



Deniz Yosunu ve Mikoriza'nın Karnabahar (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.)'da Verim Unsurları Üzerine Etkileri.

Araştırma Makalesi/Research Article

Atf İçin: Çelik Y. (2024). Deniz Yosunu ve Mikoriza'nın Karnabahar (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.)'da Verim Unsurları Üzerine Etkileri, Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 7(2):120-126

To Cite: Okumuş O.i Gün B., Yılmaz S., Uzun S. (2024). The Effects of Bio-Priming on Seed Germination and Seedling Growth of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.), Journal of Erciyes Agriculture and Animal Science, 7(2): 120-126

Yusuf ÇELİK^{1*}

1 Mersin Üniversitesi Silifke Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü,

**sorumlu yazar: ycelik33@mersin.edu.tr*

Yusuf ÇELİK ORCID No: 0000-0002-8590-6690

Yayın Bilgisi

Geliş Tarihi: 05.09.2024

Revizyon Tarihi: 05.11.2024

Kabul Tarihi: 05.11.2024

doi:10.55257/ethabd.1543878

Anahtar Kelimeler

Karnabahar, gübreleme yönetimi, verim bileşenleri, deniz yosunu, mikoriza

Keywords

Cauliflower, fertilization management, yield components, seaweed, mycorrhiza

Özet

Karnabahar yetiştiriciliğinde daha fazla mahsul elde etmek için toprak sağlığı ve gıda güvenliği sorunları ihmal edilerek yüksek miktarlarda kimyasal gübreler kullanılmaktadır. Kimyasal gübrelerin tarımda aşırı kullanılması sonucunda toprağın fiziksel, biyolojik ve kimyasal yapısı zamanla bozulmakta mahsul verimi ve kalitesi zamanla düşmektedir. Tesadüf blokları deneme deseninde dört tekerrürlü uygulanan çalışmada, Arbusküler Mikorhizal Fungi (AMF), artan dozlarda deniz yosunu (DY) ve %30 oranında azaltılmış kimyasal gübre (7/10KG) kullanılarak bitkisel verim üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Denemede; bitki taç uzunluğu, taç çapı, gövde çapı, gövde uzunluğu, taç ağırlığı, pazarlanabilir verim, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu, yaprak çapı ve yapraklarda bazı besin elementleri içerikleri ölçülmüştür. Çalışmada yapılan ölçümlere göre; deniz yosunu dozlarındaki artışa bağlı olarak verimde artış olmuştur. Tekli (AMF, KG ve kontrol) uygulamalardan elde edilen verim unsurları 200 ml / 100 L su + AMF +7/10KG ve 400 ml / 100 L su + AMF + 7/10 KG kombinasyonlarından elde edilen değerlere göre düşük olmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek değerleri aynı önem seviyesinde 200ml/100Lsu+AMF+7/10KG ve 400ml/100Lsu+AMF+7/10KG kombinasyonlarından elde edilmiştir. En yüksek değer alan uygulamalar kontrol uygulamasına göre, bitki taç boyunda %25.6, bitki taç çapında % 37.3 bitki gövde çapında %17.5, gövde uzunluğunda %57.4, taç ağırlığında %75, pazarlanabilir verimde %80.7 yaprak uzunluğunda 33, yaprak çapında %55.5 oranında göre artış sağlamıştır. DY ve AMF'nin birlikte uygulanması yaprak N, P ve K içeriğini sırasıyla %48.4, %33.3 ve %34.6 oranında artırdı. Ca, Mg, Fe, Zn ve Mn içeriklerinde de önemli artışlar sağlamıştır. Bu sonuçlara göre; DY ve AMF'nin birlikte uygulanmasıyla kimyasal gübre dozlarında %30 oranında azaltma yapılabileceği ve bu durumda karnabaharda büyüme, verim ve besin içeriğinde bir iyileşme sağlanabilmektedir.

Effects of Seaweed Extract and Arbuscular Mycorrhiza Co-application on Yield Components of *Brassica oleracea* var *botrytis* L.

Abstract

In cauliflower cultivation, in order to obtain more crops, high amounts of chemical fertilizers are used, neglecting soil health and food safety problems. As a result of excessive use of chemical fertilizers in agriculture, the physical, biological and chemical structure of the soil deteriorates over time and the crop yield and quality decrease over time. In the study applied in a randomized block design with four replications, the effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF), increased seaweed (DY) and 30% reduced chemical fertilizer (7/10KG) on plant yield were investigated. In the trial; plant crown length, crown diameter, stem diameter, stem length, crown weight, marketable yield, number of leaves, leaf length, leaf diameter and some nutrient element contents in the leaves were measured. According to the measurements made in the study; There was an increase in yield due to the increase in seaweed doses. Yield components obtained from single (AMF, KG and control) applications were lower compared to the values obtained from 200 ml/100 L water + AMF +7/10KG and 400 ml/100 L water + AMF + 7/10 KG combinations. The highest values among the applications were obtained from 200ml/100Lwater + AMF +7/10KG and 400ml/100Lwater + AMF +7/10KG combinations at the same significance level. Applications with the highest values increased by 25.6% in plant crown length, 37.3% in plant crown diameter, 17.5% in plant stem diameter, 57.4% in stem length, 75% in crown weight, 80.7% in marketable yield, 33% in leaf length, and 55.5% in leaf diameter compared to control application. Combined application of SWE and AMF increased leaf N, P and K contents by 48.4%, 33.3% and 34.6%, respectively. It also provided significant increases in Ca, Mg, Fe, Zn and Mn contents. According to these results; By applying DY and AMF together, chemical fertilizer doses can be reduced by 30% and in this case, an improvement in growth, yield and nutrient content can be achieved in cauliflower..

