T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SIVI YOSUN GÜBRESİ VE VERMİKOMPOSTUN ARPA GELİŞİMİ VE KÖK BÖLGESİ MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Sinem PEK

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4
3. MATERYAL ve YÖNTEM 10
3.1. Materyal 10
3.1.1. Saksı denemesinde kullanılan toprak örnekleri 10
3.1.2. Kullanılan bitki 11
3.1.3. Çalışmada kullanılan sıvı yosun gübresi ve vermikompost 11
3.2. Yöntem 11
3.2.1. Saksı denemesinin kurulması 11
3.2.2. Hasat zamanı yapılan ölçümler 13
3.2.2.1. Bitki boyu (cm) 14
3.2.2.2. Kök uzunluğu (cm) 14
3.2.2.3. Yeşil aksam yaş ve kuru ağırlık (g) 14
3.2.2.4. Kök yaş ve kuru ağırlık (g) 14
3.2.2.5. Yaprakların klorofil içeriği 14
3.2.3. Kök bölgesinin bazı mikrobiyolojik özellikleri 15
3.2.3.1. Mikrobiyal toprak solunumu (CO_2 Oluşumu) 15
3.2.3.2. β-glukosidaz aktivite 15
3.2.4. İstatistiki analiz 15
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 16
4.1. Araştırma Bulguları 17
4.1.1. Yeşil aksam ve kuru ağırlık 17
4.1.2. Bitki boy uzunluğu 20
4.1.3. Bitki kök uzunluğu 22
4.1.4. Klorofil içeriği 24
4.1.4.1. Klorafil a 24
4.1.4.2. Klorofil b 25
4.1.5. Kök ağırlığı 27
4.1.6. β-glukosidaz aktivitesi 29
4.1.7. Mikrobiyal toprak solunumu (CO_2) 30
4.2. Tartışma 31
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 35
KAYNAKLAR 37
ÖZGEÇMİŞ ..... **Error! Bookmark not defined.**

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SIVI YOSUN GÜBRESİ VE VERMİKOMPOSTUN ARPA GELİŞİMİ VE KÖK BÖLGESİ MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Sinem PEK

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Çiğdem KÜÇÜK PALA
Yıl: 2023, Sayfa: 43

Günümüzde kimyasal gübre kullanımına alternatif olarak organik gübre kullanımı tercih edilmektedir. Kimyasal gübre kullanımıyla toprağın yapısının bozulduğu, bitki gelişimine oldukça büyük zararlar verdiği tespit edilmiştir. Bu da bizleri organik gübreye yönlendirmektedir. Tercih edilen organik gübrelerden vermikomposttun bitki büyümesini hızlandırdığı, çimlenme hızını arttırdığı aynı zamanda toprak kökenli bitki hastalıklarını baskıladığı yapılan çalışmalarla gözlenmiştir. Bir çok ülkede gerek sıvı ekstratı gerekse direk toprağa karıştırılarak kullanılan sıvı yosun gübresinde de ; bitkide kuvvetli kök gelişimi, bitkilerde klorofil oluşumunu hızlandırması, bitkilerin hastalıklara ve çevresel streslere karşı daha dirençli olması, mikro ve makro elementlerin dengeli bir şekilde topraktan alınması, tarımsal ilaçların etkisini arttırması ve topraktaki nematotların zararlarını azaltması gibi etkileri yapılan çalışmalarla gözlenmiştir. Bu tez çalışmasında, sıvı yosun gübresi ve vermikompost gübresi kullanılarak arpa gelişimi ve kök bölgesi mikrobiyolojik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Vermikompost ve sıvı yosun gübresi ticari gübre satan bayilerden temin edilmiştir. Arpa tohumu da GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsünden sağlanmıştır. Denemede kullanılan topraklarda herhangi bir uygulama yapılmamış yerden yüzeyden 0-25 cm derinlikten alınmış, 2mm elekten geçirilerek saksılara doldurulmuştur. Denemede 2 kg'lık tabaklı saksılar kullanılmıştır. Temel gübre olarak 6 kg N/da dozunda Amonyum sülfat ve 6 kg P_2O_5/da dozunda TSP ekimle birlikte tüm saksılara verilmiştir. Vermikompostun 4 dozu (%0, %10, %20 ve %40), sıvı yosun gübresinin 4 dozu (%0, %1, %2 ve %3) ile vermikompost ve sıvı yosun gübresinin kombinasyonu ekim öncesi ayrı ayrı topraklara uygulanmıştır. Her uygulama grubu için 3 saksı paraleli olmak üzere toplam 48 saksı kullanılmıştır. Sıvı yosun gübresi 50 ml olacak şekilde saksılara uygulanmış, bitkiler gerektiğinde hasat edilene kadar düzenli olarak distile su ile sulanmıştır. Arpa tohumları her bir saksıya 5 adet ekilmiş, çıkıştan sonra 3'e seyreltilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre doğal ışık alan serada yürütülmüştür. Bitkiler ekimden 60 gün sonra hasat edilmiştir. Hasat sonunda elde edilen sonuçlar ise klorofil miktarında artış, bitki boyunda uzama, kuvvetli kök gelişimi ve uzaması, yeşil aksam da yaş ve kuru ağırlıklarda gözlenebilir değişimler olmuştur. Ayrıca kök bölgesindeki toprakta bulunan bazı mikrobiyolojik aktivitelerin kullanılan vermikompost ve sıvı yosun gübresi ile faaliyetleri incelenmiştir. Türkiye toprakları organik besin açısından fakir olması nedeniyle kullanılan bu alternatif organik gübre tarımın sürdürülebilirliği açısından büyük bir önem arz etmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: *Hordeum vulgare*, Sıvı yosun gübresi, Vermikompost, Mikrobiyolojik aktivite, Bitki Gelişimi

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECT OF LIQUID ALGAE FERTILIZER AND VERMICOMPOST ON BARLEY GROWTH AND ROOT ZONE MICROBIOLOGICAL PROPERTIES

Sinem PEK

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Departmant of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Çiğdem KÜÇÜK PALA
Year: 2022, Page: 43

Today, the use of organic fertilizers is preferred as an alternative to the use of chemical fertilizers. It has been determined that the structure of the soil is deteriorated with the use of chemical fertilizers and it causes great damage to plant development. This leads us to organic fertilizer. It has been observed in studies that vermicompost, one of the preferred organic fertilizers, accelerates plant growth, increases germination rate, and suppresses soil-borne plant diseases. In many countries, liquid algae fertilizer, which is used both as a liquid extract and directly mixed with the soil; Its effects such as strong root development in the plant, accelerating the formation of chlorophyll in plants, making plants more resistant to diseases and environmental stresses, removing micro and macro elements from the soil in a balanced way, increasing the effect of agricultural pesticides and reducing the damage of nematodes in the soil have been observed in studies. In this thesis, the effects of barley growth and root zone microbiological properties were investigated by using liquid algae fertilizer and vermicompost fertilizer. Vermicompost and liquid algae fertilizer were obtained from dealers selling commercial fertilizers. Barley seeds were also obtained from the GAP Agricultural Research Institute. The soils used in the experiment were taken from a depth of 0-25 cm from the surface without any application, passed through a 2 mm sieve and filled into pots. In the experiment, 2 kg pots with plates were used. Ammonium sulphate at a dose of 6 kg N/da and TSP at a dose of 6 kg P2O5/ da were given to all pots with planting as basic fertilizer. 4 doses of vermicompost (0%, 10%, 20% and 40%), 4 doses of liquid moss fertilizer (0%, 1%, 2% and 3%) and the combination of vermicompost and liquid moss fertilizer were applied to the soils separately before planting. For each application group, a total of 48 pots were used, 3 of which were parallel to the pots. Liquid algae fertilizer was applied to the pots as 50 ml, and the plants were regularly watered with distilled water until harvest when necessary. Barley seeds were sown 5 in each pot, diluted to 3 after emergence. The experiment was carried out in a greenhouse with natural light according to the randomized plot design. Plants were harvested 60 days after planting. The results obtained at the end of the harvest were an increase in the amount of chlorophyll, elongation in plant height, strong root development and elongation, and observable changes in green parts in fresh and dry weights. In addition, the activities of some microbiological activities in the soil in the root zone with the used vermicompost and liquid algae fertilizer were examined. This alternative organic fertilizer, which is used because Turkey's soil is poor in terms of organic nutrients, is of great importance for the sustainability of agriculture.

KEYWORDS: *Hordeum vulgare*, Liquid algae fertilizer, Vermicompost, Microbiological activity, Plant growth

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanmasında, çalışmamı gerçekleştirdiğim bu zorlu süreçte benden sabrını, hoşgörüsünü, yardımını hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Çiğdem KÜÇÜK PALA' ya sonsuz teşekkürümü ve minnettarlığımı sunarım.

Eğitim hayatım boyunca bana her zaman destek olan ve inanan canım aileme, sevgili eşim Nusret PEK' e, zamanını aldığım canım oğlum Mirzama sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu sürecin her aşamasında benim Harran Üniversitesi'ne ulaşmamı sağlayan Hüseyin PEK' e teşekkürü borç bilirim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Osmanbey kampüsünden alınan topraklar saksılara yerleştirilmesi 10
Şekil 3.2. Denemenin kurulum aşaması 12
Şekil 3.3. Hazırlanan saksıların çeşme suyu ile sulanması 12
Şekil 3.4. Arpa bitkisinin görüntüsü 13
Şekil 3.5. Arpa gelişiminin hızlanmasıyla arpaya desteklik sağlanması 13
Şekil 3.6. Arpanın hasat edilmesi 13
Şekil 4.1. Yosun gübresinin farklı dozlarının arpa yeşil aksam yaş ağırlığı üzerine etkisi 18
Şekil 4.2. Vermikompost gübresinin farklı dozlarının arpa yeşil aksam yaş ağırlığı üzerine etkisi 18
Şekil 4.3. Yosun gübresinin farklı dozlarının arpa yeşil aksam kuru ağırlığı üzerine etkisi 19
Şekil 4.4. Vermikompost gübresinin farklı dozlarının arpa yeşil aksam kuru ağırlığı üzerine etkisi .. 19
Şekil 4.5. Yosun gübresinin bitki boy uzunluğuna etkisi 21
Şekil 4.6. Vermikompost gübresinin bitki boy uzunluğuna etkisi 21
Şekil 4.7. Yosun gübresinin farklı dozlarının arpa kök uzunluğu üzerine etkisi 23
Şekil 4.8. Vermikompost gübresinin farklı dozlarının arpa kök uzunluğu üzerine etkisi 23
Şekil 4.9. Yosun gübresinin farklı dozlarının klorofil a sentezi üzerine etkisi 25
Şekil 4.10. Vermikompost gübresinin farklı dozlarının klorofil a sentezi üzerine etkisi 25
Şekil 4.11. Yosun gübresinin farklı dozlarının klorofil b sentezi üzerine etkisi 27
Şekil 4.12. Vermikompost gübresinin farklı dozlarının klorofil b sentezi üzerine etkisi 27
Şekil 4.13. Yosun gübresinin farklı dozlarının arpa kök ağırlığı üzerine etkileri 28
Şekil 4.14. Vermikompost gübresinin farklı dozlarının arpa kök ağırlığı üzerine etkileri 29

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4.1. Uygulamaların arpa yeşil aksam yaş ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)..... 17
Çizelge 4.2. Uygulamaların arpa yeşil aksam kuru ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)..... 18
Çizelge 4.3. Yosun gübresi ve vermikompostun ayrı ayrı uygulanması ile arpa yeşil aksam ağırlığına etkileri 20
Çizelge 4.4. Yosun gübresi ve vermikompost dozlarının arpa boyu üzerine etkileri (cm) 20
Çizelge 4.5. Yosun gübresi ve vermikompost uygulamalarının arpa kök uzunluğuna etkileri (cm) 22
Çizelge 4.6. Yosun gübresi ve vermikompost uygulamalarının klorofil a sentezi üzerine etkisi (mg/1 000 ml)..... 24
Çizelge 4.7. Yosun gübresi ve vermikompost uygulamalarının klorofil b sentezi üzerine etkisi (mg/ 1 000ml)..... 26
Çizelge 4.8. Kök ağırlığı üzerine uygulanan yosun gübresi ve vermikompostun farklı dozlarının etkileri (g/bitki) 28
Çizelge 4.9. Uygulamaların β-glukosidaz aktiviteye etkileri (mg p-nitrofenol/100g toprak) 29
Çizelge 4.10. Yosun gübresi ve vermikompostun toprak solunumu üzerine etkileri 30

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

µmol	Mikromolar
°C	Santigrat
Ca	Kalsiyum
cm	Santimetre
Cu	Bakır
dS/m	desiSiemens/ metre
EC	Elektriksel İletkenlik
Fe	Demir
gr	Gram
K	Potasyum
Kg	Kilogram
Mg	Magnezyum
ml	Mililitre
mm	Milimetre
Mn	Mangan
N	Azot
NaOH	Sodyum hidroksit
P	Fosfor
P_2O_5	Fosfor pentoksit
TSP	Trisodyum fosfat
Zn	Çinko

1. GİRİŞ

Ülkemiz arpanın (*Hordeum vulgare)* önemli bir gen merkezidir. Dünyada da arpa üretiminde 10. sırada yer almaktadır (Yüksel ve ark., 2020). Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde arpa yetiştiriciliği büyük bir öneme sahiptir. Hayvancılığın gelişmesiyle arpa ihtiyacı artmakta ve Türkiye'de tüketilen arpa miktarında artış gözlenmektedir (Sirat ve ark., 2014). İnsanlarda arpa tüketimi doğrudan olmasa da hayvanlarda doğrudan yem olarak tüketilmektedir. Arpa ot formundayken hasat edildiğinde otun sertleşmesinden dolayı hayvanlar yemekten kaçınmaktadır. Çiçeklenme döneminde ise hasat edildiğinde sindirilebilirliğinin kolay olması nedeniyle birçok yemden daha kaliteli olduğu tespit edilmiştir (Çeri ve ark., 2019). Bu nedenle verimi yüksek, tane sayısı fazla, hastalıklara karşı dirençli, adaptasyon yeteneği yüksek arpa yetiştirilmek istenmektedir (Kendal ve ark., 2010).

