



The Effects of Vermicompost Applications on the Yield and Quality of San Andreas (*Fragaria x ananassa Duch.*) Strawberry Variety[#]

Erdem Asaf Develi^{1,a}, Ayşegül Yavuz^{1,b}, Ümmügülüm Erdoğan^{2,c,*}

¹Department of Organic Agricultural Management, Faculty of Applied Sciences, Bayburt University, 69000 Bayburt, Turkey

²Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Bayburt University, 69000 Bayburt, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>[#]This study was presented as an online presentation at the 2nd International Journal of Agriculture - Food Science and Technology (TURJAF 2021) Gazimağusa/Cyprus</p> <p>Research Article</p> <p>Received : 05/12/2021 Accepted : 01/01/2022</p> <p>Keywords: Vermicompost Yield Organic acid Mineral matter Strawberry</p>	<p>In this study, in which the effects of different applications of vermicompost on the yield and quality of San Andreas strawberry variety were investigated 15, 30, 45, 60 g vermicompost was applied per plant. First flowering, first and last harvest dates, number of fruits per plant, yield per plant (g/plant), fruit weight (g), fruit flavor, macro and micro nutrient content, organic acid amounts were examined. The results showed that the differences between treatments in yield per plant were statistically significant. The highest total yield per plant was obtained from V45 and V30 applications with 972.8 g and 878.9 g respectively and the lowest yield was obtained from the control application with 384.2 g per plant. The largest fruits were obtained from the V60 (19.5 g) application. It was determined that nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, sulfur, manganese, iron, zinc and boron concentrations in the leaves of strawberry plants fertilized with vermicompost were higher than the control. The highest values in organic acid values were determined in oxalic, propionic, malonic, lactic, fumaric and succinic acids in V60 application (5.62, 11.16, 49.00, 104.98 µg/100 g respectively). It seems that the application of vermicompost fertilizer in strawberry cultivation has a positive effect on yield and quality characteristics.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(sp): 2641-2648, 2021

Vermikompost Uygulamalarının San Andreas (*Fragaria x ananassa Duch.*) Çilek Çeşidinin Bazı Verim ve Kalite Değerlerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 05/12/2021 Kabul : 01/01/2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Vermikompost Verim Organik asit Mineral madde Çilek</p>	<p>Farklı oranda vermicompost uygulamalarının San Andreas çilek çeşidinin verim ve kalitesine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, bitki başına 15, 30, 45, 60 g vermicompost uygulanmıştır. İlk çiçeklenme, ilk ve son derim tarihleri, bitki başına meyve sayısı, bitki başına verim (g/bitki), meyve ağırlığı (g), meyve tadı, makro ve mikro besin element içerikleri, organik asit miktarları incelenmiştir. Sonuçlar, bitki başına verimde uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermiştir. Bitki başına en yüksek toplam verim sırasıyla 972,8 g ve 878,9 g ile V45 ve V30 uygulamalarından, en düşük verim ise bitki başına 384,2 g ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. En iri meyveler V60 (19,5 g) uygulamasından elde edilmiştir. Vermikompost ile gübrelenen çilek bitkilerinin yapraklarında azot, fosfor, potasyum, magnezyum, kükürt, mangan, demir, çinko ve bor konsantrasyonlarının kontrole göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Organik asit değerlerinde en yüksek değerler okzalik, propionic, malonic, laktik, fumarik ve süksinik asitde V60 uygulamasında (sırası ile 5,62, 11,16, 49,00, 104,98 µg/100 g) belirlenmiştir. Çilek yetiştiriciliğinde vermicompost gübresi uygulamanın verim ve kalite özellikleri üzerine olumlu etkisi olduğu görülmektedir.</p>

^a erdemdeveli@gmail.com
^c gulsum25@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-9905-0643>
^d <https://orcid.org/0000-0001-5988-3758>

^e aysgldmryrkyvz@gmail.com ^f <https://orcid.org/0000-0002-0490-2285>



Giriş

Ülkemizde ve dünyada çilek üretim ve tüketim miktarı en fazla olan üzüm sü meyve türüdür. Türkiye sahip olduğu 21 farklı ekolojik bölge sayesinde yıl boyunca taze çilek üretimi açısından elverişli bir konuma sahiptir (Özbek, 1987). Çilek yetiştiriciliğinin tarihsel olarak çok eskiye dayanması, geniş ekolojik sınırlar içerisinde yetiştirilebilmesi, tadı, aroması ve diğ er meyvelerin pazarda olmadığı zamanlarda da tüketiciye arz edilebilmesi çileği üzüm sü meyveler arasında yetiştiriciliği en fazla yapılan meyve haline getirmiştir (Ağaoğlu, 1986; Kılıçel, 2005; Yılmaz, 2009; Türemiş ve Ağaoğlu, 2013). Çilek sahip olduğu birçok fitokimyasal madde, tat ve yüksek aroma sayesinde gıda olarak tüketimi yanında ilaç ve kozmetik endüstrisinde ham madde olarak da yaygın olarak değerlendirilmektedir (Ağaoğlu, 1986; Türemiş ve ark., 2000; Çevik ve Erhan, 2003). Dünya çilek üretimi 2014 yılında 7.636.211 ton iken 2019 yılında 8.885.028 tona yükselmiştir. Dünya çilek üretiminde 2019 yılında 3.212.814 ton ile Çin ilk sırada yer alırken. onu 1021490 ton ile Amerika Birleşik Devletleri izlemektedir (Anonim, 2021).

