

T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

DENİZ YOSUNU VE SPİRULİNA UYGULAMALARININ
BİBERDE VERİM VE KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ

Emine SEĞMEN

Danışman
Doç. Dr. Halime ÜNLÜ

ISPARTA - 2023



© 2023 [Emine SEĞMEN]

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1. Makroalgler.....	5
2.1.1. Deniz yosunu.....	6
2.2. Mikroalgler.....	7
2.2.1. Spirulina	8
2.3. Deniz Yosunu ile İlgili Yapılan Çalışmalar	10
2.4. Spirulina ile İlgili Yapılan Çalışmalar	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. Bitkisel materyal	18
3.1.2. Araştırmada kullanılan deniz yosunu ve özellikleri.....	18
3.1.3. Araştırmada kullanılan spirulina ve özellikleri.....	19
3.1.4. Araştırma yerinin özellikleri	19
3.2. Yöntem.....	20
3.3. Araştırmada İncelenen Özellikler	22
3.3.1. Verim	22
3.3.2. Meyve sayısı	22
3.3.3. Ortalama meyve ağırlığı.....	22
3.3.4. Gövde çapı	22
3.3.5. Meyve boyu.....	23
3.3.6. Meyve eni.....	23
3.3.7. Meyve eti kalınlığı	24
3.3.8. Renk	24
3.3.9. Klorofil içeriği.....	25
3.3.10. Titre edilebilir asitlik.....	25
3.3.11. Vitamin C içeriği.....	25
3.3.12. Toplam şeker/indirgen şeker	25
3.3.13. Toplam fenolik madde	26
3.3.14. β -karoten	26
3.4. Verilerin Değerlendirilmesi	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	27
4.1. Verim	27
4.2. Meyve Sayısı.....	29
4.3. Ortalama Meyve Ağırlığı	30
4.4. Meyve Eni	32
4.5. Meyve Boyu	33
4.6. Gövde Çapı	34
4.7. Meyve Eti Kalınlığı.....	35
4.8. Klorofil İçeriği	36

4.9. Titre Edilebilir Asitlik	37
4.10. Toplam Fenolik Madde	38
4.11. β -Karoten.....	39
4.12. Toplam Şeker/İndirgen Şeker	40
4.13. Renk Değerleri	42
4.14. Vitamin C İçeriği.....	44
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	46
KAYNAKLAR	48
ÖZGEÇMİŞ	66



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DENİZ YOSUNU VE SPİRULİNA UYGULAMALARININ BİBERDE VERİM VE KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Emine SEĞMEN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Halime ÜNLÜ

Bu çalışma, yapraktan deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biber (*Capsicum annuum* L.) yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine olan etkilerini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, 3 farklı dozda (2000, 4000 ve 6000 ppm) deniz yosunu, 3 farklı dozda (2, 4 ve 6 g/l) spirulina ve kontrol olacak şekilde toplamda 7 farklı uygulama üzerinde durulmuştur. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının meyve eti kalınlığı, indirgen şeker, L^* , $-a^*$, b^* , C^* ve h^o üzerine etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunurken; verim, meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu, gövde çapı, klorofil, titre edilebilir asitlik, toplam fenolik, beta-karoten, toplam şeker ve vitamin C değerleri üzerine olan etkileri önemli bulunmuştur. En yüksek verim (g/bitki) değerleri tüm spirulina uygulamalarında elde edilmiştir. Meyve sayısı ve klorofil (SPAD) değerleri en yüksek 2 g/l spirulina uygulamasında tespit edilmiştir. 4 g/l spirulina uygulamasında en yüksek ortalama meyve ağırlığı (g) ve meyve eni (mm) değerleri saptanırken; 6 g/l spirulina uygulamasında ise en yüksek meyve boyu (cm) değeri elde edilmiştir. Gövde çapı, toplam şeker ve titre edilebilir asitlik değerleri incelendiğinde en yüksek değerler sırasıyla; 2000 ppm deniz yosunu ve kontrol; 2000 ppm deniz yosunu, kontrol ve 6 g/l spirulina; kontrol uygulamalarında bulunmuştur. Toplam fenolik ve beta-karoten bakımından uygulamalar karşılaştırıldığında en iyi sonuç 4000 ppm deniz yosunu ve kontrol uygulamalarında saptanmıştır. En yüksek vitamin C değeri ise 4000 ppm deniz yosunu uygulamasında tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda tüm parametreler incelendiğinde deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde verim ve kalite özelliklerini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Capsicum annuum* L., *Ascophyllum nodosum*, *Spirulina platensis*, Verim, Kalite

2023, 66 sayfa

ABSTRACT

Master's Thesis

DETERMINING THE EFFECTS OF SEAWEED AND SPIRULINA APPLICATIONS ON PEPPER YIELD AND QUALITY

Emine SEĞMEN

Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Horticulture

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Halime ÜNLÜ

This study was carried out to reveal the effects of foliar seaweed and spirulina applications on yield and quality in pepper cultivation. There were a total of 7 applications investigated, including 3 dosages of seaweed (2000, 4000, and 6000 ppm), 3 doses of spirulina (2, 4, and 6 g/l), and control. While the effects of seaweed and spirulina applications on fruit flesh thickness, reducing sugar, L^* , $-a^*$, b^* , C^* , and h° were found to be statistically insignificant; The effects on yield, fruit number, average fruit weight, fruit width, fruit length, stem diameter, chlorophyll, titratable acidity, total phenolic, beta-carotene, total sugar, and vitamin C values were found to be significant. The highest yield (g/plant) values were obtained in all spirulina applications. Fruit number and chlorophyll (SPAD) values were highest in the 2 g/l spirulina application. While the highest average fruit weight (g) and fruit width (mm) values were determined in the 4 g/l spirulina application; The highest fruit length (cm) value was obtained in the 6 g/l spirulina application. The highest stem diameter, total sugar, and titratable acidity values were found in 2000 ppm seaweed and control; 2000 ppm seaweed, control and 6 g/l spirulina; and control applications, respectively. The highest total phenolic and beta-carotene values were found in 4000 ppm seaweed and control applications. The highest vitamin C value was determined in 4000 ppm seaweed application. As a result of the study, parameters showed that seaweed and spirulina applications positively affected the yield and quality characteristics of pepper.

Key Words: *Capsicum annuum* L., *Ascophyllum nodosum*, *Spirulina platensis*, Yield, Quality

2023, 66 pages

TEŞEKKÜR

Tezimin yürütülmesinde desteğini ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım sayın Doç. Dr. Halime ÜNLÜ'ye, çalışma süresince bana desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

2021-YL1-0148 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Akademik çalışmamın yürütülmesinde desteklerini sağlayan Anamas Tohum Ltd. Şti.'ne, şirket yetkilisi Ziraat Yüksek Mühendisi Serkan KASAPOĞLU'na, Ziraat Yüksek Mühendisi Özlem DEMİR'e ve Ziraat Mühendisi Betül DOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında maddi ve manevi destekleri ile beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Son olarak beni yalnız bırakmayan destekleri ile her zaman yanımda olan nişanlım İhsan AŞIK'a sonsuz sevgilerimi sunarım.

Emine SEĞMEN
ISPARTA, 2023

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Türkiye’deki sebze üretim verileri.....	2
Şekil 3.1. Şehzade F ₁ sivri biber çeşidi	18
Şekil 3.2. Araştırma yeri sera içi görüntüsü	19
Şekil 3.3. Hasat sonrası tartım.....	22
Şekil 3.4. Meyve boyu ölçümü	23
Şekil 3.5. Meyve eni ölçümü	23
Şekil 3.6. Meyve eti kalınlığı ölçümü	24
Şekil 3.7. Meyve renk ölçümü	24
Şekil 3.8. Klorofil ölçümü.....	25



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan deniz yosununa ait özellikler.....	18
Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan spirulinaya ait özellikler.....	19
Çizelge 3.3. Araştırma yerinin toprak özellikleri.....	20
Çizelge 3.4. Araştırmada yer alan uygulamalar	21
Çizelge 4.1. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde verim üzerine etkileri	27
Çizelge 4.2. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde meyve sayısı üzerine etkileri	30
Çizelge 4.3. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri.....	31
Çizelge 4.4. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde meyve eni üzerine etkileri	32
Çizelge 4.5. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde meyve boyu üzerine etkileri	33
Çizelge 4.6. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde gövde çapı üzerine etkileri	34
Çizelge 4.7. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde meyve eti kalınlığına etkileri	35
Çizelge 4.8. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde klorofil içeriği üzerine etkileri	36
Çizelge 4.9. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde titre edilebilir asit içeriği üzerine etkileri.....	37
Çizelge 4.10. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde toplam fenolik madde içeriği üzerine etkileri	38
Çizelge 4.11. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberin β -Karoten içeriği üzerine etkileri	39
Çizelge 4.12. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberin toplam şeker ve indirgen şeker içerikleri üzerine etkileri	40
Çizelge 4.13. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde renk değerleri (L^* , a^* , b^* , C^* , h°) üzerine etkileri	42
Çizelge 4.14. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde vitamin C içeriği üzerine etkileri	44

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABA	Absisik asit
cm	Santimetre
Cu	Bakır
da	Dekar
Fe	Demir
g	Gram
IU	Uluslararası ünite
K	Potasyum
kg	Kilogram
L	Litre
mcg	mikrogram
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
Mn	Mangan
Mo	Molibden
N	Azot
P	Fosfor
PGPR	Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakteri
pH	Ortamda bulunan H^+ iyonu konsantrasyonunun negatif logaritması
ppm	Milyonda bir kısım
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
Zn	Çinko
%	Yüzde
°C	Santigrat derece

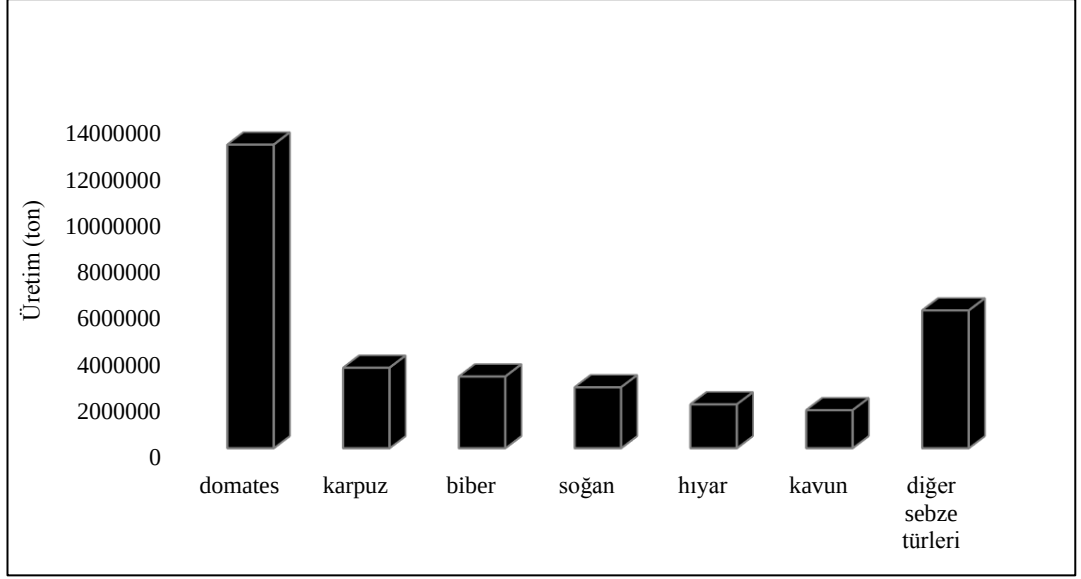
1. GİRİŞ

Biberin (*Capsicum annuum* L.) anavatanı tropik Amerika'dır (Şeniz, 1992). Solanaceae familyasına ait tek yıllık otsu bir bitkidir (Perry vd., 2007). Biber Amerika'dan Avrupa'ya ilk olarak 1493'de Kristof Kolomb tarafından getirilmiş olup ülkemize gelişi ise 16. yüzyıldan itibaren Osmanlı İmparatorluğu ve Avrupa ile kurulan sıkı ilişkiler sonucu gerçekleşmiştir (Şeniz, 1992; Vural vd., 2000). Dünyada biber üretimi Asya, Kuzey Amerika, Güney ve Orta Avrupa, Afrika gibi tropikal ve subtropikal sıcak iklim bölgelerinde yapılmaktadır (Thampi, 2003).

Ülkemizin sebze kültüründe çok önemli yeri olan biber, çok eski zamanlardan beri yetiştirilmektedir. Açıkta ve örtüaltında yetiştiriciliği yapılan biber, tüketici, üretici ve işleme endüstrisi açısından oldukça değerlidir (Gülcan, 2020). Geniş tip ve tür zenginliği, tarıma dayalı sanayi için değerli bir hammadde kaynağı olması ve değişik formlarda tüketime uygunluğu biberi ön plana çıkaran özellikleridir (Kayak vd., 2022). Ülkemizin hemen hemen her yerinde yetiştiriciliği yapılan biberde yaygın olarak kullanılan bazı tipler mevcut olup bunlar; sofralık olarak: sivri, kapyra, çarliston ve dolmalık biberler; kurutmalık olarak: yerli biberler ve süs biberleridir (Gülcan, 2020; Özalp vd., 2014).

Ülkemizdeki son 5 yıldaki biber üretim verileri değerlendirildiğinde yaklaşık %16 oranında bir artışın olduğu görülmektedir. 2022 yılı verilerine göre ülkemizde 763 977 da alan üzerinde 3 018 775 tonluk biber üretimi söz konusu olup bu üretimin; 1 481 612 tonu salçalık (kapyra) biber, 979 180 tonu sivri biber, 404 459 tonu dolmalık biber ve 153 524 tonu çarliston biber oluşturmuştur. Örtüaltı yetiştiricilik değerlerine bakıldığında ise toplam üretim 2022 yılı verilerine göre 1 068 884 ton olduğu bildirilmiştir (TÜİK, 2023).

Biber, ülkemizde yetiştiriciliği en çok yapılan sebzelerden biridir (TÜİK, 2023) (Şekil 1.1). Sağlıklı yaşam için önemli olan biber oldukça geniş kullanım alanlarına sahiptir (Saleh vd., 2018). Taze olarak salatalarda ve yemeklerde kullanıldığı gibi salça, konserve, ketçap, baharat, sos, turşu, hazır gıdalarda, boya, ilaç ve kimya sanayi gibi alanlarda kullanılmaktadır (Şalk vd., 2008; Öğretmen, 2019).



Şekil 1.1. Türkiye'deki sebze üretim verileri

Biber, C vitamini, E vitamini, karotenoidler ve kapsaisinoidler gibi sağlık açısından faydalı bileşiklerin değerli bir kaynağıdır (Wahyuni vd., 2013). 100 gr taze biberde bulunan C vitamini miktarı 64.8 mg (Anonim, 2023b) - 300 mg (Baenas vd., 2019) olarak bildirilmiştir. Biber aynı zamanda demir, kalsiyum, magnezyum, sodyum, fosfor, bakır ve çinko gibi mineraller açısından da oldukça zengindir (Rubio vd., 2002).

Bibere acılığı veren ana madde kapsaisin, sağlık açısından oldukça olumlu etkiler oluşturmaktadır; ağrı kesici etkisi, tümör önleyici özelliklerinin yanı sıra kalp-damar ve solunum sistemini uyarmaktadır (Muchena, 2009). Geleneksel tıbbın bir parçası olan biber öksürük, romatizma, boğaz ağrısı ve mide bağırsak rahatsızlıklarında tedavi amacı ile kullanılmaktadır (Wahyuni vd., 2013). İçerisinde bulunan biyoaktif bileşiklerin bol miktarda bulunması sayesinde sağlığın korunması ve tedavisinde öneme sahiptir (Darko vd., 2022). Meyvelerinde bulunan karotenoidler, kapsaisinoidler, flavonoidler gibi fitokimyasalların güçlü antioksidan özellikleri sayesinde antikanser ve antimikrobiyal gibi pozitif etkileri söz konusudur (Hervert-Hernandez vd., 2010; Saleh vd., 2018; Darko vd., 2022).

Dünyada ve ülkemizde artan nüfusa bağlı olarak hızla artış gösteren gıda talebini karşılayabilmek amacı ile bitkisel üretimi artırmak zorunlu hale gelmiştir. Ülkemizde üretim yapabilmek için tarım alanlarının kullanımının en uç sınırlara ulaşması göz

önüne alındığında üretimde artış verimi yükseltecek girdilerin en etkili şekilde kullanımı ile sağlanabilmektedir (Uzun, 2014). Modern tarımda artan gıda talebine cevap sağlayabilmek ve nüfus ile gıda üretimi arasındaki boşluğu kapatabilmek amacı ile çok fazla miktarlarda zirai kimyasala başvurulmaktadır (Mandal vd., 2020).

Tarımda verim ve kalite artışını sağlamak amacı ile kimyasal gübrelerin kullanımının önemi yadsınamaz (Sönmez vd., 2008). Ancak bilinçsizce kullanılan kimyasallar ve hatalı uygulamalar insan sağlığını tehdit altına alan ve sağlık açısından düşük kalitede ürünlerin meydana gelmesine sebep olmuş, yalnızca insan sağlığını değil aynı zamanda çevrenin kirlenmesi, su kaynaklarının kirlenmesi, toprak yapısının bozulması, erozyon gibi yapısal problemlerin yanında yararlı mikroorganizma ve böceklerin yok olması gibi ekolojik dengeyi tehdit eden sorunlara da yol açmıştır. Bu olumsuzluklar karşısında başta gelir düzeyi yüksek ülkeler olmak üzere birçok ülkede örgütlenen tüketici ve üreticiler, insanlarda toksik etki yapmayan ve doğaya zarar vermeden tarımsal ürünler üretmeyi ve tüketmeyi tercih etmeye yönelim göstermişlerdir (Hekimoğlu ve Altındağ, 2006; Mishra vd., 2013).

Doğada kaynakların sınırlı, insan ihtiyaçlarının ise sınırsız olmasından dolayı var olan kaynakların kullanımının sürdürülebilir bir şekilde yapılması oldukça önemlidir. İnsan yaşamının devamı için en temel gereksinimlerden biri olan gıda üretimini sağlayan tarımsal faaliyetlerin, günümüz ihtiyacını karşılarken yarınımızda gelecek yeni nesillerin de ihtiyaçlarını göz önünde bulundurup çevreye ve doğal kaynaklara zarar vermeden gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir (Tunçer, 2022). Bu bağlamda tarımda sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmaktadır.

Sürdürülebilir tarım, uzun dönemde hem çevreyi tahrip etmeyen hem de doğal kaynakların korunarak tarımsal teknolojilerin kullanıldığı tarımsal yapının meydana getirilmesidir. 21. yüzyılda tarımda elde edilen en büyük başarı olumsuz çevre şartlarını minimize ederek talep edilen üretim artışını sağlayabilmek olacaktır. Bu artış ise ancak tarımda sürdürülebilir yöntemlerin kullanılması, kaynakların yenilenebilir olması ile çeşitlilik göstermesi ve hedeflenen verimin uzun vadede kararlılık göstermesi ile mümkün olabilir (Yılmaz ve Yücel, 2017). Bütün bunlar göz önüne alındığında kaliteli üretimin gerçekleştiği, aynı zamanda sürdürülebilirliğin

sağlandığı ve kimyasallara alternatif olabilen, biyolojik ve organik kökenli doğal materyallerin tarımda kullanımı ön plana çıkmaktadır (Chen vd., 2022).