Bitkisel üretimde; bitki kalitesini arttırmak, bitki gelişim süresini daha aza indirmek, toprağı daha kaliteli hale getirmek için gübreleme önemli bir etkendir (Demirsoy ve ark., 2020). Bitkisel verimin %50-75 arasında olmasının en önemli nedenlerinden biri gübre kullanımıdır. Dünyanın her yerinde bitki verimi ve gübre kullanımı arasında doğrudan bir ilişki söz konusudur (Polat, 2020). Gübrelerden en iyi şekilde faydalanabilmek için bitkinin ihtiyaçlarına, iklim koşullarına, toprağın pH değerine, toprak yapısına bakarak doğru zaman da ve doğru miktarda kullanılmalıdır (Konyalı, 2016).Türkiye'de 1990'lı yılların fiyatları düşünülecek olursa gübreleme için yapılan masrafın 10.5 katı geri dönmüştür (Polat, 2020).

Tarım arazilerinde artan kimyasal gübre kullanımı dünyada olduğu gibi ülkemizde de çevre kirliliğine neden olmaktadır (Vural ve ark., 2018).

Aşırı ve uzun gübre kullanımı toprağın tuzlanmasına, ağır metal birikimiyle toprak kirliliğine, besin maddelerinin dengesiz dağılımına, mikroorganizmaların etkinliğinin azalmasına, ötrofikasyona ve diğer çevre problemlerine neden olmaktadır. Bu problemlerin çözümü için uzun zaman ve yüksek maaliyetler gerekmektedir (Sönmez ve ark., 2008). Ayrıca kimyasal gübredeki fiyat artışı organik gübreye ilgiyi arttırmıştır (Kara ve ark., 2013).

Organik gübre kullanımı ise yukarıda belirtilen olumsuzluklara karşı birçok olumlu yönüyle karşımıza çıkmaktadır (Kara ve ark., 2013). Tarım amaçlı kullanılan toprakların organik madde yoğunluğuna bakıldığında çok az bir yüzdeyle karşılaşılır. Zamanla var olan organik madde azalmakta ve bu durum toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine zarar vermektedir. Bundan dolayı topraktaki organik madde miktarını arttırmak, toprağın su tutma kapasitesini, toprağın verimliliğinin ve fiziksel özelliğini iyileştirmek için organik gübre kullanılmaktadır (Kalkan ve ark., 2017).

Kimyasal gübreleme sonucu tarımda karşılaşılan sorunlar için alternatif çözümler aranmıştır. Bu alternatiflerden biri olan biyolojik gübreleme karışımıza çıkmaktadır. Birçok ülkede temiz bir çevre ve sağlıklı bir üretim için biyolojik gübreleme üzerine çalışmaktadır (Çakmakçı, 2005). Son yıllarda adını sıkça duyduğumuz alternatif organik gübreler ise sıvı deniz yosun gübresi, solucan gübresi, balık kompostu, etkili mikroorganizmalar ve hümik asittir (Prakash, 2018).

Deniz yosunları Karadeniz sahillerinde özellikle sığ ve kayalıklı alanlarda azot ve fosfor gibi elementlerin olduğu yerlerde yayılım göstermektedir.

Hem stresli koşullara hem de tuzluluğa karşı dirençlidir. Dünyada kullanımı %50 'si tarım, %40 'ı ilaç ve kozmetik, %10 'u diğerleri olarak karşımıza çıkmaktadır. En eski kullanım şekli gübredir. Son yıllarda organik gübreye artan ilgiyle beraber deniz alginden elde edilen sıvı ekstrat tarımsal amaçla çokça kullanılmaya başlandı (Akyurt ve ark., 2011). Bu sıvı ekstrat; aynı zamanda büyüme hormonları, iz elementleri (Demir Fe, Bakır Cu, Çinko Zn, Kobalt Cu, Nikel Ni, Mangan Mn), vitamin ve aminoasitleri kapsamaktadır. Çimlenme sırasında sıvı ekstratın kullanımı

bitkide kök ve sürgün sisteminde büyümeyi teşvik ettiği, çevresel strese karşı toleransı arttırdığı ve topraktan besin alınımını arttırdığı tespit edilmiştir (Bender Özenç ve ark., 2017).

Vermikompost, solucanların organik maddeleri sindirmesi ile elde edilerek, toprağın iyileştirilmesine, bitki büyümesine ve sağlığına katkı sağlamaktadır. (Bellitürk, 2016). Aynı zamanda endüstrinin gelişmesi ve artan insan popülasyonu ile sorun haline gelen katı organik atıklar ve artıkların işlenmesinde uygulanmaktadır. Hem ekonomik hem de ekolojik yüksek değer ifade eden ürünleri sağlayan vermikomposta dünyada yoğun bir ilgi vardır (Erşahin, 2007).

Biyogübre olan sıvı deniz yosunu ve vermikompostun sunduğu avantajlar göz önüne alındığında, çalışmamızda topraktan uygulanan sıvı yosun gübresi ve vermikompostun ayrı ayrı ve birlikte kullanımının arpa gelişimi üzerine etkileri, arpa rizosfer bölgesinin bazı toprak mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Organik gübreler çevre kirliliğinin önlenmesinde, bitkisel üretimde oldukça etkilidir (Ji ve ark., 2017). Organik uygulamalar; kompostlanmış (kompost, vermikompost ve ürünleri) ve kompostlanmamış (sıvı deniz yosunu, hümik substratlar, protein hidrolizatları ve aminoasitler, balık emülsiyonları, biokar, kompostlanmamış bitki kısımları, mikoriza ve bitki gelişimini teşvik eden bakteriler, organik asitler vs.) organik uygulamalar olmak üzere 2 'ye ayrılmıştır (Jardin, 2015; Quilty ve Cattle , 2011)

Sıvı deniz yosunlarının bitki gelişimi üzerine yararlı etkileri; çimlenme, kök gelişimi, kök saçak sayısında artış, klorofil sentezi; bitki biyomas ve veriminin artması, besin alımının artışı, bitkide meyve sayısında artış, hastalık oranının azalması olarak açıklanmıştır (Khan ve ark., 2009; Zodape, 2001). Ayrıca yosunların içerdiği terpenler ve fenollerin fungal bitki patojenlerinin gelişimini inhibe ettiği bildirilmiştir (Penes ve ark., 2012). Direk etkisinin yanında yosun gübrelerinin, gelişme ortamının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkilediği açıklanmıştır (Khan ve ark., 2009).

Sıvı deniz yosunu uygulamaları, ortamın su tutma kapasitesini artırmış, yararlı mikroorganizmaların gelişimini teşvik etmiştir (Stewart-Wade, 2020). Organik gübreler sadece besin kaynağı olarak bitkiye katkı sağlamaz, aynı zamanda topraktaki mikrobiyal populasyonu, biyolojik çeşitliliği, mikrobiyal aktivite üzerinde de katkı sağlayarak toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkilemektedir (Albirach ve ark., 2000).

Vermikompost; yüksek düzeyde organik madde, organik karbon, N, P, K ve mikrobesinler, mikrobiyal ve enzim aktiviteleri içeren organik gübre oluşturmak amacıyla solucan aktivitesiyle organik atıkların mikrobiyal kompostlanması olarak tanımlanmıştır (Parthasarathi ve ark., 2007). Parthasarathi ve ark. (2007), vermikompostun nitratlar, değişebilir fosfor, çözünür potasyum, kalsiyum, magnezyum gibi bitkiler tarafından kolay alınabilir formlarda besin maddeleri

içerdiğini bildirmiştir. Araştırmacılar vermikompostun yüksek miktarlarda hümik asit içerdiği ve bitki büyüme düzenleyicileri gibi biyolojik olarak aktif maddeler içerdiğini saptamışlardır.

Topraksız biber yetiştiriciliğinde vermikompost ve yıkanmış mantar kompostun kullanımı ile sonuçlar gözlemlenmiştir. Hatta kimyasal gübre ve deniz yosunuda bir arada kullanılarak bitki gelişimi gözlenmek istenmiştir. Vejetasyon döneminde klorofil miktarı, bitkinin boyu ve gövde kalınlığı hafta hafta ölçülmüş, meyve sayısı, verimi, meyvenin sertliği de ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda vermikompost ile besin elementleri içeriğinin, bitki gelişim hızının ve verimin arttığı tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarında vermikompost, deniz yosunu karışımı çoğu parametrelerde öne çıkmıştır (Aydın ve Demirsoy, 2020) .

Sera koşulları altında deniz yosunu uygulanmış gübrede aşılı ve aşısız şekilde yetiştirilen domates bitkisinin gelişimi ve verimi üzerine araştırmalar yapılmıştır. Farklı gelişim dönemlerinde aşılı ve aşısız domates bitkisine sıvı deniz yosunu uygulanmış ve her ikisinde de bitkinin gelişiminin desteklediği ve verimi arttırdığı gözlenmiştir (Bender Özenç ve ark., 2017).

Vermikompost kullanılarak kıvırcık salatanın *(Lactuca sativa* var. *crispa*) stres altındaki mineral madde içerikleri incelenmek istenmiştir. Deney kontrol grubu, orta kuraklık, şiddetli kuraklık ortamında yürütülmüştür. Orta ve şiddetli kuraklıkta N, P, K konsantrasyonu artmış, Fe, Mn, Zn, Cu konsantrasyonunda azalma olmuştur.

Vermikompost kuraklık stresi karşısında mineral madde içerikleri üzerinde olumlu sonuçlar doğurmuştur (Kıran, 2019).

Vermikompost (solucan gübresi) mikorizanın ayrı ayrı ve birlikte kullanımı ile biber bitkisinin gelişimi gözlenmek istenmiştir. Biber bitkisinde besin elementi, bitkinin yaş ve kuru ağırlığı belirlenmiştir. Sonuçlara bakılacak olursa mikoriza ve vermikompost bitkinin gelişimi, kuru ve yaş ağırlığı besin elementi açısından olumlu

sonuçlar elde edilmiştir. Birlikte kullanımda ise biber bitkisinin daha çok geliştiği ve daha fazla besin elementleri elde edilmiştir. (Küçükyumuk ve ark., 2014)

Mısır bitkisine uygulanan farklı dozlardaki vermikompostun bitki gelişimine etkisi araştırılmıştır. %0, %10, %20, %30, %40, %50 olacak şekilde vermikompost kullanılmıştır. Mısır bitkisi 60 günün sonunda hasat edilmiş ve azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mn), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) konsantrasyonu incelenmiştir. P en yüksek %0.80 ile %30, en yüksek N ve K %40 vermikompost uygulamasında ortaya çıkmıştır. Bu araştırma sonucunda organik gübre olarak vermikompost kullanımının sürdürülebilir tarım için olumlu etkilediği gözlenmiştir (Durukan ve ark., 2020).

Domates fidesinin gelişimini en üst seviyelere çıkarmak için sıvı deniz yosunu ve sıvı vermikompost farklı dozlarda karıştırılarak 16 farklı uygulamada kullanılmış ve gelişimleri izlenmiştir. Gelişim süresince kök, gövde ve yaprak kuru ağırlıkları tespit edilip kaydedilmiştir. Sıvı vermikompost ve sıvı deniz yosunu gübresi karışımının dozları her arttırıldığında kök, gövde ve yaprak kuru ağırlığında bitki gelişiminde pozitif yönde etkisi olduğu ortaya çıkmıştır (Demirsoy ve ark., 2020).

Tarımsal ürünlerin etkilendiği streslerden biri de tuzluluktur. Bu strese dayanamayan ürünler ölmeye başlar. Bu çalışmada organik ve biyolojik gübre kullanımı ile tuzluluk oranının değişimi araştırılmak istenmiştir.

Araştırmada Matador ve Catrina ıspanak tohumları kullanılmıştır. Organik gübre olarak da vermikompost ve su yosunu ayrı ayrı kullanılmıştır. Her saksıya 50 ile 100 mmol dozlarda tuz uygulaması yapılmış ve yaprak çıkışından itibaren seyreltilmiş su ve sonrasında saf su ile sulama yapılmıştır. Ayrı ayrı uygulama sonunda vermikompost ve su yosunu gübresinin tuzun olumsuz etkilerini azalttığı gözlenirken kontrol grubunun tuzdan daha fazla etkilendiği gözlenmiştir (Başdiç ve ark., 2022).

Soya fasülyesi (*Glycine max*. (L.) Merrill) tohumunun çimlenmesi ve fide gelişiminin teşviği için farklı dozlarda farklı gübreler kullanılmıştır. 14 gün boyunca tohumların gelişimi gözlenmiş ve çimlenme oranı, çimlenme indeksi, radikula uzunluğu, pluma uzunluğu, fide uzunluğu, radikula yaş ağırlığı, pluma yaş ağrlığı, fide yaş ağırlığı, pluma kuru ağırlığı, radikula kuru ağırlığı ve fidenin kuru ağırlığı gibi özellikleri ölçülmüştür. Çimlenme esnasında sıvı solucan gübresinin teşvik edici olduğu, fide gelişiminde ise deniz yosunu gübresinin teşvik edici olduğu tespit edilmiştir ve önerilen organik gübrelerden olmuşlardır (Kaya ve ark., 2020).

Karpuzda farklı dozlarda vermikompost kullanılarak bitkideki fiziksel ve biyokimyasal değişimler gözlenmek istenmiştir. Kontrol grubuna herhangi bir uygulama yapılmadan gerçekleşen bu çalışmada 300 kg/da ve 600 kg/da vermikompost uygulamasında meyve verimi ve kalitesi üzerine inceleme yapılmıştır. Verim açısından en yüksek değer 5.48 kg ile 600 kg/da vermikompost uygulamasında gözlenmiştir. En yüksek çimlenme ise 300 kg/da vermikompost uygulamasında gözlenmiştir. Bazı fiziksel (meyve sayısı, kabuk kalınlığı, meyve eni) ve bazı kimyasal (şeker miktarı, pH, klorofil içeriği, C vitamini) özelliklerde farklılıklar gözlenmemiştir (Göksu ve ark., 2017).

