akademik Ziraat Dergisi** 6 (1): 227-234.
- Bender, D., Erdal, İ., Dengiz, O., Gürbüz, M. ve Tarakçıoğlu, C. **Farklı Organik Materyallerin Killi Bir Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri**. International Symposium on Arid Region Soil. 21-24 September 1998, International Agrohydrology Research And Training Center, İzmir-Turkey.
- Bhattacharyya, P., Chakrabarti, K. ve Chakraborty, A. 2003. Residual Effects of Municipal Solid Waste Compost on Microbial Biomass and Activities in Mustard Growing Soil. **Archives of Agronomy and Soil Science**, 49:585-592.
- Blunden, G. 1991. **Agricultural Uses of Seaweeds and Seaweed Products**. In: Guiry, M.D., Blunden, G. (Eds.), *Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential*. John Wiley And Sons, Chichester, pp.65–81.
- Blunden, G., Whapham, C., Jenkins, T., 1992. **Seaweed Extracts in Agriculture and Horticulture: Their Origins, Uses and Modes of Action**. School of Pharmacy and Biomedical Science and “School of Biological Sciences, University of Portsmouth, King Henry John Street, Portsmouth, Hampshire PO1 202, U.K.
- Can, A.G., 2019. *Mikroalg (Chlorella vulgaris Beijerinck) Kullanımının Guar (Cyamopsis Tetragonoloba (L.) Taub.) Fidelerinde Tuza Tolerans Üzerine Etkisi* (yüksek lisans tezi). Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı.
- Cataldo, D.A., Haroon, M., Schrader, L.E., Youngs, V.L. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.** 6:71-80.

- Çaparkaya, D. (2009). *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den Sıvı Alg Gübre Eldesi Ve Bazı Ticari Öneme Sahip Tohumlar Üzerine Biyokimyasal Etkileri (doktora tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Çıtak, S., Sönmez, S., 2010. Influence of organic and conventional growing conditions on the nutrient contents of white head cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) during two successive seasons. *J. of Agric. and Food Chem.*, **58** (3): 1788-1793. Dineshkumar, R., Kumaravel, R., Gopalsamy, J., Sikder, M.N.A. and Sampathkumar, P. 2018. Microalgae as bio-fertilizers for rice growth and seed yield productivity. *Waste and Biomass Valorization*, **9**(5): 793-800.
- Entry, J.A., Wood, B.H., Edwards J.H. ve Wood C.W. 1997. Influence of organic by products and nitrogen source on chemical and microbiological status of an agricultural soil. *Biology and Fertility of Soils*, **24** (2): 196-204.
- Ergün, O., 2011. *Su Kültüründe Yetiştirilen Kıvrıkcık Marul Bitkisinde Mikroalg (Chlorella Vulgaris) Uygulamasının Etkileri* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Ergün, O., Daşgan, H.Y., Işık, O., 2020. Effects of micromikroalgae *Chlorella vulgaris* on hydroponically grown lettuce. *Acta Horticulturae* 1273: 169176. **XXX IHC – Proc. II International Symposium on Soilless Culture**, DOI 10.17660/ActaHortic.2020.1273.23
- Gezgin Demir, E., 2020. *Mısır Yetiştiriciliğinde Chlorella vulgaris Beyerinck [Beijerinck] ve Arthrospira Platensis Gomont Taksonlarının Verim ve Kalite Parametrelerine Etkisi* (yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Gougoulas, N., Papapolymerou, G., Karayannis, V., Spiliotis, X., Chouliaras, N. (2018). Effects of manure enriched with algae *Chlorella vulgaris* on soil chemical properties. *Soil and Water Research*, **13**(1), 51-59.
- Güneri Bağcı E, 2010. *Nohut Çeşitlerinde Kuraklığa Bağlı Oksidatif Stresin Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametrelerle Belirlenmesi* (Doktora tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri. Ankara.403s.
- Jebara S, Jebara M, Limam F, Aouani M.E 2010. Changes in ascorbate peroxidase, catalase, guaiacol peroxidase and superoxide dismutase activities in common bean (*Phaseolus vulgaris*) nodules under salt stress. *Journal of Plant Physiology*, **162**(8): 929-936.
- Kacar, B. 1984. *Bitki Besleme Uygulama Kılavuzu*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 900. Uygulama Kılavuzu: 214. Ankara. 140s.
- Khalid, M., Hassani, D., Bilal, M., Asad, F., & Huang, D. (2017). Influence of biofertilizer containing beneficial fungi and rhizospheric bacteria on health promoting compounds and antioxidant activity of *Spinacia oleracea* L. *Botanical Studies*, **58**(1): 1-9.
- Kholssi, R., Marks, E. A., Miñón, J., Montero, O., Debdoubi, A., & Rad, C. (2019). Biofertilizing effect of *Chlorella sorokiniana* suspensions on wheat growth. *Journal of Plant Growth Regulation*, **38**(2), 644-649.
- Kopta, T., Pavlikova, M., Šekara, A., Pokluda, R., & Maršálek, B. (2018). Effect of bacterial-algal biostimulant on the yield and internal quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) produced for spring and summer crop. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, **46**(2): 615-621.