Ülkemizde ekonomik anlamda çilek yetiştiriciliği 1960'lı yıllarda başlamıştır. İlk zamanlarda Akdeniz, Ege ve Marmara kıyı bölgesinde yapılan çilek yetiştiriciliği sonrasında Karadeniz, İç ve Doğu bölgelerimizde yetiştirilerek olumlu neticeler elde edilmiştir. Bu bağlamda ilk turfanda çilekleri Akdeniz bölgesinde alçak ve yüksek tünellerde yetiştirilirken, son turfanda çilekleri karasal iklimin hakim olduğu yüksek rakımlı yerlerde yetiştirilir hale gelmiştir (Cengiz, 2007). Mersin ili 188.267 ton ile ülkemiz çilek üretiminin %34'ünü karşılamaktadır. Aydın, Bursa, Antalya, Konya, Çanakkale illeri üretim miktarlarında Mersin ilini takip etmektedir.

Ülkemiz toprakları organik madde miktarı bakımından oldukça düşüktür, özellikle de azot bakımından çok fakirdir. Bu yüzden yüksek oranda azotlu gübre kullanılmaktadır, bu da biyolojik döngüde dengesizlik ve kirlilik yaratmaktadır (Haktanır ve Arcaç, 1998; Anonim, 2018). Ayrıca, toprağa uygulanan gübrelerin yalnızca %50'si yararlı olabilirken, kalan kısımlar da yıkanma, yüzey akışı ve buharlaşmayla kayıp yaşanmaktadır (Engelstad, 1985). Dünyada ve ülkemizde fazlaca yaygın olarak kullanılan konvansiyonel gübrelerin, özellikle de hızla yıkanan azotlu gübrelerin yer altı sularına geçmesi ile insan ve hayvanlarda nitrat zehirlenmesi önemli bir sorun teşkil edebilmektedir. Bu gübrelerle yetiştirilen bitkilerin ve bu bitkilerden elde edilen gıdaların da insan ve hayvanlarda da sağlık problemlerine neden olduğu tespit edilmiştir. Toprakta nitrite dönüşen nitrat, çocuklarda anemi ve hipertansiyon gibi hastalıklara da sebep

olmaktadır, ayrıca kanserojen etki de oluşturmaktadır (Çakmakçı ve Erdoğan, 2015). Ülkemizde uygulanan geleneksel tarım sisteminde bitkisel üretimde kimyasal gübre ve ilaçların bilinçsizce ve aşırı miktarda kullanılmasıyla tarımda sürdürülebilirlik sağlanamamakta. dolayısıyla tarım toprakları hızla kirlenmekte. topraklardaki faydalı mikroorganizmalar tahrip edilerek toprak verimliliği azalmaktadır (Traşcı ve ark., 2020).

Tarımsal ve endüstriyel atıklardan elde edilen kompost, toprak ıslahı ve gübre olarak kullanılmakta böylelikle kompost ve atık kullanımı artmaktadır (İlay ve ark., 2013). Vermikompost solucanlar tarafından organik atıkların sindirilmeleri sırasında kompostlaştırılmasıyla oluşan ve yüksek ekonomik değeri olan organik bir üründür (Huang, 2013). Dünyada olduğu gibi ülkemizde de bitkisel üretimde vermikompost kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Bellitürk ve Görres, 2012). Vermikompost tarımda kullanılan inorganik gübreler ve seralarda yetiştirme ortamı açısından umut verici bir seçenek olarak kabul görmektedir (Lazcano ve Dominguez, 2011). Bitkilerin gelişimlerine olumlu etki yapan vermikompost, hem peyzaj alanında hem de meyve ve sebze yetiştiriciliğinde önemli rol oynamaktadır (Arancon ve Edwards, 2005).

Genellikle vermikompostun toprağa uygulanması sonucunda bitki gelişiminin ve toprak özelliklerinin önemli oranda ve olumlu yönde etkilendiği bilinmektedir. Çilek yetiştiriciliğinde verimlilik ve kalitenin artırılması, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının iyileştirilmesi ve çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla vermikompost kullanımının toprak ve bitki verimliliği üzerindeki etkilerinin ortaya konulması ve en doğru dozun belirlenmesine gereksinim duyulmaktadır. Bu araştırmada, son yıllarda giderek kullanımı artan bir organik gübre olan vermikompostun farklı oranlarda uygulanması ile San Andreas çilek çeşitindeki bitki gelişimi, verim, kalite özellikleri ve besin elementi içeriği üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2019-2020 yıllarında Bayburt Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Alanında bulunan tam otomasyonlu ısıtmasız polikarbon serada yürütülmüştür (Şekil 1). Araştırma yerinin enlem değeri; 40°12'56"N, boylam değeri 40°15'59"E olup, alanının deniz seviyesinden yüksekliği 1575 m'dir.



Şekil 1. Çalışmadan genel görüntüler
Figure 1. General images from the study

Çizelge 1. Deneme alanına ait toprak özellikleri
Table 1. Soil properties of the trial area

pH	6,8	Ca ppm	Ca 2332,0
EC mikromhos/cm	156,0	Mg ppm	162,6
Kireç %	3,4	Na ppm	23,4
Organik madde %	1,2	B ppm	0,07
NH ₄ -N ppm	4,0	Cu ppm	1,2
NO ₃ -N ppm	2,2	Fe ppm	8,2
P ppm	4,9		
K ppm	284,9		

