

# Solucan ve biyo-gübre uygulamalarının çilek bitkisinin kök ve gövdesinin besin elementi içeriğine etkisi

## *Effect of vermicompost and bio-fertilizer treatments on nutrient composition in strawberry roots and stems*

Neslihan KILIÇ<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Osmaniye, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-8665-3093>

### To cite this article:

Kılıç N. (2024). Solucan ve biyo-gübre uygulamalarının çilek bitkisinin kök ve gövdesinin besin elementi içeriğine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 28(2):357-373

DOI: 10.29050/harranziraat.1399463

### \*Address for Correspondence:

Neslihan KILIÇ  
e-mail:  
neslihankilic@osmaniye.edu.tr

### Received Date:

02.12.2023

### Accepted Date:

02.06.2024

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

### ÖZ

Çilek, besin değeri açısından önemi ve ekonomik faydası nedeniyle Türkiye'de üretimi her geçen yıl artan meyvelerden birisidir. Son yıllarda organik çileğe olan talep de artmaktadır. Organik çilek yetiştiriciliğinde yüksek verim ve kaliteyi elde etmek için bitkinin ihtiyacı olan besin elementlerinin belirlenmesi ve uygun yöntemlerle verilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Monterey çilek çeşidinde solucan gübresinin tek başına ve faydalı bakteri ve mikoriza içeren biyo-gübreler ile birlikte uygulamalarının çilek bitkisinin kök ve gövdesinde azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), çinko (Zn) ve mangan (Mn) içeriğine etkileri incelenmiştir. Akdeniz iklimi etkisi altında Osmaniye ilinde yürütülen bu tarla denemesinde sadece su verilen kontrol uygulamasının yanında solucan gübresi ve birlikte uygulamaların yer aldığı 7 farklı uygulama yer almıştır. Solucan gübresi ve biyo-gübrelerin birlikte uygulamasında kök ve gövdenin besin elementi içeriği, tek başına uygulanan solucan gübresi ve kontrole kıyasla daha yüksek olmuştur. Solucan gübresi ile içeriğinde *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma konigii* olan biyo-gübrenin birlikte uygulamasının, diğer uygulamalara göre daha yüksek kök N (%1.04), K (%0.51), Mn (25.38 mg kg<sup>-1</sup>), Zn (64.88 mg kg<sup>-1</sup>) ve gövde N (%1.71), P (%0.17), K (%1.29), Mg (%0.22), Fe (159.13 mg kg<sup>-1</sup>) içeriklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, solucan gübresi ve biyo-gübrenin birlikte uygulanmasının diğer uygulamalara kıyasla kök ve gövdenin bitki besin içeriğine daha fazla katkı sağladığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çilek, solucan gübresi, biyo-gübre, besin elementleri, kök ve gövde

### ABSTRACT

Strawberry cultivation in Turkey is increasing year after year, driven by its nutritional value and economic significance. This growing popularity extends to organic strawberries, with consumer demand witnessing a steady rise in recent years. To obtain high yield and quality in organic strawberry cultivation, identifying and providing the essential nutrients that the plants require is paramount. This study investigated the effects of vermicompost application alone and in combination with biofertilizers containing beneficial bacteria and mycorrhizae on the nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), iron (Fe), zinc (Zn), and manganese (Mn) content in the root and stem of strawberry cv. Monterey. The field experiment was

conducted in Mediterranean climate conditions in Osmaniye Province, Türkiye. Seven different treatments were applied, including a control treatment with only water application, vermicompost treatment, and co-application treatments. Plants treated with a combination of vermicompost and bio-fertilizer exhibited significantly higher nutrient content in their roots and stems compared to those treated with vermicompost alone and controls. This combined treatment, containing vermicompost and specific beneficial bacteria (*Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Trichoderma harzianum*, and *Trichoderma koningii*), resulted in increased root levels of N (1.04%), K (0.51%), Mn (25.38 mg kg<sup>-1</sup>), and Zn (64.88 mg kg<sup>-1</sup>). Similarly, stem nutrient content increased, showing higher levels of N (1.71%), P (0.17%), K (1.29%), Mg (0.22%), and Fe (159.13 mg kg<sup>-1</sup>) compared to other treatments. These findings suggest that the combined vermicompost and bio-fertilizer treatment provides higher nutrients in roots and stems compared to other treatments.

**Key Words:** Strawberry, vermicompost, bio-fertilizer, nutrients, root and stem

## Giriş

Çilek (*Fragaria × ananassa* Duch.) eşsiz tat ve aromasından dolayı dünyada ve ülkemizde üretimi giderek artan üzümü meyveler grubunun en önemli üyelerinden birisidir. Çilek üretim alanı ve miktarı, son yıllarda dünyada ciddi bir artış göstermiştir. Dünya Gıda ve Tarım Organizasyonu verilerine göre 2022 yılında çilek üretimi 9.569.864 ton olup, 3.354.803 ton ile Çin birinci, 1.261.890 ton ile Amerika ikinci ve Türkiye 728.112 ton ile üçüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2024).

Çilek, şeker, vitamin ve mineraller gibi çok çeşitli besleyici bileşikler açısından zengindir. İyi bir C vitamini kaynağı olan çilek, karotenoidler, fenolikler, antosiyaninler ve flavonoidler gibi kimi bileşikler de içerdiğinden mükemmel bir doğal antioksidan kaynağıdır. Ayrıca, belirli kanser türlerini, kardiyovasküler hastalıkları, inflamasyonu, obeziteyi ve tip II diyabeti önleyebilen serbest radikalleri temizleme konusunda oldukça yüksek bir kapasiteye sahiptir (Giampieri ve ark., 2015; Skrovankova ve ark., 2015; Morais ve ark., 2019; Zhao ve ark., 2021).

Çilek yetiştiriciliğinde verim ve meyve kalitesini etkileyen en önemli faktörler, uygun çeşit, iklim, toprak yapısı ve bitkinin yeterli besin elementi almasıdır. Çilek bitkisinin yeterli besin elementi alması bitkinin büyümesini, gelişimini dolayısıyla verimini olumlu etkilemektedir. Bitki köklerinin yeterli besin alımı genetik yapı, uygulanan gübre ve kültürel uygulamalar gibi birçok faktöre bağlıdır. Meyvelerde yüksek verim için farklı çevresel koşullar altında yetiştirilen çeşitlerin ihtiyaç duyduğu besin element miktarı farklı

olabilmektedir (Demirsoy ve ark., 2012).

Azot (N), fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), demir (Fe), mangan (Mn) ve çinko (Zn) çilek yetiştiriciliğinde en fazla gereksinim duyulan makro ve mikro elementlerdir. Azot, yapraktaki nişastanın sentezi, protein sentezi için amino asitlerin üretimi ve dolayısıyla verimi için gerekli olduğu gibi bitkilerin vejetatif büyümesi için de temel olarak gerekli olan besin maddelerinden biridir (Kumar ve ark., 2021). Fosfor, hücre bölünmesi, çiçek ve meyve oluşumunda önemli rol oynar. Nükleik asitlerin, hücre zarlarının ve enzimlerin önemli bir bileşenidir. Fotosentez, karbonhidrat metabolizması, enerji üretimi gibi çeşitli hücresel süreçler için gereklidir (Trejo-Téllez ve Gómez-Merino, 2014; Bolat ve Kara, 2017; Kumar ve ark., 2021). Çilek bitkisi K ile iyi bir şekilde beslendiğinde, daha fazla şeker sentezleyebilir ve meyveler daha tatlı olur (Trejo-Téllez ve Gómez-Merino, 2014). Kalsiyum, bitki hücre duvarının tamamlayıcı bir parçasıdır ve bu yüzden hücre duvarı yapısını düzenleyen bitki besin elementi olarak bilinmektedir. Ayrıca Ca, meyve sertliği için çok önemli bir besindir (Trejo-Téllez ve Gómez-Merino, 2014; Bolat ve Kara, 2017). Magnezyum, klorofil, phytin ve pektinin yapı taşıdır. Fotosentezde, protein sentezinde rol oynar (Bolat ve Kara, 2017). Demir, klorofil sentezi ve bazı proteinler için gerekli ve hücre metabolizmasında önemli rol oynar. Çinko, klorofil ve karbonhidrat üretiminde ve enzim aktivitelerinde görev yapar. Ayrıca büyüme hormonlarının (oksin hormonu) üretimi için gerekli olan bir bitki besin elementidir. Mangan ise bitkideki esas rolü katalizör olması ile birlikte klorofil sentezinde de

etkilidir (May ve Pritts, 1990; Ersoy ve Demirsoy 2006a; Bolat ve Kara, 2017).

Yetiştiricilikte toprak ve bitki analizleri yapılmadan uygulanan kimyasal gübreler zamanla toprakta besin maddesi dengesinin bozulmasına ve yüzey sularının kirlenmesi gibi çevre sorunlarına yol açmaktadır. Bu nedenle, çevreye dost organik yöntemlerle çileğin yetiştiriciliğinde üretimi artırmak için bitkinin besin elementi ihtiyacı ile ilgili araştırmaların artırılması son derece önemlidir. Solucan gübresi ve biyo-gübre gibi uygulamalar çevre dostu uygulamalardan bazılarıdır. Solucanların aktivitesiyle üretilen solucan gübresi, makro ve mikro besin elementleri, vitaminler, proteazlar, amilazlar, lipaz, selüloz ve kitinaz gibi enzimler ve hareketsiz mikroflora açısından zengindir. Daha az su kullanımı ve daha az yabancı ot büyümesi tarımsal üretimde solucan gübresi kullanımının faydalarından sadece birkaçıdır (Olle, 2019). Ayrıca, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirdiği ve bitki gelişmesini artırarak çilek verimini artırdığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Joshi ve ark., 2015; Srivastav ve ark., 2018; Ramnarain ve ark., 2019).

