



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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**CLADOPHORA SP. VE MICROCYSTIS SP. ALGLERİNİN BİYOLOJİK
GÜBRE OLARAK, OĞUL OTU (MELISSA OFFICINALIS L.) BİTKİSİNİN
GELİŞİMİ VE BÜYÜMESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

MERYEM KARAÇAM

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**Şanlıurfa
2024**



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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**CLADOPHORA SP. VE MICROCYSTIS SP. ALGLERİNİN BİYOLOJİK
GÜBRE OLARAK, OĞUL OTU (MELISSA OFFICINALIS L.) BİTKİSİNİN
GELİŞİMİ VE BÜYÜMESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

MERYEM KARAÇAM

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi GÖKSAL SEZEN**

**Şanlıurfa
2024**

	T.C.	Doküman No: FRM-0105
	HARRAN ÜNİVERSİTESİ	Revizyon No:
	TEZSİZ YÜKSEK LİSANS	Yayın Tarihi:
	ORJİNALLİK RAPORU VE BEYAN	Revizyon Tarihi:
	FORMU	Sayfa No: 1 / 1

ÖĞRENCİNİN	
Öğrenci No	215104011
Adı / Soyadı	Meryem KARAÇAM
Anabilim Dalı/Programı	Biyoloji / Tezli Yüksek Lisans
Tez Konusu	<i>Cladophora</i> sp. ve <i>Microcystis</i> sp. alglerinin biyolojik gübre olarak, Oğul otu (<i>Melissa officinalis</i> L.) bitkisinin gelişimi ve büyümesi üzerine etkisi

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Yukarıda başlığı belirtilen dönem projesi çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 84 sayfalık kısmına ilişkin, 25/11/2024 tarihinde danışmanım tarafından **Turnitin** adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, benzerlik oranı % 13'tür. Ayrıca dönem projesi çalışması hiçbir blok kopyalama içermemektedir.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- 2- Kaynakça hariç
- 3- Alıntılar hariç/dâhil
- 4- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesini ve Harran Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü dönem projesi çalışması Orijinallik Raporu alınması ve kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim. Etik ihlal tespiti halinde, Enstitü yönetim kurulunca, diplomamın iptal edilmesini kabul ediyorum.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

25/11/2024
Meryem KARAÇAM

Yukarıda yer alan raporun ve beyanın doğruluğunu onaylarım. 25/11/2024

.....
Dr. Öğr. Üyesi Göksal SEZEN

TEŐEKKÖR

Tez hazırlama sürecimde değerli bilgi, birikim ve deneyimleri ile bana ışık tutan, fikir ve önerilerinden yararlandığım, her daim ilgi ve desteğini göstermekten kaçınmayan, sorularımı rahatlıkla yöneltebilme imkânı bulduğum danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Göksal SEZEN'e, yüksek lisans sürecim boyunca manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen hayatım boyunca attığım her adımda beni destekleyen kıymetli aileme ve tezimin denemelerinde yardımlarını esirgemeyen sevgili öğrenci arkadaşlarım Yüksel KARAKUŐ, Selim DOBLAN, Eren SEZEN ve Ramazan AKTAN'a, çalışmamı destekleyen Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğüne (HÜBAP) ve emeği geçen herkese sonsuz teşekkürümü ve minnettarlığımı sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER	v
KISALTMALAR.....	vi
1. GİRİŞ	1
1.1. Alglerin Biyofertilizer Olarak Rolü.....	3
1.2. Organik Tarımın Gerekliliği.....	4
1.3. Oğul Otu (<i>Melissa officinalis</i> L.) Bitkisinin Genel Özellikleri.....	5
1.4. <i>Cladophora</i> sp.'nin Genel Özellikleri	10
1.5. <i>Microcystis</i> sp.'nin Genel Özellikleri.....	14
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	18
2.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar	18
2.2. Dünya’da Yapılan Çalışmalar	21
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	26
3.1. Denemenin Kurulması ve Uygulama Yöntemi	26
3.1.1. Saksı Denemesinde Kullanılan Toprak Özellikleri	26
3.1.2. Saksı Denemesinin Kurulması	27
3.1.3. Hasat Dönemi Yapılan Ölçümler	31
3.2.....	35
4. BULGULAR.....	36
4.1. Araştırma Bulguları	36
4.1.1. Oğul Otu Kök Hariç Bitki Boyu.....	36
4.1.2. Oğul Otu Kök Yaş Ağırlığı.....	42
4.1.3. Oğul Otu Kök Kuru Ağırlığı.....	43
4.1.4. Oğul Otu Yeşil Aksam Yaş Ağırlığı.....	45
4.1.5. Oğul Otu Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı.....	46
4.1.6. Oğul Otu Dal Sayısı Değişimi.....	48
4.1.7. Oğul Otu Yaprak Sayısı Değişimi	54
4.1.8. Bitki Yapraklarından Klorofil Tayini (Klorofil-a, Klorofil-b, Toplam Klorofil ve Karotenoid miktarları).....	59
5. TARTIŞMA.....	63
6. SONUÇLAR.....	69
7. ÖNERİLER.....	72
KAYNAKLAR	74
ÖZGEÇMİŞ.....	84

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cladophora sp. ve Microcystis sp. alglerinin biyolojik gübre olarak, Oğul otu (*Melissa officinalis* L.) bitkisinin gelişimi ve büyümesi üzerine etkisi

MERYEM KARAÇAM

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Tez Danışman: Dr. Öğr. Üyesi GÖKSAL SEZEN
Yıl: 2024, Sayfa : 84

Bu çalışma oğul otu (*Melissa officinalis* L.) türünün en uygun yetiştirme ortamlarının geliştirilmesi ve belirlenmesi amacıyla, *Cladophora* sp. ve *Microcystis* sp. alg gübrelerinin altı farklı kuru dozu (Kontrol, %0.2; %0.4; %0.6; %0.8; %1) ve karışımları ise (%50+%50 olarak) toprağa sıvı olarak üç defa uygulanmıştır. Deneme üç tekerrürlü olarak 13.10.2022 ile 12.06.2023 tarihleri arasında Biyoloji Bölümü Serası'nda 7 litrelik saksılarda yapılmıştır. Araştırma sırasında oğul otu kalitesinin bazı ayırt edici özelliklerinden olan; en kısa ve en uzun dal uzunluğu, yaş ve kuru aksam ağırlığı, yaş ve kuru kök ağırlığı, yaprak sayısı, ortalama dal sayısı, klorofil verimi gibi kıstaslar incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiki olarak değerlendirilmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Bitki gelişimi, *Cladophora* sp, *Microcystis* sp., Karışık alg kültürü, Oğul otu (*Melissa officinalis* L.)

ABSTRACT

MASTER THESIS

Cladophora sp. and Microcystis sp. algae as a biological fertilizer, on the development and growth of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.)

MERYEM KARAÇAM

HARRAN UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF BIOLOGY

Thesis Supervisor: Assist. Prof. Dr. GÖKSAL SEZEN

Year: 2024, Page : 84

In this study, in order to develop and determine the most suitable growing environments for lemon balm (*Melissa officinalis* L.), six different dry doses of *Cladophora* sp. and *Microcystis* sp. algae fertilizers (Control, 0.2%; 0.4%; 0.6%; 0.8%; 1%) and their mixtures (50% + 50%) were applied to the soil as liquid three times. The experiment was carried out in 7 liter pots in the Biology Department Greenhouse between 13.10.2022 and 12.06.2023 in three replications. During the research, some of the distinguishing features of lemon balm quality; such as shortest and longest branch length, fresh and dry part weight, fresh and dry root weight, leaf number, average branch number, chlorophyll yield were examined. The results obtained were evaluated statistically.

KEYWORDS: Plant development, *Cladophora* sp, *Microcystis* sp., Mixed algae culture, Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Oğul otu (<i>Melissa officinalis</i> L.) bitkisinin görünümü (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/83/Melissa_officinalis2.JPG)	9
Şekil 1.2. <i>Cladophora</i> sp.'nin görünümü (Michalak ve Messyas, 2021)	12
Şekil 1.3. <i>Cladophora</i> 'nın farklı kullanım kategorileri (Munir ve ark., 2019).....	13
Şekil 1.4. Sahada yaygın olarak bulunan <i>Microcystis</i> monotürleri (Xiao ve ark., 2018)	16
Şekil 3.1. Saksı denemesinde yapılan işlemler	26
Şekil 3.2. Serada oğul otu bitkisi denemesi.....	28
Şekil 3.3. Oğul otu bitkisi deneme süreci.....	29
Şekil 3.4. Çıkan oğul otu bitkilerinin görünümü	30
Şekil 3.5. Alglerin parçalanması ve süzümü	31
Şekil 4.1. <i>Cladophora</i> sp. uygulamasının bitki boy uzunluğuna etkisi (cm).....	37
Şekil 4.2. <i>Microcystis</i> sp. uygulamasının boy uzunluğuna etkisi (cm).....	39
Şekil 4.3. <i>Cladophora</i> sp. + <i>Microcystis</i> sp. uygulamalarının bitki boy uzunluğuna etkisi (cm).....	40
Şekil 4.4. Kontrol grubunun kök hariç bitki boyu değişimi (cm).....	41
Şekil 4.5. Uygulamaların bitkilerin hasat edilmeden önce yapılan son ölçümlerinde kök hariç bitki boyu üzerine etkileri (cm)	42
Şekil 4.6. Uygulamaların farklı dozlarının kök yaş ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)	43
Şekil 4.7. Uygulamaların farklı dozlarının kök kuru ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)	45
Şekil 4.8. Uygulamaların farklı dozlarının yeşil aksam yaş ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki).....	46
Şekil 4.9. Uygulamaların yeşil aksam kuru ağırlığına etkileri (g/bitki).....	48
Şekil 4.10. <i>Cladophora</i> sp. uygulamasının dal sayısı üzerine etkisi	49
Şekil 4.11. <i>Microcystis</i> sp. uygulamasının dal sayısı değişimine etkisi.....	50
Şekil 4.12. <i>Cladophora</i> sp. + <i>Microcystis</i> sp. uygulamasının dal sayısı değişimine etkisi	52
Şekil 4.13. Kontrol grubunun ölçüm süresince dal sayısı değişimi.....	53
Şekil 4.14. Uygulamaların ve kontrol grubunun bitkilerin hasat edilmeden önce yapılan son ölçümlerinde dal sayısı üzerine etkisi	54
Şekil 4.15. <i>Cladophora</i> sp. uygulamasının yaprak sayısı değişimine etkisi	55
Şekil 4.16. <i>Microcystis</i> sp. uygulamasının yaprak sayısı değişimine etkisi	56
Şekil 4.17. <i>Cladophora</i> sp. + <i>Microcystis</i> sp. uygulamasının yaprak sayısı değişimine etkisi	58
Şekil 4.18. Kontrol grubunun ölçüm süresince yaprak sayısı değişimi	59
Şekil 4.19. Uygulamaların bitkilerin hasat edilmeden önce yapılan son ölçümlerinde yaprak sayısı üzerine etkileri.....	59
Şekil 4.20. Uygulamaların yapraklarda klorofil-a, klorofil-b ve karotenoid miktarları üzerine etkileri (mg/g).....	62
Şekil 4.21. Uygulamaların yapraklarda klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları üzerine etkileri (mg/g).....	62

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Oğul otu (<i>Melissa officinalis</i> L.) bitkisinin sistematigi	10
Çizelge 1.2.	<i>Cladophora</i> sp. 'nin sistematigi*	14
Çizelge 1.3.	<i>Microcystis</i> sp. 'nin sistematigi*	16
Çizelge 3.1.	Deneme sonrası yapılan ölçüm ve analizlerin tanımı.....	32
Çizelge 3.2.	Ölçüm yapılan tarihlerin kısaltması	34
Çizelge 3.3.	Verilen alg biyogübresi dozu ve kısaltması.....	35
Çizelge 4.1.	<i>Cladophora</i> sp. uygulamasının bitki boy uzunluğuna etkisi (cm)	37
Çizelge 4.2.	<i>Microcystis</i> sp. uygulamasının bitki boy uzunluğuna etkisi (cm)	38
Çizelge 4.3.	<i>Cladophora</i> sp. + <i>Microcystis</i> sp. uygulamalarının bitki boy uzunluğuna etkisi (cm).....	40
Çizelge 4.4.	Kontrol grubunun kök hariç bitki boyu değişimi (cm).....	41
Çizelge 4.5.	Uygulamaların farklı dozlarının kök yaş ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)	43
Çizelge 4.6.	Uygulamaların farklı dozlarının kök kuru ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)	44
Çizelge 4.7.	Uygulamaların farklı dozlarının yeşil aksam yaş ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)	46
Çizelge 4.8.	Uygulamaların yeşil aksam kuru ağırlığına etkileri (g/bitki)	47
Çizelge 4.9.	<i>Cladophora</i> sp. uygulamasının dal sayısı üzerine etkisi	49
Çizelge 4.10.	<i>Microcystis</i> sp. uygulamasının dal sayısı değişimine etkisi.....	50
Çizelge 4.11.	<i>Cladophora</i> sp. + <i>Microcystis</i> sp. uygulamasının dal sayısı değişimine etkisi	51
Çizelge 4.12.	Kontrol grubunun ölçüm süresince dal sayısı değişimi	52
Çizelge 4.13.	<i>Cladophora</i> sp. uygulamasının yaprak sayısı değişimine etkisi	55
Çizelge 4.14.	<i>Microcystis</i> sp. uygulamasının yaprak sayısı değişimine etkisi	56
Çizelge 4.15.	<i>Cladophora</i> sp. + <i>Microcystis</i> sp. uygulamasının yaprak sayısı değişimine etkisi.....	57
Çizelge 4.16.	Kontrol grubunun ölçüm süresince yaprak sayısı değişimi ve standart sapma değerleri.....	58
Çizelge 4.17.	Uygulamaların yapraklarda klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları üzerine etkileri.....	61

SİMGELER

%: Yüzde

&: Ve

g : Gram

N: Azot

P : Fosfor

° : Celcius (Santigrad derece)



KISALTMALAR

ark. : Arkadaşları

C1 : Cladophora sp. 0.5

C2 : Cladophora sp. 1.0

C3 : Cladophora sp. 1.5

C4 : Cladophora sp. 2.0

C5 : Cladophora sp. 2.5

cm : Santimetre

CM1 : Cladophora sp. 0.25 + Microcystis sp. 0.125

CM2 : Cladophora sp. 0.5 + Microcystis sp. 0.25

CM3 : Cladophora sp. 0.75 + Microcystis sp. 0.375

CM4 : Cladophora sp. 1.0 + Microcystis sp. 0.5

CM5 : Cladophora sp. 1.25 + Microcystis sp. 0.625

K : Kontrol

kg : kilogram

Klr : Klorofil

M1 : Microcystis sp. 0.25

M2 : Microcystis sp. 0.5

M3 : Microcystis sp. 0.75

M4 : Microcystis sp. 1.0

M5 : Microcystis sp. 1.25

Mg : Magnezyum

mg : miligram

mg l-1 : miligram litre-1

ODYS : Ortalama Dal Yaprak Sayısı

Spr : Spirulina veya Arthrospira

TGK : Tavuk Gübresi Kompostu

USDA : United States Department of Agriculture (Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı)

Z : Zeolit

1. GİRİŞ

Bugün, dünya nüfusunun 8,5 milyara ulaşmasıyla birlikte, gıda ve diğer temel ihtiyaçlara olan talep giderek artmaktadır. Ancak, bir milyara yakın insan hala yetersiz beslenme ile mücadele ederken, iki milyardan fazla insan aşırı beslenme ve mikro besin eksiklikleri gibi sağlık sorunları yaşamaktadır. Bu durum, sürdürülebilir gıda sistemleri üzerindeki baskıları artırmakta ve küresel gıda güvenliğini tehdit etmektedir. Artan nüfus ve iklim değişikliği, doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı daha da artırarak su kıtlığı, hızlı ormansızlaşma, toprağın verimliliğinin azalması ve yüksek sera gazı emisyonları gibi sorunlara yol açmaktadır. Geleneksel, yoğun ve yüksek kaynak kullanan tarım sistemleri, bu sorunları daha da derinleştirmekte ve sürdürülebilir gıda ve tarımsal üretimi sağlama konusunda yetersiz kalmaktadır (McGuire, 2015).

Dünya nüfusunun yıldan yıla devamlı olarak artması, ziraat sektöründe mühim bir baskı oluşturmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler için ekonomi büyük seviyede tarıma dayanmaktadır ve bu vaziyet halkın besin ihtiyacını karşılamak amacıyla daha çok ürün elde etmek için yoğun toprak işleme ve aşırı sulama yapılmasına, ek olarak gereğinden fazla kimyasal kullanımının artmasına yol açmaktadır (Pathak ve ark., 2018).

Dünya nüfusunun hızla artması, tarıma elverişli alanlardan daha fazla ürün elde etme gerekliliğini beraberinde getirmiştir. 20. yüzyılın başlarından itibaren, tarım alanlarında birim alandan en yüksek verimi elde etmek amacıyla birçok çalışma yapılmış ve bu süreçte bilinçsizce zirai kimyasal ilaçlar, kimyasal gübreler ve hormonlar kullanılmıştır (Mısmıl, 2019). Bu uygulamalar kısa vadede verimliliği artırmış olsa da, uzun vadede çevresel ve sağlık sorunlarına yol açmış, toprak kalitesini düşürmüş ve doğal ekosistemleri olumsuz etkilemiştir (Özdemir ve ark., 2016).

Modern tarımda kimyasal gübreleme uygulamaları, bitki gelişimini teşvik edip en yüksek verimi elde etmeyi hedeflese de, aşırı kimyasal kullanımının tarım topraklarına ve çevreye vereceği zararlar yeterince dikkate alınmamaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir tarım uygulamalarına ve çevre dostu alternatiflere yönelmek kritik önem taşımaktadır (Mısmıl, 2019).

Yoğun toprak işleme, aşırı sulama yapılması ve gereğinden fazla kimyasal kullanımının artması vb. uygulamalar, çevre ve sağlık sorunlarına yol açarken

tarımsal üretim maliyetlerini de artırmaktadır. Bu sorunların çözümü için, mikroorganizmaların kullanımı giderek daha fazla ilgi çekmektedir. Mikroorganizmalar, toprak verimliliğini artıran biyogübrelerin bir bileşeni olarak kullanılabilir. Biyogübreler, kimyasal gübrelerle kıyasla daha çevre dostu ve ekonomik bir alternatif sunmaktadır (Singh ve ark., 2016).

Biyogübreler, çevre açısından güvenli ve uygun maliyetli olmalarının yanı sıra, tarım alanlarında kolayca uygulanabilirler. Üstelik, üretimi yapılan mahsullerin abiyotik stres koşulları altında bile bu etkiyi sürdürebilirler. Makro ve mikro besin ihtiyaçlarını karşılayarak büyüme ve verim performanslarını artırır. Bu, sürdürülebilir tarım uygulamalarını desteklemek ve çevresel etkileri minimize etmek için önemli bir yaklaşımdır (Pathak ve ark., 2018; Mahmud ve ark., 2021).

Mikroorganizmaların biyogübre olarak kullanılması, mahsul üretimini ve gıda güvenliğini artırma potansiyelleri nedeniyle tarım sektöründe kimyasal gübrelerle bir alternatif olarak görülmektedir. Özellikle bitki büyümesini destekleyici siyanobakteriler, bakteriler ve mantarlar gibi bazı mikroorganizmalar, tarım sektöründe biyogübre olarak önemli bir rol oynamaktadır. Biyogübreler üzerinde yapılan çalışmalar, bu mikroorganizmaların ürünlere gerekli besin maddelerini sağlama kapasitesini ortaya koymuş ve bu da ürün verimliliğinde artışa yol açmıştır. Bu nedenle, biyogübrelerin tarımda kullanımı, hem çevresel hem de ekonomik açıdan sürdürülebilir bir alternatif olarak değerlendirilmektedir (Mahanty ve ark., 2017; Küçük ve Sezen, 2019; Sezen ve Küçük, 2021).

Yeni bir biyogübre olarak alg biyokütlesi, ihtiva ettiği mikro besinlerin yanı sıra makro besinler, birtakım gelişme düzenleyicileri, poliaminler organik enzimler karbonhidratlar, proteinler ve vitaminler yardımıyla vejetatif büyümeyi iyileştirmek için ve verim artışı için ehemmiyet arz etmektedir (Shaaban ve ark., 2010; Abd El-moniem ve Abd-allah, 2008).

1.1. Alglerin Biyofertilizer Olarak Rolü

Biyogübreler, bakteri, mantar, siyanobakteri gibi farklı mikroorganizmaların canlı hücrelerini veya bunların aktif ekstraktlarını içeren mikrobiyal preparatlardır. Bu gübreler, biyolojik süreçler yoluyla topraktaki bitki besinlerini kullanılabilir hale getirerek bitkilerin sağlıklı bir ortamda büyümesini sağlamaktadır. Toprakta biyogübre kullanımı, bitkilerin sağlıklı olmasına katkıda bulunmakla birlikte birçok hastalığa karşı koruma sağlamaktadır. Ayrıca, biyogübreler çevre dostu oldukları için kirliliğe neden olmazlar (Sadhana, 2014).

Son yirmi yılda, rizosferik biyolojideki bilgi artışı ve destekleyici mikroorganizmaların keşfi nedeniyle, biyogübreler modern tarımda giderek daha fazla kullanılmaktadır. Örneğin, *Azospirillum*, *Azotobacter chroococcum* ve *Azospirillum lipoferum* gibi azot sabitleyici bakteriler; *Bacillus polymixa*, *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum* ve *Pseudomonas fluorescens* gibi fosfat çözücü bakteriler, bitki büyümesini destekleyen rizobakteriler olarak bilinmektedirler (El Wahab, 2013).

Yeni bir biyogübre olarak alg özütünün, N, P, K, Ca, Mg ve S'nin yanı sıra Zn, Fe, Mn, Cu, Mo ve Co gibi mikro besinler ile bazı büyüme düzenleyicileri, poliaminler ve vitaminler içerdiği bilinmektedir. Alg özütü, farklı bahçe bitkilerinde bitki beslenme durumunu, vejetatif büyümeyi ve verimi iyileştirebilmektedir (Abd El Moniem ve Abd-Allah, 2008).

Biyogübreler genellikle tek başlarına kullanılmazlar çünkü aktiviteyi teşvik etmek için organik maddeye ihtiyaç duyarlar (Garcia ve ark., 1994; Pascual ve ark., 1997).

Alg biyo-gübresi, çöl kıyısı kireçleri boyunca, alkali göllerin yakınında ve köylerde ürün verimliliğini artırmak için toprakları aşılama amacıyla kullanılabilir. Algler, kimyasal gübrelerin, toprak tükenmesinin ve ithalata bağımlılığın olumsuz etkilerinden kaçınarak, ekonomik fırsatlar sunar ve toprak yenilenmesi yoluyla insanlara yardımcı olmanın başka bir yolunu sunmaktadır (Ladygina ve Iul, 2000).

Mikroalglerden elde edilen ürünler tarımda çok işlevli özelliklere sahiptir; besin emilimini kolaylaştırır, mahsul verimliliğini, bitki fizyolojik durumunu ve abiyotik stres toleransını iyileştirmektedir (Renuka ve ark., 2018).

Yosun gübresinin toprağa uygulanması, toprağın tanecikli yapısını geliştirir ve su tutma kapasitesini artırmaktadır (Ertani ve ark., 2018). Bu durum, bitkilerin kök sistemlerinin daha iyi gelişmesine, topraktaki yararlı mikroorganizma sayısının artmasına ve toprağın daha havadar bir yapıya kavuşmasına neden olmaktadır (Ferrol ve ark., 2019).

Siyanobakteriler en basit, yaşayan ototrofik bitkiler olarak kabul edilmektedir. Bu organizmalar inorganik maddelerden besin maddeleri oluşturma yeteneğine sahiptir ve su ortamında yaygın olarak dağılmıştır (Abdelgani ve ark., 2006). Siyanobakterilerin su tutma kapasitesi, kısa nesil süresi, atmosferik N₂'yi sabitleme yeteneği ve aşırı koşullara uyum sağlama gibi çeşitli benzersiz özellikleri, onları toprağın fiziko-kimyasal özelliklerini iyileştirmek için etkili bir biyogübre kaynağı haline getirmektedir (Abdelgani ve ark., 2006; Singh ve ark., 2016). Siyanobakteriler ayrıca ikincil metabolitler olarak bitki büyüme hormonları salgılayabilir, besin maddelerinin topraktan bitkilere taşınmasını teşvik edebilir, toprağın kümeleşmesine neden olabilir ve toprağın kimyasal özelliklerini iyileştirebilmektedir (Malliga ve ark., 2002; Kheirfam ve ark., 2017). Çeşitli morfolojileri ve fizyolojik özellikleri, ekosistemde geniş dağılım göstermelerini ve çevresel streslere karşı dayanıklılık göstermelerini sağlamıştır (Tandeu De Marsac ve ark., 1993).

Siyanobakteriler, azot ve karbon döngüsünde önemli bir rol oynayan ekosistemlerin biyo-jeo-kimyasal olarak önemli bir parçasıdır. Bazı alg türleri ayrıca farklı bitki gruplarına ait çok çeşitli ökaryotik konaklarla şefkatli simbiyotik ilişkiler kurma konusunda önemli bir yeteneğe sahip olduğu bilinmektedir (Gorelova 2006).

1.2. Organik Tarımın Gerekliği

Tarımda yoğun olarak kullanılan kimyasallara alternatif yöntemlerin geliştirilmesi, sürdürülebilir tarım için zorunlu bir ihtiyaç olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda özellikle gelişmiş ülkelerde, tarım sistemlerinde alternatif yöntemler üzerine yoğun bir şekilde çalışılmakta ve farklı tarım sistemlerine geçişler hızla yaygınlaşmaktadır. Bu alternatif tarım sistemleri arasında entegre mücadele, sürdürülebilir tarım, iyi tarım, organik veya ekolojik tarım, ekim nöbeti, solucan gübresi, yeşil gübre, hayvan gübresi, kompost, organik gübreler, bitkisel ekstre ve uçucu yağlar ve özellikle mikrobiyal gübreler ve biyolojik kontrol yöntemleri öne çıkmaktadır (Kotan, 2020).

Alternatif mücadele yöntemleri arasında biyolojik yöntemler özellikle vurgulanmaktadır. Kimyasal gübre ve pestisitlere alternatif olarak faydalı mikroorganizmaların kullanımı, sürdürülebilir tarım açısından oldukça önemlidir. Bu faydalı mikroorganizmaların mikrobiyal gübre ve biyopestisit olarak tarımda kullanımına yönelik dünyada birçok ticari ürün bulunmaktadır. Tescillenmiş bu mikrobiyal ürünlerin büyük bir kısmı bakteri veya fungus içermekte olup, bu ürünlerin bazıları Türkiye'de de başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Kotan, 2020).

Mikrobiyal gübreler ve biyopestisitlerin dezavantajları arasında raf ömürlerinin uzun olmaması ve çevresel koşullara bağlı olarak etkinliklerinin gözlemlenmesinin zaman alması belirtilmiştir. Bununla birlikte, avantajları oldukça fazladır. Dünya Sağlık Örgütü'nün Mikroorganizma Risk Gruplandırması Listesinde riski olmayan grupta yer alan mikroorganizmaların kullanılması, insan sağlığı açısından hiçbir risk içermemekte veya kimyasallara kıyasla çok daha düşük risk taşımaktadır. Ayrıca, kimyasallara göre daha çevreci olup, doğal dengeyi korumak açısından avantajlıdır. Bu biyolojik yöntemler, yaban hayatı ve doğadaki faydalı türleri koruma açısından da büyük önem taşır. Biyopestisitler, sadece hedef zararlıların veya hastalıkların kontrol edilmesini sağlarken, bitkilerde kalıntı sorunu yaratmazlar. Bakteri içerikli ürünler, bitki besleme ve bitki koruma açısından önemli birçok mekanizmaya sahip olabilir ve bitkiye geniş kapsamlı faydalar sağlayabilir. Toprak patojenlerine karşı oldukça başarılıdır ve kimyasallara göre daha ekonomiktir. Ayrıca, toprak düzenleyici özellikleri sayesinde uzun vadede toprak yapısında ciddi iyileşmeler sağlamak ve topraktaki zararlı kimyasalların parçalanmasına yardımcı olmuştur. Bitkilerde sistemik dayanıklılık mekanizmasını harekete geçirerek bitkileri ekstrem koşullara karşı da koruyabilmiştir (Kotan, 2020).

