

Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.)’nda Bokaşı Serumu ve Azot Dozlarının Verim ve Beslenme Üzerine Etkisi

Zeliha KÜÇÜKYUMUK^{1*}, Ümmü TUĞLU², Kamil EKİNCİ³, Emine EKİNCİ⁴

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta; ORCID: 0000-0001-6106-6239

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta; ORCID: 0000-0002-7580-8480

³Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta; ORCID: 0000-0002-7083-5199

⁴Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta; ORCID: 0000-0002-3706-1347

Gönderilme Tarihi: 19 Mart 2025

Kabul Tarihi: 21 Mayıs 2025

ÖZ

Bu çalışmada, bokaşı yöntemi ile üretilen ve faydalı mikroorganizma (FM) olarak çoğunluğu laktik asit bakterilerinden (LAB) oluşan bokaşı serumu (BFM) ve farklı azot (N) dozlarının tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin verim, bazı kalite parametreleri ve besin konsantrasyonları üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü serasında bir saksı denemesi kurulmuştur. Çalışmada, bokaşı serumu (BFM) ile birlikte azot 0, 100, 150 ve 200 ppm (N₁+BFM, N₂+BFM, N₃+BFM) dozları uygulanmıştır. İki ay süresince bitki gelişimi izlenmiş, ardından bitkiler hasat edilmiştir. Bokaşı serumu (BFM) ve artan düzeylerde N uygulamalarının adaçayının bitki yaş ağırlığı, yaprak ve dal sayısını ile yaprak N içeriğini kontrole göre arttırdığı, P, K, Ca, Mg, B, Fe, Zn, Mn ve Cu içeriklerini ise azalttığı belirlenmiştir. Uygulamalar, N dışında diğer besin elementlerini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilememiştir. En yüksek verim, yaprak, dal sayısı ve bitki N içeriği değerleri N₃+BFM uygulama dozundan elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi adaçayı, bokaşı serumu, faydalı mikroorganizma, *Salvia officinalis* L.

The Effect of Homemade Bokashi Serum and Nitrogen Doses on Yield and Nutrition in Common Sage (*Salvia officinalis* L.)

ABSTRACT

In this study, the effects of homemade Bokashi serum (BFM) containing beneficial microorganisms (FM) mostly as lactic acid bacteria (LAB) produced by the Bokashi method and different nitrogen doses on the yield, some quality parameters and nutrient concentrations of medicinal sage (*Salvia officinalis* L.) plant were investigated. For this purpose, a pot experiment was established in the Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Field Crops Department Greenhouse. In the study, nitrogen levels of 0, 100, 150 and 200 ppm (N₁+BFM, N₂+BFM, N₃+BFM) were applied together with the Bokashi serum. The plants were harvested after two months. It was found that BFM and the increasing levels of nitrogen applied to the soil increased the plant fresh weight, number of leaves and branches, and plant N content compared to the control application, whereas the plant P, K, Ca, Mg, B, Fe, Zn, Mn and Cu contents decreased but had a significant effect was determined. Applications did not significantly affect other nutrients except N. The highest yield, number of leaves and branches and N concentrations were obtained from N₃+FM application.

Keywords: Common sage, bokashi serum, beneficial microorganism, *Salvia officinalis* L.

GİRİŞ

Ülkemizde hem yabani hem de kültürü yapılarak yetiştirilen en önemli tıbbi aromatik bitkilerden biri adaçayıdır. Dünyada yaklaşık 900 taksonu bulunan adaçayının, Türkiye florasında 45’i endemik olmak üzere 89 tür ve 94 takson ile temsil edilen *Salvia* cinsinin, endemiklik oranı 50 dolaylarındadır [1]. Türkiye’de en fazla doğadan “şalba” veya “çalba” olarak adlandırılan *S.fruticosa* Mill. ve *S.tomentosa* Mill. türleri toplanmakta, tıbbi adaçayı (*S.officinalis*

L.) ise doğal olarak yayılış göstermemekle birlikte, başarılı bir şekilde kültürü yapılmaktadır [2]. Tipik bir Akdeniz iklim bitkisi olan tıbbi adaçayı, yaz mevsimi sıcak ve kurak, kış mevsimi ise ılık ve yağışlı olan yerlerde yetişmektedir. Deniz seviyesinden itibaren 1.500 m rakıma kadar yayılış göstermektedir. Adaçayının, iklim ve çevre koşullarına bağlı olarak Mart’tan Temmuz’a kadar çiçeklenme periyodunun devam ettiği belirtilmiştir [3]. Geçmişte tedavi etmek amacıyla kullanılan adaçayı günümüzde gıda, sağlık, kozmetik ve