1. GİRİŞ

Günümüzde iklim değişikliğinin etkileri nedeniyle toprakların fiziksel, biyolojik ve kimyasal özellikleri bozulmakta, tarımsal verimliliği ve kaliteyi artırmak, küresel yaşam standartlarını yükseltmek ve sürdürülebilir gıda üretimini teşvik etmek amacıyla besin değeri yüksek, güvenli gıda üretme ihtiyacı daha fazla araştırmayı gerektirmektedir. (Ortiz-Bobea ve ark., 2021). Bu zorlukların üstesinden gelmenin yollarından biri de organik materyaller kullanmaktır (Çirka ve ark., 2022). Organik gübrelerin kullanılması ile kaybedilen toprak verimliliğinin yeniden kazanılması ve gıda kalitesinin artırılması mümkündür. Bitkilere gerekli miktarda besin maddesi sağlanması, bitki büyümesine yönelik uyarıcıların üretimi ile işbirliği yapması, toprak stabilitesini iyileştirmesi ve maddelerin biyolojik olarak parçalanmasıyla işbirliği yapması nedeniyle küresel tarım için alternatif bir gübreleme yöntemi olarak da düşünülebilir (Peñaloza-Monroy ve ark., 2019). Organik gübrelerin kullanımı aynı zamanda sosyoekonomik ve ekolojik koşulların iyileştirilmesine ve çevrenin korunmasına da katkıda bulunur (Chew ve ark., 2019). Organik gübrelerin tarımda kullanımının en önemli faydaları arasında, yararlı mikroorganizmaların toprağa entegrasyonudur; bunların arasında en önemlileri bitki türlerinin %90'ını kolonileştiren AMF'dir (Xiao ve ark., 2020). Arbusküller mikorizal mantarlar (AMF), bitki ve toprak topluluklarını birbirine bağlayan ve doğal ve tarımsal ekosistemlerdeki önemli biyolojik ajanları temsil eden karmaşık biyolojik etkileşim ağlarında temel bir rol oynamaktadır (Avio ve ark., 2022). Mikorizalar, bitkiler tarafından alımı yavaş olan fosfor gibi besin elementlerinin alımını önemli oranda artırmaktadır (Arıkan ve ark., 2023). Aynı zamanda sentetik gübre ve gübre miktarını azaltırken ürün verimini de önemli ölçüde artırır (Wang ve ark., 2020; Krzyzaniak ve ark., 2021). Bitkiler ve AMF, topraktan besin elde etmek için stratejiler geliştirmiştir; bu, köklerin AMF tarafından kolonileştirilmesi yoluyla meydana gelir ve kök hifleri yoluyla doğrudan emilim yoluna ek olarak bir besin emilim yolu oluşturur. Bu nedenle, bu mikroorganizmaların kullanımı, özellikle geçimlik veya düşük girdili tarım sistemlerinde mahsul beslenmesini iyileştirmek için bir alternatiftir (Comby ve ark., 2017). Şu anda organik gübreler ve AMF, tarım ürünlerinin sürdürülebilirliğini korumak için bir alternatif temsil etmektedir, bu nedenle, bilindiği için esas olarak meyve kalitesindeki tepkinin bilinmesi için ikisi arasındaki ilişki üzerine çalışmalara devam edilmesi gerekmektedir. Organik gübre kullanımı lezzet ve aromanın iyileştirilmesine yardımcı olur (Ma ve ark., 2020). Havuç yetiştiriciliğinde farklı mikoriza

türlerinin uygulanması sonucunda kalite unsurlarının önemli derecede arttığı bildirilmiştir (Kiracı ve ark., 2014).