Tarımda mikrobiyal gübre veya biyo-gübre olarak da tanımlanan ve bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR), bitkilerde abiyotik stres toleransı, besin elementi bağlanması [azot bağlanması ve fosfor çözücülüğü] gibi etkilerinin olduğu bildirilmiştir (İmriz ve ark., 2014; Nadeem ve ark., 2014; Lu ve ark., 2020). Biyo-gübreler, bitki bünyesinde Indol-3-Asetik Asit (IAA) ve sitokininin üretimi, bitki bünyesinde gibberelinin teşvik edilmesi, uçucu organik bileşiklerin üretimi, bitki hastalıklarının önlenmesi için kitinaz, glukonaz ve ACC-deaminaz gibi koruma enzimlerinin üretimi gibi etkileriyle bitki gelişimini

desteklemektedir (Vejan ve ark., 2016). Ayrıca, bitkilerin topraktan daha fazla su ve besin maddelerinden yararlanmaları, kök gelişimini desteklemesi, sistemik dayanıklılığı artırması, yer ve besin yarışı ile hastalık etmenini baskılayabildiği gibi etkilerinin olduğu bildirilmiştir (İmriz ve ark., 2014; Basu ve ark., 2017; Emmanuel ve Babalola, 2020).

Organik çilek yetiştiriciliğinde bitki büyümesi, verim ve meyve kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden birisi bitkinin optimum gelişimi için gereksinim duyduğu besin elementlerini alabilmesidir. Organik uygulamalar ile bitki köklerinin topraktaki besin elementlerini alım etkinliğini artırmak çok önemlidir. Bu çalışmada Monterey çilek çeşidine solucan gübresi tekli ve beş farklı biyo-gübre ile (bakteri-mikorizal spor) birlikte uygulanarak bitkinin kök ve gövdenin besin elementi içeriği üzerine etkisi incelenmiştir.

## **Materyal ve Metot**

### *Materyal*

Deneme 2019-2020 yılı yetiştirme sezonunda Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi deneme alanında yürütülmüştür (37.0408458N, 36.2204845E). Bu bölge Akdeniz iklimine sahip olup denizden yüksekliği 121 m'dir. Deneme alanı aylık iklim verileri olarak Osmaniye Meteoroloji Müdürlüğü 2019 ve 2020 yılı kayıtları kullanılmıştır. Deneme süresince en düşük sıcaklık -4.8 °C ile 2020 yılı şubat ayında, en yüksek sıcaklık ise 41.8 °C ile 2020 yılı mayıs ayında gerçekleşmiştir (Çizelge 1). Denemenin yürütüldüğü 2020 yılında toplam 696 mm yağış düşmüş ve yağışın önemli bir kısmı Mart ve Mayıs ayları arasında gerçekleşmiştir.

Çizelge 1. Denemenin yürütüldüğü 2019 ve 2020 yıllarına ait iklim verileri

Table 1. The climate conditions during the 2019-2020 growing period

İklim özellikleri <i>Climatic features</i>	Yıl <i>Year</i>	Aylar/ Months											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Maks. Sıcaklık (°C) <i>Max. Temp. (°C)</i>	2019	17.9	21.9	26.9	32.2	39.1	37.5	38.7	39.9	37.7	38.5	30.5	20.9
	2020	18.2	22.9	27.6	30.1	41.8	39.4	40.6	43.6	46.9	36.8	28.0	22.5
Min. Sıcaklık (°C) <i>Min. Temp. (°C)</i>	2019	-0.1	3.5	2.0	6.8	12.0	17.2	18	20.9	15.3	14.4	7.0	4.7
	2020	-0.7	-4.8	3.5	5.9	12.3	16.1	22.1	20.0	19.8	16.0	4.6	1.6
Ort. Sıcaklık (°C) <i>Mean Temp. (°C)</i>	2019	9.5	11.9	13.5	16.9	24.2	26.7	28	29.4	26.9	23.9	17.8	11.5
	2020	9.3	10.1	15.2	17.7	22.9	25.0	29.6	29.7	20.7	25.2	16.1	13.2
Toplam Yağış (mm) <i>Precipitation (mm)</i>	2019	316.6	53.2	121.2	36.6	3.2	44.6	27.2	25.8	33.8	28.2	24.0	210.8
	2020	54.6	92.0	182.4	123	126.2	1.8	0.0	25	9.4	7.8	31.4	42.4
Nem (%) <i>Humidity (%)</i>	2019	66.3	63.7	66.2	64.2	52.6	68	67.6	65.1	58.5	57.6	46.9	75.0
	2020	61.9	58.1	66.9	66.7	58.3	63.8	66.1	59.2	57.1	74.5	53.3	53.9

Denemede, Kaliforniya Üniversitesi tarafından ıslah edilen Monterey çilek çeşidi kullanılmıştır (Shaw ve Larson, 2009). Orta derecede nötr gün çeşidi olan Monterey, seçkin bir aromaya sahiptir. Mildiyö'ye karşı hassastır. Erkeni olması yanı sıra bitki yapısı çok güçlüdür (Türemiş ve Ağaoğlu, 2013). Çalışmada tabandan katı solucan gübresi ve üstten sıvı solucan gübresi (EkosolFarm) tek başına ve faydalı bakteriler, funguslar içeren biyo-gübreler ile birlikte uygulanmıştır. Kırmızı Kaliforniya kültür solucanlarının dışkılarında elde

edilen Ekosolfarm, %100 organik solucan gübresidir. Solucan gübresi %35 organik madde, %1.2 azot (N), %1 organik azot, %20 toplam hümik ve fulvik asit içermektedir. Ekosolfarm sıvı solucan gübresinin %7 toplam organik madde, %1 azot, %6 toplam humik fulvik asit içerdiği bildirilmiştir (Anonim, 2023). Çalışmada ticari adı RhizoFill, Subtima, Fontera microzone, Endo Roots Soluble (Mikoriza) ve Bontera olan beş farklı biyo-gübre kullanılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Biyo-gübrelerin içerdikleri canlı mikroorganizmalar ve konsantrasyonları

Table 2. Live microorganisms contained in bio-fertilizers and their concentrations

Biyo-gübreler <i>Bio-fertilizers</i>	Mikroorganizmalar ve konsantrasyonları <i>Microorganisms and their concentrations</i>
RhizoFill	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> ( $1 \times 10^9$ cfu/ml)
Subtima	<i>Bacillus subtilis</i> ( $1 \times 10^9$ cfu/ml)
Fontera microzone	<i>Azospirillum brasilense</i> , <i>Azotobacter vinelandii</i> , <i>Rhizobium trifolii</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Azotobacter chroococcum</i> , <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , <i>Macillus mucilaginosus</i> ( $5 \times 10^8$ cfu/g)
Endo Roots Soluble (Mikoriza)	<i>Glomus intraradices</i> (%25), <i>Glomus mosseae</i> (%24), <i>Glomus aggregatum</i> (%1), <i>Glomus clarum</i> (%1), <i>Glomus monosporum</i> (%1), <i>Glomus deserticola</i> (%1), <i>Glomus brasilianum</i> (%1), <i>Glomus etunicatum</i> (%1), <i>Gigaspora margarita</i> (%1)
Bontera	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , <i>Bacillus pumilus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Trichoderma konigii</i> ( $1.2 \times 10^8$ cfu/ml)

Denemede kullanılan uygulamalar aşağıda verilmiştir.

T<sub>1</sub>: Gübresiz (kontrol) sadece su verilmiştir.

T<sub>2</sub>: Katı solucan gübresi taban (Ekosolfarm)+Sıvı solucan gübresi üstten (Ekosolfarm)

T<sub>3</sub>: Katı solucan gübresi taban (Ekosolfarm)+Sıvı solucan gübresi üstten (Ekosolfarm) + RhizoFill ( $1 \times 10^9$ cfu/ml)

T<sub>4</sub>: Katı solucan gübresi taban (Ekosolfarm)+Sıvı solucan gübresi üstten (Ekosolfarm)+ Subtima ( $1 \times 10^9$ cfu/ml)

T<sub>5</sub>: Katı solucan gübresi taban (Ekosolfarm)+ Sıvı solucan gübresi üstten (Ekosolfarm)+ Fontera microzone ( $5 \times 10^8$  cfu/g)

T<sub>6</sub>: Katı solucan gübresi taban (Ekosolfarm)+ Sıvı solucan gübresi üstten (Ekosolfarm) +Mikoriza

(ERS) ( $1 \times 10^4$  cfu/g)

T<sub>7</sub>: Katı solucan gübresi taban (Ekosolfarm)+ Sıvı solucan gübresi üstten (Ekosolfarm)  
+Bontera ( $1.2 \times 10^8$ cfu/ml)

### Metot

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 20 bitki olacak

şekilde kurulmuştur. Deneme alanı toprakları hafif alkali ve tın bünyeye sahiptir (Çizelge 3). Toprak pH'sını düşürmek amacıyla toz kükürt ( $50 \text{ kg da}^{-1}$ ) toprağa uygulanmıştır. Toz kükürt toprağa uygulandıktan sonra, sedde yapılmış ve damla sulama boruları yerleştirilmiş ve siyah polietilen malçla toprak yüzeyi kaplanmıştır.