*Sorumlu yazar / Corresponding author: zelihakucukyumuk@isparta.edu.tr

parfümeri, peyzaj vb. alanlarda geniş bir kullanım alanı bulabilmektedir. Tıbbi adaçayı üretiminde öncelikle yüksek verim ve kalite önemlidir. Son verilere göre ülkemizde 6.655 dekada 1271 ton adaçayı üretimi yapılmıştır. Ülkemizde Antalya ili adaçayı üretiminde ilk sırada yer almaktadır. 2020 yılında Antalya 669 ton ile toplam üretimin %53'ünü, Denizli 207 ton ile %16'sini ve Burdur 142 ton ile %11'ini oluşturmaktadır [4]. Her geçen yıl payını artırarak devam eden adaçayı yağı ihracatı son beş yılda yaklaşık 11.3 tondur [5]. İhracatı yapılan ülkeler arasında ilk sıralarda Bulgaristan, ABD ve Kanada gelmektedir [6].

Organik gübreler, bitkisel ve hayvansal kökenli materyallerden oluşmuş gübrelerdir. Bunlar organik madde, bitki besin elementleri ve çeşitli mikroorganizmaları da içerdiklerinden dolayı çok yönlü gübrelerdir. Çevre bilincinin gün geçtikçe artması sebebiyle organik gübrelere ilgi artmaktadır. Organik gübreler çevreye ve insan sağlığına zarar vermeden tarımsal ürünlerin kalitesini artırmaktadır. Adaçayı tıbbi aromatik bitkilerin çoğunda olduğu gibi organik tarım uygulamaları ile uyumludur. Organik gübrelerin toprak verimliliğini artırmak için kullanılması, sürdürülebilir tarım ve organik tarım sistemlerinde kimyasal gübrelere alternatif bir yöntem olarak bilinmektedir. Ancak bitkisel üretimde yeterli verim elde etmek için organik gübreler tek başına yeterli değildir, kimyasal gübrelerle birlikte verilmesi önerilmektedir. Bu amaçla çalışmada bokaşi yöntemi ile üretilen ev yapımı bokaşi serumu (BFM) kullanılmıştır. BFM, mikroaerobik fermentasyon sonucu üretilen ve çoğunluğu laktik asit olmak üzere malik asit, asetik asit, propiyonik asit, benzoik asit gibi organik asitleri içeren bir sıvıdır. Üretilen bu organik asitler antioksidan ve antimikrobiyal madde olma özelliklerinin yanında, pH'nın 4'ün altında olması nedeniyle ortamda istenmeyen patojen organizmaların gelişmesini engelleyerek alana hâkim olmasına ve böylece yeniden yaşayan canlı bir ortam yaratılmasına neden olur [7]. FM teknolojisi, 40 yılı aşkın bir süre önce Japonya'da Dr. Tero Higa tarafından geliştirilmiştir. FM, patojenleri baskılayarak bitki hastalıklarını önlemek, enerjiyi korumak, toprak minerallerini çözmek, toprak mikroorganizmalarının dengesini sağlayarak ekolojisine yardımcı olmak fotosentetik etkinliği artırmak ve biyolojik azot fiksasyonunu iyileştirmek gibi etkinlikleri bulunmaktadır. Mikroorganizmaların birbirleriyle olumlu etkileşimleri göz önünde tutularak tarımsal açıdan değerlendirilerek pratikte bitkilerin gelişimde, bitki besin maddelerinin alınımında ve toprak kaynaklı hastalık etmenlerine karşı etkinlikleri artırılması üzerine önem verilmelidir [8]. Yayınlanan

çalışmaların %70'inde FM'nin bitkilerin büyümesi üzerinde olumlu bir etkisi olduğu, diğer %30'unda ise önemli bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır [9]. Ülkemizde bokaşi serumu kullanımı henüz yaygın değildir ancak biyolojik olarak sürdürülebilir bir ürün olup, çevre ve canlılar için bir tehlike oluşturmamaktadır. Bokaşi serumu aynı zamanda gıda atıklarının (mutfak atıklarının) kompost haline getirilmesinde kullanılmaktadır [7].

Bitkilerde optimum büyüme için kuru maddede %2-5 arasında azot bulunması gerekir. Azot, bitkinin bileşimini diğer besin maddelerine göre daha fazla etkiler ve bu da kaliteyi olumlu ya da olumsuz etkileyebilir. Fazla azot, özellikle yaprak ve depo organlarında birikir. Azot eksikliği ise büyümeyi yavaşlatır, yaprakların küçülmesine ve erken sararıp dökülmesine neden olur. Kök/gövde oranı artar. Ayrıca, kloroplastlarda bozulma ve kloroz görülür. Bu belirtiler erken fark edilirse, gübreleme ile sorun giderilebilir [10]. Tıbbi ve aromatik bitkilerde azot, uçucu yağın içeriğini ve kimyasal bileşimini etkileyebilmektedir [11].