Deniz yosunu ekstraktı (SWE), bitkilerin büyümesinde ve gelişmesinde etkili bir rol oynayan bazı makro ve mikro besinleri içermektedir (Medi ve ark., 2020). Ayrıca SWE, bitkinin büyümesini ve üretkenliğini etkileyen oksinler, sitokininler, betainler ve gibberellinler gibi uyarıcı bileşikler içerir (Hussain ve ark., 2021) Ayrıca SWE'nin bitkiler üzerindeki farklı etkilerine ilişkin birçok rapor bulunmaktadır. Mafakheri ve ark., (2017) tarafından çemen otu bitkisi üzerinde yapılan bir deneyde SWE kullanımının uçucu yağ (EO) yüzdesini ve verimini artırdığı rapor edilmiştir. Başka bir çalışmada maydanozda (*Petroselinum Crispum* (Mill.) Fuss); klorofil içeriği, tohum verimi, EO yüzdesi ve verim, SWE yaprak spreyinden önemli ölçüde etkilenmiştir (Aly ve ark., 2021). Mostafa ve ark., (2015)'nin sonuçları, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında SWE'nin yapraktan uygulanması nedeniyle rezenenin (*F. vulgare*) veriminde, verim bileşenlerinde ve EO içeriğinde (EOC) önemli bir artış olduğunu göstermiştir. Deniz yosunu ve PGPR'lerin marul yetiştiriciliğinde kullanılması sonucunda, bitki gelişimi ve bitki besin elementi alımının artış gösterdiği bildirilirken deniz yosunu uygulamalarının faydalı mikrobiyal faaliyetleri artırdığı şeklinde yorumlanmıştır (Çelik, 2022). Deniz yosunu ve humik asit uygulamaları sonucunda bazı dozların (*V. vinifera* L) üzüm çeşitlerinde kalite özelliklerini artırdığını bildirmişlerdir (Kok ve Bal., 2016). Karnabahar yetiştiriciliğinde kimyasal gübrelerin aşırı kullanımı ile topraktaki organik madde miktarının azalması sonucu üründe verim ve kalite kayıpları meydana gelmektedir. Bu çalışmada, tarla koşullarında karnabahar yetiştiriciliğinde Arbusküller Mikorizal Fungi (AMF), deniz yosunun (DY) ve %30 oranında indirgenmiş kimyasal gübre uygulamalarının güvenilir büyüme ve beslenme tepkileri araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çalışmada yetiştirilen karnabahar çeşidine ait özellikler

Çalışmada "Arizona" karnabahar çeşidi kullanılmıştır. Arizona çeşidi yüksek sıcaklıklara toleransı yüksek, ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde erken olgunlaşma (90-100 gün) özelliğine sahip, ortalama 3 kg/adet taç büyüklüğü oluşturan melez bir çeşittir. Güçlü ve dik bitki yapısına ve iyi taç kapama performansına sahiptir.

Tablo 1. Çalışma alanının 2021 aylık ortalama meteorolojik verileri

| Yıllar | İklim Parametreleri | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık |
|--------|---------------------|---------|--------|--------|-------|--------|
| 2021 | Tmax, °C | 34.23 | 32.72 | 28.81 | 23.61 | 19.36 |
| | Tmin, °C | 25.21 | 22.78 | 20.18 | 15.11 | 11.72 |
| | RH, % | 61.00 | 51.00 | 48.00 | 53.00 | 57.00 |
| | Buharlaştırma, mm | 172.54 | 165.94 | 127.13 | 59.79 | 44.90 |
| | Rüzgar hızı m/s | 1.12 | 1.30 | 1.50 | 0.90 | 1.00 |
| | Yağış, mm | 1.00 | 1.20 | 32.00 | 59.82 | 29.80 |

Tablo 2. Denemede kullanılan deniz yosununa ait bazı içerikler

| Deniz yosunu mevcut içerik | W/W |
|----------------------------|-------|
| Organik Madde | %5 |
| Alginik Asit | %1 |
| K ₂ O | %1,5 |
| Max EC (dS/m) | %13,9 |
| pH | 7-9 |

Tablo 3. Deneme alanının toprak özellikleri

| Toprak derinliği (cm) | FC (%) | WP (%) | BD (g/cm ³) | pH | EC (dS/m) | SOC (%) | CaCO ₃ (%) |
|-----------------------|--------|--------|-------------------------|------|-----------|---------|-----------------------|
| 0-30 | 30.84 | 20.16 | 1.38 | 7.72 | 0.75 | 2.36 | 39.84 |
| 30-60 | 28.94 | 19.68 | 1.56 | 7.88 | 0.80 | 1.03 | 41.36 |
| 60-90 | 28.61 | 13.73 | 1.59 | 8.14 | 0.95 | 0.82 | 44.21 |

FC – tarla kapasitesi; WP – solma noktası; BD – hacim ağırlığı; EC – elektriksel iletkenlik; CaCO₃ – kalsiyum karbonat; SOC – toprak organik karbonu

2.2. Deniz yosunu ve arbusküler mikorizal mantar tedavisi

Çalışmada kullanılan Arbuscular Mycorrhizal Fungus (AMF) Endo Roots shed (ERS) izolatu kullanılmış ve ağırlıklı olarak *G. aggregatum*, *G. clarum*, *G. intraradices*, *G. monosporus*, *G. Deserticola*, *G. brasilianum*, *G. etunicatum*, *G. margarita*, *G. mosseae* içeren müstahzarlar suda çözünür ve toz formülasyona sahiptir. Dikim aşamasına gelen fidelerin kök kısmı hazırlanan solüsyona (2 L suda 5 g mikoriza tozu) 20 saniye daldırılarak dikilmiştir. Deneyde kullanılan deniz yosunu; ticari bir ürün olan olup 100ml/100Lsu, 200ml/100Lsu ve 400ml/100Lsu dozları uygulanmıştır.