Tarımda organik kökenli materyallerin kullanımına yönelik talepleri karşılayabilmek amacı ile üzerinde durulan doğal materyallerden biri alglerdir (Chatzissavvidis ve Therios, 2014; Akgül, 2019). Algler, yüksek oranda karbondioksit bağlama özelliğine sahip olmaları ve içerdikleri besin maddeleri sayesinde tarımsal üretimde hem doğal bir hammadde kaynağı hem de doğrudan biyogübre olarak değerlendirilebilmektedir (Piwowar ve Harasym, 2020).

Algler bitki ve toprak yapısını iyileştirerek kimyasal kullanımı ile oluşan kirliliğinin azalmasında (Abdel-Raouf vd., 2012), toprak verimliliğini artırma ve bitki için gerekli azotu sabitleme gibi birçok olumlu etkileri sayesinde tarımda kullanılan sentetik kimyasallara çevre dostu bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır (Das vd., 2019).

Bu amaçla çalışmada bir mikro alg türü olan spirulina ve bir makro alg türü olan kahverengi deniz yosununun biber üretiminde bitkilere sağladıkları yararlar ve kullanım potansiyelleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Alg kelimesi latince “deniz otu” anlamına gelir ve “su yosunu” olarak da isimlendirilir (Özdemir ve Erkmen, 2013). Deniz ekosisteminin en önemli topluluklarından biri olan algler, ilk olarak M.Ö. 2700 yılında insanlık tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Milattan sonraları ise birçok ülkede canlılar için besin maddesi ve tıbbi açıdan değerlendirilerek önem kazanmıştır. Bilimsel metotlarla değerlendirilmeleri ise son yüzyıllarda gerçekleşmiştir (Brown, 2004). Son zamanlarda alglerin öneminin artması ve daha kolay ulaşılabilir olması kullanımını yoğunlaştırmıştır (İrkin, 2009).

Algler fotosentez yapabildikleri deniz, göl ve topraklar gibi ışığın var olduğu her yerde yaşamlarını sürdürebilirler (El Gamal, 2010). Kırmızı, yeşil, kahverengi gibi çeşitli renklerde, tek hücreli veya çok hücreli olabilen organizmalardır. Genel olarak klorofil ve diğer pigmentler yoluyla fotosentez yaparlar. Su ortamının primer üretici canlıları olup besin zincirinin önemli bir parçasını oluşturmaları sebebi ile büyük bir önem taşımaktadırlar. Yapılarında bulunan pigmentler yardımıyla karbondioksit ve suyu ışığın etkisiyle karbonhidrata çevirirler, bu özellikleri sayesinde su ortamındaki besin değerinin ve çözünmüş oksijen oranının artmasını sağlamaktadırlar. Sucul bitkiler olarak bilinen alglerin, kökleri, yaprakları, embriyoları yoktur ve gerçek bir bitki özelliği göstermezler bu yüzden de ayrı bir sınıfa aittirler (Gümüş, 2007; El Gamal, 2010; Eloka-Eboka ve Inambao, 2017). Algler makro ve mikro alg olarak sınıflandırılmaktadırlar (Ross vd., 2008; Tufan, 2018; Aumeerun vd., 2019; Ronga vd., 2019).

2.1. Makroalgler

Makroalgler suda yaşayan canlılara barınma ve üreme ortamı sağlarken aynı zamanda tüketici organizmalara besin olarak fayda sağlayan çok hücreli ökaryotik organizmalardır (İrkin, 2020). Makroalgler “deniz yosunu” olarak da adlandırılmaktadır (Ak, 2015; Ünver Alçay vd., 2017; Pina-Pérez vd., 2017; Godlewska vd., 2019; İrkin, 2020). Genelde hızlı büyüme özelliğine sahip olan makroalglerin boyları 60 m uzunluğa kadar ulaşabilmektedir. Pigmentlerine göre kırmızı makroalg (Rhodophyceae), yeşil makroalg (Chlorophyceae) ve kahverengi

deniz makroalg (Phaeophyceae) olarak toplam üç grup altında sınıflandırılırlar (Tokgöz, 2019). Tarımsal üretimde yaygın olarak kullanılan makroalg türü ise kahverengi alglerdir (Hong vd., 2007). Yaygın kullanımlarının nedeni ise bitki gelişimi ve büyümesi için gerekli olan makro ve mikro elementler, aminoasitler ve vitaminler açısından diğer makroalgelere göre daha zengin olmalarıdır (Hong vd., 2007).

2.1.1. Deniz yosunu

Kahverengi deniz makroalgisi olan deniz yosunu Antik Roma döneminden beri kullanılmaktadır (Arioli vd., 2015). Teknolojinin gelişmediği dönemlerde sahillere vuran deniz yosunları çiftçiler tarafından toplanıp gübre olarak değerlendirilmekteydi. Fakat kimyasal gübrelerin zahmetsiz, kolay ulaşılır, ucuz ve besin elementi içeriği açısından çeşitliliğe sahip olmaları nedeniyle çiftçilerin tercihini kimyasal gübre kullanma yönünde değiştirmelerine yol açmıştır. Ancak zaman içerisinde kimyasal gübre kullanımının, toprağın yapısında ve ekolojik dengesinde bozulmalara sebep olduğunun anlaşılması ile birlikte deniz yosunlarının kullanımı tekrardan önem kazanmıştır (Duran, 2009). Günümüzde ise deniz yosunlarının biyolojik ve sürdürülebilir olmasının katkıları ile birlikte bitkisel üretimde kullanımı giderek artış göstermektedir (El Boukhari vd., 2020).

Kimyasal içerikli gübrelerden farklı olarak deniz yosunları toksik değildir. Aynı zamanda biyolojik olarak parçalanabilen deniz yosunları çevreye ve insan sağlığına zarar vermezler (Dhargalkar ve Pereira, 2005). Deniz yosunları bitki büyüme destekleyicileri arasında yer alırlar (Hassan vd., 2021).

Deniz yosunları ve deniz yosunu türevli ürünler, bitki büyüme ve gelişmesinde gerekli besinleri içermeleri nedeniyle bitkisel üretimde biyolojik uyarıcı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar. Deniz yosunu ekstraktlarında yer alan farklı bitki büyüme düzenleyicileri ile fitohormonların, bitki gelişimi ve verimi teşvik etmede rol oynadıkları düşünülmektedir (Panda vd., 2012; Mahima vd., 2018; Sanodiya vd., 2022). Deniz yosunu ekstraktlarında bulunan aljinat ve diğer polisakkaritlerin kök büyümesini uyardığı ve bitkilerin savunma mekanizmalarını tetiklediği bildirilmiştir. Ayrıca sıvı formda toprağa uygulanan deniz yosunlarının

mikrobiyal aktiviteyi artırarak makro besinleri ve toprak verimliliğini artırdıkları saptanmıştır (Panda vd., 2022).

Deniz yosunları mikro (Mn, Cu, Fe, Zn, Mo) ve makro (N, P, K) besin elementleri, oksin, sitokinin, absisik asit (ABA) hormonları, aminoasit, vitamin gibi bitki için faydalı olan besinler açısından zengin bir içeriğe sahiptirler (Khan vd., 2009; Elumalai ve Rengasamy, 2012). Bu sayede uygulandıklarında bitki büyümesini ve kuvvetli kök gelişimini sağlayarak su ve besin maddesi alınımını teşvik ettikleri, biyotik ve abiyotik streslere ve hastalık ve zararlılara karşı dayanım sağladıkları, tohumlarda çimlenmeyi artırıcı etkilerde bulundukları, verimi artırdıkları, kaliteyi daha iyi hale getirerek ürünün pazar ve ihracat değerini yükselttikleri gibi birçok olumlu etkilere sahip oldukları yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Engin vd., 2019). Aynı zamanda toprağın nem tutma kapasitesini artıran deniz yosunları bitki gelişimine de destek olmaktadır (Dhargalkar ve Pereira, 2005).

2.2. Mikroalgler

Mikroalgler hem deniz hem de tatlı su ortamlarında bulunan mikroskobik fotosentetik organizmalardır (Mobin ve Alam, 2017; Bozkurt, 2019). Prokaryotik ve ökaryotik organizmaları içeren mikroalgler, çeşitli boylara ve şekillere sahip yaklaşık 3-10 µm çapında tek hücreli mikroorganizmalardır (Morais vd., 2015). Gelişimlerini birkaç gün içerisinde tamamlayabilen mikroalgler oldukça hızlı büyüme yeteneğine sahiptirler (Eldeleklioğlu Düzol, 2019). Yeşil algler (klorofitler), mavi-yeşil algler (siyanobakteriler), kırmızı algler (rhodofitler) ve diğer tüm algler (kromofitler) olmak üzere dört gruba ayrılırlar (Tokgöz, 2019). Her grubu yüzlerce tür içeren ve her türünde binlerce suşu bulunan mikroalglerin yaklaşık 300 000'den fazla türe sahip olduğu bilinmektedir. En sık kullanım alanına sahip mikroalgler ise; mavi-yeşil algler ve yeşil alglerdir (Mobin ve Alam, 2017).

Mikroalgler ihtiva ettikleri içerikler sayesinde oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Fotosentetik organizmalar olan mikroalgler, gıda ve kozmetik amaçlı kullanılabilen klorofil içermektedirler. Bazı mikroalg türleri, antioksidanlar ve antibiyotikler gibi biyoaktif bileşikler ürettiğinden, farmasötik endüstrilerinde de kullanılabilirler. Ayrıca mikroalgler yüksek protein, vitamin ve polisakkarit

içermeleri nedeniyle insan tüketimine besin takviyesi olarak da kullanılmaktadırlar. Bütün bu olumlu yanlarına ek olarak, bazı mikroalg türleri azotu sabitleme yeteneği ile birlikte tarımda toprak düzenleyici ve biyogübre olarak değerlendirilmektedir (Spolaore vd., 2006; Harun vd., 2010; Priyadarshani ve Rath, 2012; Morais vd., 2015).

İçerdikleri önemli kimyasal bileşenlere rağmen mikroalgler, tarımda ve diğer endüstriyel alanlarda makroalgler kadar yaygın kullanılmamaktadırlar. Bunun sebebi ise, mikroalg üretiminin genellikle özel koşullarda gerçekleşmesidir. Bu durum mikroalglerin maliyetini yükseltmekte ve dolayısı ile kullanım olanağını kısıtlamaktadır (Özdemir ve Erkmen, 2013; Godlewska vd., 2019).

2.2.1. Spirulina

Spirulina (*Spirulina platensis*), 3 milyon yıldan daha uzun bir süre önce ortaya çıkan, Cyanophyta'ya ait prokaryotik bir mikroalgdir (Savranoglu, 2013). Spirulina, Arthrospira olarak da adlandırılmaktadır (Savranoglu, 2013; Genç Şen, 2019). 16. yy'dan bu yana Texcoco Gölü etrafında yaşamını sürdüren Aztekliler'in ve günümüzde de Çad gölü kıyısındaki Kanembu kabilesi yerli halkının spirulinayı besin maddesi olarak tükettiği söylenmektedir. 1963 yılında Fransız Petrol Araştırma Enstitüsü tarafından ticari olarak kültüre alınmış bilimsel araştırmalarda yerini almıştır (Savranoglu, 2013). Sonrasında uzay görevlerinde astronotlar için bir besin takviyesi olarak NASA (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi) tarafından başarılı bir şekilde kullanıldıktan sonra dikkatleri üzerine çekmiştir (Karkos vd., 2011). Spirulina, besin değeri çok yüksek olması sebebi ile Dünya Sağlık Örgütü tarafından 'süper besin', 'gelecek için en iyi yiyecek' olarak kabul edilmiştir (Sharoba, 2014).

Spirulina (Arthrospira), havadaki azotu kullanan çok hücreli, simbiyotik ve filamentli bir mavi-yeşil mikroalgdir. Disk benzeri veya spiral çubuk olmak üzere iki farklı şekli vardır. Ana fotosentetik pigmenti fikosiyanin (mavi renk) olan spirulina ayrıca karotenoidler ve klorofil-a da içermektedir (Ali ve Saleh, 2012; Mobin ve Alam, 2017).

Spirulina, diğer mikroalgler gibi özel koşullarda yetiştirilmektedir. Yetiştiriciliği için en yaygın kullanılan iki sistem söz konusudur. Bunlar; açık sistem olan havuzlar ve kapalı sistem olan fotobiyoreaktörlerdir. Her iki sisteminin de avantaj ve dezavantajları vardır. Açık sistemlerin kurulum maliyetlerinin düşük olması avantaj olurken yetiştiriciliğin yapılabilmesi için ekolojik şartların iyi olma zorunluluğu üretimin sürekliliğini olumsuz etkilemektedir. Aynı zamanda hastalık-zararlı ve çevreden gelebilecek diğer tehlikelere de açık olmasına sebep olmaktadır. Fotobiyoreaktörlerin ise kurulum maliyetinin yüksek olmasına karşılık üretimin sürekliliği ve daha kontrollü olması ile birlikte kullanımını daha cazip hale getirmektedir (Ugwu vd., 2008; Harun vd., 2010).

Spirulina zengin bir protein kaynağı olup, önemli miktarda esansiyel çoklu doymamış yağ asitleri ve fenolik bileşikler içerir. Aktif biyolojik bileşikler ve yüksek besin değeri gibi özelliklerin varlığından dolayı spirulina dünya çapında en çok çalışılan mikroalglerden biridir (Morais vd., 2015).

Spirulina, yüksek protein içeriği ve besin değeri sebebiyle gıda takviyesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Wuang vd., 2016). Spirulinanın protein içeriği %60-71, karbonhidrat içeriği %13-16 ve lipid içeriği ise %6-7 civarındadır (Spolaore vd., 2006). Zengin bir demir ve kalsiyum kaynağıdır. Özellikle B12 açısından da kıymetli olan spirulina yüksek oranda doğal lifler (Sharoba, 2014), α -linoleik asit (omega-3), B1 (tiamin), B2 (riboflavin), B3 (nikotinamit), B6 (pidoksin) ve B9 (folik asit) vitaminleri içermektedir (Tufan, 2018).

Doğal bir kaynak olmasının katkıları ile tarımda yoğun kimyasal gübre kullanımına çevre dostu bir alternatif olarak değerlendirilmektedir (Aghofack vd., 2015; Al Dayel ve El Sherif, 2022).

Araştırmacılar gerçekleştirmiş oldukları çalışmaların sonucunda spirulinanın; bitkiler için gerekli azot fiksasyonunu sağlama (Gerjes ve Elsadany, 2021; Gonçalves, 2021), bazı hastalık ve zararlılara karşı biyolojik mücadelede etkin rol alma (Yiğenoğlu, 2015), yapraklardaki klorofil miktarını artırma (Yiğenoğlu, 2015; Hassan vd., 2017; Quelal vd., 2022), vejetatif büyümeyi teşvik etme (Dias vd., 2016), verimi yükseltme (Nawar ve Ibraheim, 2014; Hassan vd., 2017; Mógor vd., 2018; Uddin vd., 2019;

Ismaiel vd., 2022), stresi baskılayarak bitki gelişimini teşvik etme (Salvi vd., 2020; Hamouda vd., 2022; Rady vd., 2023), hasat sonrası pozitif etkide bulunma (Silva vd., 2017) gibi bir çok olumlu etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir.

2.3. Deniz Yosunu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Biberde yapılan bir çalışmada deniz yosunu (Kelpak) uygulamalarının bitkide büyüme ve verim üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla fideler dikimden 2 saat önce %0.4 dozunda deniz yosunu solüsyonuna daldırılarak dikimleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca dikimden 20 gün sonra %0.4 dozunda deniz yosunu haftada üç kez yapraklara uygulanmıştır. Sonuç olarak, deniz yosunu uygulamasının pazarlanabilir biber meyve sayısı ve büyüklüğü üzerinde olumlu etkisi olduğu saptanmış; hem dikimde hem de vejetatif büyüme aşamalarında deniz yosunu uygulamalarının ürün verimi için daha faydalı olduğu bildirilmiştir (Arthur vd., 2003).

Sivasankari vd. (2006), farklı dozlarda (%5, %10, %20, %30, %40, %50 ve %100) iki farklı deniz yosunu (*Sargassum wightii* ve *Caulerpa chemnitzia*) içeren ekim öncesi tohum uygulamalarının (priming) börülce bitkisi üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda her iki deniz yosunu uygulamalarının fide büyümesi ve gelişimini desteklediğini tespit etmişlerdir.

Abdel-Mawgoud vd. (2010), farklı dozlardaki (0, 1, 2 ve 3 g/l) deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) uygulamalarının karpuz üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda uygulamaların genel olarak olumlu etkilerde bulunduğunu ancak bu etkilerin dozlara göre değişiklik gösterdiğini saptamışlardır. Ayrıca deniz yosunu uygulamalarının verim ve farklı büyüme parametrelerini pozitif yönde artırdığını bildirmişlerdir.

Gajc-Wolska vd. (2012), üç farklı brokoli çeşidinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında fide dikiminde ve dikimden iki hafta sonra olmak üzere iki kez deniz yosunu (Goëmar BM 86) uygulaması yapmışlardır. Çalışma sonucunda 2 l/ha dozundaki deniz yosunu uygulamasının brokolilerin pazarlanabilirlik değerini ve verimini artırdığını bildirmişlerdir.

Yapılan bir araştırmada organik koşullarda yetiştirilen GSS-8388 tatlı mısır ve Ant-Cin-98 cin mısır çeşitlerinde, 16 farklı besin kaynağının (geleneksel, torf, kompost, sığır gübresi, tavuk gübresi, at gübresi, koyun gübresi, güvercin gübresi, solucan gübresi, deniz yosunu gübresi + sığır gübresi, kompost + hümik asit, sığır gübresi + hümik asit, tavuk gübresi + hümik asit, at gübresi + hümik asit, torf + hümik asit) tane verimi, verim unsurları ve bazı kalite özelliklerine olan etkileri araştırılmıştır. İki yıl süren araştırma sonuçlarından elde edilen verilere göre her iki çeşitte de en yüksek taze koçan verimi deniz yosunu + sığır gübresi uygulamasından elde edildiğı saptanmıştır (Cihangir, 2013).

Zewail (2014), fasulyede gerçekteştirdiğı bir çalışmayı, deniz yosunu (1, 2 ve 4 ml/l), amino asitler (2, 4 ve 8 ml/l) ve deniz yosunu (2 ml/l) + amino asit (4 ml/l) uygulamaları olacak şekilde planlamıştır. Uygulamaları ekimden 25 gün sonra olmak üzere 10 gün aralıklarla toplamda üç kez gerçekteştirmiştir. Çalışma sonucunda en etkili uygulamanın deniz yosunu ve amino asit kombinasyonunun olduğunu ifade etmiştir.

Ramya vd. (2015), patlıcanda gerçekteştirdikleri çalışmada kahverengi deniz yosunu uygulamalarının etkilerini incelemişlerdir. %0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 ve 5.0 dozlarındaki deniz yosunu uygulamalarını dikimden 10 gün sonra başlatarak üç gün aralıklarla toplamda 50 ml olacak şekilde gerçekteştirmişlerdir. Çalışma sonucunda, toplam taze ve kuru ağırlık, yaprak alanı ve nem içeriğı, fotosentetik pigmentler, protein, amino asitler, indirgeyici şeker, askorbik asit, meyve sayısı ve ağırlığı değerlerinin %1.5 dozundaki deniz yosunu uygulaması ile arttığını tespit etmişlerdir.

