

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BİYOSTİMÜLANT OLARAK KULLANILAN YOSUN GÜBRESİ VE
MİKORİZANIN MERCİMEK GELİŞİMİ RİZOSFERDEKİ BAZI
BİYOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ**

Meryem DEMİR

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2023**

Prof. Dr. Çiğdem KÜÇÜK PALA danışmanlığında Meryem DEMİR tarafından hazırlandığı “**Biyostimülant olarak kullanılan yosun gübresi ve mikorizanın mercimek gelişimi ile rizosferdeki bazı biyolojik özelliklere etkisi**” konulu bu çalışma 12 /01/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Harran Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dal'ında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Çiğdem KÜÇÜK PALA

Üye : Pro. Dr. A. Cenap CEVHERİ

Üye: Doç. Dr. Ali ÖZKAN

Bu Tezin Biyoloji Ana Bilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallara Göre Düzenlendiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdür

Bu Çalışma HÜBAP Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 21257

Not: Bu tezde kullanılan özgün başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
3.MATERYAL ve YÖNTEM	9
3.1. Materyal	9
3.1.1. Denemede kullanılan materyal	9
3.2.1. Denemenin kurulması	10
3.2.2.Bitki boy uzunluğu (cm)	10
3.2.3. Kök uzunluğu (cm)	11
3.2.4. Bitki yaş ağırlığı (g/bitki)	11
3.2.5. Bitki kuru ağırlığı (g/bitki)	11
3.2.6. Kök Yaş ve Kuru Ağırlığı (g/bitki)	12
3.2.7. Klorofil tayini	12
3.2.8. Kök bölgesi toprakların bazı mikrobiyolojik özellikleri	12
3.2.8.1. Mikrobiyal toprak solunumu(CO ₂) oluşumu)	13
3.2.8.2. Beta-Glukosidaz enzim aktivitesi	13
3.2.8.3. Dehidrogenaz aktivite	13
3.2.8.4. Alkalın fosfataz aktivitesi	13
3.2.9. İstatistik analiz	14
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	15
4. 1. Araştırma Bulguları	15
4.1.1 Uygulamaların mercimek gelişimi üzerine etkileri	15
4.1.2. Yosun gübresinin farklı dozları ve mikoriza uygulamalarının mercimek klorofil içeriği üzerine etkileri	18
4.1.3. Toprakların bazı mikrobiyolojik özellikleri	19
4.2.Tartışma	22
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	25
5.1. Sonuçlar	26
5.2. Öneriler	28
KAYNAKLAR	28
ÖZGEÇMİŞ	34

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİYOSTİMÜLANT OLARAK KULLANILAN YOSUN GÜBRESİ VE MİKORİZANIN MERCİMEK GELİŞİMİ İLE RİZOSFERDEKİ BAZI BİYOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ

Meryem DEMİR

Harran Üniversitesi
Fen Bilimler Enstitüsü
Biyoloji Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Çiğdem KÜÇÜK PALA
Yıl: 2022, Sayfa:35

Bu çalışmada, mercimek gelişimi ve rizosferdeki bazı mikrobiyolojik özellikler üzerinde yosun gübresi ve mikorizanın ayrı ayrı ve birlikte etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Deneme serada yürütülmüştür. Denemede ticari olarak satılan yosun ve mikoriza gübreleri kullanılmıştır. Biyostimülant olarak satılan sıvı yosun gübresi 50 ml su birlikte mercimek bitki topraklarına dört dozda (%0, %1, %2 ve %4), mikoriza ise 2 dozda uygulanmıştır. Bitkiler ekimden 15 hafta sonra hasat edilmiştir. Mercimeğin bitki yeşil aksam boy uzunluğu, bitki ağırlığı, kök kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, yaprakların klorofil içerikleri, kök bölgesi β glukosidaz, dehidrogenaz, alkalın fosfataz enzim aktiviteleri, CO₂ içeriği incelenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Biyostimülant, mercimek, bitki gelişimi, Rizosferin bazı mikrobiyolojik özellikleri

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECT SEAWEED FERTILIZER AND MYCORRHIZA USED AS A BIOSTIMULANTE ON GROWTH OF LENTIL AND SOME BIOLOGICAL PROPERTIES IN THE RIZOSPHER

Meryem DEMİR

**Harran University
Graduate School Natural and Applied Sciences
Department of Biology**

Supervisor: Prof. Dr. Çiğdem KÜÇÜK PALA

Year: 2022, Page: 35

In this study, it was aimed to determine the effects of algae fertilizer and mycorrhiza separately and together on lentil growth and some microbiological properties in the rhizosphere. The experiment was carried out in the greenhouse. Commercially available seaweed and mycorrhizal fertilizers were used in the experiment. Liquid seaweed fertilizer sold as a biostimulator was applied to lentil plant soils in four doses (0%, 1%, 2% and 4%) together with 50 ml of water, and mycorrhiza was applied in 2 doses. Plants were harvested 15 weeks after planting. Plant weight, root weight, root length, chlorophyll content of leaves, root zone β -glucosidase dehydrogenase, alkaline phosphatase enzyme activities, CO₂ content were examined.

KEYWORDS: Biostimulant, lentil, plant growth, Some microbiological properties of the rhizosphere

TEŞEKKÜR

Tezimin konusunun seğiminde tezimin, deneyimi kurmamda mikoriza gbrenin sıvı yosun gübresinin ayarlamasında tezinin yazma dneminde bana verdiği rehberlik ynlendirmeleri yol gsterici olduğu için rehberlik yaptığı ve bütün yardımları için danışman hocam Prof. Dr. Çiğdem KÜÇÜK PALA hocama çok teşekkür ederim.

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

+M:	Mikoriza uygulanması yapılan
µg:	Mikrogram
Chl:	Klorofil a
Chl:	klorofil b
cm:	Santimetre
g:	Gram
K:	Potasyum
M:	Mikoriza uygulamaları
-M:	Mikoriza uygulaması yapılmayan
ml:	Miligram
N:	Azot
P:	Fosfor

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Denemenin kurulması saksılara toprak doldurulması	9
Şekil 3.2. Mercimek bitkisinin büyüme ve gelişmesi.....	10
Şekil 3.3. Mercimek bitkisinin boy uzunluğunun ölçümü.....	11
Şekil 3.4. Mercimek yeşil aksam ve kök ağırlıklarının ölçülmesi.....	12
Şekil 3.5. Uygulamalara ait saksılarda bazı mikrobiyolojik analiz için alınan örnekler	13

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4.1. Yosun gübresi ve mikoriza uygulamalarının bitki boyuna etkileri (cm).....	15
Çizelge 4.2. Yosun gübresi ve mikoriza uygulamalarının mercimek yeşil aksam yaş ağırlık üzerine etkileri(g/bitki).....	16
Çizelge 4.3. Yosun gübresi ve mikoriza uygulamalarının mercimek yeşil aksam kuru ağırlıkları üzerindeki etkisi (g/bitki)	16
Çizelge 4.4. Yosun gübresinin farklı dozları ve mikoriza uygulamasının kök uzunluğuna etkileri (cm/bitki).....	17
Çizelge 4.5. Mercimek kök yaş ağırlığı üzerine farklı yosun gübresi dozları ile mikoriza uygulamalarının etkileri(g/bitki).....	17
Çizelge 4.6. Yosun gübresi farklı dozları ve mikorizanın mercimek kök kuru ağırlıkları üzerine etkileri (g/bitki).....	18
Çizelge 4.7. Uygulamaların yapraklarda klorofil a ve klorofil b içeriğine etkileri (mg/1000 ml).....	18
Çizelge 4.8. Uygulamaların alkalın fosfataz enzimi aktivitesi üzerine etkileri (mg/PNP/ toprak).....	19
Çizelge 4.9.'da Yosun gübresinin farklı dozları ve mikoriza uygulamalarının kök bölgesi dehidrogenaz aktivite üzerine etkileri (mg TPF/g toprak).....	20
Çizelge 4.10. Beta-glukositaz enzim aktivitesi üzerindeki etkileri (mg p-nitrofenol /100 g toprak)....	21
Çizelge 4.11. Yosun gübresin farklı dozları ve mikoriza uygulamaların mikrobiyal toprak solunumu üzerine etkileri (mg CO ₂ / 100 g toprak).....	21

1. GİRİŞ

Organik tarımsal girdiler insanlara yararlı olabildiği gibi çevreyi de iyileştirmektedir. İklimsel değişimler, pestisitlere karşı dirençliliğin artması, popülasyon artışı ve meydana gelen toprak kayıpları; yeni tarım pratiklerinin uygulanmasına ihtiyaç olduğunu göstermektedir (Ali ve ark., 2021).

Biyostimülant terimi, biyolojik orjinli substratlar veya mikroorganizmalar için kullanılmaktadır; köklere, sprey şeklinde yapraklara ya da her ikisinin kombinasyonu yoluyla bitkilere uygulanabildiği yapılan çalışmada açıklanmıştır (Yakhin ve ark., 2017). Biyostimülantlar, bitkiye yararlı besin içerikleri ile abiyotik ve biyotik streslere toleransı artırarak, etkili olan bitki besin maddelerinin kullanım etkinliğini artırmış; bitki gelişimi için gerekli doğal proseslerin simülasyonunu teşvik etmiştir (Du Jardin, 2012). Algal ekstratlar gübrelere göre ziyade biyostimülantlardır, bitkiye uygulandığında bitki savunması ve gelişmesini stimüle ettikleri bildirilmiştir (Yakhin ve ark., 2017). Son yıllarda deniz yosunu bazlı ekstratların kullanımı tarımsal uygulamalarda artış göstermiştir; karbonhidratlar, amino asitler, fitohormon ve proteinleri içermektedir (Khan ve ark., 2009; Ali ve ark., 2021). Li ve Mattson (2015) yaptıkları çalışmalarında; yosun bazlı stimülantların artan stres toleransına karşın domates ve petunya'nın besin alımı, gelişme, verim artışı tohum çimlenmesi, dormansi ve kök sisteminin gelişimini artırdığını bildirmişlerdir. Tüm bu olumlu etkiler bitki verimliliğini artırmıştır.

Deniz yosunları başta tarımda olmak üzere çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Deniz yosunları makroalgdir. Bazıları coğrafik alanlar için spesifiktir, deniz ve kıyı bölgelerinin bileşenidir (Paraolukovic ve ark., 2019).