Gıda üretiminde artan talebi karşılamak için kullanılan gübre miktarında yapılan zorunlu büyük artışlar sadece toprak verimliliğini etkileyen sorunları değil, aynı zamanda ekolojik dengesizlikleri de yaratacaktır. Bu durumda alternatif bir çözüm olarak FM teknolojisi benimsenmiştir. Toprak verimliliğinin iyileştirilmesi ve verim artışı için BFM ile kimyasal gübrelerin birlikte uygulanması çalışmaları bu yönüyle önemlidir. Bu araştırmanın amacı, ev yapımı organik bokaşi serumu ile birlikte farklı azot dozu uygulamalarının tıbbi adaçayının verimi ve besin elementi içerikleri üzerine etkilerini incelemektir.

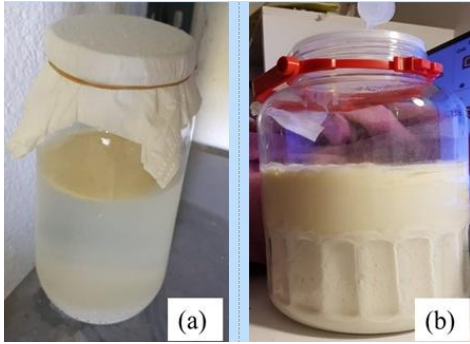
MATERYAL VE METOT

Denemeye Ait Bitki ve Toprak Özellikleri

Deneme, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü serasında yürütülmüştür. Denemede kullanılan adaçayı fideleri Tarla Bitkileri Bölümüne ait tıbbi ve aromatik bitkiler çeşit parselinden temin edilen tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisidir. Araştırmada kullanılan deneme toprağı pH 7.8 (1:2.5 toprak:su), %1.4 organik madde (Walkley Black), %15 CaCO₃, 0.5 M Na HCO₃ 30 kg ha P⁻¹; NH₄OAC-alınabilir K 420 kg ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. pH, Richards [12], organik madde, Jackson [130], kireç Hızalan ve Ünal [14], yarayışlı P Olsen vd. [15], değişebilir K Pratt [16] tarafından belirlenmiştir. Organik gübre olarak sıvı bokaşi serumu dekara 2 ton olacak şekilde uygulama yapılmıştır.

LAB Ana Kültürünün Üretimi

İki su bardağı (400 ml) klorsuz (arıtıcıdan) çeşme suyu ile zengin bir karbonhidrat kaynağı olan bir su bardağı pirinç cam kavanoz içerisinde on saniye kadar çalkalanarak 15 dakika bekletilerek süzölmüş ve yaklaşık 21°C oda sıcaklığında karanlık bir yerde 1 hafta bekletildikten sonra (Şekil 1) tekrar süzölmüştür. Pirinçler ayrı bir yere alınarak çözeltiye laktik asit bakteri kaynağı olan çiftlik sütünden 10 su bardağı (1:10 v/v) eklenerek ağzı gevşek şekilde kapatılmış ve cam kavanozda 1 hafta boyunca mikroaerobik fermentasyon için bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda katılaşmış kısım süzülerek sıvı kısmına mikroorganizmaları beslemek için iki yemek kaşığı şeker pancarı melası (1:1 v/v) eklenerek LAB ana kültürü oluşturulmuştur [7] (Şekil 1-a ve 1-b).



Şekil 1. Pirinç ve suyun 1 hafta bekletilmiş hali (a) ve LAB ana kültürü (b)

Bokaşi Serumunun Hazırlanması

1 su bardağı (yaklaşık 200 ml) LAB ana kültürü, 5 litre klorsuz su, 1 su bardağı melas ile karıştırılarak cam kavanoza (CO₂ çıkışını sağlayıp O₂ girişine engel olan) hava kapamı ile kapatılarak 15 gün boyunca oda sıcaklığında karanlık yerde bekletilmiştir (Şekil 2). Bokaşi serumunun hazır olduğunu anlamak için sürecin sonunda serumun pH değerinin 4'ten küçük olması ve sirkemsi bir kokuya sahip olması gereklidir [7].



Şekil 2. Bokaşi serumu

Bokaşi Serumunun (BFM) Kimyasal Analizi

Serumun kimyasal analizi yapılarak Çizelge 1'de sunulmuştur. Organik madde, pH, toplam organik karbon ve toplam azot APHA standart metoduna göre ölçülmüştür [17]. Serumun suda çözünür potasyum oksit (K₂O) değeri BS EN 15477'ye göre belirlenmiştir.

Çizelge 1. Bokaşi serumun (BFM) kimyasal analizi

Parametreler	Değerler
pH	3.7
Uçucu Katı Madde (%)	2.5
Toplam Organik Karbon (%)	1.7
Toplam Azot (%)	0.18
Suda Çözünbilir Potasyum Oksit (K ₂ O) (%)	0.19

LAB ana kültürü hazırlanmasının ardından bu kültür kullanılarak bokaşi serumu (BFM) yapılmıştır. Serumun pH'ı 3.7 asidik karakterde olması nedeniyle 100 kat su ile seyreltilerek bitkiye ve toprağa uygulanmıştır.