Yapılan çalışmada, pamuğun organik gübre kullanımı sonucundaki değişimleri araştırılmak istenmiştir. Farklı yetiştirilme alanlarında vermikompost, bakteri inokulumları ve alg özütü kullanılmıştır. Bunun sonucunda topraktaki organik maddenin arttığı, vermikompost ile topraktaki N, P, K seviyesinin pozitif yönde arttığı gözlenmiştir. Organik gübre karışımı ile aynı zamanda pamuğun yapraklarındaki klorofil a, b, karotenoitler ve fenol içeriğinin arttığı gözlenmiştir (Hamed Sayed ve ark., 2021).

Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesinde yapılan çalışmalardan biri de *Narcissus* cv. "Royal Connection" bitkisinin sıvı ve katı solucan gübresindeki gelişimlerini incelemekti. Katı gübre dozları; 25, 50, 100 gr, sıvı gübre dozları; %0.5, 1 ve 2 olarak kullanılmıştır. Bitkinin morfolojik özellikleri kıyaslandığında en iyi sonucu sıvı solucan gübresinde aldıklarını gözlemlemişlerdir (Bademkıran ve ark., 2018).

Kapya tipi biberlerin (Postal, Fil Kulağı) yedi farklı organik gübre (vermikompost gübresi, deniz yosunu gübresi, leonardit gübresi, ahır gübresi, tavuk gübresi, yarasa gübresi) ile bitki gelişimi üzerine hangi sonuçlar elde edildiği gözlenmiştir. Vermikompost kullanımı ile suda çözünür kuru madde miktarında en iyi sonucu Postal çeşidindeki meyvelerde gözlenmiştir. Meyve eti kalınlığında Fil kulağında kullanılan deniz sıvı yosun gübresi ile elde edilmiştir (Bozkurt, 2019).

Farklı dozlarda vermikompost kullanımı soğan, sarımsak, ve semiz otu bitkilerindeki besin elementlerinin değişimleri araştırılmıştır. Kullanılan dozlar; %0, %5, %25, %50, %75, %100 oranlarında değişmektedir. *Eisenia fetida* türü solucan gübresinin yaygın olarak kullanıldığı aynı zamanda bitki üzerinde olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Mn elementi içeriğinin vermikompost dozu arttıkça bitkilerdeki miktarının azaldığı görülüştür. Zn elementi ise vermikompost dozu arttıkça bitkilerdeki seviyesinin arttığı, Ca ve Mg elementlerinin dört bitkide gübre kullanımı arttıkça arttığı fakat belli bir artıştan sonra Ca ve Mg seviyesinin azaldığı gözlenmiştir (Eryüksel, 2016).

Sıvı yosun gübresi deniz ürünlerinin vazgeçilmezlerindendir. Tohumların çimlenmesinde etkili gübrelerden biri olmuştur. Bu çalışmada kırmızı deniz yosunu *Hypnea musciformis* tohumlar üzerindeki etkisi araştırılmak istenmiştir. Yer fıstığı tohumu saksılara ekilerek kırmızı deniz yosun gübresi 5 farklı konsantrasyonda (%1, %2, %4, %6 ve %8) kullanılmıştır. % 2 'lik deniz yosun gübresinde maksimum sonuç elde edilmiştir. Bitkilerden daha iyi verim elde edebilmek için % 2 'lik ve sprey formunda yosun gübresi kullanılabilir (Selvam ve ark., 2014).

Demir ve ark., (2006) tarafından yapılan çalışmada, yeşil alglerden *Codium tomentosum* (Stackhouse), kırmızı alglerden *Gracilaria gracilis* ve kahverenkli alglerden *Cystoseina barbato*'dan elde edilen ekstratların domates, biber ve patlıcan tohumlarının iki farklı sıcaklıkta çimlenmeleri üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmacılar deney sonunda, kahverenkli ve yeşil alg ekstratlarının biber ve patlıcan tohumlarında uygulanan her iki sıcaklık derecelerinde çimlenmeyi uyardığını belirlemişlerdir.

(Güllüoğlu ve Arıoğlu, 2005), ithal deniz yosunu gübrelerinin (Maxicrop ve Cytozyme) soya gelişiminde önemli sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Turan ve Köse, (2004), yapraktan püskürtme ile uygulanan sıvı yosun gübresinin üzümlerde Cu alımını arttırdığını rapor etmişlerdir.

Mancuso ve ark. (2006) tarafından yapılan bir araştırmada, yosun gübresi uygulamalarının asma yaprağında N, P, K, Mg, ve Zn birikimini arttırdığı gözlemlenmiştir.

Deniz yosunu uygulaması ile buğdayın yaprak dokusundaki sitokinin ve absisik asit birikiminin azaldığı gözlemlenmiştir (Wally ve ark., 2013). Tuz stres koşullaında *Sargassum vulgare*'nin %0.2 ve %0.5 konsantrasyonlarındaki uygulamaların buğdayın çimlenme oranını arttırdığı bildirilmiştir (Latique ve ark., 2014). Yosun gübrelerinden elde edilen sıvı gübrelerin kuraklık stresine karşı bitkileri koruduğuna dair sonuçlar yapılan çalışmalarda açıklanmıştır (Santaniello ve ark., 2017; Shukla ve ark., 2019; Sharma ve ark., 2019).

Biyolojik gübre olarak kullanılan vermikompostun önemi son yıllarda dikkat çekmektedir. Solucanlar tarafından sentezlenen sinyal moleküllerde şekerler, organik asit ve vitaminler gibi çok sayıda organik bulunmakta, bu bileşiklerin bitkinin bağışıklık sistemini harekete geçiren veya büyümesini düzenleyen ikincil metabolitler veya uçucu bileşiklerin üretimine yol açan sinyal yollarının başlatılmasında rol oynadığı bildirilmiştir (Peres ve ark., 2012).

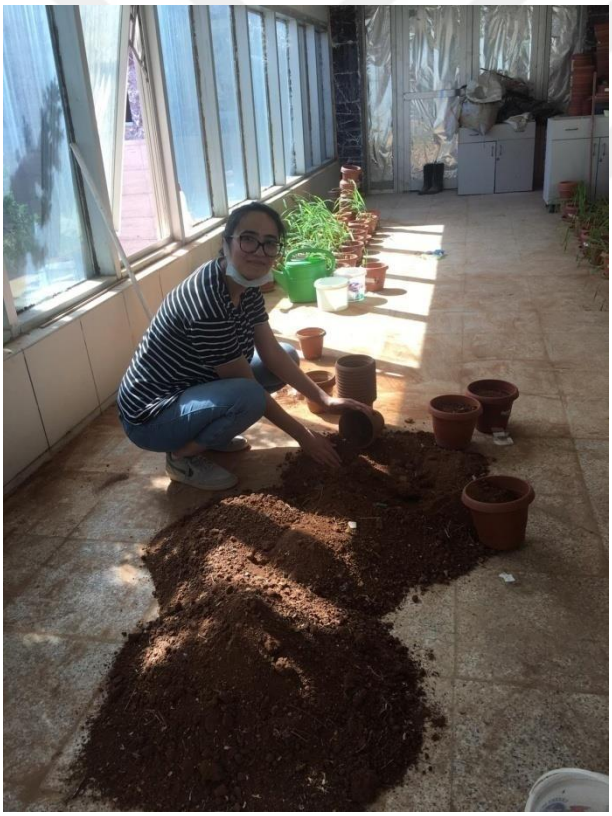
Bellitürk ve ark. (2017), kıvırcık marul tohumlarının saksılarda solucan humusu uygulaması ile erken çimlendiği saptamışlardır. Vidiraj ve Potty, (1998) vermikompostun kişniş çeşitlerinde kimyasal gübrelere oranla daha fazla ot verimi ürettiğini açıklamışlardır. Benzer olarak vermikompostun sorgum (*Sorghum bicolor*) gibi tarla bitkilerinde de olumlu etkileri elde edilmiştir (Patil ve Sheelavantar, 2007).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Saksı denemesinde kullanılan toprak örnekleri

Çalışmada kullanılan toprak örnekleri herhangi bir uygulamanın yapılmadığı Osmanbey kampüsünden 0-30 cm derinliğinden alınmış, laboratuvarda 2 mm'lik elekten elenerek, saksılara doldurulmuştur. Saksıların hazırlanması Şekil.3.1 de verilmiştir.



Şekil 3.1. Osmanbey kampüsünden alınan topraklar saksılara yerleştirilmesi

Kullanılan toprak örneklerinin pH'ı 8.10, EC'si 0.95 dS/m, organik madde içeriği %1.71, % N 0.05 olarak belirlenmiştir. Toprak örneklerinin kireç içeriği %20.6, potasyum 118.6 kg/da, fosfor 4.97 kg/da olup killi büyümeye sahiptir.

3.1.2. Kullanılan bitki

Çalışmada kullanılan arpa (*Hordeum vulgare* L.) GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir.

3.1.3. Çalışmada kullanılan sıvı yosun gübresi ve vermikompost

Denemede kullanılan sıvı yosun gübresi ve vermikompost ticari olarak satın alınmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Saksı denemesinin kurulması

Denemede 2 kg 'lık plastik saksılar kullanılmıştır. Ekim öncesi topraklara vermikompostun dört dozu ayrı ayrı (%0, %10, %20 ve %40) ve sıvı yosun gübresinin dört dozu ayrı ayrı (%0, %1, %2, %3) ile kombinasyonları uygulanmıştır. Her uygulama grubu için deneme 3 paralel olacak şekilde kurulmuştur. Ayrıca ekim öncesi tüm saksılara 6 kg P_2O_5/ da TSP ve 6 kg/da olacak şekilde amonyum sülfat uygulanmıştır. Arpa tohumları saksılara 5 'er adet ekilmiş çıktıktan sonra 3'e seyreltilmiştir. Sıvı yosun gübresi her bir saksıya 50 ml olacak şekilde uygulanmıştır.

Bitkiler hasat edilene kadar haftada 2 kez çeşme suyu ile sulanmıştır. Deneme doğal ışık alan serada yürütülmüştür. Ekimden 60 gün sonra bitkiler hasat edilmiştir.

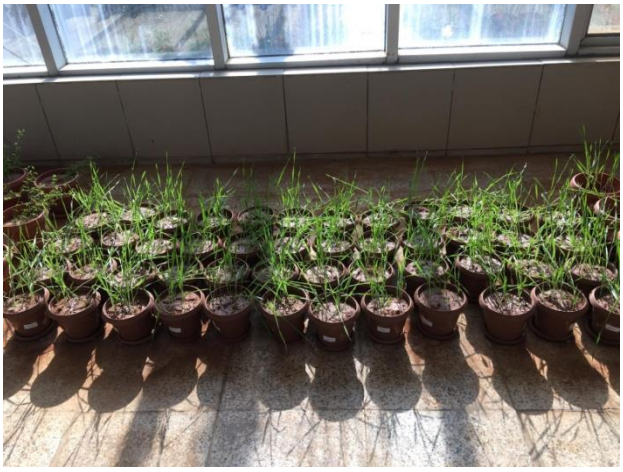
Ekimden hasat zamanına kadar bitkilerde herhangi bir hastalık görülmemiştir. Denemenin kuruluş aşamaları Şekil 3.2-3.4 de verilmiştir.



Şekil 3.2. Denemenin kurulum aşaması



Şekil 3.3. Hazırlanan saksıların çeşme suyu ile sulanması



Şekil 3.4. Arpa bitkisinin görüntüsü

3.2.2. Hasat zamanı yapılan ölçümler

Hasat zamanı bitkilerin görüntüleri 3.5-3.6 da verilmiştir. Aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.



Şekil 3.5. Arpa gelişiminin hızlanmasıyla arpaya desteklik sağlanması



Şekil 3.6. Arpanın hasat edilmesi

3.2.2.1. Bitki boyu (cm)

Hasat zamanı her bir uygulamadaki bitki örneklerinin bitki boyu cetvel yardımıyla ölçülerek uygulamaların arpa boyu üzerine etkileri incelenmiştir.

3.2.2.2. Kök uzunluğu (cm)

Hasat sırasında kökler, distile su ile yıkanmış, cetvel ile ölçülerek kök uzunlukları belirlenmiştir.

3.2.2.3. Yeşil aksam yaş ve kuru ağırlık (g)

Hasat zamanı tüm saksılardaki bitkilerin yeşil aksam ve kökleri ayrı ayrı hasat edilmiştir. Yeşil aksam ağırlıkları, bitkiler hasat edildikten hemen sonra terazide tartılmış, kese kağıtlarına konularak sabit ağırlığa gelinceye kadar 70 °C 'de kurutulmuştur. Sabit ağırlığa gelen örnekler terazide tartılmış ve yeşil aksam kuru ağırlıkları alınmıştır.

3.2.2.4. Kök yaş ve kuru ağırlık (g)

Kök boğazından kesilen örnekler yıkanmış, kurutma kağıdı üzerinde sıvılardan emdirilmiş ve terazide tartılarak yaş ağırlıkları alınmıştır. Örnekler kese kağıtlarına ayrı ayrı konularak sabit ağırlığa gelinceye kadar 70 °C 'de kurutulmuştur. Sabit ağırlığa gelen örneklerin terazide tartılması ile kuru ağırlıkları elde edilmiştir.

3.2.2.5. Yaprakların klorofil içeriği

Hasat öncesi her bir uygulamadan alınan taze yaprak örneklerinde klorofil içeriği Arnon (1949) tarafından bildirildiği yöntemle yapılmıştır.