Biyostimülant olarak kullanılan kahverengi, yeşil ve kırmızı alglerden kullanılan yosun gübrelere ile yapılan uygulamalar sonucu yüksek verim alınmıştır (Hernandez - Herrera ve ark., 2014).

Mikrobiyal ve mikrobiyal olmayan biyostimülant, uygulanan besinlerin alımını artırmada etkili olmuştur. Ayrıca mikrobiyal ve mikrobiyal olmayan biyostimülantların birlikte uygulama etkilerinin; antagonistik ve sinerjistik olabildiği belirtilmiştir (Colla ve ark., 2015).

Yosun gübresinin içerdiği aktif bileşenlerin besinlerin, amino asitler, vitaminler, şekerler, oksin, gibberillin ve absisik asit gibi büyüme hormonları olduğu yapılan çalışmada belirlenmiştir (Gonzales ve ark., 2013).

Büyüme etmenleri veya düşük ağırlıklı moleküler bileşenlerin (poliamin brassinosteroid gibi) hücrel metabolizmayı etkilediği, mahsul büyümesi ve verimini artırdığı yapılan çalışmada belirlenmiştir (El Boukhari ve ark., 2020).

Yosun gübresinin topraklara uygulanması sonucu toprağın tanecikli yapısını geliştirdiği ve toprağın su tutma kapasitesi artırdığı açıklanmıştır (Ertani ve ark., 2018). Bu sayede bitkilerinin kök sistemlerinin daha iyi geliştiği, topraktaki yararlı mikroorganizma sayısının arttığı, daha havadar bir yapı kazandığı rapor edilmiştir (Ferrol ve ark., 2019).

Biyostimülant olarak kullanılan mikorizanın; bitkinin besin alımı ve kök biyokütlesini artırması sonucu bitkide toplam karbonhidrat, protein içeriği ve fenolik içeriğinin artışına neden olarak bitki üzerinde biyostimülant performansına sahip olduğu açıklanmıştır (Crouch ve Van Staden, 1993).

Ayrıca mikorizalı gübrelerin bitkilerin strese olan tolerans sağlayarak hastalığa karşı dirençlerini artırdığı saptanmıştır (Chen ve ark., 2018).

Arbüsküler mikoriza hiflerinin toprak parçacığı kümeleşmesini iyileştirerek, rüzgar ve su ile toprak erozyonunu da azalttığı ve böylece toprak kalitesini artırdığı da bildirilmiştir (De Pascale ve ark., 2017).

Mikorizanın topraktan sızan besin miktarını sınırlandırdığı, dolayısıyla yeraltı suyunun kirlenme riskini azaltırken besinin tutulmasını desteklediği saptanmıştır (Chen ve ark., 2018; Ertani ve ark., 2018).

Çalışmamızda topraktan uygulanacak sıvı yosun gübresi ve mikoriza uygulanmalarının mercimek gelişimi üzerine olan etkisi ve kök bölgesi (rizosfer) bazı toprak mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimlerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bakteri, mantar(mikorizal mantar), alg(yosun) ve virüs vb. mikroorganizmaları kullanarak bitki gelişimi iyileştiren, soğuk, sıcağa karşı direncini artıran, su tutma kapasitesini artırarak, hastalıklara karşı koruyarak bitki gelişimine katkı sağlayan biyolojik mikro ve makro mikrobiyolojik ajanlara biyostimülantlar adı verilmiştir (Barkın, ark., 2016).

Topraktaki fosforun bir kısmı %30-%70 oranında organik olarak depolanmaktadır. Mikrobiyal aktivite sonucu parçalanarak aktif hale gelmektedir. Toprakta önemli miktarda fosfataz enzimini bulunmaktadır (Küçük ve Güler, 2009). Organik fosfat birleşiklerinin parçalanmasının ise fosfataz ve mikrobiyal fosfataz enzimini aktive ederek organik fosfatı bitkilerin kullanabileceği forma çözümlenerek getirdiği belirtilmiştir (Xie, ve ark., 1996). Birçok bilim adamı tarafından bazı bitki köklerinde bulunan hifleri ile bitkiye azot, fosfor minerallerinin alınımını sağlayan ve bitkiden organik besinleri alan mikorizal mantarlar tespit edilmiştir(Leong, 1986) Mikorizal mantarlar birçok bitki çeşidinin kök hiflerinde sıkça rastlanan mutualist ortak bir yaşam ortamı oluşturarak yaşayan mantar çeşididir ve bitki türleri ile karşılıklı fayda sağlanarak birlikte sürdürürler çoğu, yaşamlarını karşılıklı fayda sağlanarak birlikte sürdürürler(Siddiqui ve ark., 2007).

Mikorizal mantarlar, köklerle toprak mikroorganizmaları arasında etkileşim sağlayarak bitki köklerine azot, fosfor, potasyum gibi makro ve mikro elementlerin alınmasını sağlar(Kucharski ve ark., 1996;Ünlü, H., 2008). Mikorizal mantarlar, morfolojik ve fizyolojik değişiklikler sağlayarak bitki köklerine parazit olan canlılara karşı bir bariyer oluşturup bitki köklerine zarar vermesini engelleyerek kök korumasını sağlamıştır (Allen., 1991). Yüksek oranda bitki ile kök mikorizal mantarlar karşılıklı organik ve inorganik madde alışverişini sağlayarak mutualist bir birliktelik sağlamıştır (Simit ve Read, 2008). Mikorizal mantarların yangın, sel, toprak kayması gibi doğa olayları sonucu zarar görmüş ekolojinin yenilenmesine ve havanın zararlı bileşenlerini azaltmakta bitkiler üzerinde oluşabilecek olumsuz etkinin azalmasına yardım edebildikleri açıklanmıştır (Kothamasi ve ark., 2001; Peterson ve ark., 2004).

Mikorizanın bitkilerin büyümesi, gelişmesi, fizyolojik özelliklerini, tohumların çimlenmesini sağlayan hormonların salgılanmasını artırdığı ve baklagillerden biri olan mercimek köklerinde hifler ile bitkinin ihtiyacı olan besinin alınımını kolaylaştırdığı açıklanmıştır (Allen, 1991). Mikoriza hif hücrelerinin intrasellüler hücre içinde hiflerini artırarak yüzeyini genişleterek yoğun dallanmış yapılar oluşturarak; su, mineral ve besin alınımını artırdığı belirtilmiştir (Smith ve ark., Read, 2008).

Bitki köklerine mikoriza bulaştırıldığında hızlı bir şekilde bitkinin boyunun uzadığı, gelişimini sağladığı, bitkinin çevre koşullarına karşı direncinin arttığı kökte yoğun bir şekilde gelişen mikorizanın, bitkilerin ihtiyacı olan (P) fosfor, azot(N) sağlayarak gelişmesine etkisinin olduğu rapor edilmiştir (Sieverding, 1991; Peterson Faghar, 1994).

Bitki köklerinde yaşayan mikoriza tarafından salgılanan organik bileşikler toprağa geçmekte, zararlı mikroorganizmalara karşı bitkileri koruduğu, mikorizalar toprağa inorganik bileşikleri salgılayarak bitkinin büyüme ve gelişmesine katkı sağladığı belirtilmiştir (Allen ve ark., 1991).

Toprak çeşitlerine, bölgenin uzun süre hakim olduğu hava koşullarına ve toprağın yapısında bulunan organik ve inorganik gibi sınırlayıcı faktörler ile iklimden kaynaklı su ve sıcaklıkta da bitkilerin gelişmesine bağlı olarak mikorizaların etkinliğinin değiştiği bildirilmiştir (Allen, 1991).

Deniz yosunlarının ekstrasının biyogübre olarak uygulanması bitkinin klorofil miktarında artış meydana getirdiği belirtilmiştir (Fan ve ark., 1997; Kuwada ve ark., 1999). Deniz yosunlarının en eski kullanım alanlarından biri yosunları biyostimülant biyogübre olarak tarımda kullanılmasıdır (Milton, ve ark., 1964).

Yosunlar yüksek oranda protein, amino asit, vitamin ve mineral içermesi sebebiyle sıvı yosun biyogübresi olarak kullanılarak bitki büyüme ve gelişmesi için bitkilerin kullanabileceği inorganik bileşikler bitkilere sağladığından için deniz yosunlar birçok ülkede biyogübre olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Blunde,

1991;Chapman, 1980; Cirik, 2011). Deniz yosun özütleri bitkilerin vejetatif ve generatif organlarının da gelişimini sağlar, Ürün verimini artırır, bitki kökünde yaşayan patojen ajanlara karşı direnci artırarak patojen mikroorganizmaların etkinliğini azalttığı yapılan çalışmalarda saptanmıştır (Blunden, 1991; Mouritsen, 2013).

Mercimek en çok ılıman ve subtropik iklim bölgelerinde üretilmektedir. Türkiye 'de en çok mercimek Güneydoğu Anadolu bölgesinde üretilmektedir. Mercimek taneleri yüksek oranda protein, vitamin ve mineral içerir. Yosun gübresinin toprağa uygulanması sonucu toprağın tanecik yapısını geliştirdiği ve toprağın su tutma kapasitesini artırdığı belirlenmiştir (Ertani ve ark., 2018).

Bu sayede bitkilerin kök sistemi daha iyi gelişmekte topraktaki yararlı mikroorganizmaların sayısını artırdığı rapor edilmiştir (Ferrol ark., 2019). Ayrıca bitkiyi yaşlandırmaması ve toprakta kalıntı bırakmaması ile bitkiye ve doğaya için oldukça önemli bulunmuştur (Ferrol ark., 2019).

Büyüme maddeleri ve düşük ağırlıklı moleküller bileşenlerin hepsinin hücresel metabolizmayı etkiledikleri mahsul büyüme ve verimi artırdığı saptanmıştır (El Buhari ve ark., 2020).

Deniz yosunun ekstratlarının ürün verimi ve kalitesi artırdığı yapılan bir çalışmada belirtilmiştir (Ali ve ark., 2020). Ekstraların bitkinin hasada kadar tüm aşamaları ve çimlenmeye olumlu etkilediği açıklanmıştır (Ali ve ark., 2020).

Deniz yosunu ekstralarının domates, Kabak ve kadife çiçeğinde gelişmeyi olumlu yönde etkilediği saptanmıştır (Crouch ve Van Staden, 1993; Aldworth ve Van Staden,1992).