Bokaşi Serumundaki (BFM) Faydalı Mikroorganizmaların Tanımlanması

İki ana mikroorganizma grubu olan *Bacillus amyloliquefaciens* spp. *plantarum* and *Lactobacillus plantarum* mikroorganizmaların tanımlanması, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Uygulama Kliniği ve Araştırma Merkezinde bulunan MALDI-TOF-MS (Matrix Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometer, Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) cihazı ile tespit edilmiştir.

Denemenin Kurulması

Deneme, 2022 yılının Nisan ayında kurulmuş olup, adaçayı bitkileri birer kiloluk saksılarda yetiştirilmiştir. Bitkilere azot kaynağı olarak (NH₄)₂NO₃ kullanılmıştır. Potasyum ve fosfor temel gübrelemesi için 100 ppm P ve 125 ppm K olacak şekilde KH₂PO₄ uygulanmıştır. N₁+FM uygulama dozu 100 ppm N, N₂+FM uygulama dozu 150 ppm N, N₃+FM uygulama dozu ise 200 ppm N içermektedir. Ayrıca deneme serasının üzeri tül ile kapatılmış olup aşırı sıcak geçen yetiştirme sezonu boyunca düzenli aralıklarla sulamaları gerçekleştirilmiştir.

Bitki Ölçümleri, Analizleri ve Verilerin Değerlendirilmesi

Saksılarda bulunan adaçayı bitkileri toprak yüzeyinden biçilerek dokuz hafta sonra hasat edilmiştir. Hasat öncesi dal ve yaprak sayıları tek tek

not edilmiş, biçimin hemen sonrasında bitki yaş ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır. Bitkiler önce musluk suyuyla, ardından deiyonize su ile yıkanmış ve etüvde $\pm 65^{\circ}\text{C}$ 'de ağırlık sabit oluncaya kadar kurutulmuştur. Yaprak örneklerinde toplam N makro Kjeldahl yöntemiyle [18], toplam P, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Mn ve Zn analizleri ise mikrodalgada (Cem MARS 5) asit ile yaş yakma yöntemiyle (0.5 g örnek + 1 ml H_2O_2 + 9 ml HNO_3) elde edilen ekstraktlar ICP-OES cihazında okunarak belirlenmiştir [19]. Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen tüm sonuçlar MİNİTAB paket programı ile TUKEY çoklu karşılaştırma testine göre ($p < 0.05$) gruplandırılmıştır.

BULGULAR

Çizelge 2'de görüleceği üzere azot ve BFM birlikte uygulanarak yetiştirilen adaçayının bitki ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamış, ancak uygulanan N dozu ile birlikte bitki ağırlığı kontrol uygulamasına göre artmıştır. Kontrol uygulamasında ağırlık 18.54 g iken N_1 , N_2 ve N_3 dozlarında bitki yaş ağırlıkları sırasıyla 20.13, 25.28, 29.25 gram olarak belirlenmiştir. Uygulanan BFM ve azot arttıkça verim artmıştır. Adaçayı gibi aromatik bitkilerde yaş ağırlık, kuru ağırlık, kuru yaprak ve uçucu yağ verimleri üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bu nedenle bu bitkilerin tarımında yaş ağırlığı artırıcı uygulamalar son derece önemlidir [20]. Benzer konularda araştırma yürüten araştırmacıların [21, 22, 23, 2, 24, 25, 26, 27, 20] yeşil herba ve drog herba verimi yönünden elde etmiş oldukları sonuçlar ile uyum içerisinde olmuştur.

Uygulanan N'un, N_2 ve N_3 dozu adaçayı bitkisi dal sayısını artırmıştır ve bu artış önemli bulunmuştur. Azot dozları bakımından en yüksek dal sayısı ortalaması 17 adet ile N_3 +BFM uygulamasından elde edilmiştir. En düşük dal sayısı ortalaması ise 9 adet ile N_1 +BFM uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2). Dal sayısındaki artış direkt olarak adaçayındaki yaprak sayısını da artırmasından dolayı önemli bir verim kriteri olarak değerlendirilmektedir [28].

Azot uygulanan adaçayının yaprak sayısı istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Çizelge 2 incelendiğinde, en yüksek yaprak sayısı N_3 +BFM (139 adet) uygulamasından elde edilmiştir. Dal sayısında olduğu gibi yaprak sayısında da en düşük ortalama 78 adet ile N_1 +BFM uygulamasından elde edilmiştir. Kontrol uygulamasına (103 adet) göre N_2 +BFM (126 adet) ve N_3 +BFM (139 adet) uygulamaları yaprak sayısı bakımından artış göstermiştir. Yaprak sayısı verimi etkileyen özelliklerden biridir. Yaprak sayısındaki artış

doğrudan verimi artırmakta ve tarımsal özellikler arasında ekonomik değeri ifade eden en önemli özelliklerden biri konumundadır. Ticari olarak tıbbi adaçayının yaprakları (*Folia salviae*) kullanıldığından, drog yaprak verimi yüksek olan bitkiler büyük değer taşımaktadır [28].

