



Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyufbed>



Araştırma Makalesi

Biyogübre Uygulamaları ve İnorganik Gübrelemenin Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Bitkisinin Bazı Agronomik Özellikleri Üzerine Etkisi

Muhammed Said YOLCI*, Rüveyde TUNÇTÜRK

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 65080, Van, Türkiye
Muhammed Said YOLCI, ORCID No: 0000-0002-5304-7342, Rüveyde TUNÇTÜRK, ORCID No: 0000-0002-7995-0599

*Sorumlu yazar e-posta: musayol65@gmail.com

Makale Bilgileri

Geliş: 23.06.2022
Kabul: 26.08.2022
Online Aralık 2022
DOI: 10.53433/yyufbed.1134728

Anahtar Kelimeler

Agronomi,
Aspir,
Biyogübre,
İnorganik gübre,
Verim

Öz: Bu çalışma, Van ekolojik koşullarında biyogübre uygulamaları ve inorganik gübrelemenin aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisinin bazı agronomik özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2020 ve 2021 yılları yazlık yetiştirme döneminde sulu koşullarda yürütülmüştür. Araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanlarında Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Deseni' ne göre 3 tekrarlamalı olarak düzenlenmiştir. Denemede, beş farklı biyogübre (*Frateuria aurantia* (B₁), *Bacillus megaterium* (B₂), *Azospirillum lipoferum* (B₃), *Chlorella saccharophila* (B₄) ve *Lactobacillus casei* + *Rhodopseudomonas palustris* + *Saccharomyces cerevisiae* + *Lactococcus lactis mikroorganizmalarından oluşan karışım gübre* (B₅)) ile farklı NP (azot+fosfor) gübre dozları (kontrol, %100 NP (NP₁₀₀) tam doz (optimum) olarak dekara 15 kg saf azot (Amonyum sülfat (%21) ve 8 kg saf fosfor (TSP (%42))); % 50 NP (NP₅₀) azaltılmış doz olarak dekara 7.5 kg saf azot (Amonyum sülfat (%21) ve 4 kg saf fosfor (Triple süper fosfat (%42)) olacak şekilde gübre uygulanmıştır. Araştırmada, bitki boyu, ilk dal yüksekliği, bitki başına dal sayısı, bitki başına tabla sayısı, tabla çapı, tabla başına tohum sayısı, bin tohum ağırlığı ve tohum verimi gibi bazı agronomik parametreler incelenmiştir. Araştırmada, birleştirilmiş yıllar ortalamasına göre en yüksek tohum verimi 260.22 kg/da ile NP₁₀₀ gübre dozu ve B₁ bakteri uygulamalarının yapıldığı parsellerden tespit edilirken, en düşük tohum verimi 112.40 kg/da ile NP gübre ve biyogübre uygulamalarının yapılmadığı (kontrol) parsellerden tespit edilmiştir.

The Effect of Biofertilizer Applications and Inorganic Fertilization on Some Agronomic Properties of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

Article Info

Recieved: 23.06.2022
Accepted: 26.08.2022
Online December 2022
DOI: 10.53433/yyufbed.1134728

Keywords

Agronomy,
Biofertilizer,
Inorganic fertilizer,
Safflower,
Yield

Abstract: This study was carried out in irrigated conditions during the summer growing season of 2020 and 2021 to determine the effects of biofertilizer applications and inorganic fertilization on some agronomic properties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in Van ecological conditions. The experiment was set up as randomized block design in 3 replicates at the Faculty of Agriculture, Van Yüzüncü Yıl University. The mixture of five different biofertilizers (*Frateuria aurantia* (B₁), *Bacillus megaterium* (B₂), *Azospirillum lipoferum* (B₃), *Chlorella saccharophila* (B₄) and mixture of *Lactobacillus casei* + *Rhodopseudomonas palustris* + *Saccharomyces cerevisiae* + *Lactococcus lactis* microorganisms (B₅)) different NP (nitrogen+phosphorus) fertilizer doses (control, 100% NP (NP₁₀₀) as full dose (optimum) 15 kg of pure nitrogen (Ammonium sulfate (21%) and 8 kg of pure phosphorus (TSP (42%)) per decare); %7.5 kg of pure nitrogen

(Ammonium sulfate (21%) and 4 kg of pure phosphorus (TSP (42%)) were applied as 50 NP (NP₅₀) reduced dose per decare. Several agronomic parameters including plant height, first branch height, number of branches per plant, number of heads per plant, diameter of the tray, number of seeds per head, weight of thousand seeds and seed yield were measured. In the study, the highest seed yield with 260.22 kg/da according to the combined years average was determined from the plots where NP₁₀₀ fertilizer dose and B₁ bacteria applications were made, while the lowest seed yield was 112.40 kg/da from the plots where NP fertilizer and biofertilizer applications were not applied (control).

*Bu çalışma doktora tezinden derlenerek hazırlanmıştır.

1. Giriş

Dünya genelinde nüfusun artışıyla birlikte gıda ihtiyacının artması, beslenmede öncelikli olarak bitkisel üretimde birim alandan elde edilen ürünün artırılmasını gündeme getirmektedir. Yağ açığının ve dışa bağımlılığın artması, yağ bitkisi üretiminin ve çeşitliliğinin artırılmasını elzem hale getirmektedir. 2020 yılında dünya genelinde yağ bitkileri toplam üretim miktarının 610.1 milyon ton olduğu ve 2019 yılına göre %3.8 oranında artış gösterdiği bildirilmektedir (FAO, 2021). Ülkemizde 2020 yılı yağ bitkileri üretim alanının 8.9 milyon dekar civarı, üretim miktarının ise 3.5 milyon ton civarında olduğu (TÜİK, 2021) ve 2020 yılında aspir bitkisi üretim alanının 151 bin dekar civarında, üretim miktarının ise 21 bin ton civarında olduğu bildirilmektedir. Ülkemizde son altı yıl (2015-2020) içerisinde aspir bitkisinin üretim alanı ve miktarında azalmaların olduğu görülmektedir (TÜİK, 2021).

Türkiye’de aspir tarımı en fazla İç Anadolu, Ege ve Akdeniz Bölgeleri’nde yapılırken, en az Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri’nde yapılmaktadır. Ülkemizde en yüksek tohum verimine sahip illerimiz Adana (200 kg/da), Burdur (192 kg/da), Çanakkale (185 kg/da), Antalya (181 kg/da) ve Muş (180 kg/da)’tur. Aspir, Asteraceae=Compositae (papatyagiller) familyasında, *Carthamus* cinsine ait olan bir türdür. Dünya genelinde yayılış alanı gösteren *Carthamus* cinsine ait 25 tür bilinmektedir (Singh & Nimbkar, 2006). Türkiye’de *Carthamus tinctorius* türünün doğal yayılış alanı bulunmamakta ancak *Carthamus* cinsine ait 8 tür ve 2 alt tür olmak üzere toplamda 10 takson yer almaktadır. Ülkemizde aspir olarak sadece *Carthamus tinctorius* türünün kültürü yapılmaktadır (Arslan ve ark., 2010). Aspir bitkisi yalancı safran, zaferan, boyacı safranı olarak bilinen, geniş yapraklara sahip sarı, turuncu, kırmızı, beyaz ve krem gibi renklerde çiçekleri olan, dikenli veya dikensiz formlara sahip 100 cm’ye ulaşabilen boyu ile tek yıllık bir bitkidir. Dikenli formlarının dikensiz formlara göre daha yüksek yağ oranına ve daha düşük çiçek miktarına sahip olduğu bilinmektedir. Aspir, tohumlarında %30-50 arasında değişen oleik ve linoleik asitleri barındıran, kurak bölgelerde yetiştirilmeye elverişli bir bitkidir (Babaoğlu, 2005).