Nodosum ve *K. alvenezi*'nin ekstratları bitki gelişimini; bitkinin besin ve su alımını artırdığı belirtilmiştir(Senthuran ve ark., 2019). *A.nodosum* ve *Laminaria sp*'nin mısır yapraklarına uygulanması sonucu yapraklarda daha fazla Zn, Fe, Cu, Mo,

Ca ve Mg'un kontrole göre daha fazla adsorbe edildiği tespit edilmiştir (Ertani ve ark., 2018). Fei ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada pamuk yapraklarına *A. nodosum*'un püskürtme şeklinde uygulaması sonucu yapraktaki potasyum alımını artırdığı saptanmıştır. Benzer olarak yapılan bir başka çalışmada ise *E. maxima* ile muamele edilen hardal yapraklarında potasyum düzeyinin arttığı incelenmiştir (Di Stasio ve ark., 2017).

Deniz yosunu ekstratlarının fitohormonal aktiviteye sahip olduğu Al-Ghamdi ve ark. (2019) *Ecklona maxima* ekstratlarının ıspanakta sitokinin isopentil Adenin dihidrozeatin, cis-zeatin içeriğinin artırdığı ve dolayısıyla bitki gelişiminin ekstrakt ile muamele sonucu olumlu etkilendiğini açıklamışlardır. Kırmızı, kahverenkli ve yeşil deniz yosunun ile hazırlanan ekstratların domates fidelerine uygulanması sonucu domateste yaprak sayısı, bitki boyu, kök uzunluğunun ve biyomasın artırdığı incelenmiştir (Ali ve ark. , 2019).

Ali ve ark. (2019), Dookie ve ark. (2020) ve El- Yazide ve ark. (2012) tarafından yapılan araştırmalarda; deniz yosunu ekstratlarının domates, biber, fasulyede çiçeklenmede ve verimi artırdığı tespit edilmiştir. Verimdeki artışın konukçu hormonal sentezini indükleyen ve sitokin gibi fitohormonların farklı düzeylerinden kaynaklanabileceği Kulkarni ve ark. (2019) tarafından ifade edilmiştir. Al-Ghamdi ve ark. (2018) ise *A. nodosum* uygulanmış kuşkonmaz bitkilerinde, klorofil içeriği ve fotosentetik oranın arttığı saptanmıştır. Domates ve biberin *A. nodosum*, *S. vulgare* ve ekstratları ile uygulanmasından sonra verim artışı saptanmıştır (Ali ve ark., 2019; Ali ve ark., 2020). Hasat edilen ürün artışına ilave olarak; ekstratların marul, biber, ıspanak, hıyar ve çileğinde besin değerini artırdığı yapılan birçok çalışmada rapor edilmiştir (Ali ve ark., 2012; Kaput ve ark., 2018; Yusuf ve ark., 2019; Xu ve ark., 2015; Vallencia ve ark., 2018).

Macrocystis pyrifera'nın hazırlanan ekstratları hıyara uygulandığında bitkide toplam fenol, antioksidant kapasite, vitamin C içeriği önemli düzeyde artmıştır (Vallencia ve ark., 2018). *A.nodosum* uygulaması üzüm ve çilekte toplam fenolik içerikler ile antosiyaninlerin artışına neden olmuştur (Frioni ve ark., 2018).

Ayrıca Kapur ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada; *A. nodosum* ekstraktların çilek bitkilerine uygulanmasıyla çilekte sukroz ve fruktoz içeriğinin meyve kalitesinin *A. nodosum* uygulanmayan kontrole göre önemli düzeyde artış gösterdiği bildirilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Denemede kullanılan materyal

Çalışmamızda mercimek bitkisi materyal olarak kullanılmıştır. Mercimek tohumları sıvı yosun gübresi ve mikoriza gübresi ticari gübre satan bayilerden temin edilmiştir. Deneme saksıların hazırlanması Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Denemenin kurulması saksılara toprak doldurulması

Denemede kullanılan topraklar, Üniversite kampüsünde daha önce herhangi bir uygulamanın yapılmadığı yerden alınmış, 2 mm'lik elekten evlendikten sonra saksılara doldurulmuştur. Kullanılan toprakların pH'ı 8.08, EC'si 0.95 da/m, organik madde içeriği %1.70'dir. Toprak killi bünyelidir.

3.2 Yöntem

3.2. Denemenin kurulması

Daha önce herhangi bir uygulamanın yapılmadığı yerden alınan topraklar elekten elenerek 3 kg'lık saksılara doldurulmuştur. Mikoriza gübresi tohum yatağına gelecek şekilde verilmiştir ve her saksıya 5 tane mercimek tohumu ekilmiştir. Yosun gübresinin farklı dozlar (%0, (kontrol), %0.2, %0.4 ve %0.1) 50 ml distile suya eklenecek şekilde ekimle birlikte ve çimlenme olduktan sonra olmak üzere iki kez toprağa uygulanmıştır. Denemede 2 tane mikoriza uygulaması (mikorizalı ve mikorizasız), pozitif kontrol olarak NPK içeren gübre kullanılmıştır. 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denememiz tesadüf parselleri deneme desenine göre kontrollü koşullarda kurulmuştur. Ekimden 15 hafta sonra hasat yapılmıştır. Hasat zamanı; bitki boyu ve kök uzunluğu ölçülmüş, yeşil aksam ve kök ağırlıkları belirlenmiştir. Seradaki mercimek bitkilerinin görünümü Şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Mercimek bitkisinin büyüme ve gelişmesi

3.2.2.Bitki boy uzunluğu (cm)

Deneme sonunda her bir saksıdaki 3 adet mercimek bitkisinin boyu, kök boğazından en uzun yaprağa kadar cetvel yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Mercimek bitkisinin boy uzunluğunun ölçümü

3.2.3. Kök uzunluğu (cm)

Hasat sonrası kök boğazından kesilen bitkilerin kökleri sudan geçirilmiş, yıkanmış ve cetvelle ile ölçülerek kök uzunlukları belirlenmiştir.

3.2.4. Bitki yaş ağırlığı (g/bitki)

Hasat edilen ve kökleri kesilen bitkilerin yeşil kısımları terazide tartılarak ağırlıkları gram olarak alınmıştır.

3.2.5. Bitki kuru ağırlığı (g/bitki)

Yaş ağırlıkları belirlenen bitkiler kese kağıtlarına konularak 70 °C' lik etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurtulmuştur. Terazide tartılarak kuru ağırlığı belirlenmiştir.

3.2.6. Kök Yaş ve Kuru Ağırlığı (g/bitki)

Bitkinin kök boğazından kesilen bitki su ile yıkanarak topraktan temizlenmiştir. Kurutma kağıdı üzerinde suyu alınan bitkilerin köklerinin yaş ağırlıkları kaydedilmiştir. Daha sonra kökler sabit ağırlığa gelince kadar 70°C'lik etüvde kurtulmuş ve terazide tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Mercimek yeşil aksam ve kök ağırlıklarının ölçülmesi

3.2.7. Klorofil tayini

Her bir uygulamadan, hasat öncesi alınan yaprak örneklerinde klorofil tayini Arnon (1949)'a göre belirlenerek hesaplanmıştır.

3.2.8. Kök bölgesi toprakların bazı mikrobiyolojik özellikleri

Hasat zamanı her bir uygulamanın olduğu saksıdaki bitkilerin köklerine yapışan topraklar alınarak poşetlere konulmuş ve topraklarda bazı mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Uygulamalara ait saksılardan bazı mikrobiyolojik analiz için alınan örnekler

3.2.8.1 Mikrobiyal toprak solunumu(CO₂) oluşumu)

Kök bölgesi topraklarında solunum Anderson (1982)'in Isermayer yöntemine göre yapılmıştır.

3.2.8.2 Beta-Glukosidaz enzim aktivitesi

Her bir uygulamadaki toprağın beta-glukosidaz aktivitesi Hoffomann ve Hoffomann (1966)'a göre yapılmıştır.

3.2.8.3 Dehidrogenaz aktivite

Her bir uygulamadaki toprak örneklerinin dehidrogenaz aktivitesi Pepper ve ark., (1995)'e göre yapılmıştır.

3.2.8.4 Alkalın fosfataz aktivitesi

Her bir uygulamada toprak örneklerindeki alkalın fosfataz enzim aktivitesi Tabatabani ve Bremner (1969)'a göre yapılmıştır.

3.2.9. İstatistik analiz

Uygulamalar arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla, deneme sonunda elde edilen veriler JMP11 istatistik programında analiz edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4. 1. Araştırma Bulguları

4.1.1 Uygulamaların mercimek gelişimi üzerine etkileri

Yosun gübresinin farklı dozları ve mikorizanın uygulandığı denememizde bitki boyu uygulamalardan etkilenmiş ve uygulamaların bitki boyu üzerine etkileri (Çizelge 4.1).

En yüksek bitki boyu mikoriza ve yosun gübresinin (%0.2) 'lik dozunun birlikte uygulanması ile elde edilmiştir. En düşük bitki boyu yosun gübresinin (%0.4)'lük dozunun yapıldığı uygulamadan alınmıştır.

Yosun gübresinin farklı dozları da bitki boyu üzerine etkili olmuştur. Uygulanan yosun gübresinin farklı dozları üzerinde en etkili doz %1 uygulama dozu olarak belirlenmiştir ($p<0.01$).