Çizelge 3. Deneme alanına ait bazı toprak özellikleri

Table 3. Some of soil properties for the experimental site

Toprak özellikleri Soil Properties	Birim Unit	Değerleri Values
Bünye		Tın
pH		7.9
Elektriksel iletkenlik	$\text{dS m}^{-1}$	1.45
Kireç (%)	%	37.13
Organik madde (%)		0.51
P		5.89
K		134
Ca		7033
Mg		358
Na	$\text{mg kg}^{-1}$	56
Fe		1.99
Cu		1.16
Mn		0.94
Zn		0.28

Kontrol hariç (T<sub>1</sub>), diğer uygulamalarda fide dikimi sırasında bitki başına 30 gram granül solucan gübresi toprağa karıştırılmıştır. AMF sporu içeren T<sub>6</sub> uygulamasında ise fide dikimi sırasında her fide için 0.2 g mikoriza (ERS) toprağa karıştırılarak bir kez uygulanmıştır. Taze çilek fideleri Kasım 2019'da üçgen dikim yöntemiyle 30x30 cm aralıklarla dikilmiştir. Dikimden bir hafta sonra başlamak üzere üretim sezonu boyunca 15 günde 1 kez olmak üzere  $2 \text{ L da}^{-1}$  olacak şekilde sıvı solucan gübresi ve  $1 \text{ ml L}^{-1}$  olacak şekilde diğer gübreler hazırlanıp verilmiştir. Kontrolde sadece su verilmiştir. Fideleri kış soğuklarından korumak amacıyla aralık ayında polietilen alçak tünel kurulmuş, mart ayında havaların ısınması ile birlikte kaldırılmıştır.

Deneme 2020 yılı Mayıs ayı sonuna kadar devam etmiştir. Mayıs ayı sonunda kök ve gövdede N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn ve Mn analizleri yapılmıştır. Uygulamaların her tekerrüründen on bitkinin kök ve gövdesi çeşme suyunda yıkanıp 2 kez saf sudan geçirilmiştir. Kök ve gövdeler etüvde  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de sabit ağırlığa gelinceye kadar

kurutulmuştur. Kurutulan örnekler porselen havanda öğütüldükten sonra  $550 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 6 saat süreyle yakılmıştır. P, K, Ca, Mg, Fe, Zn ve Mn analizi için kuru yakma yöntemi, N analizi için Kjeldahl yaş yakma yöntemi uygulanmıştır. K, Ca, Mg, Fe, Zn ve Mn okumaları atomik absorpsiyon spektrometrede, P ölçümleri spektrofotometrede (Jones, 2001)' e göre yapılmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin varyans analizi MSTAT-C istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki fark LSD testi kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca, elde edilen veriler arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile belirlenmiştir.

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

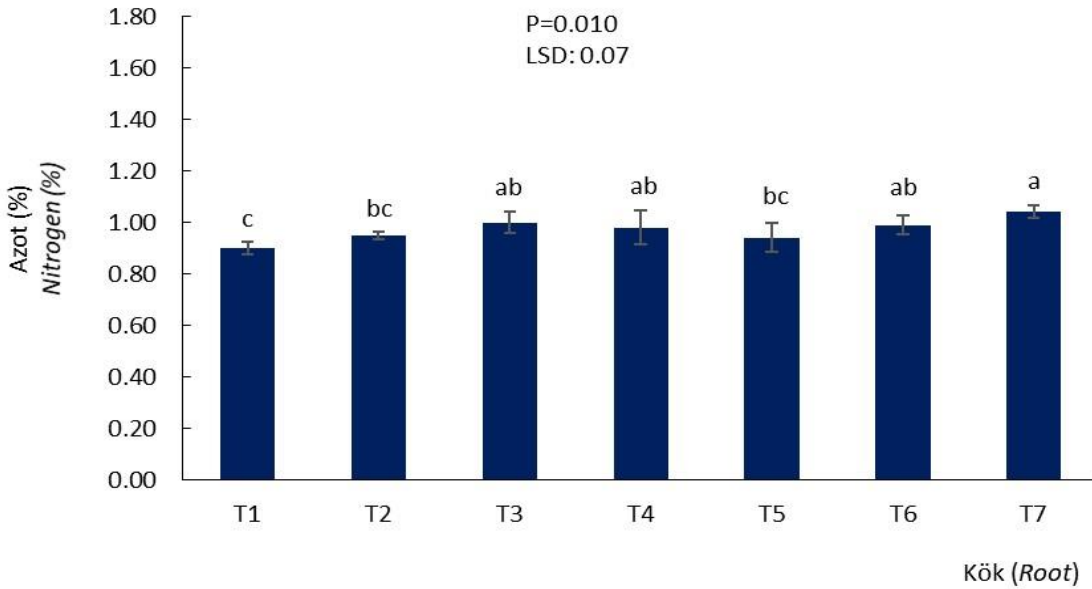
#### Kök makro besin element içerikleri (%)

Solucan gübresinin tek başına ve diğer uygulamalar ile birlikte kullanımının kök N içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0.05$ ) (Şekil 1). Çilek kök N içeriği, uygulamalara bağlı olarak %0.90 (T<sub>1</sub>) ile %1.04 (T<sub>7</sub>) arasında

değişmiştir. Taylor ve Harrier (2001), mikoriza uygulamalarında Elvira çilek çeşidinin kök N içeriğinin %0.46 ile %1.10 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Demirsoy ve ark. (2012), Camarosa ve Sweet Charlie çilek çeşitlerinin organik ve konvensiyonel yetiştiriciliği ve iki farklı malçın etkisini araştırdıkları çalışmada, Sweet Charlie çilek çeşidinde kök N içeriğinin organik yetiştiricilikte %0.62 ile %1.01 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Solucan gübresinin tek başına ve biyo-gübreler ile birlikte uygulamalarında kök N içeriği, kontrole göre daha yüksektir. Kök N içeriğindeki artış, bu uygulamaların bitkinin topraktan daha kolay ve

daha fazla su ve N elementi alımı ile ilişkili olabilir. Nitekim, İmriz ve ark. (2014), bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin en önemli özelliklerinden birisinin atmosferdeki serbest azotu bağlayabilmesi olduğunu, azotu bağlayan nonsimbiyotik bakterilerden bazılarının *Azotobacter*, *Acetobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *clostridium*, *Corynebacterium*, *Dexia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Pseudomonas* olduğunu; Beer ve Singh (2015) bitkide besin elementi artışının biyolojik azot fiksasyonu ve enzim kompleksi üretiminin, besin elementi formunu çözündürüp kullanılabilir forma gelmiş olabileceğini bildirmişlerdir.



Şekil 1. Uygulamaların çileğin kök azot içeriğine etkisi

Figure 1. The effect of treatments on the nitrogen content of strawberry root

LSD testine göre %5 düzeyinde önemli farklılık gösteren ortalamalar farklı harflerle gösterilmiştir. T<sub>1</sub>: Gübresiz (kontrol); T<sub>2</sub>: Solucan gübresine; T<sub>3</sub>: Solucan gübresine+RhizoFill; T<sub>4</sub>: Solucan gübresine+Subtima; T<sub>5</sub>: Solucan gübresine+Fontera microzone; T<sub>6</sub>: Solucan gübresine+Mikoriza (ERS); T<sub>7</sub>: Solucan gübresine+Bontera

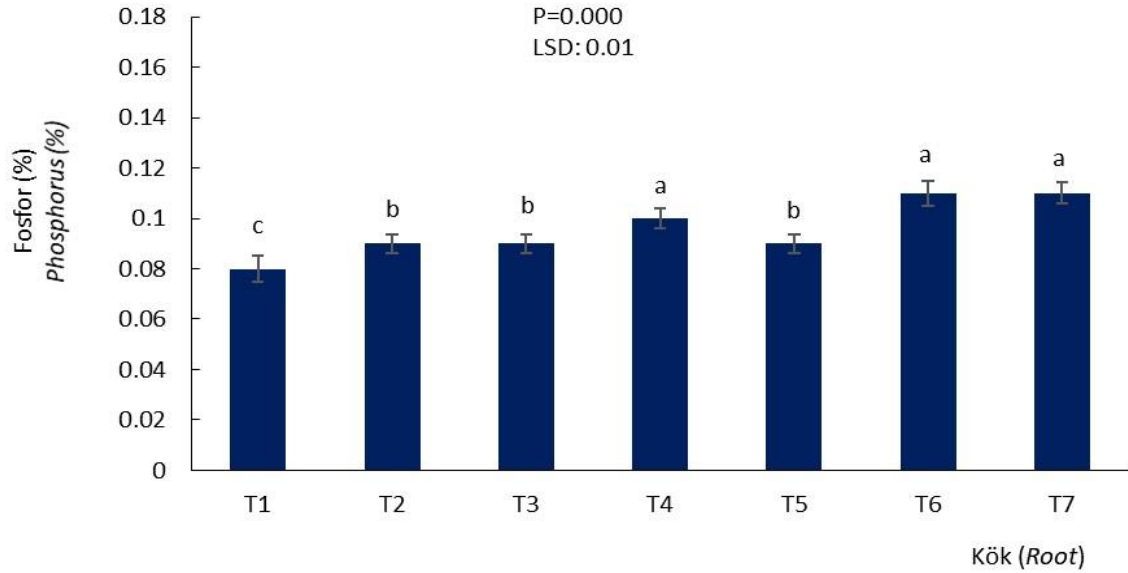
Solucan gübresinin tek başına ve biyo-gübreler ile birlikte uygulamalarının kök P içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Şekil 2). Bitkinin en yüksek kök P içeriği T<sub>7</sub>, T<sub>6</sub> ve T<sub>4</sub> uygulamalarında sırasıyla %0.11, %0.11 ve %0.10 iken, kontrolde (T<sub>1</sub>) en düşük (%0.08) tespit edilmiştir (Şekil 2). Kök P içeriğini Taylor ve Harrier (2001), yaptıkları çalışmada Elvira çilek çeşidinde %0.05-0.12 arasında; Demirsoy ve ark. (2010), Sweet Charlie çilek çeşidinde %0.22-0.52 arasında; Demirsoy ve ark.