Aspir bitkisinin vejetatif aksamı Hindistan ve Pakistan’da köri, salata, yemek ve çorbalarda tüketildiği, taze kurutulmuş fidelerin ve tohum kabuklarının silaj, yem ve saman olarak hayvan beslemesinde kullanıldığı, hasat edilmiş aspirin biyogaz üretiminde substrat amaçlı, Latin Amerika, Japonya ve Batı Avrupa’da kesme çiçek olarak değerlendirildiği bildirilmektedir (Adamska & Biernacka, 2021; Cançelik, 2021; Gomashe ve ark., 2021).

Bitkisel üretimin artırılması büyük çoğunlukla sentetik gübrelerin yeterli miktarda ve doğru zamanda kullanımıyla ilişkilidir. Bitki yetiştiriciliğinde gübre uygulamaları; bitkinin çeşidine, ekim tarihine, ekim alanının toprak ve iklim faktörlerine göre değişkenlik göstermektedir. Gübreleme yapılmadan önce toprak analizinin yapılması ve ekimi yapılacak bitkinin ihtiyaç duyduğu gübre ve dozunun tespit edilmesi önemli bir adımdır.

Azot, bitkilerin büyüme ve gelişimlerinde görev alan proteinler başta olmak üzere birçok yapının temel taşı olarak görev yapmakta ve bu sebeple bitki yetiştiriciliğinde başvurulan ilk gübre olmaktadır. Fosfor elementi bitkiler için önemli makro besin elementlerindedir. Fosforlu gübre uygulamaları bitkisel üretimde azottan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Farklı araştırmacıların farklı bitkiler üzerine yaptıkları çalışmalarda azot ve fosfor uygulamalarının bitkinin büyüme ve gelişimlerini arttırdığı bildirilmiştir (Arslan & Bayraktar, 2016; Karaca, 2017; Demir & Karaca, 2018; İcen, 2019). Kimyasal gübre kullanımının artışına bağlı olarak ekolojik dengelerin bozulması ve yararlarıyla birlikte zararlı yönlerinin gün yüzüne çıkmaya başlamasıyla alternatif gübre arayışı ortaya çıkmıştır.

Biyogübreler (mikroorganizmal gübre); bakteri, alg, fungus gibi mikroorganizmaların tek başlarına veya farklı kombinasyonlarına verilen genel addır (Kumar ve ark., 2017). Biyogübreler, tohumla, bitki kök bölgesine veya yaprağa uygulanarak kullanılmakta ve uygulandığı bölgede koloni oluşturmaktadır (Mahanty ve ark., 2017). Biyogübreler; uygulandığı toprak bölgesinde mikrobiyal süreçleri hızlandırmakta, azot, fosfor ve potasyum gibi besin elementlerinin bitki tarafından alınmasına olanak sağlamakta, toprak verimliliği ve mahsul verimini arttırmakta ve bitkinin büyüme ve gelişimini teşvik edici maddeler üretmekle çok yönlü fonksiyonları olan mikroorganizmalardır (Pandey & Singh, 2012; Mazid & Khan, 2015). Farklı bitkiler üzerine çeşitli biyogübreler ile yapılan çalışmalarda, biyogübre uygulamalarının agronomik ve kalite parametreleri üzerine olumlu katkılarının olduğu bildirilmektedir (Bodkhe & İsmail, 2014; Sharifi ve ark., 2017; Naserzadeh ve ark., 2018; Zhang ve ark., 2019; Khademian ve ark., 2019).

Kimyasal gübrelerin verdiği zararlar göz önüne alındığında, biyogübreler kimyasal girdilere güvenli bir alternatif oluşturmakta ve ekolojik dengenin sürdürülebilir olmasında önemli katkılar sağlamaktadırlar. Biyogübrelerin uygun ortamda uzun süre yaşamlarını sürdürmeleri, uygun maliyetli olmaları, kolay kullanılabilir olmaları ve toprak ve bitki verimliliğini arttırmaları yönüyle sentetik gübrelere alternatif veya sentetik gübre ile kullanımında sentetik gübre kullanımını azaltacağı bildirilmektedir (Mahdi ve ark., 2010). Biyogübrelerin bitki ile olan ilişkilerinin belirlenmesi ve bitkiye olası katkılarının tespit edilmesinin organik tarımın benimsenmesi ve sürdürülebilirliği açısından büyük bir önem arz etmektedir.

Bu çalışma, Van ekolojik koşullarında farklı azot ve fosfor kombinasyonları ile çevre dostu biyogübre uygulamalarının ülkemizin yağ açığının kapatılmasında önemli bir yere sahip olan aspir bitkisinin agronomik parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2020 ve 2021 yıllarında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait tarla bitkileri deneme alanında yazlık olarak sulu koşullarda yürütülmüştür. Denemede; tohumluk materyali olarak Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen dikenli formda ve oleik tipte tescilli aspir çeşidi "Asol" kullanılmıştır.

Çizelge 1'e göre araştırmanın yürütüldüğü Van iline ait 2020 yılı toplam yağış miktarı (336.8 mm) ile 2021 yılı toplam yağış miktarının (206.2 mm) uzun yıllar ortalama toplam yağış miktarından (406.2 mm) düşük olduğu görülmektedir. 2020 deneme yılı ortalama sıcaklık (10.76 °C) ile 2021 deneme yılı ortalama sıcaklık (11.73 °C) değerlerinin uzun yıllar ortalamasına (10.05 °C) göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Denemenin yürütüldüğü 2020 yılı ortalama nem oranının (%59.16) Uzun Yıllar Ortalaması (UYO)'nın üzerinde iken, 2021 yılı ortalama nem oranının (%53.29) ise UYO'nun altında olduğu görülmektedir. 2020 ve 2021 yılı denemesine ait ekim zamanları sırasıyla 8 Nisan-3 Nisan'da yapılmışken, hasat işlemleri ise 2020 ve 2021 yılları için sırasıyla 8 Eylül-2 Eylül tarihlerinde yapılmıştır.

Denemenin yapıldığı toprak örneği analiz sonuçlarına göre, her iki araştırma yılına göre kireçli, hafif alkali reaksiyonlu, tuzsuz, potasyumca yeterli, fosforca düşük düzeyde, organik madde bakımından ise zayıf olduğu tespit edilmiştir.

Van ekolojik koşullarında bitki gelişimini teşvik edici Biyogübre, (B₁=*Frateuria aurentia*, B₂=*Bacillus megaterium*, B₃=*Azospirillum lipoferum*, B₄=*Chlorella saccharophilia* (mikroalg), B₅=*Lactobacillus case* + *Rhodopseudomonas palustris* + *Saccharomyces cerevisiae* + *Lactococcus lactis*) inorganik gübreleme, (kontrol, %50 NP azaltılmış doz =7.5 kg/da saf (NH₄)₂SO₄; 4 kg/da saf P₂O₅, % 100 NP tam doz=15 kg/da saf (NH₄)₂SO₄; 8 kg/da saf P₂O₅) ve bunların farklı kombinasyonları uygulanarak Asol aspir çeşidinin bazı agronomik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, "Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Deseni"ne göre 3 tekrarlamalı olarak düzenlenmiştir. Deneme, ana parsellere inorganik gübre (NP) dozları, alt parsellere ise biyogübre gelecek şekilde planlanmıştır. Deneme tarlası, sonbaharda pulluk ile derin sürüm yapıldıktan sonra kışa terk edilmiş ve ilkbahar döneminde ekimden hemen önce yüzlek bir sürüm yapılmak suretiyle ekime hazır hale getirilmiştir.

