



Yemekhane atıklarından hazırlanmış farklı kompostların marulun gelişimi ve mineral beslenmesi üzerine kısa dönem etkisi

✉ Cennet YAYLACI, ✉ Şevkiye Armağan TÜRKAN, ✉ Süleyman KILDIR,
✉ Ramazan UÇAR, ✉ İbrahim ERDAL*,

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta

Öz

Bu çalışma, yemekhane atıklarından hazırlanan farklı kompostların marulun gelişimi, mineral beslenmesi ve besin elementi alımı üzerine etkisini incelemek amacıyla sera koşullarında yürütülmüştür. Denemede %50 yemekhane atığı + %25 budama atığı + %25 çim karışımı (K1), %30 yemekhane atığı + %70 budama atığı karışımı (K2), %50 yemekhane atığı + %10 sığır gübresi + %25 budama atığı + %5 çim + %10 yaprak (K3), %50 yemekhane atığı + %50 budama atığı (K4) atığından oluşan 4 farklı kompost kullanılmıştır. Her komposttan dekara 0 (kontrol), 250 ve 500 kg da⁻¹ olmak üzere üç doz uygulanmıştır. Sonuçlara göre en yüksek bitki kuru ağırlık değeri (3.63 g bitki⁻¹) ile K1'in 500 kg da⁻¹ dozunda elde edilmiştir. Ortalamalara göre, K1, K2 ve K4'ün bitki kuru ağırlığı üzerine benzer etki gösterdiği ve K3'e göre daha etkili olduğu görülmüştür. Doz ortalamalarına bakıldığında 250 kg da⁻¹ dozunun en etkili, 0 kg da⁻¹ dozunun ise en etkisiz doz olduğu gözlenmiştir. En yüksek N içerikleri, kontrol grubunda en yüksek P içeriği K3'ün 500 kg da⁻¹ dozunda, en yüksek K içeriği ise K1'in 250 kg da⁻¹ dozunda yetişen bitkilerden elde edilmiştir. En yüksek Mn ve Cu içerikleri K2 uygulamasının 500 kg da⁻¹ ve 250 kg da⁻¹ dozlarından elde edilmiştir. Ortalama değerlere bakıldığında, artan kompost dozlarının bitkinin K ve Mn içerikleri üzerine olumlu etkileri olurken, N, P, Ca ve Cu üzerine etkileri benzer ya da olumsuz olmuştur. Toprakta en fazla N, kontrol grubu bitkiler, en fazla P ve K ise 500 kg da⁻¹ kompost uygulanan bitkilerle alınmıştır. Toprakta kaldırılan besin elementi miktarları genel olarak kontrole kıyasla uygulama dozlarıyla artmış, fakat dozlar arasında anlamlı farklıklar belirlenmemiştir. Diğer yandan, artan kompost dozlarının topraktan kaldırılan N'ye etkisinin olumsuz olduğu belirlenmiştir. Kompost uygulamaları marul verimini artırmış ancak bitkinin mineral beslenmesi üzerinde genellikle anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Elde edilen kuru ağırlık değerlerine bakıldığında, K1, K2 ve K4 kompostlarından 250 kg da⁻¹ dozunun uygun olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Kompost, marul, organik madde, verim.

Short-term effect of different composts prepared from cafeteria waste on the growth and mineral nutrition of lettuce

Abstract

This study was conducted under greenhouse conditions to examine the effects of different composts on the growth, mineral nutrition and nutrient uptake of lettuce. In the experiment, 4 different composts were used. These are: 50% kitchen waste + 25% branch pruning waste + 25% grass mixture (K1), 30% kitchen waste + 70% branch pruning waste mixture (K2), 50% kitchen waste + 10% cattle manure + 25% branch pruning waste + 5% grass + 10% leaves (K3), 50% kitchen waste + 50% branch pruning waste (K4). Three doses of each composts as 0 (control), 250 and 500 kg da⁻¹ were used. According to the results, the highest dry weight (3.63 g plant⁻¹) was obtained at 500 kg da⁻¹ dosage of K1. A similar effect was observed in the averages of K1, K2 and K4 compared to K3. Dosages means indicated that the most effective dosage was 250 kg da⁻¹, however 0 kg da⁻¹ was the most in effective. In terms of N concentrations, the control dosages of all composts gave the highest results, the highest results in P values was seen in plants grown at 500 kg da⁻¹ dose of K3, and the highest result in K values was seen in plants grown at 250 kg da⁻¹ dose of K1. The highest Mn and Cu concentrations were obtained from 500 kg da⁻¹ and 250 kg da⁻¹ doses of K2 application. If a comparison is made according to doses, the effects of increasing doses on N, P, Ca, Mg and Cu were similar or negative, and