Faydalı bakteriler, funguslar ve diğer organizmalar, mikrobiyal gübre ve biyopestisit olarak dünyada en çok kullanılan biyolojik çözümler arasında yer almaktadır. Bu biyolojik yöntemler, hem tarımda verimliliği artırmak hem de çevresel sürdürülebilirliği sağlamak açısından büyük potansiyele sahiptir.

1.3. Oğul Otu (*Melissa officinalis* L.) Bitkisinin Genel Özellikleri

Oğul otu (*Melissa officinalis* L.), *Plantae* alemi, *Lamiaceae* ailesi ve *Nepetoideae* alt ailesine aittir ve birçok türe sahip olmakla birlikte en yaygın türler arasında *Melissa axillaris*, *Melissa flava* Benth ve *Melissa officinalis* L. bulunmuştur (Taiwo ve ark., 2012).

Lamiaceae/Labiata familyasına ait en önemli türlerden biri olan oğul otu (*Melissa officinalis* L.) çok yıllık otsu tıbbi ve aromatik bir bitkidir (Vaverková ve ark., 2012). Oğul otu, bir diğer adıyla limon otu olarak da bilinmektedir. Bu isim, bitkinin tadı ve kokusunun limona benzemesinden kaynaklanmıştır (Coşge, 2006).

Oğul otu, aslen Güney Avrupa kökenli olmasına rağmen, günümüzde dünyanın çeşitli bölgelerinde yetiştirilmektedir (McGimpsey, 1993; The Herb Society of America, 2007). Ayrıca, bu önemli tıbbi ve aromatik bitkinin Akdeniz havzasındaki ülkelerin doğal florasında da bulunduğu rapor edilmiştir (Mencherini ve ark., 2007).

Lamiaceae familyasının bir üyesi olan oğul otu, çok yıllık bir bitkidir ve boyu 1 metreye kadar büyüebilmektedir. Yaprakları yumuşak ve tüylü olup, 2 - 8 cm uzunluğunda ve kalp şeklindedir. Yaprak yüzeyi kalın ve damarlıdır; yaprak kenarları ise tırtıklı veya dişli bir yapıdadır. Tohumları yaklaşık 1- 1.5 cm uzunluğunda olup, yumurta şeklinde ve koyu kahverengi veya siyah renktedir. Oğul otu, değişik çevresel koşullara daha iyi ahenk sağlayabilen lateral köklere haiz bir kök sistemine sahiptir. Kış aylarında bitkinin üst kısmı ölürken, baharın başlangıcında köklerden yeni sürgünler verdiği bildirilmiştir (Turhan, 2006).

Bitkinin gövdesi dik, dallı ve dörtgen şekillidir; genellikle tüysüzdür. Yaprakları oval ve saplı olup, çiçekleri beyaz veya soluk pembe renktedir. Çiçekler, 4 ila 12 çiçekten oluşan küçük kümeler halinde bulunmaktadır. Oğul otu, çapraz tozlaşma yapan bir türdür ve taç yapraklı, tamamen mükemmel çiçeklere sahiptir (Virchea ve ark., 2021).

Oğul otunun olası çoğaltma yöntemleri arasında tohum kullanımı, kökten çelik alma, gövde çelikleri, katmanlama ve mikroçoğaltma yöntemleri bulunmaktadır (Meftahizade ve ark., 2010; Mészáros ve ark., 1999; Sağlam ve ark., 2004).

Oğul otu üretimi için ideal tarımsal koşullar, büyüme dönemi boyunca 500- 600 mm arası iyi dağılımlı yağışa sahip orta ila yüksek rakımlı alanları, 15-35 °C sıcaklık aralığını, pH'ı 4.5-7.6 olan kumlu tınlı verimli toprakları ve iyi drenajı içermektedir (Mihajlov ve ark., 2013; Moradkhani ve ark., 2010). Oğul otu tam güneşte, aynı zamanda kısmi gölgede de gelişebilmektedir (Janina, 2003), ancak bitki kuraklığa karşı hassas olduğundan kurak dönemlerde sulama gerektirmektedir. Oğul otu tohumları üretim amacıyla kullanılacaksa, gerçek tür çeşitlerinin karıştırılmaması önemlidir. Doğrudan tarlaya tohum ekimi yapılacaksa, hektar başına 200-250 gram

tohum kullanılmalıdır. Ancak, oğul otu için en kolay ve en etkili çoğaltma yöntemi, böcek ve hastalıklardan arındırılmış, tek tip ana bitkilerden alınan gövde çeliklerini kullanmaktır. Bu çelikler, 45-60 gün sonra nakil için hazır hale gelmektedir. Kleitz ve ark. (2008) çalışmalarına göre, oğul otu fidelerinin hazırlanması ve nakli, doğrudan tohum ekimine göre birçok avantaj sağlamaktadır. Bu yöntem, ilk hasat süresini 14-97 gün kısaltmakta, yılda daha fazla hasat yapılmasına olanak tanımakta, ürün standını hızlıca kurmakta ve verimi önemli ölçüde artırmaktadır. Oğul otu fideleri, çeşitli yetiştirme ortamları kullanılarak çeliklerden hazırlanabilir. Örneğin, vermikompost + toprak + çiftlik gübresinin (FYM) 1:1:1 oranında kullanılması, en yüksek çelik sağkalım oranını (%85), dal sayısını (6), bitki boyunu (36 cm), yaprak sayısını/bitkiyi (38), taze ağırlığı/bitkiyi (1.95 g), kuru ağırlığı/bitkiyi (0.98 g), kök sayısını/bitkiyi (6) ve kök uzunluğunu (11.2 cm) sağlamıştır (Verma, 2018).

Oğul otu genellikle erken ilkbaharda ekilir ve bitki kışın ölebilmektedir. Tam güneşte, verimli ve iyi drene edilmiş toprakta yetiştirilmesi gerekmektedir. Oğul otu tohumlardan yetiştirilebilir ve fideler yaklaşık 2- 3 cm yüksekliğe ulaştığında bahçeye aktarılabilir. Hızla büyüyerek büyük kümeler oluşturmaktadırlar. Oğul otu ayrıca ilkbaharda veya erken sonbaharda eski bitkilerin kümelerini ayırarak veya çelikler ve mikro çoğaltma yoluyla da yetiştirilebilmektedir (Gogu ve ark., 2005; Meftahizade, 2010).

Oğul otu üretimi, kaliteli ekim materyali, uygun yer seçimi, arazi hazırlığı, doğru ekim zamanı, aralık düzenlemeleri, gübreleme, haşere kontrolü ve zamanında hasat gibi uygun tarımsal uygulamaları gerektirmektedir (Chizzola ve ark., 2018; Nurzyńska-Wierdak ve ark., 2023). Bu süreçte, bitki yoğunluğu, hasat şekli, ışık, sıcaklık ve yağış gibi çevresel koşullar, hem verimi hem de bitkinin kalitesini belirleyen kritik faktörlerdir (Nematian ve ark., 2014; Saki ve ark., 2019).

Oğul otu sadece tıbbi bir ot değil aynı zamanda ilaç, gıda, kozmetik ve içecek endüstrilerinde ve kimya endüstrisinde (pestisitler) yaygın olarak kullanılan limon nanesi kokulu bir baharat bitkisidir. Etkinliği ve yaygın kullanımı nedeniyle, 2007 yılında oğul otu Uluslararası Bitki Derneği tarafından "Yılın Otu" seçilmiştir.

Oğul otu tıbbi özelliklere sahip olduğu düşünülür ve uykusuzluk, kramplar, baş ağrıları ve diş ağrıları, özellikle mide ve sinir hastalıkları gibi çeşitli rahatsızlıkları tedavi etmek için kullanılmaktadır. Genellikle diğer bazı otların hoş olmayan tadını maskeleyerek için bitkisel karışımlarda kullanılmaktadır. Oğul otu baharattan daha çok tıbbi bir ot olarak kullanılmaktadır. Ancak taze ve saf bir limon

aromasına sahip olduğu için taze oğul otunun mükemmel bir ikamesi haline gelmektedir (Mihajlov ve ark., 2013).

Oğul otu, yapraklarından hem kuru hem de taze haliyle çeşitli yiyecek ve içeceklerde tatlandırıcı, aroma verici ve baharat olarak kullanılmaktadır. Salata, sandviç, çorba, dondurma ve şarap gibi ürünlerde yer alabilmektedir. Ayrıca süs bitkisi olarak da değerlendirilir ve bahçelerde kenar bitkisi olarak kullanımı yaygındır (Simon, 1984).

Oğul otu ayrıca C vitamini (yaklaşık 254 mg/100 mL) ve Tiamin (B vitamini) içermektedir (Franke, 1977).

Oğul otunun uçucu yağ içeriği çok düşüktür (yaklaşık %0.14- 0.39) ve yetiştirme koşullarına, ışık yoğunluğuna, gübre çeşidine, hasat koşullarına vb. bağlıdır (Turhan, 2006; Abbaszadeh ve ark., 2009). Esansiyel yağ, taze bir limon kokusuna ve soluk sarı bir renge sahiptir. Oğul otunun çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme sonrası aşamalarında yapraklarından çıkarılan esansiyel yağda toplam 37 ve 16 bileşik tanımlanmıştır (Saeb ve ark., 2012). En yüksek uçucu yağ miktarları, yaz mevsimi sonunda bitkinin alt kısımlarından elde edilmektedir (Kennedy ve ark., 2006). Oğul otu özütü ve esansiyel yağı ayrıca alkollü ve alkolsüz içeceklerle, şekerlemelere ve hazır gıdalara aroma vermek için kullanılmaktadır. Esansiyel yağ bazen parfümlerde bir bileşen olarak da kullanılmaktadır. Oğul otu sıcak su özütü (bitki çayına benzer) kabakulak dahil olmak üzere birçok viral enfeksiyona karşı güçlü antiviral aktiviteye sahiptir. Ek olarak, oğul otu esansiyel yağının in vitro antibakteriyel, antispazmodik ve antioksidan aktivitelere sahip olduğu bildirilmiştir (Carvalho ve ark., 2021; Ehsani ve ark., 2017).

Oğul otu bitkisinin sistematigi Çizelge 1.1'de resmi ise Şekil 1.1'de verilmiştir.



Şekil 1.1. Oğul otu (*Melissa officinalis* L.) bitkisinin görünümü
(https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/83/Melissa_officinalis2.JPG)

Çizelge 1.1. Oğul otu (*Melissa officinalis* L.) bitkisinin sistematigi

Âlem	Plantae (Bitkiler)
Bölüm	Magnoliophyta (Kapalı tohumlular)
Sınıf	Magnoliopsida (İki çenekliler)
Takım	Lamiales
Familya	Lamiaceae
Cins	Melissa
Tür	<i>Melissa officinalis</i> L.

TVEO Bakanlığı, BÜG Müdürlüğü - tarimorman.gov.tr

1.4. *Cladophora* sp.'nin Genel Özellikleri

Cladophora cinsi, filamentli yeşil algleri içermektedir. Bu algler bol, seyrek veya yoğun dallanmış olabilir ve genellikle gür, yastık benzeri veya küresel formdadır (Kelly ve King, 2007; Messiasz ve ark., 2015, 2018). *Cladophora*, *Chlorophyta* grubuna ait bir alg türüdür. Filamentli yapıları ile dallanan bir görünümü vardır ve sitoplazmasında çok sayıda çekirdek bulunmaktadır. Ayrıca, kloroplastlar ile çevrilidir (Wongrat, 2001).

Cladophora cinsi üyeleri, hem deniz hem de tatlı sularda yaygın olarak bulunmakta ve ekosistemlerde önemli bir rol oynamaktadır. Bu algler, yaşam alanı ve besin kaynağı sağladıkları için birçok organizma için hayati önem taşımaktadırlar. *Cladophora* türleri, özellikle tatlı su ekosistemlerinde en yaygın filamentli makroalg gruplarından birini oluşturmaktadır.

Cladophora türleri, baskın olarak bentik organizmalar grubuna aittir. Bu alglerin metabolizması ve morfolojisi, çevresindeki hidrodinamik koşullara (su akışı, dalga hareketleri gibi) bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. *Cladophora* türleri, büyümeleri ve çoğalmaları için azot (N) ve fosfor (P) gibi besin maddelerine ihtiyaç duymaktadır. Bu besinler, su ortamında sınırlı miktarlarda bulunduğunda, *Cladophora* türlerinin büyümesi kısıtlanmaktadır (Dodds ve Gudder, 1992).

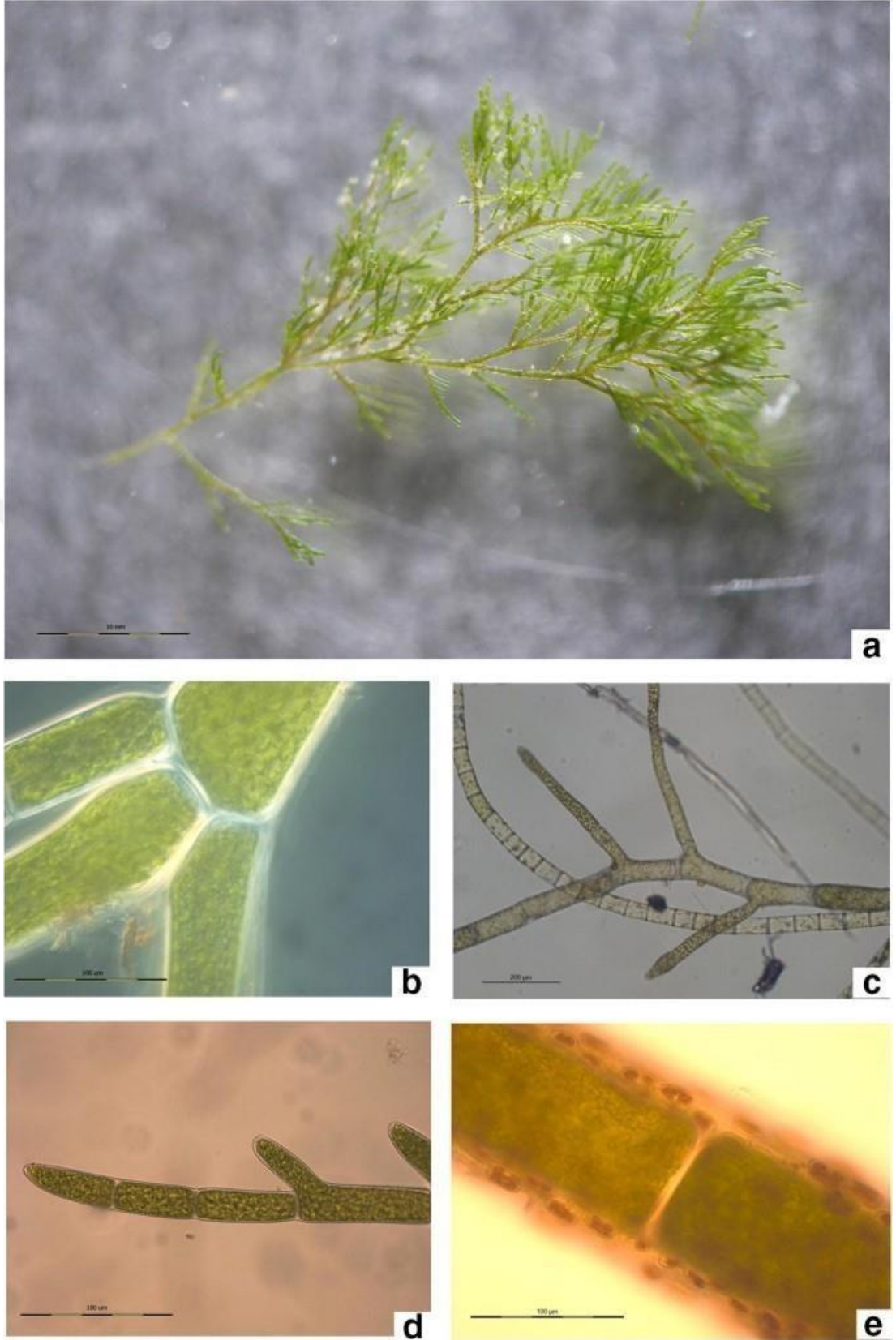
Cladophora türlerinin biyoaktif maddeler açısından zengin olduğu ve çeşitli kimyasal bileşikler içerdiği ortaya konmuştur. Bu bileşikler arasında doymuş ve doymamış yağ asitleri, steroller, terpenoidler ve fenolik bileşikler yer almaktadır (Fabrowska ve ark., 2015). *Cladophora* türleri, sınıflandırılması en zor olan algler

arasında yer almaktadır. Bu zorluk, çoğunlukla türlerin yaşam alanlarına, yaşlarına ve çevre koşullarına bağlı olarak görünümlerinde meydana gelen büyük farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Özellikle tatlı su ekosistemlerinde yaşayan *Cladophora* türleri, hücre boyutlarında ve dallanma düzenlerinde çeşitlilik gösteren birçok farklı morfolojik forma sahiptir (El-Swaify, 2017).

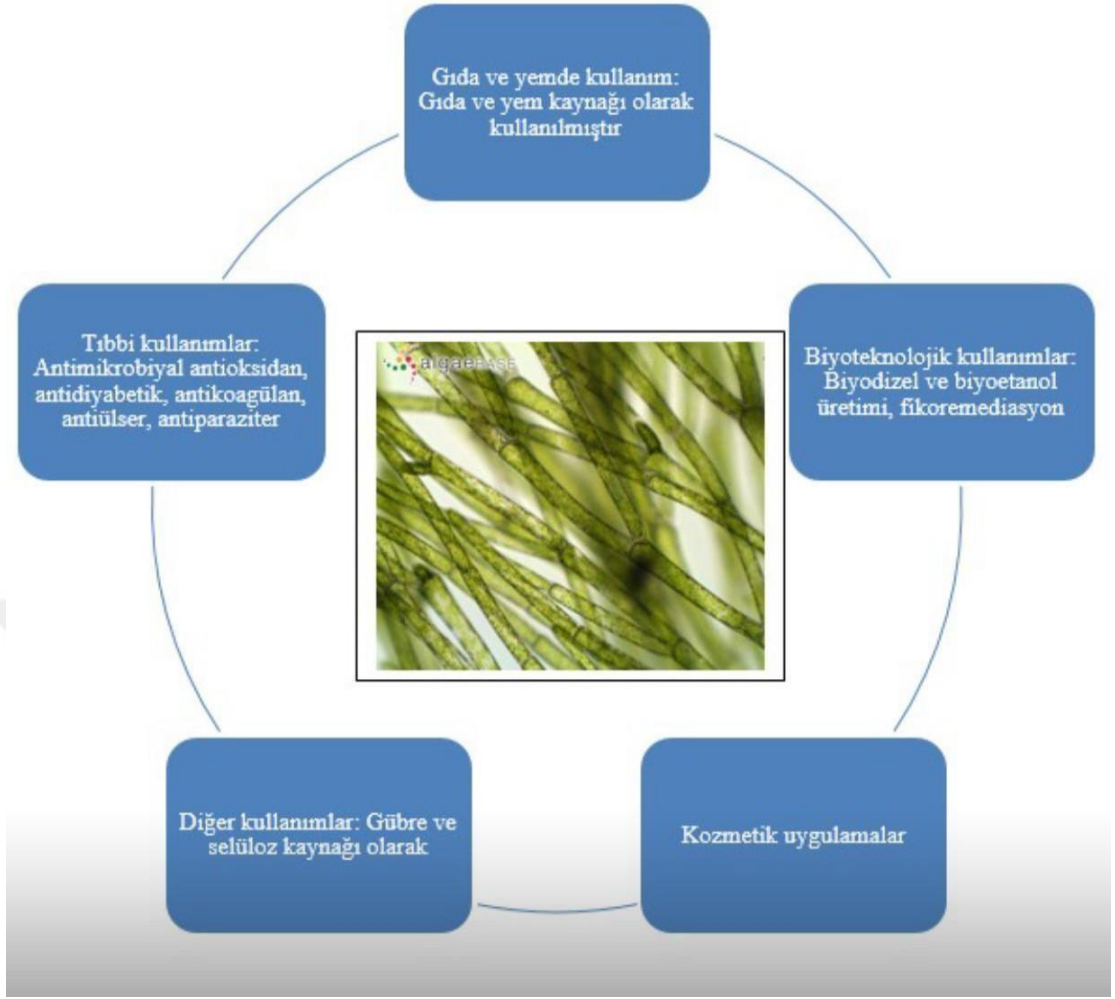
Bu algler, genellikle kayalık yüzeylerde tutunarak büyür ve kıyıya doğru genişleyerek kötü kokulu, keçe benzeri algal yığınlar oluşturabilirler. Bu durum özellikle aşırı büyüme dönemlerinde çevresel sorunlara yol açabilir. Hücre yapıları büyük ve silindirik olup, kloroplastları ağsı bir yapıya sahiptir, bu da onların fotosentez yapmasını sağlamaktadır. Üreme süreçleri izogami, yani gametlerin aynı boyut ve şekle sahip olduğu bir eşeyli üreme şekliyle gerçekleşmektedir (Dodds ve Gudder, 1992). *Cladophora* türleri, su altındaki kaya ve taşlar üzerinde büyümekte ve suda serbestçe hareket etmektedirler (Mihranyan, 2011; Munir ve ark., 2019). Bu algler genellikle sığ sularda çoğalmaktadır. *Cladophora* tarafından oluşturulan ve su yüzeyinde yüzen paspaslar, manuel olarak özel tırmık, kablo veya şerit ile donatılmış tekneler kullanılarak toplanabilmektedir (Messyasz ve ark., 2015; Munir ve ark., 2019).

Cladophora sp.'nin Şekil 1.2'de görüntüleri verilmiştir. *Cladophora* sp.'nin görünümü: a: bol dallı tallusun genel bir görünümü; b: ana filament büyümesi yönünde bir değişikliğe neden olan yanal dal; c: talli'nin apikal kısmındaki dal sayısı; d: birincil yan dalı olan apikal hücre; e: ağsı kloroplast ve epifitik diatomlu tallus hücre duvarının yüzeyinde (Michalak ve Messyasz, 2021).

Şekil 1.3' te ise farklı kullanım alanları verilmiştir.



Şekil 1.2. *Cladophora* sp.'nin görünümü (Michalak ve Messyasz, 2021)



Şekil 1.3. Cladophora'nın farklı kullanım kategorileri (Munir ve ark., 2019)

Cladophora sp.'nin sistematığı Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1.2. *Cladophora* sp. 'nin sistematığı*

Empire:	Eukaryota
Kingdom:	Plantae
Subkingdom:	Viridiplantae
Infrakingdom:	Chlorophyta infrakingdom
Phylum:	Chlorophyta
Subphylum:	Chlorophytina
Class:	Ulvophyceae
Order:	Cladophorales
Family:	Cladophoraceae
Genus:	Cladophora

*

[https://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=37#:~:text=Classification%3A,Cladophora \(Guiry and Guiry, 2024\)](https://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=37#:~:text=Classification%3A,Cladophora (Guiry and Guiry, 2024))

1.5. *Microcystis* sp.'nin Genel Özellikleri

Microcystis, en yaygın çoğalma oluşturan tatlı su siyanobakterisidir ve yüksek fenotipik esneklik göstermektedir. *Microcystis* türleri steril laboratuvar kültürlerinde tek hücreler veya (daha nadiren) eşleştirilmiş hücreler olarak bulunur, ancak doğal koşullar altında koloniler oluşturmaktadır (Xiao ve ark., 2017).

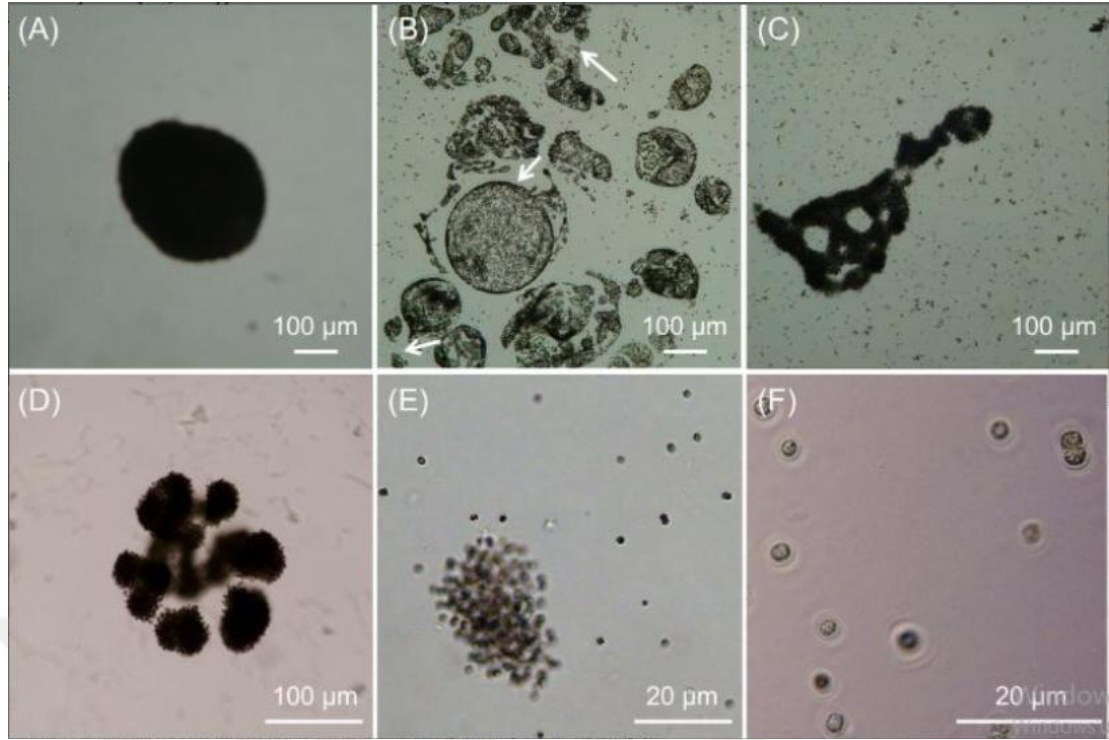
Şu anda tanımlandığı şekliyle *Microcystis* türleri düzensiz, süngerimsi, küresel ve uzunlamasına olmak üzere çeşitli kolonial morfolojiler sergiler ve bazıları görünür bir kenar göstermektedir (Komárek ve Komárková, 2002). Bu nedenle çok hücreliliğin evrimsel gelişimini araştırmak için uygun model organizmalar olarak kullanılabilirler. *Microcystis* türleri düşük ve orta enlemlerde geniş bir dağılıma sahiptir (Paerl ve Otten, 2013; Harke ve ark., 2016). *Microcystis* alg çoğalması ciddi çevresel ve ekolojik olaylar zincirini başlatabilir, içme suyu tedarik sistemlerinin tıkanmasına, hoş olmayan kokuların oluşmasına, su berraklığının azalmasına ve ayrışma sırasında çözünmüş oksijenin uzaklaştırılmasına vb. neden olabilmektedir (Qin ve ark., 2010). Bazı *Microcystis* türleri potansiyel olarak toksiktir ve mikrosistin üretme yeteneğine sahiptir. Mikrosistinler, insan ve memeliler için ciddi sağlık riskleri taşıyabilmektedir (Rastogi ve ark., 2014). Bu patlamalar ve toksinler, yoğun su arıtımı gereksinimi, turizm ve rekreasyon gelirlerinin azalması ve emlak

değerlerinin düşmesi nedeniyle önemli ekonomik maliyetlere yol açmaktadır (Dodds ve ark., 2009; Hamilton ve ark., 2013).