Deneme alanına ait toprak özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Deneme alanının toprak özelliklerini belirleyebilmek için 9 farklı noktadan, 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmış ve bu örneklerde toprak analizi yapılmıştır. Deneme alanından alınan toprak örnekleri incelendiğinde pH değerinin hafif asit, tuzsuz, kireçli, organik madde içeriği, toplam azot içeriği, fosfor içeriği, çinko içeriği ve mangan içeriğinin az, potasyum ve demir içeriğinin yüksek, bakır içeriğinin yeterli düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma. tesadüf blokları deneme desenine göre her uygulamada 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 20 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Araştırmada uygulama dozları bitki başına 0 g (kontrol), 15 g, 30 g, 45 g, 60 g vermikompost ve 3 g 15×15×15 kompoze gübre olmak üzere 6 farklı uygulama ele alınmıştır. Denemede frigo fideler kullanılmış ve 1 Nisan 2019 tarihinde dikim yapılmıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü sera yeni kurulmuş olup daha önce bitkisel üretim yapılmamıştır. Seddeler üzerine 5 ton/da olacak şekilde yanmış çiftlik gübresi verilerek toprağa karıştırılmıştır. Çilek masuraları üst genişliği 70 cm, taban genişliği 100 m ve yüksekliği 30 cm olacak şekilde hazırlanmıştır. Masuralar üzerinde damla sulama boruları yerleştirilmiş ve üzeri UV katkılı siyah jüt ile kaplanmıştır. Masuralara dikimden önce 15 kg/da saf N ve 10 kg/da P₂O₅ taban gübrelemesi yapılmıştır (Türemiş ve ark., 2000).

Frigo fideler sıra arası ve sıra üzeri mesafeleri 30x30 cm olmak üzere üçgen dikim yöntemiyle 10-15 cm derinliğinde ve 10-12 cm çapında açılan çukurlara iki sıralı olarak dikilmiştir. Dikimden hemen sonra fidelere bol can suyu verilmiştir. Dikimden 7-10 gün sonra açan çiçekler ve kollar koparılmıştır (Karaduva ve Kurnaz, 1994). Yetiştiricilik esnasında bitkilerdeki kol oluşumu. yaşlı yaprakların alınması gibi tüm kültürel işlemler gerçekleştirilmiştir.

Fenolojik Özellikler

Araştırma parsellerinde yapılan gözlemler sonucunda bitkilerde meydana gelen çiçeklerin %5’ inde çiçeğin taç yaprağının görüldüğü tarih ayrı ayrı tespit edilerek çeşitlere göre düzenlenmiştir. Çeşitlerin ilk hasat tarihleri çeşitlere göre düzenlenmiştir. Yapılan gözlemler sonucunda çeşitlerin ilk hasat tarihleri ayrı ayrı tespit edilerek çeşitlere göre düzenlenmiştir. Dikimden sonra tutmayan fide sayıları belirlenerek fidelere tutma oranları hesaplanarak ve bulunan değer % olarak ifade edilmiştir.

Verim ve tat değerleri

Bitki başına meyve sayısı (adet/bitki): Hasat edilen meyveler sayılarak ve parselde bulunan bitki sayısına bölünerek bitki başına düşen meyve sayısı hesaplanmıştır.

Bitki başına verim (g/bitki): Her parseldeki hasat edilen tüm meyveler 0,01 g hassas dijital terazi ile tartılarak parsel verimleri belirlenmiş, sonrasında bu rakam her parseldeki bitki sayısına bölünerek bitki başına verimleri tespit edilmiştir.

Meyve ağırlığı (g/meyve): Her yinelemeden elde edilen meyvelerin tamamı sayılarak tartılmış ve ortalama meyve ağırlığı g olarak tespit edilmiştir.

Meyve tadı: Duyusal analizler Bayburt Üniversitesi’nde görev yapan yaşları 23-35 arasında değişen 20 panelist (8 Kadın, 12 Erkek) ile yapılmıştır. Panelistlerden örnekleri görünüm, tekstür, koku, tat, hissedilen aromanın şiddeti ve genel beğeni açısından 1-5 arasında puanlandırmaları istenmiş, panel öncesi gıdaların değerlendirilmesinde aranan özellikler hakkında kısa bir bilgilendirme yapılmıştır.

Makro ve Mikro Besin Elementi İçerikleri

Bitkilerde çeşitli besin elementlerinin tayini için kurutulan ve öğütülen bitki örneklerinden 0,5 g alınarak 3 tekerrürlü olarak analiz yapılmıştır. Bitki örneklerinin P, Ca, K, Mg, Na, B, Mn, Fe, Zn ve Cu içerikleri nitrik asit-hidrojen peroksit (2:3) ile 3 farklı adımda (1. Adım; 145 °C’de %75 mikrodalga gücünde 5 dakika, 2. Adım; 180 °C’de %90 mikrodalga gücünde 10 dakika ve 3. Adım 100 °C’de %40 mikrodalga gücünde 10 dakika) 40 bar basınca dayanıklı mikrodalga yaş yakma ünitesine (CEM Mars Xpress. USA) tabi tutulduktan (Mertens, 2005a) sonra ICP OES spektrofotometresinde (Inductively Couple Plasma spectrophotometer) (Thermo Scientific, ICAP 6300 Duo. ICP/OES. USA) okunmak suretiyle belirlenmiştir (Mertens, 2005b).

Organik Asit

Organik asit analizleri Flores ve ark. (2012)’na göre yapılmıştır. Organik asitlerin analitik ölçümünde 15,6 µM oksalik asit, propionik asit, bütirik asit, 66,6 µM tartarik asit, 74,6 µM malik asit, 339 µM süksinik asit, 96 µM malonik asit, 5,7 µM askorbik asit, 1,7 µM maleik asit, 95,1 µM sitrik asit ve 1,7 µM fumarik asit karışımını içeren organik asitler kullanılmıştır. Standartlar hazırlanmış ve her bir organik asit karışımı HPLC ile okunarak en yüksek noktalar belirlenmiştir.