Çizelge 1. Denemenin yürütüldüğü Van ilinin 2020, 2021 ve uzun yıllara ait ortalama sıcaklık (°C), toplam yağış (mm) ve ortalama nem (%) değerleri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)			Toplam Yağış (mm)			Ortalama Nem (%)		
	2020	2021	UYO	2020	2021	UYO	2020	2021	UYO
Nisan	8.6	11.7	8.4	51.8	5.0	57.4	65.4	48.8	59.3
Mayıs	14.5	16.7	13.4	27.8	20.2	45.3	54.0	46.4	55.1
Haziran	19.3	21.6	18.8	13.7	0.2	16.4	44.4	32.0	47.1
Temmuz	23.0	24.2	22.7	17.6	4.6	6.9	46.4	38.4	42.3
Ağustos	21.6	23.5	22.9	10.0	1.4	5.3	44.5	38.0	40.5
Eylül	20.1	18.8	18.3	5.6	6.3	20.4	41.3	40.6	43.9
Ortalama	17.85	19.41	17.41				49.33	40.7	48.03
Toplam				126.5	37.7	151.7			

* Deneme alanına ait meteorolojik veriler Tarım ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri, Van Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. UYO: Uzun Yıllar Ortalaması

Denemede bloklar arasında 2m, parseller arasında ise 1m mesafe bırakılmıştır. Araştırma parselleri 3m x 1.8m = 5.4m² büyüklüğünde olup her parsel 30 cm sıra aralığında ve 6 sıra olacak şekilde düzenlenmiştir. Denemenin toplam alanı 13m x 49.4m= 642.2 m² olup denemede 54 parsel yer almıştır. Ekim işlemi her iki yılda da dekara 3 kg tohumluk kullanılacak şekilde markörle açılan çizilere 3 cm derinliğe el ile yapılmıştır. Biyogübre uygulamaları, 1 kg tohum için biyogübrelerden (üretici firmalarının kullanım talimatlarına göre); B₁ = 10 ml/L saf su, B₂ = 10 ml/L saf su, B₃ = 10 ml/L saf su, B₄ = 50 ml/L saf su ve B₅ = 10 ml/L saf su şeklinde hazırlanan bakteriyel süspansiyonlar içerisine tohumlar ayrı ayrı eklenmiş ve bu şekilde kaplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Kaplama yapılan tohumlar süzülerek kurutma kağıtlarının üzerine konularak 30 dk süresince gölgede kurumaya sağlanmıştır. Ekime hazır hale getirilmiş bakteri kaplı tohumların ekimi, güneş ışınlarının bakteriler üzerindeki olumsuz etkilerinden kaçınmak için sabah erken saatlerde yapılmıştır. Bitkilerin 3-4 yapraklı (10-15 cm) oldukları rozet döneminde sıra üzeri 15 cm olacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Seyreltme işlemi yapıldıktan sonra yukarıda verilen konsantrasyonlarda biyogübre solüsyonları hazırlanmış ve hazırlanan biyogübre solüsyonları parseldeki her bir sraya ortalama 125 ml olmak üzere her bitkinin kök bölgesine denk gelecek şekilde uygulanmıştır. Biyogübre solüsyonlarının bitki kök bölgesine uygulaması biyogübrelerin ışıktan etkilenmemeleri için güneşin batım zamanında yapılmıştır.

Bitkilerin 3-4 yapraklı (10-15 cm) oldukları rozet döneminde sıra üzeri 15 cm olacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Denemede %100 NP tam doz (optimum) olarak dekara 15 kg saf azot (Amonyum sülfat (%21) ve 8 kg saf fosfor (TSP (%42))); %50 NP azaltılmış doz olarak dekara 7.5 kg saf azot (Amonyum sülfat (%21) ve 4 kg saf fosfor (TSP (%42)) olacak şekilde gübre uygulaması yapılmıştır (Tunçtürk, 2003). Fosforun tamamı ekim ile birlikte azotun ise yarısı ekim ile diğer yarısı ise sapa kalkma döneminde verilmiştir. Her iki deneme yılında da bitkiler çıkış yaptıktan sonra (bir defa), sapa kalkma döneminde (iki defa) ve çiçeklenme öncesi dönemde (iki defa), yağışların yetersiz olması nedeniyle yağmurlama sulama yöntemiyle bitkilerin su ihtiyacı karşılanmıştır. Çıkıştan sonra, parsellerdeki yabancı otlar mekanik mücadele ile uzaklaştırılmış, sapa kalkma dönemi ve çiçeklenme öncesinde ise çapalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Denemede herhangi bir hastalık ve zararlı görülmediği için kimyasal mücadele yapılmamıştır. Hasat, bitkilerin taç yapraklarının tamamen kurduğu, danelerin beyazlaştığı ve yaprakların kahverengiye dönüştüğü dönemde yapılmıştır. Parseli oluşturan 6 sıradan her iki yandaki birer sıra ve sıra başlarından 50 cm kenar tesiri olarak gözlem dışı bırakıldıktan sonra bütün işlemler geriye kalan 2.4 m² (1.2m x 2m) alan üzerinden yapılmıştır. Her parselden hasat edilen 10 bitki üzerinden bitki boyu (cm), ilk dal yüksekliği (cm), bitki başına dal sayısı (adet), bitki başına tabla sayısı (adet), tabla başına tohum sayısı (adet), bin tohum ağırlığı (g), tabla çapı (cm) parametreleri ölçülmüş, tohum verimi (kg/da) hesaplanmıştır.

Çalışmadan elde edilen veriler yıllar bakımından "Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Deseni" ne göre Costat 6.303 paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuş, elde edilen ortalamalar LSD (0.05) çoklu karşılaştırma testine göre gruplandırılmıştır. Ancak, birleşik yıllar bakımından ise veriler "Tesadüf Bloklarında Bölünen Bölünmüş Parseller Deneme Deseni" ne göre

Costat 6.303 paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuş ve elde edilen ortalamalar LSD (0.05) çoklu karşılaştırma testine göre gruplandırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada; 2020 yılı için ilk dal yüksekliği dışındaki parametrelerde inorganik gübre × biyogübre etkisinin istatistiksel olarak etkisi önemli, 2021 yılında bitki boyu ve ilk dal yüksekliği dışındaki parametrelerde istatistiksel olarak etkisi önemli, birleşik yıllar ortalamasına göre ise bitki başına tabla sayısı, tabla başına tohum sayısı ve tohum verimi değerlerinde istatistiksel olarak etkisi önemli bulunmuştur. İnorganik gübre × biyogübre × yıl etkisinin bitki başına tabla sayısı, tabla çapı, tabla başına tohum sayısı ve tohum verimi parametreleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.

3.1. Bitki boyu

Araştırmada bitki boyu bakımından yıllar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Araştırmanın birinci yılında ortalama bitki boyu 57.56 cm, ikinci yılında ise 51.65 cm olarak ölçülmüştür (Çizelge 2).

İnorganik gübre uygulamalarının bitki boyu üzerine olan etkisi, 2020 deneme yılı ve iki yılın ortalamalarına göre istatistiksel olarak önemli bulunurken, 2021 deneme yılında önemsiz bulunmuştur. 2020 ve birleşik yıllar ortalamasına göre en yüksek bitki boyu değerleri sırasıyla 61.90-58.10 cm ile NP₁₀₀ gübre uygulamalarından ölçülürken, en düşük bitki boyları ise sırasıyla 53.13-51.24 cm ile kontrol uygulamalarından tespit edilmiştir. 2021 yılı bitki boyu aralığı ise 49.36-54.29 cm aralığında yer almıştır (Çizelge 2). Aspride azot ve fosfor dozlarının artışına bağlı olarak bitki boyunun arttığına dair araştırıcı bulguları çeşitli çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Karaca, 2017; Demir & Karaca, 2018; Buçak, 2019; Andırman & Karaaslan, 2021) çalışma sonuçlarımız ile uyum içerisindedir.

Biyogübre uygulamalarının bitki boyuna etkisi 2020 yılı ve birleşik yıllara göre istatistiksel olarak önemli bulunurken, 2021 deneme yılında ise önemsiz bulunmuştur. 2020 ve birleşik yıllar ortalama değerlerine göre B₄ uygulamalarından tespit edilen bitki boyları sırasıyla 60.64-56.79 cm ile diğer uygulamalara göre daha iyi sonuçlar vermiştir. En düşük bitki boyu değerleri ise 2020 ve birleşik yıllar ortalamasına göre sırasıyla 53.57-51.57 cm ile kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. 2021 yılı bitki boyu aralığı ise 49.58-52.95 cm olduğu Çizelge 2’de görülmektedir. Mikroalgler bitki hücrelerinde metabolik faaliyetlerin artmasına ve buna bağlı olarak büyüme ve gelişimin teşvik edilmesine doğrudan ve dolaylı olarak katkı sağladığı bilinmektedir (Piwowar & Harasym, 2020). Farklı bitkiler üzerine yapılan mikro alg uygulamalarının bitkide büyüme parametrelerini kontrole göre arttırdığına ait birçok çalışma yapılmıştır (Oancea ve ark., 2013; Guedes ve ark., 2018; Dineshkumar ve ark., 2018).