Çizelge 2. Azot ve BFM uygulanarak yetiştirilen adaçayının ağırlık, dal ve yaprak sayısı

Uygulama	Ağırlık (g)	Dal Sayısı (adet)	Yaprak Sayısı (adet)
Kontrol	18.54 6d	12 ab**	103 ab*
N_1 +BFM	20.13	9 b	78 b
N_2 +BFM	25.28	13 ab	126 ab
N_3 +BFM	29.25	17 a	139 a

** %1 ve * %5 düzeyinde önemli, 6d: önemli değil.

Azot ve BFM uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam azot, fosfor ve potasyuma ilişkin ortalama sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi BFM ve azot uygulanarak yetiştirilen adaçayında N ortalamaları istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Oktay Koç [10], adaçayında N ortalamalarını istatistiki bakımdan %5 düzeyinde önemli bulmuş, N dozu arttıkça bitkide N ortalamasının arttığını bildirmiştir.

Araştırmacı, azot dozları bakımından en yüksek ortalama N %1.8 ile 125 ppm N uygulamasından elde etmiştir. Uygulanan azot dozu arttıkça bitkide N ortalaması artmıştır. En yüksek ortalama N %3.40 ile N_3 +BFM uygulamasından, en düşük N ortalaması 3.00 ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde, adaçayında uygulanan BFM ve azot dozlarının toplam fosfor ve potasyum miktarı üzerine istatistiki açıdan fark bulunamamıştır. En yüksek toplam fosfor ortalaması %0.23 ile N_2 +BFM'den, en düşük toplam fosfor ortalaması ise %0.21 ile kontrol ve N_1 +BFM uygulamasından elde edilmiştir. BFM ve azot dozları bakımından en düşük toplam K miktarı ortalaması %2.06 ile kontrolden, en yüksek toplam K miktarı ortalaması ise %2.18 ile N_1 +BFM'den elde edilmiştir. Benzer şekilde yapılan bir araştırmada [10] adaçayı bitkisinde toplam fosfor ve potasyum miktarına azot uygulamasının etkisi görülmemiştir. Yapılan çalışmada azot dozları bakımından en düşük toplam K miktarı ortalaması %2.72 ile 50 ppm N 'tan elde edilmiş, en yüksek toplam K miktarı ortalaması ise %2.84 ile 100 ppm N 'tan elde edilmiştir.

Azot ve FM uygulanarak yetiştirilen adaçayında kalsiyum, magnezyum ve bor konsantrasyonuna ilişkin veriler Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılabacağı gibi tıbbi adaçayı bitkisinin, kalsiyum konsantrasyonu artan düzeylerde uygulanan N ve BFM uygulamasına karşılık bir azalış göstermiştir.

Ancak bu azalış istatistiki bakımdan önemli olmamıştır. En yüksek kalsiyum konsantrasyonu %2.64 ile kontrol uygulamasından elde edilmiş, en düşük kalsiyum konsantrasyonu ise %2.11 ile N₃+BFM uygulamasından elde edilmiştir. Adaçayında uygulanan azot ve BFM toplam Mg ve B konsantrasyonuna etkisi istatistiksel açıdan önemi bulunmamıştır. En yüksek Mg miktarı ortalaması %0.44 ile kontrol uygulamasından, en düşük toplam Mg miktarı ise %0.34 ile N₃+BFM uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek B miktarı ortalaması kontrol uygulamasından (28 ppm) elde edilirken en düşük B miktarı N₃+BFM (23 ppm) uygulamasından elde edilmiştir. "Bokaşı" ve FM ile işlenen pazı bitkileri daha yüksek fosfor ve magnezyum içerikleri kontrol bitkilerine göre daha fazla alınmıştır [29]. FM'nin bitkilere uygulanması, işlenmemiş bitkilere kıyasla daha yüksek kalsiyum seviyeleri ile sonuçlanmıştır [29]. Çalışmamız sonuçları bu araştırmacının sonuçları ile uyum göstermemektedir. FM hem çiçeklenme aşamasında hem de olgunlukta çiftlik gübresi değişikliğini takiben maş fasulyesi bitkilerinin NPK beslenmesini önemli ölçüde artırdığı başka bir çalışmada FM'nin uygulanması, NPK beslenmesini yalnızca daha sonraki bir büyüme aşamasında belirgin şekilde artırmıştır [30].