Çalışmada ölçümler sonucunda elde edilen veriler, SPSS 13 paket programında, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırmaları yapılmış ve farklılıkları ortaya konulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Fenolojik Özellikler

San Andreas çilek çeşidinde en erken çiçeklenme ilk yıl 2-4 Haziran (V30, V45) ikinci yıl ile 4-6 Nisan 2020 (V60) tarihinde gerçekleşmiştir. İlk hasat 22-24 Haziran 2019 (V45, V60) ile 30 Nisan-2 Mayıs 2020 (15x15x15, V15, V30, V45, V60) tarihleri tarihlerinde yapılmıştır. Çalışmanın birinci yılında son hasatın 15-17 Ekim (Kontrol) ile 19-21 Kasım (V60), ikinci yılında 3-5 Kasım (K) ile 9-11 Kasım (V30, V45, V60) tarihleri arasında (Çizelge 2) olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar arasında çiçeklenme ve derim tarihleri bakımından önemli farklılıklar olmadığı belirlenmiştir.

Bitki Başına Meyve Sayısı

Meyve sayısı bakımından, iki yıllık verilere göre vermikompost uygulamalarından en yüksek sonuç yetiştirme dönemi içerisinde 51,7 adet/bitki ile V45 uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla V30 (48,2 adet) ve V15 (43,0 adet) uygulamaları takip etmiştir ve uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Meyve Ağırlığı (g/meyve)

Vermikompost uygulamalarında meyve ağırlığının 9,95 g/meyve (K) ile 19,5 g/meyve (V60) arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Bitki Başına Verim

Meyve veriminde en yüksek değer V45 uygulamasında (972,8 g/bitki) elde edilirken, bunu V30 (878,9 g/bitki), V60 (784,1 g/bitki), V15 (776,6 g/bitki), mineral gübre (645,0 g/bitki) ve kontrol (384,2 g/bitki) uygulamaları takip ettiği belirlenmiştir. Sonuçlar, bitki başına verimde uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermiştir.

Arancon ve ark. (2004) Chandler çilek çeşidinde 5-10 ton/hektar vermikompost uygulamasının verimi önemli derecede (yaklaşık %40) arttırdığı saptamışlardır. Çalışma sonunda; 5 ve 10 ton/hektar vermikompost uygulamasının çilek verim miktarında birbirine benzer sonuçlar elde etmiş ve dolayısıyla çileğin gelişim hızı ve ürün miktarının vermikompost dozuna bağlı olmadığını belirtmişlerdir. Singh ve ark. (2008) farklı vermikompost seviyesinin (2,5, 5,0, 7,5 ve 10,0 t/ha) Chandler çilek çeşidinde toplam verimi %32,7 (7,5 t/ha) oranında artırdığını tespit etmişlerdir. Ameri et al. (2012) dört solucan gübresi (%0, %5, %15 ve %25) ve üç çeşitten (Camarosa, Mrak ve Selva) oluşan uygulamalarında en yüksek gövde çapı, meyve boyu ve verim Mrak çeşidinde %5 vermikompost (sırasıyla 19,45 mm, 4,47 cm ve 264,143 g) uygulamasında elde etmişlerdir. Araştırmacılar vermikompost uygulanmasının verim indekslerini iyileştirdiğini belirtmişlerdir. Uygulamalara göre daha fazla meyve sayısını (26,63) Selva çeşidi %15 vermikompost, en yüksek ortalama meyve ağırlığını (12,33 g) ile Selva %25 vermikompost uygulamasından elde etmişlerdir. Srivastav ve ark. (2018), Chandler çilek çeşidinde verimi 270 g/bitki, Soni ve ark. (2018) Sweet Charlie çilek çeşidinde 144,8 g/bitki olarak tespit etmişlerdir. Yadav ve ark. (2020) Camarosa çilek çeşidinde 97 g/bitki, Kılıç ve ark. (2021) Albion çilek çeşidinde vermikompost uygulamasına bitki başına verimi 190,61 g/bitki elde edildiğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda, verim değerleri diğer araştırmalardan daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Çilek yetiştiriciliğinde bitki başına verim değerlerinin yetiştirildiği yer, çeşit, uygulama ve ekolojiye göre değişebilmektedir. Çilek meyve iriliği ise bir çeşit özellik olup, gübrelerin çevre koşulları yanında gece ve gündüz sıcaklık farkları da etkili olabilmektedir.

Çizelge 2. San Andreas çilek çeşidinde ait ilk çiçeklenme ilk ve son derim tarihleri

Table 2. Dates of first blooming first and last harvest of San Andreas strawberry variety

Uygulama	Yıllar	İlk Çiçeklenme	İlk Derim	Son Derim
Kontrol	2019	5-7 Haziran	23-25 Haziran	15-17 Ekim
	2020	10-12 Nisan	2-4 Mayıs	3-5 Kasım
15×15×15	2019	3-5 Haziran	23-25 Haziran	18-20 Ekim
	2020	6-8 Nisan	30 Nisan-2 Mayıs	4-6 Kasım
V15	2019	3-5 Haziran	23-25 Haziran	18-20 Ekim
	2020	6-8 Nisan	30 Nisan-2 Mayıs	8-10 Kasım
V30	2019	2-4 Haziran	23-25 Haziran	18-20 Ekim
	2020	5-7 Nisan	30 Nisan-2 Mayıs	9-11 Kasım
V45	2019	2-4 Haziran	22-24 Haziran	19-21 Ekim
	2020	5-7 Nisan	30 Nisan-2 Mayıs	9-11 Kasım
V60	2019	3-5 Haziran	22-24 Haziran	19-21 Ekim
	2020	4-6 Nisan	30 Nisan-2 Mayıs	9-11 Kasım