3.2. İlk dal yüksekliği

Çalışma sonucunda ilk dal yüksekliği bakımından yıllar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Araştırmanın birinci yılında ortalama ilk dal yüksekliği 29.59 cm, ikinci yılında ise 28.50 cm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2).

İnorganik gübre uygulamalarının ilk dal yüksekliği üzerine olan etkisi, 2020 deneme yılı ve iki yılın ortalamalarına göre istatistiksel olarak önemli bulunmazken, 2021 deneme yılında önemli bulunmuştur. 2020 ve birleşik yıllar ortalamasına göre ilk dal yüksekliği aralığı sırasıyla 28.70-30.12, 26.91-30.87 cm olarak tespit edilmiştir. 2021 yılı en yüksek ilk dal yüksekliği değeri 31.62 cm ile NP₁₀₀ uygulamalarından, en düşük değer ise 25.27 cm ile NP₀ uygulamalarından tespit edilmiştir. (Çizelge 2). Yapılan çalışmalarda aspir bitkisinde toprağa uygulanan azot ve fosfor dozlarının artışıyla birlikte ilk dal yüksekliği değerlerinin de buna bağlı olarak arttığı bildirilmektedir (Sezer, 2010; Soleymani & Shahrajabian, 2011).

Biyogübre uygulamalarının ilk dal yüksekliği üzerine olan etkisi, 2020 deneme yılı ve iki yılın ortalamalarına göre istatistiksel olarak önemli bulunmazken, 2021 deneme yılında önemli bulunmuştur. 2020 ve birleşik yıllar ortalamasına göre ilk dal yüksekliği aralığı sırasıyla 28.26-30.63, 27.10-30.20 cm olarak belirlenmiştir. 2021 yılında B₄ uygulamalarından elde edilen ilk dal yüksekliği 30.33 cm ile diğer uygulamalara göre daha iyi sonuçlar verirken, en düşük ilk dal yüksekliği değeri ise 25.95 cm ile B₀

uygulamalarından tespit edilmiştir. (Çizelge 2). Farklı bitkiler üzerine B₄ (mikro alg) ile ilgili yapılan çalışmalarda mikro alg uygulamalarının bitki büyüme ve gelişimini arttırdığına dair sonuçlar (Garcia-Gonzales & Sommerfeld, 2016; Dineshkumar ve ark., 2018) bulgularımızı desteklemektedir.

Çizelge 2. Aspirde farklı inorganik gübre dozları ile biyogübre uygulamalarının 2020-2021 yılları ile iki yıllık ortalama bitki boyu (cm), ilk dal yüksekliği (cm), bitki başına dal sayısı (adet) ve bitki başına tabla sayısı (adet) değerleri

İG	BB (cm)			İDY (cm)			BBDS (adet)			BBTS (adet)		
	2020	2021	Ort.	2020	2021	Ort.	2020	2021	Ort.	2020	2021	Ort.
NP ₀	53.13 ^b	49.36	51.24 ^b	28.70	25.27 ^c	26.91	7.20	6.62	6.91 ^b	9.97 ^c	10.71 ^c	10.34 ^c
NP ₅₀	57.65 ^{ab}	51.30	54.47 ^{ab}	29.96	28.63 ^b	29.30	8.11	7.42	7.77 ^a	15.51 ^b	11.39 ^b	13.45 ^b
NP ₁₀₀	61.90 ^a	54.29	58.10 ^a	30.12	31.62 ^a	30.87	8.92	7.91	8.41 ^a	20.65 ^a	12.74 ^a	16.69 ^a
LSD (0.05)	5.41	öd	5.37	öd	1.82	öd	öd	öd	0.75	1.38	0.63	0.63
B												
B ₀	53.57 ^c	49.58	51.57 ^b	28.26	25.95 ^b	27.10	7.78	7.11	7.44	13.98 ^c	9.96 ^d	11.97 ^d
B ₁	58.99 ^a	51.47	55.23 ^{ab}	30.63	27.61 ^{ab}	29.12	8.38	7.45	7.91	16.71 ^a	12.70 ^a	14.70 ^a
B ₂	57.80 ^{ab}	51.55	54.68 ^{ab}	29.72	28.75 ^a	29.23	8.18	7.42	7.80	15.61 ^{ab}	12.01 ^{ab}	13.81 ^b
B ₃	58.76 ^a	51.54	55.15 ^{ab}	29.28	28.38 ^{ab}	28.83	7.84	7.70	7.62	14.81 ^{bc}	10.80 ^c	12.80 ^c
B ₄	60.64 ^a	52.95	56.79 ^a	30.06	30.33 ^a	30.20	8.12	7.28	7.70	15.43 ^{ac}	11.62 ^b	13.52 ^{bc}
B ₅	55.60 ^{bc}	52.81	54.20 ^{ab}	29.62	30.04 ^a	29.83	8.16	7.24	7.70	15.72 ^{ab}	12.60 ^a	14.16 ^{ab}
LSD (0.05)	2.71	öd	3.90	öd	2.78	öd	öd	öd	öd	1.26	0.77	0.72
VK (%)	4.96	15.09	10.73	13.75	10.14	11.56	10.43	15.49	12.97	7.74	6.96	8.08
Yıl Ort.	57.56	51.65	54.60	29.59	28.50	29.04	8.08	7.32	7.70	15.38	11.61	13.49

LSD (P<0.05), NP: Azot + Fosfor, NP₀: Kontrol, NP₅₀: Yarım doz, NP₁₀₀: Tam doz, B: Biyogübre
 B₀: Kontrol, B₁: *Frateuria aurantia*, B₂: *Bacillus megaterium*, B₃: *Azospirillum lipoferum*, B₄: *Chlorella saccharophila*, B₅: *Lactobacillus casei* + *Rhodopseudomonas palustris* + *Saccharomyces cerevisiae* + *Lactococcus lactis*, İG: İnorganik gübre, BB: Bitki boyu, İDY: İlk dal yüksekliği, BBDS: Bitki başına dal sayısı, BBTS: Bitki başına tabla sayısı.

3.3. Bitki başına dal sayısı

Çalışmada bitki başına dal sayısı bakımından yıllar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Araştırmanın birinci yılında ortalama bitki başına dal sayısı 8.08 adet, ikinci yılında ise 7.32 adet olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2).

İnorganik gübre uygulamalarının bitki başına dal sayısı üzerine olan etkisi, 2020 ve 2021 deneme yıllarında istatistiksel olarak önemli bulunmazken, iki yılın ortalamalarına göre ise önemli bulunmuştur (Çizelge 2). 2020 ve 2021 deneme yıllarına ait bitki başına dal sayısı aralığı sırasıyla 7.20-8.92, 6.62-7.91 cm olmuştur. Birleşik yıllar ortalamasına göre bitki başına dal sayısı değeri NP₁₀₀ uygulamaları ile 8.41 adet olarak ölçülmüş ve diğer uygulamalara göre daha iyi sonuçlar vermiştir. En düşük bitki başına dal sayısı ise 6.91 adet ile kontrol uygulamalarından tespit edilmiştir (Çizelge 2). Aspirde yapılan çalışmalarda, artan azot ve fosfor dozlarına bağlı olarak bitkinin dal sayısında artışların olduğu bildirilmiştir (Karaca, 2017; Demir & Karaca, 2018; İçen, 2019; Andırman & Karaaslan, 2021).

Biyogübre uygulamalarının bitki başına dal sayısı üzerine olan etkisi, 2020, 2021 deneme yılları ve iki yılın ortalamalarına göre istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. 2020 yılında bitki başına dal sayısı ortalama değerleri 7.78-8.38 adet, 2021 yılında 7.11-7.45 adet ve iki yılın ortalamalarına göre ise 7.44-7.91 adet arasında yer almıştır (Çizelge 2).