Çizelge 4.1. Yosun gübresi ve mikoriza uygulamalarının bitki boyuna etkileri (cm)

Yosun Gübresinin Dozları (%)	Mikoriza Uygulaması (M)		Ortalama
	(+M) mikorizalı	(-M) mikorizasız	
Kontrol (0)	37.6 AB	33.6 AB	35.7
0.2	41 A	32.3 B	36.7
0.4	33.7 B	31.7 B	32.6
1	35.3 AB	36 AB	35.7
NPK	34.7 AB	32.7 B	33.5
Ortalama	35.6 A	33.0 A	

Mikoriza uygulaması ve yosun gübresinin farklı dozlarının mercimek yeşil aksam yaş ağırlıkları üzerine etkileri Çizelge 4.2.'de verilmiştir. En yüksek yaş ağırlık sadece NPK uygulamasında alınmıştır. Bunu mikoriza ve yosun gübresinin %1 dozunun birlikte uygulaması izlenmiştir (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Yosun gübresi ve mikoriza uygulamalarının mercimek yeşil aksam yaş ağırlık üzerine etkileri(g/bitki)

Mikoriza Uygulamaları (M)		Yosun Gübresi (%)	
(+M) mikorizalı		(-M) mikorizasız	Ortalama
7.11 CD	Kontrol(0)	6.47 D	6.79 BC
6.88 D	0.2	7.55 CD	7.21 BC
5.63 D	0.4	7.43 CD	6.53 C
11.10 AB	1	10.43 ABC	10.76 A
7.80 ACB	NPK	11.31 A	9.56 AB
7.79 A	Ortalama	8.40 A	

Mercimek yeşil aksam ağırlığına uygulanan yosun gübresi dozlarının etkilerinde de farklılık belirlenmiştir. En yüksek yeşil aksam ağırlığı %1 uygulama dozunda (11.10 gr) belirlenmiştir. Uygulama dozları kendi aralarında karşılaştırıldığında da farklılıklar ($p<0.01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Yeşil aksam kuru ağırlıkları üzerine uygulamaların etkileri Çizelge 4.3.'de verilmiştir. En yüksek yeşil aksam kuru ağırlık mikoriza uygulanmayan NPK uygulamasında (1.43 gr/bitki) alınmış bunu, sadece yosun gübresinin %1'lik uygulama dozunun kullanıldığı bitkileri (1.39 g / bitki) izlenmiştir (Çizelge 4.3.). Uygulanan yosun gübresi dozları arasında da farklılıklar belirlenmiştir ($p<0.01$).

Çizelge 4.3. Yosun gübresi ve mikoriza uygulamalarının mercimek yeşil aksam kuru ağırlıkları üzerindeki etkisi (g/bitki)

Yosun Gübresi (%)	Mikoriza Uygulamaları		Ortalama
	(+M) Mikorizalı	-Mikorizasız	
Kontrol(0)	0.85 BCD	0.75 DE	0.81 B
0.2	0.70 DE	0.91 BCDE	0.80 B
0.4	0.60 E	0.81 CDE	0.70 B
1	1.24 ABC	1.39 AB	1.31 A
NPK	1.17 ABCD	1.43 A	1.30 A
Ortalama	0,90	1,06	

Yosun gübresi uygulama dozları kendi aralarında karşılaştırıldığında en etkili doz %1 olarak belirlenmiştir, bunu yosun gübresinin %0.4'lük dozu izlemiştir. Kontrolle karşılaştırıldığında ise yosun gübresinin %0.4 ve %1'lik dozları yeşil aksam ağırlığını artırmıştır(Çizelge 4.3.).

Mercimek kök uzunluklarına farklı dozlardaki yosun gübresi ve mikoriza uygulamalarının etkisi Çizelge 4.4.'te verilmiştir. En yüksek kök uzunluğu mikorizanın ve yosun gübresinin %1'lik dozunun birlikte uygulanması ile elde edilmiştir. Mercimek kök Uzunluğuna mikoriza, yosun gübresi dozları ve mikoriza ve yosun gübresi dozlarının birlikte uygulanması istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Yosun gübresinin farklı dozları ve mikoriza uygulamasının kök uzunluğuna etkileri (cm/bitki)

Yosun Gübresi (%)	Mikoriza Uygulanması (M)		Ortalama
	(+M) Mikorizalı	(-M) Mikorizasız	
Kontrol(0)	11 A	9.7 A	11 A
0.2	13 A	10.3 A	11.7 A
0.4	10.3 A	0.10.3 A	10.3 A
1	11.7 A	11.3 A	11.5 A
NPK	11.3 A	12.3 A	11.8 A
Ortalama	11,6 A	11.3 A	

Mercimek kök yaş ağırlığı üzerine uygulamalar arasında farklılık saptanmıştır ($p<0.01$). En yüksek kök yaş ağırlığı mikoriza ile yosun gübresinin %1 uygulama dozunun birlikte uygulanmasından sağlanmıştır (Çizelge 4.5.).

Ayrıca yosun gübresinin farklı uygulama dozları arasında da farklılık belirlenmiş, en iyi kök yaş ağırlığı sırasıyla yosun gübresinin %1 , %0.4 ve %0.2 uygulamalarından elde edilmiştir.

Çizelge 4.5. Mercimek kök yaş ağırlığı üzerine farklı yosun gübresi dozları ile mikoriza uygulamalarının etkileri(g/bitki)

Yosun Gübresi (%)	Mikoriza Uygulaması (M)		Ortalama
	(+M) Mikorizalı	(-M) Mikorizasız	
Kontrol (0)	0.78 B	0.86 B	0.84 AB
0.2	0.65 B	0.97 B	0.80 B
0.4	1.06 AB	0.62 B	0.84 AB
1	1.80 A	0.96 B	1.38 A
NPK	0.70 B	0.70 B	0.70 B
Ortalama	0.96 A	0.83 A	

Yosun gübresinin farklı dozları ve mikorizanın uygulanması sonucu uygulamalardan elde edilen mercimek kök kuru ağırlıkları Çizelge 4.6. verilmiştir.

Çizelge 4.6. Yosun gübresi farklı dozları ve mikorizanın mercimek kök kuru ağırlıkları üzerine etkileri (g/bitki)

Yosun gübresi (%)	Mikorizal Uygulama (M)		Ortalama
	(+M) Mikorizalı	(-M) Mikorizasız	
Kontrol 0	0.09 D	0.010 D	0.05 D
0.2	0.18 ABC	0.15 BCD	0.17 B
0.4	0.15 BCD	0.10 D	0.11 C
1	0.25 A	0.21 AB	0.23 A
NPK	0.12 C	0.14 CD	0.13 C
Ortalama	0.34 A	0.15 B	

Çizelge 4.6.'da görüldüğü gibi kök kuru ağırlığı üzerine en etkili uygulama yosun gübresinin %1'lik dozu ve mikorizanın birlikte uygulanması olarak belirlenmiştir. Kontrol uygulamasında en düşük kök kuru ağırlığı elde edilmiştir. Yosun gübresinin dozları kendi aralarında karşılaştırıldığında farklılık saptanmıştır. Mikoriza uygulamaları arasında da kök kuru ağırlığı üzerine farklılıklar belirlenmiştir. En etkili mikoriza uygulaması; mikorizanın toprağa eklenmesi ile alınmıştır. Uygulamalar arasında mikoriza uygulaması, yosun gübresinin %0.4'lük dozu, mikoriza ve yosun gübresinin %0.4'lük dozu istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

4.1.2 Yosun gübresinin farklı dozları ve mikoriza uygulamalarının mercimek klorofil içeriği üzerine etkileri

Yosun gübresinin farklı dozları ve mikoriza uygulamalarının mercimek klorofil içeriği üzerine etkileri Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Yosun gübresinin farklı dozları ve mikoriza uygulamaları mercimek yapraklarının klorofil a ve klorofil b içeriği üzerine etkili bulunmuştur. Yosun gübresinin %1'lik dozunda en yüksek klorofil a içeriği alınırken, en düşük klorofil a kontrol uygulamasında elde edilmiştir.

Çizelge 4.7. Uygulamaların yapraklarda klorofil a ve klorofil b içeriğine etkileri ($\mu\text{g}/1000 \text{ ml}$)

Yosun Gübresi(%)	+M (Mikorizalı)		-M (Mikorizalı)	
	klorofil a	klorofil b	klorofil a	klorofil b
0 (kontrol)	14.2 F	7.4 G	10.8 G	5.7 H
0.2	16.4 E	11.3 DE	12.0 G	7.6 FG
0.4	20.8 C	16.9 B	16.9 E	8.5 F
1	22.3 B	19.2 A	18.6 D	10.4 E
NPK	32.1 A	15.4 C	19.4 D	12.1 D

Mikoriza uygulaması, mikorizasız uygulamaya göre klorofil a içeriğini artırmıştır. Uygulamalar klorofil b içeriği üzerine etkili bulunmuştur. Yosun gübresi uygulamaları kendi aralarında karşılaştırıldığında en yüksek klorofil b içeriği sırasıyla %1 , %0.4 %0.2 uygulamalarından alınmıştır. En düşük içerik kontrolde belirlenmiştir. Mikoriza uygulaması mikorizasız uygulamaya göre klorofil b içeriğini artırmıştır.

Yosun gübresi ve mikoriza uygulamalarının interaksiyonları incelendiğinde ise en yüksek klorofil a ve klorofil b içerikleri % 1 yosun gübresi ve mikorizanın birlikte uygulanması sonucu elde edilmiştir(Çizelge 4.7.).

4.1.3. Toprakların bazı mikrobiyolojik özellikleri

Çalışmamızda farklı yosun gübresi dozları ile mikoriza uygulamalarının mercimek kök bölgesi topraklarındaki bazı mikrobiyolojik özellikler incelenmiştir. Yosun gübresinin farklı dozları kendi aralarında karşılaştırıldığında mercimek kök bölgesi topraklarının alkalın fosfataz enzim aktivitesi üzerine farklı etki göstermiştir(Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.8. Uygulamaların alkalın fosfataz enzimi aktivitesi üzerine etkileri ($\mu\text{g}/\text{PNP}/\text{g}$ kuru toprak)

Yosun gübresi doz (%)	Mikoriza uygulaması	
	(+M) mikorizalı	(-M) Mikorizasız
Kontrol (I 0)	9.6 F	6.7 J
0.2	10.1 E	7.2 I
0.4	10.5 D	7.8 H
1	12.05 B	8.1 G
NPK	11.2 A	8.2 B

En yüksek alkalın fosfataz aktivitesi NPK uygulamasında ($\mu\text{g}/\text{PNP}/\text{g}$ kuru toprak) alınmıştır. Bunu sırası ile yosun gübresinin % 0.4 ($\mu\text{g}/\text{PNP}/\text{g}$ kuru toprak), %0.2 ($\mu\text{g}/\text{PNP}/\text{g}$ toprak) uygulanması uygulamaları izlenmiştir. En düşük aktivite hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrolden (μg PNP /g toprak) elde edilmiştir. Mikoriza uygulamaları alkalın fosfataz aktivite üzerinde etkili olmuştur. Mikoriza ve NPK gübresi uygulanan topraklarda alkalın fosfataz aktivite

(11.2 µg PNP/g toprak uygulanmayan topraktaki aktiviteye (8.2 µg PNP /g kuru toprak) göre yüksek bulunmuştur. Uygulanan yosun gübresinin farklı dozları mikoriza uygulamaları istatistiki anlamdan farklılık göstermiştir (P<0.001).