Çizelge 3. San Andreas çilek çeşidinde deneme gruplarının meyve verim değerleri

Table 3. Fruit yield values of experimental groups in San Andreas strawberry cultivar

Uygulamalar	Bitki Başına Meyve sayısı (Adet)	Meyve Ağırlığı (g)	Bitki Başına Meyve Ağırlığı (g)
Kontrol	39,0 ^b	9,95 ^a	384,2 ^a
15×15×15	35,2 ^a	18,3 ^b	645,0 ^b
V15	43,0 ^c	18,1 ^b	776,6 ^c
V30	48,2 ^d	18,2 ^b	878,9 ^d
V45	51,7 ^e	18,8 ^{bc}	972,8 ^e
V60	40,3 ^b	19,5 ^c	784,1 ^c

*Aynı satırda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05)

Çizelge 4. San Andreas çilek çeşidine ait meyve tat ve koku değerleri

Table 4. Fruit taste and odor values of the San Andreas strawberry variety

Uygulama	Tat	Koku
Kontrol	3,4	2,7
15×15×15	3,8	2,4
V 15	3,4	2,5
V 30	4,3	2,9
V 45	4,2	3,1
V 60	3,9	2,8

Meyve Tadı

Çilek meyvesinde tat ve koku önemli kalite parametreleri arasında yer alması nedeni ile uygulamalara duysal tat ve koku analizleri yapılmıştır. Duysal tat puanları en yüksek V30 (4,3) ve V45 (4,2) uygulamalarında belirlenmiş olup V0 (3,9), mineral gübre (3,8), V15 (3,4) ve kontrol (3,4) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4). Duysal koku puanları en yüksek V45 (3,1), V30 (2,9), V60 (2,8) uygulamalarında saptanmış bunu kontrol (2,7), V15 (2,5) ve mineral gübre (2,4) uygulamaları izlemiştir. Çilek meyve ve koku değerleri vermikompost uygulanan bitkilerin meyvelerinde daha yüksek puan almışlardır. Sinha ve ark. (2009), solucan gübresi kullanan Hindistan'daki bazı çiftçilerle yaptığı görüşmede meyve ve sebzelerin daha iyi tat ve dokuya sahip olduğu ve kimyasallarla yetiştirilenlerden 2-3 gün fazla süre saklanabildiğini belirtmişlerdir.

Makro ve Mikro Besin Elementi İçerikleri

Vermikompost uygulamalarının San Andreas çilek çeşidinin yapraklarındaki makro ve mikro besin element konsantrasyonuna ait veriler Çizelge 5'de sunulmuştur. Vermikompost uygulamaları arasındaki en düşük azot (N) değeri %2,63 ile V15, en yüksek değer ise %2,82 ile V60 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 5). Tagliavini ve ark. (2004) yapraktaki nitrojen sınır konsantrasyonunun %0,9-2,02, Pritts (2015) ise yapraktaki azot yeterlilik konsantrasyonunun %2,0-2,8 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Arancon ve ark. (2006), çilekte vermikompost uygulanan topraklarda amonyum azotu ve nitrat azotu değerlerini kontrole göre daha yüksek bulmuşlardır. Şener ve Türemis (2016)'da organik olarak yetiştirilen Albion çilek çeşidinin azot konsantrasyonunun %2,54, Kılıç ve ark. (2021) vermikompost uygulanan Albion çilek çeşidinin azot konsantrasyonunun %2,01 olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızdaki bulgular da azot konsantrasyonunun yeterli olduğunu göstermektedir.

Çalışmada uygulamalar içerisinde en yüksek yaprak P içeriği %0,41 (V60), en düşük yaprak P içeriği %0,25 (kontrol) olarak belirlenmiştir. Uygulamalar seviyeleri arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur ($P<0,05$). Jones ve ark. (1991), yaprağın fosfor yeterlilik düzeyinin %0,25-1,00 arasında olduğunu belirtmiştir. Hassan (2015), Sweet Charlie çilek çeşidinde %100 kompost uygulamasında fosfor değeri ilk yıl %0,56, ikinci yıl %0,51, Kılıç ve ark. (2021) Albion çeşidi yaprak fosfor konsantrasyonunun %0,50-0,73 arasında olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada uygulanan gübrelere fosfor konsantrasyonu yeterlilik sınırları içinde olup Jones ve ark.'nın bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda en yüksek yaprak K içeriği V60 uygulamasından (%2,12) elde edilirken, en düşük içerik değeri kontrol uygulamasından (%2,02) elde edilmiştir. Ancak meydana gelen bu farkların anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Jones ve ark. (1991), yaprağın potasyum yeterlilik düzeyinin %1,30-3,00 arasında olduğunu belirtmiştir. Şener ve Türemis (2016), Albion çilek çeşidinin potasyum konsantrasyonunu %1,50, Kılıç ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada en yüksek potasyum konsantrasyonu vermikompost gübresi uygulanan yapraklarda (%1,36) tespit etmişlerdir. Elde edilen veriler göz önüne alındığında potasyum konsantrasyonu tüm uygulamalarda yeterli seviyede bulunmuştur.