Kocira vd. (2018), fasulyede gerçekteştirdikleri çalışmada farklı dozlarda (%0.2 ve %0.4) ve farklı zamanlarda (2-3 yapraklı dönemde ve çiçeklenme başlangıcında) deniz yosunu (Kelpak) uygulamalarını kontrol uygulaması ile kıyaslamışlardır. Sonuç olarak, deniz yosunu uygulamalarının, besin kalitesinde herhangi bir olumsuz etki olmaksızın fasulyenin verimini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Plastik sera koşulları altında bahar mevsiminde gerçekteştirilen çalışmada, yapraktan 3 farklı dozda hümik asit (0, 1 ve 2 ml/l) ve 3 farklı dozda deniz yosunu (0, 2 ve 4 ml/l) uygulamalarının iki hıyar çeşidi (Bellona F₁ ve Solo F₁) üzerine olan etkileri

incelenmiştir. Sonuç olarak hümkik asit uygulamalarının, erken verim, toplam verim, meyve sayısı, meyve ağırlığı, meyve uzunluğu, meyve çapı, toplam kuru madde ve suda çözünür kuru madde değerlerini artırdığı; deniz yosunu uygulamalarının ise meyve sayısı hariç diğer tüm parametrelerde olumlu etkiler gösterdikleri bildirilmiştir (İbrahim, 2018).

Engin vd. (2019), gerçekleştirdikleri çalışmada ülkemiz kıyılarında doğal olarak yayılım gösteren *U. rigida* makroalginin fasulye yetiştiriciliğinde organik gübre olarak kullanımını araştırmışlardır. Saksı denemesi şeklinde planlanmış oldukları çalışmayı kontrol, ithal deniz yosunu gübresi (Alggreen) (0.012 gr/saksı), çiftlik gübresi (500 gr/saksı) ve *U. rigida* makroalginin 6 farklı dozundan (30, 60, 90, 120, 150, 500 gr/saksı) oluşan toplam 8 ayrı uygulama şeklinde yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda en yüksek verim değerlerini *U. rigida* makroalg uygulamalarından elde ettiklerini ve en etkili dozun 150 gr/saksı olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Domateste yapılan bir çalışmada 0, 1, 2 ve 3 ml/1000 L dozlarında yapraktan deniz yosunu uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak domates meyvelerinin C vitamini ve antioksidan içeriklerinde 2 ml/1000 L dozunun diğer dozlara kıyasla önemli bir etki gösterdiği saptanmıştır (Abad vd., 2019).

Bozkurt (2019), gerçekleştirdiği çalışmada, değişik organik gübrelerin (vermikompost gübresi, deniz yosunu gübresi, leonardit gübresi, ahır gübresi, tavuk gübresi ve yarasa gübresi) ve kontrol uygulamasının iki farklı kopya biber çeşidindeki kalite ve verimi üzerine olan etkilerini araştırmıştır. Çalışmada en yüksek meyve eti kalınlığının deniz yosunu gübresi uygulaması sonucunda gerçekleştiğini bildirmiştir.

Repke vd. (2022), gerçekleştirdikleri bir çalışmada sıcaklık stresi altındaki soya fasulyelerine yapraktan deniz yosunu (kontrol, 0.25, 0.50, 0.75, 1 l/ha) uygulamışlardır. Araştırma sonucunda 1 l/ha dozundaki deniz yosunu uygulamasının soya fasulyesi bitkilerinin sıcaklık stresine karşı toleransını artırdığını, ayrıca CO₂ asimilasyon oranını ve stoma iletkenliğini artırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, deniz yosununun 1 l/ha dozunun sıcaklık stresinin olumsuz etkilerini hafifletmede etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Alma ve Söylemez (2022), yaptıkları bir çalışmada zeytinyağı endüstrisinin bir yan ürünü olan işlenmemiş pirinanın (OP) ve deniz yosununun biber fidelerinin büyüme ve gelişimi üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada farklı pirina oranları (%5 OP + %95 torf, %10 OP + %90 torf, %15 OP + %85 torf ve %20 OP + %80 torf) ile 4 farklı deniz yosunu dozu (%0, %0.5, %1 ve %2) kullanmışlardır. Deniz yosunu uygulamalarına ilk gerçek yapraklar çıktığında ve 7 gün aralıklarla devam etmişlerdir. Araştırma sonucunda torf yerine toprağa veya yaprağa deniz yosunu uygulamalarının daha etkili olabileceğini bildirmişlerdir.

Asadi vd. (2022), marulda gerçekleştirdikleri çalışmada, mikorizal mantar (AMF) ve *Ascophyllum nodosum*'dan türetilen bir deniz yosunu ekstraktının (SWE) bitki büyüme ve fizyolojik tepkileri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla toprağa 5 g/kg AMF ve yapraktan 3 farklı dozda (0, 5, 1.5 ve 3 g/l) SWE uygulamışlardır. AMF ile 3 g/l dozundaki SWE'nin birlikte uygulanması ile, kök kolonizasyonu, klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, karotenoid, toplam antioksidan aktivite, yaprak ve köklerdeki mineral (N, P, K, Ca, Fe, Zn ve Mn) içeriklerinin önemli ölçüde arttığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, AMF ve SWE'nin birlikte uygulanmasının marul bitkilerinin büyüme ve gelişimini olumlu yönde etkilediğini ifade etmişlerdir.

Parab ve Shankhadarwar (2022), maş fasulyesinde üç farklı deniz yosununu (kahverengi, yeşil alg ve kırmızı alg) farklı konsantrasyonlarda (%0.02, %0.04, %0.06, %0.08 ve %0.1) uygulamışlardır. Uygulamaları tohum (1 gece boyunca solüsyon içerisinde bekletme), yaprağa ve toprağa (ekimden sonra her hafta toplamda 10 ml) olacak şekilde yapmışlardır. Çalışma sonunda 3 deniz yosununun %0.06 dozundaki uygulamalarının bitkilerde büyümeyi ve fitokimyasallarda artışa neden olduğunu saptamışlardır. Ayrıca deniz yosunu ile muamele edilen bitkilerin kontrol bitkilerinden daha erken çiçeklenme gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Bamyada yapılan bir çalışmada deniz yosunu (kelpak) (1:100, 1:40, 1:20) ve PGPR (1:5, 1:10, 1:15) uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Uygulamalar belirlenen konsantrasyonlarda tohum ıslatma ile başlatılmış, dikimden itibaren deneme sonlanana kadar iki hafta aralıklar ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda deniz yosunu uygulamalarının PGPR uygulamalarına göre, büyümeyi ve verimi daha az

artırmış olmasına karşılık kontrol uygulamasına göre daha olumlu etkileri saptanmıştır (Aremu vd., 2022).

Rasouli vd. (2022), marulda gerçekleştirdikleri çalışmada mikorizal mantar (AMF), deniz yosunu (SWE) ve bunların birlikte uygulanmasının marul bitkilerinin gelişimi ve antioksidan potansiyeli üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla her saksıya 20 g AMF ve yapraktan 3 farklı dozda (0.5, 1.5 ve 3 g/l) SWE uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, SWE ve AMF kombinasyonunun marulun morfolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerinde pozitif etkilerde bulunması nedeniyle birlikte kullanımlarını tavsiye etmişlerdir.

Petropoulos vd. (2022), enginar da yaptıkları çalışmada farklı dozlardaki potasyum (%25, 50, 75 ve 100) ve deniz yosunu (0, 1, 2 ve 3 g/l) uygulamalarının vejetatif büyüme parametreleri üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Ekimden 30 gün sonra olmak üzere iki hafta aralıklarla sekiz kez yapraktan deniz yosunu uygulamalarını gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak, bitki büyüme ve verim parametrelerini üzerinde en etkili uygulamalarının %100 potasyumlu gübre ile %75 potasyumlu gübre + 3 g/l dozundaki deniz yosunu uygulamalarının olduğunu tespit etmişlerdir.

Doymaz (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, deniz yosunu ekstraktlarından elde edilmiş organik sertifikalı sıvı gübrelerin (HigroAmin, Rootingplus ve HigroAlgin) fasulyenin farklı gelişim dönemlerinde (çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme sonu ve çiçeklenme başlangıcı + çiçeklenme sonunda) uygulanarak fasulyede meydana gelen agromorfolojik parametrelere etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda genel olarak deniz yosunu uygulamalarının tane verimi (Rootingplus uygulaması hariç), bakla sayısı, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, anadal sayısı, baklada tane sayısı, bitkide tane sayısı ve protein değerlerini kontrol grubuna göre artırdığı saptanmıştır. Ayrıca fasulye yetiştiriciliğinde çiçeklenme sonunda HigroAmin ve HigroAlgin sıvı gübrelerinin yapraktan bir kez uygulanması tavsiye edilmiştir.

Kumar ve Thapa (2022), patlıcanda gerçekleştirdikleri çalışmalarında deniz yosununun farklı dozlarını (400, 500, 600, 750 ve 1250 ml/ha) iki hafta aralıklarla iki kez uygulamışlardır. Sonuç olarak 600 ml/ha dozundaki deniz yosunu uygulamasının meyve sayısını, meyve çapını ve meyve ağırlığını artırdığı sonucuna varmışlardır.

2.4. Spirulina ile İlgili Yapılan Çalışmalar

2008-2009 yıllarında yürütölen bir araştırmada farklı dozlarda (0, 1, 3, 5, 7 ve 9 g/l) spirulina uygulamalarının maş fasulyesi özerine olan etkileri incelenmiştir. Tohumlar ekilmeden önce spirulina solösyonları içerisinde 6 saat bekletilmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek bitki büyüme oranı, toplam kuru madde, verim, yaprak alan indeksi değerleri 7g/l spirulina uygulamasından elde edildiği ifade edilmiştir (Aung, 2011).

Nawar ve Ibraheim (2014), bezelye bitkilerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında %0, %5, %10 ve %15 oranlarında *Spirulina plantensis* uygulamalarının etilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda bezelye bitkilerine uygulanan %10 ve %15 oranlarındaki *Spirulina plantensis* uygulamalarının diğer uygulamalara kıyasla vejetatif büyüme karakterlerini, verimi, yaprak klorofil içeriğini artırdığını bildirmişlerdir.

Tuhy vd. (2015), spirulinanın farklı dozları (%100, %150 ve %200) ile birlikte Mn, Cu ve Zn uygulamalarının mısır bitkisinde mikroelement alımına, verime ve bitki gelişimine olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda kontrol grubuna göre en yüksek verim değerini %100 spirulina uygulamasından elde etmişlerdir. Uygulamaların mısır danelerinin mikro element içeriği özerine olumlu etkileri olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, bu uygulama ile birlikte mısır danelerinin mikro element bakımından içeriklerinin zenginleştirilebileceği, hayvan ve insan beslenmesinde görölen mikro element eksikliğinin giderilebileceğini bildirmişlerdir.

Domates bitkisinde gerçekleştirilen bir çalışmada, bakteriyel solgunluk hastalığına sebep olan *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in biyolojik mücadelesi için *Spirulina plantensis* uygulamasının etkileri incelenmiştir. Toprakdan yapılan *Spirulina plantensis* uygulaması sonucunda hastalığın baskılandığı, yapraktaki klorofil ile bitki kuru madde miktarlarında artışların meydana geldiği bildirilmiştir (Yiğenoğlu, 2015).

Patlıcanda yapılan bir çalışmada *Spirulina platensis* uygulamalarının bitki gelişimi, verim ve hasat sonrası kalite parametreleri özerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu

amaçla farklı dozlar içeren 4 uygulama M1 (10, 15, 25 ve 35 g/l), M2 (15, 20, 30 ve 40 g/l), M3 (20, 25, 35 ve 45 g/l) ve M4 (kontrol) oluşturulmuş ve beş gün aralıklarla yapraktan uygulanmıştır. Uygulamaların 1. dozu çiçeklenmeden önce, 2. dozu tam çiçeklenmede, 3. dozu meyve oluşumunda ve 4. dozu ise hasat döneminde gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre, düşük dozlardaki *Spirulina platensis* uygulamalarının (M1), meyve veriminde ve hasat sonrası meyve sertliğini korumada olumlu yönde etkili olduğu; yüksek dozlardaki *Spirulina platensis* uygulamalarının (M3) ise, vejetatif büyümede olumlu etki göstermesine karşılık meyve veriminde düşüslere neden olduğu tespit edilmiştir (Dias vd., 2016).

Marulda gerçekleştirilen bir çalışmada, *Spirulina platensis* %0, %1.5, %3.0, %4.5, %6.0 ve %7.5 dozlarında ve dikimden 1, 7, 14, 21 ve 28 gün sonra yapraklara uygulanmıştır. Hasattan 24 saat sonra depolanan ve kalite özellikleri değerlendirilen marul bitkilerinde %7.5 dozundaki *Spirulina platensis* uygulamasının, çözünebilir katı içeriğini, titre edilebilir asitliği, askorbik asit ve klorofil a değerlerini koruduğu saptanmıştır (Silva vd., 2017).

Hassan vd. (2017), roka bitkisinde gerçekleştirdikleri çalışmada *Spirulina platensis* ve kontrol (kimyasal gübre) uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Ekimden 10, 18 ve 26 gün sonra %5, %10 ve %15 oranlarında yapraktan *S. platensis* uygulamalarını gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre %5 dozundaki *S. platensis* uygulamasının kontrol uygulamasına göre bitki gelişimi, verim ve toplam antioksidan aktivite özellikleri açısından en iyi sonucu gösterdiğini bildirmişlerdir.

Sayed vd. (2018), 2015/2016 ve 2016/2017 sezonlarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında enginar bitkilerine ekimden 45 ve 60 gün sonra spirulina (2 ve 4 ml/l) ve silisyum (SiO₂) (1000 ve 2000 ppm) uygulamışlardır. Sonuç olarak, 2000 ppm dozundaki silisyum ile 4 ml/l dozundaki spirulina uygulamalarının bitki boyu, bitki başına yaprak sayısı, toplam yaprak sayısı, kuru ağırlık, yaş ağırlık ve toplam verim parametrelerinde olumlu etkilerinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Abo-Basha vd. (2019), bitkisel materyal olarak ıspanak türünü kullandıkları çalışmalarında, yapraktan ve topraktan 2 ml/l oranında *S. platensis* uygulamalarını

gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda tüm spirulina uygulamalarının bitki verimini (g/bitki) kontrol uygulamasına göre önemli seviyede artırdığını saptamışlardır.

Salata ve marul çeşitlerinde yapılan bir çalışmada farklı dozlarda (0.5, 1, 1.5 ve 2 mg/l) yapraktan iki kez olacak şekilde *Spirulina platensis* uygulamaları yapılmıştır. Çalışma sonunda, 1.5 mg/l dozundaki uygulamanın en yüksek verim değerlerini sağladığı saptanmıştır (Acun, 2019).

Amer vd. (2019), enginar bitkisinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada bitki yapraklarına dört farklı dozda (0, 1, 2 ve 3 g/l) dört farklı mikroalg (*Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris*, *Amphora coffeaeformis* ve *Scenedesmus obliquus*) uygulamışlardır. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre; yaprak sayısı, bitki taze ve kuru ağırlık ve tohum ağırlığı değerleri en yüksek 3 g/l *Spirulina platensis* uygulamasında; en yüksek sabit yağ ve toplam karbonhidrat değerleri ise *Scenedesmus obliquus* (1 ve 3 g/l) uygulamalarında elde edildiğini bildirmişlerdir.

Godlewska vd. (2019), turpta yaptıkları bir çalışmada, ekim öncesi tohumların spirulina uygulamaları ile muamele edilmesinin turp bitkilerinde büyümeyi ve besin içeriğini iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

Uddin vd. (2019), Oscillatoria ve Spirulina mavi-yeşil alglerinin bamyada biyogübre olarak değerlendirilmesi amacı ile çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu doğrultuda algleri 1 litre suya 1 gr ekleyip karıştırdıktan sonra bitkilere 15 gün ara ile 3 kez yapraktan uygulamışlardır. Çalışma sonucunda Oscillatoria ve Spirulina mavi-yeşil alglerinin verimi artırdığını ve dolayısıyla her iki alg için de bamya üretiminde biyogübre olarak kullanımının uygun olduğu sonucuna varmışlardır.

Toaima vd. (2022), kekikte gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında spirulina uygulamasının taze ve kuru verimini, uçucu yağ verimini, toplam fenolik madde miktarını artırdığını saptamışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitkisel materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak güz, bahar, sera ve açık tarla yetiştiriciliğine uygun, meyveleri yeşil renkli, pürüzsüz yapıya sahip ve TSWV (domates lekeli solgunluk virüsü)'ye toleranslı olan Şehzade F₁ sivri biber çeşidi (Anamas Tohum Ltd. Şti., Antalya) kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Şehzade F₁ sivri biber çeşidi

3.1.2. Araştırmada kullanılan deniz yosunu ve özellikleri

Bu çalışmada kahverengi deniz yosunundan (*Ascophyllum nodosum*) elde edilmiş ‘Blue Fresh’ (Ouragro S.L. firması) isimli ticari sıvı deniz yosunu materyali kullanılmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan deniz yosununa ait özellikler

Organik Madde	%30
Alginik Asit	%0.6
Suda Çözünür Potasyum Oksit K ₂ O	%8.0
pH Aralığı	7-9
EC (Maximum)	47 dS/m

3.1.3. Araştırmada kullanılan spirulina ve özellikleri

Araştırmada Egert Doğal Ürünler Üretim Ltd. şti. tarafından üretilmiş spirulina (*spirulina platensis*) materyali kullanılmıştır. Toz şeklinde tedarik edilen spirulina distile suda çözöndüröldükten sonra bitkilere uygulanmıştır. %5 su ve %60-70 protein oranına sahip spirulinaya ait vitamin içeriği ile ilgili bazı özellikler Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan spirulinaya ait özellikler

Vitamin	İçerik/10 g Spirulina
Beta Karoten (provit A)	23 000 IU
Pridoksin (B6)	80 mcg
Siyanokobalamin (B12)	20 mcg
Niasin (B3)	1.4 mg
Tiamin (B1)	0.35 mg
Tokoferol (E)	1 IU
Pantotenik asit	10 mcg
K vitamini	200 mcg
Folik asit	1 mcg
İnositol	6.4 mcg

3.1.4. Araştırma yerinin özellikleri

Araştırma, 2021 yılında Antalya ilinin Serik ilçesine bağlı Yukarıkocayatak köyünde bulunan Anamas Tohum Ltd. şti. firmasına ait plastik serada yürötölmüştür (şekil 3.2). 36° 57' kuzey enlemi, 30° 57' doğu boylamı arasında yer alan araştırma alanı, deniz seviyesinden yaklaşık olarak 19 m yüksekliktedir (Anonim, 2023a).



şekil 3.2. Araştırma yeri sera içi göröntüsü

Çalışma boyunca gerekli önlemler alınarak (havalandırma sistemleri gibi) biber bitkilerinin optimum gelişimleri için gerekli sıcaklık (gündüz: 21-26°C, gece: 15-17°C) ve hava oransal nem istekleri (%70-75) (Eren vd., 2021) sağlanmıştır.