2.3. Laboratuvar analizleri

Toprak örnekleri laboratuvar analizinden önce açık havada kurutulmuş ve elenmiştir (2 mm ağ gözü). Toprak numuneleri pH (H₂O, KCl) (toprak: çözelti, 1:2,5), CEC (amonyum asetat, pH 7,0), değişim asitliği (KCl ekstraksiyonu), kolayca oksitlenebilir C (yaş yakma, Walkley-Black yöntemi), toplam organik C (yakma), P ve K (amonyum laktat) ve tekstür (toprak fraksiyonları kil, silt ve kum) (Van Reeuwijk,

L.P,2002). Topraktaki bor (B), sıcak su kullanılarak ekstrakte edilmiş ve azometin-H yöntemiyle belirlenmiştir (Jones, J.J,2001). Toprak Fe, Zn, manganez (Mn) ve bakır (Cu), amonyum asetat ve EDTA kullanılarak ekstrakte edilmiş ve atomik absorpsiyon spektrometrisi yoluyla belirlenmiştir.

Karnabahar örnekleri, yaprak örnekleri 70 °C'de etüvde kurularak (1 mm ağ gözü) öğütülmüştür. N için doku örneklerinin analizleri Kjeldahl yöntemiyle yapıldı; klorimetri yoluyla P ve B için; alev emisyon spektrometrisi yoluyla K için; ve Ca, Mg, Cu, Fe, Zn ve Mn için atomik absorpsiyon spektrofotometri yoluyla (Temminghoff, ve ark., 2004).

2.4. Deneme yeri ve bitki yetiştirme

Çalışma, 2021 yetiştirme sezonunda MEÜ Silifke Meslek Yüksekokulu sınırları içerisinde 36° 22' kuzey enlemi ve 33° 55' doğu boylamında yer alan araştırma alanlarında açık tarla koşullarında yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü bölgede tipik Akdeniz iklimi görülmektedir. Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsünde toprak analizi yapılmıştır. Toprak analiz sonuçlarına göre önerilen gübre miktarları 20 kg.da-1 N, 15 kg.da-1 P ve 24 kg.da-1 K, uygulanan NPK kaynakları ise amonyum sülfat, üçlü

süper fosfat ve potasyum nitrat formlarıdır. Tohum yönetim metoduna göre yetiştirilen fideler 15.07.2021 tarihinde 2:1 torf: perlit oranına sahip viyollere ekilmiş ve 4-5 gerçek yapraklı olduğunda 01.09.2021 tarihinde dikilmiş ve 110 gün sonra hasat edilmiştir. Tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak düzenlenen çalışmada; her blokta 6 parsel ve her parselde 30 bitki yer almıştır. Dikim mesafeleri 75x75 cm, parsel genişliği 3m, parsel uzunluğu ise 4.5m olarak belirlenmiştir. Ölçüm ve gözlemler kenar etkisi olmayan orta büyüklükte seçilen 4 bitki üzerinde yapılmıştır.

2.5. Veri analizi

Deneyden elde edilen veriler "IBM SPSS statistics 23" istatistik programları kullanılarak ANOVA varyans analizine göre değerlendirilmiştir. Her bir tedavinin ortalama değeri arasındaki anlamlı farklar ($p \leq 0,05$), Duncan'ın çoklu aralık testi kullanılarak istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmanın sonuçları, AMF, deniz yosunu ve %30 oranında azaltılmış kimyasal gübre kullanılmış, incelenen bitki büyüme parametrelerinde önemli artışlar meydana gelmiş (Tablo 4) dolayısıyla karnabahar yetiştiriciliğinde verim ve kalitenin artması verim için daha elverişli toprak ortamının oluşması gibi gelişmelere göre uygun toprak şartlarında AMF ile deniz yosunu arasında sinerjistik bir etkinin varlığından söz edebilir. AMF'nin verimi artırıcı etkisi, deniz yosunu ekstraktlarının varlığında toprağın fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerinin düzelmesi ile mikorizal hiflerin gelişme ortamını bulduğu ve bu sayede bitkilerin köklerine extra su ve besin elementinin taşınmasının sağlanması sonucu olarak bitkilerin daha iyi beslenmesi sağlanabilmektedir. Ayrıca arbusküler mikorizal mantarın konukçu bitkide fotosentez etkinliğini arttırdığı ve marul bitkilerinin niceliksel ve niteliksel özelliklerinin SWE ve AMF ortak uygulamalarından önemli ölçüde etkilendiği rapor edilmiştir (Rasouli ve ark., 2022; Asadi ve ark., 2022). Kışnişte biyokütle performansı ve kök kolonizasyonu üzerindeki olumlu etkilerinin yanı sıra; AMF, kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında alfa-pinen içeriğini önemli ölçüde artırdığı bildirilmiştir (Kapoor ve ark., 2017). Deniz yosunu ekstraktının eklenmesinin domates, mısır, buğday vb. ürünlerde faydalı olduğu kanıtlanmıştır (Rouphael ve ark., 2015). Artan deniz yosunu dozları ve AMF uygulamalarının bitki taç uzunluğu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bitki taç uzunluğu bakımından KG (14.1cm), 200ml DY+AMF +7/10KG (14.5cm), 400ml DY+AMF +7/0KG (14.7cm) uygulamaları aynı önem seviyesinde en yüksek değerleri almışlardır. En düşük değer kontrol (11.7cm) uygulamasından elde edilmiştir. Tek başına AMF uygulaması (12.8cm) olarak ölçülmüştür. Bitki