Bu çalışmada yaprak Ca konsantrasyonu %1,42-1,82 aralığında ve en yüksek değer mineral gübre uygulamasında (%1,87) bulunmuştur. Pritts (2015) yapraktaki kalsiyum yeterlilik konsantrasyonunun %0,7-1,7 arasında olduğunu bulmuştur. Kılıç ve ark. (2021) yürüttükleri çalışmada yaprak kalsiyum değerlerini %0,96-1,20 arasında belirlemişlerdir. Bu çalışmada uygulanan gübrelere kalsiyum konsantrasyonu da yeterlilik sınırları içindedir.

Uygulamaların yapraktaki en yüksek Mg değeri V30 ve V45 uygulamalarında elde edilmiş olup, değerler %0,19-0,30 arasında tespit edilmiş olup uygulamalar arasında meydana gelen farklılıklar anlamlı bulunmuştur ($P<0,05$). Jones ve ark. (1991), yaprağın magnezyum yeterlilik konsantrasyonunun %0,25-1,00 arasında olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada yaprakların toplam magnezyum konsantrasyonunun kontrol grubu dışında yeterli olduğu söylenebilir.

Çalışmada vermikompost seviyeleri açısından en yüksek yaprak Mn içeriği 79,70 mg kg⁻¹ ile V45 uygulamasından, en düşük Mn içeriği 74,02 mg kg⁻¹ ile V15 uygulamasından elde edilmiştir. Yaprak Fe, Zn ve B içerikleri incelendiğinde ise sırası ile en yüksek değerler V60 (191,08 mg kg⁻¹), V60 (24,89 mg kg⁻¹) ve V45 (19,46 mg kg⁻¹) uygulamalarından; en düşük değerler ise V15 (174,03 mg kg⁻¹, 18,48 mg kg⁻¹, 17,02 mg kg⁻¹) uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 5). Jones ve ark. (1991), çileklerdeki yaprak demir konsantrasyonunun 50-200 ppm arasında yeterli olduğunu bildirmiştir. Çalışmada elde ettiğimiz yaprak demir konsantrasyonu bu değerlerin arasındadır. Pritts (2015), yaprak manganez yeterlilik konsantrasyonunun 50 ppm ile 200 ppm, Jones ve ark. (1991) yaprak çinko yeterlilik konsantrasyonunun 20 ppm ile 200 ppm arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde ettiğimiz yapraktaki toplam manganez ve çinko değeri tüm uygulamalarda yeterli olduğu belirlenmiştir.

San Andreas Çilek Çeşidine Ait Organik Asit Miktarları

Organik asitler insan sağlığı açısından büyük öneme sahip olmalarının yanında, meyvelerin organoleptik özelliklerini etkileyen önemli bir faktördür (Lee, 1993). Meyve asitliğini belirlemede kantitatif olarak en önemli fark olan organik asitler, meyvede düşük miktarda bulunmaları halinde meyve tatlı, yüksek miktarda bulunmalarında ise meyve ekşi tada sahip olmaktadır (Savran, 1999; Cemeroglu ve ark., 2004). Araştırmamızda okzalik asit 3,85 µg/100 g (15×15×15) ile 5,62 µg/100 g (V60), propionik asit 8,06 µg/100 g (kontrol) ile 11,16 µg/100 g (V60), tartarik asit 14,01 µg/100 g (kontrol) ile 22,69 µg/100 g (V30), sitrik asit 61,74 µg/100 g (kontrol) ile 72,75 µg/100 g (V45), fumarik asit değerleri 15,31

µg/100 g (V15) ile 26,64 µg/100 g (V60) arasında belirlenmiştir (Çizelge 6). Meyvelerde bulunan en yaygın asitler tartarik, malik ve sitrik asittir. Kılıc ve ark. (2021) organik ve kimyasal gübre uyguladıkları çilek çeşitlerinde en yüksek sitrik asit miktarını (%1,184) Albion çeşidinde (kimyasal gübre), en düşük (%0,655) sitrik asit içeriğini Monterey çeşidinde (kimyasal gübre); en yüksek malik asit içeriğini (%0,769) Albion (kimyasal gübre) en düşük malik asit içeriğini (%0,244) San Andreas (organik gübre); en yüksek süksinik asit içeriğini (%0,299) ile Monterey çeşidinde (organik gübre) tespit etmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen bazı araştırmalardaki değerlerden yüksek, bazılarında ise düşük olduğu görülmüştür. Bu farklılıklar, çalışma materyallerinin farklı genetik özelliklerine, iklim koşullarına ve diğer çevresel faktörlere bağlanabilir.

Çizelge 5. San Andreas çilek çeşidine ait makro ve mikro besin elementi içerikleri

Table 5. Macro and micro nutrient contents of San Andreas strawberry variety

Uygulamalar	N	P	K%	Ca	Mg	S
Kontrol	1,95 ^a	0,25 ^a	2,02 ^a	1,42 ^a	0,19 ^a	0,10 ^a
15×15×15	2,78 ^c	0,36 ^b	2,10 ^b	1,87 ^c	0,25 ^b	0,17 ^c
V15	2,63 ^b	0,32 ^b	2,05 ^a	1,65 ^b	0,22 ^{ab}	0,14 ^b
V30	2,71 ^b	0,39 ^{bc}	2,07 ^a	1,70 ^b	0,30 ^{bc}	0,14 ^b
V45	2,77 ^c	0,39 ^{bc}	2,09 ^a	1,83 ^c	0,30 ^{bc}	0,17 ^c
V60	2,82 ^c	0,41 ^c	2,12 ^b	1,82 ^c	0,27 ^b	0,16 ^c
Uygulamalar	Mn	Fe	Zn(mg kg ⁻¹)	B		
Kontrol	65,72 ^a	142,80 ^a	17,97 ^a	13,30 ^a		
15×15×15	79,04 ^c	182,00 ^c	24,55 ^c	16,00 ^b		
V15	74,02 ^b	174,03 ^b	18,48 ^a	17,02 ^b		
V30	76,32 ^b	186,48 ^d	20,43 ^b	18,04 ^c		
V45	79,70 ^c	185,50 ^{cd}	23,55 ^c	19,46 ^c		
V60	79,44 ^c	191,08 ^e	24,89 ^c	18,30 ^c		