Microcystis morfolü, çeşitli özelliklere göre tanımlanabilmektedir. Koloni formundaki değişikliklere, mukus yapısına, hücre çapına, koloni içindeki hücre düzenlemesine, fikosiyanın ve fikoeritrin pigmentlerinin oranına ve mevsimsel yaşam döngüsünün ayrıntıları gibi özellikler, *Microcystis* türlerinin tanımlanması ve sınıflandırılması için önemli kriterlerdir ve bu türlerin ekolojik rolünü ve dağılımını anlamak için kullanılmaktadır (Komárek ve Komárková, 2002).

Microcystis cinsinin en yaygın gözlenen varyantları ; *M. aeruginosa* (Kützing) Kützing, *M. flos-aquae* (Wittrock) Kirchner, *M. ichthyoblabe* Kützing, *M. novacekii* (Komárek) Compère ve *M. wesenbergii* (Komárek) Komárek' tir.

Sahada yaygın olarak bulunan *Microcystis* morfolüleri Şekil 1.4'te verilmiştir. Sahada yaygın olarak bulunan *Microcystis* monolüleri: (A) *M. ichthyoblabe* Kützing; (B) *M. wesenbergii* (Komárek); (C) *M. aeruginosa* (Kützing) Kützing; (D) *M. novacekii* (Komárek) Compère; (E) Çin'deki Taihu Gölü'nde ilkbaharın başlarında alınan saha örneklerinden tanımlanamayan koloni; (F) Çin'deki Taihu Gölü'nden tek hücreler. Beyaz oklar, mukusla dolu görünen kenarı işaret ediyor. A–C ve E, Xu ve ark.'dan (2016), D, Junyi Zhang tarafından ve F, Ming Li tarafından sağlanmıştır (Xiao ve ark., 2018).



Şekil 1.4. Sahada yaygın olarak bulunan *Microcystis* monotürleri (Xiao ve ark., 2018)

Microcystis sp.'nin sistematığı Çizelge 1.3'te verilmiştir.

Çizelge 1.3. *Microcystis* sp.'nin sistematığı*

Empire:	Prokaryota
Kingdom:	Bacteria
Subkingdom:	Negibacteria
Phylum:	Cyanobacteria
Phylum:	Cyanobacteria
Class:	Cyanophyceae
Subclass:	Oscillatoriophycidae
Order:	Chroococcales
Family:	Microcystaceae
Genus:	Microcystis

*https://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=30055

Bu çalışmanın amacı, tıbbi ve aromatik öneme sahip olan oğul otu (*Melissa officinalis* L.) bitkisinin gelişimi ve büyümesi üzerine *Cladophora* sp. ve *Microcystis*

sp. alg gübrelerinin verim ve kaliteye etkilerini araştırmaktır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Küçük ve ark. (2024), tarafından yapılan çalışmada Arbüsküler Mikorizal Fungus (AMF) spor aşılması ve *Cladophora* sp. ekstraktının mısır bitkileri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Araştırma, serada tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak planlanmıştır. Deneyde farklı dozlarda AMF sporları (aşısız, 5 g/kg, 10 g/kg, 15 g/kg) ve *Cladophora* sp. ekstraktı (%0, 0.5, 1, 1.5) kullanılmıştır. Çalışmanın temel bulguları şunlardır: *Cladophora* sp.'nin %1.5'lik ekstraktı ve 15 g/kg AMF spor aşılması, alkalın fosfataz, üreaz ve dehidrogenaz enzim aktivitelerinde en yüksek değerleri sağlamıştır. *Cladophora* sp.'nin %1'lik ekstraktı ve 10 g/kg AMF spor aşılması ise en yüksek β -glukosidaz aktivitesini elde etmiştir. Bu bulgular, AMF spor aşılması ve *Cladophora* sp. ekstraktının birlikte uygulanmasının, rizosferde bazı enzim aktivitelerini artırarak bitki büyümesini ve sağlığını destekleyebileceğini göstermektedir. Enzim aktivitelerindeki bu artış, toprak sağlığını iyileştirmek ve bitki kalitesini artırmak için çevre dostu bir strateji olarak değerlendirilebilir. Sonuç olarak, bu tür biyolojik uygulamaların tarımda kimyasal gübre kullanımını azaltarak sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkı sağlayabileceği öne sürülmektedir.

Doblan (2024) tarafından yapılan bu çalışmada, sıcaklık stresi altında *Cladophora glomerata* ve *Arthrospira (Spirulina) platensis* alglerinin aspir bitkisi üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamış ve alglerin farklı dozlarının (*Cladophora* için 0.5-2.5 gr, *Spirulina* için 0.25-1.25 gr) toprağa sıvı olarak uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Denemede kök hariç bitki boyu, kök uzunluğu, tabla çapı, sap ve tabla ağırlığı, kök ağırlığı gibi birçok parametre incelenmiştir. Alg uygulamalarının, sıcaklık stresine rağmen kontrol grubuna kıyasla daha olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür.

Sezen ve Küçük (2023) tarafından mısır (*Zea mays* L.) ve mercimek (*Lens culinaris* Medik) bitkilerinin büyüme ve gelişimleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla baraj göllerinden alınan *Microcystis viridis* ve *Aphanizomenon gracile*'in karışık kültürünün farklı dozlarının etkisi araştırılmıştır. Yaptıkları çalışmada, bu algleri içeren karışımdan hazırladıkları farklı dozları, topraklara püskürtülme yaparak uygulanmıştır. Kök uzunluğu bakımından mercimekte %2'lik dozun ve mısırdaki %1 uygulama dozunun sırasıyla %92 ve %60 daha etkili olduğu bulunmuştur. Siyanobakteri karışımının %2'lik uygulama dozu bitki boyu artışında kontrole göre %70 ve %42 daha etkili olduğu görülmüştür. Yeşil aksam ağırlıkları

bakımından, % 2'lik doz uygulanan mısır ve mercimek, kontrole göre %164 ve %30 daha etkili olduğu bulunmuştur. Kök kuru ağırlığında ise %2'lik uygulama dozunun her iki bitkinin kontrole göre %680 ve %139 daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Sezen ve Küçük'ün (2021) çalışmasında, *Microcystis viridis* ve *Aphanizomenon gracile* karışık kültürlerinin farklı dozlarının fiğ (*Vicia sativa* L.), nohut (*Cicer arietinum* L.) ve arpa (*Hordeum vulgare* L.) bitkilerinin gelişimine etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgular şunlardır: Fiğ: %1.5 dozunda kök uzunluğunda etkili bulunmuş. Arpa: %2 dozunda kök uzunluğunda etkili ve en yüksek bitki boyu %1.5 dozunda elde edilmiştir. Nohut: %2 dozunda kök uzunluğu ve bitki boyunda etkili bulunmuştur. Kısaca, alg karışımının bitki boyunu ve kök uzunluğunu artırdığı gözlemlenmiştir. Bu artışın, alglerin fitouyarıcı etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Doğan, (2023) tarafından yapılan çalışmada, *Cladophora* sp. ve *Spirulina* sp. alg gübrelere mercimek (*Lens culinaris* Medik) bitkisi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmada, bitki boyu, kök uzunluğu, yaprak boyu, bitki ağırlığı, kök ağırlıkları ve klorofil içeriği gibi parametreler değerlendirilmiştir. Alg gübrelere farklı dozlarda uygulanması sonucunda, topraktaki mikrobiyal komünitenin etkilendiği ve çeşitli mikroorganizma türlerinin sayısında artış meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bu artışlar, kontrol grubuna kıyasla bitki verimi ve kalitesinde belirgin iyileşmelere yol açmıştır.

Okutan, (2024) tarafından yapılan çalışmada, nane (*Mentha spicata*) türünün en uygun yetiştirme ortamlarının geliştirilmesi amacıyla, *Cladophora glomerata* ve *Arthrospira platensis* (*Spirulina* sp.) alglerinin beş farklı kuru ağırlık dozunun (2 gr, 4 gr, 6 gr; 8 gr, 10 gr; ve karışımları ise %50+%50) üç defa toprağa sıvı olarak uygulanmıştır. Çalışmada nane kalitesinin bazı ayırt edici özellikleri, en uzun dal uzunluğu, en kısa ve kök uzunluğu, yaş ve kuru kök ağırlığı, yaş ve kuru aksam ağırlığı, yaprak sayısı, klorofil a verimi, ortalama dal/yaprak oranı gibi kriterler incelenmiştir. En yüksek yaş ağırlık artışı, kontrol grubuna göre Cld 1.0 grubunda %165, Spr 0.6 grubunda %26 ve C+ S 0.8 grubunda %32 olarak gerçekleşmiştir. Alg uygulamalarının genel olarak nane bitkisinde kontrol grubuna göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

Sadak ve Şensoy (2022), yaptıkları bir çalışmada, mikroalg (*Chlorella vulgaris* Beyerinck) uygulamalarının bahçe teresinin (*Lepidium sativum* L.) besin alımı ve bitki büyümesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, kontrollü

sera koşullarında saksı (3 lt) denemesi kullanılarak farklı dozlarda mikroalg uygulaması gerçekleştirilmiştir. Mikroalg, fide yetiştirme ortamına saksı başına iki kez (100 ml ve 150 ml) uygulanmıştır. Kimyasal gübreler %0, %50, %100 dozlarda NPK (80 mg P₂O₅ kg⁻¹, 160 mg N kg⁻¹, ve 100 mg K₂O kg⁻¹) verilmiştir. Terede bitki büyüme ölçütleri olarak sürgün taze ağırlığı, sürgün boyu, klorofil miktarı (SPAD değeri), toplam çözünebilir içerik (TSS), ve bazı besin elementleri (Fe, Zn, Cu, K, Ca, ve Mn) içerikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, mikroalg uygulamalarının bazı besin maddelerinin alımı ve bitki büyümesi üzerinde olumlu etkiler yaptığı tespit edilmiştir.

Aydöner ve ark. (2018), gerçekleştirdiği " Topraksız sera domatesi yetiştiriciliğinde mikroalg (*Chlorella vulgaris*) kullanımının etkileri" adlı çalışmada, *C. vulgaris*'in farklı dozlarının domates bitkisi üzerinde çeşitli etkileri incelenmiştir. Araştırma, mikroalg gübresinin domates bitkisinde verim, meyve kalitesi, bitki besin maddeleri, büyüme ve gelişme üzerindeki etkilerini ve ayrıca substratta iyon birikimini değerlendirmiştir. Yapılan yaprak analizlerinde, mikroalg gübresi uygulanan bitkilerin yapraklarında kontrol gruplarına göre daha fazla besin ögesi bulunmuştur. Deneme sonuçlarına göre, yaprak sayısı, yaprak alanı, salkım sayısı, bitki boyu, yaprak taze ağırlığı, gövde kuru ve taze ağırlığı uygulamalardan etkilenmemiştir. Ancak, kuru madde oluşum oranları, meyve, yaprak ve toplam biyomas kuru ağırlığı ile toplam yeşil aksam biyomas yaş ağırlığı üzerinde mikroalg uygulamalarının olumlu etkileri gözlenmiştir.

Engin ve ark. (2019), tarafından yapılan çalışmada, *Ulva rigida* (*C. Agardh*) makroalginin fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nannus* cv. Başpınar) yetiştiriciliğinde organik gübre olarak kullanımı incelenmiştir. Araştırma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü uygulama alanında yürütülmüş olup, çalışma saksı denemesi şeklinde planlanmıştır. Denemede, kontrol, ithal deniz yosunu gübresi (Algreen), çiftlik gübresi ve *U. rigida* makroalginden elde edilen kuru biyokütlelerin beş farklı dozu olmak üzere toplam sekiz farklı uygulama yapılmıştır. Denemelerde, Algreen ve çiftlik gübresi tek doz olarak uygulanmış, en yüksek fasulye verimi ise *U. rigida* uygulanmış saksılarda elde edilmiştir. *U. rigida*'nın fasulye verimi üzerindeki en etkili dozu 150 g saksı olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, *U. rigida* alginin fasulye verimi üzerine kontrol ve Algreen uygulamalarından daha etkili olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p < 0.05$) belirlenmiştir.

Ercan (2008) tarafından yapılan bu çalışma, sera koşullarında tavuk gübresi

kompostu ve zeolitin (klinoptilolit) toprak özellikleri ve oğul otu (*Melissa officinalis* L.) bitkisinin verim, morfolojik, agronomik ve kalite özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Deneme Uludağ Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde plastik bir serada yürütülmüş olup, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Araştırma kapsamında, artan dozlarda tavuk gübresi kompostu (50, 100, 150, 200 g saksı başına) ve artan dozlarda zeolit (50, 100 g saksı başına) çeşitli kombinasyonlarda uygulanmıştır. Çalışmanın amacı, bu uygulamaların oğul otunun şu özellikleri üzerindeki etkilerini incelemek olmuştur: Bitki boyu (cm), kanopi genişliği (cm), yeşil herba verimi (g/bitki), drog herba verimi (g/bitki), drog yaprak verimi (g/bitki). Ayrıca, bitkideki bazı makro ve mikro besin elementlerinin (N, P, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺, Zn²⁺, Cu²⁺, Mn²⁺) içerikleri ile uçucu yağ oranı (%), uçucu yağ verimi (ml/bitki) ve uçucu yağ bileşenleri incelenmiştir. Bu sonuçlar istatistiksel olarak analiz edilip karşılaştırılmıştır. Araştırmada, oğul otunun hem verim hem de kalite parametrelerini iyileştirmek için tavuk gübresi kompostu ve zeolitin birlikte kullanılmasının potansiyel faydalarını ortaya koymayı amaçlamıştır. Araştırma sonucunda, tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (Z) uygulamaları, oğul otu (*Melissa officinalis* L.) bitkisinin morfolojik, agronomik ve kalite özellikleri üzerinde önemli etkiler göstermiştir. Elde edilen bulgulara göre, en yüksek verimler genellikle tüm parametrelerde, kontrol grubuna kıyasla TGK4 + Z2 + ½ N (sıvı) ve TGK4 + Z2 + ½ N (üre) uygulamaları ile elde edilmiştir. Bu sonuçlar, bu iki kombinasyonun bitki gelişimi, verim ve kalite parametrelerinde diğer uygulamalara göre daha etkili olduğunu göstermektedir.

2.2. Dünya'da Yapılan Çalışmalar

Alkhafaji ve ark. (2019) tarafından maş fasulyesi (*Vigna radiata*), susam (*Sesamum indicum*) bitkileri ile yapılan çalışmada, *Cladophora* sp.'nin kimyasal içeriği ve organik gübre olarak toprak ıslahındaki etkileri, ayrıca bazı morfolojik özelliklere (sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök kuru ağırlığı, yaprak alanı) olan etkisi incelenmiştir. Araştırmada, kontrol (alg eklenmeden), %1, %2 ve %3 oranlarında *Cladophora* sp. uygulamaları (300, 600 ve 900 g /30 kg toprak) kullanılmıştır. Sonuçlar, tüm *Cladophora* sp. uygulamalarının, kontrole kıyasla tüm morfolojik karakterlerde önemli artış sağladığını göstermiştir. Özellikle, %3 oranında *Cladophora* sp. uygulaması, her iki bitkide de (*Vigna radiata* ve *Sesamum indicum*) önemli artışlar sağlamıştır. *Vigna radiata*'da %3 uygulaması, toplam uzunluk, toplam kuru ağırlık ve yaprak alanında sırasıyla 34.6 cm, 35.5 g ve 79.1 cm² artış göstermiştir. *Sesamum indicum* ise tüm uygulamalarda morfolojik özelliklerde

önemli farklılıklar göstermiş olup, en yüksek değerler (sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök kuru ağırlığı, yaprak alanı ve tane sayısı) %3 uygulamasında sırasıyla 129.9 cm, 28.8 g ve 67.2 cm² olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar, *Cladophora* sp.'nin toprak iyileştirici ve bitki büyümesini destekleyici potansiyelini ortaya koymaktadır.

Taşkın (2019) çalışmasında, Amerika Birleşik Devletleri Tarımsal Araştırma Servisi'nden bir mikrobiyolog, yosun kullanarak gübrenin azot ve fosforlu besin maddelerinin neredeyse %100' ünü geri kazanmayı başarmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kurumuş alglerin gübre olarak kullanılabileceği önerilmiştir. Deneyler, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından dört süt işletmesinde kanıtlandığı gibi, alglerin gübre-tatlı su karışımından %60 ile %90 oranında azot ve %70 ile %100 oranında fosfor tutabildiğini göstermiştir. Ayrıca USDA mikrobiyoloğu Walter Mulbry, mısır ve salatalık fidelerinin kurumuş alglerden elde edilen organik gübre üzerinde başarılı olabileceğini de belirtmiştir.

Dulaymy ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada, karanfil çiçeği üretimi üzerinde deniz yosunu özütünün (AL-Garen) ve büyüme ortamının etkisi incelenmiştir. Araştırmanın sonuçları, 2 kısım tınlı toprak ve 1 kısım turba yosunu içeren bir büyüme ortamında yetiştirilen veya 2 ml/l Al-Garen konsantrasyonunda su püskürtülen bitkilerin çiçeklenme verimini ve çiçek özelliklerini (gövde uzunluğu, çiçek çapı ve taç yaprak sayısı) önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Bu bulgular, deniz yosunu özütlerinin ve uygun büyüme ortamlarının karanfil çiçeklerinin büyüme ve gelişiminde olumlu etkiler sağladığını ortaya koymaktadır.

Shariatmadari ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada, domates, salatalık ve kabak bitkileri üzerinde alg özütlerinin etkileri incelenmiştir. Çalışmanın sonuçları, tüm alg özütlerinin eklenmesinin tohum çimlenmesini ve bitki büyümesini artırabileceğini göstermiştir. İstatistiksel analizler, bitki boyu, kök uzunluğu, yaprak sayısı, kök, yaprak ve gövdenin taze ve kuru ağırlıklarında kontrole kıyasla önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, alg özütlerinin bitkilerin büyüme ve gelişiminde olumlu etkiler sağlayabileceğini desteklemektedir.

Bozorgi ve ark. (2012), İran'ın kuzeyinde safranın (*Crocus sativus* L.) çiçek tüpü uzunluğu üzerinde metanol ve demir gübrelere yaprak püskürtmesi altında deniz kahverengi alg özütü (*Ascomyces nodosum*) kullanımının etkilerini incelemiştir. Deney, iki seviyede yapılmış olup (A1: kontrol ve A2: 2 g/l konsantrasyon) yaprak püskürtme uygulamaları içermiştir. Sonuçlar, alg özütü ile yaprak püskürtmenin çiçek tüpü uzunluğu üzerindeki etkisinin %1 olasılık düzeyinde

önemli bir fark yarattığını göstermiştir. Alg özütü uygulama seviyeleri arasında yapılan ortalama karşılaştırması, en yüksek çiçek tüpü uzunluğunun 2 g/l konsantrasyonla yapılan yaprak püskürtmesinde elde edildiğini ortaya koymuştur. Diğer yandan, en düşük çiçek tüpü uzunluğu kontrol grubunda (alg yaprak püskürtmesi olmadan) gözlemlenmiştir.

Moorthy ve Malliga (2012), Aloe vera bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmada, bitkinin maksimum yüksekliği, yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, yaprak genişliği ve yavru sayısının, kontrole kıyasla %0.4 siyanopray (*Oscillatoria annae*) gübresiyle iyileştirildiğini bulmuşlardır. Bu sonuçlar, bitki özelliklerinin ve veriminin maksimum seviyede iyileştirilmesi için optimum konsantrasyonun %0.4 siyanopray gübresi olduğunu ortaya koymuştur.

Bindhu (2013) tarafından yapılan çalışmada, yem bezelyesi (*Pisum sativum*) bitkisi üzerinde *Azolla*'nın (Mavi-yeşil alg *Anabaena azollae*) sulu özütünün % 20 konsantrasyonunun etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, bu konsantrasyonun sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, taze ve kuru ağırlıklar açısından daha iyi fide büyümesini desteklediğini göstermiştir. Bu bulgular, *Azolla* sulu özütünün bitki büyümesi üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymaktadır.

Cavallo ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada, *Cladophora prolifera*'dan elde edilen biyogübre sulandırılarak domates bitkilerine uygulanmıştır. İki farklı derişim (%5 ve %10) kullanılmıştır. Sonuçlar, domates meyvelerinin kütlesinde (toplam üretim) en yüksek verimin %5'lik denemelerde görüldüğünü, %10' luk denemelerin veriminin de kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada ayrıca hayatta kalma oranında da farklılık gözlenmiştir. En yüksek sağkalım oranı %5'lik uygulamada %94 olarak gözlenmiş, bunu %10'luk uygulama %86 ile takip etmiştir; kontrol grubunda ise %78'lik bir sağkalım oranı kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, *Cladophora prolifera* biyogübresinin domates bitkilerinin verimi ve sağkalım oranı üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymaktadır.

Bharti ve ark. (2021) yaptığı "Cyanobacteria (*Anabaena laxa*)'dan üretilen biyogübrenin kasımpatı (*Chrysanthemum indicum*) fidan çeşidi Jaya' nın büyüme performansına etkileri" adlı çalışmada, *A. laxa* ile astarlanmış bitkilerin, yalnızca gübrelerle yetiştirilen kontrol bitkilerine kıyasla %10- 50' lik bir artış gösterdiği, sürgün: kök kuru ağırlık oranında ve bitki büyüme özelliklerinde % 20- 40'lık bir artış kaydedildiği bulunmuştur. Ekimden 100 gün sonra (DAT) toprak fosfolipid yağ

asidi içeriğinin %60 arttığı ve yapraklar ve çiçeklerdeki enzim aktivitesinin, *A. laxa* ile astarlanmış bitkilerde dört kata kadar arttığı tespit edilmiştir. Kalite özellikleri açısından, *A. laxa* uygulanmış bitkilerde tomurcukların erken oluşumu ve daha yüksek pigment miktarları kaydedilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, iyileştirilmiş toprağın mikrobiyolojik özellikleri ve bitki büyümesi açısından gözlenen uzun vadeli yararlı etkilerden dolayı, siyanobakteri uygulanmış fidanlıklarda yetiştirilen kasımpatı (krizantem) bitkilerinde çiçek kalitesinin daha yüksek olacağı belirtilmiştir.

Ali ve ark. (2023), serada saksı denemesi olarak gerçekleştirdiği çalışmada, *Chara* sp., *Cladophora glomerata* ve *Ceratophyllum demersum* türlerinin kurutulmuş sürgün kısımlarının farklı konsantrasyonlarda (kontrol, %0.5, %1.0, %1.5 ve %2.0) saksı toprağına eklenmesinin sert buğday (*Triticum durum*) üzerindeki allelopatik potansiyeli araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, alg türlerinin buğday bitkisinin boyu, sürgün kuru ağırlığı, başak ağırlığı, başak uzunluğu, başak başına dane sayısı, bitki başına verim ve bin dane ağırlığı üzerinde uyarıcı etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. Özellikle *Chara* sp. % 50-100 ve *Cladophora glomerata* % 100-200 oranlarında, kontrol uygulamalarına kıyasla bu parametrelerde önemli artışlar sağlamıştır.

Grzesik ve ark. (2017) tarafından “Sınırlı sentetik gübre uygulaması altında söğüt (*Salix viminalis* L.) bitkilerinin fotosentetik performansını ve büyümesini artırmada siyanobakterilerin ve yeşil alglerin etkinliği” araştırılmıştır. Kimyasal gübrelerin sınırlı kullanımı koşullarında siyanobakteriler ve yeşil alglerle üçlü yaprak biyogübrelemesine bitkilerin fizyolojik tepkisi araştırılmıştır. *Microcystis aeruginosa* MKR 0105, *Anabaena* sp. PCC 7120 ve *Chlorella* sp.'nin sağlam hücreleriyle üçlü yaprak biyogübrelemesi, sentetik gübre *YaraMila Kompleksi* (bitki başına 1, 0, 0.5 ve 0.0 g) ile gübrelenen bitkilerin fizyolojik performansını ve büyümesini önemli ölçüde artırdığı görülmüştür. Bu biyogübreleme sitomembranların stabilitesini, klorofil içeriğini, net fotosentez yoğunluğunu, terlemeyi, stoma iletkenliğini artırmış ve hücreler arası CO₂ konsantrasyonunu azaltmış olduğu görülüp uygulanan monokültürler bitkilerdeki N, P, K miktarını, dehidrogenazlar, RNaz, asit veya alkali fosfataz ve nitrat redüktaz gibi enzimlerin aktivitesini artırmıştır. Ayrıca söğüt bitkilerinin büyümesini de iyileştirmiştir. Bu çalışma, uygulanan toksik olmayan siyanobakteri ve yeşil alg monokültürlerinin söğüt üretimini artırmada çok yararlı bir potansiyele sahip olduğunu ve kimyasal gübrelerin ihtiyaç duyulan dozlarının azaltılabileceğini ortaya koymuştur.

Bu çalışmada, mikroalg suşlarının (*Arthrospira platensis*, *Chlorella vulgaris*, *Nostoc muscorum*, *Anabaena azollae*) Chia bitkisi (*Salvia hispanica* L.) üzerindeki etkileri incelenmiştir. Uygulamalar yaprak spreyi ve toprak ıslatma yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, mikroalg uygulamalarının tohum yağı verimini önemli ölçüde artırdığını ve yağ asidi bileşiminde değişiklikler sağladığını göstermektedir. Özellikle, palmitik ve laurik asit gibi doymuş yağ asitlerinde bir azalma gözlemlenirken, linolenik ve linoleik asit gibi doymamış yağ asitlerinde artış kaydedilmiştir. Bu tür çalışmalar, bitki büyümesi ve tarımsal verimlilik üzerindeki mikroalglerin potansiyel etkilerini anlamada önemli bir rol oynar (Youssef ve ark., 2022).



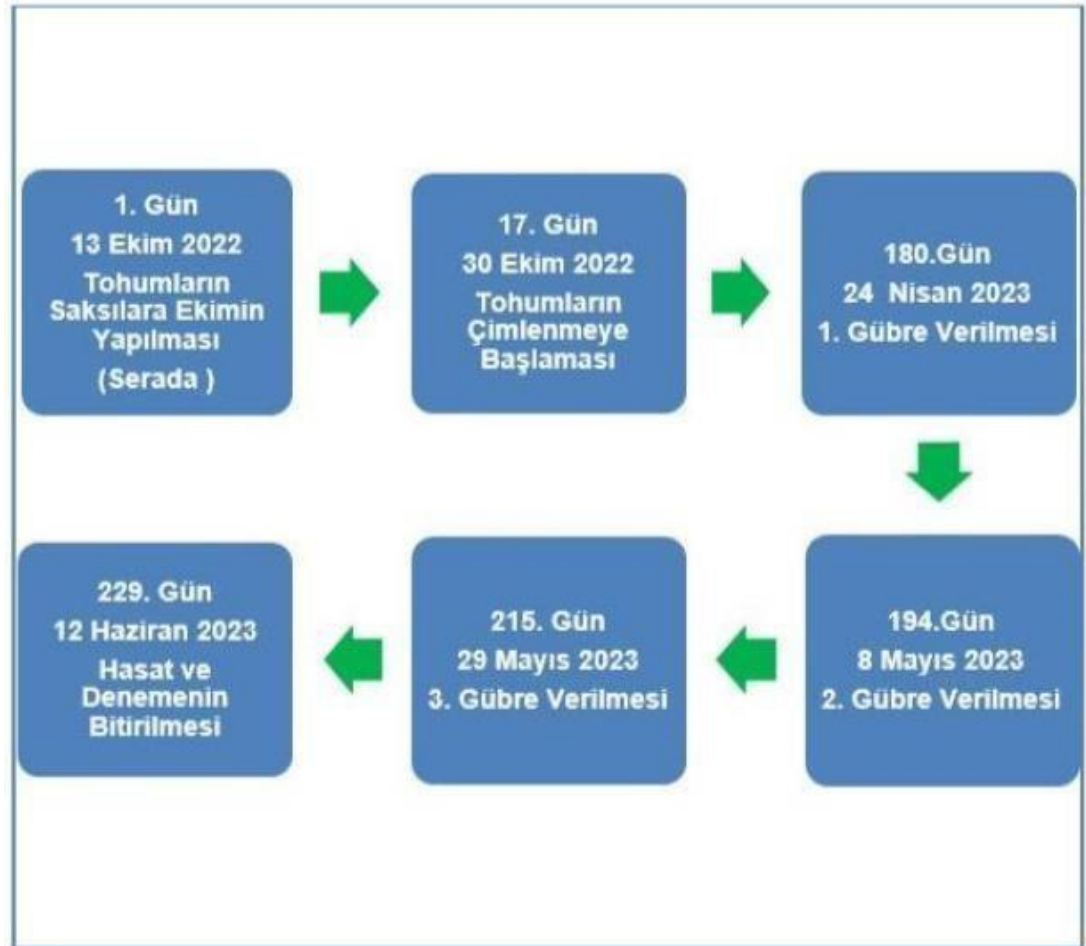
3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Denemenin Kurulması ve Uygulama Yöntemi

Deneme 13 Ekim 2022 tarihinde Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü Biyoloji Bölümü serasında kurulmuştur. 13 Ekim 2022 tarihinde 7'şer litrelik 54 adet saksının her birine 5 adet olmak üzere oğul otu tohumlarının ekimi yapılmıştır.