taç uzunluğunda maksimum değerinde elde edildiği 400ml DY+AMF +7/0KG uygulaması kontrole göre % 25.6 oranında artış sağlamıştır. AMF ve deniz yosunu gübresinin birleşim şeklinde uygulanması karnabaharın taç buyu büyümesine önemli etkisi olmuştur. Bitki taç çapında en yüksek değerleri aynı önem seviyesinde olan KG (17.8cm), 200ml DY+AMF +7/10KG (19.3cm), 400ml DY+AMF +7/0KG (19.5cm) uygulamalarından elde edilirken, en düşük değer Kontrol (14.2 cm) uygulamasından elde edildi. Tek başına AMF uygulaması (15.3cm) olarak ölçülmüştür. Maksimum bitki taç çapının elde edildiği 400ml DY+AMF +7/0KG uygulaması kontrol uygulamasına göre %37.3 oranında artış göstermiştir. Bitki gövde çapında en yüksek değerler KG (37.7mm), 200ml DY+AMF (37.6mm)+7/10KG (36.4mm) uygulamalarında, en düşük değer ise Kontrol (32mm) uygulamasından elde edilmiştir. Tek başına AMF uygulaması (33.7mm) olarak ölçülmüştür. En yüksek değerinde elde edildiği 200ml DY+AMF +7/10KG uygulaması kontrole göre %17.5 oranında artış sağlamıştır. Bitki gövde uzunluğunda en yüksek değer 200ml DY+AMF +7/10KG (17.6cm), uygulamalarında, en düşük değer ise Kontrol (11.2cm) uygulamasından elde edilmiştir. Tek başına AMF uygulaması (13.3cm) olarak ölçülmüştür. En yüksek değerinde elde edildiği 200ml DY+AMF +7/10KG uygulaması kontrole göre %57.4 oranında artış sağlamıştır. Bitki taç ağırlığı bakımından en yüksek değerler KG (2.8kg), 200ml DY+AMF +7/10KG (2.8kg), 400ml DY+AMF +7/0KG (2.8kg) uygulamalarından elde edilirken, minimum değer Kontrol (1.6kg) uygulamasından elde edildi. Tek başına AMF uygulaması (2.1kg) olarak ölçülmüştür. Bitki taç ağırlığında en yüksek değerinde alındığı uygulamalar kontrole göre %75 oranında artış sağlamıştır. Pazarlanabilir verim(ton/da) bakımından en yüksek değerler KG(4.5 ton/da), 200ml DY+AMF +7/10KG (4.6 ton/da), 400ml DY+AMF +7/0KG (4.7 ton/da) uygulamalarından elde edilirken, minimum değer Kontrol (2.6ton/ha) uygulamasından elde edildi. Tek başına AMF uygulaması (3.1 ton/ha) olarak elde edilmiştir. Pazarlanabilir verimde en yüksek değerinde alındığı uygulamalar kontrole göre %80.7 oranında artış sağlamıştır. Bitki yaprak boyu bakımından KG(51.4cm), 100ml DY+AMF +7/10KG (51.1cm), 200ml DY+AMF +7/10KG (46.7cm), 400ml DY+AMF +7/0KG (46.2cm) uygulamaları aynı önem seviyesinde en yüksek değerleri almışlardır. En düşük değer kontrol (35.1cm) uygulamasından elde edilmiştir. Tek başına AMF uygulaması (42.2cm) olarak ölçülmüştür. Bitki yaprak boyunda en yüksek değerinde alındığı uygulamalar kontrole göre %33 oranında artış sağlamıştır. Bitki yaprak çapı bakımından 200ml DY+AMF +7/10KG (25.5cm), 400ml DY+AMF +7/0KG (25.2cm) uygulamaları aynı önem seviyesinde en yüksek değerleri almışlardır. En düşük değer kontrol (16.4cm) uygulamasından elde edilmiştir. Tek başına AMF uygulaması (19.9cm) olarak ölçülmüştür. Bitki yaprak

çapında en yüksek değerin alındığı uygulamalar kontrole göre %55.5 oranında artış sağlamıştır.

Tablo 4. Farklı dozlarda Deniz yosunu ve Mikoriza Uygulamalarının Karnabahar (*Brassica oleracea var. botrytis*L.) Yetiştiriciliğinde bitki gelişim parametrelerine etkisi

| Parametreler | Kontrol | AMF | KG | 100ml DY+AMF+7/10 KG | 200ml DY+AMF +7/10KG | 400ml DY+AMF +7/0KG |
|---------------------------------|------------|-------------|-------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Taç boyu(cm) | 11.7+-0.5c | 12.8+-0.4b | 14.1+-0.3ab | 13.8+-0.3ab | 14.5+-0.4a | 14.7+-0.4a |
| Taç çapı (cm) | 14.2+-0.3b | 15.3+-0.4c | 17.8+-0.4b | 18.7+-0,3ab | 19.3+-0.4a | 19.5+-0.4a |
| Gövde çapı (mm) | 32+-0.5c | 33.7+-0.6c | 36.8+-0.5a | 35.7+-0.6b | 37.6+-0.5a | 36.4+-0.6a |
| Gövde boyu (cm) | 11.2+-0.9c | 13.3+-0.4bc | 16.4+-0.6ab | 15.2+-0.3b | 17.6+-0.7a | 17.3+-0.6a |
| Taç ağırlığı (kg) | 1.6+-0.1b | 2.1+-0b | 2.7+-0.1a | 2.5+-0.1ab | 2.8+-0.1a | 2.8+-0.1a |
| Pazarlanabilir verim(ton/da) | 2.6+-0.1c | 3.1+-0.1b | 4.5+-0.1ab | 4.1+-0.1ab | 4.6+-0.1a | 4.7+-0.1a |
| Yaprak boyu(cm) | 35.1+-0.8c | 42.2+-0.9b | 44.7+-0.1a | 42.3+-0.9b | 46.7+-0.5a | 46.2+-0.5a |
| Yaprak çapı(cm) | 16.4+-0.4c | 19.9+-0.6c | 25.4+-0.6ab | 23.9+-0.5.b | 25.5+-0.5a | 25.2+-0.4a |