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 (505) 926 8841

E-posta : ibrahimerdal@isparta.edu.tr

Makale Türü: **ARAŞTIRMA MAKALESİ**

Geliş Tarihi : 30 Temmuz 2024

Kabul Tarihi : 11 Eylül 2024

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.1524891

positive on K and Mn. There were not significant differences among the most composts in terms of nutrient concentrations. The highest N was taken by the control group plants, and the most P and K by the plants applied with 500 kg da⁻¹ compost. The amount of removed nutrients from the soil generally increased with the application doses compared to the control, but no significant differences were determined between the doses. Compost applications increased lettuce yield, but generally no significant effect was observed on the mineral nutrition of the plant. When the dry weight values obtained were examined, it could be said that 250 kg da⁻¹ dose of K1, K2 and K4 composts was appropriate.

Keywords: Compost, lettuce, organic matter, yield.

© 2024 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Bitkisel üretimden sürekli olarak yüksek ve kaliteli verim elde edilmesinin en önemli koşullarından birisi, toprak verimliliğinin korunmasıdır. Artan tarımsal ürün ihtiyacının karşılanabilmesi adına bilinçsiz bir şekilde kullanılan kimyasal gübreler, çevresel sorunların yanında topraklarda kirlenme problemine ve verim kaybına yol açtığı bilinen bir gerçektir. Bu nedenle, çevre kirliliğini azaltma, toprakların sürdürülebilir kullanımını sağlama ve üreticinin yüksek kimyasal maliyetleri ile oluşan ekonomik yükün azaltılmasına katkı sağlamak için, organik gübre kullanımının artırılması gereklidir. Tarımsal üretimde hasat sonrası kullanılmayan bitkisel artıklar, ahır gübreleri, çiftlik atıkları, sanayi atıkları, mutfak atıkları gibi çeşitli organik materyaller doğrudan veya farklı yöntemler kullanılarak dönüştürüldükten sonra toprağa uygulanabilir. Bu materyaller toprakta organik madde kapsamını artırmak, toprak özelliklerini iyileştirmek ve bitkilere besin maddesi sağlamak suretiyle bitkisel üretimde verim ve kalite artışına çeşitli katkılar sağlamaktadır. Toprak organik maddesinin en bilinen özellikleri arasında; su tutma ve havalanma kapasitesini düzenlemek, strüktür oluşumuna katkı sağlamak, yüzeyde kabuk tabakasının oluşumunu azaltmak toprak fiziksel özelliklerini iyileştirmekte ve bitki gelişimine iyi bir ortam hazırlamak gelmektedir. Bunların yanında mikroorganizmalara enerji kaynağı olmak, tarım ilaçları ve ağır metaller gibi kirleticinin oluşturacağı olumsuz etkileri azaltmak, pH ve tuzluluk değişimlerine karşı tamponlama görevi görmek ve içeriğindeki besin elementlerinin mineralizasyonu ile bitkilere doğrudan besin elementi temin etmek gibi faydaları bulunmaktadır (Taban ve ark., 2013; Guo ve ark., 2019; Yaylacı ve Erdal, 2021). Topraktaki organik maddeler çeşitli yollarla hızla azalır. Özellikle tarımın yoğun olarak yapıldığı ve dış organik madde yokluğunda toprak verimliliğinin hızla azaldığı bölgelerde bu azalma çok daha hızlı olmaktadır. Bu durumu önlemenin en etkili yolu toprağa organik madde kazandırmaktır. Toprak verimliliğini korumak ve arttırmak amacıyla kompost uygulamaları son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Çeşitli organik malzemelerden yapılan kompost, toprağın çeşitli özelliklerine olumlu katkılarından dolayı önemli bir tarımsal girdidir (Üçok ve ark., 2019; Zandvakili ve ark., 2019; Yavuzkılıç ve Gülser, 2024). Kompost içerisindeki besin maddeleri, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddesi miktarını karşılamaya yeterli olmasa da organik madde içeriği gibi diğer özellikler bitkilerin mineral beslenmesini, verimini ve kalitesini arttırabilmektedir (Atiyeh ve ark., 2000; Gutierrez- Miceli ve ark., 2007; Joshian ve Vig, 2010). Organik maddenin ayrışması sırasında ortaya çıkan çeşitli ayrışma ürünleri, bir yandan çözünebilir besin maddelerinin toprakta yavaş salınımının çözümlülüğünü artırırken, diğer yandan besin maddelerini olumsuz toprak faktörlerine karşı korur. Hormon benzeri materyaller, vitaminler, enzimler ve humik materyaller köklerin ve toprak üstü bitkisel biyokütlelenin büyümesini arttırır (Erdal ve Ekinci, 2020). Kompostlama bitkisel ve hayvansal kökenli organik atıkların çeşitli yöntemlerle aerobik (oksijenli) koşullar altında mikrobiyolojik oksidasyonu ile elde edilen gübre değeri olan organik bir ürün elde edilme sürecidir (Zhang ve ark., 2014; Sönmez ve ark., 2016; Çerçioğlu, 2019). Kompost ilavesi, toprakta topraklanmayı ve stabiliteyi arttırarak toprak yapısını iyileştirmekte ve toprak organik maddesini arttırmaktadır. Toprakta yüzey sızdırmasını önleyerek su tutma kapasitesini arttırmakta; böylece yüzey akışı oluşumunu ve toprak erozyonunu azaltmaktadır. Diğer yandan biyolojik aktiviteyi ve bitkiler için besin bulunabilirliğini arttırmaktadır. Ayrıca kompost kullanımı toprak ve bitki hastalıklarını baskılamakta, toprağın verimliliğini arttırmaktadır. Bu da kimyasal gübrelerin ve hastalık kontrol maddelerinin kullanımının azaltılmasına olanak tanımaktadır. (Martínez-Blanco ve ark., 2013; Noble, 2011; Sharma ve ark., 2017; Ameen ve Al-Homaidan, 2021).