İlk biyogübre *Cladophora* sp., *Microcystis* sp. ve *Cladophora* sp. + *Microcystis* sp. karışımından oluşan 3 farklı biyogübre çeşidi ilk olarak 24 Nisan 2023, 2. biyogübre 8 Mayıs 2023 ve 29 Mayıs 2023 tarihinde ise 3. ve son biyogübre oğul otu bitkisine verilmiştir.

Saksı denemesinde yapılan işlemler Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Saksı denemesinde yapılan işlemler

3.1.1. Saksı Denemesinde Kullanılan Toprak Özellikleri

Çalışmamızda kullandığımız topraklar hiçbir tarımsal denemenin yapılmadığı Osmanbey Üniversite Yerleşkesi'nden 0-20 cm derinlikteki topraktan alınmış, laboratuvarında 1 mm'lik elekte elenip, saksılarına doldurulmuştur. Toprak örneklerinin kimyasal ve fiziksel analizleri Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nde ve GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde; organik madde kapsamı Walkey (1964)'e, tekstürü Bouyoucos (1951)'e göre, toprak reaksiyonu Rowell (1996)'e göre, kireç bileşenleri Reeve ve Martin (1965)'e göre, toplam azot miktarı ise Bremner (1965)'e göre ve elektriksel iletkenliği yapılmıştır. Yapılan analizlerde EC'si 0.93 dS/m, pH'ı 8.4, kireç içeriği %20.9, %N 0.06, fosfor 4.88 kg/da, potasyum 119.4 kg/da ve organik madde içeriği %1.70, kum %23 ve silt %25.72 olup tekstürü killi topraktır.

3.1.2. Saksı Denemesinin Kurulması

Denemede 7 lt'lik plastik saksılar kullanılmıştır. Ekim sonrası altı aylık gelişim sürecinde sadece çeşme suyuyla sulanmış olup altı ay sonra topraklara *Cladophora* sp. ve *Microcystis* sp.'den elde edilen biyogübrelerden ayrı ayrı ve (%50, %50) karışımları elde edilmiş; (%0, %2, %4, %6, %8 ve %10) oranları uygulanmıştır. Her uygulama grubu için deneme 3 tekrarlı olacak şekilde kurulmuştur. Oğul otu bitkisi GAPTEM'den alınmış olup 3 Ekim 2022 tarihinde tohum çıkarma işlemi yapılmıştır. Oğul otu tohumları saksılara 5'er adet ekilmiştir.

Deneme için gerekli *Cladophora* sp. Şanlıurfa Birecik'te bulunan Karkamış Barajından toplanmıştır. Toplanan algler taş, kum ve omurgasız hayvanlardan (midye ve salyangozlar) temizlenerek gölgede kurutulmuş, 46 bin devirli blender (Tefal Ultra High Speed Blender - parçalayıcı) ile toz haline getirilmiş ve -20 °C derin dondurucuda saklanmıştır.

Bitkiler hasat edilene kadar çeşme suyu ile haftada 2-3 kez sulanmıştır. Oğul otu bitkileri ekiminden 8 ay sonra (12.06.2023) hasat edilmiştir.

Oğul otu bitkilerinde ekim işleminden itibaren hasat zamanına kadar herhangi bir hastalığa rastlanmamıştır.

Deneme süreci oğul otu bitkilerinin çeşitli görselleri Şekil 3.2 - 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.2. Serada oğul otu bitkisi denemesi



Şekil 3.3. Oğul otu bitkisi deneme süreci



Şekil 3.4. Çıkan oğul otu bitkilerinin görünümü

Bitkilere farklı dozlarda uygulanan alglerin parçalanması ve süzümü Şekil 3.5'te gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Alglerin parçalanması ve süzümü

3.1.3. Hasat Dönemi Yapılan Ölçümler

Deneme sonrası yapılan ölçüm ve analizlerin tanımı Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme sonrası yapılan ölçüm ve analizlerin tanımı

Bitki boyu (cm)	Hasat zamanı her bir uygulamadaki bitki örneklerinin cetvel yardımıyla bitki boyu ölçülmüştür.	Özel (1995), İpek (2007), Yeşil ve Kara (2014)
En Kısa Dal Uzunluğu Değişimi	Her bir uygulamadaki bitki örneklerinin en kısa dal uzunluğu cetvel yardımıyla ölçülmüştür.	Özel (1995), İpek (2007), Yeşil ve Kara (2014)
En Uzun Dal Uzunluğu Değişimi	Her bir uygulamadaki bitki örneklerinin en kısa dal uzunluğu cetvel yardımıyla ölçülmüştür.	Özel (1995), İpek (2007), Yeşil ve Kara (2014)
Kök uzunluğu (cm)	Hasat zamanı kökler, distile su ile yıkanmıştır, kök uzunlukları, cetvel ile ölçülerek belirlenmiştir.	Özel (1995), İpek (2007), Yeşil ve Kara (2014)
En Uzun Kök Boyu Ölçümleri	Hasat zamanı kökler, distile su ile yıkanmış, cetvel ile ölçülerek en uzun kök boyu uzunlukları belirlenmiştir.	Özel (1995), İpek (2007), Yeşil ve Kara (2014)
Ortalama Dal Uzunluğu	Hasat zamanı kökler, distile su ile yıkanmış, cetvel ile dal boyu ölçülerek ortalama uzunlukları belirlenmiştir.	Özel (1995), İpek (2007), Yeşil ve Kara (2014)
Yeşil aksam ve kuru aksam ağırlık (g)	Hasat zamanı tüm saksılardaki bitkilerin yeşil aksam ve kökleri ayrı ayrı hasat edilmiştir. Bitkiler hasat edildikten hemen sonra yeşil aksam ağırlıkları terazide tartılmış, kese kağıtlarına konularak sabit ağırlığa gelinceye kadar havada 21-25 gün kurutulmuştur. Kuru aksam terazide	Özel (1995), İpek (2007), Yeşil ve Kara (2014)

	tartılmıştır.	
Kök yaş ve kuru ağırlık (g)	Kök boğazından kesilen örnekler yıkanmış, kurutma kağıdı üzerinde sıvılardan emdirilmiş ve terazide tartılarak yaş ağırlıkları alınmıştır. Örneklerin her biri kese kağıtlarına ayrı ayrı konularak sabit ağırlığa ulaşana kadar havada 21-25 gün kurutulmuştur. Kuru kökler terazide tartılmıştır.	Özel (1995), İpek (2007), Yeşil ve Kara (2014)
Ortalama Dalda Yaprak Sayısı	Hasat zamanı her örnekten 3-5 dal alınarak yaprakları sayılmıştır.	Özel (1995), İpek (2007), Yeşil ve Kara (2014)
Yaprakların klorofil içeriği	Hasat öncesi her bir uygulamadan ayrı ayrı alınan yeşil yaprak örneklerinde klorofil içeriği Arnon (1949) tarafından bildirildiği yöntemle yapılmıştır.	Warren (2008)

Ölçüm yapılan tarihler ve kısaltmaları Çizelge 3.2'de, bitkilere verilen alg biyogübreleri dozu ve kısaltmaları ise Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.2. Ölçüm yapılan tarihlerin kısaltması

Ölçüm Yapılan Tarihler	Kısaltması
20.03.2023	1.Ölç
27.03.2023	2. Ölç
03.04.2023	3.Ölç
10.04.2023	4. Ölç
24.04.2023	5.Ölç
01.05.2023	6. Ölç
08.05.2023	7.Ölç
15.05.2023	8. Ölç
05.06.2023	9.Ölç
12.06.2023	10. Ölç

Çizelge 3.3. Verilen alg biyogübre dozu ve kısaltması

Verilen Alg Biyogübre Dozu	Kısaltma
<i>Cladophora</i> sp. 0.5	C1
<i>Cladophora</i> sp. 1.0	C2
<i>Cladophora</i> sp. 1.5	C3
<i>Cladophora</i> sp. 2.0	C4
<i>Cladophora</i> sp. 2.5	C5
<i>Microcystis</i> sp. 0.25	M1
<i>Microcystis</i> sp. 0.5	M2
<i>Microcystis</i> sp. 0.75	M3
<i>Microcystis</i> sp. 1.0	M4
<i>Microcystis</i> sp. 1.25	M5
<i>Cladophora</i> sp. 0.25 + <i>Microcystis</i> sp. 0.125	CM1
<i>Cladophora</i> sp. 0.5 + <i>Microcystis</i> sp. 0.25	CM2
<i>Cladophora</i> sp. 0.75 + <i>Microcystis</i> sp. 0.375	CM3
<i>Cladophora</i> sp. 1.0 + <i>Microcystis</i> sp. 0.5	CM4
<i>Cladophora</i> sp. 1.25 + <i>Microcystis</i> sp. 0.625	CM5

Ölçümlerin sonunda bitkiler saksılardan çıkarılıp kök ve gövde kısımları birbirinden ayrılarak yaş kök ağırlıkları ve yeşil yaş aksam ağırlıklarının ölçümleri yapılmıştır. Yaş kök ve yeşil yaş aksamlar sabit ağırlığa gelinceye kadar 60 °C'de kurutulmuştur.

3.2.

4. BULGULAR

4.1. Araştırma Bulguları

4.1.1. Oğul Otu Kök Hariç Bitki Boyu

Çalışmalarımızda oğul otu bitkisi üzerine *Cladophora* sp. ve *Microcystis* sp. ve bunların karışımlarının biyogübre olarak uygulanmasının oğul otu gelişimi üzerine etkileri saksı denemelerinde incelenmiştir. Oğul otu kök hariç bitki boyu verilerinde kontrol grubuna göre 15 uygulamanın hepsinde daha yüksek veriler elde edilmiştir. Kök hariç bitki boyu verilerinde en yüksek değişim CM3 (*Cladophora* sp. 0.75 + *Microcystis* sp. 0.375) dozunun uygulandığı grupta 56.00 cm olarak, en düşük değişim K(Kontrol) grubunda 42.80 cm olarak tespit edilmiştir.

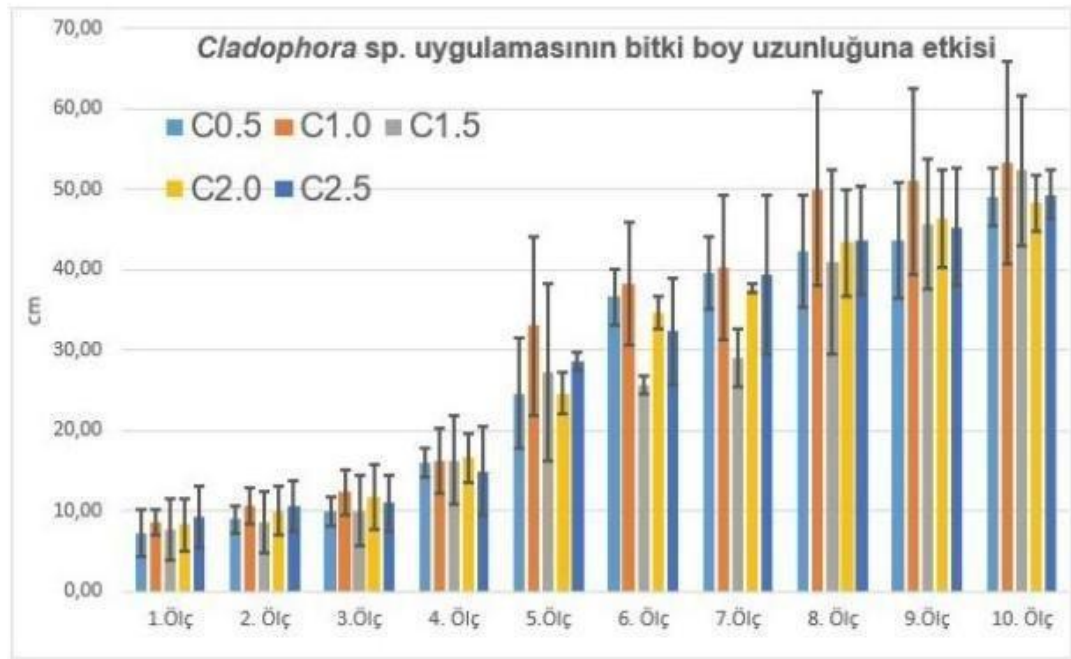
Deneme gruplarından elde edilen kök hariç bitki boyu uzunluğu verileri Çizelge 4.1- 4.4. ile Şekil 4.1- 4.5.'te gösterilmiştir.

Cladophora sp. uygulamasının kök hariç bitki boy uzunluğuna etkisi Çizelge 4.1'de ve Şekil 4.1'de verilmiştir.

Cladophora sp. uygulanan gruplar içerisinde en yüksek boy değişimi C1.0 ve C1.5 dozunun uygulandığı gruplarda 44.66 cm olarak tespit edilmiştir. En düşük boy değişimi C2.0 ve C2.5 dozunun uygulandığı gruplarda 40.00 cm olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. *Cladophora* sp. uygulamasının bitki boy uzunluğuna etkisi (cm)

	C0.5	C1.0	C1.5	C2.0	C2.5
1.Ölç	7.33	8.67	7.67	8.33	9.33
2. Ölç	9.00	10.67	8.67	10.00	10.67
3.Ölç	10.00	12.33	10.00	11.67	11.00
4. Ölç	16.00	16.33	16.33	16.67	15.00
5.Ölç	24.67	33.00	27.33	24.67	28.67
6. Ölç	36.67	38.33	25.67	34.67	32.33
7.Ölç	39.67	40.33	29.00	37.67	39.33
8. Ölç	42.33	50.00	41.00	43.33	43.67
9.Ölç	43.67	51.00	45.67	46.33	45.33
10. Ölç	49.00	53.33	52.33	48.33	49.33

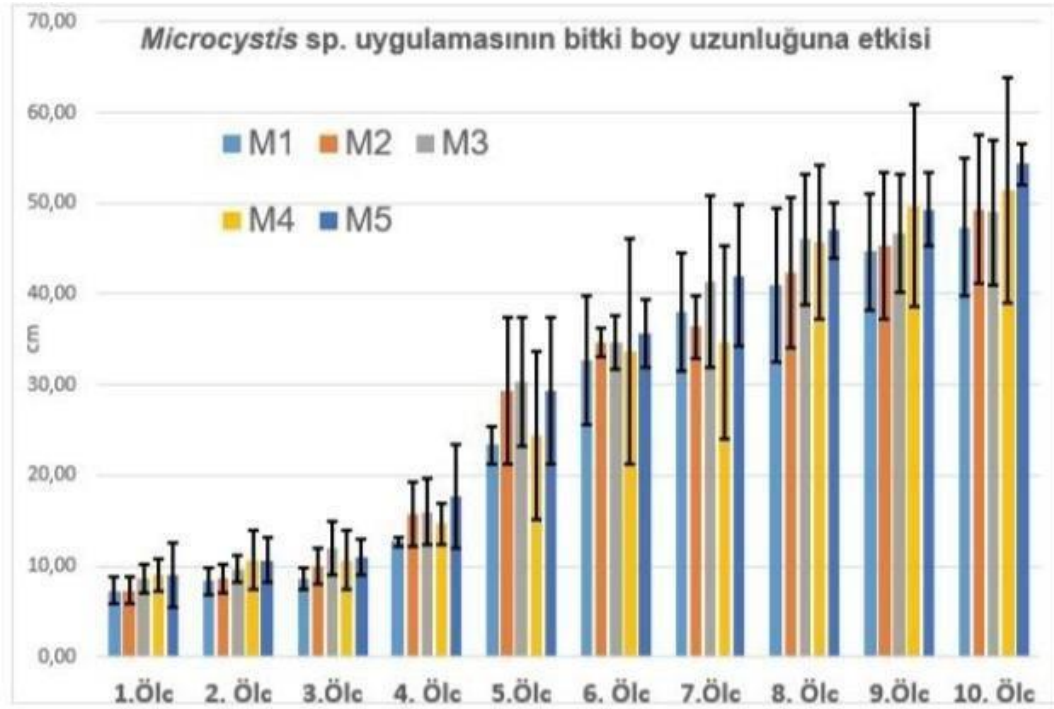
**Şekil 4.1.** *Cladophora* sp. uygulamasının bitki boy uzunluğuna etkisi (cm)

Microcystis sp. uygulamasının bitki boy uzunluğuna etkisi Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2' de verilmiştir.

Microcystis sp. uygulanan gruplar içerisinde en yüksek boy değişimi M5 dozunun uygulandığı grupta 45.33 cm olarak hesaplanmıştır. En düşük boy değişimi M1 dozunun uygulandığı grupta 40.00 cm olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2. *Microcystis* sp. uygulamasının bitki boy uzunluğuna etkisi (cm)

	M1	M2	M3	M4	M5
1.Ölç	7.33	7.33	8.67	9.00	9.00
2. Ölç	8.33	8.67	9.67	10.67	10.67
3.Ölç	8.67	10.00	12.00	10.67	11.00
4. Ölç	12.67	15.67	16.00	14.67	17.67
5.Ölç	23.33	29.33	30.33	24.33	29.33
6. Ölç	32.67	34.67	34.67	33.67	35.67
7.Ölç	38.00	36.33	41.33	34.67	42.00
8. Ölç	41.00	42.33	46.00	45.67	47.00
9.Ölç	44.67	45.33	46.67	49.67	49.33
10. Ölç	47.33	49.33	49.00	51.33	54.33



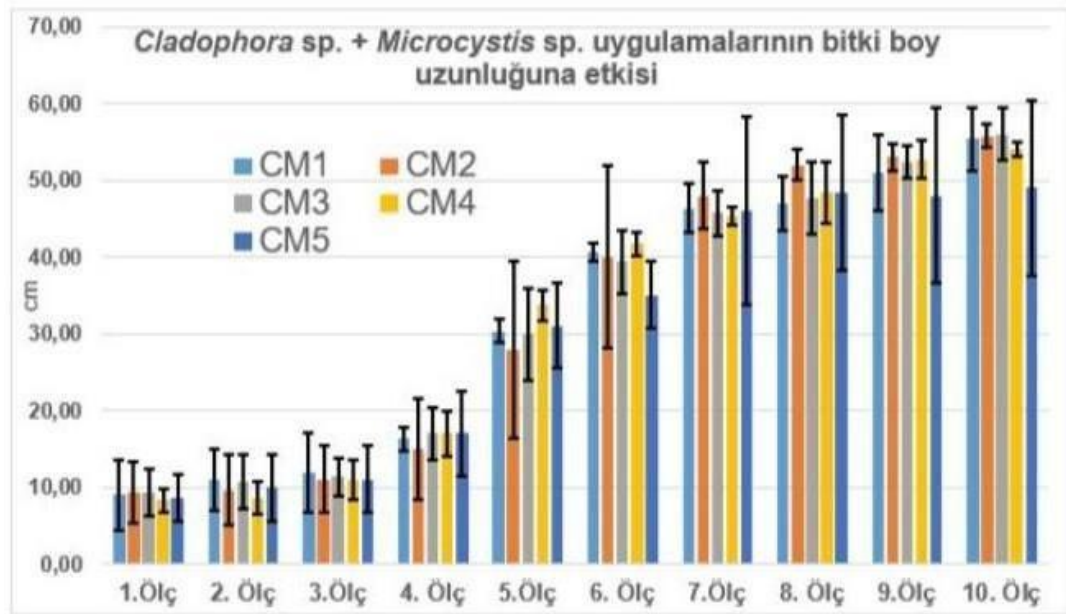
Şekil 4.2. Microcystis sp. uygulamasının boy uzunluğuna etkisi (cm)

Cladophora sp. + *Microcystis* sp. uygulamalarının bitki boy uzunluğuna etkisi Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3'te verilmiştir.

Cladophora sp. + *Microcystis* sp. uygulanan gruplar içerisinde boy değişimi en yüksek olan grup CM3 dozunun uygulandığı grup olup 46.67 cm olarak hesaplanmıştır. Boy değişimi en düşük olan grup ise CM5 dozunun uygulandığı gruptur ve 40.33 cm olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.3. *Cladophora* sp. + *Microcystis* sp. uygulamalarının bitki boy uzunluğuna etkisi (cm)

	CM1	CM2	CM3	CM4	CM5
1.Ölç	9.00	9.33	9.33	8.33	8.67
2. Ölç	11.00	9.67	10.67	8.67	10.00
3.Ölç	12.00	11.00	11.33	11.00	11.00
4. Ölç	16.33	15.00	17.00	17.00	17.00
5.Ölç	30.33	28.00	30.00	33.67	31.00
6. Ölç	40.67	40.00	39.33	41.67	35.00
7.Ölç	46.33	48.00	45.67	45.33	46.00
8. Ölç	47.00	52.00	47.67	48.33	48.33
9.Ölç	51.00	53.00	52.33	52.67	48.00
10. Ölç	55.33	55.67	56.00	54.00	49.00



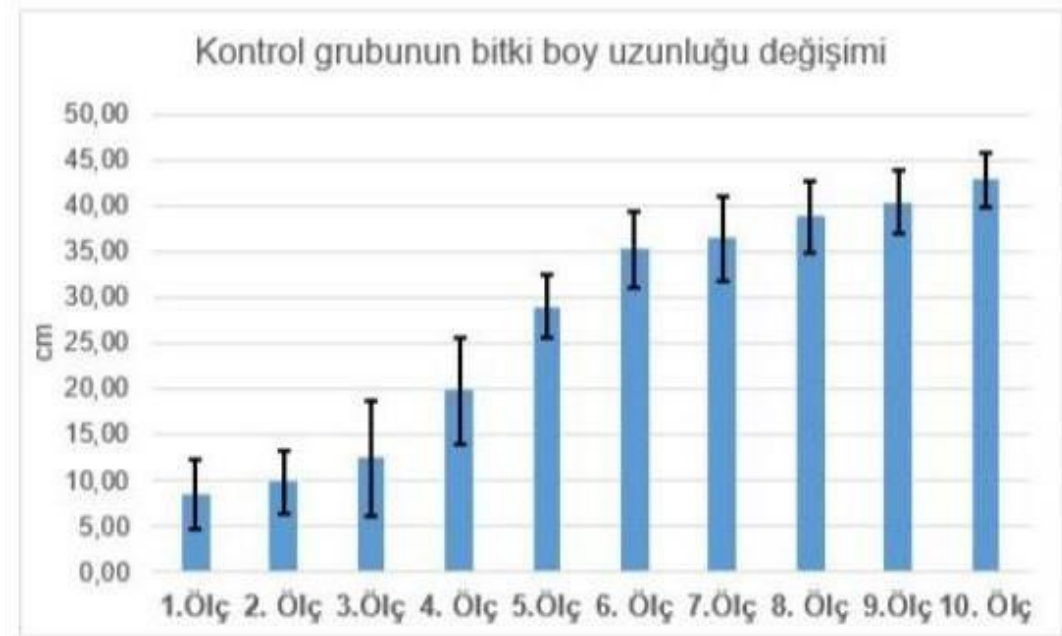
Şekil 4.3. *Cladophora* sp. + *Microcystis* sp. uygulamalarının bitki boy uzunluğuna etkisi (cm)

Kontrol grubunun bitki boy uzunluğu değişimi Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4'te verilmiştir.

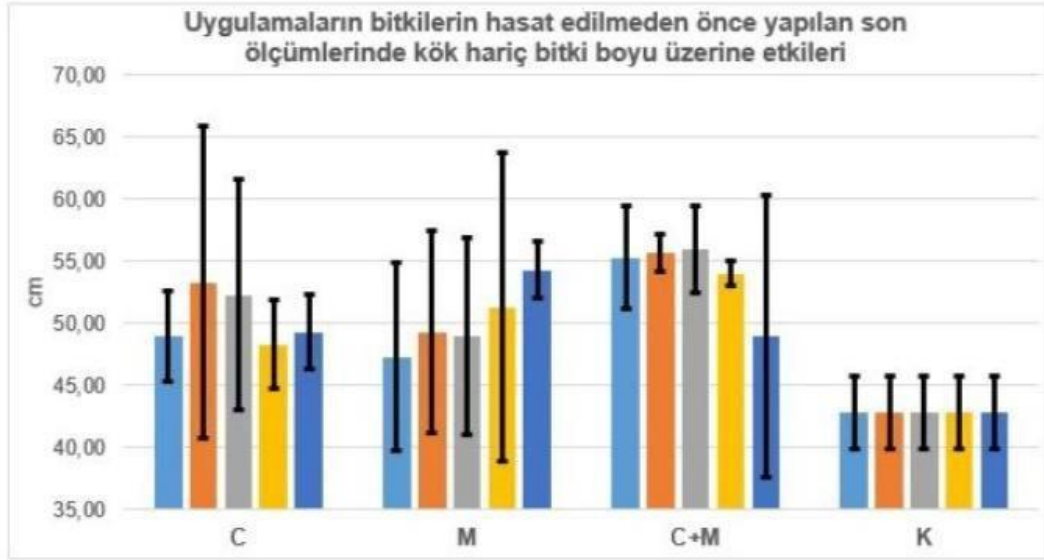
Kontrol grubunun ortalama boy uzunluğunun 8.40 cm'den 42.80 cm'ye yükseldiği hesaplanmıştır.