Çalışmanın gerçekleştirildiği alanın toprak özellikleri AgriOLabEN Gıda ve Zirai Laboratuvarı tarafından analiz edilmiş, sonuçları Çizelge 3.3'te verilmiştir. Toprak analiz sonuçlarına göre çalışmanın yürütüldüğü alanın toprak yapısının killi tınlı olduğu saptanmıştır. Deneme alanının hafif alkali (pH 7.6), kireçli (%10.7), tuzsuz (%0.088) ve organik madde miktarının az (%1.42) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Araştırma yerinin toprak özellikleri

Analiz Parametreleri	Birim	Analiz Sonucu	Değerlendirme
pH	--	7.6	Hafif Alkali
Kireç	(%)	10.7	Kireçli
Tuz	(%)	0.088	Tuzsuz
Doygunluk	(%)	63	Killi Tınlı
Organik Madde	(%)	1.42	Az
Toplam N	(%)	0.105	Yeterli
P	(kg P ₂ O ₅ /da)	49.04	Fazla
K	(kg K ₂ O/da)	111.9	Fazla
Ca	(kg CaO/da)	2078.3	Fazla
Mg	(kg MgO/da)	217.4	Fazla
Fe	(ppm)	8.08	Yeterli
Mn	(ppm)	8.77	Fazla
Zn	(ppm)	10.40	Çok Fazla
Cu	(ppm)	5.45	Fazla

3.2. Yöntem

02.02.2021 tarihinde, geniş sıra arası 110 cm, dar sıra arası 70 cm, sıra üzeri 40 cm olacak şekilde Anamas Tohum Ltd. Şti. firmasından temin edilen fideler seraya dikilmiştir. Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 15 bitki olacak şekilde planlanmıştır. Çalışmada deniz yosununun 3 farklı

dozu, spirulinanın 3 farklı dozu ve kontrol uygulaması olacak şekilde toplamda 7 uygulama gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Araştırmada yer alan uygulamalar

UYGULAMALAR	ADLANDIRMALAR
2000 ppm Deniz yosunu uygulaması	DY1
4000 ppm Deniz yosunu uygulaması	DY2
6000 ppm Deniz yosunu uygulaması	DY3
2 g/l Spirulina uygulaması	SP1
4 g/l Spirulina uygulaması	SP2
6 g/l Spirulina uygulaması	SP3
Kontrol	Kontrol

%0.5 oranında Tween 20 ilave edilmiş solüsyonlar yapraktan püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Uygulamalar fide dikiminden itibaren 21 gün aralıklarla toplamda 3 kez gerçekleştirilmiştir. 27.04.2021, 05.05.2021, 11.05.2021, 18.05.2021, 27.05.2021 ve 04.06.2021 tarihlerinde biber hasatları gerçekleştirilmiştir.

Denemede vegetasyon periyodu boyunca damla sulama sistemi ile toplamda dekara 54 kg potasyum nitrat, 55 kg magnezyum sülfat, 22 kg mono amonyum fosfat, 35 kg kalsiyum nitrat, 32 kg mono potasyum fosfat, 3.5 kg amonyum nitrat, 4 kg demir ve 4 kg mikro besin elementi verilmiştir.

Çalışmanın yürütüldüğü süre boyunca külleme ve kurşuni küf hastalıkları için sırasıyla 200 g/l Fluopyram+200 g/l Tebuconazole ve 125 g/l Fluopyram+375 g/l Pyrimethanil; beyaz sinek, trips, kırmızı örümcek vb. zararlılar ile mücadelede %20 Acetamiprid, 100 g/l İmidacloprid+30 g/l Bifenthrin, 50 g/l Hexythlazon, 18 g/l Abamectin, 120 g/l Spinetoram ve 45 g/l Chlorantraniliprole+18 g/l Abamectin etken maddeli tarım ilaçları kullanılmıştır.

Çalışma sonunda hasat edilen biber örneklerinin kalite analizleri Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.3. Araştırmada İncelenen Özellikler

3.3.1. Verim

Parselden elde edilen toplam meyve ağırlığının bitki sayısına bölünmesi ile bitki başına verim (g/bitki) hesaplanmıştır.

3.3.2. Meyve sayısı

Parselden hasat edilen meyvelerin sayısı bitki sayısına bölünmesi ile ortalama meyve sayısı (adet/bitki) tespit edilmiştir.

3.3.3. Ortalama meyve ağırlığı

Parsellerin her bir tekerrüründeki toplam meyve ağırlığı, tekerrürdeki toplam meyve sayısına bölünerek ortalama meyve ağırlığı g olarak belirlenmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Hasat sonrası tartım

3.3.4. Gövde çapı

Her tekerrürden tesadüfi olarak seçilen 5 biber bitkisinin gövde çapı değerleri dijital kumpas yardımı ile mm cinsinden belirlenmiştir.

3.3.5. Meyve boyu

Her tekerrürden 20 meyve seçilerek, meyvenin sap kısmının bitiş noktasından meyve ucuna kadar cetvel yardımı ile ölçülen ortalamalar cm cinsinden belirlenmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.4. Meyve boyu ölçümü

3.3.6. Meyve eni

Her tekerrürden seçilen 20 meyvenin orta noktasından olacak şekilde kumpas yardımı ile yapılan ölçümlerin ortalamaları mm olarak belirlenmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Meyve eni ölçümü

3.3.7. Meyve eti kalınlığı

Her tekerrürden seçilen 20 meyvenin orta noktasından olacak şekilde kumpas yardımı ile gerçekleştirilen ölçümlerin ortalamaları mm olarak belirlenmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Meyve eti kalınlığı ölçümü

3.3.8. Renk

CR 400 Model Minolta marka renk ölçer kullanarak renk değerleri belirlenmiştir. Biber meyvelerinin meyve sapına yakın kısımlarının her iki yüzeyi L^* (parlaklık), $-a^*$ (yeşillik), b^* (sarılık) cinsinden ölçülerek belirlenmiş, Chroma (C^*) değeri ve hue açısı (h°) değerleri ise aşağıdaki Denklem (3.1) kullanılarak hesaplanmıştır (McGuire, 1992) (Şekil 3.7).

$$h^\circ = \arctan(b^*/a^*) \quad C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (3.1)$$



Şekil 3.7. Meyve renk ölçümü

3.3.9. Klorofil içeriği

Tekerrürde 4 bitkinin 4 farklı yönünden seçilen biber yapraklarının klorofil değerlerini belirlemek amacıyla Klorofil SPAD 502 Plus klorofil ölçme cihazı kullanılmış, elde edilen değerler SPAD cinsinden verilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Klorofil ölçümü

3.3.10. Titre edilebilir asitlik

Cemeroğlu (2013), yöntemine göre hazırlanmış biber örneklerinden 10 ml meyve suyu alınarak 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH 8.1 oluncaya kadar titrasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve titre edilebilir asitlik miktarı sitrik asit cinsinden % olarak ifade edilmiştir.

3.3.11. Vitamin C içeriği

Biber meyvelerinin vitamin C içeriği Cemeroğlu (2013) tarafından belirtilen %2'lik oksalik asit yöntemine göre belirlenmiştir. 2,6 diklorofenolindofenol çözeltisi kullanılarak titrasyon işlemi sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiş ve sonuçlar mg/100g cinsinden ifade edilmiştir.

3.3.12. Toplam şeker/indirgen şeker

Dubois vd. (1956) ile Honda vd. (1980) tarafından geliştirilen yöntemler ile sırasıyla toplam ve indirgen şeker tayini gerçekleştirilmiştir. Biber meyvelerinden 2 g olarak alınan örnekler 20 ml %80'lik etil alkol içerisinde homojen hale getirilmiş ve -20°C'de en az 2 saat bekletilmiştir. Daha sonra ekstraksiyon işlemi için 2000 rpm'de

5 dakika boyunca örnekler santrifüj edilmiştir. 40, 80, 120, 160 ve 200 µg/ml konsantrasyonlarında glukoz standartları oluşturulmuştur. Protokolde yer alan adımlar gerçekleştirildikten sonra spektrofotometrede okumalar yapılmış ve hesaplamalar sonucunda elde edilen değerler mg/g olarak ifade edilmiştir.

3.3.13. Toplam fenolik madde

Biber meyvelerinin toplam fenolik içeriğini belirlemek amacıyla öncelikle ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bunun için 10 ml %95'lik etanol içerisinde 5 g biber örneği homojen hale getirilmiştir. 10 dakika boyunca kaynar su banyosunda bekletilen örnekler 8000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Daha sonra filtre kağıdından süzülen örnekler %80'lik etil alkolden 10 ml eklenip 10 dakika boyunca tekrar kaynar su banyosunda tutulmuştur. Bu işlemten sonra bütün örnekler 100 ml olacak şekilde %80'lik etil alkol ilave edilmiştir. Folin-Ciocalteu reaktifi kullanmak suretiyle protokole uygun olarak gerçekleştirilen adımlar sonrasında elde edilen örneklerin okumaları spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda yapılmış ve elde edilen sonuçlar mg/100g olarak verilmiştir (Coseteng ve Lee, 1987).

3.3.14. β-karoten

Biber meyvelerinin β-karoten içeriklerini belirlemede Nagata ve Yamashita (1992) yöntemi kullanılmıştır. Homojen hale getirilen örneklerin aseton:hekzan karışımı (4:6) ile ekstraksiyon işlemleri gerçekleştirilmiştir. 663, 645, 505 ve 453 nm dalga boylarında spektrofotometrede okumaları yapılan örneklerin sonuçları hesaplanmış ve µg/g olarak ifade edilmiştir.

3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmadan elde edilen veriler Minitab (17) inc. paket programı kullanılarak tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testi kullanılarak belirlenmiş olup farklı harflerle gösterilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Verim

Deniz yosunu (2000, 4000 ve 6000 ppm), spirulina (2, 4 ve 6 g/l) ve kontrol uygulamalarının biberde verim üzerine olan etkileri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Biber verimi üzerine uygulamaların etkinliği $P<0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde verim üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Verim (g/bitki)
DY1 (2000 ppm)	2399.5 d*
DY2 (4000 ppm)	2653.9 b
DY3 (6000 ppm)	2554. 2 c
SP1 (2 g/l)	2940. 3 a
SP2 (4 g/l)	2900. 8 a
SP3 (6 g/l)	2876. 0 a
Kontrol	2199.4 e

*Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Çalışma sonucunda uygulamalara göre biberin verim değerlerinin 2199.4-2940.3 g/bitki arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Uygulamalar içerisinde en düşük değer kontrol uygulamasında (2199.4 g/bitki) saptanırken, en yüksek verim değerleri SP1 (2940.3 g/bitki), SP2 (2900.8 g/bitki) ve SP3 (2876.0 g/bitki) uygulamalarında elde edilmiştir.

Biber ile ilgili yapılmış çalışmalarda farklı uygulamaların gerçekleştirilmesi sonucunda elde edilen verim değerleri incelendiğinde bu değerlerin; 955.0-2468.0 g/bitki (Khan vd., 2018), 747.7-4178.0 g/bitki (Şahin, 2019) ve 310-1007 g/bitki (Sohel ve Ghosh, 2021) arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bildirişler bulgularımızla paralellik arz etmektedir.

Shedeed vd. (2022), mikroalglerin içerdikleri vitaminler, aminoasitler ve ekzopolisakkaritler gibi çok çeşitli yararlı bileşikler sayesinde klorofilin iç

biyosentezini artırdığını ve dolayısıyla bitki gelişimini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Wuang vd. (2016), spirulina ve kimyasal gübreyi (15:15:15) karşılaştırarak gerçekleştirdikleri çalışmanın sonucunda spirulinanın bitki büyümesini kimyasal gübre ile benzer ölçüde artırdığını ifade etmişlerdir. Bu durumu spirulinanın kimyasal gübreye göre daha az miktarda azot, fosfor, potasyum içermesine karşılık daha fazla miktarda kalsiyum, demir, manganez ve çinko içermesinden kaynaklı olduğunu ve bu besin elementlerinin bitki gelişimindeki rollerini bildirmişlerdir. Kalsiyumun yeni büyüme noktalarının ve kök uçlarının üretiminde yer alması ve büyüme noktalarının sert ve kırılğan hale gelmesini engelleyen hücre duvarlarının esnekliğini ve genişlemesini sağlamasında önemli olduğunu; demirin birkaç temel enzimin yapısal bir bileşeni olduğunu; manganezin azot asimilasyonu için bir enzim aktivatörü görevi görüp klorofil için gerekli bir element olduğunu; çinkonun büyüme maddelerinin sentezinde, enzim sistemlerinde görev alması, klorofil ve karbonhidrat üretimi için gerekli olduğunu açıklamışlardır. Jufri ve Sulistyono (2016), acı biberde gerçekleştirdikleri çalışmalarında yapraktan spirulina uygulamalarının kontrol uygulamasına göre daha yüksek verim sağladığını saptamışlardır. Bu durumun, spirulinanın makro ve mikro elementler içermesi ve bitkilerin gerekli elementleri doğrudan yapraklar yoluyla sağlamasına yardımcı olmasından kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir. Mógor vd. (2018), kırmızı pancar fidelerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında spirulina uygulamalarının yapraklardaki klorofil, şeker, toplam serbest amino asitler ve protein artışına neden olduğunu ve böylece bitki büyümesini teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, spirulinanın sürdürülebilir verim artışını destekleyen bir biyogübre-biyouyarıcı kaynağı olarak kabul edilebileceğini ifade etmişlerdir. Aly ve Esawy (2008), biberde gerçekleştirdikleri çalışmalarında yapraktan uygulanan spirulinanın içerdiği bazı büyüme destekleyici maddeler, yüksek serbest amino asit, makro ve mikro elementlere bağlı olarak büyümeyi teşvik ettiğini, verim ve meyve kalitesini artırdığını, spirulinanın organik gübre olarak başarılı bir şekilde kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Shedeed vd. (2022), baklada gerçekleştirdikleri çalışmalarında spirulinanın yapraklara uygulanması sonucunda bitki gelişiminin, verimin, fotosentetik pigment kapasitesinin arttığını saptamışlardır. Bu durumun, fitohormonlara benzer şekilde spirulinanın üretmiş olduğu aktif bileşiklerle bağlantılı olduğunu, bitki gelişimini ve verimini destekleyen sinyal

yollarına katılması ile ilgili olabileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca yapraklarda K^+ ve Mg^{2+} gibi makro besin içeriklerinin yükselmesi sonucunda fotosentez hızının arttığını ve dolayısıyla büyümeyi ve verimi teşvik etmede rol oynamış olabileceğini bildirmişlerdir.

Tüm bu bildirişler çalışmamızdaki kontrol grubu ile kıyaslandığında verimde meydana gelen %33.67 (2 g/l spirulina uygulaması), %31.89 (4 g/l spirulina uygulaması) ve %30.76 (6 g/l spirulina uygulaması) düzeylerindeki verim artışının nedenini açıklamaktadır. Nitekim farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda spirulina uygulamalarının mısırdan (Tuhy vd., 2015), biberde (Jufri ve Sulistyono, 2016), rokada (Hassan vd., 2017), enginarda (Sayed vd., 2018), kırmızı pancarda (Mógor vd., 2018), marulda (Siringi vd., 2022), bezelyede (Ismail vd., 2022) verim değerlerini önemli düzeyde artırdıkları belirtilmektedir. Ayrıca, spirulina uygulamalarının bezelyede yaklaşık %40 (Nawar ve Ibraheim, 2014), patlıcanda yaklaşık %75 (Dias vd., 2016), ıspanakta %42.34 (Abo- Basha vd., 2019), bamyada %21.4 (Uddin vd., 2019), marulda %52.19 (Acun, 2019) ve %12.5 (Lerer vd., 2021) oranlarında verim artışına sebep olduğu bildirilmektedir. Bu sonuçlar çalışmamızı destekler niteliktedir.

4.2. Meyve Sayısı

Araştırmada biber bitkilerine farklı dozlarda uygulanan deniz yosunu ve spirulinanın meyve sayısı üzerine olan etkileri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde gerçekleştirilen uygulamaların meyve sayısı üzerine etkinliği $P<0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Uygulamalara göre meyve sayısı değerleri 92.01-115.35 adet arasında değişim göstermiştir. En yüksek meyve sayısı değeri SP1 uygulamasında tespit edilirken en düşük meyve sayısı değeri kontrol uygulamasında saptanmıştır.

Çizelge 4.2. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde meyve sayısı üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Meyve Sayısı (Adet/Bitki)
DY1 (2000 ppm)	104.32 cd*
DY2 (4000 ppm)	106.18 bc
DY3 (6000 ppm)	100.77 d
SP1 (2 g/l)	115.35 a
SP2 (4 g/l)	109.47 bc
SP3 (6 g/l)	111.34 ab
Kontrol	92.01 e

*Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışmada spirulina uygulanan biber bitkilerinin, kontrol uygulamasındaki bitkilerle kıyaslandığında meyve sayısı değerlerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Benzer şekilde farklı çalışmalarda, spirulina uygulamalarının domatestede yaklaşık %43 (Aghofack vd., 2015) ve patlıcanda ise yaklaşık %178 (Dias vd., 2016) oranlarında meyve sayısında artışa neden olduğu saptanmıştır. Bu durum spirulinanın çiçeklenme üzerindeki pozitif etkisi ile açıklanabilir. Nitekim, Dias vd. (2016), spirulina uygulamalarının tomurcuk sayısını %46 oranında artırdığını bildirmişlerdir. Aghofack vd. (2015), domatestede gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında spirulina uygulamalarının daha erken çiçeklenmeye neden olduğunu, yaklaşık %46 oranında tomurcuk ve %96 oranında çiçek dökümünü engellediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, El-Eslamboly vd. (2019), hıyarda spirulina uygulamalarının meyve oluşumunu %19-35 oranları arasında artırdığını bildirmişlerdir.

4.3. Ortalama Meyve Ağırlığı

Farklı dozlarda deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde ortalama meyve ağırlığı üzerine olan etkileri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Ortalama meyve ağırlığı üzerine uygulamaların etkisinin $P<0.05$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.3. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Ortalama Meyve Ağırlığı (g)
DY1 (2000 ppm)	23.00 d*
DY2 (4000 ppm)	25.00 bc
DY3 (6000 ppm)	25.35 ab
SP1 (2 g/l)	25.50 ab
SP2 (4 g/l)	26.50 a
SP3 (6 g/l)	25.83 ab
Kontrol	23.91 cd

*Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.05$ düzeyinde önemlidir.

Çalışma sonucunda uygulamalara göre biberin ortalama meyve ağırlığı değerlerinin 23.00-26.50 g arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Uygulamalar içerisinde en düşük değer DY1 uygulamasında (23.00 g) saptanırken, en yüksek ortalama meyve ağırlığı değeri SP2 uygulamasından (26.50 g) elde edilmiştir.

Biber ile ilgili yapılmış çalışmalarda farklı uygulamaların gerçekleştirilmesi sonucunda elde edilen ortalama meyve ağırlığı değerleri incelendiğinde, bu değerlerin; 23.55-35.40 g (Karaaslan, 2017), 21.64-39.32 g (Mahmood vd., 2017) ve 21.08-32.14 g (Peker, 2018) arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bulgularımızla paralellik arz etmektedir.