(2012), yaptıkları çalışmada %0.19-0.29 arasında; Soppelsa ve ark. (2019), %0.13-0.18 arasında; Balcı (2023), hasat döneminde %0.08-0.05 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Solucan gübresinin tek başına ve biyo-gübreler ile birlikte uygulamalarında kök P içeriği, kontrolden daha yüksek çıkmıştır. Fosfatın çözünmeyen formlarını çözünebilir formlara dönüştürmede biyo-gübrelerin etkili olduğu, *Bacillus subtilis*, *Bacillus polymyxa*, *B. megatarium*, *Pseudomonas striata*, *P. rathonia*,

*Rhizobium leguminosarum* organik asit üreterek fosforu çözebilen bakteriler olduğu bildirilmiştir (İmriz ve ark., 2014; Nosheen ve ark., 2021). Sweet Charlie çilek çeşidinde, organik gübrelerin biyo-gübreler ile birlikte uygulamalarının bitki büyüme parametrelerini önemli ölçüde etkilediği belirtilmiştir. Bitki büyümesindeki artışın, organik

uygulamaların topraktaki faydalı mikroorganizmaların aktivitelerini arttırmasıyla ilişkilendirilmiş olup, bu durumun büyümeyi teşvik eden maddelerin üretimini artırarak bitkinin büyüme süreci boyunca daha uzun süre besin bulunabilirliğini sağlamasından kaynaklanmış olabileceği bildirilmiştir (Soni ve ark., 2018).



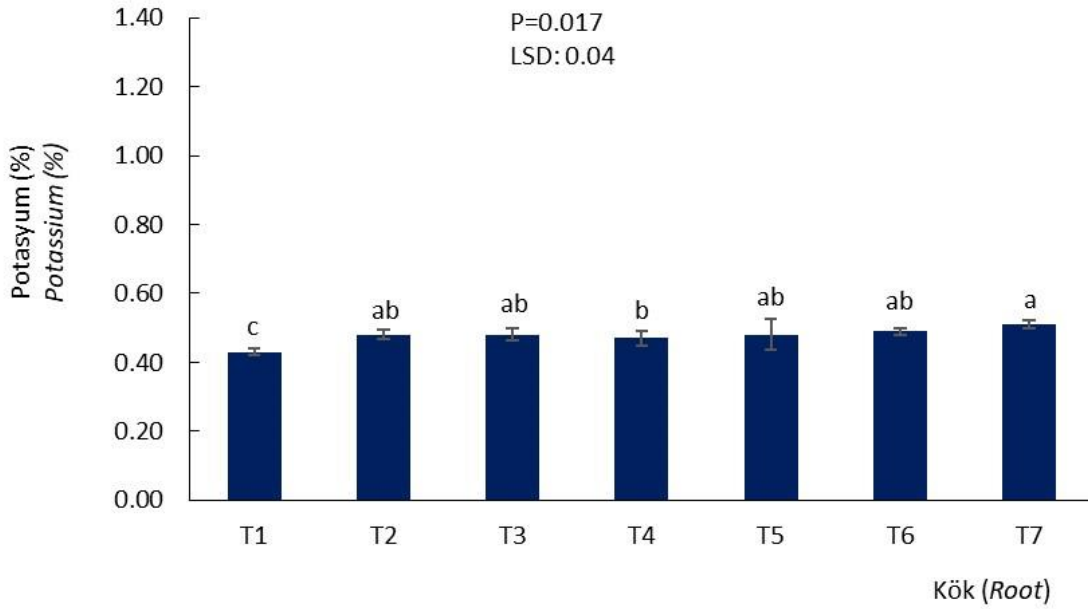
Şekil 2. Uygulamaların çileğin kök fosfor içeriğine etkisi

Figure 2. The effect of treatments on phosphorus content of strawberry root

LSD testine göre %5 düzeyinde önemli farklılık gösteren ortalamalar farklı harflerle gösterilmiştir. T<sub>1</sub>: Gübresiz (kontrol); T<sub>2</sub>: Solucan gübresi; T<sub>3</sub>: Solucan gübresi+RhizoFill; T<sub>4</sub>: Solucan gübresi+Subtima; T<sub>5</sub>: Solucan gübresi+Fontera microzone; T<sub>6</sub>: Solucan gübresi+Mikoriza (ERS); T<sub>7</sub>: Solucan gübresi+Bontera

Solucan gübresinin tek başına ve biyo-gübreler ile birlikte uygulamalarının kök K içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ( $p < 0.05$ ) (Şekil 3). Denemede kökte en yüksek K içeriği %0.51 ile T<sub>7</sub> uygulamasında belirlenmiştir. Solucan gübresinin tek başına ve diğer uygulamalarla

birlikte kullanımında kök K içeriği kontrolden (T<sub>1</sub>) (%0.43) daha yüksek çıkmıştır. Demirsoy ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada kök K içeriğinin %0.62 ile %1.03 arasında; Soppelsa ve ark. (2019), %0.39-0.59 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.



Şekil 3. Uygulamaların çileğin kök potasyum içeriğine etkisi

Figure 3. The effect of treatments on the potassium content of strawberry roots

LSD testine göre %5 düzeyinde önemli farklılık gösteren ortalamalar farklı harflerle gösterilmiştir. T<sub>1</sub>: Gübresiz (kontrol); T<sub>2</sub>: Solucan gübresi; T<sub>3</sub>: Solucan gübresi +RhizoFill; T<sub>4</sub>: Solucan gübresi+Subtima; T<sub>5</sub>: Solucan gübresi+Fontera microzone; T<sub>6</sub>: Solucan gübresi+ Mikoriza (ERS); T<sub>7</sub>: Solucan gübresi+Bontera

Kökte Ca içeriği açısından, uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmasa da en yüksek Ca içeriği %1.95 ile T<sub>7</sub> uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Soppelsa ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada kök Ca içeriğinin % 1.60-1.97 arasında; Balcı (2023), Albion çilek çeşidinde kökte Ca içeriğinin hasat döneminde % 1.53-3.06 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çilek bitkisinin kök Mg içeriği istatistiksel olarak

önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Kökte en yüksek Mg içeriği T<sub>7</sub> (%0.14) ve T<sub>6</sub> (%0.14) uygulamalarında, en düşük ise %0.11 ile kontrolde (T<sub>1</sub>) tespit edilmiştir (Çizelge 4). Ersoy ve Demirsoy (2006a), yaptıkları çalışmada Camarosa çilek çeşidinde kök Mg içeriği %0.15-0.23 arasında, Soppelsa ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada kök Mg içeriğinin % 0.21-0.26 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4. Uygulamaların çileğin kök kalsiyum, magnezyum, demir, mangan ve çinko içerikleri üzerine etkisi

Table 4. The effect of treatments on the calcium, magnesium, iron, manganese and zinc contents of strawberry roots

Uygulamalar Treatments	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )
T <sub>1</sub>	1.77	0.11 b	267.88	20.00 d	48.00 c
T <sub>2</sub>	1.82	0.11 b	297.50	20.75 cd	53.88 bc
T <sub>3</sub>	1.81	0.12 b	283.25	21.25 cd	56.50 b
T <sub>4</sub>	1.76	0.12 b	310.63	24.63 ab	54.88 bc
T <sub>5</sub>	1.82	0.11 b	292.38	22.50 bcd	57.50 ab
T <sub>6</sub>	1.84	0.14 a	301.25	22.88 abc	51.50 bc
T <sub>7</sub>	1.95	0.14 a	309.13	25.38 a	64.88 a
Ortalama Mean	1.82	0.12	294.57	22.48	55.31
LSD <sub>0.05</sub>	Ö.D	0.02	Ö.D	2.60	7.79
P	0.171	0.004	0.072	0.006	0.014

LSD testine göre %5 düzeyinde önemli farklılık gösteren ortalamalar farklı harflerle gösterilmiştir. Ö.D: Önemli değil. T<sub>1</sub>: Gübresiz (kontrol); T<sub>2</sub>: Solucan gübresi; T<sub>3</sub>: Solucan gübresi +RhizoFill; T<sub>4</sub>: Solucan gübresi+Subtima; T<sub>5</sub>: Solucan gübresi+Fontera microzone; T<sub>6</sub>: olucan gübresi+ Mikoriza (ERS); T<sub>7</sub>: Solucan gübresi+Bontera



*Kök mikro besin element içerikleri (mg kg<sup>-1</sup>)*

Kök Fe içeriği istatistiksel olarak önemli çıkmasa da uygulamalar arasında en yüksek Fe içeriği 309.13 mg kg<sup>-1</sup> ile T<sub>7</sub> uygulamasında, en düşük Fe içeriği ise 267.88 mg kg<sup>-1</sup> ile kontrolde (T<sub>1</sub>) belirlenmiştir (Çizelge 4). Demirsoy ve ark. (2012), tarafından Eylül ve Nisan ayı arasında yapılan çalışmada yetiştirme uygulaması olarak, klasik parsellerdeki bitkilere amonyum sülfat (bitki başına 3g) uygulanmış, organik parsellerde ise bitki başına 40 ml organik gübre (%10 N, %15 KO<sub>2</sub>, %0,2 Mn, %0,6 Fe, %0,3 Zn ve %0,2 MgO) ve humik asit uygulaması yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, Sweet Charlie çilek çeşidinde kök Fe içeriğinin organik yetiştiricilikte 400.6-540.3 mg kg<sup>-1</sup> arasında, konvansiyonel yetiştiricilikte ise 430.6-518.1 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bitkideki besin element içerikleri uygulamalara, uygulama yöntemlerine, dozlara, çilek çeşitlerine ve deneme alanının ekolojik koşullarına bağlı olarak değişebilmektedir.