- Kuşvuran, Ş. 2010. *Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar*. (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. 355s., Adana.
- Kütük, C., Çaycı, G., Barab, A., Başkan, O. ve Hartman, R. 2003. Effects of Beer Factory Sludge on Soil Properties and Growth of Sugar Beet (*Beta vulgaris saccharifera* L.). *Bioresource Technology*, **90** (1): 75-80.
- Kütük, Y., 2016. *Kimyasal Gübre, Yosun Kompostu ve Zeolit'in Fasulye Verimi ve Toprağın Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Kısa Dönem Etkileri* (yüksek lisans tezi, basılmamış) Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Madejon, E., Lopez, R., Murillo, J.M. ve Cabera, F. 2001. Agricultural Use of Three (sugar-beet) Vinasse Composts: Effect on Crops and Chemical Properties of A Cambisol Soil in The Guadaquivir River Valley (SW Spain). *Agriculture, Ecosystem and Environment*, **84** (1): 55-65.
- Mahmood, A., 2016. *Buğday Yetiştirilen Koşullarda Farklı Mikroalg İnokülasyonlarının Toprağın Mikrobiyal Karbon, Azot Ve Fosfor Bağlanmasına Katkısı* (yüksek lisans tezi, basılmamış) Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Moniem, E.A.A., Abd-Allah, A.S.E. and Ahmed, M.A. 2008. The combined effect of organic manures. Mineral fertilizers and algal cells extract on yield and fruit quality of williams banana plants. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, **4**(4): , 417-426.
- Moniem, E.A.A., Abd-Allah, A.S.E., (2008) Effect of green alga cells extact as foliar spray on vegetative growth, yield and berries quality of superior grapevines. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, **4** (4): 427-433
- Morelock, T.E., Correll, J.C., 2008. *Vegetables I*. Ed.; J. Prottens, F. Nuez, M. Carena. ISBN: 978-0-387- 72291-7. Springer, Newyork.189-218.
- Önalın S.,2012. *Organik Silajlık Mısır Bitkisinin (Zea mays L.) Metabolik Özellikleri ve Büyüme Parametreleri Üzerine Gübre Olarak Chlorella vulgaris Kullanımının Etkileri*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2012, 307506.
- Özçimen, D., 2018. Chlorella protothecoides mikroalg yağının Botrytis cinerea ve Aspergillus niger küflerine karşı antifungal etkisinin incelenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **15**(2):45-52.
- Özdemir, S. 2014. *Sera Organik Domates Yetiştiriciliğinde Chlorella vulgaris beyerinck [Beijerinck]'in Biyogübre Olarak Kullanımının Bitki Gelişimi, Verim Ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri*. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst, İzmir. 91s.
- ÖZDEMİR, S., SUKATAR, A., & ÖZTEKİN, G. B. 2015. Chlorella Vulgaris Üretimi ve Sera Organik Domates Yetiştiriciliğinde Biyogübre Olarak Kullanımının Etkileri. *Tarım bilimleri Dergisi*. **22**: 596-605.
- Pascual, J.A., Ayuso, M., Hernandez, T. ve Garcia, C. 1997. Phytotoxicity and fertilizer value of different organic materials. *Agrochimica*, **41**(1-2):50-62.
- Peyvast G, Olfati JA, Madeni S and Forghani A (2008) Effect of vermicompost on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, **6**(1): 110-113.