Çizelge 3. Azot ve FM uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam azot, fosfor ve potasyum

Uygulama	N (%)	P (%)	K (%)
Kontrol	3.00 b**	0.51 öd	2.06 öd
N ₁ +FM	3.09 b	0.21	2.18
N ₂ +FM	3.11 b	0.23	2.10
N ₃ +FM	3.40 a	0.22	2.02

** %1 ve * %5 düzeyinde önemli, öd: önemli değil.

Çizelge 4. Azot ve FM uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam kalsiyum, magnezyum ve bor

Uygulama	Ca (%)	Mg (%)	B (ppm)
Kontrol	2.64 öd	0.44 öd	28 öd
N ₁ +FM	2.44	0.37	25
N ₂ +FM	2.39	0.38	27
N ₃ +FM	2.11	0.34	23

öd: önemli değil.

Çizelge 5'de azot ve BFM uygulanarak yetiştirilen adaçayında demir, çinko, mangan ve bakır konsantrasyonuna ilişkin veriler verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi azot ve BFM uygulanarak yetiştirilen adaçayında demir, çinko, mangan ve bakır ortalamaları istatistiki bakımdan önemli bulunmamıştır. Adaçayı bitkisi azot+BFM uygulaması ile demir ortalama değerleri kontrol uygulamasına (568 ppm) göre düşmüştür, en düşük demir konsantrasyonu N₃+BFM (307 ppm) uygulamasından elde edilmiştir. Adaçayı bitkisi azot+BFM uygulaması ile çinko ortalama değerleri

kontrol uygulamasında 129 ppm iken uygulama dozlarına bağlı olarak sırasıyla 39, 49 ve 39 ppm olarak belirlenmiştir. Bakır ortalama değerleri bakımından ise kontrol uygulamasında 49 ppm Cu içeriği tespit edilirken, artan azot+BFM uygulaması ile birlikte bir azalış göstermiştir. En yüksek Cu ortalaması 12 ppm ile N₁+BFM uygulamasından, en düşük Cu içeriği ise 7 ppm ile N₃+BFM uygulamasından elde edilmiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada, adaçayı bitkilerinin mikroelement içeriğine organik gübre uygulamalarının etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuş kontrol uygulamasında Fe ve Zn içeriği organik uygulamalara göre daha yüksek bulunmuştur [31].

Çizelge 5. Azot ve FM uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam demir, çinko, mangan ve bakır

Uygulama	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)
Kontrol	568 öd	129 öd	49 öd	34 öd
N ₁ +FM	360	127	39	12
N ₂ +FM	371	111	49	11
N ₃ +FM	307	98	33	7

öd: önemli değil.

TARTIŞMA

Daha önce yapılmış gübreleme çalışmalarında adaçayında herba verimini artırmak için yıllık ortalama dekara 8 kilogram azot ve 5 kilogram fosfor önerilmiştir [1]. Tıbbi adaçayında (*Salvia officinalis* L.) farklı azotlu gübre dozlarının herba ve yaprak verimleri üzerine etkisinin önemli olduğu, en yüksek değerlerin dekara 8 kg azotlu gübreleme yapılan parsellerden elde edildiğini tespit etmişler [23, 2, 32, 33, 34], başka bir çalışmada ise en iyi azotlu gübreleme dozunun 16 kg/da olduğunu kaydetmişlerdir [35]. Tıbbi adaçayı bitkisinde bokaşı serumu veya BFM uygulamasına ait literatürde geçen bir çalışma mevcut değildir, ancak daha önce farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda, FM ve NPK uygulaması bürülcede tane verimini önemli ölçüde (%48 oranında) artırmıştır [36]. Javaid [37] ayrıca, NPK uygulayarak FM'nin yapraklardan uygulamalarının bezelyede nodülasyonu artırdığını, nodül sayısında %217'lik bir artış ve nodül biyokütlesinde %167'lik bir artış olduğunu bildirmiştir. Sangakkara [38], özellikle düşük C:N oranlarına sahip olan organik maddelerin FM'nin çalı fasulyesi verimini ve nodülasyonu iyileştirdiğini belirtmiştir. Tavuk gübresine FM aşılması, domateste fotosentezi ve meyve verimini artırmıştır [39]. Domateste ilk tarla denemelerinden elde edilen verilere göre, tek başına veya kombinasyon halinde inorganik gübre ile birlikte kullanılan 'Bokaşı Serum' (EM-Naturally

Active) uygulanmamış kontrollere göre ortalama meyve ağırlıklarını önemli ölçüde artırmış ve hasat sırasında elde edilen toplam verimi artırmıştır [40]. Serada FM ve FM ile fermente edilmiş kompostla yapılan uygulamaların ıspanak ve marul verimini sırasıyla %10.4-24.8 ve %19.4-32.9 artırdığını göstermiştir. Benzer şekilde, tarlada Çin lahanası ve turpta sonbahar verimi sırasıyla %23.5-57.9 ve %38.8-47.2 artmıştır [41].