Çizelge 4.4. Kontrol grubunun kök hariç bitki boyu değişimi (cm)

	K-ort	K-stdsapma
1.Ölç	8.40	3.78
2. Ölç	9.80	3.35
3.Ölç	12.40	6.23
4. Ölç	19.80	5.89
5.Ölç	29.00	3.39
6. Ölç	35.20	4.15
7.Ölç	36.40	4.72
8. Ölç	38.80	3.90
9.Ölç	40.40	3.51
10. Ölç	42.80	2.95



Şekil 4.4. Kontrol grubunun kök hariç bitki boyu değişimi (cm)



Şekil 4.5. Uygulamaların bitkilerin hasat edilmeden önce yapılan son ölçümlerinde kök hariç bitki boyu üzerine etkileri (cm)

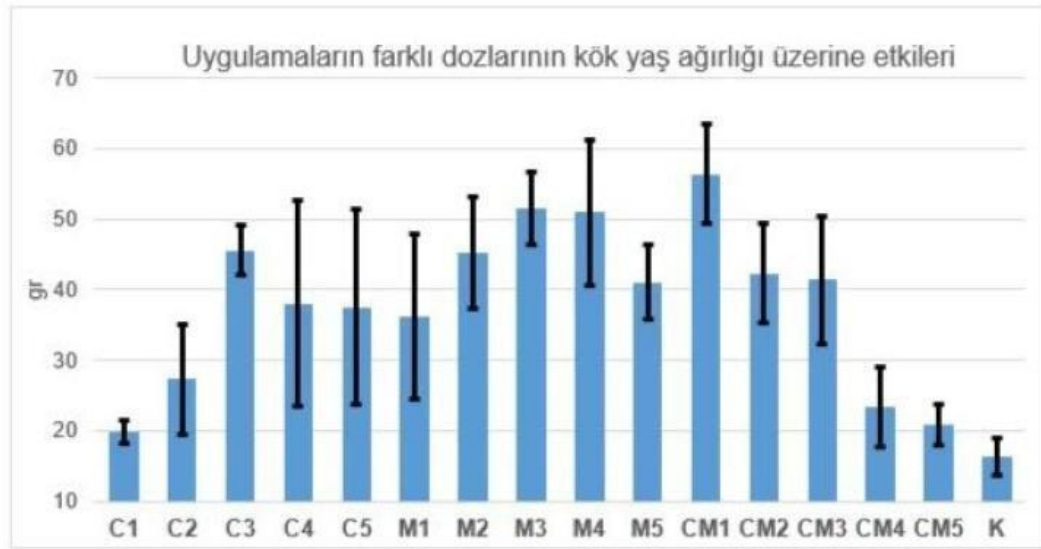
4.1.2. Oğul Otu Kök Yaş Ağırlığı

Çalışmalarımızda oğul otu bitkisi üzerine *Cladophora* sp. ve *Microcystis* sp. ve bunların karışımlarının biyogübre olarak uygulanmasının oğul otu gelişimi üzerine etkileri saksı denemelerinde incelenmiştir. Oğul otu kök yaş ağırlığı verilerinde kontrol grubuna göre 15 uygulamanın hepsinde daha yüksek veriler elde edilmiştir. Kök yaş ağırlığı verilerinde en yüksek değişim CM1 dozunun uygulandığı grupta 56.42 g olarak, en düşük değişim K grubunda 16.38 g olarak tespit edilmiştir.

Deneme gruplarından elde edilen veriler Çizelge 4.5'te ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Uygulamaların farklı dozlarının kök yaş ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)

D.A	C1	C2	C3	C4
Ort	19.86	27.39	45.61	38.07
StdSap	1.62	7.82	3.56	14.66
D.A	C5	M1	M2	M3
Ort	37.53	36.30	45.25	51.47
StdSap	13.80	11.66	7.96	5.18
D.A	M4	M5	CM1	CM2
Ort	50.94	41.04	56.42	42.31
StdSap	10.26	5.24	7.05	7.03
D.A	CM3	CM4	CM5	K
Ort	41.38	23.33	20.88	16.38
StdSap	9.17	5.63	2.83	2.53



Şekil 4.6. Uygulamaların farklı dozlarının kök yaş ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)

4.1.3. Oğul Otu Kök Kuru Ağırlığı

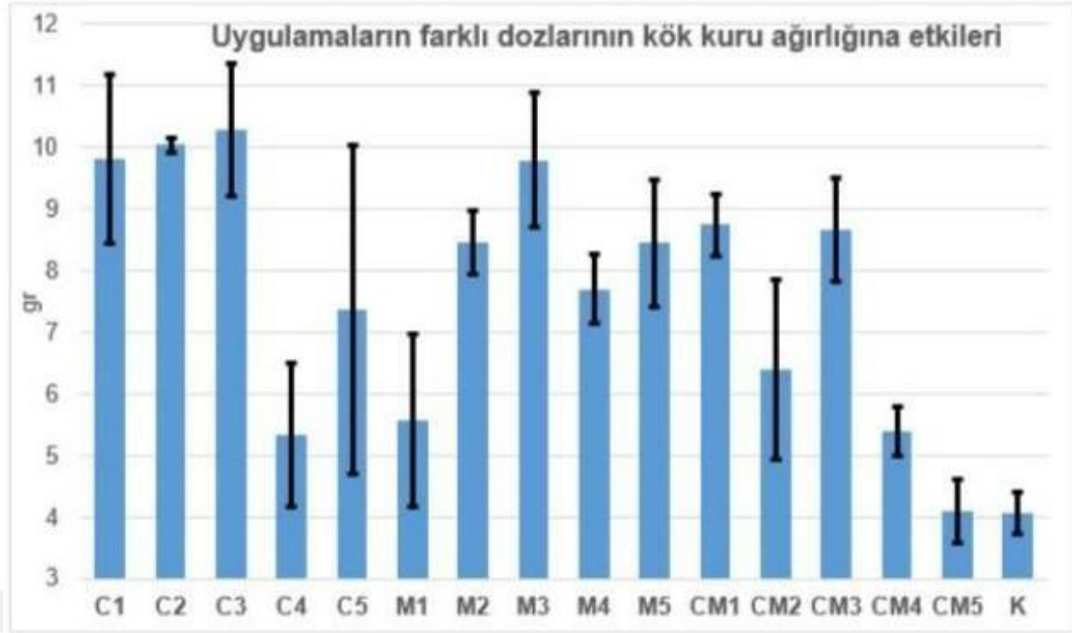
Oğul otu kök kuru ağırlığı verilerinde kontrol grubuna göre 15 uygulamanın hepsinde daha yüksek veriler elde edilmiştir. Kök kuru ağırlığı verilerinde en yüksek

değişim C3 dozunun uygulandığı grupta 9.79 g olarak, en düşük değişim K grubunda 3.57 g olarak tespit edilmiştir.

Deneme gruplarından elde edilen veriler Çizelge 4.6'da ve Şekil 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Uygulamaların farklı dozlarının kök kuru ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)

D.A	C1	C2	C3	C4
Ort	9.33	9.55	9.79	4.84
StdSap	1.37	0.12	1.07	1.17
D.A	C5	M1	M2	M3
Ort	6.87	5.08	7.96	9.30
StdSap	2.67	1.40	0.51	1.08
D.A	M4	M5	CM1	CM2
Ort	7.20	7.95	8.25	5.90
StdSap	0.56	1.04	0.50	1.46
D.A	CM3	CM4	CM5	K
Ort	8.17	4.89	3.60	3.57
StdSap	0.85	0.39	0.51	0.35



Şekil 4.7. Uygulamaların farklı dozlarının kök kuru ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)

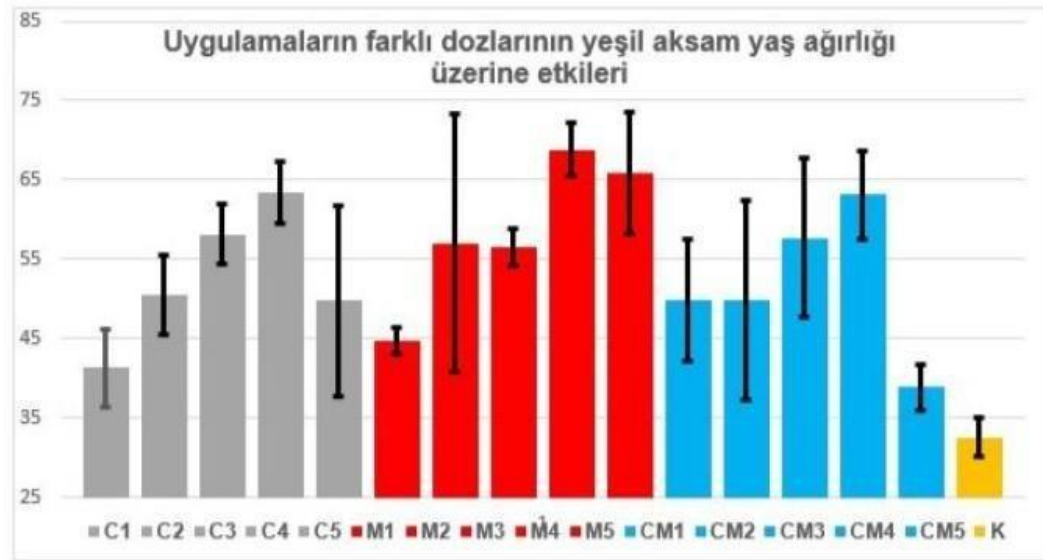
4.1.4. Oğul Otu Yeşil Aksam Yaş Ağırlığı

Oğul otu yeşil aksam yaş ağırlığı verilerinde kontrol grubuna göre 15 uygulamanın hepsinde daha yüksek veriler elde edilmiştir. Yeşil aksam yaş ağırlığı verilerinde en yüksek değişim M4 dozunun uygulandığı grupta 68.85 g olarak, en düşük değişim K grubunda 32.55 g olarak tespit edilmiştir.

Deneme gruplarından elde edilen veriler Çizelge 4.7'de ve Şekil 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Uygulamaların farklı dozlarının yeşil aksam yaş ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)

D.A	C1	C2	C3	C4
Ort	41.33	50.52	58.16	63.37
StdSap	4.86	4.97	3.73	3.96
D.A	C5	M1	M2	M3
Ort	49.82	44.68	56.99	56.45
StdSap	12.01	1.64	16.25	2.30
D.A	M4	M5	CM1	CM2
Ort	68.85	65.85	49.90	49.88
StdSap	3.36	7.71	7.72	12.53
D.A	CM3	CM4	CM5	K
Ort	57.72	63.11	38.87	32.55
StdSap	10.10	5.55	2.85	2.46



Şekil 4.8. Uygulamaların farklı dozlarının yeşil aksam yaş ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)

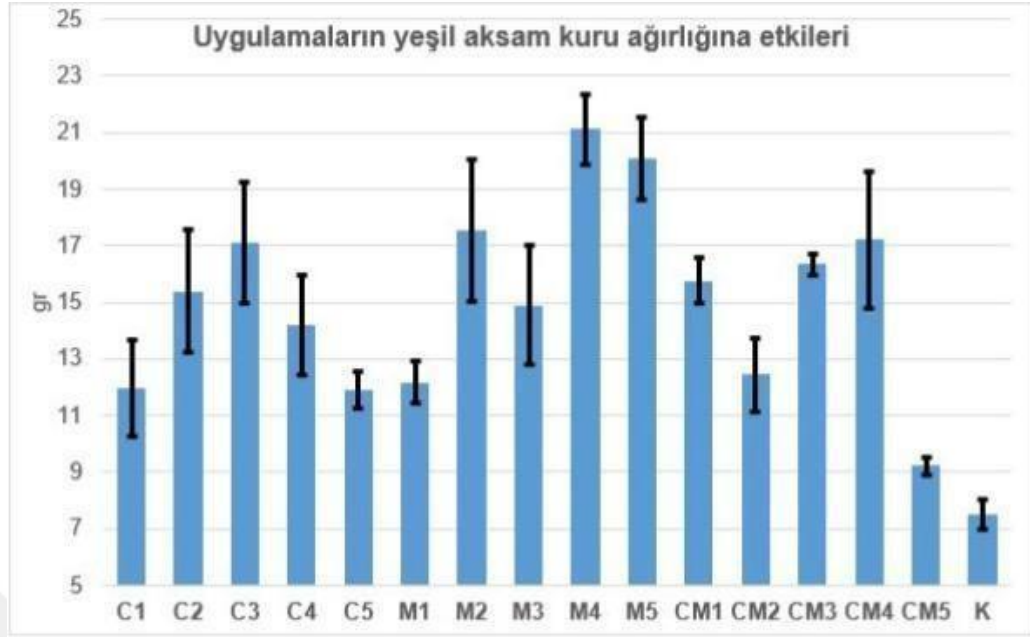
4.1.5. Oğul Otu Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı

Oğul otu yeşil aksam kuru ağırlığı verilerinde kontrol grubuna göre 15 uygulamanın hepsinde daha yüksek veriler elde edilmiştir. Yeşil aksam kuru ağırlığı verilerinde en yüksek değişim M4 dozunun uygulandığı grupta 21.11 g olarak, en düşük değişim K grubunda 7.51 g olarak tespit edilmiştir.

Deneme gruplarından elde edilen veriler Çizelge 4.8'de ve Şekil 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Uygulamaların yeşil aksam kuru ağırlığına etkileri (g/bitki)

D.A	C1	C2	C3	C4
Ort	11.97	15.39	17.10	14.20
StdSap	1.73	2.18	2.13	1.77
D.A	C5	M1	M2	M3
Ort	11.90	12.18	17.56	14.90
StdSap	0.66	0.72	2.50	2.10
D.A	M4	M5	CM1	CM2
Ort	21.11	20.09	15.76	12.44
StdSap	1.23	1.48	0.80	1.29
D.A	CM3	CM4	CM5	K
Ort	16.34	17.20	9.23	7.51
StdSap	0.38	2.44	0.30	0.54



Şekil 4.9. Uygulamaların yeşil aksam kuru ağırlığına etkileri (g/bitki)

4.1.6. Oğul Otu Dal Sayısı Değişimi

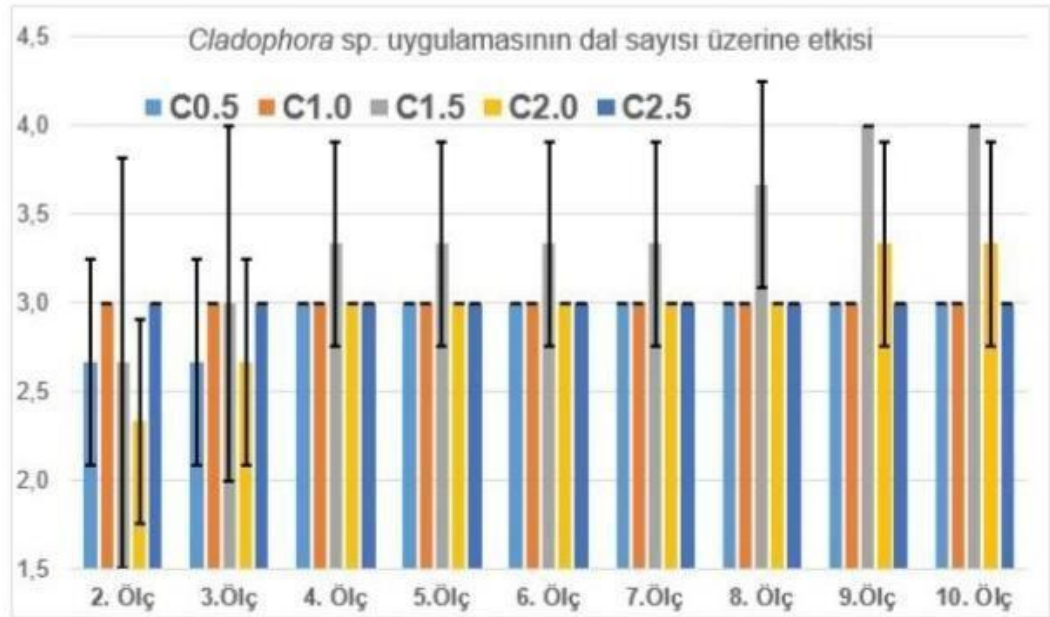
Oğul otu bitkisi deneme grupları arasında dal sayısındaki en yüksek değişim M3 dozunun uygulandığı grupta ilk ölçüm ortalaması 3 dal olarak, 10. ölçüm ortalaması 6.33 dal olarak tespit edilmiştir.

Dal sayısındaki en düşük değişim C1, C2, C2.5 dozlarının uygulandığı gruplarda ilk ölçüm ortalamaları 3 dal olarak, 10. ölçüm ortalamaları 3 dal olarak tespit edilmiştir.

Cladophora sp. uygulamasının dal sayısı üzerine etkisi Çizelge 4.9 ve Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. *Cladophora* sp. uygulamasının dal sayısı üzerine etkisi

Ort	C0.5	C1.0	C1.5	C2.0	C2.5
2. Ölç	2.7	3.0	2.7	2.3	3.0
3. Ölç	2.7	3.0	3.0	2.7	3.0
4. Ölç	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0
5. Ölç	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0
6. Ölç	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0
7. Ölç	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0
8. Ölç	3.0	3.0	3.7	3.0	3.0
9. Ölç	3.0	3.0	4.0	3.3	3.0
10. Ölç	3.0	3.0	4.0	3.3	3.0

**Şekil 4.10.** *Cladophora* sp. uygulamasının dal sayısı üzerine etkisi

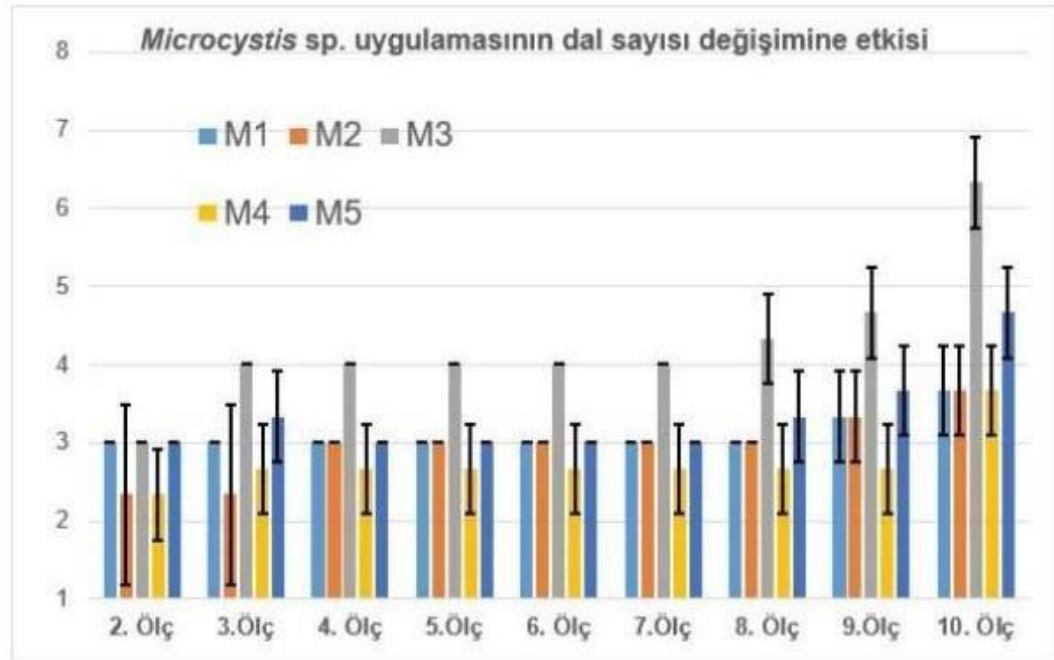
Microcystis sp. uygulamasının dal sayısı değişimi üzerine etkisi Çizelge 4.10 ve Şekil 4.11'de gösterilmiştir.

Microcystis sp. uygulanan gruplardan dal sayısı değişimi ortalaması en yüksek M3 dozunun uygulandığı grupta ilk ölçümde 3 dal olarak, 10.

ölçüm sonunda 6.33 dal olarak tespit edilmiştir. En düşük dal sayısı değişimi ortalaması M1 dozunun uygulandığı grupta ilk ölçümde 3 dal olarak, 10. ölçüm sonunda 3.67 dal olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10. Microcystis sp. uygulamasının dal sayısı değişimine etkisi

Ort	M1	M2	M3	M4	M5
2. Ölç	3	2	3	2	3
3. Ölç	3	2	4	3	3
4. Ölç	3	3	4	3	3
5. Ölç	3	3	4	3	3
6. Ölç	3	3	4	3	3
7. Ölç	3	3	4	3	3
8. Ölç	3	3	4	3	3
9. Ölç	3	3	5	3	4
10. Ölç	3.67	3.67	6.33	3.67	4.67



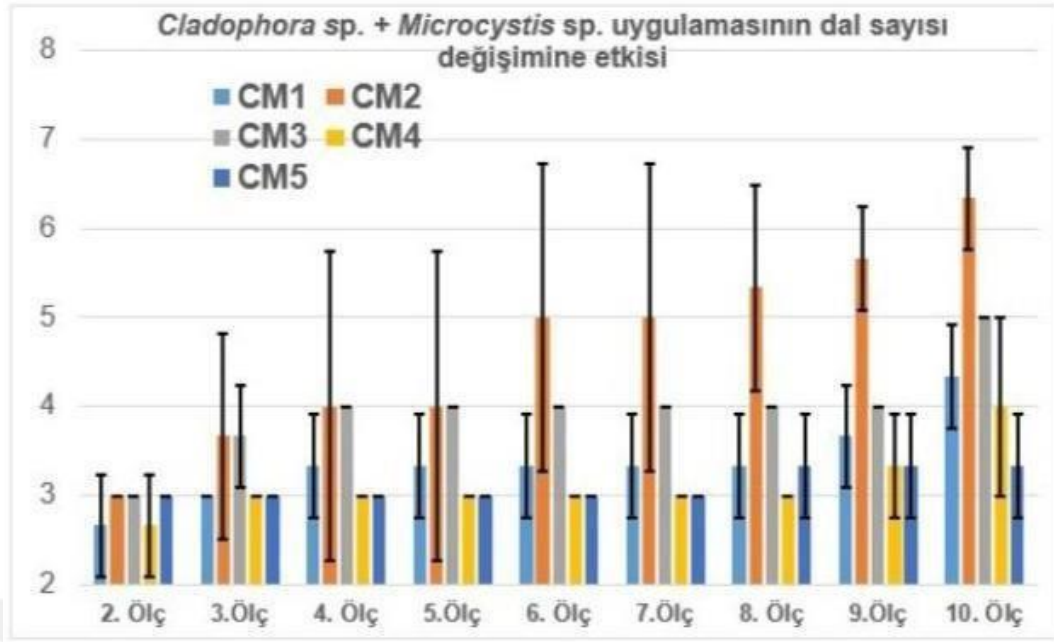
Şekil 4.11. Microcystis sp. uygulamasının dal sayısı değişimine etkisi

Cladophora sp. + *Microcystis* sp. uygulamasının dal sayısı değişimine etkisi Çizelge 4.11 ve Şekil 4.12'de gösterilmiştir.

Cladophora sp. + *Microcystis* sp. uygulanan grubun dal sayısı değişimi ortalaması en yüksek CM2 dozunun uygulandığı grupta ilk ölçümde 3 dal olarak, 10. ölçüm sonunda 6 dal olarak tespit edilmiştir. En düşük dal sayısı değişimi ortalaması CM5 dozunun uygulandığı grupta ilk ölçümde 3 dal olarak, 10. ölçüm sonunda 3 dal olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11. *Cladophora* sp. + *Microcystis* sp. uygulamasının dal sayısı değişimine etkisi

	CM1	CM2	CM3	CM4	CM5
2. Ölç	3	3	3	3	3
3. Ölç	3	4	4	3	3
4. Ölç	3	4	4	3	3
5. Ölç	3	4	4	3	3
6. Ölç	3	5	4	3	3
7. Ölç	3	5	4	3	3
8. Ölç	3	5	4	3	3
9. Ölç	4	6	4	3	3
10. Ölç	4	6	5	4	3



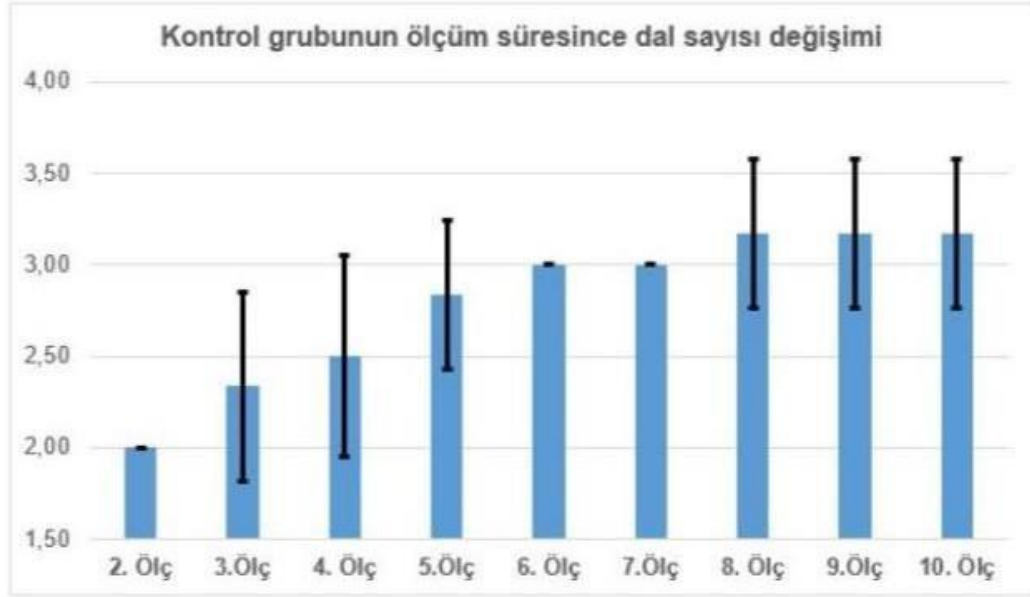
Şekil 4.12. Cladophora sp. + Microcystis sp. uygulamasının dal sayısı değişimine etkisi

Kontrol grubunun ölçüm süresince dal sayısı değişimi Çizelge 4.12 ve Şekil 4.13'te gösterilmiştir.

Kontrol grubunun dal sayısının ilk ölçüm ortalaması 2.00 dal olarak 10. ölçüm ortalaması 3.17 dal olarak tespit edilmiştir.

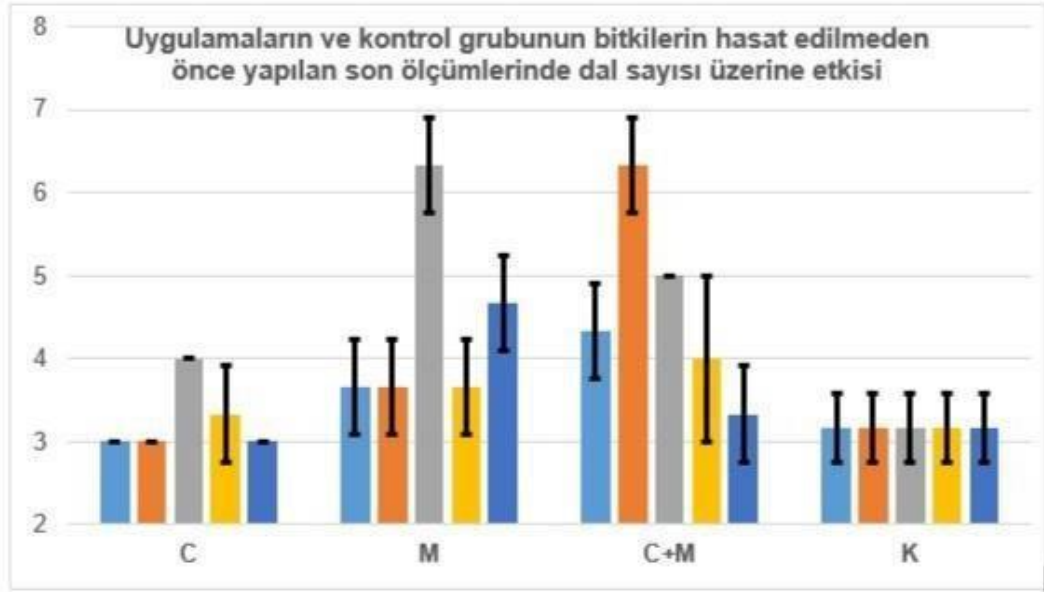
Çizelge 4.12. Kontrol grubunun ölçüm süresince dal sayısı değişimi

	K-ort	K-stdsapma
2. Ölç	2.00	0.00
3. Ölç	2.33	0.52
4. Ölç	2.50	0.55
5. Ölç	2.83	0.41
6. Ölç	3.00	0.00
7. Ölç	3.00	0.00
8. Ölç	3.17	0.41
9. Ölç	3.17	0.41
10. Ölç	3.17	0.41



Şekil 4.13. Kontrol grubunun ölçüm süresince dal sayısı değişimi

Uygulamaların bitkilerin hasat edilmeden önce yapılan son ölçümlerinde dal sayısı üzerine etkisi Şekil 4.14'te gösterilmiştir.