*Aynı satırda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05)

Çizelge 6. San Andreas çilek çeşidine ait organik asit miktarları (µg/100 g)

Table 6. Macro and micro nutrient contents of San Andreas strawberry variety

Uygulamalar	Okzalik	Propionik	Tartarik	Bütirik	Malonik	Malicacid	Laktik
Kontrol	4,08 ^{ab}	8,06 ^a	14,01 ^a	44,82 ^a	47,41 ^{bc}	13,69 ^{ab}	64,52 ^a
15×15×15	3,85 ^a	9,11 ^{ab}	20,62 ^c	42,36 ^a	45,81 ^b	13,72 ^{ab}	65,79 ^a
V15	5,45 ^c	10,01 ^b	15,00 ^a	64,72 ^c	45,83 ^b	12,92 ^a	69,35 ^{ab}
V30	4,49 ^b	10,06 ^b	22,69 ^d	67,00 ^c	42,99 ^a	20,60 ^d	95,43 ^d
V45	5,57 ^c	9,05 ^{ab}	19,28 ^b	76,39 ^d	52,44 ^c	17,63 ^c	81,12 ^c
V60	5,62 ^c	11,16 ^c	19,51 ^b	60,97 ^b	49,00 ^c	24,92 ^e	104,98 ^e
Uygulamalar	Sitrik	Maleik	Fumarik	Süksinik			
Kontrol	56,27 ^a	18,26 ^b	18,56 ^b	61,74 ^a			
15×15×15	63,90 ^{bc}	14,22 ^a	15,56 ^a	80,81 ^b			
V15	69,01 ^d	15,23 ^{ab}	15,31 ^a	112,01 ^e			
V30	60,63 ^b	27,78 ^d	22,02 ^c	91,54 ^c			
V45	72,75 ^e	35,00 ^e	18,06 ^b	100,69 ^d			
V60	54,56 ^a	22,78 ^c	26,64 ^d	102,52 ^d			

*Aynı satırda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05)

Sonuç

Kimyasal gübrelemeye hassas olan çilek yetiştiriciliğinde verimlilik ve kalitenin artması, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının iyileştirilmesi ve çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla vermikompost gibi organik gübrelerin kullanımı ile toprak ve bitki verimliliği üzerindeki etkilerinin ortaya konulması oldukça önemlidir. Son yıllarda dünyada ve ülkemizde çevresel duyarlılığın artması ve kaliteli ürün tüketiminin benimsenmesiyle organik gübrelere olan ilgi her geçen gün artmaktadır.

Organik gübreler içerisinde vermikompost önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, farklı oranlarda vermikompost uygulamalarının sera koşullarında yetiştirilen çilekte (*Fragaria vesca* L.) bitki gelişimi, kalite özellikleri ve besin elementi içeriği üzerine etkileri incelenmiştir.

Farklı oranlarda uygulanan vermikompost uygulamalarında; meyve sayısı ve meyve verimi bakımından vermikompost uygulamalarından en yüksek

sonucu V45 (45 g/bitki), ortalama meyve ağırlığı bakımından V60 (60 g/bitki) vermikompost uygulamasından elde edilmiştir. Vermikompost uygulamalarının yapraktaki besin elementi düzeylerine önemli bir etkisi olduğu, organik asit miktarları yönünden önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda farklı oranlarda uygulanan vermikompost uygulamalarının çilek bitki gelişimi, kalite ve bitki besin elementi içeriği üzerine olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır. Çilek verim ve ortalama meyve ağırlığındaki bu artışın nedeni vermikompost uygulaması ile mikrobiyolojik aktivitede, iyi beslenme ve stres koşullarına toleransda artış ile açıklanabilir. Çilek yetiştiriciliğinde vermikompostun en doğru doz ile toprağa uygulanması sonucunda bitki gelişimi, meyve verim ve kalitesinin artırılmasında oldukça önemli oranda etkileyebilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma, Bayburt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (Proje Numarası: 01-69001-11) tarafından desteklenmiştir.

Bilgi

Çalışma, II. International Journal of Agriculture-Food Science and Technology (TURJAF 2021) kongresinde özet bildiri (sözlü sunum) olarak yer almıştır.

Kaynaklar

Ağaoğlu YS. 1986. Üzümstü Meyveler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 984, Ankara.

Ameri A, Tehranifar A, Shoor M, Davarynejad GH. 2012. Study of the effect of vermikompost as one of the substrate constituents on yield indexes of strawberry. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants, 4 (3): 241-6.

Anonim 2021. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>.

Anonim 2018. Tarımda Toprak Ve Suyun Sürdürülebilir Kullanımı Özel İhtisas Komisyonu Raporu. T.C. Kalkınma Bakanlığı On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), 75 s, Ankara.

Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P, Welch C, Metzger JD. 2004. Influences of vermikomposts on field strawberries: 1. effects on growth and yields. Bioresource Technology, 93:145-53.

Bellitürk K, Görres JH. 2012. Balancing vermikomposting benefits with conservation of soil and ecosystems at risk of earthworm invasions. VIII. International Soil Science Congress on Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management, p.302-6, Çeşme-İzmir.