SONUÇ

Organik gübre ve azot dozu uygulamalarının Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin besin elementi, verim, dal ve yaprak sayısı üzerine olan etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada; organik gübrelerin etkileri besin elementi bazında farklılıklar göstermiştir. Adaçayı bitkisi tabiatı doğal olarak yetismekte ve bu nedenle daha çok ekolojik olarak yetişenleri tercih edilmektedir. Adaçayı yetiştiriciliğinde organik gübrelerin kullanılması ekolojik üretime uygunluk bakımından önem arz etmektedir. Nitekim bu çalışmada elde edilen bulguların adaçayının ekolojik üretiminde organik gübrelemelerle yağ içeriklerinde önemli artışların elde edilebileceği sonucuna varılmıştır. Faydalı mikroorganizmanın adaçayı yetiştiriciliğinde önemli ve olumlu bir etkisi vardır. Faydalı mikroorganizma, verimi, dal ve yaprak sayısını artırmış, özellikle N₃+BFM uygulamasında önemli bir artış göstermiştir. Bu nedenle adaçayı verimini artırmak için bu tür mikroorganizmaların kullanımı gerekli olup, özellikle organik üretimde kullanılması önerilmektedir. Azotlu gübrelemenin N konsantrasyonu, yaprak ve dal sayısı ve verim üzerinde olumlu bir etkisi olmuştur ve 200 ppm N+BFM gübrelemesi en yüksek değerlerle sonuçlanmıştır. Tarımsal geliri artırmak için azotlu gübreleme ile birlikte faydalı mikroorganizma verilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, faydalı mikroorganizmalar ev koşullarında bokaşı yöntemiyle kolayca üretilebilerek tarımsal geliri artırabilmenin mümkün olabileceği anlaşılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Baydar, H., 2021. Tıbbi ve aromatik bitkiler bilimi ve teknolojisi (Genişletilmiş 9. Basım). Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
2. Ceylan, A., Bayram, E. Özay, N., Otan, N., Sarı, O.A., Çarkacı, N., Polat, M., Kıtık, A., Oğuz, B., Kudat, S., 1994. *Salvia officinalis* L. (tıbbi adaçayı), üzerine agroteknik araştırmalar. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü, İzmir.
3. Grdisa, M., Jug-Dujaković, M., Lončarić, M., Carović-Stanko, K., Ninčević, T., Liber, Z., Radosavljević, I., Šatović, Z., 2015. Dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.): a review of biochemical contents, medical properties and genetic diversity. Agric. Conspec. Sci. 80(2), 69-78.
4. TÜİK, 2020. <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: Aralık 2020).
5. Elmas, S.E., Elmas, O., 2021. *Salvia fruticosa*'nın (Anadolu adaçayı) terapötik etkileri. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 4(1), 114-137.
6. TÜİK, 2021. <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: Aralık 2020).
7. Footer, A., 2014. Bokaşı kompostu. New Society Publishers Ltd. (Gabriola Island, British Columbia, Canada).
8. Karapire, M., Özgönen, H., 2013. Doğada yararlı mikroorganizmalar arasındaki etkileşimler ve tarımsal üretimde önemi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi (2):149-157.
9. Olle, M., Williams, I., 2013. Effective microorganisms and their influence on vegetable production-A review. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 88:380-386. 10.1080/14620316.2013.11512979.
10. Oktay Koç, P., 2006. Azot ve kükürdün adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin herba verimi ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 48s, Ankara.
11. Can, M., 2020. Farklı organik gübre ve azot dozlarının *Mentha piperita* L. ve *Mentha spicata* L. genotiplerinin tarımsal ve kalite özelliklerine etkisi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Doktora Tezi, Eskişehir.
12. Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. U.S. Dept. of Agr. Handbook No.60.
13. Jackson, M.L., 1958. Soil chemical analysis. pp:1-498. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
14. Hızalan, E., Ünal, H., 1966. Topraklarda önemli kimyasal analizler. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, s:278, Ankara.
15. Olsen, S.R., Cole, C.V., 1954. Watanabe, F.S. and Dean, N.C., Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dept. of Agr. Cir. 939, Washington. D.C.
16. Pratt, P.F., 1965. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Ed.