Şekil 4.14. Uygulamaların ve kontrol grubunun bitkilerin hasat edilmeden önce yapılan son ölçümlerinde dal sayısı üzerine etkisi

4.1.7. Oğul Otu Yaprak Sayısı Değişimi

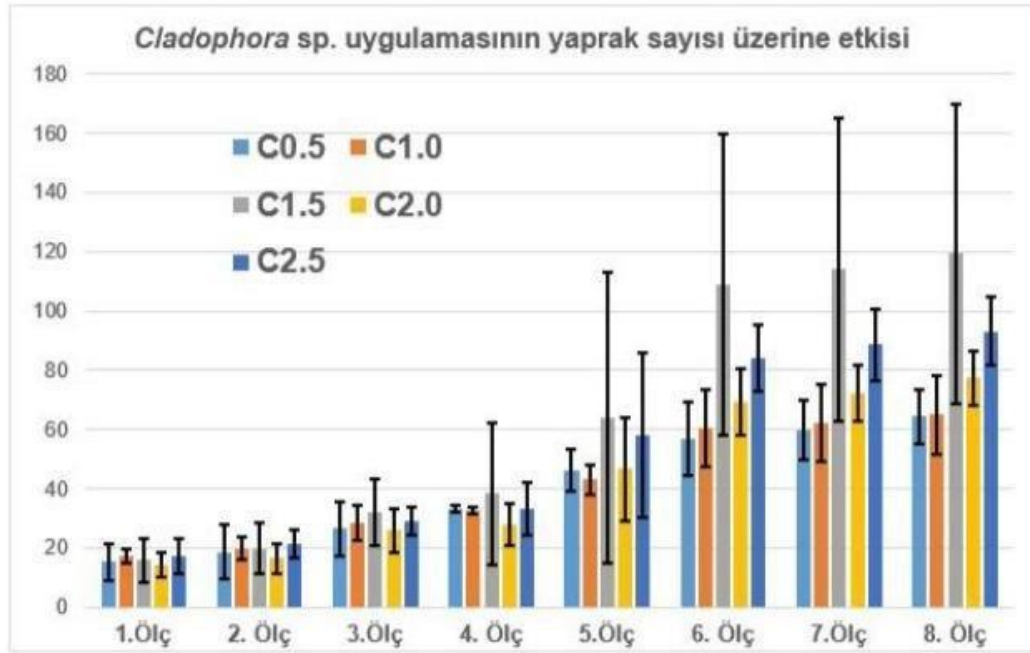
Oğul otu tüm uygulama grupları arasında en yüksek yaprak sayısı değişimi C1.5 dozunun uygulandığı grupta 1. ölçüm sonucunda 16 yaprak olarak, 8. ölçüm sonucunda 119 yaprak olarak hesaplanmıştır. En düşük yaprak sayısı değişimi kontrol grubunda 1. ölçüm sonucunda 16 yaprak olarak, 8. ölçüm sonucunda 52 yaprak olarak hesaplanmıştır.

Cladophora sp. uygulamasının yaprak sayısı üzerine etkisi Çizelge 4.13 ve Şekil 4.15'te gösterilmiştir.

Cladophora sp. uygulanan gruplardan en yüksek yaprak sayısı değişimi C1.5 dozunun uygulandığı grupta 1. ölçüm sonucunda 16 yaprak olarak, 8. ölçüm sonucunda 119 yaprak olarak hesaplanmıştır. En düşük yaprak sayısı değişimi C1 dozunun uygulandığı grupta 1. ölçüm sonucunda 17 yaprak olarak, 8. ölçüm sonucunda 65 yaprak olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.13. *Cladophora* sp. uygulamasının yaprak sayısı değişimine etkisi

Ort	C0.5	C1.0	C1.5	C2.0	C2.5
1.Ölç	15	17	16	15	17
2. Ölç	19	20	20	17	21
3.Ölç	27	29	32	26	29
4. Ölç	33	33	38	28	33
5.Ölç	46	43	64	47	58
6. Ölç	57	61	109	69	84
7.Ölç	60	62	114	72	89
8. Ölç	64	65	119	77	93

**Şekil 4.15.** *Cladophora* sp. uygulamasının yaprak sayısı değişimine etkisi

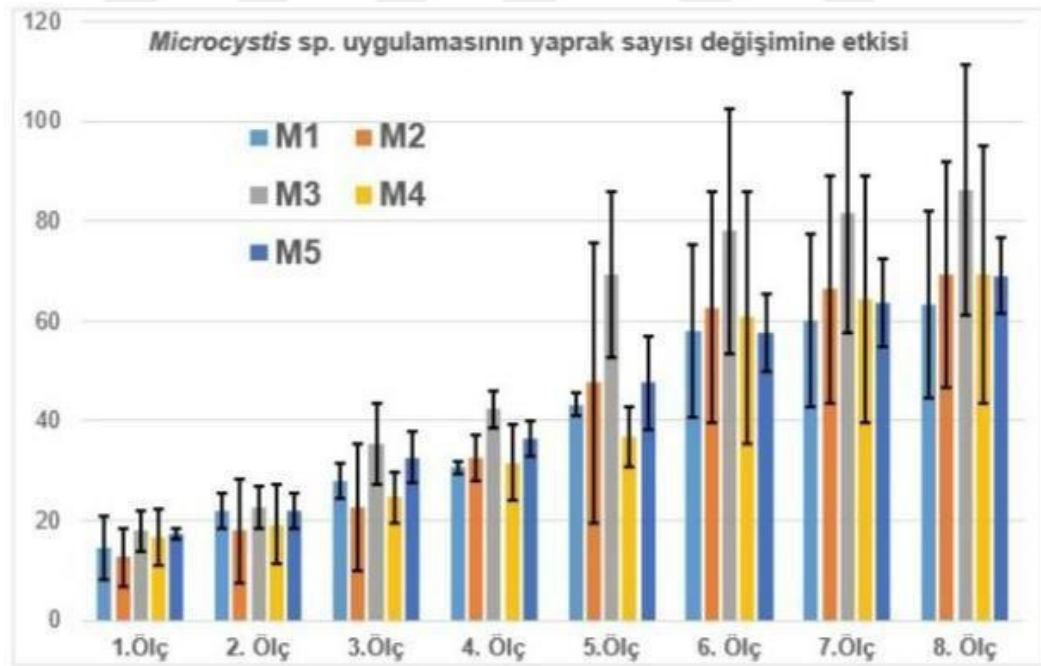
Microcystis sp. uygulamasının yaprak sayısı değişimine etkisi Çizelge 4.14 ve Şekil 4.16'da gösterilmiştir.

Microcystis sp. uygulanan gruplardan en yüksek yaprak sayısı değişimi M3 dozunun uygulandığı grupta 1. ölçüm sonucunda 18 yaprak olarak, 8. ölçüm sonucunda 86 yaprak olarak hesaplanmıştır. En düşük yaprak sayısı değişimi

M1 dozunun uygulandığı grupta 1. ölçüm sonucunda 15 yaprak olarak, 8. ölçüm sonucunda 63 yaprak olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.14. *Microcystis* sp. uygulamasının yaprak sayısı değişimine etkisi

Ort	M1	M2	M3	M4	M5
1.Ölç	15	13	18	17	17
2. Ölç	22	18	23	19	22
3.Ölç	28	23	35	25	33
4. Ölç	31	33	42	32	36
5.Ölç	43	48	69	37	48
6. Ölç	58	63	78	61	58
7.Ölç	60	66	82	64	64
8. Ölç	63	69	86	69	69



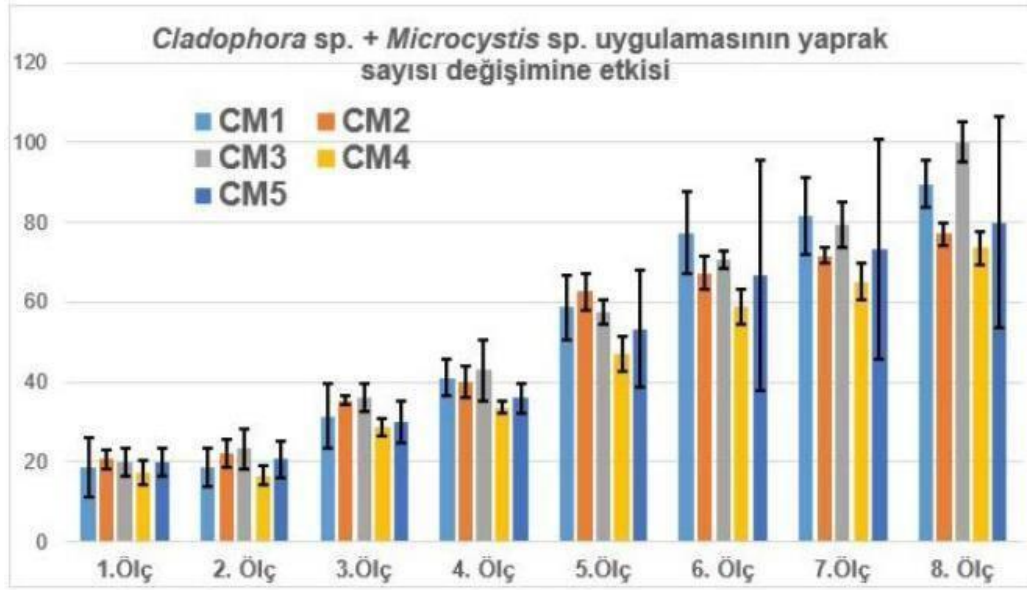
Şekil 4.16. *Microcystis* sp. uygulamasının yaprak sayısı değişimine etkisi

Cladophora sp. + *Microcystis* sp. uygulamasının yaprak sayısı değişimine etkisi Çizelge 4.15 ve Şekil 4.17'de gösterilmiştir.

Cladophora sp. + *Microcystis* sp. uygulanan gruptan en yüksek yaprak sayısı değişimi CM3 dozunun uygulandığı grupta 1. ölçüm sonucunda 20 yaprak olarak, 8. ölçüm sonucunda 100 yaprak olarak hesaplanmıştır. En düşük yaprak sayısı değişimi CM1 dozunun uygulandığı grupta 1. ölçüm sonucunda 19 yaprak olarak, 8. ölçüm sonucunda 82 yaprak olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.15. *Cladophora* sp. + *Microcystis* sp. uygulamasının yaprak sayısı değişimine etkisi

Ort	CM1	CM2	CM3	CM4	CM5
1.Ölç	19	21	20	17	20
2. Ölç	19	22	23	17	21
3.Ölç	31	35	36	29	30
4. Ölç	41	40	43	34	36
5.Ölç	59	63	57	47	53
6. Ölç	69	67	71	59	67
7.Ölç	74	72	79	65	73
8. Ölç	82	87	100	74	80



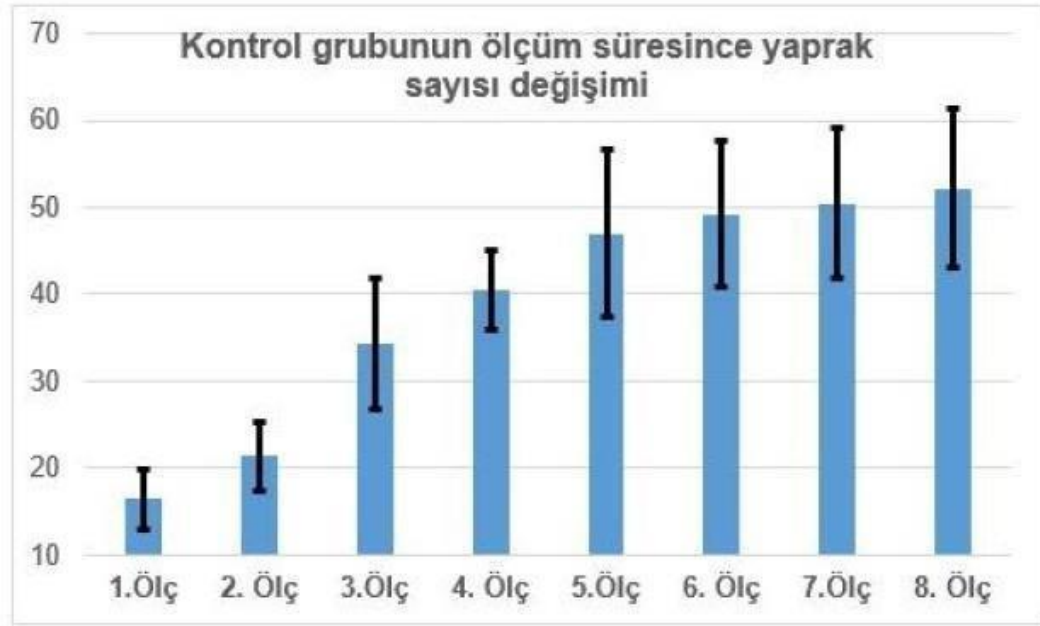
Şekil 4.17. Cladophora sp. + Microcystis sp. uygulamasının yaprak sayısı değişimine etkisi

Kontrol grubunun ölçüm süresince yaprak sayısı değişimi Çizelge 4.16 ve Şekil 4.18'de gösterilmiştir.

Kontrol grubu yaprak sayısı değişimi ortalaması 1. ölçüm sonucunda 16 yaprak olarak, 8. ölçüm sonucunda 52 yaprak olarak hesaplanmıştır.

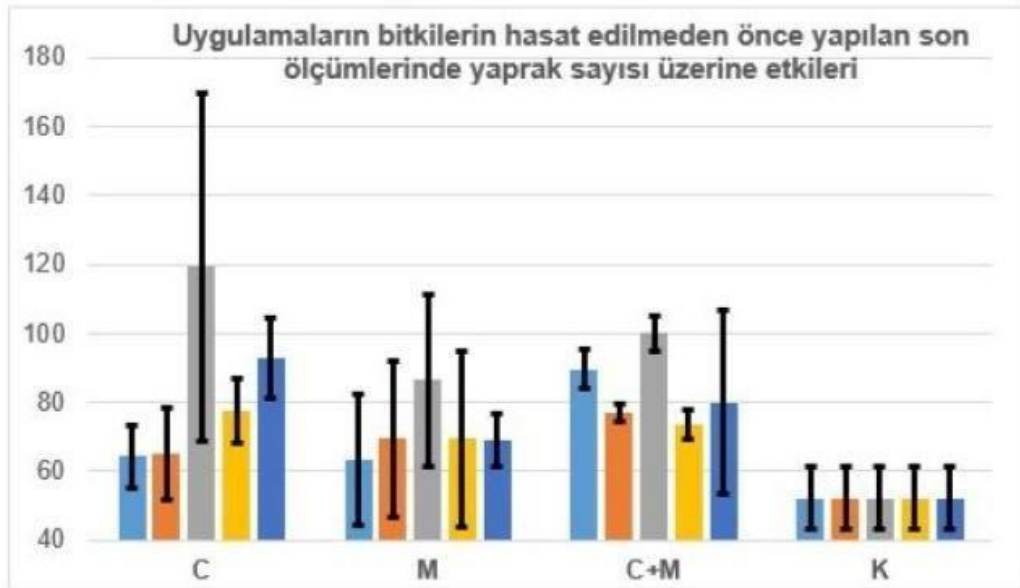
Çizelge 4.16. Kontrol grubunun ölçüm süresince yaprak sayısı değişimi ve standart sapma değerleri

	K-ort	K-stdsapma
1.Ölç	16	4
2. Ölç	21	4
3.Ölç	34	8
4. Ölç	40	5
5.Ölç	47	10
6. Ölç	49	8
7.Ölç	50	9
8. Ölç	52	9



Şekil 4.18. Kontrol grubunun ölçüm süresince yaprak sayısı değişimi

Uygulamaların, bitkilerin hasat edilmeden önce yapılan son ölçümlerinde yaprak sayısı üzerine etkileri Şekil 4.19'da gösterilmiştir.



Şekil 4.19. Uygulamaların bitkilerin hasat edilmeden önce yapılan son ölçümlerinde yaprak sayısı üzerine etkileri

4.1.8. Bitki Yapraklarından Klorofil Tayini (Klorofil-a, Klorofil-b, Toplam Klorofil ve Karotenoid miktarları)

Oğul otu klorofil-a analizi verilerinde kontrol grubuna göre 7 uygulama daha düşük, 8 uygulamada daha yüksek veriler elde edilmiştir. Klorofil-a analizi ölçümlerinde en yüksek değişim C1 dozunun uygulandığı grupta 24.92 mg/g olarak, en düşük değişim CM3 dozunun uygulandığı grupta 12.48 mg/g olarak tespit edilmiştir.

Oğul otu klorofil-b analizi verilerinde kontrol grubuna göre 5 uygulama daha düşük, 10 uygulamada daha yüksek veriler elde edilmiştir. Klorofil-b analizi ölçümlerinde en yüksek değişim C1 dozunun uygulandığı grupta 52.08 mg/g olarak, en düşük değişim CM3 dozunun uygulandığı grupta 25.80 mg/g olarak tespit edilmiştir.

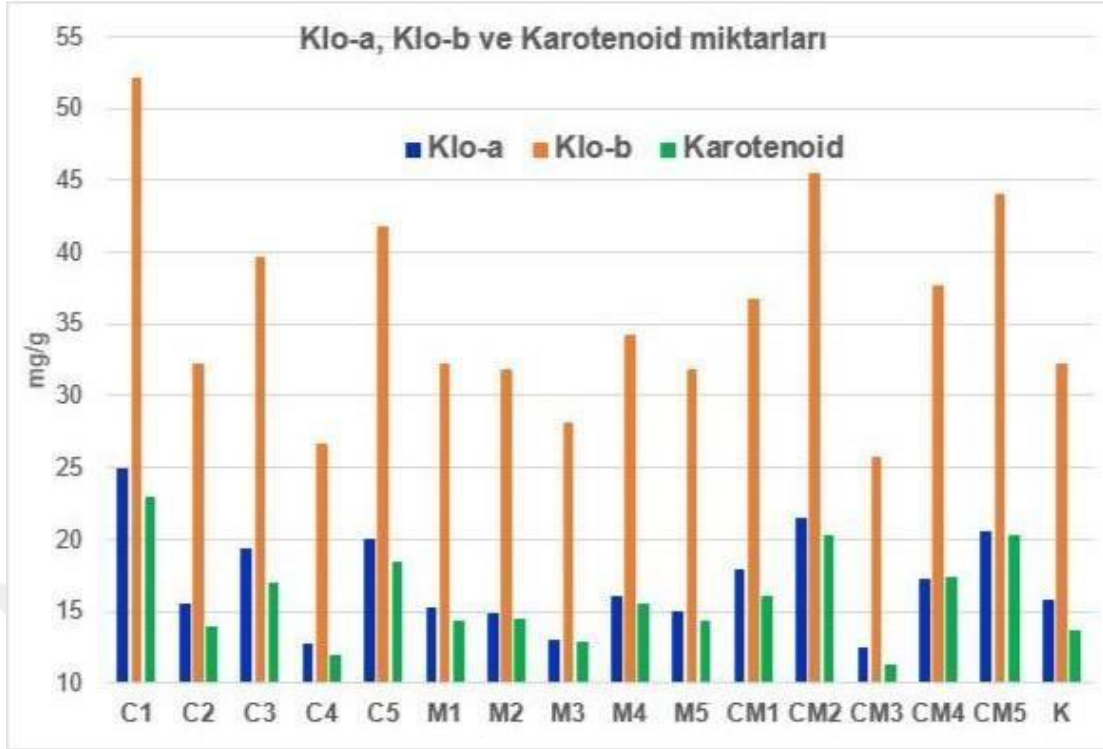
Toplam klorofil ölçümlerinde kontrol grubuna göre 7 uygulama daha düşük, 8 uygulamada daha yüksek veriler elde edilmiştir. Toplam klorofil analizi ölçümlerinde en yüksek değişim C1 dozunun uygulandığı grupta 77.00 mg/g olarak, en düşük değişim CM3 dozunun uygulandığı grupta 38.28 mg/g olarak tespit edilmiştir.

Karotenoid miktarlarında da en yüksek değişim C1 dozunun uygulandığı grupta 22.99 mg/g olarak, en düşük değişim CM3 dozunun uygulandığı grupta 11.34 mg/g olarak tespit edilmiştir.

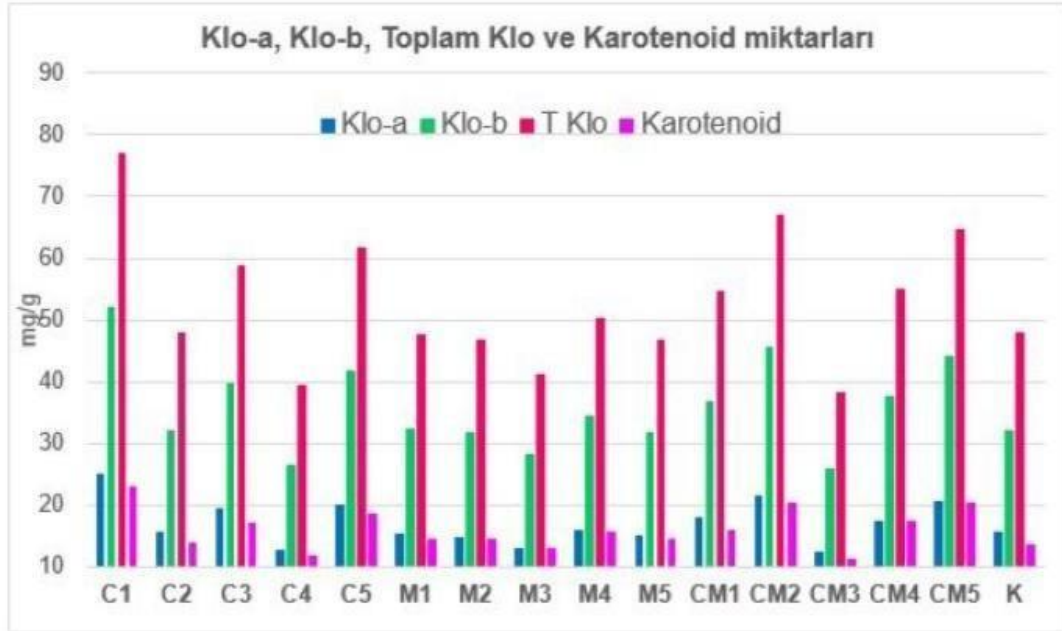
Deneme gruplarından elde edilen veriler Çizelge 4.17 ve Şekil 4.20- 4.21’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. Uygulamaların yapraklarda klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları üzerine etkileri

	Klo-a	Klo-b	T Klo	Karotenoid
C1	24.92	52.08	77.00	22.99
C2	15.58	32.23	47.81	13.97
C3	19.36	39.61	58.97	16.97
C4	12.71	26.63	39.33	11.93
C5	20.08	41.81	61.89	18.44
M1	15.29	32.25	47.54	14.38
M2	14.88	31.85	46.73	14.45
M3	13.01	28.19	41.20	12.85
M4	16.01	34.30	50.31	15.59
M5	14.97	31.86	46.83	14.38
CM1	17.87	36.81	54.68	16.07
CM2	21.47	45.54	67.01	20.32
CM3	12.48	25.80	38.28	11.34
CM4	17.33	37.73	55.06	17.41
CM5	20.58	44.10	64.68	20.25
K	15.78	32.22	48.00	13.70



Şekil 4.20. Uygulamaların yapraklarda klorofil-a, klorofil-b ve karotenoid miktarları üzerine etkileri (mg/g)



Şekil 4.21. Uygulamaların yapraklarda klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları üzerine etkileri (mg/g)

5. TARTIŞMA

Çalışmalarımızda oğul otu bitkisi üzerine *Cladophora* sp. ve *Microcystis* sp. ve bunların karışımlarının biyogübre olarak uygulanmasının oğul otu gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Oğul otu kök hariç bitki boyu verilerinde kontrol grubuna göre 15 uygulamanın hepsinde daha yüksek veriler elde edilmiştir. Kök hariç bitki boyu verilerinde en yüksek değişim CM3 (*Cladophora* sp. 0.75 + *Microcystis* sp. 0.375) dozunun uygulandığı grupta 56.00 cm olarak, en düşük değişim K (Kontrol) grubunda 42.80 cm olarak tespit edilmiştir.

Küçük ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışmada, *Cladophora* sp. ve mikorizanın mısır bitki boyu üzerindeki etkileri incelenmiş ve her iki uygulamanın da bitki boyunu etkilediği saptanmıştır. Farklı dozlarda uygulanan *Cladophora* sp. ekstraktının mısır bitki boyu üzerindeki etkileri değişiklik göstermiştir. Ancak en yüksek bitki boyu, *Cladophora* sp.'nin %0.5'lik dozu, 5 g/kg mikorizal spor ve %1.5 *Cladophora* sp.'nin birlikte uygulanması kombinasyonları ile elde edilmiştir. Bu sonuçlar, hem mikoriza hem de *Cladophora* sp.'nin, tek başlarına bitki boyu üzerinde olumlu etkiler yaratabileceğini, ancak birlikte kullanıldıklarında bu etkinin daha belirgin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgu, mikorizal mantarların ve alg bazlı biyolojik gübrelerin tarımsal üretimde bitki büyümesini artırmak için potansiyel bir strateji olduğunu ve bu tür çevre dostu uygulamaların kimyasal gübrelere alternatif olabileceğini göstermektedir.

Doblan (2024), tarafından *Carthamus tinctorius* (Aspir) bitkisi üzerine yapılan çalışmalarda, *Cladophora glomerata*, *Arthrospira (Spirulina) platensis* ve bunların karışımlarının biyogübre olarak uygulanmasının aspir gelişimine etkileri incelenmiştir. Saksı denemelerinde, kök hariç bitki boyu verilerinde kontrol grubuna kıyasla 15 uygulamanın hepsinde daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek değişim yüzdesi: S 0.5 grubunda %155.29, en düşük değişim yüzdesi: S+C 0.25+0.5 grubunda %114.81 olarak tespit edilmiştir. Bu bulgular, alg bazlı biyogübrelerin aspir bitkisi gelişimi üzerinde olumlu etkiler sağladığını ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Zhang ve ark. (2017) bulgularına paralel olarak, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus quadricauda* alglerinin domates bitkileri üzerindeki etkileriyle benzerlik göstermektedir. Zhang ve ark. çalışmasında, bu alglerle aşıl原因 domates bitkilerinde bitki boyu ve bitki ağırlığında kontrol grubuna göre artış gözlemlenmiştir. Aynı şekilde, çalışmamızda da *Cladophora* sp. ve *Microcystis* sp. alglerinin oğul otu bitkisi üzerindeki uygulamalarında, bitki

gelişimi ve ağırlığında pozitif sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum, alglerin biyogübre olarak bitki büyümesini ve verimini artırıcı etkilerini desteklemektedir.

Zhang ve ark. (2017) yaptığı çalışmada, mikroalglerin domates bitkilerine uygulanmasının fizyolojik parametreler üzerindeki olumlu etkilerinin, mikroalglerin yavaşça saldıgı biyouyarıcı maddeler veya allelokimyasallar sayesinde olabileceği belirtilmiştir. Allelopati, bu bağlamda, hedef organizmalar üzerinde hem faydalı hem de zararlı etkilere neden olabilen bir mekanizma olarak tanımlanmaktadır. Yani, mikroalglerin saldıgı bu kimyasal maddeler, bitkilerin gelişiminde olumlu etki yaratabildiği gibi, çevredeki diğer organizmalar üzerinde olumsuz etkiler de yaratabildiği belirtilmiştir.