3.2.3. Kök bölgesinin bazı mikrobiyolojik özellikleri

Hasat sonrası köke yapışan toprak örnekleri steril poşetlere konularak laboratuvarda toprak solunumu ve β-glukosidaz aktiviteleri incelenmiştir.

3.2.3.1. Mikrobiyal toprak solunumu (CO_2 Oluşumu)

Toprak örneklerinde (50g) solunumu belirlemek amacıyla Isermayer yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde örnekler NaOH (0.1 N) çözeltisinde 25 °C 'de 1 gün inkübe edilmiş ve ölçümleri yapılmıştır (Anderson, 1982).

3.2.3.2. β-glukosidaz aktivite

Her bir uygulamadan alınan örneklerde β-glukosidaz aktivite Hofmann ve Hofmann (1966) tarafından verilen yöntemlere göre belirlenmiştir.

3.2.4. İstatistiki analiz

Denemeye ait sonuçlar JMP11 istatistik programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Gübreler, bitkisel üretimi ve verimliliği arttırmak amacıyla eski çağlardan beri kullanılmaktadır. Son yıllarda mineral gübrelerin gerektiğinden fazla kullanımı, toprak, su ve havanın kirlenmesine neden olmuş, sonuçta ürün kalitesi ve çevre kirliliği gibi önemli sorunları gündeme getirmiştir (Vukovic ve ark., 2021). Buna çözüm olarak organik gübrelerin kullanımı son yıllarda artış göstermiştir (Vukovic ve ark., 2021). Kullanılan organik gübrelerden beri olan vermikompostun; yüksek su tutma kapasitesine sahip olması, düşük C: N içeriği, besin maddesince zengin olması etkili gübre yapan özelliklerinden olduğu açıklanmıştır (Joshi ve ark., 2015). Vermikompostun bitkiler üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Vermikompost uygulamalarının özellikle kök ve sürgün gelişimini uyardığı, kök dallanması, meyve verimini, bitki besin kalitesini, etkilediği, bitki çiçeklenmesini uyardığı, biyokütleyi arttırdığı yapılan çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Usmani ve ark., 2019; Joshi ve ark., 2015;Stewart-Wade, 2020).

Usmani ve ark. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada vermikompost uygulamalarının patlıcan ve domateste klorofil a, b ve karotenoid içeriklerinin arttığı rapor edilmiştir. Araştırmacılar, fotosentetik aktivitenin artmasıyla, yeşil aksam ağırlığı ve uzunluğunun, yaprak, çiçek ve meyve sayısındaki artışla domates ve patlıcanın verim ve gelişimi üzerinde artan vermikompost uygulamalarının etkili olduğu saptamışlardır.

Organik gübre olarak kullanılan sıvı deniz yosunlarının bitkilerin ihtiyaç duyduğu tüm besin elementlerini içerdiği tahıllarda, sebze ve meyvelerde hızlı büyüme ve verim sağladığı Kingman ve Moore (1982) tarafından açıklanmıştır.

4.1. Araştırma Bulguları

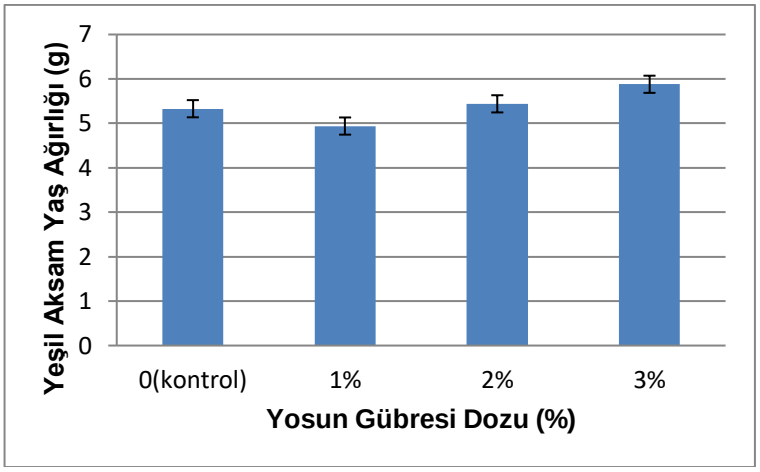
4.1.1. Yeşil aksam ve kuru ağırlık

Çalışmalarımızda sıvı yosun gübresi ve vermikompost uygulamalarının arpa gelişimi üzerine etkileri saksı denemelerinde incelenmiştir. Uygulamaların arpa yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı üzerinde benzer etkilere sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2).

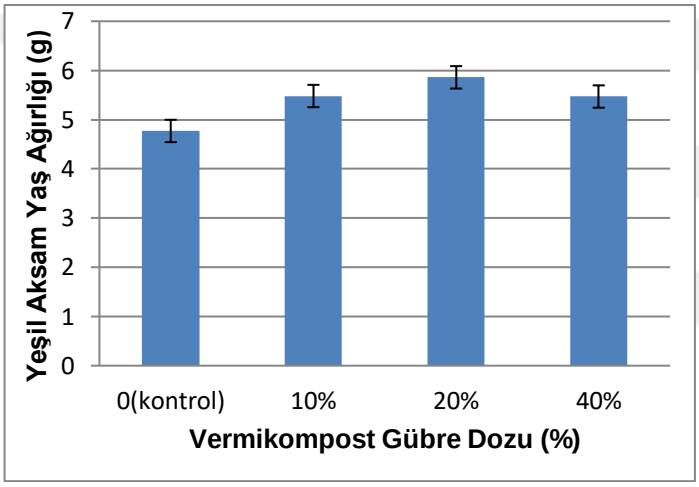
Çizelge 4.1. Uygulamaların arpa yeşil aksam yaş ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)

YOSUN GÜBRESİ (%)	**VERMİKOMPOST DOZLARI (%)**			
	0 (KONTROL)	**10**	**20**	**40**
0 (KONTROL)	4.36 A	5.28 A	5.85 A	5.83 A
1	4.51 A	4.97 A	5.24 A	5.02 A
2	4.81 A	5.83 A	5.81 A	5.23 A
3	5.35 A	5.85 A	6.54 A	5.71 A

Çizelge 4.1. incelendiğinde uygulamalar arasında istatistik olarak fark bulunmamasına rağmen, en yüksek yeşil aksam yaş ağırlığı yosun gübresinin %3'lük dozu ve vermikompostun %20 dozunun birlikte uygulanması ile elde edilmiştir. Şekil 4.1' de yosun gübresinin yeşil aksam yaş ağırlığına etkisi, Şekil 4.2' de ise vermikompostun yeşil aksam yaş ağırlığına etkisi verilmiştir.



Şekil 4.1. Yosun gübresinin farklı dozlarının arpa yeşil aksam yaş ağırlığı üzerine etkisi

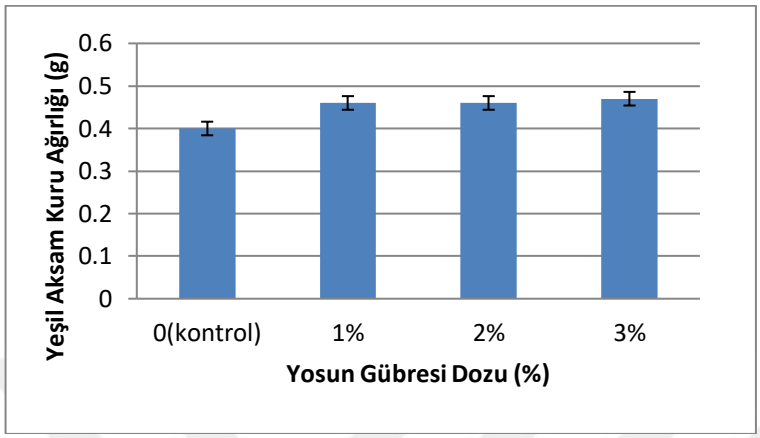


Şekil 4.2. Vermikompost gübresinin farklı dozlarının arpa yeşil aksam yaş ağırlığı üzerine etkisi

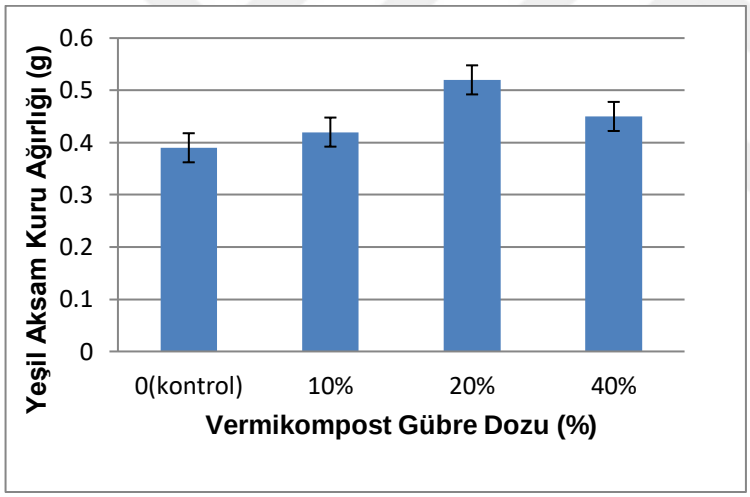
Çizelge 4.2. Uygulamaların arpa yeşil aksam kuru ağırlığı üzerine etkileri (g/bitki)

YOSUN GÜBRESİ (%)	**VERMİKOMPOST DOZLARI (%)**			
	0 (KONTROL)	**10**	**20**	**40**
0 (KONTROL)	0.31 A	0.47 A	0.47 A	0.36 A
1	0.48 A	0.37 A	0.50 A	0.48 A
2	0.29 A	0.44 A	0.56 A	0.55 A
3	0.47 A	0.41 A	0.56 A	0.43 A

Şekil 4.3'de farklı dozlarda yosun gübre kullanımının yeşil aksam kuru ağırlığına etkisi, Şekil 4.4' de de farklı dozlarda vermikompost gübresinin yeşil aksam kuru ağırlığına etkisi verilmiştir.



Şekil 4.3. Yosun gübresinin farklı dozlarının arpa yeşil aksam kuru ağırlığı üzerine etkisi



Şekil 4.4. Vermikompost gübresinin farklı dozlarının arpa yeşil aksam kuru ağırlığı üzerine etkisi

Çalışmamızda uygulamaların artan dozlarında yeşil aksam ağırlıklarının yüksek olması gelişme ortamına daha çok besin maddesi ilavesinden kaynaklanabilir. Vermikompostun artan dozlarının yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığını kontrole göre arttırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Yosun gübresi uygulamaları kendi aralarında karşılaştırıldığında yosun gübresinin artan dozu (%3) diğer uygulamalara göre etkili olmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Yosun gübresi ve vermikompostun ayrı ayrı uygulanması ile arpa yeşil aksam ağırlığına etkileri

UYGULAMALAR	YEŞİL AKSAM YAŞ AĞIRLIĞI (g)	YEŞİL AKSAM KURU AĞIRLIĞI (g)
YOSUN GÜBRESİ (%)		
0 (KONTROL)	5.33 A	0.40 A
1	4.94 A	0.46 A
2	5.44 A	0.46 A
3	5.88 A	0.47 A
VERMİKOMPOST (%)		
0 (KONTROL)	4.77 A	0.39 A
10	5.48 A	0.42 A
20	5.86 A	0.52 A
40	5.47 A	0.45 A

4.1.2. Bitki boy uzunluğu

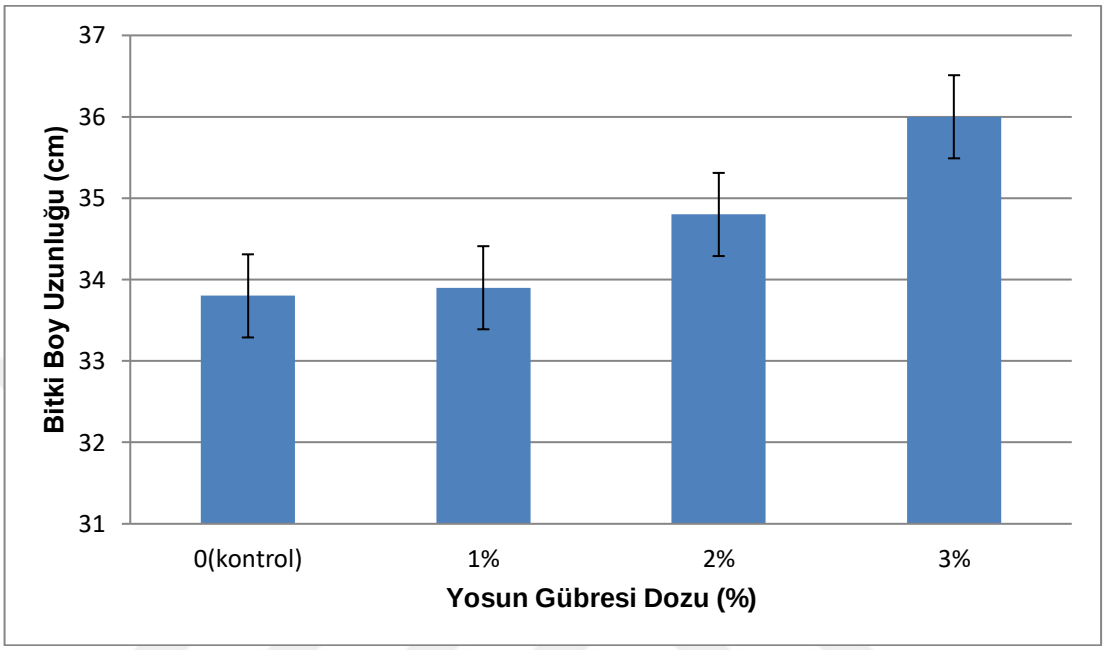
Yosun gübresi x vermikompost enteraksiyonunda en yüksek bitki boyu yosun gübresinin %3, vermikompostun %20 dozlarının birlikte uygulanmaları ile (37.8 cm) alınmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Yosun gübresi ve vermikompost dozlarının arpa boyu üzerine etkileri (cm)