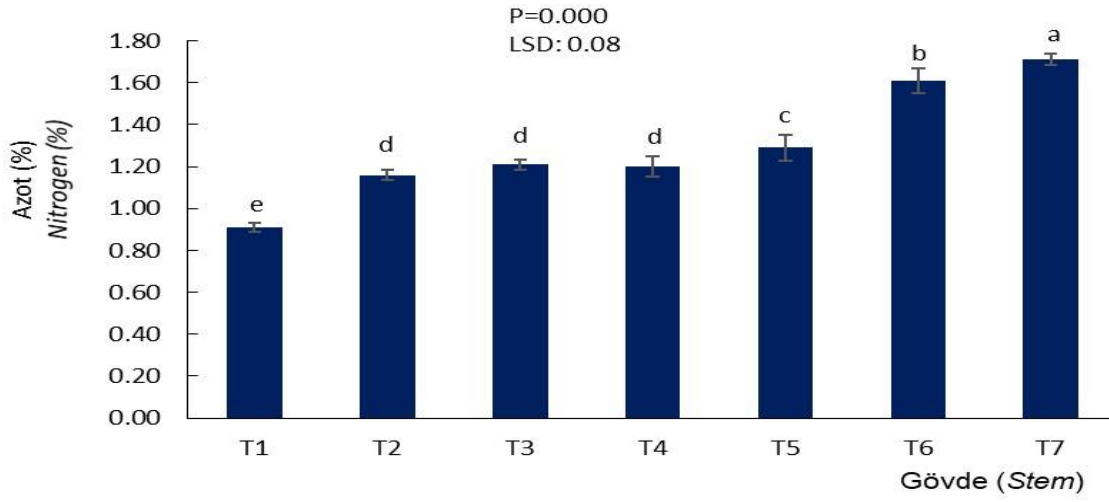
Solucan gübresinin tek başına ve biyo-gübreler ile birlikte uygulamalarının kök Mn içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli çıkmıştır (p<0.05). Denemede kök Mn içeriği, uygulamalara bağlı olarak 20.00 mg kg<sup>-1</sup> (T<sub>1</sub>) ile 25.38 mg kg<sup>-1</sup> (T<sub>7</sub>) arasında değişmiştir (Çizelge 4). May ve ark. (1994), Earliglow çilek çeşidinde kök Mn içeriğinin 50-120 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yapılan bir çalışmada, kimyasal gübre kullanılarak yetiştirilen Camarosa çilek çeşidinde kök Mn içeriğinin 45.7-215.2 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğu bildirilmiştir (Ersoy ve Demirsoy 2006a). Demirsoy ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada Sweet Charlie çilek çeşidinin kök Mn içeriğinin organik yetiştiricilikte 15.7-74.3 mg kg<sup>-1</sup> arasında, konvansiyonel yetiştiricilikte ise 14.4-48.6 mg kg<sup>-1</sup> arasında; Camarosa çilek çeşidinde ise organik yetiştiricilikte 15.6-93.4 mg kg<sup>-1</sup> arasında,

konvansiyonel yetiştiricilikte 48.6-94.8 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada kök Mn içeriğinin araştırmacıların buldukları değerden düşük çıkmasının nedeni kullanılan gübrelerin farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Solucan gübresinin tek başına ve biyo-gübreler ile birlikte uygulamalarının kök Zn içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). En yüksek kök Zn içeriği 64.88 mg kg<sup>-1</sup> ile T<sub>7</sub> uygulamasında, en düşük ise 48.00 mg kg<sup>-1</sup> ile kontrolde (T<sub>1</sub>) saptanmıştır (Çizelge 4). Balcı (2023), Albion çilek çeşidinde kökte Zn içeriğinin hasat döneminde 50.70-72.45 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmiştir.

*Gövde makro besin element içerikleri (%)*

Solucan gübresinin tek başına ve biyo-gübreler ile birlikte uygulamalarının gövde N içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05) (Şekil 4). Çilek bitkisi gövde N içeriği uygulamalarda (T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub> ve T<sub>7</sub>) kontrole göre daha yüksek çıkmıştır. Gövdede en yüksek N içeriği T<sub>7</sub> (%1.71) uygulamasında, en düşük N içeriği ise % 0.91 ile kontrolde (T<sub>1</sub>) tespit edilmiştir (Şekil 4). Taylor ve Harrier (2001), Elvira çilek çeşidinde mikoriza uygulamalarında gövde N içeriğinin % 0.96-1.33 arasında değiştiğini; Ersoy ve Demirsoy (2006b), Camarosa çilek çeşidinde gövde N içeriğinin %0.82 ile %1.98 arasında değiştiğini; Demirsoy ve ark. (2012), Camarosa ve Sweet Charlie çilek çeşidinin organik ve konvansiyonel yetiştiriciliği ve iki farklı malçın etkisini araştırdıkları çalışmada, gövde N içeriğinin %0.82-1.14 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, Ersoy ve Demirsoy (2006b), N içeriğinin bitkinin tüm kısımlarında (yaprak, gövde ve kök) meyve tutum döneminden hasat sonuna kadar azaldığını bildirmişlerdir.



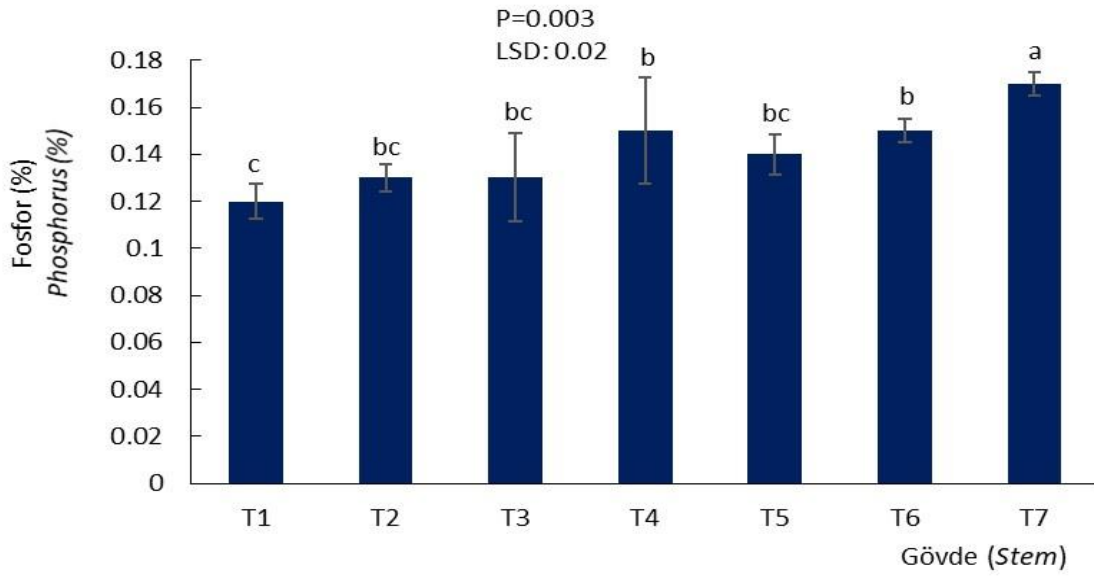
Şekil 4. Uygulamaların çileğin gövde azot içeriğine etkisi

Figure 4. The effect of treatments on the nitrogen content of strawberry stem

LSD testine göre %5 düzeyinde önemli farklılık gösteren ortalamalar farklı harflerle gösterilmiştir. T<sub>1</sub>: Gübresiz (kontrol); T<sub>2</sub>: Solucan gübresi; T<sub>3</sub>: Solucan gübresi+RhizoFill; T<sub>4</sub>: Solucan gübresi+Subtima; T<sub>5</sub>: Solucan gübresi+Fontera microzone; T<sub>6</sub>: Solucan gübresi+Mikoriza (ERS); T<sub>7</sub>: Solucan gübresi+Bontera

Solucan gübresinin tek başına ve biyo-gübreler ile birlikte uygulamalarının gövde P içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ( $p < 0.05$ ). Uygulamalar arasında en yüksek gövde P içeriği %0.17 ile T<sub>7</sub> uygulamasında, en düşük P içeriği ise %0.12 ile kontrolde (T<sub>1</sub>) belirlenmiştir (Şekil 5). Taylor ve Harrier (2001), Elvira çilek çeşidinde gövde P içeriğinin %0.08-0.16 arasında değiştiğini ve en düşük P içeriğinin kontrolde olduğunu (%0.08), Demirsoy ve ark. (2010), Sweet Charlie çilek çeşidinde gövde P içeriğinin %0.21-0.48 arasında, Demirsoy ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada gövde P içeriğinin %0.25-0.34 arasında

değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, Balcı (2023), kireç stresi koşullarında yetiştirilen Albion çilek çeşidinde mikoriza uygulamasının etkilerini araştırdığı çalışmada, gövde P içeriğinin hasat döneminde %0.08-0.14 arasında değiştiğini bildirmiştir. Solucan gübresinin tek başına ve biyo-gübreler ile birlikte uygulamalarında gövde P içeriği, kontrolden daha yüksek çıkmıştır. Biyo-gübrelerin atmosferdeki azotu bağladığı, bitkilerin alımı için çözünmeyen fosforu çözünür fosfora dönüştürdüğü, toprak verimliliğini ve biyolojik aktiviteleri artırdığı bildirilmiştir (Kumar ve ark., 2020).