Çakmakçı R, Erdoğan Ü. 2015. Organik Tarım. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, s. 369, Erzurum.

Cengiz Ö. 2007. Erzurum şartlarında yetiştirilen çileğin verim ve kalitesinin sezon içerisindeki değişimi ve bu özelliklerin iklim verileri ile ilişkisinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.

Çevik İ, Erhan M. 2003. Bazı üzümstü meyve çeşitlerinin teknolojik özellikleri üzerine araştırmalar. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi, 3: 1-6.

Engelstad OP. 1985. Fertilizer technology and use. Soil Science Society of America, Third Edition, 621, Madison.

Flores P, Hellin P, Fenoll J. 2012. Determination of organic acids in fruits and vegetables by liquid chromatography with tandem-mass spectrometry. Food Chemistry, 132: 1049-54.

Haktanır K, Arcak S. 1998. Çevre Kirliliği. Ankara Üniversitesi Yayın No: 1503, Ders Kitabı: 457, Ankara.

Huang K, Li F, Wei Y, Chen X, Fu X. 2013. Changes of bacterial and fungal community compositions during vermikomposting of vegetable wastes by "Eisenia foetida". Bioresource Technology, 150: 235-41.

İlay R, Kavdir Y, Sümer A. 2013. The effect of olive oil solid waste application on soil properties and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.). International Biodeterioration & Biodegradation, 85: 254-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2013.07.008>.

Jones JR, Wolf B, Mills HA. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro Macro Publishing Inc., ISBN 13: 9781878148001.

Karaduva L, Kurnaz Bilgener Ş. 1994. Samsun ekolojik koşullarında çileklerde yaz dikim zamanının belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9: 1-11.

Kilic N, Burgut A, Gündesli MA, Nogay G, Ercisli S, Kafkas NE, Ekiert H, Elansary HO, Szopa A. 2021. The effect of organic inorganic fertilizers and their combinations on fruit quality parameters in strawberry. Horticulturae, 7: 354. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae7100354>.

Kılıç N, Turemis NF, Dasgan HY. 2021. The effect of fertilizers on crop yield, fruit quality and plant nutrition of organically grown strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). Applied Ecology and Environmental Research, 19:2201-11. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1903_22012211.

Kılıçel İ. 2005. Bazı çilek çeşitlerinin van ekolojik koşullarında fide verim özelliklerinin belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van.

Lazcano C, Revilla P, Malvar RA, Dominguez J. 2011. Yield and fruit quality of four sweet corn hybrids (*Zea mays*) under conventional and integrated fertilization with vermikompost. Journal of the Science of Food and Agriculture, 91:1244-53.

Lee HS. 1993. HPLC method for separation and determination of nonvolatile organic acids in orange juice. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 41:1991-3.

Mertens D. 2005a. AOAC Official Method 922.02. Plants Preparation of Laboratory Sample, Official Methods of Analysis. 18th edn. Horwitz W, Latimer GW. (Eds). Chapter 3. pp1-2. AOAC-International Suite 500 481, North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.

Mertens D. 2005b. AOAC Official Method 975.03. Metal in Plants and Pet Foods Official Methods of Analysis. 18th edn. Horwitz W, Latimer GW. (Eds). Chap ter 3. pp 3-4. AOAC-International Suite 500 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.

Özbek S. 1987. Genel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Kitabı, No:31, 386 s, Adana.

Pritts M. 2015. Berry soil and nutrient management. A Guide for Educators and Growers, Chapter 6, Cornell University.

Sener S, Turemis NF. 2016. Effects of several cultivars, mulch and fertilizer applications on plant growth and development criteria and plant's nutrition elements uptake in organic strawberry plantation in Nevşehir city. Asian Journal of Agriculture and Rural Development, 6: 221-8.

Singh R, Sharma RR, Kumar S, Gupta RK, Patil RT. 2008. Vermikompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). Bioresource Technology, 99: 8507-11.

Sinha R, Herat S, Valani D, Chauhan K. 2009. Earthworms vermikompost: a powerful crop nutrient over the conventional compost & protective soil conditioner against the destructive chemical fertilizers for food safety and security. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 5: 1-55.

Srivastav A, Singh KB, Pandey R, Sing 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: 2841-44.

- Tagliavini M, Bald E, Westby R, Raynal-Lacroix C, Lieten P, Solo T, Faedi W. 2004. Uptake and partitioning of major nutrients by strawberry plants. *Acta Horticulturae*, 649: 197-200. DOI:<https://10.17660/Acta Hortic.2004.649.36>.
- Traşcı S, Erdoğan Ü, Aksakal V. 2020. Türkiye’de organik tarım. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 11:2348-54. DOI:<https://10.24925/turjaf.v8i11.2348-2354.3505>.
- Türemiş N, Ağaoğlu YS. 2013. Çilek, Üzümsü Meyveler. Ed: Ağaoğlu S., Gerçekcioğlu R. Tomurcukbağ Ltd. Şti. Eğitim Yayınları, 1:57-120, Ankara.
- Türemiş N, Özgüven AI, Paydaş S. 2000. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Çilek Yetiştiriciliği. Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi, TÜBİTAK TARP Yayınları, Ankara.
- Yadav P, Mishra KK, Yadav KA, Pandey G, Kumar V. 2020. Effect of organic manure, NPK and mulching on better growth, yield and quality of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) cv. Camarosa. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 9: 1489-95. DOI: <https://doi.org/10.22271/phyto.2020.v9.i2y.11063>.
- Yılmaz H. 2009. Çilek. Hasad Yayıncılık, s: 348, Türkiye.