Çizelge 4.3 incelendiğinde spirulina uygulamalarının kontrol uygulamasına göre ortalama meyve ağırlığını %10.83 (SP2 uygulaması), %8.03 (SP3 uygulaması) ve %6.65 (SP1 uygulaması) oranlarında artırdığı saptanmıştır. Bu sonuçları destekler şekilde spirulina uygulamalarının; çilekte (El- Shall, 2012), kavunda (Bayram, 2014), hurmada (Hussien, 2017), enginarda (Sayed vd., 2018), bamyada (Uddin vd., 2019) ortalama meyve ağırlığını artırdığı bildirilmektedir. Ayrıca bazı araştırmacılar spirulinanın, sitokinin, oksin ve giberelin hormonlarına benzer olduğunu (Mógor vd., 2018) veya bu hormonları içerdiğini (Sayed vd., 2018) belirtmektedirler. Bu hormonlardan sitokininin; hücre bölünmesini uyarmada, çiçek, meyve ve tohum oluşumunu teşvik etmede (Vankova, 2014), oksinlerin; hücre bölünmesi ve kimyasal aktivitesini teşvik etmede (Kırdar ve Allahverdiev, 2020), giberelinlerin; meyve

oluşumu, gelişimi (Yavaş ve İlker, 2020) ve çiçeklenmeyi artırmada rol almaları (Kırdar ve Allahverdiev, 2020) gibi fizyolojik olaylarda etkilerinin olması ile spirulina uygulamasının meyve ağırlığı üzerindeki olumlu etkisinin olduğu düşünülmektedir.

4.4. Meyve Eni

Meyve eni üzerine deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının etkileri Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelge 4.4 incelendiğinde uygulamaların biberde meyve eni üzerine olan etkilerinin istatistiki anlamda önemli olduğu görülmektedir ($P<0.05$).

Çizelge 4.4. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde meyve eni üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Meyve Eni (mm)
DY1 (2000 ppm)	21.37 d*
DY2 (4000 ppm)	22.52 c
DY3 (6000 ppm)	22.68 bc
SP1 (2 g/l)	23.20 ab
SP2 (4 g/l)	23.52 a
SP3 (6 g/l)	22.76 bc
Kontrol	21.88 d

*Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Çalışma sonucunda uygulamalara göre Çizelge 4.4 incelendiğinde biberin meyve eni değerlerinin 21.37-23.52 mm arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Uygulamalar içerisinde en düşük meyve eni değerleri 2000 ppm deniz yosunu (21.37 mm) ve kontrol (21.88 mm) uygulamalarında saptanmıştır. En yüksek meyve eni değeri 4 g/l spirulina uygulamasında (23.52 mm) elde edilirken; onu takip eden en yakın uygulamalar ise 2 g/l spirulina (23.20 mm), 6 g/l spirulina (22.76 mm) ve 6000 ppm deniz yosunu (22.68 mm) uygulamaları olmuştur. Elde etmiş olduğumuz sonuçlara benzerlik gösteren biber ile ilgili farklı çalışmalarda ise meyve eni değerlerinin 22.48-27.93 mm (Peker, 2018), 22.34-23.48 mm (Ergün, 2019) ve 18.8-25.1 mm (Gülcan, 2020) arasında değiştiği bildirilmiştir.

Spirulina bitki büyümesini destekleyen poliaminler gibi moleküller içermektedir (Mógor vd., 2018). Poliaminler hücre bölünmesi, farklılaşması, DNA replikasyonu, protein sentezi ve hücre canlılığı gibi önemli hücresel süreçleri etkilemektedirler (Şahin ve Örgeç, 2022). Dias vd. (2016), patlıcanda gerçekleştirdikleri çalışmalarında spirulina uygulamalarının kontrol uygulamasına göre meyve eni değerini artırdığını tespit etmişlerdir. Bu tespit çalışmamızı destekler niteliktedir.

4.5. Meyve Boyu

Çizelge 4.5'te deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biber bitkilerinin meyve boyu üzerine olan etkileri sunulmuştur. Çizelge 4.5 incelendiğinde uygulamaların biberde meyve boyu üzerine olan etkilerinin istatistiki olarak önemli ($P<0.05$) olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.5. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde meyve boyu üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Meyve Boyu (cm)
DY1 (2000 ppm)	19.89 d*
DY2 (4000 ppm)	20.47 c
DY3 (6000 ppm)	20.87 bc
SP1 (2 g/l)	20.61 c
SP2 (4 g/l)	21.30 ab
SP3 (6 g/l)	21.55 a
Kontrol	19.63 d

*Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Araştırmada uygulamalara göre meyve boyu değerlerinin 19.63-21.55 cm arasında değişim gösterdikleri belirlenmiştir. En yüksek meyve boyu değeri 6 g/l spirulina uygulamasında saptanırken en düşük meyve boyu değerleri kontrol ve 2000 ppm deniz yosunu uygulamalarından elde edilmiştir.

Çelik (2007) ve Kuş (2019), biberde gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında meyve boyu değerlerinin 11.34 ve 20.04 cm arasında değişim gösterdiğini saptamışlardır. Bu bulgular çalışmamız ile benzerlik göstermektedir.

Sayed vd. (2018), enginarda gerçekleştirdikleri çalışmalarında spirulinanın büyüme parametreleri üzerindeki uyarıcı etkilerinin, içeriğindeki sitokinler, oksinler, giberellinler, amino asitler ve vitaminler gibi bitki büyümeyi destekleyici maddelerden kaynaklanıyor olabileceğini ifade etmişlerdir. Spirulinanın hücre bölünmesi ve farklılaşmasını, birçok enzim aktivitesini, yaprak büyümesini ve fotosentez kapasitesini teşvik ederek büyüme karakterlerini olumlu yönde etkilemesi ile bu durumu açıklamışlardır.

4.6. Gövde Çapı

Biber bitkisinde gövde çapı üzerine $P<0.05$ seviyesinde önemli oldukları görülen uygulamaların etkisi Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde gövde çapı üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Gövde Çapı (mm)
DY1 (2000 ppm)	19.08 a*
DY2 (4000 ppm)	17.70 c
DY3 (6000 ppm)	18.50 b
SP1 (2 g/l)	17.64 c
SP2 (4 g/l)	17.83 c
SP3 (6 g/l)	17.81 c
Kontrol	18.94 a

*Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Çalışmada en yüksek gövde çapı değerleri sırasıyla 19.08 mm ve 18.94 mm ile DY1 ve kontrol uygulamalarından elde edilirken, en düşük değerler SP1, DY2, SP3 ve SP2 uygulamalarından elde edilmiştir. Fadılloğlu (2022), biberde gerçekleştirdiği çalışmasında biber gövde çapı değerini 10.23-17.20 mm aralığında belirlemiştir. Bu bildiriş çalışmamız ile benzerlik içerisindedir.

Mattner vd. (2013), brokolide, Youssef vd. (2019), börülcede, Al-Bayati vd. (2020), patlıcanda gerçekleştirdikleri çalışmalarında deniz yosunu uygulamalarının bitki gövde çapını artırdığını bildirmişlerdir. Dias vd. (2016), patlıcan bitkisinde

gerçekleştirdikleri çalışmalarında kontrol uygulamasına göre spirulina uygulamasının gövde çapı üzerine olan etkisinin istatistiki olarak önemsiz olduğunu saptamışlardır. Çalışmada spirulina uygulamalarında gövde çapı değerleri diğer uygulamalara göre daha düşük seviyelerde tespit edilmiştir. Bu durum spirulina uygulanmış bitkilerin gelişiminin diğer uygulamalara göre daha iyi olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Nitekim bu durum Çizelge 4.1’de verilen verim değerleri karşılaştırılması ile desteklenmektedir.

4.7. Meyve Eti Kalınlığı

Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde meyve eti kalınlığı üzerine olan etkileri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde uygulamaların biberde meyve eti kalınlığı üzerine olan etkilerinin istatistiki olarak önemsiz olduğu görülmektedir ($P<0.05$).

Çizelge 4.7. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde meyve eti kalınlığına etkileri

UYGULAMALAR	Meyve Eti Kalınlığı (mm)
DY1 (2000 ppm)	2.50 ^{Ö.D.}
DY2 (4000 ppm)	2.68
DY3 (6000 ppm)	2.35
SP1 (2 g/l)	2.84
SP2 (4 g/l)	2.86
SP3 (6 g/l)	2.82
Kontrol	2.92

Ö.D.: Ortalamalar arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemli değildir.

Araştırma sonucunda uygulamalara göre meyve eti kalınlığı değerleri incelendiğinde 2.35-2.92 mm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Biber ile ilgili yapılan diğer çalışmalara bakıldığında meyve eti kalınlığı değerlerinin 2.29-3.30 mm arasında değiştiği görülmüştür. Bu değerler bizim bulgularımızı destekler niteliktedir (Çaylak, 2018; Peker, 2018; Ergün, 2019; Keser, 2021).

4.8. Klorofil İçeriği

Araştırmada biber bitkilerine farklı dozlarda uygulanan deniz yosunu ve spirulinanın klorofil içeriği üzerine olan etkileri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Çizelge 4.8 incelendiğinde gerçekleştirilen uygulamaların klorofil içeriği üzerine etkinliği $P<0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde klorofil içeriği üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Klorofil İçeriği (SPAD)
DY1 (2000 ppm)	72.30 bc*
DY2 (4000 ppm)	72.09 bc
DY3 (6000 ppm)	73.89 abc
SP1 (2 g/l)	78.97 a
SP2 (4 g/l)	77.78 ab
SP3 (6 g/l)	77.04 ab
Kontrol	70.89 c

*Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.8 incelendiğinde uygulamalara göre klorofil SPAD değerlerinin 70.89-78.97 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Uygulamalar içerisinde en düşük klorofil SPAD değeri kontrol uygulamasında (70.89) elde edilirken, en yüksek klorofil SPAD değeri 2 g/l spirulina uygulamasında (78.97) saptanmıştır.

Biber ile yapılmış farklı çalışmalarda klorofil SPAD değerleri incelendiğinde, bu değerlerin 52.7-57.7 (Ombodi vd., 2015), 31.100-50.295 (Odhiambo vd., 2018) ve 40.8-70.0 (de Souza vd., 2019) arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışmada spirulina uygulanan biber bitkilerinin, kontrol uygulamasındaki bitkilerle kıyaslandığında klorofil SPAD değerlerinin olumlu yönde etkilendiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde Hassan vd. (2017), rokada, Sayed vd. (2018), enginarda, Uddin vd. (2019), bamyada, Abo-Basha vd. (2019), ıspanakta, Godlewska vd. (2019), turpta, Hamouda vd. (2022), buğdayda ve Quelal vd. (2022), marulda, spirulina uygulamalarının klorofil içeriğini artırdığını bildirmişlerdir.

Yiğenoğlu (2015), domates bakteriyel solgunluk hastalığına karşı biyolojik mücadelede spirulina uygulamalarının etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda, en yüksek klorofil değerlerinin hastalığın var olmasına rağmen spirulina uygulanmış bitkilerde tespit ettiğini ve böylelikle spirulinanın hastalığı baskılayarak bitki gelişimine olumlu katkısı olduğunu bildirmiştir. Yassen vd. (2019), marulda gerçekleştirdikleri çalışmalarında spirulina uygulamasının klorofil içeriğini artırdığını saptamışlardır. Bu durum, spirulinanın fotosentez aktiviteyi artıran ve büyüme özelliklerini olumlu yönde etkileyen sitokin gibi bileşikler içermesinden kaynaklı olabileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, Abd El-Aleem vd. (2021), gerçekleştirdikleri çalışmalarında, maydanoz bitkilerine spirulina uygulamalarının yağ verimini ve klorofil içeriğini artırdığını tespit etmişlerdir. Bu artışın spirulinanın içerdiği yüksek makro ve mikro elementler, serbest amino asitler, karoten-ksantofil fitopigmentler, oksinler ve sitokininler gibi çeşitli bitki hormonlarının yüksek seviyelerinin varlığına bağlı olabileceğini ifade etmişlerdir.

4.9. Titre Edilebilir Asitlik

Çalışmada biber bitkilerine 2000, 4000 ve 6000 ppm dozlarında deniz yosunu, 2, 4 ve 6 g/l dozlarında spirulina uygulamaları gerçekleştirilmiş, uygulamaların titre edilebilir asitlik üzerine olan etkileri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Biberde titre edilebilir asitlik değeri üzerine uygulamaların etkinliği $P < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde titre edilebilir asit içeriği üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Titre Edilebilir Asit İçeriği (%)
DY1 (2000 ppm)	0.08 ab*
DY2 (4000 ppm)	0.08 ab
DY3 (6000 ppm)	0.08 ab
SP1 (2 g/l)	0.08 ab
SP2 (4 g/l)	0.07 b
SP3 (6 g/l)	0.07 b
Kontrol	0.09 a

*Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P < 0.05$ düzeyinde önemlidir.

Uygulamalara göre titre edilebilir asitlik değerleri %0.07-0.09 arasında değişim göstermiştir. En yüksek titre edilebilir asit değeri kontrol uygulamasında tespit edilirken en düşük titre edilebilir asit değeri 4 ve 6 g/l spirulina uygulamalarında saptanmıştır.

Bu bulgulara benzer şekilde Duman ve Düzyaman (2004), 25 farklı biber genotipinde, Corrêa vd. (2018), 16 farklı hibrit biberde, Sarıyer vd. (2020), 3 farklı biber çeşidinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında titre edilebilir asit değerlerinin %0.073-0.23 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, Gülsoylu (2015) ve Miranda-Molina vd. (2019), biber meyvelerinin titre edilebilir asit değerlerinin sırasıyla %0.061-0.104 ile %0.04-0.06 arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Hussien (2017), hurmada gerçekleştirdiğı çalışmada kontrol uygulaması yapılan bitkilere kıyasla spirulina uygulmasının titre edilebilir asit değerini düşürdüğünü bildirmiştir. Bu bildiriş bulgularımızı destekler niteliktedir.

4.10. Toplam Fenolik Madde

Uygulamaların toplam fenolik madde üzerine olan etkileri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Biberde toplam fenolik madde değeri üzerine uygulamaların etkinliği $P<0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde toplam fenolik madde içeriği üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Toplam fenolik (mg/100g)
DY1 (2000 ppm)	32.50 b*
DY2 (4000 ppm)	34.91 a
DY3 (6000 ppm)	29.56 c
SP1 (2 g/l)	27.23 d
SP2 (4 g/l)	29.09 c
SP3 (6 g/l)	32.50 b
Kontrol	34.52 a

*Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Uygulamalara göre toplam fenolik madde değerleri 27.23-34.91 mg/100g arasında değişim göstermiştir. En yüksek toplam fenolik madde değerleri 4000 ppm deniz yosunu ve kontrol uygulamalarında tespit edilirken, en düşük toplam fenolik madde değeri ise 2 g/l spirulina (SP1) uygulamasından elde edilmiştir.

Araştırmada elde edilen toplam fenolik madde değerleri biber ile yapılan önceki çalışmalarda tespit edilen 15.4-48.4 mg/100g (Zhang ve Hamauzu, 2003), 31.19-41.89 mg/100g (Pérez- López vd., 2007) ve 34.6-50.8 mg/100g (Aminifard vd., 2012) değer aralıkları ile uyum içerisinde.

Bulgularımızdan farklı olarak, Lola-Luz vd. (2013), lahanada, Colla vd. (2017), domateste, Koç (2020), üzümde, Elsharkawy vd. (2021), enginar da gerçekleştirdikleri çalışmalarında, deniz yosunu uygulamalarının toplam fenolik madde değerini artırdığını bildirmişlerdir.

4.11. β -Karoten

β -Karoten miktarı üzerine deniz yosunu, spirulina ve kontrol uygulamalarının etkileri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Çizelge 4.11 incelendiğinde uygulamaların biberin β -karoten miktarı üzerine olan etkilerinin istatistiki anlamda önemli olduğu görülmektedir ($P<0.05$).

Çizelge 4.11. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberin β -Karoten içeriği üzerine etkileri

UYGULAMALAR	β -Karoten (μ g/g) Miktarı
DY1 (2000 ppm)	3.54 ab*
DY2 (4000 ppm)	3.68 a
DY3 (6000 ppm)	2.88 bc
SP1 (2 g/l)	2.68 c
SP2 (4 g/l)	3.37 abc
SP3 (6 g/l)	3.36 abc
Kontrol	3.90 a

*Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Çalışma sonucunda uygulamalara göre β -karoten değerleri incelendiğinde 2.68-3.90 $\mu\text{g/g}$ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Biber ile ilgili yapılan diğer çalışmalara bakıldığında β -karoten değerlerinin 2 $\mu\text{g/g}$ (Barba vd., 2006) ile 3.68 $\mu\text{g/g}$ (Igbokwe vd., 2013) arasında değişim gösterdiği görülmüştür. Bu değerler bulgularımızı destekler niteliktedir.

Uygulamalar içerisinde en düşük β -karoten değeri 2 g/l spirulina uygulamasında (2.68 $\mu\text{g/g}$) tespit edilirken, en yüksek değerler kontrol (3.90 $\mu\text{g/g}$) ve 4000 ppm deniz yosunu (3.68 $\mu\text{g/g}$) uygulamalarından elde edilmiştir. Bulgularımızdan farklı olarak Abu vd. (2022), domatestte gerçekleştirdikleri çalışmalarında deniz yosununun β -karoten değerini artırdığını saptamışlardır.

4.12. Toplam Şeker/İndirgen Şeker

Farklı dozlarda deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde toplam şeker ve indirgen şeker değerleri üzerine olan etkileri Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberin toplam şeker ve indirgen şeker içerikleri üzerine etkileri

UYGULAMALAR	Toplam Şeker (mg/g)	İndirgen Şeker (mg/g)
DY1 (2000 ppm)	12.09 a*	8.76 ^{Ö.D.}
DY2 (4000 ppm)	10.57 b	8.68
DY3 (6000 ppm)	9.44 c	7.57
SP1 (2 g/l)	9.49 c	7.43
SP2 (4 g/l)	10.55 b	8.29
SP3 (6 g/l)	11.85 a	7.85
Kontrol	12.06 a	7.90

*Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

^{Ö.D.}: Ortalamalar arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemli değildir.

Çalışmada deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde toplam şeker değeri üzerine olan etkileri Çizelge 4.12’de sunulmuştur. Çizelge 4.12 incelendiğinde uygulamaların toplam şeker değerleri üzerine olan etkilerinin istatistiki olarak $P<0.05$ seviyesinde önemli olduğu bulunmuştur. Uygulamalar içerisinde en düşük

değerler 6000 ppm deniz yosunu (9.44 mg/g) ve 2 g/l spirulina (9.49 mg/g) uygulamalarında tespit edilirken en yüksek toplam şeker değeri 2000 ppm deniz yosunu (12.09 mg/g), kontrol (12.06 mg/g) ve 6 g/l spirulina (11.85 mg/g) uygulamalarından elde edilmiştir.

Biberin toplam şeker ile ilgili Radwan vd. (2004) ve El-Mogy vd. (2019)'nin çalışmaları değerlendirildiğinde, toplam şeker değerlerin 0.21-25.70 mg/g arasında değiştiği saptanmıştır. Bu değer aralığının bulgularımızla uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda deniz yosunu uygulamalarının karpuzda (Abdel-Mawgoud vd., 2010) ve kerevizde (Shehata vd., 2011) toplam şeker içeriğini artırdığı saptanmıştır. Sayed vd. (2018), enginar bitkilerine iki sezon boyunca farklı konsantrasyonlarda spirulina uygulamışlardır. Çalışmada her iki sezonda da kontrol bitkilerine kıyasla spirulina uygulamalarının artan konsantrasyonlarda toplam şeker içeriğini artırdığını tespit etmişlerdir.