DY; Deniz Yosunu, KG; Kimyasal Gübre. Arbusküler Mikorizal Fungus (AMF),Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Duncan ($p \leq 0,05$) testine göre istatistiksel olarak farklı değildir

Sonuçlar, makro ve mikro besin içeriğinin, DY ve AMF aşılmasının sonucunda önemli ölçüde artış göstermiştir (Tablo 5). AMF toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalitesini iyileştirir ve fakir topraklara humus, N ve P sağlanmasında ve son olarak emilemeyen P'nin bitki için kullanılabilir hale getirilmesinde önemli bir rol oynar (Kchikich ve ark., 2021).

Bitkilerin besin elementi içerikleri değerlendirildiğinde (Tablo 5) N içeriklerinde en yüksek değerler aynı önem seviyesinde değer alan KG (%3.4), 100ml DY+AMF +7/10KG (%3.4), 200ml DY+AMF +7/10KG (%3.4), 400ml DY+AMF +7/0KG (%3.4) uygulamalarından elde edilmiş olup en düşük değer kontrol (%3.1) uygulamasına göre %48.4 oranında artış sağlanmıştır. Bu sonuçlara göre yarasa gübresi dozlarındaki artış mikorizasyonu artırmış ve bitkilerin N alımında etkili olduğu düşünülmektedir. Bitkilerin P içeriklerine göre KG (%0.4), 100ml DY+AMF +7/10KG (%0.4), 200ml DY+AMF +7/10KG (%0.4), 400ml DY+AMF +7/0KG(%0.4) uygulamaları en yüksek değeri alırken kontrol (% 0.3) uygulamasına göre % 33.3 artış sağlanmış, bu artışa göre AMF ve DY'nin etkili işbirliği ve mikorizaların organik asit üreterek fosfor alımında etkili olduğu sonucuna varılabilir. Bitkilerin K içeriklerinde KG (%3.2), 200ml DY+AMF +7/10KG (%3.5), 400ml DY+AMF +7/0KG (%3.5) uygulamaları aynı önem seviyesinde en yüksek değeri

alırken kontrol (% 2.6) göre % 34.6 artış sağlanmış, K miktarında bu artışı AMF' nin deniz yosunu ile kurmuş olduğu sinerjistik etki ile açıklanabilir.

Bitkilerin Ca içerikleri ölçümlerine göre KG (%1.2), 100ml DY+AMF +7/10KG (%1.2), 200ml DY+AMF +7/10KG (%1.3), 400ml DY+AMF +7/0KG (%1.3) uygulamalarından aynı önem seviyesinde en yüksek değerler elde edilirken en düşük değer alan kontrol (%1.1) uygulamasına göre % 18.2 oranında artış olmuş, bu artışta deniz yosunu ve AMF' lerin bitki kökleri ile kurdukları simbiyotik ilişki ve toprak florasına olumlu etkisi ile açıklanabilir. Mg ölçümlerinde KG (%0.43),100ml DY+AMF+7/10KG (%0.3),200ml DY+AMF +7/10KG (%0.3), 400ml DY+AMF +7/0KG (%0.3) uygulamaları en yüksek değerleri almış olup kontrol (%0.2) uygulamasına göre %50 artış yapmış, bu sonuca göre uygulamalar kapsamında deniz yosunu dozları arasındaki fark bitkinin Mg alımını etkilemediği sonucu ortaya çıkmıştır. Yaprak Fe içerikleri açısından 400ml DY+AMF +7/0KG (123.4mg kg⁻¹) uygulamasından en yüksek değer alınmış olup kontrol (93.8 mg kg⁻¹) uygulamasına göre %31.6 Artış yapmıştır (Çizelge 5 devamı). Bu sonuca göre uygulamalar kapsamında deniz yosunu dozları arasındaki artış Fe alımını artırmıştır. Yaprak Zn içerikleri açısından 200ml DY+AMF +7/0KG (81.6mg kg⁻¹) uygulamasından en yüksek değer alınmış olup kontrol (75 mg kg⁻¹) uygulamasına göre %8.8 artış yapmıştır. Bu sonuca

göre uygulamalar kapsamında deniz yosunu dozları arasındaki artış bitkinin Zn alımını pozitif etkilemiştir. Yaprak Mn ölçümlerine göre en yüksek değerler, 400ml DY+AMF +7/10KG (%72.1) uygulamasından

alınmış olup kontrol (%65) uygulamasına göre %10.9 artış yapmıştır. Bu sonuca göre 200ml ve 400ml deniz yosunu dozları bitkinin Mn alımını aynı önem seviyesinde etkilemiştir.