3.4. Bitki başına tabla sayısı

Çalışmada bitki başına tabla sayısı bakımından yıllar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İlk deneme yılında bitki başına tabla sayısı ortalama değeri 15.38 adet, ikinci yılında ise 11.61 adet olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2).

İnorganik gübre uygulamalarının bitki başına tabla sayısı üzerine olan etkisi, 2020, 2021 ve iki yılın ortalamalarına göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 2020, 2021 ve birleşik yıllar ortalaması sıralamasına göre en yüksek bitki başına tabla sayısı 20.65-12.74-16.69 adet ile NP₁₀₀ uygulamalarından, en düşük bitki başına tabla sayısı ise sırasıyla 10.34-9.97-10.71 adet ile kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. Aspirde çiçek tablaları büyüme noktalarında konumlanmış olup vejetatif büyümeyi teşvik

eden azot uygulamalarına bağlı olarak artışların olması yapılan çalışmalarla da tespit edilmiştir (Dordas & Sioulas, 2008; Sezer, 2010; Eryiğit ve ark., 2015).

Biyogübre uygulamalarının bitki başına tabla sayısı üzerine olan etkisi, 2020, 2021 deneme yılları ile iki yılın ortalamalarına göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 2020 ve birleşik yıllar ortalama değerlerine göre en yüksek bitki başına tabla sayısı sırasıyla 16.71-14.70 adet ile B₁ uygulamalarında tespit edilirken, en düşük bitki başına tabla sayısı değerleri ise sırasıyla 13.98-11.97 adet ile kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. 2021 deneme yılı ortalama verilerine göre en yüksek bitki başına tabla sayısı 12.70 adet ile B₁ uygulamalarından elde edilmiş ve B₅ uygulamaları ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. 2021 yılına ait en düşük bitki başına tabla sayısı ise 9.97 adet ile B₀ uygulamalarından tespit edilmiştir. *Frateuria aurantia* (B₁), bulunduğu topraklarda potasyumun çözülerek bitkiye yararlı hale gelmesinde ve toprağın potasyumca zenginleşmesinde etkili rol oynayan bir mikroorganizmadır. Potasyum mineralinin erken çiçeklenmeyi teşvik ettiği ve çiçeklenme döneminde önemli bir besin elementi olduğu bilinmektedir (Seçer & Hakerlerler, 1990). Potasyum uygulamalarının nohutta bakla sayısını arttırdığına dair çalışma mevcut olup (Erman ve ark., 2012) sonucumuzu desteklemektedir.

3.5. Tabla çapı

Çalışma sonucunda tabla çapı bakımından yıllar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Birinci deneme yılında ortalama tabla çapı 2.64 cm, ikinci deneme yılında ise 2.53 cm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3).

İnorganik gübre uygulamalarının tabla çapı üzerine olan etkisi, 2020, 2021 ve birleştirilmiş yıllar ortalamalarına göre istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. 2020, 2021 ve birleşik yıllar ortalamasına göre NP₁₀₀ uygulamalarından elde edilen sırasıyla tabla çapı 2.68-2.61-2.64 cm değerleri diğer uygulamalara göre daha iyi sonuçlar vermiştir. 2020 deneme yılında en düşük tabla çapı değeri 2.57 cm ile kontrol uygulamalarından, 2021 deneme yılı ortalamasına göre 2.42 cm ile NP₅₀ uygulamalarından, birleşik yıllar ortalamalarına göre ise en düşük tabla çapı 2.54 cm ile NP₅₀ uygulamalarından tespit edilmiş ancak NP₀ uygulamaları ile istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 3). Aspride azot ve fosfor uygulamalarının tabla çapı değerlerini arttırdığı bildirilmektedir (Kaya, 2016; Andırman & Karaaslan, 2021).

Biyogübre uygulamalarının tabla çapı üzerine olan etkisi, 2020, 2021 ve iki yılın birleştirilmiş ortalamalarına göre istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. 2020 yılına ait en yüksek tabla çapı 2.70 cm ile B₄ uygulamalarından, 2021 yılı en yüksek tabla çapı 2.60 cm ile B₄ ve B₅ uygulamalarından, birleşik yıllar ortalamasına göre ise en yüksek tabla çapı değeri 2.65 cm ile B₄ uygulamalarından elde edilmiş ancak B₁, B₂ ve B₅ uygulamaları ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. En düşük tabla çapı değeri 2020 yılı için 2.56 cm ile NP₀ uygulamalarından, 2021 yılı için 2.40 cm ile B₃ uygulamalarından, birleşik yıllar ortalamasına göre ise 2.50 cm ile B₀ ve B₃ uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 3). Mikroalglerin (B₄) ürettikleri uyarıcı moleküllerin, bitkinin çimlenme, çiçeklenme ve meyve üretiminde katkı sağladığı ve özellikle mikroalglerin uygulama şekilleriyle doğrudan ilişkili olduğu bildirilmiştir (Kapoore ve ark., 2021).

3.6. Tabla başına tohum sayısı

Deneme sonucunda tabla başına tohum sayısı bakımından yıllar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. İlk deneme yılında ortalama tabla başına tohum sayısı 38.00 adet, ikinci deneme yılında ise 36.01 adet olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3).

İnorganik gübre uygulamalarının tabla başına tohum sayısı üzerine olan etkisi, 2020 yılında istatistiksel olarak önemsizken, 2021 yılı ve iki yılın ortalamalarına göre önemli bulunmuştur (Çizelge 3). 2020 yılı tabla başına tohum sayısı aralığı 36.64-39.56 adet olmuştur. 2021 deneme yılı ve birleşik yıllar ortalamasına göre en yüksek tabla başına tohum sayısı değerleri sırasıyla 39.90-39.73 adet ile NP₁₀₀ uygulamalarından elde edilirken, en düşük değerler ise 2021 ve birleştirilmiş yıllar ortalaması sıralamasına göre 32.79-34.72 adet ile kontrol uygulamalarından tespit edilmiştir (Çizelge 3). Fosfor, bitkilerin generatif dönemlerinde ihtiyaç duydukları ve yapısal olarak görev aldıkları bir mineraldir. Ayrıca tablada tohum sayısını doğrudan etkileyen bir besin elementidir. Aspride azot dozlarına bağlı

olarak tabla başına tohum sayısının arttığı (Polat, 2007), ketencik bitkisinde artan fosfor dozlarına bağlı olarak kapsül başına tohum sayısının arttığı bildirilmiştir (Yıldırım, 2015).

Çizelge 3. Aspirde farklı inorganik gübre dozları ile biyogübre uygulamalarının 2020-2021 yılları ile iki yıllık ortalama tabla çapı (cm), tabla başına tohum sayısı (adet), bin tohum ağırlığı (g) ve tohum verimi (kg/da) değerleri