Ercan (2008), tarafından Bursa'da ağır bünyeli toprak koşullarında gerçekleştirilen sera denemesinde, tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolitin farklı dozlarda uygulanmasının oğul otu bitkilerinin morfolojik, agronomik ve kalite özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu denemede bitki boyu değerleri 24.47 cm ile 33.63 cm arasında değişmiştir. En yüksek bitki boyu, TGK4 + Z2 + ½ N (sıvı) uygulamasıyla elde edilmiştir, bu da tavuk gübresi kompostu ve zeolitin birlikte uygulanmasının bitki gelişimini olumlu etkilediğini göstermektedir. Artan dozlarda uygulanan TGK kompostu ve zeolitin bir arada kullanılması bitki boyunu olumlu yönde etkilerken, tek başına zeolit 2 uygulaması en düşük bitki boyu değerini verdiği görülmüştür. Bu sonuç, zeolitin tek başına kullanıldığında bitki boyu üzerinde sınırlı bir etki yapabileceğini, ancak tavuk gübresi kompostu ile kombine edildiğinde daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bu tür uygulamalar, ağır toprak koşullarında bitki gelişimini optimize etmek için etkili bir strateji olabilmektedir.

Oğul otu kök yaş ağırlığı verilerinde kontrol grubuna göre 15 uygulamanın hepsinde daha yüksek veriler elde edilmiştir. Kök yaş ağırlığı verilerinde en yüksek değişim CM1 dozunun uygulandığı grupta 56.42 g olarak, en düşük değişim K grubunda 16.38 g olarak tespit edilmiştir.

Çeşitli araştırmacılar tarafından farklı bitkiler üzerinde yapılan çalışmalar ve denemeler (Kholssi ve ark., 2019; Alkhafaji ve ark., 2019; Amer ve ark., 2019; Dineshkumar ve ark., 2020; Mzibra ve ark., 2021; Sezen ve Küçük, 2021; Kusvuran, 2021; Al-Taisan ve ark., 2022; Can ve ark., 2022; Suchithra ve ark., 2022; Sezen ve Küçük, 2023), toprağa karıştırılan veya yapraklara püskürtülerek uygulanan farklı alg türlerinin bitkilerde kök ağırlıklarını olumlu yönde etkilediğini göstermiştir.

Küçük ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışmada, Arbüsküler Mikorizal Fungus (AMF) spor aşılması ve *Cladophora* sp. ekstraktının mısır bitkilerinin kök kuru ağırlığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bulgular, mikorizal spor uygulamalarında artan dozların kök kuru ağırlığını artırdığını göstermektedir. Çalışma sonucunda, farklı uygulamaların kök kuru ağırlığı üzerinde belirgin etkileri olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kök kuru ağırlıkları: 10 g/kg AMF spor ve %1 *Cladophora* sp. uygulamasında (2.15 g), 10 g/kg AMF spor ve %1.5 *Cladophora* sp. uygulamasında (2.16 g) elde edilmiştir. Bu kombinasyonlar, kontrol grubuna kıyasla kök kuru ağırlığında belirgin bir artış sağlamıştır. Özellikle, 10 g/kg mikorizal spor ve %1.5 *Cladophora* sp. birlikte uygulandığında, kök kuru ağırlığında %88.9 oranında bir artış elde edilmiştir. Bu bulgu, mikorizal spor ve *Cladophora* sp. ekstraktının birlikte uygulanmasının bitki kök gelişimini olumlu yönde etkileyebileceğini ve bu sayede bitki büyümesini destekleyen çevre dostu bir uygulama olabileceğini göstermektedir.

Doblan (2024), tarafından yapılan çalışmada aspir kök ağırlığı verilerine göre, kontrol grubuna kıyasla 14 uygulamada daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek değişim yüzdesi C1 grubunda %278.02 olarak, en düşük değişim yüzdesi ise S1+C1 grubunda %65.95 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, alg bazlı biyogübre uygulamalarının kök gelişimini de olumlu etkilediğini göstermektedir.

Barone ve ark. (2018) çalışmasında, *Scenedesmus quadricauda* ekstraktının şeker pancarı bitkisinin gelişme ortamına eklenmesinin, bitkinin kök ağırlığı ve kök uzunluğunu önemli ölçüde artırdığı rapor edilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla elde edilen bu sonuçlar, mikroalg ekstraktlarının bitki gelişimi üzerindeki olumlu etkilerini bir kez daha doğrulamaktadır.

Mikroalglerden elde edilen polisakkaritlerin tarımsal ürünlerin geliştirilmesi ve korunmasında biyolojik bir kaynak olarak potansiyel taşıdığına dair yapılan araştırmalar, sürdürülebilir tarım uygulamalarında önemli bir yere sahip olabileceğini ortaya koymuştur (Rossi ve De Philippis, 2016).

Çalışmalarımızda oğul otu yeşil aksam yaş ağırlığı verilerinde kontrol grubuna göre 15 uygulamanın hepsinde daha yüksek veriler elde edilmiştir. Yeşil aksam yaş ağırlığı verilerinde en yüksek değişim M4 dozunun uygulandığı grupta 68.85 g olarak, en düşük değişim K grubunda 32.55 g olarak tespit edilmiştir.

Küçük ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışmada en yüksek yeşil aksam

kuru ağırlığı %1.5 *Cladophora* sp. ve 10 g/kg mikorizal uygulamasında belirlenmiştir. Kontrole göre artış %61.6 olarak tespit edilmiştir.

Cladophora biyokütlesi, hem katı formda (gübre, toprak ıslahı) hem de sıvı formda bitki büyümesini teşvik eden biyostimülan alg özütleri şeklinde kullanılabilir. *Cladophora* özütlerinin bitki yetiştiriciliğinde doğrudan toprağa uygulanması, yaprak spreyi olarak kullanılması (Michalak ve ark., 2017, 2019) veya ekimden önce tohumlara ön işlem olarak uygulanması gibi çeşitli yöntemler mevcuttur (Michalak ve ark., 2017, 2018). Yeni bir ekstraksiyon tekniği olan süperkritik sıvı ekstraksiyonu, çözücü olarak karbondioksit kullanarak Baltık Denizi makroalglerinden (*Cladophora*, *Ulva*, *Vertebrata* türleri) organik (polifenoller, bitki hormonları: oksinler ve sitokininler) ve inorganik (makro ve mikro elementler) bileşiklerin izole edilmesini sağlamıştır. Bu süperkritik ekstrakt, bahçe teresi (*Lepidium sativum*) ve buğday (*Triticum aestivum* L.) gibi bitkilerde klorofil ve karotenoid içeriğini artırmış, toprak üstü biyokütleyi ve kök kalınlığını geliştirmiştir (Michalak ve ark., 2016).

Kuraklık stresi sırasında *Chlorella vulgaris* kullanımı, bitkilerin besin alımını artırarak büyüme parametrelerinde iyileşme sağlayabilir. Kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında, kuraklık stresi altındaki büyüme parametrelerinde %37-%54 oranında bir düşüş gözlenmişken, mikroalg uygulaması bu düşüşleri %9- %132 oranında iyileştirmiştir (Kusvuran, 2021). Ayrıca, Zhang ve ark. (2017) ile Barone ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmalarda, *Chlorella infusionum*, *Scenedesmus quadricauda* veya *C. vulgaris*' in domates bitkileri ile hidroponik olarak yetiştirilmesinin, bitki yaş ağırlık ve kuru ağırlık açısından olumlu etkiler sağladığı bildirilmiştir.

Taze herba veriminde, bitkilere uygulanan azotlu gübrelerin vejetatif gelişmeyi artırarak herba verimlerini yükselttiği gözlemlenmiştir. Bu artışa bağlı olarak, herba üzerindeki kuru madde verimleri de artmaktadır. Azotun, nükleik asitler, amino asitler ve protein gibi bazı kimyasal moleküllerin yapısında bulunması, kuru madde veriminde artışa neden olabilmektedir (Chojnacka ve ark., 2015; Górk ve ark., 2018).

Çeşitli araştırmacılar tarafından farklı bitkiler üzerinde yapılan çalışmalar ve denemelerde (Alkhafaji ve ark., 2019; Amer ve ark., 2019; Dineshkumar ve ark., 2020; Sezen ve Küçük, 2021; Kusvuran, 2021; Al-Taisan ve ark., 2022; Can ve ark., 2022; Suchithra ve ark., 2022; Sezen ve Küçük, 2023), toprağa karıştırılan veya

yapraklara püskürtülen farklı alg uygulamalarının bitkilerde yaş aksam ağırlıklarını olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir.

Oğul otu yeşil aksam kuru ağırlığı verilerinde kontrol grubuna göre 15 uygulamanın hepsinde daha yüksek veriler elde edilmiştir. Yeşil aksam kuru ağırlığı verilerinde en yüksek değişim M4 dozunun uygulandığı grupta 21.11 g olarak, en düşük değişim K grubunda 7.51 g olarak tespit edilmiştir.

Rachidi ve ark. (2020) araştırmasında, üç farklı mikroalg türünden elde edilen ham polisakkarit özlerinin domates bitkilerine uygulanarak sürgün ve kök gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada, bitkilerin sürgün ve kök uzunluğu, boğum sayısı, sürgün ve kök kuru ağırlığı gibi parametreler değerlendirilmiştir. Rachidi ve ark. (2020) yaptığı çalışmada, *Arthrospira platensis*, *Dunaliella salina* ve *Porphyridium* sp. mikroalglerinden elde edilen polisakkaritlerin (1 mg/ml konsantrasyonunda) domates bitkileri üzerindeki biyoyararıcı etkileri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, bu polisakkarit uygulamaları, kontrol grubuna kıyasla domates bitkilerinde yeşil aksam kuru ağırlığında %46.6, yeşil aksam uzunluğunda ise %25.26 oranında anlamlı bir iyileşme sağlamıştır.

Farklı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda (Alkhafaji ve ark., 2019; Amer ve ark., 2019; Dineshkumar ve ark., 2020; Sezen ve Küçük, 2021; Kusvuran, 2021; Al-Taisan ve ark., 2022; Can ve ark., 2022; Suchithra ve ark., 2022; Sezen ve Küçük, 2023), bitkilere toprağa karıştırılarak ya da yapraklara püskürtülerek uygulanan çeşitli alglerin, bitkilerin kuru aksam ağırlıklarında olumlu etkiler yarattığı belirlenmiştir.

Oğul otu yaprak sayısı değişimi *Cladophora* sp. (C1.5) alg gübresi kullanılan grupta en çok artmıştır. En az yaprak sayısı değişimi olan grup kontrol grubudur.

Farklı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda (Kholssi ve ark., 2019; Alkhafaji ve ark., 2019; Amer ve ark., 2019; Dineshkumar ve ark., 2020; Mzibra ve ark., 2021; Sezen ve Küçük, 2021; Kusvuran, 2021; Al-Taisan ve ark., 2022; Can ve ark., 2022; Suchithra ve ark., 2022; Sezen ve Küçük, 2023), bitkilere toprağa karıştırılarak veya yapraklara püskürtülerek uygulanan çeşitli alglerin, bitkilerin yaprak sayıları üzerinde olumlu etkiler yarattığı gözlemlenmiştir.

Oğul otu klorofil-a analizi verilerinde kontrol grubuna göre 7 uygulama daha düşük, 8 uygulamada daha yüksek veriler elde edilmiştir. Klorofil-a analizi

ölçümlemlerinde en yüksek değışim C1 dozunun uygulandığı grupta 24.92 mg/g olarak, en düşük değışim CM3 dozunun uygulandığı grupta 12.48 mg/g olarak tespit edilmiştir. Oğul otu klorofil-b analizi verilerinde kontrol grubuna göre 5 uygulama daha düşük, 10 uygulamada daha yüksek veriler elde edilmiştir. Klorofil-b analizi ölçümlemlerinde en yüksek değışim C1 dozunun uygulandığı grupta 52.08 mg/g olarak, en düşük değışim CM3 dozunun uygulandığı grupta 25.80 mg/g olarak tespit edilmiştir.

Toplam klorofil ölçümlemlerinde kontrol grubuna göre 7 uygulama daha düşük, 8 uygulamada daha yüksek veriler elde edilmiştir. Toplam klorofil analizi ölçümlemlerinde en yüksek değışim C1 dozunun uygulandığı grupta 77.00 mg/g olarak, en düşük değışim CM3 dozunun uygulandığı grupta 38.28 mg/g olarak tespit edilmiştir. Karotenoid miktarlarında da en yüksek değışim C1 dozunun uygulandığı grupta 22.99 mg/g olarak, en düşük değışim CM3 dozunun uygulandığı grupta 11.34 mg/g olarak tespit edilmiştir.

Michalak ve ark. (2018), *Cladophora* özütlerinin soya fasulyesi fidelerinde klorofil içeriğini artırdığını göstermiştir. Benzer şekilde, farklı araştırmacılar tarafından yapılan çeşitli çalışmalarda (Kholssi ve ark., 2019; Alkhafaji ve ark., 2019; Amer ve ark., 2019; Dineshkumar ve ark., 2020; Mzibra ve ark., 2021; Sezen ve Küçük, 2021; Kusvuran, 2021; Al-Taisan ve ark., 2022; Can ve ark., 2022; Suchithra ve ark., 2022; Sezen ve Küçük, 2023), toprağa karıştırılan veya yapraklara püskürtülen çeşitli alg uygulamalarının yapraklardaki klorofil a ve toplam klorofil miktarını artırdığı gözlemlenmiştir. Bu artış, bitki büyümesi ve verimi üzerinde olumlu etkiler sağlamıştır.

Puglisi ve ark. (2020) yaptığı çalışmada, *Scenedesmus quadricauda* mikroalg ekstraktının marul bitkisi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu araştırmada, *S. quadricauda*'nın marul fidelerinin gelişimini olumlu yönde etkilediği, bitkilerin kuru madde miktarını, karotenoid, protein ve klorofil içeriğini arttırdığı rapor edilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan alg gübrelerinin uygulama dozlarının kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, yeşil aksam kuru ve yaş ağırlığı, bitki boyunu artırmaları, bitkilerin yaprak sayılarını artırmaları, klorofil analizi araştırmacıların bulguları ile uyumludur.

6. SONUÇLAR

Dünya genelinde oğul otu, drogu, uçucu yağı ve ekstraktlarıyla antioksidan, antibakteriyel ve antifungal özelliklere sahip olması nedeniyle gıda katkı maddesi, bitki çayı, kozmetik, peyzaj ve ilaç sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Oğul otu, düşük uçucu yağ oranına sahip olmasına rağmen, yüksek fiyatla satılan değerli ürünler arasında yer almaktadır. Uçucu yağ oranının düşük olmasına karşın hoş kokusu, kozmetik sektöründe önde gelen bitkilerden biri haline getirmiştir. Ülkemizde geniş bir kullanım alanı bulunan oğul otunun bir kısmı doğal floradan toplanmaktadır. Ekonomik önemi yüksek olan bu bitkinin üretimi, yeni çeşitlerin geliştirilmesi ve uçucu yağının standardize edilmesi gerekmektedir, çünkü aşırı ve bilinçsiz toplama uygulamaları doğal kaynakların tükenmesine yol açmaktadır (TVEO Bakanlığı, BÜG Müdürlüğü).

Günümüzde ülkelerin kalkınmasında önemli bir payı olan tarım sektörü diğer sektörlere kıyasla iklim değişikliği, küreselleşme, çevre kirliliği, su kısıtlılığı gibi olgulardan daha fazla etkilenmektedir. Sosyo-ekonomik kalkınmada belirleyici bir rolü olan tarımsal üretimde bilinçsizce yapılan (yanlış) uygulamalar, zirai ilaçlar, kimyasal gübreler ve doğal zenginliklerden yeterince faydalanılamaması sürdürülebilirliği sektöre uğratmaktadır. Bu hususta uygun tarım politikalarının belirlenmesi, üreticilerin bilinçlendirilmesi ve akademik çalışmaların pratiğe yansıtılması önem taşımaktadır. Tarımsal üretimde verim ve kaliteyi önemli ölçüde etkileyen hastalık ve zararlılar ile mücadelede artan bilinç düzeyi ile kimyasal yöntemlerin kullanımının azalması ve çevreye dost bitkisel kaynaklı girdiler ile yapılan mücadelenin desteklenmesi gerektiği görüşü ortaya çıkmaktadır. Günümüzde yeraltı ve yer üstü kaynaklar hızla tükenmekte ve bu durumun önüne geçmek için sentetik ürün kullanımının kısıtlanması gerekmektedir. Kimyasal kullanımının büyük bir kısmını oluşturan hastalık ve zararlılar ile mücadelede geliştirilecek alternatif yöntemler önem arz etmektedir.

Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de organik tarım ürünlerine olan talep artmakta ve bu doğrultuda organik tarım uygulamaları hızla gelişmektedir. Bu gelişmelerle birlikte, biyogübre ve organik gübre kullanımı da giderek yaygınlaşmaktadır. Özellikle tüketimi artan tıbbi ve aromatik bitkilerden biri olan oğul otu gibi ürünlerde, biyogübre ve organik gübrelerin kalite ve verim üzerine etkilerinin daha kapsamlı şekilde araştırılması büyük önem taşımaktadır. Biyogübre ve organik gübrelerin bitki, çevre ve toprak sağlığına olan olumlu etkileri göz önünde bulundurulduğunda, farklı içerik ve dozlarda bu gübrelerin tek başına veya kimyasal

gübrelerle kombinasyonlarıyla tıbbi ve aromatik bitkilerin gelişimine olan etkilerinin incelendiği çalışmalara daha fazla yer verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalarla, tıbbi ve aromatik öneme sahip olan oğul otu bitkisinin gelişimi ve büyümesi üzerine *Cladophora* sp. ve *Microcystis* sp. alg gübrelerinin verim ve kaliteye etkilerini araştırılmıştır. Oğul otu kök hariç bitki boyu verilerinde en yüksek değişim CM3 dozunun uygulandığı grupta 56.00 cm olarak, en düşük değişim K (Kontrol) grubunda 42.80 cm olarak tespit edilmiştir. Oğul otu kök yaş ağırlığı verilerinde en yüksek değişim CM1 dozunun uygulandığı grupta 56.42 g olarak, en düşük değişim K grubunda 16.38 g olarak tespit edilmiştir. Kök kuru ağırlığı verilerinde en yüksek değişim C3 dozunun uygulandığı grupta 9.79 g olarak, en düşük değişim K grubunda 3.57 g olarak tespit edilmiştir. Yeşil aksam yaş ağırlığı verilerinde en yüksek değişim M4 dozunun uygulandığı grupta 68.85 g olarak, en düşük değişim K grubunda 32.55 g olarak tespit edilmiştir. Yeşil aksam kuru ağırlığı verilerinde en yüksek değişim M4 dozunun uygulandığı grupta 21.11 g olarak, en düşük değişim K grubunda 7.51 g olarak tespit edilmiştir. Oğul otu yaprak sayısı değişimi *Cladophora* sp. (C1.5) dozunun uygulandığı grupta en çok artmıştır. En az yaprak sayısı değişimi olan grup kontrol grubudur. Deneme grupları arasında dal sayısı en yüksek değişim M3 dozunun uygulandığı grupta ilk ölçüm ortalaması 3 dal olarak, 10.ölçüm ortalaması 6.33 olarak tespit edilmiştir. Dal sayısı en düşük değişim C1, C2, C2.5 dozunun uygulandığı gruplarda ilk ölçüm ortalamaları 3 dal olarak, 10.ölçüm ortalamaları 3 dal olarak tespit edilmiştir. Oğul otu klorofil-a analizi verilerinde kontrol grubuna göre 7 uygulama daha düşük, 8 uygulamada daha yüksek veriler elde edilmiştir. Klorofil-a analizi ölçümlerinde en yüksek değişim C1 dozunun uygulandığı grupta 24.92 mg/g olarak, en düşük değişim CM3 dozunun uygulandığı grupta 12.48 mg/g olarak tespit edilmiştir. Oğul otu klorofil-b analizi verilerinde kontrol grubuna göre 5 uygulama daha düşük, 10 uygulamada daha yüksek veriler elde edilmiştir. Klorofil-b analizi ölçümlerinde en yüksek değişim C1 dozunun uygulandığı grupta 52.08 mg/g olarak, en düşük değişim CM3 dozunun uygulandığı grupta 25.80 mg/g olarak tespit edilmiştir. Toplam klorofil ölçümlerinde kontrol grubuna göre 7 uygulama daha düşük, 8 uygulamada daha yüksek veriler elde edilmiştir. Toplam klorofil analizi ölçümlerinde en yüksek değişim C1 dozunun uygulandığı grupta 77.00 mg/g olarak, en düşük değişim CM3 dozunun uygulandığı grupta 38.28 mg/g olarak tespit edilmiştir. Karotenoid miktarlarında da en yüksek değişim C1 dozunun uygulandığı grupta 22.99 mg/g olarak, en düşük değişim CM3 dozunun uygulandığı grupta 11.34 mg/g olarak tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarla oğul otu bitkisinin gelişimini kontrol grubunun daha az

etkilediği bulgularına ulaşılmıştır.

Çalışmada incelenen temel bitki özellikleri üzerinde etkili tek bir doz belirlenmemektedir. Tarımda kimyasal gübrelerin yerine biyolojik organizmaların kullanılması ile hem çevre kirliliğinin önlenebileceği hem de enerji ve kimyasal gübre kullanımının azaltılabileceği vurgulanmaktadır. Bu yaklaşım, küresel gıda güvenliğini sağlamak açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu yöntemler, hem tarımsal verimliliği artırabilir hem de toprak sağlığını uzun vadede koruyarak ekosistemlerin dengede kalmasını sağlamaktadır.

Organik gübreler, biyo-gübreler ve diğer mikrobiyal ürünlerin kullanımı, çevre için zararlı kimyasal gübre uygulamalarını sınırlayarak ekosistem üzerinde olumlu etkiler sağlamaktadır. Siyanobakteriler ve yeşil algler, azot bağlayıcı mikroorganizmalar olarak bitki ve toprak verimliliğinde kritik bir rol oynamakta ve büyümeyi olumlu yönde etkileyen çeşitli doğal maddelerin üretimini desteklemektedir. Bu nedenle, son yıllarda siyanobakteri ve yeşil alg bazlı biyogübre teknolojisinin geliştirilmesinde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir (Saadatnia ve Riahi, 2009).

7. ÖNERİLER

Sürdürülebilir tarımda çevre dostu araçlar olarak mikroalgler ve bakteriler, biyogübre, biyostimülan ve biyopestisit işlevleriyle büyük ilgi görmektedir. Çok sayıda araştırma, mikroalg ve bakterilerin bir arada bulunmasının, her iki organizmanın metabolizmasını ve fizyolojisini sinerjik olarak etkilediğini ortaya koymuştur. Özenle tasarlanan mikroalg-bakteri kombinasyonlarının, mahsul üretkenliği, verimlilik ve tarımsal sürdürülebilirliği önemli ölçüde artırması beklenmektedir. Ancak bu etkiler, muhtemelen bölgesel farklılıklar göstereceğinden, en uygun kombinasyonun belirlenmesi ve bu etkileşimlerin tüm yönlerinin araştırılması büyük önem taşımaktadır.

Genel olarak, mikroalg-bakteri birlikteliğinin tarımsal üretim üzerinde potansiyel avantajları olduğu konusunda bir fikir birliği bulunmaktadır; ancak bu etkileşimlerin çok çeşitli mahsul türleri ve çevresel koşullarda desteklenmesi için yeterli bilimsel kanıt hâlâ eksiktir. Bu boşluğu doldurmak için araştırmacılar, mikroalg-bakteri ko-kültürlerinin farklı ürünler ve çevresel koşullar üzerindeki etkilerine odaklanmalıdır. Spesifik olarak, aşağıdaki araştırma alanları önemlidir: a) Uyumlu Mikroalg-Bakteri Türlerinin Seçimi: İdeal kombinasyonları belirlemek amacıyla uyumlu mikroalg ve bakteri türlerinin sıralanması. b) Uygulama Yöntemleri ve Dozu: Aşılama, zamanlama, toprak ve yaprakтан uygulama gibi faktörlerin optimize edilmesi. c) Sinerjik Etkileşimlerin Belirlenmesi: Azot fiksasyonu, fitohormon üretimi ve biyokontrol gibi özellikleri sağlayan mikroalg- bakteri etkileşimlerinin tanımlanması. d) Bitki Genotipi-Çevre-Mikrobiyom-Yönetim İlişkileri: Bu ilişkilerin rafine edilmesi ve karakterize edilmesi.

Bu araştırma alanlarına odaklanmak, tarımsal uygulamalarda hem tüketiciler hem de üreticiler için fayda sağlayacak spesifik biyogübre, biyostimülan ve biyopestisit özelliklerine sahip başarılı mikroalg-bakteri birlikteliklerinin geliştirilmesini hızlandıracaktır (Solomon ve ark., 2023).

Yapılan çalışmaların çoğu laboratuvar deneyleri olarak yürütülmekte ve bu nedenle yetiştiricilik alanlarına tam anlamıyla entegre edilememektedir. Bu durum, elde edilen sonuçların pratik uygulamalarda yeterince etkili olmasını engelleyebilir. Bu yüzden, araştırmaların esas üretim alanlarında gerçekleştirilmesi ve bu alanlara odaklanması büyük önem taşımaktadır. Bu yaklaşım, tarımsal yeniliklerin doğrudan sahada test edilmesini ve uygulamaya geçmesini sağlayarak, daha verimli ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının geliştirilmesine katkıda bulunacaktır.

Doğada veya çevremizde biyogübre olarak kullanılabilecek birçok alg ve bakteri türü bulunmaktadır. Ancak bu araştırmamızda sadece iki alg türü kullanılmıştır. Daha fazla etki sağlayabilecek farklı alg ve bakteri türlerinin de olabileceği göz önüne alındığında, bu alanda daha fazla araştırma ve çalışmanın yapılması gerektiğine inanıyoruz. Özellikle, elde edilecek biyogübrelerin pahalı olma olasılığı ve alternatif olarak bulunabilecek ucuz materyallerin istenen özelliklere sahip olmaması durumunda, bu biyogübrelerin düşük miktarlarda dahi kullanılması çok daha iyi sonuçlar verebilir. Bu nedenle, bu konularda daha fazla araştırma, deneme ve çalışma yapılmasını öneriyor ve tüm araştırmacılara bu yönde çalışmalar yapmalarını çağırısında bulunuyoruz.

Yaptığımız oğul otu bitkisi denemesi sonuçlarına göre en uzun kök hariç bitki boyu elde etmek için CM3 (*Cladophora* sp. 0.75 + *Microcystis* sp. 0.375) alg dozunun uygulanmasını, kök yaş ağırlığından en yüksek verimi elde etmek için CM1 (*Cladophora* sp. 0.25 + *Microcystis* sp. 0.125) alg dozunun uygulanmasını, kök kuru ağırlığından en yüksek verimi elde etmek için C3 (*Cladophora* sp. 1.5) alg dozunun uygulanmasını, yeşil aksam yaş ağırlığından en yüksek verimi elde etmek için M4 (*Microcystis* sp. 1.0) alg dozunun uygulanmasını, yeşil aksam kuru ağırlığından en yüksek verimi elde etmek için M4 (*Microcystis* sp. 1.0) alg dozunun uygulanmasını, en yüksek yaprak sayısı elde etmek için C3 (*Cladophora* sp. 1.5) alg dozunun uygulanmasını, dal sayısındaki en yüksek değişim için M3 (*Microcystis* sp. 0.75) alg dozunun uygulanmasını, klorofil-a en yüksek verimi elde etmek için C1 (*Cladophora* sp. 0.5) alg dozunun, klorofil-b en yüksek verimi elde etmek için C1 (*Cladophora* sp. 0.5) alg dozunun, toplam klorofilden en yüksek verimi elde etmek için C1 (*Cladophora* sp. 0.5) alg dozunun, karotenoid miktarından en yüksek verimi elde etmek için C1 (*Cladophora* sp. 0.5) alg dozunun etkili olduğu çalışmamızda belirlenmiştir. Aynı uygulamaların çiftçi koşullarında da uygulandıktan sonra elde edilecek veriler ışığında etkinlikleri hakkında kesin sonuç verilecektir.