Çalışmada farklı dozlardaki deniz yosunu (2000, 4000 ve 6000 ppm), spirulina (2, 4 ve 6 g/l) ve kontrol uygulamalarının biberde indirgen şeker değerleri üzerine olan etkileri Çizelge 4.12'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının indirgen şeker değerleri üzerine olan etkilerinin istatistiki olarak ($P < 0.05$) önemsiz olduğu görülmektedir.

Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının sonucunda biberin indirgen şeker değerlerinin 7.43-8.76 mg/g arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.12). Bu bulgulara benzer şekilde biberde yapılmış diğer çalışmalarda indirgen şeker değerlerinin 4.18-9.21 mg/g (Denre vd., 2013) arasında değişim gösterdiği bildirilmektedir.

Çalışmamızda deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının indirgen şeker değeri üzerine etkileri her ne kadar istatistiki olarak önemsiz bulunsun da kontrol uygulaması ile kıyaslandığında DY1 (2000 ppm), DY2 (4000 ppm) ve SP2 (4 g/l) uygulamalarının indirgen şeker değerlerini artırdığı gözlemlenmiştir.

4.13. Renk Değerleri

Uygulamaların biberde meyve renk değerleri (L^* , a^* , b^* , C^* , h°) üzerine olan etkileri Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde renk değerleri (L^* , a^* , b^* , C^* , h°) üzerine etkileri

UYGULAMALAR	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
DY1 (2000 ppm)	43.43 ^{Ö.D}	-20.79 ^{Ö.D}	34.37 ^{Ö.D}	40.17 ^{Ö.D}	121.17 ^{Ö.D}
DY2 (4000 ppm)	43.02	-20.18	34.48	39.95	120.35
DY3 (6000 ppm)	44.43	-20.56	33.66	39.45	121.45
SP1 (2 g/l)	44.78	-20.14	34.04	39.56	120.61
SP2 (4 g/l)	43.72	-20.25	33.67	39.29	121.05
SP3 (6 g/l)	43.03	-20.49	33.48	39.25	121.49
Kontrol	44.59	-20.64	34.20	39.94	121.12

^{Ö.D}: Ortalamalar arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemli değildir.

Çalışmada deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde L^* değerleri üzerine olan etkileri Çizelge 4.13'te sunulmuştur. Çizelge 4.13 incelendiğinde uygulamaların L^* değerleri üzerine olan etkileri istatistiki olarak önemsiz ($P<0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.13 incelendiğinde en düşük L^* değeri deniz yosunu 4000 ppm (43.02) uygulamasında tespit edilirken, en yüksek L^* değeri spirulina 2 g/l (44.78) uygulamasında saptanmıştır. Biber bitkisinde yapılan diğer çalışmalara bakıldığında L^* değerlerinin; 41.72-48.14 (Özgen ve Balkaya, 2021) arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Bu bildiriş çalışmamızla uyum içerisindedir.

Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde $-a^*$ değeri üzerine olan etkileri Çizelge 4.13'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde uygulamaların $-a^*$ değeri üzerine olan etkilerinin $P<0.05$ hata seviyesinde önemsiz olduğu görülmektedir.

Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışmada $-a^*$ değerlerinin -20.14 ile -20.79 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmamızı destekler nitelikte farklı araştırmacılar biberde gerçekleştirdikleri çalışmalarında $-a^*$ değerlerinin -18.70 ile -

20.70 ve -16.89 ile -20.72 arasında değişim gösterdiğini saptamışlardır (El-Mogy vd., 2019; Cavusoğlu vd., 2021).

Çalışmada farklı dozlardaki deniz yosunu (2000, 4000 ve 6000 ppm), spirulina (2, 4 ve 6 g/l) ve kontrol uygulamalarının biberde b^* değerleri üzerine olan etkileri Çizelge 4.12’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde uygulamaların b^* değerleri üzerine olan etkilerinin istatistiki anlamda önemsiz ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.13 incelendiğinde b^* değerlerinin 33.48-34.48 arasında değişim gösterdiğini belirlenmiştir. Araştırmacılar tarafından biber ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda b^* değerleri 23.57-42.36 arasında tespit edilmiştir (Peker, 2018; Cavusoęlu vd., 2021; Dobón-Suárez vd., 2021). Bu sonuçlar bulgularımızı destekler niteliktedir.

Çalışmada deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde C^* değeri üzerine olan etkileri Çizelge 4.13’te sunulmuştur. Çizelge incelendiğinde uygulamaların C^* değeri üzerine olan etkilerinin $P<0.05$ hata seviyesinde önemsiz olduğu görölmektedir. Uygulamalar içerisinde en düşük değer spirulina 6 g/l uygulamasından (39.25), en yüksek değer ise 2000 ppm deniz yosunu (40.17) uygulamasından elde edilmiştir.

Biber ile ilgili diğer çalışmalar incelendiğinde bulgularımızla uyum içerisinde olan C^* değerlerinin 38.78-45.89 arasında değiştii görölmüştür (Cavusoğlu vd., 2021).

Hue (h°) açısı değeri üzerine uygulamaların etkileri Çizelge 4.13’te verilmiştir. Uygulamaların hue açısı değeri üzerine olan etkilerinin istatistiki anlamda önemsiz ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Uygulamalara göre Hue (h°) açısı değeri 120.35 (DY2)-121.49 (SP 3) arasında değişim gösterdiğini tespit edilmiştir. Biberde yapılan farklı çalışmalar incelendiğinde hue açısı değerlerinin 112.5-118.23 arasında değişim gösterdiğini saptanmıştır (Çaylak, 2018; Cavusoğlu vd., 2021).

4.14. Vitamin C İçeriği

Çalışmada biber bitkilerine farklı dozlarda deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının vitamin C içeriği üzerine olan etkileri izelge 4.14'te verilmiştir. Çizelge 4.14 incelendiğinde gerçekleştirilen uygulamaların $P<0.05$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.14. Deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının biberde vitamin C içeriği üzerine etkileri

UYGULAMALAR	VİTAMİN C İÇERİĞİ (mg/100g)
DY1 (2000 ppm)	86.94 b*
DY2 (4000 ppm)	96.13 a
DY3 (6000 ppm)	86.70 b
SP1 (2 g/l)	89.06 ab
SP2 (4 g/l)	91.41 ab
SP3 (6 g/l)	92.12 ab
Kontrol	86.47 b

*Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Çalışma sonucunda uygulamalara göre izelge 4.14 incelendiğinde biberin vitamin C değerlerinin 86.47-96.13 mg/100g arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Uygulamalar içerisinde en düşük vitamin C değeri kontrol (86.47 mg/100g), DY3 (86.70 mg/100g) ve DY1 (86.94 mg/100g) uygulamalarında saptanmıştır. En yüksek vitamin C değeri 4000 ppm deniz yosunu uygulamasında tespit edilmiştir.

Biber ile ilgili yapılan farklı çalışmalar sonucunda vitamin C içeriklerinin araştırıcılar tarafından 78.1-89.9 mg/100g (Marín vd., 2009), 96.8-145.2 mg/100g (Aminifard vd., 2013), 14.29-100.29 mg/100g (Bütüner, 2016), 72.17-84.21 mg/100g (Shalaby, 2017), 45-91 mg/100g (Mohawesh vd., 2022) arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Bu bulgular bizim değerlerimizle örtüşmektedir.

Yaptığımız alışma sonucunda 4000 ppm deniz yosunu uygulamasının biberde vitamin C değerini kontrol uygulamasına göre %11.17 oranında artırdığı belirlenmiştir (izelge 4.14). Benzer şekilde Miceli vd. (2021), marulda, La Bella vd. (2021), ispanakta, Abu vd. (2022) ile Jalali vd. (2022), domateste gerçekleştirdikleri

alışmalarında deniz yosunu uygulamalarının vitamin C değerini artırdığını bildirmişlerdir. Bu bildirişler çalışmamızı destekler niteliktedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda ticari gübrelerin tarım alanlarında yüksek miktarda kullanılması sonucunda toprak niteliklerinin bozulması ve yeraltı su kaynaklarının kirlenmesi, sürdürülebilir tarımın her geçen gün daha fazla önem kazanmasına yol açmıştır. Bu doğrultuda bitki yetiştiriciliğinde farklı besin kaynakları üzerinde yapılan çalışma sayıları artarak devam etmekle birlikte, özellikle doğal kaynaklardan elde edilen materyaller ile ilgili çalışmaların ön planda olduğu görülmektedir (Acun, 2019). Bu kaynakların çevreye dost, ucuz, geriye dönüşümlü ve kolay bulunuyor olması istenilen başlıca özelliklerdendir. Bu amaçla çalışmada bu özellikleri taşıyan spirulina ve deniz yosununun biberde farklı dozlarda uygulanmalarının verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Biberde verim değerlerinin 2199.4-2940.3 g/bitki arasında değişim gösterdikleri saptanmış kontrol uygulamasına göre SP1, SP2 ve SP3 uygulamalarının sırasıyla verim değerlerini %33.67, %31.89 ve %30.76 oranlarında artırdıkları tespit edilmiştir. Meyve sayısı ve klorofil (SPAD) değerlerini gerek deniz yosunu gerek spirulina uygulamalarının olumlu yönde etkilediği, en yüksek değerlerin ise 2 g/l spirulina uygulamasında yer aldığı görülmüştür. 4 g/l spirulina uygulamasında en yüksek ortalama meyve ağırlığı (g) ve meyve eni (mm) değerleri saptanırken; 6 g/l spirulina uygulamasında ise en yüksek meyve boyu (cm) değeri elde edilmiştir.

Çalışma sonucunda deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının meyve eti kalınlığı, indirgen şeker, L^* , $-a^*$, b^* , C^* ve h° üzerine etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çalışmada meyvede en yüksek gövde çapı değerleri; 2000 ppm deniz yosunu ve kontrol uygulamalarında; toplam şeker değerleri 2000 ppm deniz yosunu, kontrol ve 6 g/l spirulina uygulamalarında ve titre edilebilir asitlik değerleri ise kontrol uygulamasında saptanmıştır. Toplam fenolik ve β -karoten bakımından uygulamalar karşılaştırıldığında en iyi sonuç 4000 ppm deniz yosunu ve kontrol uygulamalarında saptanmıştır. En yüksek vitamin C değeri ise 4000 ppm deniz yosunu uygulamasında tespit edilmiştir. Çalışmada biber meyvesinin fitokimyasal içerikleri (toplam fenolik, titre edilebilir asit, β -karoten) incelendiğinde bazı spirulina uygulamalarında kontrol

uygulamasına göre nispeten düşüşlerin olduğu görülmektedir. Bu değerlerin daha düşük seviyelerde olmasının, meyve büyüklüğünün artması ile meyve içerisindeki bileşenlerin konsantrasyonunun düşmesi ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim benzer bulgular Gündüz ve Özdemir (2012), Budak ve Erdal (2016) ve Yılmaz vd. (2019) tarafından bildirilmiştir.

Sonuç olarak çalışmadaki tüm parametreler değerlendirildiğinde biber yetiştiriciliğinde deniz yosunu ve spirulina uygulamalarının verim ve kalite kriterleri üzerine etkilerinin olumlu olduğu tespit edilmiştir.



KAYNAKLAR

- Abad, M. S. F., Abedi, B., Ne'emati, S. H., & Arouiee, H. (2019). Studying the effects of foliar spraying of seaweed extract as a bio-stimulant on the increase on the yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *World Journal of Environmental Biosciences*, 8(3), 11-17.
- Abd El-Aleem, W. H., Hamed, E. S., & Toaima, W. I. M. (2021). Effect of blue green algae extract on three different curly parsley varieties under Sinai conditions. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 27(5), 887-895.
- Abdel-Mawgoud, A. M. R., Tantaway, A. S., Hafez, M. M., & Habib, H. A. (2010). Seaweed extract improves growth, yield and quality of different watermelon hybrids. *Research journal of agriculture and biological sciences*, 6(2), 161-168.
- Abdel-Raouf, N., Al-Homaidan, A. A., & Ibraheem, I. B. M. (2012). Agricultural importance of algae. *African Journal of Biotechnology*, 11(54), 11648-11658. <https://doi.org/10.5897/AJB11.3983>
- Abo-Basha, D. M., Afify, R. R., & Abdel-Kader, H. H. (2019). Response of spinach (*Spinacia oleracea* L.) to algae extract under different nitrogen rates. *Middle East Journal*, 8(1), 47-55.
- Abu, N. J., Bujang, J. S., Zakaria, M. H., & Zulkifly, S. (2022). Use of *Ulva reticulata* as a growth supplement for tomato (*Solanum lycopersicum*). *Plos One*, 17(6), e0270604.
- Acun, M. (2019). *Mikroalg Uygulamasının Salata ve Marulun Verim Kalite ve Biyokimyasal İçeriği Üzerine Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Aghofack, J., Schinzoumka, P. A., & Tatchago, V. (2015). Effets des extraits ou de la poudre de *Spirulina platensis* et *Jatropha curcas* sur la croissance et le développement de la tomate. *Journal of Applied Biosciences*, 90, 8413-8420. <https://doi.org/10.4314/jab.v90i1.2>
- Aghofack, J., Schinzoumka, P. A., & Tatchago, V. (2015). Effets des extraits ou de la poudre de *Spirulina platensis* et *Jatropha curcas* sur la croissance et le développement de la tomate. *Journal of Applied Biosciences*, 90, 8413-8420.
- Ak, İ. (2015). Sucul ortamın ekonomik bitkileri; makro algler. *Dünya Gıda Dergisi*, 12, 88-97.
- Akgül, F. (2019). Effect of *Spirulina platensis* (Gomont) geitler extract on seed germination of wheat and barley. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 34(2), 148-153.

- Al Dayel, M. F., & El Sherif, F. (2022). Spirulina platensis foliar spraying curcuma longa has improved growth, yield, and curcuminoid biosynthesis gene expression, as well as curcuminoid accumulation. *Horticulturae*, 8(6), 469. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8060469>
- Al-Bayati, A. S., Jaafar, H. S., & Alhasnawi, N. J. R. (2020). Evaluation of eggplant via different drip irrigation intervals and foliar sprays with seaweed extract biostimulant. *International Journal of Agricultural and Statistical Sciences*, 16(2), 633-639.
- Ali, S. K., & Saleh, A. M. (2012). Spirulina-an overview. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(3), 9-15.
- Alma, Z., & Söylemez, S. (2022). The effect of olive pomace and seaweed extract on the growth of pepper seedling. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 19(2), 246-257. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2022.19.2.0164>
- Aly, M. S., & Esawy, M. A. (2008). Evaluation of Spirulina platensis as bio stimulator for organic farming systems. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 6(2), 1-7.
- Amer, H. M., Marrez, D. A., Salama, A. B., Wahba, H. E., & Khalid, K. A. (2019). Growth and chemical constituents of cardoon plant in response to foliar application of various algal extracts. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 21, 101336. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101336>
- Aminifard, M. H., Aroiee, H., Nemati, H., Azizi, M., & Jaafar, H. Z. (2012). Fulvic acid affects pepper antioxidant activity and fruit quality. *African Journal of Biotechnology*, 11(68), 13179-13185.
- Aminifard, M., Aroiee, H., Azizi, M., Nemati, H., & Jaafar, H. (2013). Effect of compost on antioxidant components and fruit quality of sweet pepper (capsicum annum L.). *Journal of Central European Agriculture*, 14(2), 47-56. <https://doi.org/10.5513/jcea.v14i2.2180>
- Anonim (2023a). Yukarıkocayatak Konumu. <https://www.haritatr.com/yukarikocayatak-haritasi-e221>. (Son erişim tarihi: 10 Ocak 2023)
- Anonim (2023b). Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı. <http://www.turkomp.gov.tr/> (Son erişim tarihi: 10 Ocak 2023)
- Aremu, A. O., Makhaye, G., Tesfay, S. Z., Gerrano, A. S., Du Plooy, C. P., & Amoo, S. O. (2022). Influence of commercial seaweed extract and microbial biostimulant on growth, yield, phytochemical content, and nutritional quality of five abelmoschus esculentus genotypes. *Agronomy*, 12(2), 428. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020428>

- Arioli, T., Mattner, S. W., & Winberg, P. C. (2015). Applications of seaweed extracts in australian agriculture: past, present and future. *Journal of Applied Phycology*, 27(5), 2007-2015. <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0574-9>
- Arthur, G. D., Stirk, W. A., Van Staden, J., & Scott, P. (2003). Effect of a seaweed concentrate on the growth and yield of three varieties of *Capsicum annuum*. *South African Journal of Botany*, 69(2), 207-211. [https://doi.org/10.1016/S0254-6299\(15\)30348-3](https://doi.org/10.1016/S0254-6299(15)30348-3)
- Asadi, M., Rasouli, F., Amini, T., Hassanpouraghdam, M. B., Souiri, S., Skrovankova, S., Mlcek, J., & Ercisli, S. (2022). Improvement of photosynthetic pigment characteristics, mineral content, and antioxidant activity of lettuce (*Lactuca sativa* L.) by arbuscular mycorrhizal fungus and seaweed extract foliar application. *Agronomy*, 12(8), 1943. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081943>
- Aumeerun, S., Soulang-Govinden, J., Driver, M. F., Ranga, R.A., Ravishankar, G.A., & Hudaa, N. (2019). Macroalgae and microalgae. In *Handbook of Algal Technologies and Phytochemicals*. (pp. 13)
- Aung, K. L. N. (2011). Effect of Spirulina biofertilizer suspension on growth and yield of *Vigna radiata* (L.) Wilczek. *Universities Research Journal*, 4(1), 351-363.
- Baenas, N., Belović, M., Ilic, N., Moreno, D. A., & García-Viguera, C. (2019). Industrial use of pepper (*Capsicum annum* L.) derived products: technological benefits and biological advantages. *Food Chemistry*, 274, 872-885. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.047>
- Barba, A. O., Hurtado, M. C., Mata, M. S., Ruiz, V. F., & De Tejada, M. L. S. (2006). Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and β -carotene in vegetables. *Food Chemistry*, 95(2), 328-336.
- Bayram, C. A. (2014). *Adıyaman Koşullarında Bazı Bitki Aktivatörlerinin Galia C8 ve Kırkağaç 637 Kavun Çeşitlerinde Verim, Kalite, Bitki Büyümesi ve Beslenme Durumuna Etkileri* (Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Bozkurt, E. (2019). *Çeşitli Tatlı Su Örneklerinden İzole Edilen Bazı Mikroalgelerin Antimikrobiyal Özelliklerinin ve Anti-Çoğunluk Algılama Aktivitelerinin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Bozkurt, S. B. (2019) *Kapya Tipi Biber (Capsicum annum L. cv. Kapya) Yetiştiriciliğinde Kullanılan Organik Gübrelerin Bitki Gelişimi ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