İG	TÇ (cm)			TBTS (adet)			BTA (g)			TV (kg/da)		
	2020	2021	Ort.	2020	2021	Ort.	2020	2021	Ort.	2020	2021	Ort.
NP ₀	2.57 ^b	2.55 ^a	2.56 ^b	36.64	32.79 ^c	34.72 ^c	37.51	34.89	36.20	129.90 ^c	139.55 ^b	134.73 ^c
NP ₅₀	2.67 ^a	2.42 ^b	2.54 ^b	37.81	35.35 ^b	36.58 ^b	37.31	35.76	36.54	169.80 ^b	150.93 ^b	160.36 ^b
NP ₁₀₀	2.68 ^a	2.61 ^a	2.64 ^a	39.56	39.90 ^a	39.73 ^a	37.57	36.30	36.93	246.13 ^a	198.57 ^a	222.35 ^a
LSD (0.05)	0.08	0.09	0.05	öd	1.91	1.63	öd	öd	öd	21.93	13.83	10.76
B												
B ₀	2.56 ^c	2.44 ^{bc}	2.50 ^b	33.36 ^c	33.53 ^{cd}	33.44 ^c	34.85 ^b	34.78	34.81 ^b	145.14 ^c	147.45 ^{cd}	146.29 ^d
B ₁	2.65 ^{a-c}	2.55 ^{ab}	2.60 ^a	39.84 ^a	37.30 ^b	38.57 ^b	38.01 ^a	36.63	37.32 ^a	189.47 ^{ab}	193.83 ^a	191.65 ^a
B ₂	2.63 ^{a-c}	2.56 ^{ab}	2.60 ^a	38.85 ^{ab}	35.18 ^c	37.02 ^b	37.81 ^a	35.26	36.54 ^a	180.13 ^b	164.70 ^{bc}	172.41 ^{bc}
B ₃	2.60 ^{bc}	2.40 ^c	2.50 ^b	36.23 ^{bc}	32.72 ^d	34.48 ^c	37.76 ^a	35.55	36.65 ^a	177.05 ^b	142.58 ^d	159.82 ^{cd}
B ₄	2.70 ^a	2.60 ^a	2.65 ^a	40.25 ^a	40.23 ^a	40.24 ^a	37.95 ^a	35.82	36.89 ^a	187.02 ^{ab}	162.56 ^{bc}	174.79 ^b
B ₅	2.68 ^{ab}	2.60 ^a	2.64 ^a	39.50 ^a	37.12 ^b	38.31 ^b	38.39 ^a	35.86	37.13 ^a	212.85 ^a	166.97 ^b	189.91 ^a
LSD (0.05)	0.07	0.12	0.07	2.75	1.66	1.57	1.41	öd	1.23	21.80	18.07	13.86
VK (%)	2.91	5.30	4.28	7.46	4.81	6.39	3.73	6.07	5.06	11.16	11.51	12.05
Yıl Ort.	2.64	2.53	2.58	38.00	36.01	37.00	37.46	35.65	36.55	181.94	163.02	172.48

LSD (P<0.05), NP: Azot + Fosfor, NP₀: Kontrol, NP₅₀: Yarım doz, NP₁₀₀: Tam doz, B: Biyogübre, B₀: Kontrol, B₁: *Frateria aurantia*, B₂: *Bacillus megaterium*, B₃: *Azospirillum lipoferum*, B₄: *Chlorella saccharophila*, B₅: *Lactobacillus casei* + *Rhodopseudomonas palustris* + *Saccharomyces cerevisiae* + *Lactococcus lactis*, İG: İnorganik gübre, TÇ: Tabla çapı, TBTS: Tabla başına tohum sayısı, BTA: Bin tohum ağırlığı, TV: Tohum verimi.

Biyogübre uygulamalarının tabla başına tohum sayısı üzerine olan etkisi, 2020, 2021 ve birleşik yıllar ortalamalarına göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 2020, 2021 deneme yılları ve birleşik yıllar ortalamasına göre B₄ (mikroalg) uygulamalarından elde edilen tabla başına tohum sayısı sırasıyla 40.25-40.23-40.24 adet ile diğer uygulamalara göre daha iyi sonuçlar vermiştir. En düşük tabla başına tohum sayısı 2020 yılı için 33.36 adet ile kontrol uygulamalarından, 2021 yılı için 32.72 adet ile B₃ uygulamalarından elde edilirken, birleşik yıllar ortalamasına göre ise 33.44 adet ile B₀ (kontrol) uygulamalarından tespit edilmiş ve B₃ uygulamaları ile aynı istatistiki grupta yer almıştır (Çizelge 3). Mikroalgler; toprakta bitkilerin ihtiyaç duydukları besin elementi alınımını kolaylaştırmada, toprağın organik karbon bakımından devamlılığını sağlamada, bitkinin büyüme, gelişim ve verim artışında etkili olan organizmalardır (Renuka ve ark., 2018). Farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda mikroalg uygulamalarının bitki başına tohum sayısını arttırdığı bildirilmiştir (Dineshkumar ve ark., 2018; Dineshkumar ve ark., 2020).

3.7. Bin tohum ağırlığı

Çalışmada bin tohum ağırlığı bakımından yıllar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın birinci yılında ortalama bin tohum ağırlığı 37.46 g, ikinci yılında ise 35.65 g olarak tespit edilmiştir.

İnorganik gübre uygulamalarının bin tohum ağırlığı üzerine olan etkisi, 2020, 2021 ve iki yılın ortalamalarına göre istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. 2020, 2021 ve birleştirilmiş yıllar ortalamasına göre bin tohum ağırlığı aralıkları sırasıyla 37.31-37.57 g, 34.89-36.30 g ve 36.20-36.93 g olarak ölçülmüştür (Çizelge 3).

Biyogübre uygulamalarının bin tohum ağırlığı üzerine olan etkisi, 2020 ve birleşik yıllar ortalamalarına göre istatistiksel olarak önemli iken, 2021 yılında istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. 2020 yılında en yüksek bin tohum ağırlığı 38.39 g ile B₅ uygulamalarından elde edilmiş ancak kontrol uygulamaları dışındaki diğer uygulamalarla aynı istatistiki grupta yer almıştır. 2020 yılı en düşük bin tohum ağırlığı ise 34.81 g ile kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. 2021 yılı bin tohum ağırlığı aralığı 34.78-36.63 g olarak belirlenmiştir. Birleşik yıllar ortalamasına göre en yüksek bin tohum ağırlığı 37.32 g ile B₁ uygulamalarından tespit edilmiş ancak kontrol uygulamaları dışındaki diğer uygulamalarla istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir. En düşük bin tohum ağırlığı ise

34.81 g ile B₀ uygulamalarından tespit edilmiştir (Çizelge 3). Ayçiçeğinde *Frateuria aurantia* (B₁) bakterisinin tohum verimi, bin tohum ağırlığı ve tabla çapını kontrole göre arttırdığını (Kammar ve ark., 2016), Azot bağlayıcı bakterilerin (*Azospirillum sp.* ve *Azotobacter sp.*) asperde bin tane ağırlığını kontrole kıyasla arttırdığı bildirilmiştir (Soleymanifard & Sidat, 2011). Çalışma sonuçlarımız literatürlerle uyum göstermektedir.

3.8. Tohum verimi

Yapılan varyans analizi sonucuna göre, tohum verimi bakımından yıllar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. 2020 deneme yılında ortalama tohum verimi 181.94 kg/da, 2021 deneme yılında ise 163.02 kg/da olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3).

İnorganik gübre uygulamalarının tohum verimi üzerine olan etkisi, 2020, 2021 ve iki yılın birleştirilmiş ortalamalarına göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 2020 ve birleşik yıllar ortalamasına göre en yüksek tohum verimi değerleri sırasıyla 246.13-222.35 kg/da ile NP₁₀₀ uygulamalarından elde edilirken, en düşük değerler ise sırasıyla 134.73-139.55 kg/da ile kontrol uygulamalarından tespit edilmiştir. 2021 yılında ise en yüksek tohum verimi 198.57 kg/da ile NP₁₀₀ uygulamalarından, en düşük değer ise 139.55 kg/da ile kontrol uygulamalarından tespit edilmiş ve NP₅₀ uygulamaları ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır (Çizelge 3). Fosfor ve azot dozlarına bağlı olarak bitkinin başta büyüme ve gelişimi artmakta ve buna bağlı olarak dekara elde edilen tohum miktarı da doğru orantılı olarak değişmektedir. Azot dozlarına bağlı olarak tohum veriminde artışların gözlemlendiğini (Polat, 2007; Şaştı, 2007), farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda artan fosfor dozlarına bağlı olarak tohum veriminin de arttığı bildirilmiştir (Özyazıcı, 2020; Tunçtürk & Tunçtürk, 2021). Bulgularımız literatürler ile desteklenmektedir.