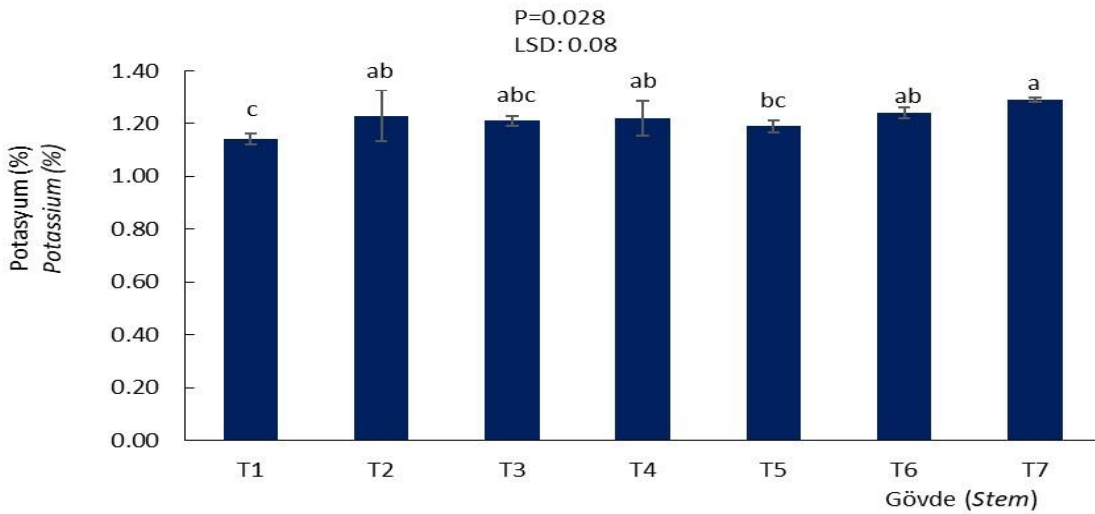
Şekil 5. Uygulamaların çileğin gövde fosfor içeriğine etkisi

Figure 5. The effect of treatments on phosphorus content of strawberry stem

LSD testine göre %5 düzeyinde önemli farklılık gösteren ortalamalar farklı harflerle gösterilmiştir. T<sub>1</sub>: Gübresiz (kontrol); T<sub>2</sub>: Solucan gübresi; T<sub>3</sub>: Solucan gübresi+RhizoFill; T<sub>4</sub>: Solucan gübresi+Subtima; T<sub>5</sub>: Solucan gübresi+Fontera microzone; T<sub>6</sub>: Solucan gübresi+Mikoriza (ERS); T<sub>7</sub>: Solucan gübresi+Bontera

Solucan gübresinin tek başına ve biyo-gübreler ile birlikte uygulamalarının gövde K içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Çilek gövde K içeriği, uygulamalara bağlı

olarak %1.14 (T<sub>1</sub>) ile %1.29 (T<sub>7</sub>) arasında değişmiştir (Şekil 6). Demirsoy ve ark. (2010), Sweet Charlie çilek çeşidinde gövde K içeriğinin %0.64-1.35 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.



Şekil 6. Uygulamaların çileğin gövde potasyum içeriğine etkisi

Figure 6. The effect of treatments on the potassium content of strawberry stem

LSD testine göre %5 düzeyinde önemli farklılık gösteren ortalamalar farklı harflerle gösterilmiştir. T<sub>1</sub>: Gübresiz (kontrol); T<sub>2</sub>: Solucan gübresi; T<sub>3</sub>: Solucan gübresi +RhizoFill; T<sub>4</sub>: Solucan gübresi+Subtima; T<sub>5</sub>: Solucan gübresi+Fontera microzone; T<sub>6</sub>: Solucan gübresi+ Mikoriza (ERS); T<sub>7</sub>: Solucan gübresi+Bontera

Çilek bitkisinin gövde Ca içeriği uygulamalara göre değişiklik göstermiştir ancak bu değişim istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır ( $p > 0.05$ ) (Çizelge 5). Gövdede en yüksek Ca içeriği %2.03 ile T<sub>4</sub> uygulamasında bulunurken, en düşük %1.86 ile

T<sub>1</sub> uygulamasında tespit edilmiştir. Demirsoy ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada gövde Ca içeriğinin %0.33 ile %1.74 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çilek bitkisinin gövde Mg içeriği istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Bitkinin gövde Mg içeriği, uygulamalara bağlı olarak %0.18 (T<sub>1</sub>) ile %0.22 (T<sub>7</sub>) arasında değişmiştir (Çizelge 5). Ersoy ve Demirsoy (2006a),

yaptıkları çalışmada Camarosa çilek çeşidinde gövde Mg içeriklerinin %0.09 ve %0.19 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 5. Uygulamaların çileğin gövde kalsiyum, magnezyum, demir, mangan ve çinko içerikleri üzerine etkisi  
Table 5. The effect of treatments on the calcium, magnesium, iron, manganese and zinc contents of strawberry stem

Uygulamalar Treatments	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )
T <sub>1</sub>	1.86	0.18 c	128.54 d	9.13 c	54.38 d
T <sub>2</sub>	1.97	0.20 ab	139.25 bc	11.75 b	67.25 bc
T <sub>3</sub>	1.91	0.19 bc	141.88 bc	14.88 a	77.95 a
T <sub>4</sub>	2.03	0.20 ab	141.13 bc	12.17 b	59.38 cd
T <sub>5</sub>	1.98	0.20 ab	136.63 c	12.24 b	65.38 bc
T <sub>6</sub>	1.89	0.19 bc	145.38 b	13.75 ab	70.75 ab
T <sub>7</sub>	2.00	0.22 a	159.13 a	15.75 a	78.85 a
Ortalama Mean	1.95	0.20	141.71	12.81	67.71
LSD <sub>0.05</sub>	Ö.D	0.02	7.71	2.17	10.48
P	0.068	0.034	0.000	0.001	0.002

LSD testine göre %5 düzeyinde önemli farklılık gösteren ortalamalar farklı harflerle gösterilmiştir. Ö.D: Önemli değil. T<sub>1</sub>: Gübresiz (kontrol); T<sub>2</sub>: Solucan gübresi; T<sub>3</sub>: Solucan gübresi +RhizoFill; T<sub>4</sub>: Solucan gübresi+Subtima; T<sub>5</sub>: Solucan gübresi+Fontera microzone; T<sub>6</sub>: olucan gübresi+ Mikoriza (ERS); T<sub>7</sub>: Solucan gübresi+Bontera

#### Gövde mikro besin element içerikleri (mg kg<sup>-1</sup>)

Çizelge 5'te görüldüğü gibi gövde Fe içeriği istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Bitkinin gövde Fe içeriği uygulamalarda (T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub> ve T<sub>7</sub>) kontrole (T<sub>1</sub>) göre daha yüksek çıkmıştır. En yüksek gövde Fe içeriği 159.13 mg kg<sup>-1</sup> ile T<sub>7</sub> uygulamasında tespit edilmiştir. Taylor ve Harrier (2001) ve Ersoy ve Demirsoy (2006a), yaptıkları araştırmalarında kök Fe içeriğini, gövde Fe içeriğinden daha yüksek bulmuşlardır. Bu çalışmada da kökteki Fe içeriği gövdeden daha yüksek çıkmıştır. Albrechts ve Howard (1980), Fe'in en fazla gövde ve köklerde biriktiğini, bu durumun Kessel (2003) ve Ersoy ve Demirsoy (2006a), Fe'in immobil ve hareketinin yavaş olmasından kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir.

Solucan gübresinin tek başına ve biyo-gübreler ile birlikte uygulamalarının gövde Mn içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli çıkmıştır (p<0.05). En yüksek Mn içeriği T<sub>7</sub> (15.75 mg kg<sup>-1</sup>) ve T<sub>3</sub> (14.88 mg kg<sup>-1</sup>) uygulamalarında en düşük ise 9.13 mg kg<sup>-1</sup> ile kontrolde (T<sub>1</sub>) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Demirsoy ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada Sweet Charlie çilek çeşidinde gövde Mn içeriğinin organik yetiştiricilikte 60.3-79.7 mg kg<sup>-1</sup> arasında, konvansiyonel yetiştiricilikte ise 80.6-89.5 mg kg<sup>-1</sup> arasında;

Camarosa çilek çeşidinde organik yetiştiricilikte 36.5-41.5 mg kg<sup>-1</sup> arasında, konvansiyonel yetiştiricilikte ise 48.4-53.3 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada araştırmacıların buldukları değerden düşük çıkmasının nedeni kullanılan gübre, dozları ve uygulama şeklindeki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir.