Mercimek kök bölgesi dehidrogenaz aktivite üzerinde farklı dozlarda uygulanan yosun gübresi ve mikoriza uygulamalarının etkileri Çizelge 4.9.'da verilmiştir. En yüksek dehidrogenaz aktivite yosun gübresinin % 1'lik dozu ve mikorizanın birlikte uygulanması sonucu alınmıştır (Çizelge 4.9.). Hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrolde en düşük dehidrogenaz aktivite belirlenmiştir (Çizelge 4.9.). Uygulanan gübreler kendi aralarında karşılaştırıldığında en yüksek dehidrogenaz aktivite Mikoriza uygulamasında % 1 'lik uygulamada (9.7 µg TPF /g toprak), % 0,4 (µ g TPF /g toprak) ve 0,2'lik doz (µg TPF g toprak) izlenmiştir. En düşük aktivite kontrolden alınmıştır.

Çizelge 4.9.'da Yosun gübresinin farklı dozları ve mikoriza uygulamalarının kök bölgesi dehidrogenaz aktivite üzerine etkileri (µg TPF/g toprak)

Yosun gübresi yüzdesi (%)	Mikoriza uygulamaları	
	(+M) mikorizalı	(-M) Mikorizasız
Kontrol (0)	2.4 I	1.8 J
0.2	4.7 G	4.3 H
0,4	6.2 D	4.9 F
1	9.7 A	5.1 E
NPK	9.3 B	7.1 C

Mikorizalı ve mikorizasız uygulamalar kendi aralarında karşılaştırıldığında en yüksek aktivite mikoriza uygulamasından alınmıştır. Mikoriza uygulanmayan saksılarda en yüksek dehidrogenaz aktivite sırası ile NPK uygulaması, yosun gübresinin %1, %0.4 ve %0.2 dozlarında alınmıştır. Dehidrogenaz aktivite üzerine uygulamalar arasında farklılık önemli bulunmuştur (p<0.001). Beta-glukosidaz enzim aktivitesi üzerine yosun gübresi ve mikoriza uygulamasının etkisi Çizelge 4.10.'de verilmiştir. En yüksek aktivite NPK ve mikorizanın birlikte verilen uygulamasında alınmış, bunu mikoriza ve % 1 yosun gübresi uygulaması izlenmiştir. Mikoriza uygulamasındaki aktivite mikorizasız uygulamalara göre yüksek bulunmuştur (p<0.001). (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10. Yosun gübresinin. Farklı dozları ve mikoriza uygulamalarının mercimek kök bölgesi topraklarında beta-glukosidaz enzim aktivitesi üzerine etkileri (μg p-nitrofenol /100 g toprak)

Yosun gübresi (%)	Mikoriza Uygulamaları	
	+(M)Mikorizalı	(-M)Mikorizasız
Kontrol (0)	11.2 I	9.1 H
0.2	23.9 G	22. 7 H
0.4	24.8 E	24.2 F
1	35.7 B	25.1 F
NPK	38.7 A	28 C

Çizelge 4.10. incelendiğinde hem mikoriza ilaveli hemde mikorizasız topraklarda yosun gübresinin farklı dozlarının uygulanması beta-glukosidaz aktiviteyi kontrole göre artırmış gübresinin farklı dozları ile mikoriza uygulamalarının mikrobiyal toprak solunumu üzerine etkileri (Çizelge 4.11.)’de verilmiştir. Çizelge 4.11. incelendiğinde; mikoriza ve yosun gübresinin % 1’lik dozu birlikte uygulandığında topraklarda mikrobiyal solunum en yüksek değerde belirlenmiştir. Uygulamaların tümünde kontrole karşılaştırıldığında toprak solunumunda artış elde etmiştir.

Çizelge 4.11. Yosun gübresin farklı dozları ve mikoriza uygulamaların mikrobiyal toprak solunumu üzerine etkileri (μg CO₂ / 100 g toprak)

Yosun gübresi (%)	Mikoriza Uygulamaları	
	(+M) Mikorizalı	(-M) Mikorizasız
Kontrol (0)	26.1 E	18.6 G
0.2	31.7 D	18.9 G
0.4	34.9 C	22.9 F
1	42.8	26.7 E
NPK	34.9 A	24.4 B

Mikrobiyal toprak solunumu değerleri üzerine mikoriza uygulamaları, mikorizasız uygulamaların etkileri yüksek olmuştur. Mikoriza uygulamaları kendi aralarında karşılaştırıldığında mikoriza uygulaması yapılmış topraklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.001$). Uygulanan gübre dozları kendi aralarında karşılaştırıldığında ise NPK Uygulamasında en yüksek değer alınırken, yosun gübresi dozları içinde en yüksek mikrobiyal solunum değeri % 1 yosun gübresi uygulamasında incelenmiştir (Çizelge 4.11.).

4.2.Tartışma

Çalışmamızda kullandığımız yosun gübresinin farklı dozları kontrolle karşılaştırıldığında yeşil aksam ağırlığını, kök ağırlığını arttırmıştır (Çizelge 4.3. ve 4.6.). Sonuçlarımız daha önce farklı bitkilerle yapılan çeşitli çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Selvam ve ark., 2014; Wang ve ark., 2016).

Deniz yosunu gübresinin elma fide gelişimini arttırdığı, su tutma kapasitesini artırarak, toprak yapısını düzenlediği ve içerdiği temel besin elementlerinin topraklara kazandırılmasından kaynaklandığı açıklanmıştır (Wang ve ark., 2016).

Marul, domates, fasulye gibi birçok türün tohum çimlenme üzerine yosun ekstraktlarının etkisi ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Demir ve ark., 2006; Ashok-Kumar ve ark., 2012; Kalaivanan ve Venkatesalu, 2012; Hernandez-Herrera ve ark., 2013). Deniz yosunu ürünleri, bitki gelişmesini stimüle eden aktiviteleri arttırdığından, bitkisel üretiminde biyostimülantların deniz yosunu formasyonlarının kullanımı artmıştır (Hernandez-Herrea ve ark. 2013; Wang ve ark., 2016).

Sıvı yosun gübresinin bitki metabolizmasını etkileyen absisik asit, oksin, gibberallin, vitamin, amino asit, makro ve mikro elementlerini içerdiği çeşitli çalışmalarda açıklanmıştır (Crouch ve Van Staden, 1993; Stirk ve ark., 2004). Hernandez-Herrera ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada sıvı yosun gübresinin % 1, % 0.2 ve % 0.4 dozlarının domates gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmacılar tohum çimlenmesi de etkili olan yosun gübresi dozları mı ayrıca kök ağırlığı kök uzunluğu, yeşil aksam boyu üzerinde de oldukça etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda kullanılan sıvı yosun gübresinin uygulama dozlarının kök yaş ağırlığı, kök uzunluğu, yeşil aksam ağırlığı ve bitki boyunu arttırmaları araştırmacıların bulguları ile uyumludur. Yosun gübresi ekstraktlarının; strese dirençli etkileri ve gelişmeyi teşvik etmelerinden dolayı, tarımsal ürünlerde biyostimülant olarak kullanımlarının yaygın olduğu açıklanmıştır (Chen ve ark., 2021).

Yosun ekstraktlarının bitki gelişimi ve toprak yönetimine yararlı etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar mevcuttur. Toprak mikroorganizmalarının metabolik aktivitelerini ve topraktaki koloni sayısının yosun gübresi uygulaması sonrası arttığı, sonuçta

bitkinin kök ve yeşil aksam gelişiminin arttığı yapılan çalışmada bildirilmiştir (Alam ve ark., 2013).

Yosun gübresi uygulamalarının bitkiler tarafından toprak besinlerinin absorpsiyonu arttırdığı ve dolayısıyla bitki gelişimini stimüle ettiği ve ürün veriminin arttırdığı rapor edilmiştir (Renault ve ark., 2019; Boukhari ve ark., 2020).

Yosun gübresi uygulamalarının kloroplastların biyogenesindeki artıştan klorofil içeriğinin arttığı Vanin ve ark. (2013) tarafından yapılan bir araştırmada saptanmıştır. Araştırmacılar, bitkinin gen regulasyonun etkilenmesi veya direk işleviyle, aktif substratın kompleks olmasından, bitki gelişimi üzerine yosun gübresinin stimüle edici etkilerinin olduğunu açıklamışlardır (Arioli ve ark., 2015).

Çalışmamızda da yosun gübresinin farklı dozlarının kontrole göre klorofil içeriğini arttırdığı belirlenmiştir. Klorofil-a ve klorofil-b içeriği en yüksek %1 yosun gübresinin uygulandığı dozda belirlenmiştir. Sonuçlarımız Vanin ve ark. (2013) tarafından açıklanan bulgular ile de desteklenmektedir.

Yosun ekstraktlarının stres koşullarında da ıspanak (Xu ve Leskovar, 2015) mısır (Trivedi ve ark., 2018 a, b), hıyar (Spann ve Little, 2011) ve şeker kamışı (Chen ve ark., 2021) gelişimi olumlu olarak etkilediği belirlenmiştir. Yosun gübresi uygulamalarının kimyasal gübre ve girdisini azalttığı, şeker verimini artırdığı rapor edilmiştir (Deshmaukh ve Phonde, 2013; karthikeyan ve Shanmugam, 2017).

Kumari ve ark., (2013) granüller deniz yosunun uygulanması sonucu, domates gelişiminin arttığını rapor etmişlerdir. Norrie ve Keathley (2005); *Ascophyllum nodosum* ekstraktının asma ile muamelesi sonucunda üzüm veriminin arttığını açıklamışlardır. Ayrıca Singh ve ark. (2018b) tarafından yapılan araştırmada, şeker kamışına yosun gübresi uygulamasının global iklim değişikliğinin olumsuz etkisini azalttığı biyostimülant olarak kullanımının arttığı, karbondioksit emisyonunun azaldığı belirtilmiştir.

Toprak enzimleri besin döngü ile ilişkilidir ve aktiviteleri toprak verimliliği bakımında oldukça önemlidir (Wang ve ark., 2016).