Bütün bunlar düşünüldüğünde çeşitli organik atıklardan elde edilen kompost materyallerinin tarımda kullanılması birçok açıdan avantaj sağlayacaktır. Bu çalışmada da yemekhane atıkları ile farklı organik materyallerin karışımından oluşturulmuş çeşitli kompostların marul bitkisinin gelişimi ve mineral beslenmesine etkisini incelemek amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2023 yılında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne ait cam serada yürütülmüştür. Deneme, tesadüf parselleri deneme deseni şeklinde dört farklı materyal, üç farklı doz ve üç tekrarlı olacak şekilde yürütülmüştür. Farklı karışımlardan elde edilen dört farklı kompostun içerikleri aşağıda belirtildiği gibidir;

- 1: K1 (%50 yemekhane atığı + %25 budama atığı + %25 çim)
- 2: K2 (%30 yemekhane atığı + %70 budama atığı)
- 3: K3 (%50 yemekhane atığı + %10 sığır gübresi + %25 budama atığı + %5 çim + %10 yaprak)
- 4: K4 (%50 yemekhane atığı + %50 budama atığı)

Kompostların üretiminde kullanılan materyallerden yemekhane atığı, üniversitenin öğrenci yemekhanesinden temin edilen meyve ve sebze kalıntılarında oluşmaktadır. Budama atığı ve biçilmiş çim peyzaj bölümünden temin edilmiş olup çam ve sedir ağaçlarının budama atıklarından oluşmaktadır. Sığır gübresi ise üniversitenin araştırma ve uygulama çiftliğinden temin edilmiştir. Denemede kullanılan kompostlar, *Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği* Bölümü tarafından döner tamburlu kompostlama ünitesi kullanılarak hazırlanmıştır.

Kompost materyallerinin her birinden 2 kg toprağa, dekara 0, 250 ve 500 kg olacak şekilde karıştırılmış, aynı zamanda tüm saksılara üre, triple süper fosfat ve potasyum sülfat gübreleri kullanılarak 200 mg kg⁻¹ N, 100 mg kg⁻¹ P, 100 mg kg⁻¹ K olacak şekilde temel gübreleme yapılmıştır.

Denemede kullanılan toprak hafif alkali reaksiyonlu (1/2.5 toprak/su, pH: 7.8) siltli-tın bünyeli (Bouyoucos, 1951) kireç içeriği yüksek (% 27 CaCO₃, Çağlar, 1949) organik madde içeriği ise orta seviyededir (% 1.4, Walkley ve Black 1934). Yarayıslı P seviyesi (NaHCO₃, Olsen 1954) düşük (7 ppm) olan toprağın K, Ca ve Mg içerikleri yüksektir (680 ppm K, 5600 ppm Ca, 900 ppm Mg, Jackson 1962). Deneme toprağının Mn içeriği (3 ppm) yetersiz, Cu içeriği (4 ppm) ise fazladır (Lindsay ve Norvell 1978). Denemede bitki materyali olarak kıvrıcık marul (*Lactuca Sativa*) kullanılmış ve iki ay boyunca gelişmeye bırakılmıştır. Süre sonunda bitkiler toprak yüzeyinden kesilerek hasat edilmiş, çeşme suyu ve saf sudan geçirildikten sonra yaş ağırlıkları alınarak 65°C de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş, kuru ağırlıkları alınmış ve öğütülmüştür. Öğütülen toprak üstü aksamda gerekli bitki besin elementi analizleri yapılmıştır. Bitkilerin toplam azot içerikleri Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Bremner, 1965). Diğer element analizleri için ise 0.5 g bitki örneği kül fırınında kuru yakılmış, saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Elde edilen süzükte toplam P vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemiyle spektrofotometrede, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu ve Zn içerikleri AAS de okunarak belirlenmiştir (Jones ve ark., 1991). Bitkinin topraktan aldıkları (kaldırdıkları) besin elementi miktarları ise kuru ağırlık değerleriyle besin elementi içeriklerinin çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri, MINITAB paket programında TUKEY çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bitki kuru ağırlıkları