- Brown, M. A. (2004). *The Use of Marine Derived Products and Soybean Meal as Fertilizers in Organic Vegetable Production*. (Master's Thesis, North Carolina State University)
- Budak, Z., & Erdal, İ. (2016). Yapraktan kalsiyum uygulamasının farklı sera domates çeşitlerinde verim, meyve kalitesi ve mineral beslenmesine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(1), 1-10.
- Bütünler, S. (2016) *Isparta Sera Koşullarında Yetiştirilen Çarliston Biberde (Capsicum Annuum L.) Farklı Sulama Suyu Düzeylerinin Verim ve Kalite Üzerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Cavusoglu, S., Sensoy, S., Karatas, A., Tekin, O., Islek, F., Yilmaz, N., Kipcak, S., Ercisli, S., Skrovankova, S., Adamkova, A., & Mlcek, J. (2021). Effect of pre-harvest organic cytokinin application on the post-harvest physiology of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Sustainability*, 2021(13), 8258. <https://doi.org/10.3390/su13158258>
- Cemeroğlu, B. (2013). *Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları*. Biltav Yayınları, 381s. Ankara.
- Chatzissavvidis, C., & Therios, I. (2014). Role of algae in agriculture. In *Seaweeds*. (pp. 1-37)
- Chen, Y., Fu, X., & Liu, Y. (2022). Effect of Farmland Scale on Farmers' Application Behavior with Organic Fertilizer. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 4967. <https://doi.org/10.3390/ijerph19094967>
- Cihangir, H. (2013). *Organik Yetiştirilen Cin Mısırd (Zea mays L. everta) ve Tatlı Mısırd (Zea mays L. Saccharata) Farklı Besin Kaynaklarının Verim ve Kalite Üzerine Etkisi* (Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Colla, G., Cardarelli, M., Bonini, P., & Roupael, Y. (2017). Foliar applications of protein hydrolysate, plant and seaweed extracts increase yield but differentially modulate fruit quality of greenhouse tomato. *HortScience*, 52(9), 1214-1220. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12200-17>
- Corrêa, C. V., de Mendonça, V. Z., de Sousa Gouveia, A. M., Carpanetti, M. G., Tavares, A. E. B., Lanna, N. D. B. L., Evangelista, R. M., & Cardoso, A. I. I. (2018). Physicochemical and biochemical traits of sweet pepper hybrids as a function of harvest times. *Food Chemistry*, 257, 265-270. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.002>
- Coseteng, M. Y., & Lee, C. Y. (1987). Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *Journal of Food Science*, 52(4), 985-989. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1987.tb14257.x>

- Çaylak, S. (2018). *Farklı Biber Anaçları Üzerine Aşılı Sivri ve Dolma Biberlerde, Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Çelik, A. (2007). *Borlu Sulama Sularının Biber Bitkisinin (Capsicum Annuum L.) Verim ve Kalitesine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Darko, E., Hamow, K. A., Marček, T., Dernovics, M., Ahres, M., & Galiba, G. (2022). Modulated light dependence of growth, flowering, and the accumulation of secondary metabolites in Chilli. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.801656>
- Das, P., Khan, S., Chaudhary, A. K., AbdulQuadir, M., Thaher, M. I., & Al-Jabri, H. (2019). Potential applications of algae-based bio-fertilizer. In *Biofertilizers for Sustainable Agriculture and Environment*. (pp. 41-65)
- De Souza, R., Peña-Fleitas, M. T., Thompson, R. B., Gallardo, M., Grasso, R., & Padilla, F. M. (2019). The use of chlorophyll meters to assess crop N status and derivation of sufficiency values for sweet pepper. *Sensors*, 19(13), 2949. <https://doi.org/10.3390/s19132949>
- Denre, M., Bandopadhyay, P. K., Chakravarty, A., Pal, S., & Bhattacharya, A. (2013). Changes in some biochemical characteristics in response to foliar applications of chelator and micronutrients in green pungent pepper. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 5(2), 25-35.
- Dhargalkar, V. K., & Pereira, N. (2005). Seaweed: promising plant of the millenium. *Science and Culture*, 71(3-4), 60-66.
- Dias, G. A., Rocha, R. H. C., Araújo, J. L., de Lima, J. F., & Guedes, W. A. (2016). Growth, yield, and postharvest quality in eggplant produced under different foliar fertilizer (*Spirulina platensis*) treatments. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(6), 3893-3901.
- Dobón-Suárez, A., Giménez, M. J., García-Pastor, M. E., & Zapata, P. J. (2021). Salicylic acid foliar application increases crop yield and quality parameters of green pepper fruit during postharvest storage. *Agronomy*, 11(11), 2263. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112263>
- Doymaz, A. (2022). *Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Yetiştiriciliğinde Organik Yaprak Gübresi Uygulamalarının Verim ve Verim Öğelerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28, 350-356. <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>

- Duman, İ., & Düzyaman, E. (2004). Türkiye'de yetiştirilen bazı önemli biber genotiplerinin morfolojik varyabilitesi üzerinde bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(3), 55-66
- Duran, K. (2009). *Kahverengi Deniz Yosunu ve Çiftlik Gübresi Kombinasyonlarının Eisenia fetida Organik Gübresi Özelliklerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- El Boukhari, M. E., Barakate, M., Bouhia, Y., & Lyamlouli, K. (2020). Trends in seaweed extract based biostimulants: manufacturing process and beneficial effect on soil-plant systems. *Plants*, 9(3), 359. <https://doi.org/10.3390/plants9030359>
- El Gamal, A. A. (2010). Biological importance of marine algae. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 18(1), 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2009.12.001>
- Eldeleklioğlu Düzol, B. (2019). *Alglerle Karbondioksitin Biyolojik Olarak Tutulması*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- El-Eslamboly, A. A. S. A., Abd El-Wanis, M. M., & Amin, A. W. (2019). Algal application as a biological control method of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on cucumber under protected culture conditions and its impact on yield and fruit quality. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29, 1-9.
- El-Mogy, M. M., Salama, A. M., Mohamed, H. F., Abdelgawad, K. F., & Abdeldaym, E. A. (2019). Responding of long green pepper plants to different sources of foliar potassium fertiliser. *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)*, 65(2), 59-76. <https://doi.org/10.2478/agri-2019-0007>
- Eloka-Eboka, A. C., & Inambao, F. L. (2017). Effects of CO₂ sequestration on lipid and biomass productivity in microalgal biomass production. *Applied Energy*, 195(November), 1100-1111. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.03.071>
- El-Shall, Z. S. A. (2012). Partial replacement of inorganic N fertilizer by using humic acid, compost enriched with actinomyces and spirulina platensis algae in strawberry cv. festival. *Journal of Plant Production*, 3(5), 925-937.
- Elsharkawy, G. A., Ibrahim, H. A. H., Salah, A. H., Akrami, M., Ali, H. M., & Abd-Elkader, D. Y. (2021). Early and total yield enhancement of the globe artichoke using an ecofriendly seaweed extract-based biostimulant and PK fertilizer. *Agronomy*, 11(9), 1819. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091819>
- Elumalai, L. K., & Rengasamy, R. (2012). Synergistic effect of seaweed manure and bacillus sp. on growth and biochemical constituents of *Vigna radiata* L. *Journal of Biofertilizers & Biopesticides*, 3(3), 121. <https://doi.org/10.4172/2155-6202.1000121>

- Engin, Y. Ö., Yağmur, B., Cirik, S., Bülent, O., Eşiyok, D., & Gökpınar, Ş. (2019). *Ulva rigida* (C. Agardh) makroalginin fasulye bitkisinin üretiminde organik madde kaynağı olarak kullanımının araştırılması. *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), 151-162. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.577506>
- Eren, A., Tepe, A., Çelik, İ., Kabaş, A., Özalp, R., Boyacı, F. H., Gözen, V., Ünlü, M., & Kurum, R. (2021). *Yazlık Sebze Islahı*. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Ergün, V. (2019). *Açık Tarla Koşullarında Sivri Biber (Capsicum Annuum L.) Yetiştiriciliğinde Aşının, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü)
- Fadılloğlu, G. (2022). *Organik Fide Üretiminde Farklı Ortamların Patlıcan, Domates ve Biber Yetiştiriciliğinde Bazı Parametreler Üzerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Gajc-Wolska, J., Spizewski, T., & Grabowska, A. (2012). The effect of seaweed extracts on the yield and quality parameters of broccoli (*Brassica oleracea* var. *cymosa* L.) in open field production. In *I World Congress on the Use of Biostimulants in Agriculture 1009* (pp. 83-89). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1009.9>
- Genç Şen, C. (2019). *Spirulina'nın Toplam Fenolik Bileşenlerinin, Antioksidan Kapasitesini ve Antioksidan Bileşenlerin Biyoalınabilirliğinin Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Geries, L. S. M., & Elsadany, A. Y. (2021). Maximizing growth and productivity of onion (*Allium cepa* L.) by *Spirulina platensis* extract and nitrogen-fixing endophyte *Pseudomonas stutzeri*. *Archives of Microbiology*, 203(1), 169-181. <https://doi.org/10.1007/s00203-020-01991-z>
- Godlewska, K., Michalak, I., Pacyga, P., Basladyńska, S., & Chojnacka, K. (2019). Potential applications of cyanobacteria: *Spirulina platensis* filtrates and homogenates in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 35(80), 1-18. <https://doi.org/10.1007/s11274-019-2653-6>
- Gonçalves, A. L. (2021). The use of microalgae and cyanobacteria in the improvement of agricultural practices: a review on their biofertilising, biostimulating and biopesticide roles. *Applied Sciences*, 11(2), 871. <https://doi.org/10.3390/app11020871>
- Gülcan, H. (2020). *Yerli, Standart ve Hibrit Biberlerde (Capsicum annuum L.) Bazı Verim ve Kalite Özelliklerinin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

- Gülsoylu, N. E. (2015). *Sivri Biberin (Capsicum Annuum L. Cv. Demre) Modifiye Atmosferde Muhafazasında 1-Methylcyclopropene, Salisilik Asit ve Kalsiyum Uygulamalarının Kalite Üzerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Gümüş, G. (2007). *Deniz Marulunun Kimyasal Kompozisyonunun Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Gündüz, K., & Özdemir, E. (2012). Çileklerde meyve kalite özellikleri arasındaki ilişkiler. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 2(1), 9-14.
- Hamouda, R. A., Shehawy, M. A., El Din, S. M. M., Albalwe, F. M., Albalawi, H. M. R., & Hussein, M. H. (2022). Protective role of Spirulina platensis liquid extract against salinity stress effects on Triticum aestivum L. *Green Processing and Synthesis*, 11(1), 648-658. <https://doi.org/10.1515/gps-2022-0065>
- Harun, R., Singh, M., Forde, G. M., & Danquah, M. K. (2010). Bioprocess engineering of microalgae to produce a variety of consumer products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(3), 1037-1047. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.004>
- Hassan, S. M., Ashour, M., & Soliman, A. A. F. (2017). Anticancer activity, antioxidant activity, mineral contents, vegetative and yield of eruca sativa using foliar application of autoclaved cellular extract of spirulina platensis extract, comparing to npk fertilizers. *Journal of plant Production*, 8(4), 529-536. <https://doi.org/10.21608/jpp.2017.40056>
- Hassan, S. M., Ashour, M., Sakai, N., Zhang, L., Hassanien, H. A., Gaber, A., & Ammar, G. A. G. (2021). Impact of seaweed liquid extract biostimulant on growth, yield, and chemical composition of cucumber (Cucumis sativus). *Agriculture*, 1(4), 320. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040320>
- Hekimoğlu, B., & Altındeğer, M. (2006). Organik Tarım ve Bitki Koruma Açısından Organik Tarımda Kullanılacak Yöntemler. https://samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Kitaplarimiz/Organik_Tarim_ve_Bitki_Koruma%20Acisindan_Organik_Tarimda_Kullanilacak_Yontemler.pdf. (Son erişim tarihi: 12 Kasım 2022)
- Hervert-Hernandez, D., Sayago-Ayerdi, S. G., & Goni, I. (2010). Bioactive compounds of four hot pepper varieties (Capsicum annuum L.), antioxidant capacity, and intestinal bioaccessibility. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(6), 3399-3406. <https://doi.org/10.1021/jf904220w>
- Honda, S., Takeda, K., & Kakehi, K. (1980). Studies of the structures of the carbohydrate components in plant oligosaccharide glycosides by the dithioacetol method. *Carbohydrate Research*, 73, 135-143. [https://doi.org/10.1016/S0008-6215\(00\)85482-8](https://doi.org/10.1016/S0008-6215(00)85482-8)

- Hong, D. D., Hien, H. M., & Son, P. N. (2007). Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and biofertilizer. *Journal of Applied Phycology*, 19, 817-826. <https://doi.org/10.1007/s10811-007-9228-x>
- Hussien, M. A. (2017). Productive performance of sewy date palms in relation to spraying spirulina platensis algae, plant compost tea, salicylic acid and tocopherol. *New York Science Journal* 10(7), 126-135. <https://doi.org/10.7537/marsnys100717.17>.
- Igbokwe, G. E., & Anagonye, C. O. (2013). Determination of β -carotene & vitamin C content of fresh green pepper (capsicum annum), fresh red pepper (capsicum annum) and fresh tomatoes (solanumly copersicum) fruits. *The Bioscientist Journal*, 1(1), 89-93.
- Ismail, S. A. R., Khedr, F. G., Metwally, A. G., & Soror, A. F. S. (2022). Effect of biostimulants on soil characteristics, plant growth and yield of Pea (Pisum sativum L.) under field conditions. *Plant Science Today*, 9(3), 650-657. <https://doi.org/10.14719/pst.1748>
- İbrahim, R. İ. (2018). *Effect of Foliar Application of Humic Acid and Seaweeds Extract on Growth and Productivity of Cucumber (Cucumis sativus L.) Under Plastic Conditions*. (Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- İrkin, L. C. (2009). *Çanakkale Boğazında Yayılış Gösteren Bazı Makro Alglerin Kimyasal Kompozisyonun Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi)
- İrkin, L. C. (2020). *Akuakültürde Alglerin Önemi ve Kullanım Alanları*. Çanakkale İksad Yayınevi.
- Jalali, P., Roosta, H. R., Khodadadi, M., Torkashvand, A. M., & Jahromi, M. G. (2022). Effects of brown seaweed extract, silicon, and selenium on fruit quality and yield of tomato under different substrates. *Plos One*, 17(12), e0277923. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277923>
- Jufri A. F., & Sulistyono, E. (2016). Effects of dry spirulina platensis and antitranspirant on growth and yield of chili pepper (Capsicum annum L.). *Indonesian Journal of Agronomy*, 44(2), 170-175. <https://doi.org/10.24831/jai.v44i2.13486>
- Karaaslan, M. (2017). *Farklı Sürelerde Olgunlaştırılan Fındık Zurufunun Toprak Özellikleri ve Biber Bitkisinin (Capsicum Annuum L.) Gelişimi Üzerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Karkos, P. D., Leong, S. C., Karkos, C. D., Sivaji, N., & Assimakopoulos, D. A. (2011). Spirulina in clinical practice: evidence-based human applications. In *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*. (pp. 1-4).

- Kayak, N., Arı, B. Ç., Dal, Y., Kal, Ü., Seymen, M., & Türkmen, Ö. (2022). Konya ekolojik koşullarında farklı dolmalık hibrit biber çeşidi adaylarının verim, kalite ve bazı morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(1), 41-47. <https://doi.org/10.54498/etbd.2022.10>
- Keser, B. (2021). *Yerli ve Hibrit Biberlerde (Capsicum Annuum L.) Farklı Gübreleme Uygulamalarının Fitokimyasal İçeriğe Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Khan, R. I., Hafiz, I. A., Shafique, M., Ahmad, T., Ahmed, I., & Qureshi, A. A. (2018). Effect of pre-harvest foliar application of amino acids and seaweed (*Ascophylum nodosum*) extract on growth, yield, and storage life of different bell pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars grown under hydroponic conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 41(18), 2309-2319. <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1504966>
- Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., Critchley, A. T., Craigie, J. S., Norrie, J., & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28, 386-399. <https://doi.org/10.1007/s00344-009-9103-x>
- Kırdar, E., & Allahverdiev, S. (2020). Büyüme düzenleyiciler ve etkileri. In *Fidan Standardizasyonu: Standart Fidan Yetiştirme ve Teknik Esasları*. (pp. 245-250)
- Kocira, A., Świeca, M., Kocira, S., Złotek, U., & Jakubczyk, A. (2018). Enhancement of yield, nutritional and nutraceutical properties of two common bean cultivars following the application of seaweed extract (*Ecklonia maxima*). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25(3), 563-571. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.01.039>
- Koç, M. (2020). *Farklı Zamanlarda ve Dozlarda Yapraktan Uygulanan Deniz Yosununun Cabernet Sauvignon Üzüm Çeşidinin Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Kumar, B. A., & Thapa, U. (2022). Bio-efficacy study of Physio-activator (opteine) on eggplant (*Solanum melongena* L.). *The Pharma Innovation Journal*, 11(3), 1716-1720.
- Kuş, M. (2019). *Borlu Sulama Sularının Biber Bitkisinin (Capsicum Annuum L.) Verim ve Kalitesine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- La Bella, S., Consentino, B. B., Roupheal, Y., Ntatsi, G., De Pasquale, C., Iapichino, G., & Sabatino, L. (2021). Impact of ecklonia maxima seaweed extract and mo foliar treatments on biofortification, spinach yield, quality and NUE. *Plants*, 10(6), 1139.

- Lerer, L., Varia, J., & Kamaleson, C. (2021). Growth, Yield, Quality and Microbial Diversity in Hydroponic Vertical Farming–Effect of Phycocyanin-Rich Spirulina Extract. Preprints, 2020110354
- Lola-Luz, T., Hennequart, F., & Gaffney, M. (2013). Enhancement of phenolic and flavonoid compounds in cabbage (*Brassica oleraceae*) following application of commercial seaweed extracts of the brown seaweed (*Ascophyllum nodosum*). *Agricultural and Food Science*, 22(2), 288-295. <https://doi.org/10.23986/afsci.7676>
- Mahima, B., Chandra, B. B., Dev S. D., & Jyoti, O. N. (2018). Role of seaweed extract on growth, yield and quality of some agricultural crops: A review. *Agricultural Reviews*, 34(4), 321-326. <https://doi.org/10.18805/ag.R-1838>
- Mahmood, N., Abbasi, N. A., Hafiz, I. A., Ali, I., & Zakia, S. (2017). Effect of biostimulants on growth, yield and quality of bell pepper cv. Yolo Wonder. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 54(2). <https://doi.org/10.21162/PAKJAS/17.5653>
- Mandal, A., Sarkar, B., Mandal, S., Vithanage, M., Patra, A. K., & Manna, M. C. (2020). Impact of agrochemicals on soil health. In *Agrochemicals Detection, Treatment and Remediation*. (pp. 161-187)
- Marín, A., Rubio, J. S., Martinez, V., & Gil, M. I. (2009). Antioxidant compounds in green and red peppers as affected by irrigation frequency, salinity and nutrient solution composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(8), 1352-1359. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3594>
- Mattner, S. W., Wite, D., Riches, D. A., Porter, I. J., & Arioli, T. (2013). The effect of kelp extract on seedling establishment of broccoli on contrasting soil types in southern Victoria, Australia. *Biological Agriculture & Horticulture*, 29(4), 258-270. <https://doi.org/10.1080/01448765.2013.830276>
- McGuire, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254-1255.
- Miceli, A., Vetrano, F., & Moncada, A. (2021). Influence of *Ecklonia maxima* extracts on growth, yield, and postharvest quality of hydroponic leaf lettuce. *Horticulturae*, 7(11), 440. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7110440>
- Miranda-Molina, F. D., Valle-Guadarrama, S., Guerra-Ramírez, D., Arévalo, M. D. L., Pérez-Grajales, M., & Artés-Hernández, F. (2019). Quality attributes and antioxidant properties of Serrano chili peppers (*Capsicum annuum* L.) affected by thermal conditions postharvest. *International Food Research Journal*, 26(6), 1889-1898.
- Mishra, D., Rajvir, S., Mishra, U., & Kumar, S. S. (2013). Role of bio-fertilizer in organic agriculture: a review. *Research Journal of Recent Sciences*, 2, 39-41.