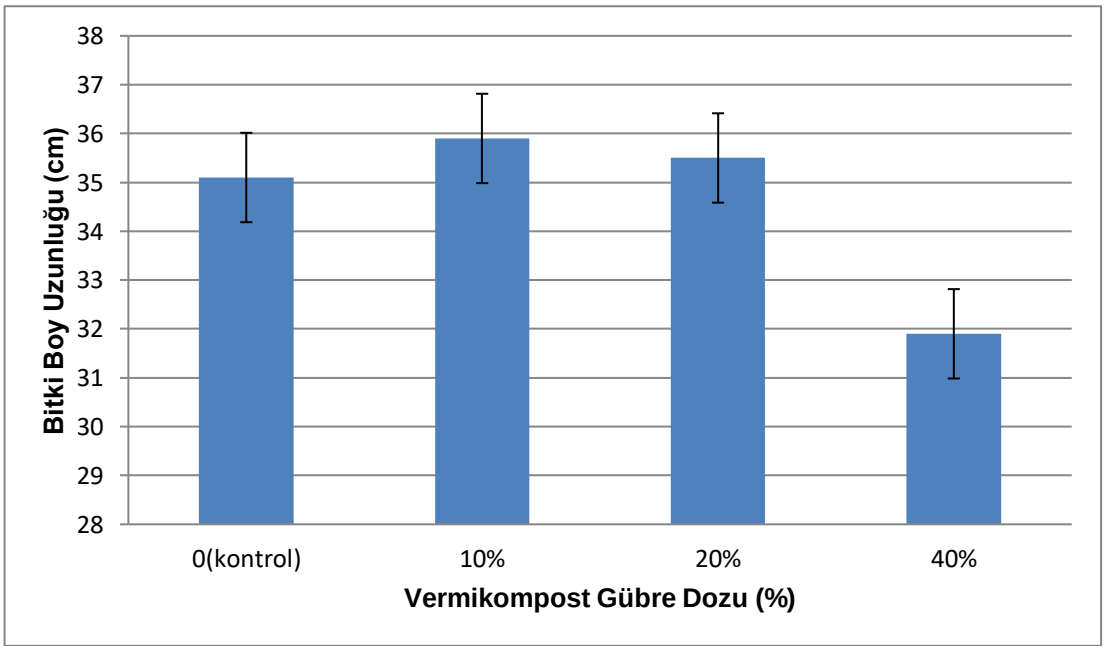
YOSUN GÜBRESİ (%)	VERMİKOMPOST DOZLARI (%)			
	0 (KONTROL)	**10**	**20**	**40**
0 (KONTROL)	35.8 A-D	34.2 B-E	33.8 DE	31.6 EF
1	34.9 BCD	36.1 A-D	33.9 CDE	30.7 F
2	34.6 BCD	36.7 ABC	36.6 A-D	31.6 EF
3	35.3 A-D	36.9 AB	37.8 A	34 CDE

Yapılan istatistik analizlerinde bitki boyu üzerine vermikompost uygulama dozları önemli bulunmuştur. Vermikompost ve sıvı deniz yosunu gübrelerinin farklı dozlarının bitkiler üzerindeki etkileri araştırılmış, araştırma sonuçları gübrelerin bitki gelişimi üzerinde etkili olduğu açıklanmıştır (Ji ve ark., 2017; Albirach ve ark., 2000; Meng ve ark, 2022).

En yüksek bitki boyu yosun gübresinin % 3 'lük dozunun uygulandığı uygulamadan (Şekil 4.5) ve vermikompostun %10 'luk dozunun uygulandığı saksılardan alınmıştır (Şekil 4.6)



Şekil 4.5. Yosun gübresinin bitki boy uzunluğuna etkisi



Şekil 4.6. Vermikompost gübresinin bitki boy uzunluğuna etkisi

4.1.3. Bitki kök uzunluğu

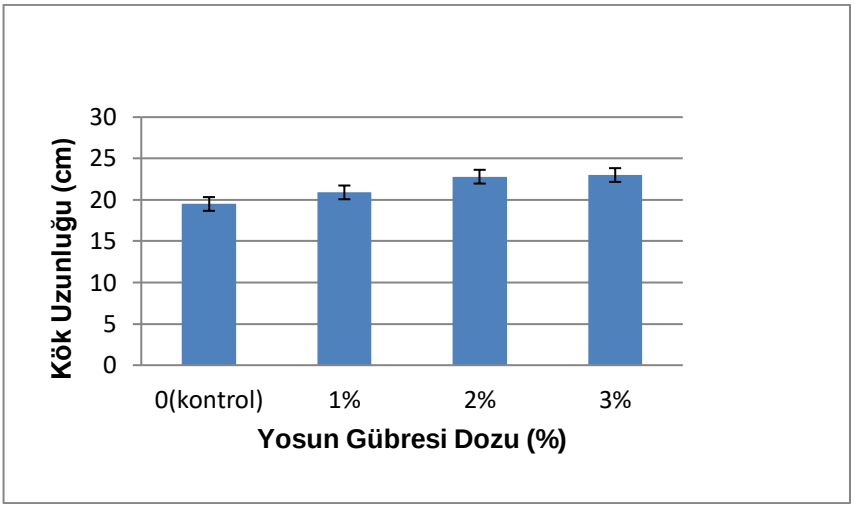
Bitkilerin gelişiminde, bitkilerin kök sistemlerinin önemli rollerinin olduğu bildirilmiştir (Ji ve ark., 2017). Çalışmamızda yosun gübresi ve vermikompostun farklı dozlarının etkileri Çizelge 4.4 'de verilmiştir. Uygulamalardan yosun gübresinin %2 x vermikompost %10 interaksiyonu ve yosun gübresinin %3 x vermikompostun %20 dozlarının birlikte kullanıldığı uygulamalarda kontrole göre en yüksek değer (25.1 cm) alınmıştır.

Yosun gübresi dozları arasında da istatistiki olarak farklılık (< 0.001) belirlenmiştir. En yüksek değer, yosun gübresinin %3 dozunun uygulaması ile (23 cm) alınırken, bunu sırası ile yosun gübresinin %2 (22.8 cm) ve %1 uygulama dozları (20.9 cm) izlemiştir. Uygulamalar kontrole göre bitki kök uzunluğu artırmada etkili bulunmuştur. Vermikompost uygulamaları arasında ise önemli herhangi bir farklılık belirlenmemiştir.

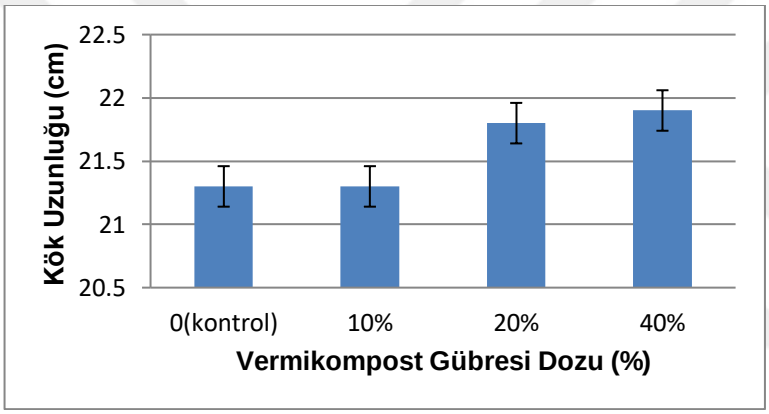
Çizelge 4.5. Yosun gübresi ve vermikompost uygulamalarının arpa kök uzunluğuna etkileri (cm)

YOSUN GÜBRESİ (%)	**VERMİKOMPOST DOZLARI (%)**			
	0 (KONTROL)	**10**	**20**	**40**
0 (KONTROL)	20.6 ABC	18.2 C	19 BC	20.3 ABC
1	21.2 ABC	21.1 ABC	21.1 ABC	20.2 ABC
2	20.2 ABC	25.1 A	21.9 ABC	24.2 AB
3	23.3 ABC	20.7 ABC	25.1 A	23 ABC

Şekil 4.7' de farklı dozlarda yosun gübresi kullanımının kök uzunluğuna etkisi verilmiştir. Şekil 4.8' de farklı dozlarda vermikompost gübresinin kullanımının kök uzunluğuna etkisi verilmiştir.



Şekil 4.7. Yosun gübresinin farklı dozlarının arpa kök uzunluğu üzerine etkisi



Şekil 4.8. Vermikompost gübresinin farklı dozlarının arpa kök uzunluğu üzerine etkisi

Deniz yosunu uygulamalarının kök sistemi geliştirdiği yapılan bir çalışmada rapor edilmiştir (Ji ve ark., 2017). Araştırmacılar, deniz yosunu uygulamasının yer fıstığının kök uzunluğu, kök yüzey alanı, kök hacmi ve kök sayısını kontrole göre arttırdığını bildirmişlerdir. Benzer olarak marul ile yapılan çalışmada da uygulamaların kök büyümesini önemli ölçüde arttırdığı incelenmiştir (Julia ve ark., 2020). Vermikompost ve sıvı deniz yosunu uygulamalarının bitki gelişimini stimüle ettiği, kök gelişimlerini artırarak bitkinin topraktan besin maddesi alımını arttırdığı yapılan çalışmalarda da açıklanmıştır (Julia ve ark., 2020; Meng ve ark., 2022; Usmani ve ark., 2019)

Ayrıca organik gübrelerin toprak yapısı, mikrobiyal çeşitlilik, besin içeriği üzerine de etkili olduğu rapor edilmiştir (Ling ve ark., 2016; Sun ve ark.,2014). Araştırmacıların

sonuçları ile bizim sonuçlarımız arasındaki farklılıklar toprak yapısı, uygulama dozları, bitki türü, uygulama koşullarından kaynaklanabilir.

4.1.4. Klorofil içeriği

4.1.4.1. Klorafil a

Çalışmamızda yosun gübresinin ve vermikompost gübresinin farklı dozlarda kullanımı ile arpa bitkisindeki klorofil a içeriğine etkisi incelenmiştir. Uygulamalar kontrol (%0)' e göre önemli artışlar sağlamıştır. Sonuçlar Çizelge 4.6.' da gösterilmiştir. En yüksek değer %3' lük yosun gübresi X %40' lık vermikompost gübresinin birlikte kullanımı ile %32.8 A değerine sahip klorofil a içeriği tespit edilmiştir.

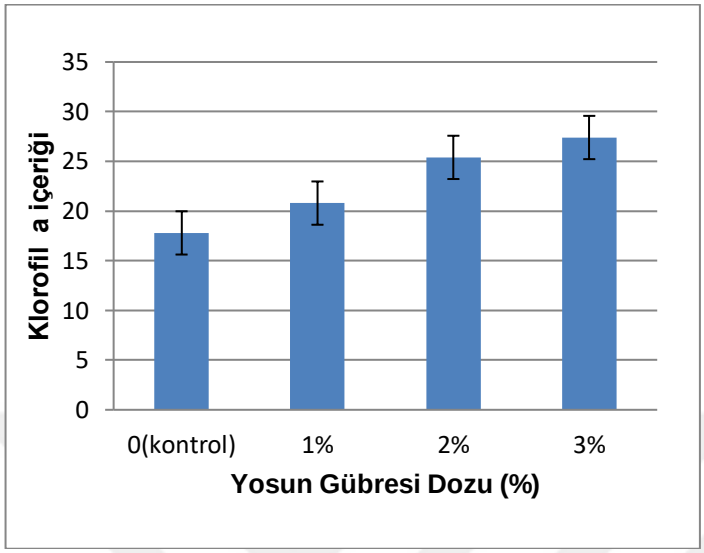
Çizelge 4.6. Yosun gübresi ve vermikompost uygulamalarının klorofil a sentezi üzerine etkisi (mg/1 000 ml)

YOSUN GÜBRESİ (%)	**VERMİKOMPOST DOZLARI (%)**			
	0 (KONTROL)	**10**	**20**	**40**
0 (KONTROL)	15.2 K	16.4 J	19.3 H	20.2 G
1	16 J	19.6 H	23.6 F	24.4 E
2	18 I	24.8 E	28.9 C	29.8 B
3	19.9 GH	26.8 D	30.1 B	32.8 A

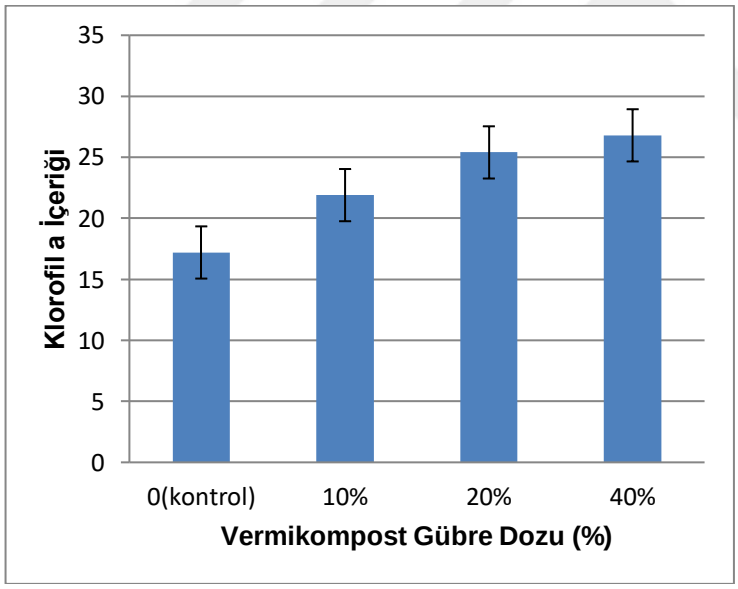
Çalışmamızda arpa bitkisinin yapraklarında klorofil a içeriğine bakıldığında yosun gübresinin farklı dozlarda kullanımı farklı artışlara neden olmuştur. %0 (Kontrol) grubunda %17.8 D iken %3' lük yosun gübresinde en yüksek değere sahip olduğu (%27.4 A) Şekil.4.9' da gösterilmiştir.