Solucan gübresinin tek başına ve biyo-gübreler ile birlikte uygulamalarının gövde Zn içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). En yüksek gövde Zn içeriği T<sub>7</sub> (78.85 mg kg<sup>-1</sup>) ve T<sub>3</sub> (77.95 mg kg<sup>-1</sup>) uygulamalarında en düşük ise kontrolde (T<sub>1</sub>:54.38 mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir (Çizelge 5). Balcı (2023), yaptığı çalışmada Albion çilek çeşidinde gövde Zn içeriğinin hasat döneminde 12.5-67.3 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Solucan gübresinin tek başına ve biyo-gübrelerle birlikte uygulamalarının kök ve gövde besin elementleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları(r) ve önem seviyeleri Çizelge 6'da verilmiştir. Çilek bitkisinin kök N içeriği ile gövde N (r=0.818\*), kök P (r=0.819\*), gövde P (r=0.803\*), kök K (r=0.861\*), gövde K (0.898\*\*), kök Mg (r=0.811\*), gövde Fe (r=0.946\*\*), gövde Mn (r=0.954\*\*), kök Zn

( $r=0.759^*$ ) ve gövde Zn ( $r=0.839^*$ ) içeriği arasında önemli ve pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Çilek bitkisinin gövde N içeriği ile kök P ( $r=0.927^{**}$ ), gövde P ( $r=0.886^{**}$ ), kök K ( $r=0.894^{**}$ ), gövde K ( $r=0.866^*$ ), kök Ca ( $r=0.834^*$ ), kök Mg ( $0.892^{**}$ ), gövde Fe ( $r=0.899^{**}$ ) ve gövde Mn ( $r=0.814^*$ ) içeriği arasında önemli ve pozitif ilişkiler olduğu belirlenmiştir.

Çilek bitkisinin kök P içeriği ile gövde P ( $r=0.915^{**}$ ), kök K ( $r=0.795^*$ ), gövde K ( $r=0.866^*$ ), kök Mg ( $r=0.921^{**}$ ), kök Fe ( $r=0.829^*$ ), gövde Fe ( $r=0.863^*$ ) ve kök Mn ( $r=0.827^*$ ) içeriği arasında önemli ve pozitif ilişkiler olduğu görülmüştür. Çilek bitkisinin gövde P içeriği ile kök K ( $r=0.789^*$ ), gövde K ( $r=0.848^*$ ), kök Mg ( $0.803^*$ ), gövde Mg ( $r=0.816^*$ ), kök Fe ( $r=0.844^*$ ), gövde Fe ( $r=0.895^{**}$ ) ve kök Mn ( $r=0.956^{**}$ ) içeriği arasında önemli ve pozitif ilişkiler saptanmıştır (Çizelge 6).

Çilek bitkisinin kök K içeriği ile gövde K ( $r=0.929^{**}$ ), kök Ca ( $r=0.801^*$ ), gövde Mg ( $r=0.789^*$ ), kök Fe ( $r=0.762^*$ ), gövde Fe ( $r=0.899^{**}$ ), gövde Mn ( $r=0.895^{**}$ ), kök Zn ( $r=0.802^*$ ) ve gövde Zn ( $r=0.845^*$ ) içeriği arasında önemli ve pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Çilek bitkisinin gövde K içeriği ile kök Ca ( $r=0.793^*$ ), kök Mg ( $r=0.760^*$ ), gövde Mg ( $r=0.820^*$ ), kök Fe ( $r=0.837^*$ ), gövde Fe ( $r=0.958^{**}$ ) ve gövde Mn ( $r=0.827^*$ ) içeriği arasında önemli ve pozitif ilişkiler saptanmıştır. Bitki köklerinin besin elementlerini almasında toprakta besin elementlerinin miktarı önemli olduğu kadar dengeli olması da önemlidir (Korkmaz, 2005). Elementler dengeli olduğu sürece birbirleriyle sinerjik etkide bulunabilmektedir. Kacar ve Katkat (1998), bitkilerin K alımı üzerine  $Ca^{+2}$  ve  $Mg^{+2}$  ile  $K^+$  arasındaki karşılıklı ilişkilerin etkili olacağını bildirmiştir. Azot ile yeterli beslenen bitkilerin fosfor alımını artıracığı, fosfor ile yeterli beslenen bitkilerin diğer besin elementlerinin alınımını olumlu yönde etkileyeceği bildirilmiştir (Korkmaz ve Saltalı, 2012). Bozkurt ve ark. (2000) aynı koşullarda yetiştirilen elma çeşitlerinin beslenme durumu ile ilgili yapılan çalışmada, yaprak Zn içeriği ile N ve Mn içerikleri arasında, Ca içeriği ile Mg içeriği arasında önemli ve pozitif ilişkiler

bulunduğu bildirilmiştir. Sarıdaş ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada, yaprak N içeriği diğer makro besin elementlerinden olumlu etkilendiği, Ca içeriği ile Mg ve K içeriği arasında, Fe içeriği ile Mn içeriği arasında pozitif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Farklı oranlarda solucan gübresi uygulanarak yetiştirilen marulda, besin elementleri arasında yapılan korelasyon analizinde Fe içeriği ile Mn içeriği arasında, K içeriği ile Ca, Fe, Mg, Mn ve N içeriği arasında önemli ve pozitif ilişkiler bulunduğu bildirilmiştir (Kibar, 2018). Bu çalışmada da bitkinin gelişimi için çok önemli olan besin elementleri arasında önemli ve pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Bu sonuçlar bitki köklerinin topraktaki besin elementlerini sağlıklı bir şekilde aldığı ve etkin bir şekilde kullanarak üst aksamına taşıdığını göstermektedir. Bitki köklerinin dengeli besin elementleri almasından dolayı olumsuz bir etkileşim olmadığı görülmektedir.

Çizelge 6. Çilek bitkisinin kök ve gövde besin elementleri arasındaki korelasyon katsayıları

Table 6. Correlation coefficients between root and stem nutritional elements of strawberry plant

			N	N	P	P	K	K	Ca	Ca	Mg	Mg	Fe	Fe	Mn	Mn	Zn	Zn
			Kök	Gövde	Kök	Gövde	Kök	Gövde	Kök	Gövde	Kök	Gövde	Kök	Gövde	Kök	Gövde	Kök	Gövde
			Root	Stem	Root	Stem	Root	Stem	Root	Stem	Root	Stem	Root	Stem	Root	Stem	Root	Stem
N	Kök	Root	1.000															
N	Gövde	Stem	0.818*	1.000														
P	Kök	Root	0.819*	0.927**	1.000													
P	Gövde	Stem	0.803*	0.886**	0.915**	1.000												
K	Kök	Root	0.861*	0.894**	0.795*	0.789*	1.000											
K	Gövde	Stem	0.898**	0.866*	0.866*	0.848*	0.929**	1.000										
Ca	Kök	Root	0.706	0.834*	0.643	0.726	0.801*	0.793*	1.000									
Ca	Gövde	Stem	0.404	0.286	0.366	0.590	0.501	0.530	0.232	1.000								
Mg	Kök	Root	0.811*	0.892**	0.921**	0.803*	0.677	0.760*	0.686	0.042	1.000							
Mg	Gövde	Stem	0.679	0.666	0.603	0.816*	0.789*	0.820*	0.764*	0.801*	0.424	1.000						
Fe	Kök	Root	0.689	0.701	0.829*	0.844*	0.762*	0.837*	0.444	0.787*	0.561	0.767*	1.000					
Fe	Gövde	Stem	0.946**	0.899**	0.863*	0.895**	0.899**	0.958**	0.867*	0.451	0.835*	0.817*	0.736	1.000				
Mn	Kök	Root	0.739	0.735	0.827*	0.956**	0.666	0.733	0.525	0.710	0.670	0.773*	0.855*	0.782*	1.000			
Mn	Gövde	Stem	0.954**	0.814*	0.719	0.697	0.895**	0.827*	0.729	0.301	0.734	0.616	0.559	0.885**	0.603	1.000		
Zn	Kök	Root	0.759*	0.654	0.512	0.739	0.802*	0.743	0.781*	0.665	0.423	0.914**	0.583	0.816*	0.703	0.777*	1.000	
Zn	Gövde	Stem	0.839*	0.717	0.542	0.495	0.845*	0.748	0.760*	0.123	0.609	0.524	0.357	0.790*	0.340	0.944**	0.710	1.000

\* ve \*\*: P≤0.05 ve P≤0.01 olasılık düzeyinde önemlidir.

## Sonuçlar

Sağlıklı yaşam ve çevre bilincinin giderek önem kazandığı günümüzde solucan gübresi, biogübre gibi çevre dostu organik gübrelerin kullanımının yaygınlaştırılması oldukça önemlidir. Organik gübreler toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirerek toprak verimliliğini artırmaktadır. Organik gübrelerin topraktaki bu olumlu etkileri, bitkide yüksek verim ve kaliteli meyve üretimi olarak kendini göstermektedir. Ancak organik gübrelerin bitkiye ve toprağa beklenen faydayı sağlaması için, bitkinin ihtiyacı olan besin elementlerinin belirlenmesi ve uygun yöntemlerle verilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, solucan gübresinin biyo-gübreler ile birlikte uygulamalarında (T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub> ve T<sub>7</sub>) kök ve gövde besin element içeriği artmıştır. Faydalı bakteri ve mikoriza içeren gübrelerin kullanımı, solucan gübresinin etkinliğini artırarak bitkinin topraktan daha fazla besin elementi alımını sağlamıştır. Mevcut uygulamalar bitkinin daha iyi beslenmesini sağlamanın yanı sıra toprağın organik maddesine, mikrobiyolojik yapısına pozitif katkılarından dolayı sürdürülebilir toprak verimliliğini de olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Bu sonuçlar, günümüzde küresel pazarda önemli bir yer edinen organik ürünlerin, ülkemizde yetiştiriciliğinin artırılması açısından umut vericidir.