Biyogübre uygulamalarının tohum verimi üzerine olan etkisi, 2020, 2021 deneme yılları ile iki yılın birleştirilmiş ortalamalarına göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 2020 yılında en yüksek tohum verimi 212.85 kg/da ile B₅ uygulamalarından, en düşük değer ise 145.14 kg/da ile kontrol grubundan elde edilmiştir. 2021 yılında en yüksek tohum verimi 193.83 kg/da ile B₁ uygulamalarından, en düşük değer ise 142.58 kg/da ile B₃ uygulamalarından elde edilmiştir. İki yılın ortalamalarına göre, en yüksek tohum verimi değeri 191.65 kg/da ile B₁ uygulamalarından elde edilmiş ancak B₅ uygulamaları ile istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir. En düşük değer ise 146.29 kg/da ile kontrol uygulamalarından tespit edilmiştir (Çizelge 3). B₁ (*Frateuria aurantia*) ve buna benzer potasyum çözücü bakterilerin toprağa uygulanması sonucunda toprakta potasyumun arttığı ve buna bağlı olarak meyve ağırlıklarında da artışların gözlemlendiği bildirilmektedir (Salem, 2020). B₅ biyogübre karışımında yer alan *Rhodopseudomonas polustris* bakterisinin bitkilerin azotu kullanmalarında etkili olduğu ve tarımda kullanımının ürün artışı için önemli olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Gamal-Eldin & Elbanna, 2011; Lee ve ark., 2021).

4. Sonuç

Her iki deneme yılı ve birleştirilmiş yıllar ortalamasına göre NP dozlarının artışına bağlı olarak incelenen tüm parametrelerde kontrole kıyasla artışların olduğu gözlemlenmiştir. İncelenen parametrelerde yıllara göre değişkenlik gösteren değerlerin iklimsel farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Denemenin birinci yılı ve birleştirilmiş yıllar ortalamasına göre biyogübre uygulamalarının; bitki boyu, bitki başına tabla sayısı, tabla çapı, tabla başına tohum sayısı, bin tohum ağırlığı ve tohum verimi parametreleri üzerinde, denemenin ikinci yılında ise ilk dal yüksekliği, bitki başına tabla sayısı, tabla çapı, tabla başına tohum sayısı ve tohum verimi parametreleri üzerine istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir. 2021 ve birleştirilmiş yıllar ortalamasına göre B₁ uygulamalarından elde edilen tohum verimi değerleri sırasıyla 193.83 kg/da ve 191.65 kg/da olduğu ve diğer biyogübre uygulamalarına göre daha yüksek değerler aldığı, 2020 deneme sezonunda ise dekara en yüksek tohum verimi 212.85 kg/da ile B₅ biyogübre uygulamalarından elde edildiği tespit edilmiştir. Dekara tohum verimi bakımından, en yüksek değerlerin yıllara göre farklı biyogübre ajanlarından elde edilmiş olmasında farklı toprak sıcaklığı, iklim koşulları, toprak pH'ında meydana gelen kısmen küçük değişimlerin bakteri kolonizasyonunda optimum seviyenin yakalanmamasından kaynaklanmış olabileceği tahmin edilmektedir.

Sonuç olarak; biyogübre uygulamalarının NP uygulamalarının yerine geçemeyeceği ve yalnız uygulandıklarında yetersiz kalacağı ancak NP ile birlikte uygulandığında en iyi sonuçların alınabileceği kanısına varılmıştır. Van koşullarında aspir yetiştiriciliği için tavsiye edilebilecek en uygun azot-fosfor (NP) dozunun NP₁₀₀ olduğu, biyogübreler açısından ise tohum verimi için B₁ ve B₅, diğer parametreler için ise B₄ biyogübresinin tavsiye edilebilecek en iyi biyogübre ajanları olduğu tespit edilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FDK-2021-9460 No'lu doktora projesi kapsamında desteklenmiştir. Doktora tez çalışmasına maddi destek sağlayan Van Y.Y.Ü Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Kaynakça

- Adamska, I., & Biernacka, P. (2021). Bioactive substances in safflower flowers and their applicability in medicine and health-promoting foods. *International Journal of Food Science*, 4, 1-23. doi: 10.1155/2021/6657639
- Andırman, M., & Karaaslan, D. (2021). Diyarbakır sulu koşullarda farklı azot ve fosfor seviyelerinin bazı aspir çeşitlerinde taç yaprak verimi ve bazı bitkisel parametrelerine etkisi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(3), 659-668. doi: 10.46291/ISPECJASvol5iss3pp659-668
- Arslan, Y., Katar, D., Güneylüoğlu, H., Subaşı, İ., Şahin, B., & Bülbül, A. S. (2010). Türkiye florasındaki yabani *Carthamus* L. türleri ve aspir (*C. tinctorius* L.) ıslahında değerlendirme olanakları. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 19(1-2), 36-43.
- Arslan, Y., & Bayraktar, N. (2016). Farklı azot ve fosfor seviyelerinin Ankara ekolojik koşullarında aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisinin yağ oranı ve kompozisyonu üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(03), 65-66.
- Babaoğlu, M. (2005). Aspir Tarımı (*Carthamus tinctorius* L.), Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, S. 7, Edime. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tta/Sayfalar/Detay.aspx?Sayfa=59> Erişim tarihi: 09.03.2022.
- Bodkhe, A. A., & Ismail, S. (2014). Effect of bioinoculants and fertility levels on growth, yield attributes and yield of safflower (*Carthamus tinctorius*) effect of bioinoculants an fertility levels. *Annals of Agricultural Research*, 35(3), 285-289.
- Buçak, M. (2019). *Aspir bitkisinde farklı azot dozları ve uygulama zamanlarının verim ve verim öğeleri üzerine etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.
- Cançelik, M. (2021). A Research On Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) The Vegetable Oil Market and The Future of Safflower in Turkey. In S. Ene (Ed.), *Current Marketing Studies and Digital Developments* (pp. 135-149). Lyon, France: Academic press.
- Demir, İ., & Karaca, K. (2018). Kurak koşullarda farklı azot ve fosfor dozlarının aspride (*Carthamus tinctorius* L.) verim ve verim öğelerine etkisi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(8), 971-976. doi: 10.24925/turjaf.v6i8.971-976.1784
- Dineshkumar, R., Kumaravel, R., Gopalsamy, J., Sikder, M. N. A., & Sampathkumar, P. (2018). Microalgae as bio-fertilizers for rice growth and seed yield productivity. *Waste and Biomass Valorization*, 9(5), 793-800. doi: 10.1007/s12649-017-9873-5
- Dineshkumar, R., Subramanian, J., & Sampathkumar, P. (2020). Prospective of chlorella vulgaris to augment growth and yield parameters along with superior seed qualities in black gram, *Vigna mungo* (L.). *Waste and Biomass Valorization*, 11(4), 1279-1287. doi: 10.1007/s12649-018-0465-9
- Dordas, C. A., & Sioulas, C. (2008). Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Industrial Crops and Products*, 27(1), 75-85. doi: 10.1016/j.indcrop.2007.07.020
- Erman, M., Çiğ, F., & Çelik, M. (2012). Potasyum uygulamasının farklı nohut çeşitlerinde verim, verim öğeleri ve nodülasyona etkileri. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5(1), 124-127.