Çalışmada vermikompostun farklı dozların uygulanması ile yapraklardaki klorofil a içeriğindeki değişimi Şekil.4.10' da verilmiştir. %0 (Kontrol) grubunda

%17.2 D iken %40' lık vermikompost gübresi uygulamasında %26.8 A değerine rastlanmıştır.



Şekil 4.9. Yosun gübresinin farklı dozlarının klorofil a sentezi üzerine etkisi



Şekil 4.10. Vermikompost gübresinin farklı dozlarının klorofil a sentezi üzerine etkisi

4.1.4.2. Klorofil b

Çalışmamızda yosun gübresinin ve vermikompost gübresinin farklı dozlarda kullanımı ile arpa bitkisindeki klorofil b içeriğine etkisi incelenmiştir. Uygulamalar kontrol (%0)' e göre önemli artışlar sağlamıştır. Sonuçlar Çizelge 4.7.' de

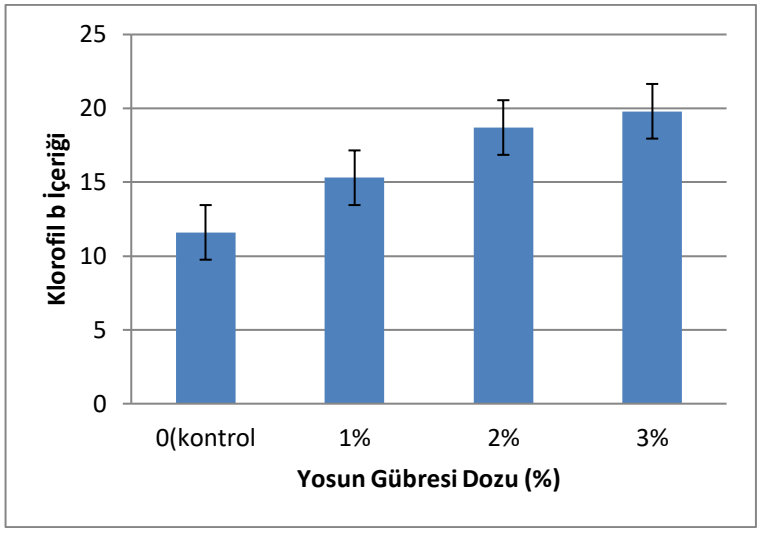
gösterilmiştir. En yüksek değer %3' lük yosun gübresi X %40' lık vermikompost gübresinin birlikte kullanımı ile %28.2 A değerine sahip klorofil b içeriği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Yosun gübresi ve vermikompost uygulamalarının klorofil b sentezi üzerine etkisi (mg/ 1 000ml)

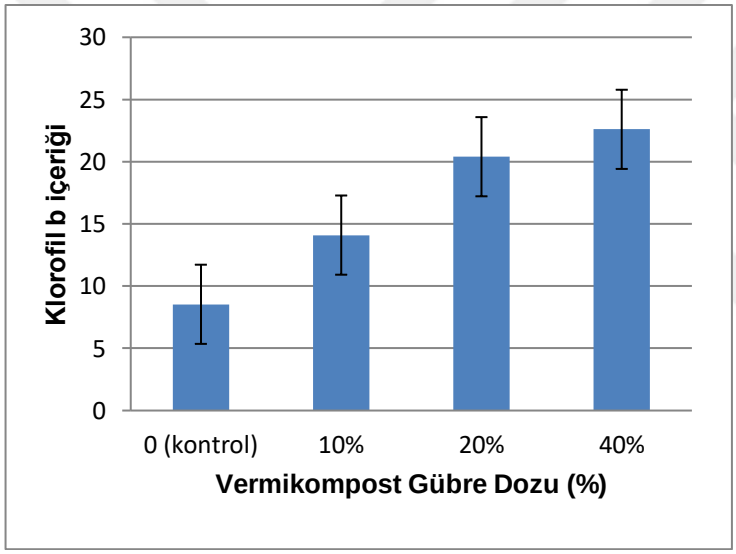
YOSUN GÜBRESİ (%)	**VERMİKOMPOST DOZLARI (%)**			
	0 (KONTROL)	**10**	**20**	**40**
0 (KONTROL)	7.6 K	10.7 I	12.5 H	15.8 F
1	8.6 J	13.7 G	18.9 E	20.7 D
2	8.8 J	15.8 B	24.0 C	26.2 B
3	9.0 J	16.1 F	26.3 B	28.2 A

Çalışmamızda arpa bitkisinin yapraklarında klorofil b çeriğine bakıldığında yosun gübresinin farklı dozlarda kullanımı farklı artışlara neden olmuştur. %0 (Kontrol) grubunda %11.6 D iken %3' lük yosun gübresinde en yüksek değere sahip olduğu (%19.8 A) Şekil.4.11' de gösterilmiştir.

Çalışmada vermikompostun farklı dozların uygulanması ile yapraklardaki klorofil b içeriğindeki değişimi Şekil.4.12' de verilmiştir. %0 (Kontrol) grubunda %8.54 D iken %40' lık vermikompost gübresi uygulamasında %22.6 A değerine rastlanmıştır.



Şekil 4.11. Yosun gübresinin farklı dozlarının klorofil b sentezi üzerine etkisi



Şekil 4.12. Vermikompost gübresinin farklı dozlarının klorofil b sentezi üzerine etkisi

4.1.5. Kök ağırlığı

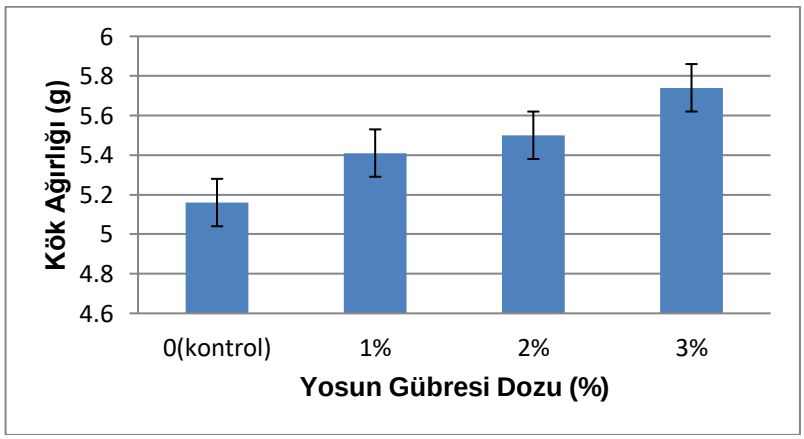
Çalışmamızda yosun gübresinin ve vermikompostun farklı dozları kullanılarak kök ağırlığına etkisi incelenmiştir. Kök ağırlığındaki değişimler Çizelge 4.8' de verilmiştir. En yüksek kök ağırlığı %3' lük yosun gübresi X %40' lık vermikompost uygulaması ile (%6.48 A) elde edilmiştir.

Çizelge 4.8. Kök ağırlığı üzerine uygulanan yosun gübresi ve vermikompostun farklı dozlarının etkileri (g/bitki)

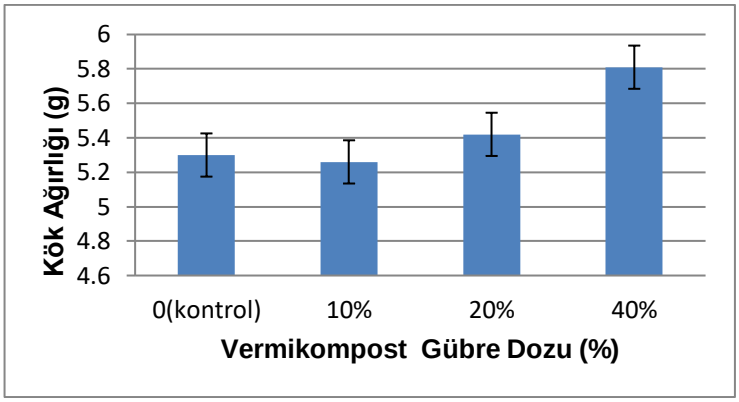
YOSUN GÜBRESİ (%)	VERMİKOMPOST DOZLARI (%)			
	0 (KONTROL)	10	20	40
0 (KONTROL)	5.10 D	5.38 CD	5.02 CD	5.11 D
1	5.35 CD	5.11 D	5.64 BCD	5.54 BCD
2	5.44 CD	5.18 CD	5.24 CD	6.13 AB
3	5.32 CD	5.38 CD	5.79 BC	6.48 A

Çalışmada arpa bitkisine yosun gübresi kullanımı ile kök ağırlığındaki etkisi Şekil 4.13' de gösterilmiştir. Kontrol grubundan, %3' lük yosun kullanımına kadar kök ağırlığında artış gösterdiği görülmektedir.

Vermikompost kulanımında ise %10' luk kullanım ile kök ağırlığında 0.04 g azalma görülsede, %20, %40 kullanımla kök ağırlığında tekrar bir artış görülmüştür (Şekil 4.14).



Şekil 4.13. Yosun gübresinin farklı dozlarının arpa kök ağırlığı üzerine etkileri



Şekil 4.14. Vermikompost gübresinin farklı dozlarının arpa kök ağırlığı üzerine etkileri

4.1.6. β-glukosidaz aktivitesi

Çalışmamızda farklı vermikompost ve yosun gübresinin farklı dozlarının uygulanması topraktaki β-glukosidaz enzim aktivitesindeki değişimler Çizelge 4. 9. 'da verilmiştir. En yüksek aktivite yosun gübresinin %3 ve vermikompostu %40 oranında uygulanması sonucu elde edilmiştir (77, 5 mg p-nitrofenol/100g toprak). En düşük aktivite hiçbir uygulamanın yapılmadığı topraktan alınmıştır.

Çizelge 4.9. Uygulamaların β-glukosidaz aktiviteye etkileri (mg p-nitrofenol/100g toprak)

YOSUN GÜBRESİ (%)	**VERMİKOMPOST DOZLARI (%)**			
	0 (KONTROL)	**10**	**20**	**40**
0 (KONTROL)	31.2 M	34.3 L	43.4 H	48.3 F
1	32.1 M	34.9 L	55.4 E	57.2 D
2	37.0 K	42.3 I	57.5 D	63.5 C
3	38.1 S	46.5 G	68.3 B	77.5 A

Yosun gübresi uygulamaları kendi aralarında değerlendirildiğinde en yüksek aktivite sırasıyla %4 (57,5 A mg p-nitrofenol/100g toprak, %3 oranındaki doz (50,1 B mg p-nitrofenol/100g toprak), %2 oranındaki dozdan (44,9 C mg p-nitrofenol/100g toprak) alınmıştır. En düşük aktivite hiçbir uygulama yapılmayan kontrolden (39,3 D mg p-nitrofenol/100g toprak) alınmıştır.

Vermikompost uygulamaları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise; en yüksek aktivite %40 oranında vermikompost uygulaması ile (61,6 A mg p-nitrofenol/100g toprak) elde edilirken bunu sırası ile %20 'lik doz (56,2 B mg p-nitrofenol/100g toprak) ve %10 'luk doz (39,5 C mg p-nitrofenol/100g toprak) izlemiştir. En düşük β-glukosidaz aktivite vermikompost uygulanmamış topraktan (34,5 D mg p-nitrofenol/100g toprak) alınmıştır.

4.1.7. Mikrobiyal toprak solunumu (CO_2)

Çalışmamızda uygulamaların toprak solunumu üzerine etkileri Çizelge 4.10' da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Yosun gübresi ve vermikompostun toprak solunumu üzerine etkileri

YOSUN GÜBRESİ (%)	**VERMİKOMPOST DOZLARI (%)**			
	0 (KONTROL)	**10**	**20**	**40**
0 (KONTROL)	26.1 N	28.5 M	36.7 I	42.0 F
1	29.4 L	32.7 K	42.9 F	56.5 E
2	34.3 J	37.9 H	62.8 D	68.8 B
3	36.3 I	41.4 G	65.6 C	72.5 A

Çizelge4.10. incelendiğinde en yüksek solunum yosun gübresi ve vermikompostun en yüksek dozlarında alınmıştır (72,5 mg CO_2/100g toprak). Bunu yosun gübresinin %2 'lik dozu ve %40 vermikompost uygulaması izlemiştir (68,8 mg CO_2/100g toprak).

Topraklara yosun gübresinin farklı dozlarının uygulanması da toprak solunumu üzerine farklı etkide bulunmuştur. En yüksek solunum %3 (59,95 A mg CO_2/100g toprak) alınırken, bunu sırası ile %2 (50,95 B mg CO_2/100g toprak), %1 (40,40 C mg CO_2/100g toprak uygulama dozları izlemiştir.

Vermikompost uygulamaları da kendi aralarında değerlendirilmiş ve en yüksek solunum vermikompostun en yüksek uygulama dozlarında (59,95 A mg CO_2/100g toprak) elde edilmiştir. Bunu %20 vermikompost uygulaması (52,0 B mg CO_2/100g toprak), %10 vermikompost uygulaması (35,13 C mg CO_2/100g toprak), kontrol (%) (31,52 D mg CO_2/100g toprak) izlemiştir.

4.2. Tartışma

Çalışmamızda yosun gübresi ve vermikompostun birlikte kullanımı ile bitkinin gelişimsel özelliğini ve topraktaki mikrobiyal faaliyetler gözlemlenmiştir. Vermikompost ve yosun gübresinin birlikte kullanımı ile bitki boyunun ve kök ağırlığının arttığı tespit edilmiştir. Aktaş (2018) farklı tekstüre sahip topraklarda vermikompostun dozlarının artmasıyla bitki boyunun da arttığı görülmüştür.