Üreaz ve fosfataz azot ve fosforun mineralizasyonda önemli rol oynarken invertaz ve proteinaz karbon döngüsünde önemli olarak belirlenmiştir (Gianfeda ve ark., 2005). Bu enzimlerin tümü toprak verimliliğine katkı sağlamakta ve aktiviteleri toprak biyokimyasal fonksiyonlarda rol oynamaktadır (Acosta-Martinez ve ark.,

2007). Gianfeda ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada; sürekli mısır tarımı yapılan toprakların düşük organik madde içerdiği, düşük dehidrogenaz, invertaz, arilsülfataz ve beta-glukosidaz aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir. Sonuçlarımıza göre; sıvı yosun gübresi uygulamalarının mercimek gelişimini artırdığı, toprakların enzim aktivitelerini de olumlu yönde etkilediği incelenmiştir (Çizelge 4.9. ve Çizelge 4.10.).

Enzim aktivitelerinin en düşük değerleri hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrollerden alınmıştır. Toprağın sıvı yosun gübresi ile gübrenmesi mevcut besinlerin konsantrasyonunu artırmış olabilir. Uygulama dozları sonucu elde edilen enzim aktivitelerinde belirlenen farklılıklar ise; kök sızıntıları, mikroorganizmaların kalite ve türündeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Toprakların mikrobiyal komünitelerinin toprak sisteminin fonksiyonu ve stabilitesi ile ilişkili olduğu; enerji akışı, besin döngüsü, organik maddenin dekompozisyonunda rol oynadığı Z hang ve ark. (2012) tarafından açıklanmıştır.

Uygulanan mikoriza ve farklı yosun gübresi dozları topraktaki mikrobiyal popülasyonu etkilemiş olabilir. Bu nedenle, topraklarda farklı türdeki mikroorganizmaların sayılarında artış olduğundan enzim aktivitelerinde de farklılık elde edildiği sonucuna varmaktayız.

Hammer ve ark. (2011) tarafından yapılan bir araştırmada; toprak yapısı, toprak verimliliğini olumlu yönde etkileyen ve bitki gelişimini teşvik eden biyostimülant mikorizanın topraklara eklenen organik materyaller tarafından stimüle edildiği rapor edilmiştir.

Çalışmamızda da mikoriza uygulanan saksılardaki topraklarda mikrobiyal solunum, beta-glukosidaz, alkalın, fosfataz, dehidrogenaz, aktivitede artış olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla Hammer ve ark. (2011) 'nın bulguları bizim sonuçlarımızı desteklemektedir.

Topraklardaki rizosferik enzimatik aktiviteyi antibiyotikler, pestisitler, ağır metaller, toprakların kullanımı, organik atıklar gibi önemli faktörlerin etkilediği açıklanmıştır (Liu ve ark., 2009; Serdar ve ark., 2007).

Toprak enzim aktiviteleri toprak mikrobiyal gelişmenin indikatörleri olarak kullanılmaktadır (Chen ve ark., 2020). Chen ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmalarda yosun gübresinin dehidrogenaz aktiviteyi nitrat redüktaz, sellülaz, üreaz aktivitesini artırdığı bildirilmiştir.

Çalışmamızda da dehidrogenaz, beta-glukosidaz, alkalın fosfataz ve mikrobiyal solunumun yosun gübresi uygulamaları ile artış göstermesi yapılan araştırmaların bulguları ile uyumludur.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

En yüksek bitki boyu mikoriza ve yosun gübresinin %2'lik dozunun birlikte uygulanması elde edilmiştir. En düşük bitki boyu yosun gübresinin %0,4'lik doz uygulanmasında elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması ve yosun gübresinin farklı dozlarının mercimek yeşil aksam yaş ağırlığı üzerine en etkili uygulamanın mikoriza ve %1 yosun gübresinin birlikte uygulanması olmuştur. Mercimek yeşil aksam ağırlığına uygulanan yosun gübresi dozlarının etkilerinde farklılık belirlenmiştir. Uygulama dozları kendi arasında karşılaştırıldığında da farklılıklar ($p<0.001$) istatistik olarak önemli bulunmuştur. En yüksek yeşil aksam kuru ağırlığı mikoriza uygulanmayan NPK uygulamasından ve %1'lik yosun gübresinin uygulanmasıyla elde edilmiştir. Kontrolle karşılaştırıldığında ise yosun gübresinin %1'lik doz yeşil aksam ağırlığını artırmıştır. En yüksek kök yaş ağırlığı mikoriza ve yosun gübresinin %1 uygulama dozunun birlikte uygulanmasıyla elde edilmiştir. Kök kuru ağırlığı üzerine en etkili uygulama yosun gübresinin %1'lik dozu ve mikorizanın birlikte uygulanmasıyla elde edilmiştir. Kontrol uygulamasında en düşük kök kuru ağırlığı elde edilmiştir. Yosun gübresi uygulamaları arasında mikoriza dozları kök kuru ağırlığı arasında farklılıklar saptanmıştır.

Yosun gübresinin farklı dozlarının ve mikoriza uygulamalarının mercimek yapraklarının klorofil a ve klorofil b içeriği üzerine etkili bulunmuştur. Yosun gübresinin %1'lik dozunda en etkili klorofil a içeriği alınırken en düşük klorofil a kontrolde elde edilmiştir. Mikoriza uygulaması mikorizasız uygulamaya göre klorofil a içeriği artırmıştır. Uygulamalar klorofil b içeriğini üzerine etkili bulunmuştur. Yosun gübresi uygulamaları kendi aralarında karşılaştırıldığında klorofil b içeriği sırasıyla %1, %0.4 ve 0.2 uygulamalarından alınmıştır. En düşük içerik kontrolde belirlenmiştir. Mikoriza uygulaması mikorizasız uygulamaya göre klorofil b içeriğini artırmıştır. Çalışmamızda farklı yosun gübresi dozları ile mikoriza uygulamalarının mercimek kök bölgesi topraklarındaki bazı mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Yosun gübresinin farklı dozları kendi arasında karşılaştırıldığında mercimek kök bölgesi topraklarının alkalın fosfataz enzim aktivitesinde farklı etki göstermiştir. En yüksek alkalın fosfataz enzim aktivitesine NPK uygulamasında kuru topraktan

alınmıştır. Bunu sırası ile yosun gübresinin %1, %0.4 ve %0.2 dozları izlemiştir. En düşük aktivite hiçbir dozun uygulanmadığı kontrolden elde edilmiştir. Mikoriza uygulanan topraklardan alkalın fosfataz aktivitesi toprak uygulanmayan topraktaki aktiviteye göre yüksek bulunmuştur.

Mikoriza ve kök bölgesi dehidrogenaz aktivite üzerinde farklı dozlarda uygulanan yosun gübresi ve mikoriza uygulamalarının etkileri verilmiştir. En yüksek dehidrogenaz aktivite yosun gübresinin %1'lik dozu ve mikorizanın birlikte uygulamasından elde edilmiştir.

En yüksek beta-dehidrogenaz aktivitesi NPK ve mikorizanın birlikte uygulanmasından alınmıştır, bunu izlemiştir. Mikoriza ve yosun gübresinin %1'lik doz yosun gübresi uygulamasından saptanmıştır. Mikoriza uygulamadaki aktivite mikorizasız uygulamalara göre yüksek tespit edilmiştir.

Yosun gübresinin farklı dozları ve mikoriza uygulamalarının mercimek kök bölgesi topraklarında Beta-glukosidaz enzimin aktivitesi üzerine incelendiğinde hem mikorizalı ilaveli hemde mikorizasız topraklarda yosun gübresinin farklı dozlarının uygulamasının beta-glukosidaz aktiviteyi kontrole göre artırmıştır. Mikoriza ve yosun gübresinin %1'lik dozu ile birlikte uygulandığında mikrobiyal solunum en yüksek değerde belirlenmiştir. Uygulamaların tümünde kontrole karşılaştırıldığında ise NPK uygulamasında en yüksek değer alınırken, yosun gübresi dozları içinde en yüksek solunum değeri %1'lik yosun gübresi doz uygulanmasında elde edilmiştir.

Yosun gübresi ve mikorizanın birlikte ve ayrı ayrı dozlarda uygulandığında kontrole göre önemli ölçüde mercimeklerin gelişimlerine olumlu yönde etki etmiştir. Mercimek labovatuvar ortamında yosun gübresi ve mikorizanın birlikte kullanılabileceğinin mercimek gelişimine ve toprak biyolojisindeki enzimlerin gelişimine de olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

5.2. Öneriler

Yapılan çalışmalarda biyostimülant olarak kullanılan yosun gübresi ve mikorizaya çalışmamızda yer yerilmiş olup, laboratuvarında kontrollü koşullarında mercimek bitkisinde, toprak biyolojisine ve bitki gelişimine etkisi farklı dozlarda uygulanmak suretiyle ölçülmüş ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Birçok dezavantajı barındıran inorganik gübrelere alternatif olabilecek yosun gübresi ve mikorizanın tarımsal uygulamalarda kullanılması için tarla koşullarındaki etkinliğine bakılması gerekmektedir. Tarla koşullarında mercimek bitkisinin biyotik ve abiyotik stres faktörlerine dayanımı, biyostimülantların rizosfer bölgesindeki patojenleri baskılama potansiyelinin ölçümü için aynı şekilde tarla denemelerine ihtiyaç duyulacaktır. Bu çalışma ile tarla denemeleri için temel oluşturulmuştur.