- Mobin, S., & Alam, F. (2017). Some promising microalgal species for commercial applications: a review. *Energy Procedia*, 110, 510-517. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.177>
- Mógor, Á. F., de Oliveira Amatussi, J., Mógor, G., & de Lara, G. B. (2018). Bioactivity of cyanobacterial biomass related to amino acids induces growth and metabolic changes on seedlings and yield gains of organic red beet. *American Journal of Plant Sciences*, 9(05), 966. <https://doi.org/10.4236/ajps.2018.95074>
- Mohawesh, O., Albalasmeh, A., Deb, S., Singh, S., Simpson, C., AlKafaween, N., & Mahadeen, A. (2022). Effect of colored shading nets on the growth and water use efficiency of sweet pepper grown under semi-arid conditions. *HortTechnology*, 32(1), 21-27.
- Morais, M. G., Vaz, B. da S., de Morais, E. G., & Costa, J. A. V. (2015). Biologically active metabolites synthesized by microalgae. *BioMed Research International*, 2015, 1-15. <https://doi.org/10.1155/2015/835761>
- Muchena, J. K. (2009). *Studies of Capsaicinoids Contents of Locally Grown and Commercial Chilies Using Reversed-Phase High Performance Liquid Chromatography*. (Doctoral Dissertation, East Tennessee State University)
- Nagata, M., & Yamashita, I. (1992). Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 39, 925-928. <https://doi.org/10.3136/nskkk1962.39.925>
- Nawar, D. A., & Ibraheim, S. K. A. (2014). Effect of algae extract and nitrogen fertilizer rates on growth and productivity of peas. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 3(4), 1232-1241.
- Odhiambo, M. O., Wang, X. C., de Antonio, P. I. J., Shi, Y. Y., & Zhao, B. (2018). Effects of root-zone temperature on growth, chlorophyll fluorescence characteristics and chlorophyll content of greenhouse pepper plants grown under cold stress in southern China. *Russian Agricultural Sciences*, 44, 426-433.
- Ombodi, A., Zoltán, P. É. K., Szuvandzsiev, P., Taskovics, Z. T., Kohazi-Kis, A., Kovacs, A., Ledóné Darázsı, H., & Helyes, L. (2015). Effects of external coloured shade nets on sweet peppers cultivated in walk-in plastic tunnels. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 43(2), 398-403. <https://doi.org/10.15835/nbha4329863>
- Öğretmen, A. F. H. (2019). *İsot Üretiminde Kullanılan Biberlerin Kurutulması Sırasında Bazı Kalite Parametrelerinin Kinetik Modellenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

- Özalp, R., Çelik, İ., & Eren, A. (2014). Ülkemizde sebze tohumculuğunda yaşanan gelişmeler. 5. *Uluslararası Katılımlı Tohumculuk Kongresi*. 19-23 Ekim, Diyarbakır, 261-267.
- Özdemir, N., & Erkmen, J. (2013). Yenilenebilir Biyoplastik Üretiminde Alglerin Kullanımı. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(8), 89-104.
- Özgen, R., & Balkaya, A. (2021). Serada sonbahar dönemi dolmalık biber yetiştiriciliğinde hibrit çeşit adaylarının meyve kalitesi ve verim performansları. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 78-89. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.840847>
- Panda, D., Mondal, S., & Mishra, A. (2022). Liquid biofertilizers from seaweeds: a critical review. *Sustainable Global Resources of Seaweeds*, 1, 485–501.
- Panda, D., Pramanik, K., & Nayak, B. R. (2012). Use of sea weed extracts as plant growth regulators for sustainable agriculture. *International journal of Bio-resource and Stress Management*, 3(3), 404-411.
- Parab, A., & Shankhadarwar, S. (2022). Growth enhancement of agricultural crops using seaweed liquid fertilizer. *Plant Science Today*, 9(2), 322-330. <https://doi.org/10.14719/pst.1439>
- Peker, D. (2018). *Vermikompost ve Atık Mantar Kompostu Uygulamalarının Biberde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Pérez-López, A. J., del Amor, F. M., Serrano-Martínez, A., Fortea, M. I., & Núñez-Delicado, E. (2007). Influence of agricultural practices on the quality of sweet pepper fruits as affected by the maturity stage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(11), 2075-2080. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2966>
- Perry, L., Dickau, R., Zarrillo, S., Holst, I., Pearsall, D. M., Piperno, D. R., Berman, M. J., Cooke, R. G., Rademaker, K., Ranere, A. J., Raymond, J. S., Sandweiss, D. H., Scaramelli, F., Tarble, K., & Zeidler, J. A. (2007). Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. *Science*, 315(5814), 986-988. <https://doi.org/10.1126/science.1136914>
- Petropoulos, S. A., Sami, R., Benajiba, N., Zewail, R. M., & Mohamed, M. H. (2022). The response of globe artichoke plants to potassium fertilization combined with the foliar spraying of seaweed extract. *Agronomy*, 12(2), 490. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020490>
- Pina-Pérez, M. C., Rivas, A., Martínez, A., & Rodrigo, D. (2017). Antimicrobial potential of macro and microalgae against pathogenic and spoilage microorganisms in food. *Food Chemistry*, 235(2017), 34-44. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.033>

- Piwowar, A., & Harasym, J. (2020). The importance and prospects of the use of algae in agribusiness. *Sustainability*, 12(14), 5669. <https://doi.org/10.3390/su12145669>
- Priyadarshani, I., & Rath, V. (2012). Commercial and industrial applications of micro algae -A review. *Journal of Algal Biomass Utilization*, 3(4), 89-100.
- Quelal, C., Nicolas, A., & Salazar, U. (2022). Comparison of the effect of three biofertilizers: Biol, Seaweed and Spirulina (*Arthrospira platensis*), on the organic production of lettuce (*Lactuca sativa*). <https://www.researchgate.net/profile/AlexCoronel/publication/366961611Comparison-of-the-effect-of-three-biofertilizers-Biol-Seaweed-and-Spirulina-Arthrospira-platensis-on-the-organic-production-of-lettuce-Lactuca-sativa.pdf>. (Son erişim tarihi: 20 Aralık 2022)
- Radwan, M. A., Shilboob, M. H., Abu-Elamayem, M. M., & Abdel-Aal, A. (2004). Residues of pirimiphos-methyl and profenofos on green pepper and eggplant fruits and their effect on some quality properties. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 16(1), 32-42.
- Rady, M. M., Elrys, A. S., Selem, E., Mohsen, A. A., Arnaout, S. M., El-Sappah, A. H., El-Tarabily, K. A., & Desoky, E. S. M. (2023). Spirulina platensis extract improves the production and defenses of the common bean grown in a heavy metals-contaminated saline soil. *Journal of Environmental Sciences*, 129, 240-257. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2022.09.011>
- Ramya, S. S., Vijayanand, N., & Rathinavel, S. (2015). Foliar application of liquid biofertilizer of brown alga stoechospermum marginatum on growth, biochemical and yield of Solanum melongena. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 4(3), 167-173. <https://doi.org/10.1007/s40093-015-0096-0>
- Rasouli, F., Amini, T., Asadi, M., Hassanpouraghdam, M. B., Aazami, M. A., Ercisli, S., Skrovankova, S., & Mlcek, J. (2022). Growth and antioxidant responses of lettuce (*Lactuca sativa* L.) to arbuscular mycorrhiza inoculation and seaweed extract foliar application. *Agronomy*, 12(2), 401. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020401>
- Repke, R. A., Silva, D. M. R., dos Santos, J. C. C., & de Almeida Silva, M. (2022). Increased soybean tolerance to high-temperature through biostimulant based on *Ascophyllum nodosum* (L.) seaweed extract. *Journal of Applied Phycology*, 34, 3205-3218. <https://doi.org/10.1007/s10811-022-02821-z>
- Ronga, D., Biazzi, E., Parati, K., Carminati, D., Carminati, E., & Tava, A. (2019). Microalgal biostimulants and biofertilisers in crop productions. *Agronomy*, 9(4), 192. <https://doi.org/10.3390/agronomy9040192>

- Ross, A. B., Jones, J. M., Kubacki, M. L., & Bridgeman, T. (2008). Classification of macroalgae as fuel and its thermochemical behaviour. *Bioresource Technology*, 99(14), 6494-6504. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.11.036>
- Rubio, C., Hardisson, A., Martín, R., Báez, A., Martín, M., & Álvarez, R. (2002). Mineral composition of the red and green pepper (*Capsicum annuum*) from Tenerife Island. *European Food Research and Technology*, 214(6), 501-504. <https://doi.org/10.1007/s00217-002-0534-x>
- Saleh, B. K., Omer, A., & Teweldemedhin, B. (2018). Medicinal uses and health benefits of chili pepper (*Capsicum* spp.): a review. *MOJ Food Process & Technology*, 6(4), 325-328.
- Salvi, L., Niccolai, A., Cataldo, E., Sbraci, S., Paoli, F., Storchi, P., Rodolfi, L., Tredici, M. R., & Mattii, G. B. (2020). Effects of *Arthrospira platensis* extract on physiology and berry traits in *Vitis vinifera*. *Plants*, 9(12), 1805. <https://doi.org/10.3390/plants9121805>
- Sanodiya, L. K., Kevat, P., & Tiwari, M. (2022). Seaweed extract: usable for plants growth and yield. *Vigyan Varta*, 3(3), 80-84.
- Sarıyer, T., Akçal, A., & Gündoğlu, M. A. (2020). Bazı Yeni Biber Çeşitlerinin (*Capsicum annuum* L cv A30706 F₁, *Capsicum annuum* L cv Kılçık F₁, *Capsicum annuum* L cv Bitter F₁) Bazı Önemli Kimyasal Özellikler Bakımından Değerlendirilmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinasyon Birimi, Proje No: 3091
- Savranoglu, S. (2013). *Diyetsel Takviye Spirulina'nın Sitokrom P450 ve GST Aracılı Potansiyel İlaç Etkileşimlerinin Moleküler Düzeyde Aydınlatılması*. (Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Sayed, S. M., Abd El-Dayem, H. M., El-Desouky, S. A., Khedr, Z. M., & Samy, M. M. (2018). Effect of silicon and algae extract foliar application on growth and early yield of globe artichoke plants. International Conference on Biotechnology Applications in Agriculture (ICBAA), Benha University.
- Shalaby, A. (2017). Residues of lambda-cyhalothrin insecticide and its biochemical effects on sweet pepper fruits. *Journal of Productivity and Development*, 22(1), 65-81. <https://doi.org/10.21608/jpd.2017.41707>
- Sharoba, A. M. (2014). Nutritional value of spirulina and its use in the preparation of some complementary baby food formulas. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 5(8), 517-538. <https://doi.org/10.21608/JFDS.2014.53033>
- Shedeed, Z. A., Gheda, S., Elsanadily, S., Alharbi, K., & Osman, M. E. (2022). *Spirulina platensis* biofertilization for enhancing growth, photosynthetic capacity and yield of *Lupinus luteus*. *Agriculture*, 12(6), 781. <https://doi.org/10.3390/agriculture12060781>

- Shehata, S. M., Abdel-Azem, H. S., Abou El-Yazied, A., & El-Gizawy, A. M. (2011). Effect of foliar spraying with amino acids and seaweed extract on growth chemical constituents, yield and its quality of celeriac plant. *European Journal of Scientific Research*, 58(2), 257-265.
- Silva, D. S. O., Rocha, R. H. C., Nóbrega, J. D. S., Dias, G. A., de Lima, J. F., & Guedes, W. A. (2017). Post-harvest quality of lettuce cv. Elba in relation to *Spirulina platensis* foliar applications. *Científica (Jaboticabal)*, 45(2), 162-168. <https://doi.org/10.15361/1984-5529.2017v45n2p162-168>
- Siringi, J. O., Turoop, L., & Njonge, F. (2022). Biostimulant effect of spirulina (*arthrospira platensis*) on lettuce (*lactuca sativa*) cultivated under aquaponic system. *SCIREA Journal of Biology*, 7(1). <https://doi.org/10.54647/biology18204>
- Sivasankari, S., Venkatesalu, V., Anantharaj, M., & Chandrasekaran, M. (2006). Effect of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of *Vigna sinensis*. *Bioresource Technology*, 97(14), 1745-1751. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.06.016>
- Sohel, M. H., & Ghosh, M. K. (2021). Effect of compost, vermicompost, trichocompost and NPKS fertilizers on the growth, yield and yield components of capsicum (*Capsicum annum* L.). *Exim Bank Agricultural University Bangladesh*, 3, 29-35.
- Sönmez, İ., Kaplan, M., & Sönmez, S. (2008). Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. *Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 25(2), 24-34.
- Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E., & Isambert, A. (2006). Commercial applications of microalgae. *Journal of bioscience and bioengineering*, 101(2), 87-96. <https://doi.org/10.1263/jbb.101.87>
- Şahin, E. (2019). *Yararlı Rizobakteri (Pgpr) Uygulamalarının Serada Yetiştirilen Dolmalık Biberde Verim ve Bitkisel Özellikler Üzerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Şahin, G., & Öргеç, M. (2022). Güncel bir bakış açısıyla poliaminlerin bitki büyüme ve gelişimi üzerine etkileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 9(2), 255-264.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., & Polat, S. (2008). *Özel Sebzecilik*. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tekirdağ, 448 s.
- Şeniz, V. (1992). *Domates, Biber ve Patlıcan Yetiştiriciliği*. Yalova Kocaoluk Yayınevi.
- Thampi, P. S. S. (2003). A glimpse of the world trade in Capsicum. In *Capsicum*. (pp. 36-44)

- Toaima, W. I. M., Hassan, A. R., & Abdel-Mawgoud, M. (2022). Effect of some growth stimulators on productivity, chemical and biological properties of *Coleus amboinicus* Lour. Cultivated under desert conditions. *International Journal of Pharmacognosy and Life Science*, 3(1), 42-49. <https://doi.org/10.33545/27072827.2021.v2.i2a.49>
- Tokgöz, M. (2019). *Cerrahi İpliklerin Antimikrobiyal Aktivite Gösteren Mikroalg Ekstraktı ile Kaplanması*. (Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Tufan, M. (2018). *Kurutulmuş Yumurtacı Tavuk Gübresinde Yetiştirilen Spirulina Platensis'in Yumurtacı Tavuk Rasyonlarında Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanımın Performans, Kalite ve Kan Parametreleri Üzerine Etkileri*. (Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Tuhy, Ł., Samoraj, M., Witkowska, Z., & Chojnacka, K. (2015). Biofortification of maize with micronutrients by *Spirulina*. *Open Chemistry*, 13(1), 1119-1126.
- Tunçer, M. K. (2022). *Bafra İlçesi Kızılırmak Deltasındaki Çiftçilerin Sürdürülebilir Tarım Hakkında Bilgi, Tutum ve Davranışlarının Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü)
- TÜİK (2023). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Son erişim tarihi: 02 Ocak 2023)
- Uddin, A. F. M., Rakibuzzaman, M., Wasin, E. W., Husna, M. A., & Mahato, A. K. (2019). Foliar application of *Spirulina* and *Oscillatoria* on growth and yield of okra as bio-fertilizer. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, 22(2), 1840-1844. <https://doi.org/10.18801/jbar.220219.227>
- Ugwu, C. U., Aoyagi, H., & Uchiyama, H. (2008). Photobioreactors for mass cultivation of algae. *Bioresource Technology*, 99(10), 4021-4028. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.01.046>
- Uzun, O. (2014). *Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi Deneme Alanı Topraklarına Biyogübre Uygulamalarının Mısır Bitkisinin (*Zea mays* L.) Fosforlu Gübre Kullanım Etkinliği Üzerine Etkisi*. (Doktora Tezi, Atatürk üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Ünver Alçay, A., Bostan, K., Dinçel, E., & Varlık, C. (2017). Alglerin insan gıdası olarak kullanımı. *Aydın Gastronomy*, 1(1), 47-59.
- Vankova, R. (2014). Cytokinin regulation of plant growth and stress responses. In *Phytohormones: a Window to Metabolism, Signaling and Biotechnological Applications*. (pp. 55-79)
- Vural, H., Eşiyok, D., & Duman, İ. (2000). *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bl. Bornova, İzmir. 293-305

- Wahyuni, Y., Ballester, A. R., Sudarmonowati, E., Bino, R. J., & Bovy, A. G. (2013). Secondary metabolites of Capsicum species and their importance in the human diet. *Journal of Natural Products*, 76(4), 783-793. <https://doi.org/10.1021/np300898z>
- Wuang, S. C., Khin, M. C., Chua, P. Q. D., & Luo, Y. D. (2016). Use of Spirulina biomass produced from treatment of aquaculture wastewater as agricultural fertilizers. *Algal Research*, 15, 59-64. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2016.02.009>
- Yassen, A. A., Essa, E. M., & Zaghloul, S. M. (2019). The role of vermicompost and foliar spray of spirulina platensis extract on vegetative growth, yield and nutrition status of lettuce plant under sandy soil. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 14, 1-7. <https://doi.org/10.22587/rjabs.2019.14.1.1>
- Yavaş, İ., & İlker, E. (2020). Çevresel stres koşullarına maruz kalan bitkilerde fotosentez ve fitohormon seviyelerindeki değişiklikler. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 9(2), 295-311.
- Yılmaz, M., Karakaya, O., Balta, M. F., Balta, F., & Yaman, İ. (2019). Çakıldak fındık çeşidinde iç meyve iriliğine bağlı olarak biyokimyasal özelliklerin değişimi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(Özel Sayı), 61-70. <https://doi.org/10.29278/azd.649586>
- Yılmaz, Ö., & Yücel, G. E. (2017). Sürdürülebilir kalkınma sürecinde Türkiye'nin tarımda yaşadığı dönüşüm. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(1), 179-199.
- Yiğenoğlu, C. Y. (2015). *Spirulina platensis'in Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalının Biyolojik Mücadelesinde Kullanım Olanakları*. (Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Youssef, F. A., El-Segai, M. U., Abou-Taleb, S. M., & Massoud, K. W. (2019). Response of cowpea (Vigna unguiculata L.) plant to seaweed and yeast extracts. *Plant Archives*, 19(2), 2363-2370.
- Zewail, R. M. Y. (2014). Effect of seaweed extract and amino acids on growth and productivity and some biocostituents of common bean (Phaseolus vulgaris L) plants. *Journal of Plant Production*, 5(8), 1441-1453. <https://doi.org/10.21608/jpp.2014.64669>
- Zhang, D., & Hamauzu, Y. (2003). Phenolic compounds, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant properties of green, red and yellow bell peppers. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 1(2), 22-27.

ÖZGEÇMİŞ