**Çıkar Çatışması:** Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

**Yazar Katkısı:** Makaleye ait tüm çalışmalar Neslihan KILIÇ tarafından yapılmıştır.

## Kaynaklar

- Albregts, E. E., & Howard, C. M. (1980). Accumulation of nutrients by strawberry plants and fruit grown in annual hill culture. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 105(3), 386-388.
- Anonim (2023). [https://www.ekosol.net/urunler\\_menu](https://www.ekosol.net/urunler_menu) (Erişim Tarihi:17.11.2023).
- Balci, G. (2023). The effect of the application of mycorrhiza on vegetative growth, mineral element intake, and

some biochemical characteristics of strawberry seedlings under lime stress. *Horticultural Studies*, 40(2), 62-71. DOI:

<http://doi.org/10.16882/HortiS.1330523>

- Basu, S., Rabara, R., & Negi, S. (2017). Towards a better greener future - an alternative strategy using biofertilizers. I: Plant growth promoting bacteria. *Plant Gene*, 12, 43-49. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.plgene.2017.07.004>
- Beer, K., & Singh, A. K. (2015). Effect of vermicompost and biofertilizers on strawberry: Chlorophyll and nutrients concentration in leaves. *Annals of Plant and Soil Research*, 17(2), 211-214.
- Bolat, İ., & Kara, Ö. (2017). Bitki besin elementleri: Kaynakları, işlevleri, eksik ve fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 218-228. DOI: 10.24011/barofd.251313
- Bozkurt, M. A., Çimrin, K. M., & Karaca, S. (2000). Aynı koşullarda yetiştirilen üç farklı elma çeşidinde beslenme durumlarının değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(4): 101-105. DOI: 10.1501/Tarimbil\_0000001003
- Demirsoy, L., Demirsoy, H., Ersoy, B., Balci, G., & Kizilkaya, R. (2010). Seasonal variation of N, P, K and Ca content of leaf, crown and root of 'Sweet Charlie' strawberry under different irradiation. *Zemdirbyste-Agriculture*, 97 (1), 23-32.
- Demirsoy, L., Demirsoy, H., & Balci, G. (2012). Different growing conditions affect nutrient content, fruit yield and growth in strawberry *Pak. J. Bot*, 44 (1), 125-129.
- Emmanuel, C. O., & Babalola, O. O. (2020). Productivity and quality of horticultural crops through co-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant promoting bacteria. *Microbiological Research*, 239, 126569. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126569>.
- Ersoy, B., & Demirsoy, H. (2006a). Değişik gölgeleme uygulamalarının Camarosa çilek çeşidinde bazı elementlerin mevsimsel değişimine etkileri üzerine bir araştırma. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(1), 82-88.
- Ersoy, B., & Demirsoy, H. (2006b). Effect of shading on seasonal variation of some macro-nutrients in Camarosa strawberry," *Asian Journal of Chemistry*, 18(3), 2329-2340.
- FAO, (2024). Food and Agriculture Organization of United Nations Web Sites. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi: 23.01.2024).
- Giampieri, F., Forbes-Hernandez, T. Y., Gasparini, M., Alvarez-Suarez, J. M., Afrin, S., Bompadre, S.,... & Battino, M. (2015). Strawberry as a health promoter: an evidence based review. *Food & Function*, 6(5), 1386-1398. DOI: 10.1039/c5fo00147a
- İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, M. N., Yakışır,

- E., & Okur, O. (2014). Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 12(2), 1-19.
- Jones, J. B. (2001). *Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis*; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 384p.
- Joshi, R., Singh, J., & Vig, A. P. (2015). Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. *Rev Environ Sci Biotechnol*, 14:137–159. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11157-014-9347-1>
- Kacar, B., & Katkat, A.V. (1998). *Bitki Besleme*. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın No: 127, Vipaş Yayınları: 3, Bursa.
- Kibar, B. (2018). Marulda bitkisel özellikler, bazı kalite özellikleri ve besin elementleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 4(2), 149-160. DOI:10.24180/ijaws.486571
- Kessel, C. (2003). Strawberry diagnostic workshops: nutrition. Strawberry diagnostic workshops. Ministry of agriculture and food, Ontario.
- Korkmaz, K. (2005). Kireçli toprakların fosfor durumlarının belirlenmesi ve fosfor uygulamasının mısır verimine etkisi. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 126s, Adana.
- Korkmaz, A., & Saltalı, K. (2012). *Bitki Besleme*, edit by M.Rüstü Karaman, gübretaş rehber kitaplar dizisi, Pelin ofset matbaacılık. ISBN 978-605-87103-2-0, Bl:2 Sayfa: 109-110.
- Kumar, P., Sharma, N., & Gupta, R. (2020). Rhizosphere stoichiometry, fruit yield, quality attributes and growth response to PGPR transplant amendments in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) growing on solarized soils. *Scientia Horticulture*, 265,109215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109215>
- Kumar, S., Kumar, S., & Mohapatra, T. (2021). Interaction between macro-and micro-nutrients in plants. *Frontiers in Plant Science*, 12, 665583. DOI: 10.3389/fpls.2021.665583
- Lu, H., Wu, Z., Wang, W., Xu, X., & Liu, X. (2020). Rs-198 liquid biofertilizers affect microbial community diversity and enzyme activities and promote *Vitis vinifera* L. growth. *BioMed Research International*. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/8321462>.
- May, G.M., & Pritts, M.P. (1990). Strawberry nutrition. *Adv. Strawberry Prod.*, 9:10-23.
- May, G. M., Pritts, M. P., & Kelly, M. J. (1994). Seasonal patterns of growth and tissue nutrient content in strawberries. *Journal of plant nutrition*, 17(7), 1149-1162. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904169409364795>
- Morais, C.M., Mucha, A., Ferreira, H., Gonçalves, B., Bacelar, E., & Marques, G. (2019). Comparative study of plant growth-promoting bacteria on the physiology, growth and fruit quality of strawberry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99: 5341–5349. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9773>
- Nadeem, S. M., Ahmad, M., Zahir, Z. A., Javaid, A., & Ashraf, M. (2014). The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. *Biotechnology Advances*, 32(2), 429-448. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.12.005>
- Nosheen, S., Ajmal, I., & Song, Y. (2021). Microbes as biofertilizers, a potential approach for sustainable crop production. *Sustainability*, 13(4), 1868. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13041868>
- Olle, M. (2019). Review: vermicomposting, its importance and benefit in agriculture. *Agraarteadus | Journal of Agricultural Science*, 30(2):93–98. DOI: <https://doi.org/10.15159/jas.19.19>.
- Ramnarain, Y. I., Ansari, A. A., & Ori, L. (2019). Vermicomposting of different organic materials using the epigeic earthworm *Eisenia foetida*. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8, 23-36. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40093-018-0225-7>
- Sarıdaş, M. A., Paydaş Kargı, S., Nogay, G., & Attar, Ş. H. (2018). Interrelation of plant nutrients of strawberry leaf samples under Mediterranean climate condition. *Acta Hort.* 1217, 159–162. DOI: 10.17660/ActaHortic.2018.1217.20
- Shaw, D.V., & Larson, K.D. (2009). Strawberry plant named 'Monterey'. Google Patents. <http://www.google.com/patents/USPP19767> (Erişim tarihi: 9 Kasım 2023)
- Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T., & Sochor, J. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *International journal of Molecular Sciences*, 16(10), 24673-24706. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms161024673>
- Soppelsa, S., Kelderer, M., Casera, C., Bassi, M., Robatscher, P., Matteazzi, A., & Andreotti, C. (2019). Foliar applications of biostimulants promote growth, yield and fruit quality of strawberry plants grown under nutrient limitation. *Agronomy*, 9(9), 483. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy9090483>
- Soni, S., Kanawjia, A., Chaurasiya, R., Chauhan, P.S., Kumar, R., & Dubey, S. (2018). Effect of organic manure and biofertilizers on growth, yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) cv. Sweet Charlie. *Journal of Pharmacogony and Phytochemistry*, 2:128-132.
- Srivastav, A., Singh, B. K., Pandey, R., Singh, K., & Singh, V. (2018). Effect of organic manures and bio-fertilizers on vegetative growth and yield of strawberry cv.



- Chandler. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(5), 2841-2844.
- Taylor, J., & Harrier, L. A. (2001). A comparison of development and mineral nutrition of micropropagated *Fragaria* × *ananassa* cv. Elvira (strawberry) when colonised by nine species of arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied Soil Ecology*, 18(3), 205-215. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(01\)00164-0](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(01)00164-0)
- Trejo-Téllez, L. I., & Gómez-Merino, F. C. (2014). Nutrient management in strawberry: Effects on yield, quality and plant health. *Strawberries: Cultivation, antioxidant properties and health benefits*, Malone, N., Ed.; Nova Science Publishers: New York, NY, USA, pp. 239–267.
- Türemiş, N., & Ağaoğlu, Y. S. (2013). *Üzümsü Meyveler*, II. Bölüm. Ağaoğlu, S., Gerçekcioğlu, R. (eds.) Tomurcuk Bağ Ltd. Şti. Eğitim yayınları 1: 55-100.
- Vejan, P., Abdullah, R., Khadiran, T., Ismail, S., & Nasrulhaq Boyce, A. (2016). Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability—a review. *Molecules*, 21(5), 573. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21050573>
- Zhao, Z., Wu, X., Chen, H., Liu, Y., Xiao, Y., Chen, H., ... & Yao, H. (2021). Evaluation of a strawberry fermented beverage with potential health benefits. *PeerJ*, 9, e11974. DOI: 10.7717/peerj.11974