Tablo 5.Farklı dozlarda Deniz yosunu ve Mikoriza Uygulamalarının Karnabahar (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) Yetiştiriciliğinde bitki besin içeriklerine etkisi

| Uygulamalar | N(%) | P(%) | K(%) | Ca (%) |
|--------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Kontrol | 3.1+0.1e | 0.3+ 0.2b | 2.6+0.1c | 1.1+0.1b |
| K.G(önerilen doz gübre) | 4.3+0.1c | 0.4+0.1a | 3.3+0.1b | 1.2+0.1a |
| AMF | 3.7+0.1d | 0.4+0.1a | 3.2+0.1b | 1.2+ 0.1a |
| 100ml DY+AMF+7/10KG | 4.5+0.1b | 0.4+0.1a | 3.4+0.1a | 1.2+0.1a |
| 200ml DY+AMF+7/10KG | 4.6+0.1a | 0.4+0.1a | 3.5+0.1-a | 1.3+0.1a |
| 400ml DY +AMF+7/10KG | 4.6+0.1 | 0.4+0.1a | 3.5+0.1a | 1.3+0.1 a |

DY; Deniz Yosunu, KG: Kimyasal Gübre. Arbusküler Mikorizal Fungus (AMF),Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Duncan ($p \leq 0,05$) testine göre istatistiksel olarak farklı değildir

Tablo 5. (devamı)

| Uygulamalar | Mg(%) | Fe (kg.mg ⁻¹) | Zn (kg.mg ⁻¹) | Mn(%) |
|-------------------------------|---------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Kontrol | 0.2+0b | 93.8+ 4.6 c | 75+4a | 65+0.1 c |
| KG(önerilen doz gübre) | 0.3+0a | 111.7+-.5ab | 79.1+-5ab | 68.6+0.1 b |
| AMF | 0.3+0 a | 122.4+6.2a | 79.9+- 6ab | 68+0.2 b |
| 100ml DY+AMF+7/10KG | 0.3+0a | 113.+7a | 80+ 7b | 68.2+ 0.1b |
| 200ml DY+AMF+7/10KG | 0.3 +0a | 122.7.+ 5a | 81.6+- 5a | 70.6+0.1 ab |
| 400ml DY +AMF+7/10KG | 0.3 +0a | 123.4+-5.6a | 81.3+- 6a | 72.1+ 0.1a |

DY; Deniz Yosunu, KG: Kimyasal Gübre. Arbusküler Mikorizal Fungus (AMF),Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Duncan ($p \leq 0,05$) testine göre istatistiksel olarak farklı değildir

3.1 CONCLUSION

Bu çalışmanın bulguları, deniz yosunu ekstraktlarının toprağın fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirdiğini, dolayısıyla mikorizasyonun etki alanını genişlettiğini ve bitkilerin su besin maddelerinden yararlanmalarını artırdığını, dolayısıyla karnabaharın büyüme ve verimini artırdığını göstermektedir. Denemedeki gübreleme kombinasyonunda kimyasal gübre kullanımının %30 azaltılması mümkün olabilmektedir. Karnabahar tarımında yoğun kimyasal gübre kullanımından kaynaklanan gıda ve çevre sağlığı sorunlarının yanında günümüzde ekonomik kriz nedeni ile artan maliyetlerini de göz önünde bulundurmak gerekirse bu gibi gübrelerin kullanımının azaltılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Aly, M. K. A., Ahmed, E. T., Mohamed, M. A. H. and Youssef, E. Z. N., 2021. Effect of nitrogen and biofertilization, seaweed extract and thiamine on growth, yield and essential oil of parsley plant. *Scientific journal of flowers and ornamental plants*, 8(2), 235-249.
- Asadi, M., Rasouli, F., Amini, T., Hassanpouraghdam, M. B., Souri, S., Skrovankova, S., ... and Ercisli, S., 2022. Improvement of photosynthetic pigment

characteristics, mineral content, and antioxidant activity of lettuce (*Lactuca sativa* L.) by arbuscular mycorrhizal fungus and seaweed extract foliar application. *Agronomy*, 12(8), 1943.

- Arikan, Ş., İpek, M., Pırlak, L., Eşitken, A. and Şahin, M., (2023). The effect of Mycorrhiza applications on growth and yield in some strawberry cultivars under calcareous soil conditions. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 37(2): 326-336.
- Avio, L., Turrini, A., Giovannetti, M., and Sbrana, C.,2018. Designing the ideotype mycorrhizal symbionts for the production of healthy food. *Frontiers in plant science*, 9, 399602.
- Comby, M., Mustafa, G., Magnin-Robert, M., Randoux, B., Fontaine, J., Reignault, P. and Lounès-Hadj Saharaoui, A., 2017. Arbuscular mycorrhizal fungi as potential bioprotectants against aerial phytopathogens and pests. *Arbuscular mycorrhizas and stress tolerance of plants*, 195-223.
- Chew, K. W., Chia, S. R., Yen, H. W., Nomanbhay, S., Ho, Y. C. and Show, P. L., 2019. Transformation of biomass waste into sustainable organic fertilizers. *Sustainability*, 11(8), 2266.
- Çelik, Y., 2021. Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakteri (PGPR) ve Artan Dozlarda Deniz Yosunu Uygulamalarının Marul (*Lactuca Sativa* L.) Yetiştiriciliğinde Bitki Gelişimi, Verim ve Besin Elementi İçerikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi.

- Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(2), 219-225.
- Çirka, M., Altuner, F., Eryiğit, T., Oral, E. and Bildirici, N., 2022. Effects of vermicompost applications on some yield and yield properties of wheat. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7(1), 146-156.
- Hussain, H. I., Kasinadhuni, N. and Arioli, T., 2021. The effect of seaweed extract on tomato plant growth, productivity and soil. *Journal of Applied Phycology*, 33(2), 1305-1314.
- Jones, J. B. 2001. *Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis*. CRC press.
- Kapoor, R., Anand, G., Gupta, P., and Mandal, S., 2017. Insight into the mechanisms of enhanced production of valuable terpenoids by arbuscular mycorrhiza. *Phytochemistry Reviews*, 16, 677-692.
- Kiraci, S., Gönülal, E. ve Padem, H., 2014. Farklı Mikoriza Türlerinin Organik Havuç Yetiştiriciliğinde Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1), 106-113.
- Kok, D. and Bal, E., 2016. Effects of Foliar Seaweed and Humic Acid Treatments on Monoterpene Profile and Biochemical Properties of cv. Riesling Berry (*V. vinifera* L.) Throughout the Maturation Period. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 13 (02), 67-74.
- Krzyzaniak, Y., Magnin-Robert, M., Randoux, B., Fontaine, J. and Lounès-Hadj Sahraoui, A., 2021. Combined use of beneficial bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi for the biocontrol of plant cryptogamic diseases: Evidence, methodology, and limits. *Symbiotic Soil Microorganisms: Biology and Applications*, 429-468.
- Kchikich, A., Mrid, R. B., Kabach, I., Nhiri, M. and El-Omari, R., 2021. Arbuscular mycorrhizal fungi enhance sorghum plant growth under nitrogen-deficient conditions through activation of nitrogen and carbon metabolism enzymes. *Int. J. Agric. Biol.*; 26:201–208
- Ma, L., Zhang, J., Ren, R., Fan, B., Hou, L. and Li, J., 2021. Effects of different organic nutrient solution formulations and supplementation on tomato fruit quality and aromatic volatiles. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 67(4), 563-575.
- Mafakheri, S., 2017. Effect of some organic and chemical fertilizers on morphological and biochemical factors of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) *J. Plant Prod.* ;40:27–40.
- Medi, H. H. and Manea, A. I., 2020. Effect of spraying with seaweed extract and organic fertilization on growth and yield of cultivars for green beans. *Indian J. Ecol.*, 47, 275-280.
- Mostafa, D. M., Abd El-Alim, S. H., Asfour, M. H., Al-Okbi, S. Y., Mohamed, D. A. and Awad, G., 2015. Transdermal nanoemulsions of *Foeniculum vulgare* Mill. essential oil: Preparation, characterization and evaluation of antidiabetic potential. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 29, 99-106.
- Ortiz-Bobea, A., Ault, T. R., Carrillo, C. M., Chambers, R. G. and Lobell, D. B., 2021. Anthropogenic climate change has slowed global agricultural productivity growth. *Nature Climate Change*, 11(4), 306-312.
- Rouphael, Y., Franken, P., Schneider, C., Schwarz, D., Giovannetti, M., Agnolucci, M., ... and Colla, G., 2015. Arbuscular mycorrhizal fungi act as biostimulants in horticultural crops. *Scientia horticulturae*, 196, 91-108.
- Peñaloza Monroy, J., Reyes Ramírez, A. K., González Huerta, A., Pérez López, D. D. J. and Sangerman-Jarquín, D. M., 2019. Fertilización orgánica con tres niveles de gallinaza en cuatro cultivares de papa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(5), 1139-1149.
- Rasouli, F., Amini, T., Asadi, M., Hassanpouraghdam, M. B., Aazami, M. A., Ercisli, S., ... and Mlcek, J., 2022. Growth and antioxidant responses of lettuce (*Lactuca sativa* L.) to arbuscular mycorrhiza inoculation and seaweed extract foliar application. *Agronomy*, 12(2), 401.
- Temminghoff, E. E. and Houba, V. J. (Eds.), 2004. *Plant analysis procedures*. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Van Reeuwijk, L.P.(2002) *Procedures for Soil Analysis*, 6th ed.; Technical Paper 9; ISRIC; FAO: Rome, Italy,
- Wang, C., Tian, B., Yu, Z. and Ding, J., 2020. Effect of different combinations of phosphorus and nitrogen fertilization on arbuscular mycorrhizal fungi and aphids in wheat. *Insects*, 11(6), 365.
- Xiao, Y., Zhao, Z., Chen, L. and Li, Y., 2020. Arbuscular mycorrhizal fungi and organic manure have synergistic effects on *Trifolium repens* in Cd-contaminated sterilized soil but not in natural soil. *Applied Soil Ecology*, 149, 103485.