Vermikompost uygulaması ile bitki boyunun 2010'dan 2011'e kadar arttığı görülmüştür. Yosun gübresiyle sığır gübresinin birlikte kullanımında da yıllar arasında mısır bitkisinin boyunda artış görülmüştür. Aşılı ve aşısız domates fidesinin deniz yosunu gübresi kullanımı ile bitki gelişimine etkisi araştırılmak istenmiştir. 0 doz, 1. Doz (200 ml deniz yosunu/ 100 L su) ve 2. (400 ml deniz yosunu / 100L su) doz olacak şekilde deniz yosunu kullanılmıştır. Bitki boyunun en çok artışı; aşılı ve 2. Doz kullanımı ile elde edilmiştir (Bender Özenç ve ark., 2017). Vermikompostun kırmızı baş lahana bitkisine etkisi araştırılmak istenmiştir. Vermikompost ile N:P:K elementleri de birlikte kullanılmıştır. Vermikompost dozu arttıkça bitki boyunda artış gözlemlenmiştir (Maltaş ve ark., 2017). Vermikompost ve ahır gübresi uygulamasının ıspanak bitkisine etkisi incelenmiştir. Ayrı ayrı yapılan uygulamalarda ahır gübresinin vermikomposta göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Vermikompost uygulaması ise kontrol grubuna göre daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Vermikompostun uygulanması ile bitki boyunda artış görülmüştür (Çıtak ve ark., 2011). Yapılan bu çalışmalar bizim çalışmamızı desteklemiştir.

Vermikompost ve yosun gübresinin kullanımı arpa bitkisinin yaş ve kuru aksam ağırlığına etkisi olumlu iken iki gübrenin de dozlarının artması azda olsa ağırlığa

olumsuz yönde etki etmiştir. Vermikompost gübresi ile bitki gelişimi, *S. sclerotiorum* ile de domates fidesindeki kök çürüklüğüne etkisi araştırılmak istenmiştir. İki farklı duyarlılığa sahip domates fidesi (142-135F1 ve RNF1) kullanılmıştır.

Vermikompostun 142-135F1 fidesinde tüm parametrelerde (kök uzunluğu, gövde uzunluğu, kök yaş ağırlığı, gövde yaş ağırlığı, toplam yaş ve kuru ağırlığı) olumsuz sonuçlara neden olmuştur. RNF1 de ise gövde yaş ağırlığı, toplam yaş ve kuru ağırlığı düşürmüş diğer parametrelerde ise bir değişim gözlenmemiştir. Ancak vermikompost- *S. sclerotiorum* kombinasyonunda parametrelerde artış görülmüştür. (Yaviç ve ark., 2020). Baş salata yetiştiriciliğinde vermikompost ve mikrobiyal gübrenin bitki gelişimine ve nitrat içeriğine katkısı incelenmiştir. İncelemeler sırasında kimyasal gübre de kullanılarak karşılaştırılmak istenmiştir. Kimyasal gübre kullanımı ile olumlu sonuçlar elde edilmiştir fakat uygulanan vermikompostun dozu arttıkça o değerleri geçen bir sonuçla karşılaşılmıştır. Vermikompostun dozu arttıkça bitkinin yaş ve kuru ağırlığında artış görülmüştür (Altunlu, 2021).

Vermikompostun aşılı asma fidanlarının besin içeriğine etkisi ve vejetatif gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan araştırmada vermikompost dozları; kontrol, %10, %20, %30, %40 olarak belirlenmiştir. Bitkinin sürgün uzunlukları en iyi %30 iken %40 dozunda bitki boyunda azalma yaşanmaktadır. Kök uzunluğunda da en iyi sonuç %30 iken %40 dozunda kök uzunluğunda düşüş görülmektedir. Sürgün yaş ve kuru ağırlığında da aynı sonuçla karşılaşılmıştır. Vermikompost dozu arttıkça artış görülürken en yüksek değerle birlikte bitkinin morfolojik özelliklerinde düşüş yaşanmıştır. Bitkinin kök yaş ve kuru ağırlığında ise %20 de en iyi sonucu elde ederken doz artışı ile ağırlıklarda azalma gözlemlenmiştir (Açıkbaş, 2016). Yapılan bu çalışma belli parametrelerde bizim çalışmamızı desteklemektedir.

Vermikompost ve mikorizanın birlikte kullanımı ile biber bitkisinin gelişimine etkisi incelendiğinde bitki yaş ve kuru ağırlıkta önce artış sonra azılışa neden olmuştur (Küçükyumuk ve ark., 2014). Mısır bitkisinde yürütülen bir çalışmada mikro alg kullanılarak dozları arttırılarak yaş ve kuru aksam ağırlığı ölçülmüştür. Dozlar arttıkça aksam ağırlıklarının arttığı tespit edilmiştir (Gezgin Demir, 2020). Aşılı ve aşısız

domates çeşitlerinde; farklı gelişimsel dönemlerde ve farklı dozlarda yosun gübresinin kullanımı ile her iki çeşidinde de doz arttıkça yaş ve kuru ağırlık artış göstermiştir (Bender Özenç ve ark., 2017)

Ispanakta vermikompostun ve karaizopot gübresinin etkisi araştırılmıştır. Ispanak bitkisine farklı dozlarda (kontrol grubu, %1, %10, %20) vermikompost uygulanmış ve bitki boyunda, bitki yaş ağırlığında, kuru ağırlığında, bitkinin kök boyunda, kök yaş ve kuru ağırlığında artış görülmüştür. Klorofil miktarı tayininde de vermikompost dozu arttıkça miktarında da artış görülmüştür (Toksoy, 2019). Vermikompostun bazı toprak özellikleri üzerine etkisi ve pazı bitkisinin gelişimine etkisi incelenmiştir.0, 250, 500, 750, 1000 kg/da dozları kullanılarak deney ortamı hazırlanmıştır. Doz artışı ile bitkinin yaş ve kuru ağırlığında önemli artış gözlemlenmiştir (Köksal ve ark., 2017).

Arpa bitkisindeki klorofil a ve b içeriğine bakıldığında hem solucan gübresi hem de vermikompost, klorofil içeriğini olumlu yönde etkilemiştir. Karpuzda farklı dozlarda vermikompost uygulaması ile toplam klorofile bakıldığında kontrol grubundan başlayarak azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmadaki bu sorunun anlamlı bulunamadığı görülmektedir (Ak Göksu ve ark., 2017). Ispanakta vermikompostun farklı dozları uygulandığında klorofil miktarının doz arttıkça arttığı görülmüştür (Toksoy, 2019). Farklı iki yılda ve farklı yosun gübresi kullanımının mısır silajı verimi üzerine araştırma yapılmıştır. Mısır çeşitlerinde yapılan bu çalışmada bitki boyunda, klorofil sentezinde, bitki kuru ve yaş ağırlığında artış gözlemlenmiştir (Ağırağaç ve ark., 2022). Vermikompost uygulamaları kontrol gruplarına göre klorofil miktarında artışa neden olmuştur (Bayram ve ark., 2019) Bazı çalışmalar çalışmamızı desteklese de bazılarında istenilen sonuca ulaşılamamıştır.

Mikrobiyal β-glukosidaz aktivitesinin ve toprak solunumunun bu çalışmada önemli bir artışa sahip olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan organik gübreler bitki köküne yakın rizosfer tabakada çoğalmasına neden olmuştur. Bu artışla beraber mikrobiyal aktivitelerde hızlanmıştır.

Arancon ve ark (2005)'nın yaptıkları çalışmada da vermikompostun bitki gelişimine katkısı araştırılmıştır. Bu çalışmada mikrobiyal aktivitede artış olduğu bitki gelişimine olumlu katkı sağladığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışma ile bizim yaptığımız çalışma sonuçları paraleldir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Artan nüfus ile birlikte tarıma olan ihtiyaçta gün geçtikçe artmaktadır. Arpa bitkisi insanlar tarafından çokça kullanılmasa da hayvancılık için önemli bir besin kaynağıdır. Bu besin kaynağının ve diğer tarımsal ürünlerin daha verimli olması ve kısa sürede ürün vermesi için kimyasal gübre kullanımı tercih edilmektedir. Kısa sürede istenilen sonuçlar elde edilse de uzun vadede kimyasal gübre kullanımı toprağa, topraktaki mikroorganizmalara, suya, çevreye zarar vermektedir. Kimyasal gübrenin zararlarının farkına varılmasıyla alternatif çözümlere yönelinmektedir. Bu alternatif çözüm yollarından biri de organik gübre kullanımıdır.

Organik gübre toprağın verimini arttırmakta ve sürdürülebilir tarım için önemli bir yere sahiptir. Topraklarımız organik madde yönünden fakir olmasından dolayı tarımda organik gübre kullanımı ile bu değer yükseltilebilir.

Deniz yosunları, solucan gübresi, balık kompostu, hümik asit son zamanlarda karşımıza çıkan organik gübrelerdir.

Çalışmamızın sonucu olarak; vermikompost ile yosun gübresinin birlikte kullanımı ile bitkinin boy uzunluğuna, kök uzunluğuna ve ağırlığına, aksam ağırlığına, klorofil içeriğine olumlu yönde katkı sağladığı sonucuna varılmıştır. Birlikte kullanılan bu gübreler tarımsal çalışmada kullanılacağı zaman oranları dikkat edilerek kullanılmalıdır.

Mikroorganizmaların bu çalışmadan olumlu yönde etkilendiği ve mikrobiyal aktivitenin arttığı ve bitki gelişimine katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Yapılan bazı çalışmalarda organik gübreler ya tek tek denenmiş ya da farklı organik gübre kombinasyonu farklı bitki türleri üzerinde yapılmıştır. Çalışmamızdaki vermikompost gübresi ve yosun gübresinin birlikte arpa üzerindeki ve

mikroorganizma üzerindeki etkisine yönelik pek çalışma olmadığından dolayı tercih edilmiş ve buna benzer çalışmalara katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

AÇIKBAŞ, B., 2016. Vermicompostun 5 BB üzerine Aşılı Trakya İlkeren Asma Fidanlarının Bitki Besin Elementi İçerikleri ve Vejetatif Gelişmeye Etkileri. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ,52.

AĞIRAĞAÇ, Z., ve ÇELEBİ-ZORER, Ş. 2022. Karasal İklimde Yetiştirilen İkinci Ürün Mısırın Silaj Verimi Üzerine Deniz Yosunu Uygulamasının Etkisi. ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi, 6: 7-19.

AK GÖKSU, G., ve KUZUCU-ÖZTOKAT, C. 2017. Karpuzda (Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. ve Nakai) Farklı Dozlardaki Vermikompost Uygulamalarının Verim ve Bazı Kalite Parametrelerine Etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Ensitüsü Dergisi, 3: 48-58.

AKTAŞ, T. 2018. Vermikompostun Farklı Tekstüre Sahip topraklarda Bitki Gelişimine ve Toprakların Fiziksel Kimyasal Özelliklerine Etkisi. Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 54.

AKYURT, İ., ŞAHİN, Y., ve KOÇ, H. 2011. Deniz Marulunun (Ulva sp.) Sıvı Organik Gübre Olarak Değerlendirilmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 1: 55-62.

ALBİRACH, R., CANET, R., POMARES, F., and INGELMA, F. 2000. Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil. Bioresource Technology, (75): 43-48.

ALTUNLU, H. 2021. Mikrobiyal gübre ve vermikompost uygulamalarının baş salata (Lactuca sativa L. var capitata) yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve nitrat içeriğine etkisi. Mediterranean Agricultural Sciences, 34: 135-140.

ANDERSON, J. P. 1982. Soil respination. In: Methods of soil analysis, part 2, chemical and microbiological properties. Madison, Winsconsin: Ed. A. L. Page.

ARANCON, N. Q., and EDWARDS, C. 2005. Effects of Vermicomposts on Plant Growth. ISWVT, s. 16-18.

ARNON, D. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast polyphenol oxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology, 24: 1-15.

AYDIN, M., ve DEMİRSOY, M. 2020. Topraksız Biber (Capsicum annuum L.) Yetiştiriciliğinde Farklı Yetiştirme Ortamlarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences, 10: 66-72.

BADEMKIRAN, F., ÇIĞ, A., ve TÜRKOĞLU, N. 2018. Nergis (Narcissus cv. 'Royal Connection') Bitkisinin Gelişimi Üzerine Katı ve Sıvı Solucan Gübresi Dozlarının Etkiler. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 5: 676-684.

BAŞDİÇ, M., ve KABAY, T. 2022. Tuz Stresindeki Ispanakta Vermikompost ve Su Yosununun Bazı Fizyolojik Unsurlara Etkileri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 9: 188-194.

BAYRAM, C. A., BÜYÜK, G., ve KIRPIK, M. 2019. Karpuz Yetiştiriciliğinde Gübre Uygulamaları ile Bitki aktivatörlerinin Yaprakta Besin Elementleri ve Klorofil Düzeyine Etkileri. ADYÜTAYAM, 7: 88-98.

BELLİTÜRK, K. 2016. Sürdürülebilir Tarımsal Üretimde Katı Atık Yönetimi İçin Vermikompost Teknolojisi. Çukurova Tarım Gıda Bil. Der, 31: 1-5.

BENDER ÖZENÇ, D., ve ŞEN, O. 2017. Farklı gelişim dönemlerinde uygulanan deniz yosunu gübresinin domates bitkisinin gelişim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. Akademik Ziraat Dergisi, 6: 235-242.

BENDER ÖZENÇ, O. Ş. 2017. Aşılı ve Aşısız Domates Yetiştiriciliğinde Sıvı Yosun Gübresi Kullanımının Verim ve Beslenme Üzerine Etkileri. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 4: 251-258.

BOZKURT, S. B. 2019. Kapya Tipi Biber (Capsicum Annuum L. Cv. Kapya) Yetiştiriciliğinde Kullanılan Organik Gübrelerin Bitki Gelişimi Ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri.Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 71.

ÇAKMAKÇI, R. 2005. BİTKİ GELİŞİMİNDE FOSFAT ÇÖZÜCÜ BAKTERİLERİN ÖNEMİ. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 19: 93-108.