- Eryiğit, T., Yıldırım, B., Kumlay, A. M., & Sancaktaroğlu, S. (2015, September). *The effects of different row distances and nitrogen fertilizer rates on yield and yield components of safflower (Carthamus tinctorious) under micro-climate conditions of Iğdır Plain—Turkey*. 3rd International Conference on Biological, Chemical & Environmental Sciences, Malaysia.
- FAO. (2021). Food outlook. Biannual report on global food markets. <https://www.fao.org/3/cb7491en/cb7491en.pdf>. Erişim tarihi: 20.08.2021.
- Gamal-Eldin, H., & Elbanna, K. (2011). Field evidence for the potential of *Rhodobacter capsulatus* as biofertilizer for flooded rice. *Current Microbiology*, 62, 391–395. doi: 10.1007/s00284-010-9719-x
- Garcia-Gonzalez, J., & Sommerfeld, M. (2016). Biofertilizer and biostimulant properties of the microalga *Acutodesmus dimorphus*. *Journal of Applied Phycology*, 28(2), 1051-1061. doi: 10.1007/s10811-015-0625-2
- Gomashe, S. S., Ingle, K. P., Sarap, Y. A., Chand, D., & Rajkumar, S. (2021). Safflower (*Carthamus tinctorius* L.): An underutilized crop with potential medicinal values. *Annals of Phytomedicine*, 10(1), 242-248. doi: 10.21276/ap.2021.10.1.26
- Guedes, W. A., Araújo, R. H. C. R., Rocha, J. L. A., de Lima, J. F., Dias, G. A., de Oliveira, A. M. F., de Lima, R. F., & Oliveira, L. M. (2018). Production of papaya seedlings using *Spirulina platensis* as a biostimulant applied on leaf and root. *Journal of Experimental Agriculture International*, 28, 1-9. doi: 10.9734/JEAI/2018/45053
- İçen, A. (2019). *Farklı azot dozlarının Aspir (Carthamus tinctorius L.) çeşitlerinde verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, Türkiye.
- Kammar, S. C., Gundappagol, R. C., Santhosh, G. P., Shubha, S., & Ravi, M. V. (2016). Influence of potassium solubilizing bacteria on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Environment & Ecology*, 34(1), 33-37.
- Kapoor, R. V., Wood, E. E., & Llewellyn, C. A. (2021). Algae biostimulants: A critical look at microalgal biostimulants for sustainable agricultural practices. *Biotechnology Advances*, 49, 107754. doi: 10.1016/j.biotechadv.2021.107754
- Karaca, K. (2017). *Kurak koşullarda farklı azot ve fosfor dozlarının aspirde (Carthamus tinctorius L.) verim ve verim öğelerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir, Türkiye.
- Kaya, F. (2016). *Bitlis-Adilcevaz ekolojik koşullarında farklı ahır gübresi dozlarının aspir (Carthamus tinctorius L.) çeşitlerinin verim ve verim öğelerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Khademian, R., Ghassemi, S., & Asghari, B. (2019). Bio-fertilizer improves physio-biochemical characteristics and grain yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under drought stress. *Russian Agricultural Sciences*, 45(5), 458-463. doi: 10.3103/S1068367419050124
- Kumar, R., Kumawat, N., & Sahu, Y. K. (2017). Role of biofertilizers in agriculture. *Popular Kheti*, 5(4), 63-66.
- Lee, S. K., Lur, H. S., & Liu, C. T. (2021). From lab to farm: Elucidating the beneficial roles of photosynthetic bacteria in sustainable agriculture. *Microorganisms*, 9(12), 2453-2476. doi: 10.3390/microorganisms9122453
- Mahanty, T., Bhattacharjee, S., Goswami, M., Bhattacharyya, P., Das, B., Ghosh, A., & Tribedi, P. (2017). Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(4), 3315-3335. doi: 10.1007/s11356-016-8104-0
- Mahdi, S. S., Hassan, G. I., Samoon, S. A., Rather, H. A., Dar, S. A., & Zehra, B. (2010). Bio-fertilizers in organic agriculture. *Journal of Phytology*, 2(10), 42-54.
- Mazid, M., & Khan, T. A. (2015). Future of bio-fertilizers in Indian agriculture: An overview. *International Journal of Agricultural and Food Research*, 3(3), 10–23. doi: 10.24102/ijaf.v3i3.132
- Naserzadeh, Y., Kartoolinejad, D., Mahmoudi, N., Zargar, M., Pakina, E., Heydari, M., & Kavhiza, N. J. (2018). Nine strains of *Pseudomonas fluorescens* and *P. putida*: Effects on growth indices, seed and yield production of *Carthamus tinctorius* L. *Research on Crops*, 19(4), 622-632. doi: 10.31830/2348-7542.2018.0001.39

- Oancea, F., Velea, S., Fătu, V., Mincea, C., & Ilie, L. (2013). Micro-algae based plant biostimulant and its effect on water stressed tomato plants. *Romanian Journal of Plant Protection*, 6, 104-117.
- Özyazıcı, G. (2020). Farklı fosfor dozlarının kişniş (*Coriandrum sativum* L.) bitkisinde verim ve bazı tarımsal özelliklere etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 192-200. doi: 10.19159/tutad.722971
- Pandey, J., & Singh, A. (2012). Opportunities and constraints in organic farming: an Indian perspective. *Journal Science Research*, 56,47-72.
- Piwowar, A., & Harasym, J. (2020). The importance and prospects of the use of algae in agribusiness. *Sustainability*, 12(14), 5669-5682. doi: 10.3390/su12145669
- Polat, T. (2007). *Farklı sıra aralıkları ve azot seviyelerinin kuru şartlarda yetiştirilen aspir (Carthamus tinctorius L.) bitkisinin verim ve verim unsurları üzerine etkisi*. (Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Renuka, N., Guldhe, A., Prasanna, R., Singh, P., & Bux, F. (2018). Microalgae as multi-functional options in modern agriculture: Current trends, prospects and challenges. *Biotechnology Advances*, 36(4), 1255-1273. doi: 10.1016/j.biotechadv.2018.04.004
- Salem, E. S. R. (2020). Response of three sugar beet varieties to mineral and Bio-K fertilizers at West Nubariya Region. *Menoufia Journal of Plant Production*, 4(1), 39-55. doi:10.21608/MJPPF.2020.174186
- Seçer, M., & Hakerlerler, H. (1990). *Azotlu ve Potaslı Gübre Kombinasyonlarının Karanfil Bitkisinin Gelişme ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi*. İzmir, Türkiye: E.Ü. Araştırma Fonu Araş. Proje Raporu No.159, 1-90.
- Sezer, S. (2010). *Van koşullarında aspir (Carthamus tinctorius L.)'de farklı azot ve fosfor dozlarının verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Sharifi, R. S., Namvar, A., & Sharifi, R. S. (2017). Grain filling and fatty acid composition of safflower fertilized with integrated nitrogen fertilizer and biofertilizers. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52, 236-243. doi: 10.1590/S0100-204X2017000400003
- Singh, V., & Nimbkar, N. (2006). Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). In R. J. Singh (Ed.), *Genetic Resource. Chromosome Engineering and Crop improvement* (pp. 167-194). New York, USA: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Soleymani, A., & Shahrajabian, M. H. (2011). Effect of planting dates and different levels of nitrogen on seed yield and yield components of safflower grown after harvesting of corn in Isfahan, Iran. *Research on Crops*, 12, 739-743.
- Soleymanifard, A., & Sidat, S. A. (2011). Effect of inoculation with bio-fertilizer in different nitrogen levels on yield and yields components of safflower under dry land conditions. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Enviromental Sciences*, 11, 473-477.
- Şaştı, H. (2007). *Kahramanmaraş koşullarında farklı miktarlarda ve zamanlarda uygulanan azotun aspir (Carthamus tinctorius L.)'de tohum verimi, verim unsurları, yağ oranı ve tohumun makro-mikro element içeriğine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Tunçtürk, M. (2003). *Van ekolojik koşullarında sıra aralığı, azot ve fosfor uygulamalarının aspir (Carthamus tinctorius L.)'de verim ve verimle ilgili bazı özellikler üzerinde etkileri*. (Doktora Tezi), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Tunçtürk, R., & Tunçtürk, M. (2021). Farklı ekim zamanı ve fosfor dozlarının keten (*Linum usitatissimum* L.)'in verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(1), 163-180.
- TÜİK. (2021). Bitkisel üretim istatistikleri. Yağlı tohumlar. Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin üretim miktarları. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249>. Erişim tarihi: 09.03.2022.
- Yıldırım, H. (2015). *Azot ve fosfor dozlarının ketencik [Camelina sativa (L.) Crantz] bitkisinde bazı verim ve kalite bileşenlerine etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Zhang, T., Hu, F., & Ma, L. (2019). Phosphate-solubilizing bacteria from safflower rhizosphere and their effect on seedling growth. *Open Life Sciences*, 14(1), 246-254. doi: 10.1515/biol-2019-0028