KAYNAKLAR

- ACOSTA -MARTÍNEZ, V., CRUZ, L., SOMOMAYOR-RAMÍREZ, D. and PEREZ-ALEGRÍA, L. 2007. Enzyme activities as effected bu soil proterties and use in tropical watershed. Appl. Soil Ecol. 35:35-45.
- ALAM, M. Z., BRAUN, G., NORRÍE, J. and HODGES, D. M. 2013. Effect of *Ascophyllum* extract application on plant growth, fruit yield and soil mikrobial communities of strawberry. Can J. plant Sci. 93: 23-36.
- ALDWORTH, S.J., and VAN STADEN, J. 1997. The Effect of seaweed concentrate on seedling transplants . S. Afr. J. Bot. 14:721-728
- AL-GHAMDÍ, A.A., ELANSARY, H.O. 2018. Synergetic effects of 5-aminolevulinic acid and *Ascophyllum nodosum* seaweed extract on *Ascoparagus phenolic* and stressrelated genes under saline irrigation. Plant physiol. Biochem.
- ALÍ, O., RAMSUBHANG, A., and JAYARAMAN, J. 2019. Biostimulatory activities of *Ascophyllum nodosum* extract in tomato and sweet pepper cops in a tropical environment. Plos One 14,eO2216710.
- ARİOİL, T., MATTANER, S.W. and WİNBERG, P.C. 2015. Application of seaweed extracts in australian agriculture: past, present and figürz
- ASHOK-KUMAR, N., VANLALZARZOVA, B., SRİDHAR, S. and BALUSWAMİ, M. 2012. Effect of liquid seaweed fertilizer of sargassum wightii Grev. On the growth and biochemical content of green gram (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek).Rec. Res. Sci. Tech. 4: 40-45.
- ATASEVEN, Y. Ve GÜNEŞ, E. 2008. Türkiye’de İşlenmiş Organik Tarım Ürünleri Üretimi ve Ticaretindeki Gelişmeler. U. Ü. ZİRAAT FAKÜLTESİ Dergisi, Cilt 22 Sayı 2, 25-33.
- AYHAN, Y. 2009. Mikoriza arbusküler mikorizanın bitki sağlığı ilişkileri ADU Ziraat Fakültesi Dergisi. 6(1):91-101.
- AYHAN, Y. 2009. Mikoriza ve arbüsküler mikoriza bitki sağlığı ilişkileri. ADU Ziraat Fakültesi Dergisi. 6(1):911-101.
- AYLA, K. 2019. Tuz Stresi altında ekinezyan’ da deniz yosunun büyüme parametreleri fiziksel ve kimyasal parametreler fizyolojik ve biyokimyasal değişimler üzerine etkisi Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü Tarla bitkileri anabilim dalı Yüksek lisans Tezi 25-52.
- BARKIN, K., and BURÇİN, Ç. 2016. Biyostimülantların sınıflandırılması ve Türkiye’nin durumu. Çukurova Tarım Bilim Dergisi./Çukurova J. Agric. Food. Sci. 31(3):185-200.
- BARKIN, K., ve BURÇİN, Ç., 2016. Biyostimülantların Sınıflandırılması ve Türkiye’deki Durumu. Çukurova Tarım Gıda Bil. Der. 31(3):185-200.
- BODDEY, . RM., BALDANI, VLD., BALDANI, J. and DÖBEREİNER, J. 1986. Effect of inoculation *Azospirillum* spp. on nitrogen accumulation by field-grown wheat. Plant Soil 95(1): 109-21. <https://dpi.org/10.1007/BF02378857>.
- BOUKHARİ, M.E.M.E., BARAKATE, M., BOUHİA, Y. and LYAMLOULİ, K. 2020. Trende in seaweed extract based biostimulants: manufacturing process and beneficial effect on soil plants. plants. 9: 359.
- BUYER, J.S., ROBERTS, D.P. and RUSSEK-COHEN, E. 2002. Soil and Plant Effect on Mikrobial Commumity Structure , Can , J. Mikrobiol 48:955-964.

- CHEN, D., ZHOU, W., YANG, J., Ao, J., HUANG, Y., SHEN, D., JIANG, Y., HUANG, Z. and SHEN, H. 2021. Effect of seaweed extract on the growth, physiological activity, cane yield and sucrose content of sugarcane in China. *frontiers in plant Science*. 12:1-13.
- CHEN, M., ARATO, M., BORGHI, L., NOURI, and E., REINHARDT, D. 2018. Beneficial services of arbuscular mycorrhizal fungi from ecology to application. *Front. Plant Sci.* 9, 1270.
- CHEN, Y., LI, J., HUANG, Z., SU, G., Li, X., SUN, Z., and Qin, Y. 2020. Impact of short term application of seaweed fertilizer on bacterial diversity and community structure, soil nitrogen contents and plant growth in maize rhizosphere soil. *Folia Microbiol.* 65, 591-603.
- CROUCH, I. J., and VAN STADEN, J. 1993. Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. *Plant Growth Regul.* 13, 21-29.
- CROUCH, O. J. and VAN STADEN, J. 1993. Evidence for the presence of Plant Growth Regul. 13: 21-29.
- ÇAKMAKÇI, R., 2005. Bitki Gelişiminde Fosfat Çözücü Bakterilerin Önemi . Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 19(35):93-108.
- ÇÖKMÜŞ, C., 2010. Mikroorganizmaların Biyolojisi. Palme yayınları, No: 532, ANKARA.
- DAMLA, B. Ö., and OSMAN, Ş. 2017. Farklı gelişim döneminde uygulanan deniz yosunu gübresinin domates bitkisinin gelişim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi Cilt. 6 sayı:235-242.*
- DE PASCALE, S., ROUPHAELE, Y., and COLLA, G. 2017. Plant biostimulants : innovative tool for enhancing plant nutrition in organic farming. *Eur. J. Hortic. Sci.* 82, 277-285.
- DEMİR, N., DURAL, B., and YILDIRIM, K. 2006. Effect of seaweed suspensions on seed germination of tomato, pepper and aubergine. *J. Biol. Sci.* 6: 1133.
- DESHMAUKH, P.S., and PHONDE, D.B. 2013. Effect of seaweed extract on growth yield and quality of sugarcane. *Int. J. Agric Sci.* 9: 750-753.
- DÍ STASÍO, E., ROUPHAEL, Y., COLLA, G., RAÍMONDÍ, G., GIORDANO, M., PANNÍCO, A., EL—NAKHEL, C., DE PASCALE, S. 2017. The influence of *Eclonia maxima* seaweed extract on growth , photosynthetic activity and mineral composition of *Brassica rapa L. ssp. Sylvestris* under nutrient stress conditions. *Eur. J. Hortic. Sci.*
- DOBBELAERE, S., CROONENBORGH, A., THYS, A., PTACEK, VANDERLEYDEN, J., and AL., 2001. Responses of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum* *Aust J. Plant physiol* 28:871-879.
- DOLUN, L. 2003. Organik tarım Türkiye Kalkınma Bankası A.S. Araştırma müdürlüğü, Ankara.
- DOOKIE, M., ALI, O., RAMSUBHAG, A., JAYARAMAN, J. 2020. Flowering gene regulation in tomato plants treated with Brown seaweed extracts. *Sci. Hortic. Amst.*
- DÖBEREİNER, J., BALDONI, V. L. D., REIS, V.M., 1995. Endophytic occurrence of diazotrophic bacteria in non-leguminous crops. In *Azospirillum* VI and related microorganisms. Pp. 3-4 Springer-Verlag. Berlin.
- DU JARDİN, P. 2012. The science of plant biostimulants- A Bibliographic Analysis, Ad. Hoc. Study Report, European Commission: Brussels, Belgium. P. 22.
- EL BOUKHARI, M. E. M., BARAKETE, M., BOUHIA, Y., and LYAMLOULIK, K. 2020. Trends in seaweed extract based biostimulants: Manufacturing process and beneficial effect on soil-plant systems. *Plants* 9,359.

- EL-YAZIED, A., EL- GIZAWY, A.M., RAGAB , M.I., HAMED, E.S. 2012. Effect of seaweed extract and compost treatments on growth, yield and quality of snap bean. J. Am. Sci. 8, 1-20.
- ERTAMİ, A., FRANCIOSO, O., TINTI, A., SCHIAVON, M. PIZZE-GHELLO, D., and 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 morfological approaches. Front Plant Sci. 9, 428.
- FEI, H., CROUSE, M. PAPADOPOULOS, Y., VESSEY, J. 2017 . Enhancing the productivity of hybrid poplar (*Populus hybrid*) and switchgrass (*Panicum virgatum* L.) by the application of beneficial soil microbes and a seaweed extract. Biomass Bioenergy.
- FERROL, N., AZCON- AGUİLAR, C., and PEREZ -TIENDA, J. 2019.Arbuscular Mycorrhizas a key players in sustainable plant phosphorus acquisition : An overview on the mechanisms involved. Plant Sci. 280, 441-447.
- FRIONI, T., SABATINI, P, TOMBESI, S., NORRIE, J., PONI, S., GATTI, M., PALLIOTTI, A. 2018. Effects of A biostimulant derived from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* on ripening dynamics and fruit quality of grapevines. Sci. Hort.
- GIANFREDA, L., RAN, M.A., PIOTROWSKA, A., PALUMBO, G. ve COLOMBO, C. 2005. Soil enzyme activities as effected by anthropogenic alterations: invensive agricultural practices and organic pollution. Sc. Ten. 341: 265-279.
- GONZALES, A., CASTRO, J., VERA, and J., MOENNE, A. 2013. Seaweed oligosaccharides stimulant plant growth by enhancing carbaon and nitrogen assimilation, basal metabolism and cell division. J. Plant Growth Regul. 32, 443-448.
- GOVEDARICA, M., MIOSEVIC, N., JARAK, M. KUZEVSKI, J., KRSTANOVIC, S., and KRUNIC, V., 2002. Bakterizacija kao mera borbe protiv rizomanje secerne repe. Zbornik radova Instituta zaratarstvo 36:33-42.
- GÜLDEN, S.E., and EMİNE, E.K. 2014. Mikoriza konusunda Türkiye’de yapılan çalışmalar . Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre ve Peyzaj Bölümü. Türkiye Bilimsel Derleme Dergisi7(2):55-65. www.nobel.gen.tr.
- HAMMER, E.C. , NASR, H. and WALLANDER, H. 2011. Effect of different organik materials and mineral nutrients on arbuscular mycorrhizal fungal growth in a *Mediterranean saline* dryland. Soil Biol. Biochem. 43: 2332-2337.
- HERNANDEZ- HERRERA, R.M., SANTACRUS-RUVALCABA, F., RUIZ-LOPEZ, M. A., NORRIE, J. and HERMANDEZ-CARMONA, G. 2013. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). J. Appl. Phycol. 5: 1-10.
- HERNANDEZ-HERRERA, R.M., SANTACRUZ-RUVALCABA, F., RUIZ-LOPEZ M.A., NORRIE, J., and HERNANDEZ -CARMONA, G. 2014. Effect of liquid seaweed. Extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersiyum* L.). J. Appl. Phycol. 26, 619-628.
- HODGE, A.,2000. Microbial ecology of the arbuscular mycorrhi. FEM Microbial Ecol. 32,91-96.
- İHSAN, A., YİĞİT, Ş., and HASAN, K. 2011. Deniz marulunum (*Ulva sp.*) sıvı organik gübre olarak değerlendirilmesi. Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü/ The Black Sea Journal of Sciences. 55-62.
- İKNUR, A. 2011: CİRİK, ve ark., 2010. Sucul ortamın ekonomik bitkileri; makro alg. Dünya gıda dergisi. Aralık 2015. Bilimsel Makale