ÇERİ, S., ve ACAR, R. 2019. Serin İklim Tahıllarının Hayvan Beslemede Yeşil ve Kuru Ot Olarak. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 8: 178-194.

ÇITAK, S., SÖNMEZ, S., KOÇAK, F., ve YAŞİN, S. 2011. Vermi kompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (Spinacia oleracea var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 28: 56-69.

DEMİR, H., TOPUZ, A., GÖLÜKÇÜ, M., POLAT, E., ÖZDEMİR, F., ve ŞAHİN, N. 2006. Ekolojik üretimde farklı organik gübre uygulamalarının domatesin mineral madde içeriği üzerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16: 19-25.

GEZGİN DEMİR, E. 2020. Mısır Yetiştiriciliğinde Chlorella vulgaris Beyerinck [Beijerinck] ve Arthrospira plantensis Gomont Taksonlarının Verim ve Kalite Parametrelerine Etkisi. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli, 55.

DEMIRSOY, M., and AYDIN, M. 2020. The Quantitative Effects of Liquid Vermicompost and Seaweed Practices on the Seedling Quality of Organic Tomato (Solanum lycopersicum L.). International Journal of Environmental Trends, 4: 17-27.

DEMIRSOY, M., and AYDIN, M. 2020. The Quantitative Effects of Liquid Vermicompost and Seaweed Practices on the Seedling Quality of Organic Tomato (Solanum lycopersicum L.). International Journal of Environmental Trends (IJENT), 4: 17-27.

DURUKAN, H., SARAÇ, H., ve DEMİRBAŞ, A. 2020. Farklı Dozlarda Vermikompost Uygulamasının Mısır Bitkisinin Verimine ve Besin Elementleri Alımına Etkisi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 45-51.

ERYÜKSEL, S. 2016. Farklı oranlarda vermikompost uygulamasının bazı sebzelerin besin elementi içeriklerine olan etkileri. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 64.

GÖKSU, G., ve KUZUCU ÖZTOKAT, C. 2017. Karpuzda (Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. & Nakai) Farklı Dozlardaki Vemikompost Uygulamalarının Verim ve Bazı Kalite Parametrelerine Etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3: 48-58.

GÜLLÜOĞLU, Z., ve ARIOĞLU, H. 2005. Farklı yetiştirme koşullarında uygulanan bazı bitki büyüme düzenleyicilerinin soya (Glycine max Nerr.) bakla çatlama oranı ve verim kaybı üzerine etkileri. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9: 37-42.

HAMED SAYED, A., MONA, H., GEHAN, A.-S., and HALA, A.-S. 2021. Effect of Growing Area on Yield Traits, Fiber and Yarn Properties in Egyptian Cotton Genotypes by Using Biofertilizer Inoculation,Vermicompost and Algae Extract. J. of Plant Production, Mansoura Univ., 12: 1087-1100.

HOFMANN, E. D., and HOFMANN, G. G. 1966. Reprinted from advances in enzmology and related subject of biochemistry. Die Bestimmung Der Biologischen tatigheit in Böden Mit Enzymethoden, s. 365-390.

JARDIN, P. 2015. Plant Biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. Sci. Hortic., 196: 3-14.

Jİ, R., DONG, G., SHİ, W., and MİN, J. 2017. Effects of liquid organic fertilizers on plant growth and rhizosphere soil characteristics of chrysanthemum. Sustainability, (9): 841-857.

JOSHİ, R., SİNGH, J., and VİG, A. 2015. Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plans. Reviews in Environmental Science and Bio/ Technology, (14): 137-159.

JULİA, I., OSCAR, M., ANALİA, L., and GUİLHERME, J. 2020. Biofertilization with Macrocystis pyrifera algae extracts combined with PGPR enhanced growth in Lactuca sativa seedlings. Journal of Applied Phycology, (32): 4361-4371.

KALKAN, H., GÖZÜKARA, G., ve KAPLAN, M. 2017. Sera Güzlük Domates Yetiştiriciliğinde Yeni Eğilim: Sıvı Organik Gübre Tüketimi. Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 2: 92-100.

KARA, B., ve GÜL, H. 2013. Alternatif Gübrelerin Farklı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Tane Verimi, Verim Komponentleri ve Kalite Özelliklerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8: 88-97.

KARA, B., ve GÜL, H. 2013. Alternatif Gübrelerin Farklı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Tane Verimi, Verim Komponentleri ve Kalite Özelliklerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8: 88-97.

KAYA, A., ve ERDÖNMEZ, H. 2020. Farklı Kökenli Gübre Form ve Dozlarının Soya Fasulyesinin (Glycine max. (L.) Merrill) Tohum Çimlenmesi ve Fide Gelişimi Üzerine Etkisi. Türk Doğa ve Fen Dergisi, 9: 73-79.

KENDAL, E., KILIÇ, H., TEKDAL, S., ve ALTIKAT, A. 2010. Bazı Arpa Genotiplerinin Diyarbakır ve Adıyaman Kuru Koşullarında Verim ve Verim Unsurlarının İncelenmesi. HR.Ü.Z.F. Dergisi, 14: 49-58.

KHAN, W., RAYİRATH, U., SUBRAMANİAN, S., JİTHESH, M., RAYORATH, P., HODGES, D.,PRİTHİVİRAJ, B. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. J. Plant Growth Regul., 28: 386-399.

KİNGMAN, A. R., and MOORE, J. 1982. Isolation, purification and quantification of several growth regulating substance in Ascophyllum nodosum (Phaeophyceae). Botanica Marina, (25): 149-153.

KIRAN, S. 2019. Vermikompost Uygulamalarının Kuraklık Stresi Altındaki Kıvırcık Salatanın (Lactuca sativa var. crispa) Mineral İçerikleri Üzerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg, 22: 133-140.

KÖKSAL, S., AKSU, G., ve ALTAY, H. 2017. Vermikompostun Bazı Toprak Özellikleri ve Pazı Bitkisinde Verim Üzerine Etkisi. ÇOMÜ Zir. Fak. Derg, 5: 123-128.

KÜÇÜKYUMUK, Z., GÜLTEKİN , Z., ve ERDAL, İ. 2014. Vermikompost ve Mikorizanın Biber Bitkisinin Gelisimi ile Mineral Beslenmesi Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9: 51-58.

KÜÇÜKYUMUK, Z., GÜLTEKİN, M., ve ERDAL, İ. 2014. Vermikompost ve Mikorizanın Biber Bitkisinin Gelişimi ile Mineral Beslenmesi Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9: 51-58.

LATİQUE, S., ELOUAER, M., CHERNANE, H., HANNACHİ, C., and ELKAOVA, M. 2014. Effect of seaweed liquid extract of Sargassum vulgare on growth of durum wheat seedlings (Triticum olurum L.) under salt stress, International J. of Innovac. Applied studies., 7: 1430-1435.

LİNG, N., ZHU, C., XUE, C., CHEN, H., DUAN, Y., PENG, C., . . . SHEN, Q. 2016. Insight Into how organic amendments can shape the soil microbiome in long term Fieldexperiments as revealed by network analysis. Soil Biology and Biochemistry, (99): 137-149.

MALTAŞ, A., TAVALI, İ., UZ, İ., ve KAPLAN, M. 2017. Kırmızı baş lahana (Brassica oleracea var.capitata f. rubra) yetiştiriciliğinde vermikompost uygulaması. Mediterranean agricultural sciences, 30: 155-161.

MANCUSO. S, BRİAND, X., MUGNAİ, S., and AZZARELLO, E. 2006. Marine bioactive substances improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted vitis vinifera plants. Advances in Horticul. Sci, 20: 1000-1006.

MENG, C., GU, X., LİANG, H., WU, M., WU, Q., YANG, L., . . . SHEN, P. 2022. Optimized preparation and high efficient application of seaweed fertilizer on peatnut. Journal of Agriculture and Food Research, (7): 100275.

PARTHASARATHİ, K., RANGANATHAN, L., ANANDİ, V., and ZEYER, J. 2007. Diversity of miaroflera in the gut and casts of tropical composting earthworms, reared on different substrates. J. Environ. Biol., 28: 87-97.

PATİL, S. L., and SHEELAVANTAR, M. 2007. Grain yield and P and K accumulation in winter sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench] as influenced by tillage practices, organic amendments, and N application in the Vertisols of semi-arid tropical India. Tropical Agriculture, 84.

PERES, J. C., CARVALHO, L., GONÇALES, E., BERİAN, I., and FELİCİO, J. 2012. Evaluation of antifungal activity of seaweed extracts. Ciencia e Agrotech., 36: 294-299.

KONYALI, S., 2016. Türkiye'de Gübre Üretimi ve Uygulanan Politikalar.XII.Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Mayıs, Isparta, 2041-2048.

POLAT, H. 2020. Türkiye'de Kimyasal Azotlu Gübre Tüketim Durumunun ve Toprak Analizi Zorunluluğunun Azotlu Gübre Kullanımına Etkilerinin Değerlendirilmesi. Toprak Su Dergisi, 9: 60-71.

PRAKASH, A. M. 2018. Effect of Seaweed Liquid Fertilizer and Humic Acid Formulation on the Growth and Nutritional Quality of Abelmoschus esculentus. Asian J. Crop Sci, 48-52.

QUİLTY, J., and CATTLE , S. 2011. Use and Understanding of organic amendments in Australian agriculture: a review. Soil Res., 49: 1-26.

SANTANİELLO, A., SEARTAZZA, A., GREASTA, F., LORETİ, E., BİASONE, A., DİTOMMASO, D., and PERATA, P. 2017. Ascophyllum nodosum seaweed extract alleviates drought stress in arabidopsis by affecting photosynthetic performance and related gene expression. Frantiers in Plant Sci., 8: 1362.

SELVAM, G., and SIVAKUMAR, K. 2014. Influence of seaweed extract as an organic fertilizer on the growth and yield of Arachis hypogea L. and their elemental composition using SEM–Energy Dispersive Spectroscopic analysis. Asian Pacific Journal of Reproduction, 3: 18-22

SHARMA, S., CHEN, C., KHATRİ, K., RATHORE, M., and PANDEY, S. (2019). Gracilaria dura extract confers drought tolerance in wheat by modulating abscisic acid homeostasis. Plant Physiology and Biochemistry, 136: 143-154.

SHUKLA, P. S., MARTİN, E., ADİL, M., BAJPAİ, S., CRİTCHLEY, A., and PRİTHİVİRAJ, B. 2019. Ascophyllum nodosum based biostimulants: Sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance and disease management. Frontiers in Plant Sci, 10: 655.

SİRAT, A., ve SEZER, İ. 2014. Samsun İlinde Arpa Üretim Potansiyeli. GÜFBED/GUSTIJ, 4: 183-192.

SÖNMEZ, İ., KAPLAN, M., ve SÖNMEZ, S. 2008. Kimyasal Gübrelerin Çevre Kirliliği Üzerine Etkileri ve Çözüm Önerileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 25: 24-34.

STEWART-WADE, S. (2020). Efficacy of organic amendements used in containerized plant production: Part 2- Non- compost-based amendments. Scientia Horticulturae, (260): 1-5.

SUN, J., ZHANG, Q., ZHOU, J., and WEİ, Q. 2014. Pyrosequencing technology reveals the impact of different manure doses on the bacterial communityin apple rhizosphere soil. Applied soil Ecology, (78): 28-36.

ERŞAHİN, Y. Ş. 2007. Vermikompost Ürünlerinin Eldesi ve Tarımsal Üretimde Kullanım Alternatifleri. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 24: 99-107.

TOKSOY, E. 2019. Ispanakta Vermikompost (Solucan Gübresi) ve Karaizopot (Porcellio Laevis) Gübresi Uygulamalarının Bitki Gelişimi ve Besin İçerikleri Üzerine Etkisi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Ensitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 134.

TURAN, M., ve KÖSE, C. 2004. Seaweed extracts improve copper uptake of grapevine. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science, 54: 213-230.

USMANİ, Z., KUMAR, V., GUPTA, P., GUPTA, G., RANİ, R., and CHANDRA, A. 2019. A enhanced soil fertility, plant growth promotion and microbial enzymatic activities of vermicomposted fly ash. Scientific Reports, (9): 10455.

VİDİRAJ, B. A., and POTTY, S. (1998). Response of cor iander (Coriandrum sativum L.) cultivars to graded leves of vermicompost. J. Spice. Arom. Crop., 7: 141-143.

VUKOVİC, A., VELKİ, M., ECİMOVİC, S., VUKOVİC, R., CAMAGAJEVAC, I., and LONCARİC, Z. 2021. Vermicomposting-Facts, Benefits and Knowledge Gaps. Agronomy, 11: 1-15.

VURAL, A., DEMİR, S., ve BOYNO, D. 2018. Biyoremediasyon ve Fungusların Biyoremediasyonda Kullanılması. YYÜ Tar Bil Derg, 28: 490-501.

WALLY, O. S., CRİTCHLEY, A., HİLTZ, D., CRAİGİE, J., HOH , X., ZAHARİA, L., and PRİTHİVİRAJ, B. 2013. Regulation of Phytohormone biosynthesis anal accumulation in Arabidopsis following treatment with commercial extract from the marine macroalgae Ascophyllum nodosum J. Plant Growth Regul., 32: 324-339.

YAVİÇ, Ş., DEMİR, S., ve BOYNO, G. 2020. Solucan gübresi(Vermicompost)'nin Domates (Lycopersicon esculentum)'te Sclerotinia Sclerotiorum(lib.) de Bory'un neden olduğu kök çürüklüğü hastalığına etkilerinin belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Ensitüsü Dergisi, 25: 13-20.

YÜKSEL, S., ve ÜNVER İKİNCİKARAKAYA, S. 2020. Farklı Kavuzsuz Arpa Genotiplerinin (Hordeum vulgare L. var. nudum Hook. f.) Sulu Koşullarda Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 7: 38-45.

ZODAPE, S. T. 2001. Seaweeds as a biofertilizer. J. Sci. Ind. Res., 60: 378-382.