- C.A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series No.9.
17. APHA (American Public Health Association), 1998. In L.S. Clescerl, A.E. Greenberg, and A.D. Eaton (Eds.), Standard methods for examination of water & wastewater. (20. Edition), Washington, DC. American Public Health Association.
 18. Bremner, J.M., 1965. Total Nitrogen, 1149-1178. In: Method of Soil Analysis, Part. 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agriculture Inc., USA, 1578p.
 19. Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Yayın No:1241, Fen Bilimleri Yayın No:63, (1. Basım), Ankara.
 20. Katar, D., Katar, N., Mustafa, C., 2022. Agricultural and quality characteristics of sage (*Salvia fruticosa* Mill.) depending on nitrogen applications. Journal of Plant Nutrition 45(10), 1441-1449. doi:10.1080/01904167.2021.2020829
 21. Ceylan, A., Yurtseven, M., Ozansoy, Y., 1979. *Salvia officinalis* L.'nin agronomik ve teknolojik özelliklerine azotlu gübrelemenin etkisi üzerinde araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16(3), 83-95.
 22. Arabacı, O., Bayram, E., Baydar, H., Savran, F., Karadoğan, T., Özay, N., 2003. Bazı aromatik bitkilerin Aydın, Isparta ve Çanakkale ekolojik koşullarına adaptasyonu ve agronomik teknolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK Proje No: TARP-2447, s:85.
 23. Ceylan, A., Kaya, N., Çelik, N., 1990. Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) kültürü üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(1), 127-142.
 24. Karaaslan, D., 1994. *Salvia* popülasyonlarında farklı azot uygulamalarında drog verimi ve kemotaksonomik araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 58s.
 25. Ceylan, A., Bayram, E., Kaya, N., Otan, H., 1994-a. Ege Bölgesi *Melissa officinalis* L. *Origanum onites* L. ve *Salvia triloba* L. türlerinde kemotiplerin belirlenmesi ve kültürü üzerinde araştırma. TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Proje No: TOAG-788.
 26. Fraser, S., 1997. A commercial herb industry for Northern NSW- an infant enterprise. <http://www.rirdc.gov.au/reports/npp/une-30a.doc>.
 27. Radanović, D., Jevđović, R., Dražić, S., 2000. Influence of plant density and nitrogen fertilization on yield and quality of sage (*Salvia officinalis* L.). Proceedings of the First Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries & VI Meeting "Day of Medicinal Plants-2000", Publisher: IMPR "Dr Josif Pancic" Belgrade, August 2000, Belgrade, pp:309-315.
 28. Tuğlu, Ü., Baydar, H., 2019. Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nda klon seleksiyonu ile geliştirilmiş b-klonlarının tarımsal ve teknolojik özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23:452-456.
 29. Daiss, N., Lobo, G., Socorro, A.R., Brückner, U., Heller, J., Gonzales, M., 2008. The effect of three organic preharvest treatments on Swiss chard (*Beta vulgaris* L. var. *cycla* L.) quality. European Food Research and Technology, 226:345-353.
 30. Javaid, A., Bajwa, R., 2011. Field evaluation of effective microorganisms (EM) application for growth, nodulation, and nutrition of mung bean. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35:443-452.
 31. Kocabaş, I., Sönmez, İ., Kalkan, H., Kaplan, M., 2007. Farklı organik gübrelerin adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)'nın uçucu yağ oranı ve bitki besin maddeleri içeriğine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(1), 105-110.
 32. Kıtık, A., Sarı, A.O., Dizdaroglu, T., Oguz, B., 1995. Türkiye'de tıbbi ve kokulu bitkilerin genel durumu ve Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü çalışmaları. Workshop: Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, 25-26.05.1995, Bildiri Özetleri, İzmir, s:13-16.
 33. Koç, H., 2000. Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nda azotlu gübrelemenin verim ve kalite üzerine etkisi. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), 2000(1).
 34. İpek, A., 2007. Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) hatlarında azotlu gübrelemenin herba verimi ve bazı özellikleri üzerine etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 100s, Ankara.
 35. Atakişi, I., Sağlam, C., Turhan, H., Arslanoğlu, F., Kaba, S., Önemli, F., 2001. Cultivation of sage (*Salvia officinalis* L.) in Thrace region, Turkey. Zeitschrift für Arznei und Gewürzpflanzen. Ausgabe, 1:15-19.
 36. Javaid, A., 2009. Growth, nodulation and yield of black gram [*Vigna mungo* (L.) Hepper] as influenced by biofertilizers and soil amendments. African Journal of Biotechnology, 8:5711-5717.
 37. Javaid, A., 2006. Foliar application of effective microorganisms on pea as an alternative fertilizer. Agronomy for Sustainable Development 26:257-262.
 38. Sangakkara, U.R., Weerasekera, P., 2012. Impact of effective microorganisms on nitrogen utilization in food crops. http://www.infric.or.jp/english/knf_data_base_web/6th_conf_s_1_2.html

39. Xu, H.L., Wang, R., Mridha, M.A.U., 2001. Effects of organic fertilizers and a microbial inoculant on leaf photosynthesis and fruit yield and quality of tomato plants. *Journal of Crop Production*, 3:173-182.
40. Escano, C.R., 1996. Experiences on EM technology in the Philippines. <http://www.futuretechtoday.net/em/index2.htm> (Erişim:19.3.2024).
41. Kim, S.G., Lim, Y.D., Ryang, H.G., 2012. Yield and quality of vegetables as affected by effective microorganisms, Spinach yield. *HortScience*, 44:73-78.