- Rathore, S.S., Chaudhary, D.R., Borincha, G.N., Ghosh, A., Bhatt, B.P., Zadape, S.T., Patolia, J.S., 2009. Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. ***South African Journal of Botany***, 75(2): 351-355.
- Sensoy, S., Turkmen, O., Gorgun, Y. (2011). Van ekolojik koşullarında ıspanak üretimi için uygun ekim zamanlarının belirlenmesi. ***Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi***, 21 (2): 140-145.
- Shaaban, M.M., 2001. Nutritional status and growth of maize plants as affected by green microalgae as soil additives. ***Online Journal of Biological Sciences*** 1 (6): 475-479, 2001.
- Sönmez, İ., Kaplan, M. ve Sönmez, S. 2008. Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. ***Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi***, 25 (2): 24-34.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., 2008. ***Özel Sebze Yetiştiriciliği***. Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, ISBN: 978-9944-07860-3. 47-61.
- Şeker, C. ve Turhan M. Effects of some organic and mineral fertilisers on yield and quality of sugar beet. ***International Soil Congress (ISC) Natural Resource Managament for Sustainable Development***, 7-10 June 2004, Erzurum-Turkey.
- Tunç, N., 2015 ***Mikroalglerin Mikrobiyal Gübre Potansiyelinin Buğday Bitkisi Kullanılarak Belirlenmesi*** (doktora tezi) Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Türkmen Tuna, Ü., 2019. ***Kavunda Mikroalg (Chlorella vulgaris) Kullanımının Genç Bitki Aşamasında Tuza Tolerans Üzerindeki Etkileri*** (yüksek lisans tezi).Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. ***Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)*** Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, ISBN: 975- 97190-0-2. S:95-105.
- Yalçın-Duygu, D. 2017. *Chlorella vulgaris* Beyerinck [Beijerinck](Chlorophyta) suşlarının kesikli kültür sisteminde yoğun kültürlerinin üretimi üzerine bir çalışma. ***LimnoFish***, 3(2): 61-67.
- Yılmaz, D., 2020. ***Su Kültürü Marul Yetiştiriciliğinde Mikoriza Bakteri ve Mikroalg İle Mineral Gübrelerin Azaltılması*** (yüksek lisans tezi).Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yusheng, Q., Shihua, T., Wenqiang, F., Xifa, S., Qingrui, C., 2005. Effect of organic and inorganic fertilizers on yields and nitrate accumulation of vegetables, Soil and Fertilizer Institute, Sichuan AAS, ***Plant Nutrition and Fertilizer Science***, 11 (5): 670-674
- Zodape, S. T., Gupta, A., Bhandari, S. C., Rawat, U. S., Chaudhary, D. R., Eswaran, K., & Chikara, J. (2011). Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). ***Journal of Scientific & Industrial Research***, 70: 215- 219.

## ÖZ GEÇMİŞ

2013 yılında YGS-LYS sınavı ile Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne girmeye hak kazandı ve 2017 yılında lisans eğitimini tamamladı. Yine 2017 yılında Eğitim Fakültesindeki Pedagojik Formasyon Eğitim Programını başarıyla tamamlayarak sertifika almaya hak kazandı. 2018 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2020 yılında Polis Memuru olarak Balıkesir'e atandı.



**T.C**  
**VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU**

**Tarih:** 19/02/2021

Tez Başlığı / Konusu: **MİKROALG (*Chlorella vulgaris*) KULLANIMININ İSPANAKTA (*Spinacia oleracea*) BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 60 sayfalık kısmına ilişkin, 18/02/2021 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından TURNITIN intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 10 ( Yüzde on) dır. Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Büşra GÜNSAN CAN

Öğrenci No: 19710001035

Anabilim Dalı: Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Programı: Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı Ana Bilim Dalı

Statüsü: Y. Lisans ☐

Doktora ☐

**DANIşMAN ONAYI**  
UYGUNDUR

(Unvan, Ad Soyad, İmza)

**ENSTİTÜ ONAYI**  
UYGUNDUR

(Unvan, Ad Soyad, İmza)