KAYNAKLAR

- Abbaszadeh, B., Farahani, H. A., Valadabadi, S. A., & Darvishi, H. H. (2009). Nitrogenous fertilizer influence on quantity and quality values of balm (*Melissa officinalis* L.). *Journal of Agricultural extension and rural development*, 1(1), 031-033.
- Abd El Moniem, E. A., & Abd-Allah, A. S. E. (2008). Effect of green alga cells extract as foliar spray on vegetative growth, yield and berries quality of superior grapevines. *J. Amer. Eur. Agric. and Environ. Sci*, 4(4), 427-433.
- Abdelgani, M. E., & Hassan, I. A. (2006). The use of biofertilizers for increasing food production in Africa. Khartoum, Sudan: International University of Africa.
- Al-Taisan, W. A. A., Alabdallah, N. M., And Almuqadam, L. 2022. Moringa leaf extract and green algae improve the growth and physiological attributes of *Mentha* species under salt stress. *Scientific Reports*, 12(1), 14205.
- Ali, K. A., Maulood, P. M., Amin, S. A., Al-Barzingy, Y. O. M., & Shekha, Y. A. (2023, December). The Allelopathic Potential of some Lower Plants on Growth, and Yield of Wheat Plants. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1252, No. 1, p. 012040). IOP Publishing.
- Alkhafaji, B. Y., Malih, H. R., & Elkheralla, R. J. (2019, September). Effect of fertilization by *Cladophora* algae on morphological characteristics of *Vigna radiata* & *Sesamum indicum* plants. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1294, No. 7, p. 072024). IOP Publishing.
- Amer, H. M., Marrez, D. A., Salama, A. B., Wahba, H. E., And 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.
- Aydoner Coban, G., Dasgan, H. Y., Akhoundnejad, Y., & Ak Cimen, B. (2018, August). Use of microalgae (*Chlorella vulgaris*) to save mineral nutrients in soilless grown tomato. In *XXX International Horticultural Congress IHC2018: II International Symposium on Soilless Culture and VIII International 1273* (pp. 161-168).
- Bakanlıgı, T. V. O., & Müdürlüğü, B. Ü. G. Oğul Otu.
- Barone, V., Baglieri, A., Stevanato, P., Broccanello, C., Bertoldo, G., Bertaggia, M., ... & Concheri, G. (2018). Root morphological and molecular responses induced by microalgae extracts in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Applied Phycology*, 30, 1061-1071.
- Bharti, A., Prasanna, R., Kumar, G., Nain, L., Rana, A., Ramakrishnan, B., & Shivay, Y. S. (2021). Cyanobacterium-primed *Chrysanthemum* nursery improves performance of the plant and soil quality. *Biology and Fertility of Soils*, 57, 89-105.
- Bindhu, K. B. (2013). Effect of *Azolla* extract on growth performance of *Pisum*

- sativum*. *International Research Journal of Biological Sciences*, 2(10), 88-90.
- Bozorgi, H. R., Bidarigh, S., Bakhshi, D., Mohammadi, B. S., Azarpour, E., & Moraditochae, M. (2012). Effects of marine brown alga extract (*Ascophyllum nodosum*) under foliar spraying of methanol and iron fertilizers on flower tube length of saffron (*Crocus sativus* L.) in north of Iran.
- Cambridge Philosophical Society. (1925). *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* (Vol. 1). Cambridge University Press.
- Can, B. G., Yıldız, M., And Şensoy, S. 2022. Mikroalg Kullanımının Ispanakta Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12(4), 1884-1895.
- Carvalho, F., Duarte, A. P., & Ferreira, S. (2021). Antimicrobial activity of *Melissa officinalis* and its potential use in food preservation. *Food Bioscience*, 44, 101437.
- Cavallo, A., Giangrande, A., Accogli, R., & Marchiori, S. (2006). A test on the use of *Cladophora Prolifera* (Roth.) Kütz.(*Chlorophyta*, *Cladophorales*) as effective fertilizer for agricultural use. *Thalassia Salentina*, 29, 101-106.
- Chizzola, R., Lohwasser, U., & Franz, C. (2018). Biodiversity within *Melissa officinalis*: Variability of bioactive compounds in a cultivated collection. *Molecules*, 23(2), 294.
- Chojnacka, K., Michalak, I., Dmytryk, A., Gramza, M., Słowiński, A., & Górecki, H. (2015). Algal extracts as plant growth biostimulants. *Marine algae extracts: Processes, products, and applications*, 189-212.
- Coşge, B. (2006). THE ESSENTIAL OIL OF LEMON BALM (*Melissa officinalis* L.), ITS COMPONENTS AND USING FIELDS Reyhan BAHTİYARCA BAĞDAT Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü 06042, Ankara. *J. of Fac. of Agric., OMU*, 21(1), 116-121.
- Dineshkumar, R., Subramanian, J., Arumugam, A., Ahamed Rasheeq, A., And Sampathkumar, P. 2020. Exploring the microalgae biofertilizer effect on onion cultivation by field experiment. *Waste and Biomass Valorization*, 11, 77-87.
- Do Hong Duc, N. T. H., Nga, H. T. H., & Quyen, H. T. PROPAGATION OF LEMON BALM (*Melissa officinalis* L.) BY SEEDS AND CUTTINGS ON DIFFERENT SUBSTRATES.
- Doblan, S. (2024). *SICAKLIK STRESİNDE, BİYOLOJİK GÜBRE OLARAK, Cladophora glomerata ve Arthrospira (Spirulina) platensis ALGLERİNİN ASPİR (Carthamus tinctorius) BİTKİSİNİN GELİŞİMİ ve BÜYÜMESİ ÜZERİNE ETKİSİ* (Doctoral dissertation).
- Dodds, W. K., & Gudder, D. A. (1992). The ecology of *Cladophora*. *Journal of Phycology*, 28(4), 415-427.
- Dodds, W. K., Bouska, W. W., Eitzmann, J. L., Pilger, T. J., Pitts, K. L., Riley, A. J.,

- ... & Thornbrugh, D. J. (2009). Eutrophication of US freshwaters: analysis of potential economic damages.
- Doğan, E. (2023). *CLADOPHORA SP. İLE SPİRULİNA SP. VE KARIŞIMLARININ MERCİMEK (LENS CULINARIS MEDİK.) GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ* (Doctoral dissertation).
- Dulaymy, H. E., Abbass, J. A., & Al-Bakka, H. M. (2008). Effect of Sea Algae Extract (AL-Garen) and Growth Medium on Dianthus Flower Production Dianthus caryophyllus L. *Journal of Kerbala University*, 4(4), 21-26.
- Ehsani, A., Alizadeh, O., Hashemi, M., Afshari, A., & Aminzare, M. (2017). Phytochemical, antioxidant and antibacterial properties of *Melissa officinalis* and *Dracocephalum moldavica* essential oils. In *Veterinary Research Forum* (Vol. 8, No. 3, p. 223). Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran.
- El-Swaify, Z. A. (2017). Phytochemical studies on *Cladophora* species from the Nil River Edges, Egypt. *International Journal of Chemical Science*, 1(2), 13-22.
- El-Wahab, M. A. A. (2013). Effect of biofertilizer and chemical fertilization on growth and active constituents of *Origanum syriacum* var. *Sinaicum* (Boiss.). plant under saint katherine condition. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 9(5), 182-190.
- Engin, Y. Ö., Yağmur, B., Çirik, S., Okur, B., 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.
- Ercan, F. M. (2008). *Tavuk gübresi kompostu ve zeolit (klinoptilolit)'in toprak özellikleri ve oğulotu (Melissa officinalis L.)'nun gelişmesi üzerine etkileri* (Doctoral dissertation, Bursa Uludağ University (Turkey)).
- Ertani, A., Francioso, O., Tinti, A., Schiavon, M., Pizzeghello, D., & Nardi, S. (2018). Evaluation of seaweed extracts from *Laminaria* and *Ascophyllum nodosum* spp. as biostimulants in *Zea mays* L. using a combination of chemical, biochemical and morphological approaches. *Frontiers in plant science*, 9, 428.
- Fabrowska, J., Leska, B. ve Schroeder, G. (2015). Yeni bir potansiyel kozmetik hammadde olarak tatlı su *Cladophora glomerata*. *Kimya*, 69(8), 495-497.
- Ferrol, N., Azcón-Aguilar, C., & Pérez-Tienda, J. (2019). Arbuscular mycorrhizas as key players in sustainable plant phosphorus acquisition: An overview on the mechanisms involved. *Plant Science*, 280, 441-447.
- Follet, R. H., Murphy, L. S., & Donahue, R. L. (1981). Fertilizers and soil amendments: Pretince-Hall. *New Jersey*.
- Franke, W. (1977, July). On the contents of vitamin C and thiamin during the vegetation period in leaves of three spice plants (*Allium schoenoprasum* L., *Melissa officinalis* L. and *Petroselinum crispum* (mill.) nym. ssp. *crispum*).

- In *I International Symposium on Spices and Medicinal plants* 73 (pp. 205- 212).
- Garcia, C., Hernandez, T., Costa, F., & Ceccanti, B. (1994). Biochemical parameters in soils regenerated by the addition of organic wastes. *Waste Management & Research*, 12(6), 457-466.
- Górka, B., Korzeniowska, K., Lipok, J., & Wieczorek, P. P. (2018). The Biomass of algae and algal extracts in agricultural production. *Algae biomass: Characteristics and applications: Towards algae-based products*, 103-114.
- Gogu, G. H., Diana, E., Maftie, D., & Nicu, N. (2005). Investigations on the invitro morphogenetic reaction of *Melissa officinalis* L. *Species. Analele Stiintifice ale Universitatii, Alexandru Ioan Cuza. Genetic Biol.. Mol*, 103.
- Gorelova, O. A. (2006). Communication of cyanobacteria with plant partners during association formation. *Microbiology*, 75, 465-469.
- Grzesik, M., Romanowska-Duda, Z., & Kalaji, H. M. (2017). Effectiveness of cyanobacteria and green algae in enhancing the photosynthetic performance and growth of willow (*Salix viminalis* L.) plants under limited synthetic fertilizers application. *Photosynthetica*, 55, 510-521.
- Hamilton, D. P., Wood, S. A., Dietrich, D. R., & Puddick, J. (2014). Costs of harmful blooms of freshwater cyanobacteria. *Cyanobacteria: An economic perspective*, 245-256.
- Harke, M. J., Steffen, M. M., Gobler, C. J., Otten, T. G., Wilhelm, S. W., Wood, S. A., & Paerl, H. W. (2016). A review of the global ecology, genomics, and biogeography of the toxic cyanobacterium, *Microcystis* spp. *Harmful algae*, 54, 4-20.
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/83/Melissa_officinalis2.JPG
- İpek, A. (2007). *Tibbi adaçayı (Salvia officinalis) hatlarında azotlu gübrelemenin herba verimi ve bazı özellikler üzerine etkileri* (Master's thesis, Ankara Üniversitesi (Turkey)).
- Janina, M. S. (2003). *Melissa officinalis*. *Int. J. Aromather*, 10, 132-139.
- Kelly, M., King, L., & Pentecost, A. (2007). Freshwater macroalgae of Britain and Ireland. *Macroalgae ID Guide North-South-Shore Training course, Derrygonnelly, Co Fermanagh*.
- Kennedy, D. O., Little, W., Haskell, C. F., & Scholey, A. B. (2006). Anxiolytic effects of a combination of *Melissa ofcinalis* and *Valeriana ofcinalis* during laboratory induced stress. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 20(2), 96-102.
- Kheirfam, H., Sadeghi, S. H., Homae, M., & Darki, B. Z. (2017). Quality improvement of an erosion-prone soil through microbial enrichment. *Soil and Tillage Research*, 165, 230-238.

- Kholssi, R., Marks, E. A., Miñón, J., Montero, O., Debdoubi, A., & Rad, C. (2019). Biofertilizing effect of *Chlorella sorokiniana* suspensions on wheat growth. *Journal of Plant Growth Regulation*, 38, 644-649.
- Kleitz, K. M., Wall, M. M., Falk, C. L., Martin, C. A., Remmenga, M. D., & Guldán, S. J. (2008). Stand establishment and yield potential of organically grown seeded and transplanted medicinal herbs. *HortTechnology*, 18(1), 116-121.
- Komárek, J., & Komárková, J. (2002). Review of the European *Microcystis morphospecies* (Cyanoprokaryotes) from nature. *Fottea*, 2(1), 1-24.
- Kotan, R. (2020). Tarımda biyolojik çözümler. *Harman Yayıncılık, İstanbul*, 158.
- Kusvuran, S., 2021. Microalgae (*Chlorella vulgaris* Beijerinck) alleviates drought stress of broccoli plants by improving nutrient uptake, secondary metabolites, and antioxidative defense system. *Horticultural Plant Journal*, 7(3), 221-231.
- Küçük, Ç., & Sezen, G. (2019). Cyanobacteria that promote that plant growth and metabolites. *Comm J Biol*, 3, 117-123.
- Küçük, Ç., Uslu, P., & Sezen, G. (2024). *Cladophora* sp. ve Mikoriza Uygulamalarının Mısır Rizosferindeki bazı Toprak Enzimlerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28(2), 189-196.
- Ladygina, V. P., & Iul, G. (2000). Protist plankton from the Khanka lake. *Izvestiia Akademii nauk. Serii Biologicheskaya*, (3), 361-367.
- Mészáros, A., Bellon, A., Pintér, É., & Horváth, G. (1999). Micropropagation of lemon balm. *Plant cell, tissue and organ culture*, 57, 149-152.
- Mahanty, T., Bhattacharjee, S., Goswami, M., Bhattacharyya, P., Das, B., Ghosh, A., & Tribedi, P. (2017). Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 3315-3335.
- Mahmud, A. A., Upadhyay, S. K., Srivastava, A. K., & Bhojiya, A. A. (2021). Biofertilizers: A Nexus between soil fertility and crop productivity under abiotic stress. *Current Research in Environmental Sustainability*, 3, 100063.
- Malliga, P., & Subramanian, G. (2002). Cyanobacterial biofertilizer for sustainable agriculture.
- Mcgimpsey J., 1993. Lemon Balm-Melissa officinalis [Online], Organic Lemon Balm (*Melissa officinalis*) Cultivation in Macedonia 775 Christchurch, New Zealand Institute for Crop & Food Research Limited, New Zealand
- Mcguire, S. (2015). FAO, IFAD, and WFP. The state of food insecurity in the world 2015: meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress. Rome: FAO, 2015. *Advances in Nutrition*, 6(5), 623-624.
- Meftahizade, H., Moradkhani, H., Naseri, B., Lofti, M., & Naseri, A. (2010). Improved in vitro culture and micropropagation of different *Melissa officinalis* L. genotypes. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(3), 240-246.

- Mencherini, T., Picerno, P., Scesa, C., & Aquino, R. (2007). Triterpene, antioxidant, and antimicrobial compounds from *Melissa officinalis*. *Journal of natural products*, 70(12), 1889-1894.
- Messyasz, B., Leska, B., Fabrowska, J., Pikosz, M., Roj, E., Cieslak, A., & Schroeder, G. (2015). Biomass of freshwater *Cladophora* as a raw material for agriculture and the cosmetic industry. *Open Chemistry*, 13(1), 000010151520150124.
- Messyasz, B., Pikosz, M., & Treska, E. (2018). Biology of freshwater macroalgae and their distribution. *Algae Biomass: Characteristics and Applications: Towards Algae-Based Products*, 17-31.
- Mısmıl, N. (2019). *Mikroalg kültürü ile hidroponik kültürün birleştirilmesinin Mentha piperita gelişimine etkisinin belirlenmesi* (Master's thesis, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Michalak, I., & Messyasz, B. (2021). *Cladophora* spp.'nin kısa bir incelemesi: ticari ilginin makroalgleri. *Uygulamalı Psikoloji Dergisi*, 33(1), 133-166.
- Michalak, I., & Messyasz, B. (2021). Concise review of *Cladophora* spp.: macroalgae of commercial interest. *Journal of Applied phycology*, 33(1), 133-166.
- Michalak, I., Baśladyńska, S., Mokrzycki, J., & Rutkowski, P. (2019). Biochar from a freshwater macroalga as a potential biosorbent for wastewater treatment. *Water*, 11(7), 1390.
- Michalak, I., Chojnacka, K., Dmytryk, A., Wilk, R., Gramza, M., & Rój, E. (2016). Evaluation of supercritical extracts of algae as biostimulants of plant growth in field trials. *Frontiers in plant science*, 7, 1591.
- Michalak, I., Dmytryk, A., Schroeder, G., & Chojnacka, K. (2017). The application of homogenate and filtrate from Baltic seaweeds in seedling growth tests. *Applied Sciences*, 7(3), 230.
- Michalak, I., Lewandowska, S., Detyna, J., Olsztyńska-Janus, S., Bujak, H., & Pacholska, P. (2018). The effect of macroalgal extracts and near infrared radiation on germination of soybean seedlings: preliminary research results. *Open Chemistry*, 16(1), 1066-1076.
- Mihajlov, L., Ilieva, V., Markova Ruzdik, N., & Zlatkovski, V. (2013). Organic cultivation of lemon ballm (*Melissa officinalis*) in Macedonia. *Journal of Agricultural Science and Technology A & Journal of Agricultural Science and Technology B*, 3(11), 769-775.
- Mihranyan, A. (2011). Cellulose from cladophorales green algae: From environmental problem to high-tech composite materials. *Journal of Applied Polymer Science*, 119(4), 2449-2460.
- Moorthy, S. K., & Malliga, P. (2012). Effect of cyanospray fertilizer on plant morphological, biochemical characteristics and leaf gel yield of *Aloe barbadensis* miller (*Aloe vera*) in pot experiment. *International Journal of*

- Moradkhani, H., Sargsyan, E., Bibak, H., Naseri, B., Sadat-Hosseini, M., Fayazi-Barjin, A., & Meftahizade, H. (2010). *Melissa officinalis* L., a valuable medicine plant. *J. Med. Plants Res*, 4, 2753-2759.
- Munir, M., Qureshi, R., Bibi, M. & Khan, A. M. (2019). Pharmaceutical aptitude of *Cladophora*: A comprehensive review. *Algal Research*, 39, 101476.
- Mzibra, A., Aasfar, A., Khouloud, M., Farrie, Y., Boulif, R., Kadmiri, I. M., .. And Douira, A. 2021. Improving Growth, Yield, and Quality of Tomato Plants (*Solanum Lycopersicum* L) by the Application of Moroccan Seaweed-Based Biostimulants under Greenhouse Conditions. *Agronomy*, 11(7), 1373.
- Nematian, A., Dalvandi, G. R., & Shariati, M. A. (2014). Effect of planting density and sowing date on the essential oil content and composition of lemon verbena (*Lippia citriodora*).
- Nurzyńska-Wierdak, R., Zawislak, G., & Papliński, R. (2023). Agronomic practices in lemon balm production under temperate climate conditions: raw material yield and active substances content. *Agronomy*, 13(5), 1433.
- Okutan, R. (2024). *NİZİP NANESİ (Mentha spicata) BİTKİSİNİN GELİŞİMİNDE Cladophora glomerata ve Arthrospira (Spirulina) platensis ALGLERİNİN, BİYOGÜBRE OLARAK KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI* (Doctoral dissertation).
- Özdemir, S., Sukatar, A., & Öztekin, G. B. (2016). *Chlorella vulgaris* üretimi ve sera organik domates yetiştiriciliğinde biyogübre olarak kullanımının etkileri. *Journal of Agricultural Sciences*, 22(4), 596-605.
- Özel, A. (1995). Harran Ovası koşullarında farklı dikim zamanlarının bazı nane (*mentha* spp.) çeşitlerinde verim ve kalite kriterlerine etkisi.
- Paerl, H. W., & Otten, T. G. (2013). Harmful cyanobacterial blooms: causes, consequences, and controls. *Microbial ecology*, 65, 995-1010.
- Pascual, J. A., Garcia, C., Hernandez, T., & Ayuso, M. (1997). Changes in the microbial activity of an arid soil amended with urban organic wastes. *Biology and Fertility of soils*, 24, 429-434.
- Pathak, J., Rajneesh, Maurya, P. K., Singh, S. P., Haeder, D. P., & Sinha, R. P. (2018). Cyanobacterial farming for environment friendly sustainable agriculture practices: innovations and perspectives. *Frontiers in Environmental Science*, 6, 7.
- Puglisi, I., La Bella, E., Rovetto, E. I., Lo Piero, A. R., & Baglieri, A. (2020). Biostimulant effect and biochemical response in lettuce seedlings treated with a *Scenedesmus quadricauda* extract. *Plants*, 9(1), 123.
- Qin, B., Zhu, G., Gao, G., Zhang, Y., Li, W., Paerl, H. W., & Carmichael, W. W. (2010). A drinking water crisis in Lake Taihu, China: linkage to climatic variability and lake management. *Environmental management*, 45, 105-112.

- Rachidi, F., Benhima, R., Sbabou, L., & El Arroussi, H. (2020). Microalgae polysaccharides bio-stimulating effect on tomato plants: Growth and metabolic distribution. *Biotechnology reports*, 25, e00426.
- Rastogi, R. P., Sinha, R. P., & Incharoensakdi, A. (2014). The cyanotoxin-microcystins: current overview. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 13, 215-249.
- Renuka, N., Guldhe, A., Prasanna, R., Singh, P., & Bux, F. (2018). Microalgae as multi-functional options in modern agriculture: current trends, prospects and challenges. *Biotechnology advances*, 36(4), 1255-1273.
- Rossi, F., & De Philippis, R. (2016). Exocellular polysaccharides in microalgae and cyanobacteria: chemical features, role and enzymes and genes involved in their biosynthesis. *The physiology of microalgae*, 565-590.
- Saadatnia, H., & Riahi, H. (2009). Cyanobacteria from paddy fields in Iran as a biofertilizer in rice plants. *Plant Soil Environ*, 55(5), 207-212.
- Sadak, A., & Şensoy, S. (2022). Utilization of microalgae [*Chlorella vulgaris* Beyerinck (Beijerinck)] on plant growth and nutrient uptake of garden cress (*Lepidium sativum* L.) grown in different fertilizer applications. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 6(2), 240-245.
- Sadhana, B. (2014). Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) as a biofertilizer-a review. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 3(4), 384-400.
- Saeb, K., & Gholamrezaee, S. (2012). Variation of essential oil composition of *Melissa officinalis* L. leaves during different stages of plant growth. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(2), S547-S549.
- Saglam, C., Atakisi, I., Turhan, H., Kaba, S., Arslanoglu, F., & Onemli, F. (2004). Effect of propagation method, plant density, and age on lemon balm (*Melissa officinalis*) herb and oil yield.
- Saki, A., Mozafari, H., Asl, K. K., Sani, B., & Mirza, M. (2019). Plant yield, antioxidant capacity and essential oil quality of *Satureja mutica* supplied with cattle manure and wheat straw in different plant densities. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(21), 2683-2693.
- Sezen, G., & Küçük, Ç. (2023). Mısır (*Zea mays* L.) ve Mercimek (*Lens culinaris* Medik) Gelişimi Üzerine *Microcystis viridis* ve *Aphanizomenon gracile* Karışımının Etkisi. *Kommagene Biyoloji Dergisi*, 7(2), 141-146.
- Sezen, G., & Küçük, Ç. (2021). *Microcystis viridis* ve *Aphanizomenon gracile* Karışık Kültürün Fiğ, Nohut ve Arpa Gelişimine Etkileri. *Kommagene Journal of Biology*, 5(2), 182-186.
- Shaaban, M. M., El-Saady, A. K. M., & El-Sayed, A. B. (2010). Green microalgae water extract and micronutrients foliar application as promoters to nutrient balance and growth of wheat plants. *J. Am. Sci*, 6(9), 631-636.
- Shariatmadari, Z., Riahi, H., & Shokravi, S. (2011). Study of soil blue-green algae

- and their effect on seed germination and plant growth of vegetable crops.
- Simon, J. E., Chadwick, A. F., & Craker, L. E. (1984). *Herbs, an indexed bibliography, 1971-1980* (pp. 770-pp).
- Singh, J. S., Kumar, A., Rai, A. N., & Singh, D. P. (2016). Cyanobacteria: a precious bio-resource in agriculture, ecosystem, and environmental sustainability. *Frontiers in microbiology*, 7, 529.
- Solomon, W., Mutum, L., Janda, T., & Molnár, Z. (2023). Potential benefit of microalgae and their interaction with bacteria to sustainable crop production. *Plant Growth Regulation*, 101(1), 53-65.
- Suchithra, M. R., Muniswami, D. M., Sri, M. S., Usha, R., Rasheeq, A. A., Preethi, B. A., And Dineshkumar, R. 2022. Effectiveness of green microalgae as biostimulants and biofertilizer through foliar spray and soil drench method for tomato cultivation. *South African Journal of Botany*, 146, 740-750.
- Taiwo, A. E., Leite, F. B., Lucena, G. M., Barros, M., Silveira, D., Silva, M. V., & Ferreira, V. M. (2012). Anxiolytic and antidepressant-like effects of *Melissa officinalis* (lemon balm) extract in rats: Influence of administration and gender. *Indian journal of pharmacology*, 44(2), 189-192.
- Tandeau De Marsac, N., & Houmard, J. (1993). Adaptation of cyanobacteria to environmental stimuli: new steps towards molecular mechanisms. *FEMS microbiology reviews*, 10(1-2), 119-189.
- Taşkın, A. (2019). *Geleceğin alternatif gıda kaynakları ve gıda teknolojileri* (Yüksek Lisans tezi, Namık Kemal Üniversitesi).
- The Herb Society of America, 2007. Lemon Balm: A Herb Society of America Guide, 43 pages.
- Turhan, M. (2006). Hand book of herbal plants, chapter 4. *Melissa officinalis*, 3, 184-245.
- Vaverková¹, Š., Mistríková¹, I., & Farkaš, P. (2012). Qualitative properties of *Melissa officinalis* after the application of Rastim 30 DKV.
- Verma, P. P. S. (2018). Performance of Lemon Balm (*Melissa officinalis*) Cutting under Different Growing Media. *Indian Journal of Hill Farming*, 31(1).
- Virchea, L. I., Gligor, F. G., Frum, A., Mironescu, M., Myachikova, N. I., & Georgescu, C. (2021). Phytochemical analysis and antioxidant assay of *Melissa officinalis* L.(lemon balm). In *BIO Web of Conferences* (Vol. 40, p. 02004). EDP Sciences.
- Warren, C. R. (2008). Rapid measurement of chlorophylls with a microplate reader. *Journal of Plant Nutrition*, 31(7), 1321-1332.
- Wongrat, L., Wongrat, P., & Ruangsomboon, S. (2001). Diversity of freshwater phytoplankton in Thailand (*Chlorophyta* and *Chromophyta*). *Thailand: Department of Fishery Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University*.
- Xiao, M., Li, M., & Reynolds, C. S. (2018). Colony formation in the cyanobacterium

Microcystis. *Biological Reviews*, 93(3), 1399-1420.

- Xiao, M., Willis, A., Burford, M. A., & Li, M. (2017). a meta-analysis comparing cell-division and cell-adhesion in *Microcystis* colony formation. *Harmful algae*, 67, 85-91.
- Xu, F., Zhu, W., Xiao, M., & Li, M. (2016). Interspecific variation in extracellular polysaccharide content and colony formation of *Microcystis* spp. cultured under different light intensities and temperatures. *Journal of Applied Phycology*, 28, 1533-1541.
- Yeşil, M., & Kara, K. (2014). *Mentha spicata* L. ve *Mentha villosa-nervata* Opiz. genotiplerinin tarımsal özellikleri üzerine azot ve fosfor dozlarının etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 3(1), 23-32.
- Youssef, S. M., El-Serafy, R. S., Ghanem, K. Z., Elhakem, A., & Abdel Aal, A. A. (2022). Foliar spray or soil drench: Microalgae application impacts on soil microbiology, morpho-physiological and biochemical responses, oil and fatty acid profiles of chia plants under alkaline stress. *Biology*, 11(12), 1844.
- Zhang, J., Wang, X., & Zhou, Q. (2017). Co-cultivation of *Chlorella* spp and tomato in a hydroponic system. *Biomass and Bioenergy*, 97, 132-138.