- JANİN, L., ARKOUN, M., ETIENNE, P., LAİNE, P., GOUX, D. and GARNİCA, M. 2013. Brassica nopus growth is promoted by *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. seaweed extract: microarray analysis and physiological characterition of N, C and S metabolisms. V- Plant Growth Regul. 32: 31-52.
- KALAİVANAN, C. And , VENKATESALU, V. 2012. Utilizartion of seaweed *Sargassum myriocystum* extract as a stimulant of seedlings of *Vigna mungo* (L.) Hepper. Span. J. Agric. Res. 10, 446-470.
- KARAÇAL, İ. ve TÜFENKÇİ Ş, 2010. Bitki Beslenmede Yeni Yaklaşım ve Gübre – Çevre İlişkisi S. 264 <http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/fc64354454711c9>
- KARTHİKEYAN, K. And SHANMUGAN, M. 2017. The effect of potassium rich biostimulant from seaweed *Kappaphycus alvarezii* on yield and quality of cane and cane juice of sugarcane var. Co 86032 under plantation and ratoon crops. J. Appl 29: 3245.
- KAVAMURA, VN., SANTOS, SN SİLVA, JL., DA PARMA, MM., AVİLA, LA., VİSCONTİ, A., ZUCCHİ, T., DOMİNGUES, T., RODRİGO, G., ANDREOTE, FD. and DE MELO, İs 2013. Screening of Brazilian cacti rhizobacteria for plant growth promototion under drought. Microbial Res. 168(4):183-191. <https://dpi.org/10.1016/j.micres.2012.12.002>
- KHAN, W., RAYİRATH, U.P., SUBRAMANİAN, S., JİTHESH, M.N., RAYORATH, P., HODGES, D.M., CRİTCHLEY, A.T., CRAİĞİE, J.S., NORRİE, J., and PRİTHİVİRAJ, B. 2009. Seaweed extracts as biostimulant of plant growth and development . J. Plant Growth Regul. 45, 112-134.
- KUCHARSKİ, J., CİECKO, Z., NİEWOLAK, T. and NİKLEWSKA-LARSKA, T. 1996. Activity of Mocroorganismism in Soil of Different Agricultural Usefulness Complexes Fertilized with Mineral Nitrogen. Acta Acad. Agric. Tech. 62:25-35.
- KULKARNİ M.G., RENGAGAMY, K.R.R., PENDOTA , S.C., GRUZ, J., PLACKOVA, L., NOVAK, O., DOLEZAL, K., VAN SADEN, J. 2019. Bioactive molecules derived from smoke and seaweed *Ecklonia maxima* showing phytohormone like aktivite in *Spinacia oleracea* L. N. Biotechnol.
- KUMARİ, R., KAUR, İ., and BHATNAGAR, A. 2013. Enhancing soil healtha and productivity *Lycopersicum esculentum* Mill. Using *Sargassum johnstonii* Setchell Gardner as a soil conditioner and fertilizer J. Appl. Phycol. 25, 1225-1235.
- KÜÇÜK, Ç., GÜLER, I., 2009. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bazı Biyokontrol Mikroorganizmalar. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi, TR. Cilt. 07 Sayfa:30-42.
- LEONG, J., 1986. Siderophores: their biochemistry and possible role in the biocontrol plant pathogens. Annu Rew. Phytopathol. 24, 187-209.
- Lİ, Y., and MATTSO, N.S. 2015. Effects of seaweed extract application rate and method on post production life of petunia and tomato transplants. Hort tecnology. 28, 168-173.
- LİU, F., YİNG, G. G., TAO, R., ZHAO, J. L., YANG, J. F. And ,ZHAO, L.F. 2009. Effect of six selected antibiotics ön plant growth and soil microbial and enzymatic activities. Environ pollut. 157, 1636-1642.
- MEHMET, B. 2012. Bitki hastalık etmenleri ile biyolojik mücadelenin başarısını artırmada mikoriza'nın rolü/Role of mycorriza to enhaance success on biological control of plant diseasea. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü. Türk Biyo. Müc. Dergi., 2011, 2(2):139-174. Derleme(Review).
- MUMTAZ, M.Z., AHMAD, M., JAMİL, M. and HUSSAİN, T., 2017. Zinc solubilizing *Bacillus sp.* Potential candidates forbiofortalcation in maize microbial Res 202:51-60.

- NORRIE, J., and KEATHLEY, J., 2005. Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine plant extract applications to Thompson seedless grape production. In: X. International (Symposium on plant bioregulators in fruit production pp. 243-248.
- PARADIKCOVIĆ, N., TEKLİK, T., ZELJKOVIĆ, S., LIŠJAK, M., and SPOL JAREVIĆ, M. 2019. Biostimulant research in same horticultural plant Species-A review. Food Energy secvi.
- RENAUT, S., MASSE, J., NORRIE, J.P., BLAL, B. and HİJRİ, M. 2019. A commercial seaweed extract structured microbial communities associated with tomato and pepper roots and significantly increased yield. Microb Biotechnol.12: 1346-1358.
- SABIHA, Ç., SEMRA, D., and EMRE, D. D. 2018. Yüzüncü Yıl Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi/Journal of the Institute of Natural & Applied Sciences. 23(3):192-204.
- SARDAR, K., Qing, C., El Latif, H.A., YUE, X., ZHENG, H. J. 2007. Soil enzymatic activities and mikrobial community structure with different application rates of Cd and Pb. J. Environ Sci. 19: 834-840.
- SELVAM, G. G., and SIVAKUMAR, K. 2014. Influence of seaweed extract as an organic fertilizer on the growth and yield of *Arachis hypogena L.* And their elemental composition using SEM energy dispersive spectrescopic analysis. Asian Pac. J. Reprad. 3, 18-22.
- SENTHURAN, S., BALA SOORIYA, B.LW.K., ARASAKESARY, S. J. GNANAVELRAJAH, N. 2019. Effect of seaweed extract *Kappaphycus alvarezii* on the growth, yield and nutrient uptake of leafy vegetable *Amaranthus polygamous* Trop. Agric. Res.
- SİDDİQUİ, Z., A., BAGHAL, G., AKHTAR, M. S. 2007. Biocontrol of *Meloidogyne javanica* by rhizobium and plant growth- promoting rhizobacteria on lentil word J. Microbial Biotechnol. 23, 435-411.
- SİNGH, I., ANAND, K.G.V., SOLOMON, S., SHUKLA, S.K., RAİ, R. and ZODAPE, S.T. 2018b. Can we not mitigate climate change using seaweed based biostimulant: a case study with sugarcane cultivation in India . J. Clean prod. 204: 992-1003.
- SİNGH, I., VERMA, R.R., and SRIVASTAVA, T.K. 2018a. Growth yield, irrigation water use efficiency, juice quality and economics of sugarcane in pusa hydrogel application under different irrigation scheduling. Sugar Tech. 20: 29-35.
- SPANN, T. M., and LITTLE, H. A. 2011 Applications of a commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* increases drought tolerance in container grown hamlin sweet orange nursey trees. Hortscience. 46, 577-582.
- STIRCK, W. A., ARTHUR, G. D., LOURENS, A. F., NOVAK, O., STRMAD, M., and VAN STADEN, J. 2004. Changes cytokinin and auxin concentration in seaweed concentrates when stored at an elevated temperature J. Appl. Phycol. 16, 31-39.
- TUNÇ N., 2017. Avrupa Birliği'nde Kullanılan Biyolojik Gübreler ve Biyolojik Gübre Kullanım Potansiyelinin Belirlenmesi. AB. Uzmanlık Tezi, S. 13.
- ÜNLÜ, H., 2008. Organik Domates Yetiştiriciliğinde Çiftlik Gübresi , Mikrobiyal Gübre ve Bitki Aktivatörü Kullanımının Verimi, Kalite ve Bitki Besin Maddeleri Alımına Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü. Doktora Tezi.109-116.
- VALLENCIA R. T., ACOSTA, L.S., HERNANDEZ, M.F., RANGEL. P.P., GALLEGOS . ROBLES, M.A., DEL CARMEN ANTONIA CRUZ, R., and VAZQUEZ, C.V. 2018. Effect of seaweed aqueous extracts and compost on vegetative growth, yield and nutraceutical quality of cucumber (*Cucumis sativus L.*). Fruit . Agronomy. 8, 264.
- VAN, P., NEIMANN GJ. and SCHIPPERS, B., 1991. Induced resistance and phytoalexin accumulation in biological Control of *Fusarium* with of canation bu *Pseudomonas sp.* Strain WCS4117r. Phytopathology 81 (7) 728-734 <https://doi.org/10.1094/pyto-81-728>.

- WANG, Y., Fu, F., Li, J., WANG, G., Wu, M., ZHAN, J., CHEN, X., and MAO, Z. 2016. Effects of seaweed fertilizer on the growth of *Mollus hupehensis* Rehd. Seedlings, soil enzymes activities and fungal communities under replant conditions. *Europ. Journal soil Biol.* 75, 1-7.
- XIE, H., PASNERNAK, J. J., GLICK, B. R., 1996. Isolation and characterization mutants of the plant growth promoting *Rhizobacteria pseudomonas putida* GR12-2 that overproduce Indoleacetic acid *Curr. Microbiol.* 32,67-71.
- XU, C., and LESCOVAR, D. L. 2015. Effects of *A. Nodosum* seaweed extracts on spinach growth, physiology and nutrition value under drought stress *J. Sci. Hortic.* 183, 39-47.
- YAKHİM, O. I., LUBYANOV, A.A., YAKHİN, O.A., and BROWN, P.H. 2017. Biostimulant in plant Science :A global perspective. *Front. Plant Sci.* 54, 23-27.
- YUSUF R., KRİSTIANSE, P., and WARWICK, N. 2019. Effect of two seaweed products and equivalent mineral treatments on lettuce (*Lactuca sativa L.*) growth. *J. Agran.*
- YUSUF, Ç., GARİP, Y., and ADEM, Ö. 2019. Mikorizaların bitkilerde stres mekanizması üzerine etkileri. *.Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi/Journal of Global Health & Natural Science.* Cilt:2 Sayı:1
- ZHANG, Z., CHEN, Q., YİN, C., SHEN, X., CHEN, H., SUN, H., ve MAO, Z. 2012. The effects of organic matter on the physiological features of *Molus hupehensis* seedlings and soil properties under replant conditions. *Sci. Hortic. Amst.* 146: 52-58.