Hasat sonrası ölçülen kuru ağırlık sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. En yüksek kuru ağırlık değeri 3.63 g bitki⁻¹ ile dekara 500 kg K1 kompostu uygulanmış saksılardan elde edilmiş olup, bu uygulamayla kontrol konularına göre yaklaşık % 56 lık bir artış gözlenmiştir. Ortalama değerlere göre bir değerlendirme yapılacak olursa, en düşük kuru ağırlık değeri 2.33 g ile kontrol dozunda, en yüksek ortalama ağırlık değeri ise 3.32 g ile 250 kg da⁻¹ dozundan elde edilmiştir. Doz ortalamalarına göre bir değerlendirme yapılırsa, artan dozlarla bitkinin kuru ağırlığını kontrole göre artırdığı, ancak dozların bu artış üzerine olan etkilerinin benzer olduğu görülmüştür. Kompost ortalamalarında en yüksek kuru ağırlık değeri K1 (3.16 g bitki⁻¹) ve K4 (3.09 g bitki⁻¹) kompostu uygulanan bitkilerde, en düşük sonuç ise K3 (2.70 g bitki⁻¹) kompostu uygulanan bitkilerde görülmektedir.

Çizelge 1. Bitki kuru ağırlıkları

Kompostlar	Uygulama dozları (kg da ⁻¹)			Ortalama
	0	250	500	
	Kuru ağırlık (g bitki ⁻¹)			
K1	2.33 C*	3.52 AB	3.63 A	3.16 a***
K2	2.33 C	3.27 AB	3.34 AB	2.98 ab
K3	2.33 C	2.90 BC	2.87 BC	2.70 b
K4	2.33 C	3.59 AB	3.34 AB	3.09 a
Ortalama	2.33 b**	3.32 a	3.29 a	

K1 (%50 yemekhane atığı + %25 budama atığı + %25 çim), K2 (%30 yemekhane atığı + %70 budama atığı), K3 (%50 yemekhane atığı + %10 sığır gübresi + %25 budama atığı + %5 çim + %10 yaprak), K4 (%50 yemekhane atığı + %50 budama atığı). * interaksiyon, ** doz, ***kompost: Aynı harfi paylaşan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir ($P>0.01$)

Toprak üstü aksam besin elementi içerikleri

Marul bitkisine ait bazı besin elementi sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Uygulamaların karşılıklı etkilerine (interaksiyon) bakıldığında her kompost için kontrol grubu bitkilerin en yüksek N içeriğine sahip olduğu ve uygulama dozları arttıkça bitkinin N içeriğinin genellikle azaldığı belirlenmiştir. Ortalama değerlere göre, dozların bitkilerde N içeriğine olan etkisine bakılacak olursa, en yüksek N değerinin uygulama yapılmayan kontrol grubunda olduğu görülmektedir. Kontrol grubu bitkilerde % 4.21 olarak belirlenen ortalama N içerikleri dekara 250 ve 500 kg kompost dozlarında sırasıyla, % 2.76 ve % 2.72 olarak ölçülmüştür. Kompost materyallerine ait ortalamalara göre bir değerlendirme yapıldığında ise, bitki N içeriğinin %3.12 ile % 3.35 arasında değiştiği, ancak bu değişim üzerinde kompost farklılığının anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

Bitkilerin P içeriği, kompost türü ve dozuna bağlı olarak düzensiz bir dağılım göstermiştir. En yüksek P içeriğine (%0.35) K3’ün 500 kg da⁻¹ dozunda ulaşılırken, en düşük P içeriği, K1’in 250 kg da⁻¹ dozundan elde edilmiştir. Diğer interaksiyonlar arasında ise anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Artan kompost dozlarının bitkinin P beslenmesi üzerine olumlu bir katkısı gözlenmemiş olup, K2 ve K3 kompostlarının diğerlerine göre daha etkili oldukları görülmüştür.

Bitkinin K beslenmesi üzerine doz x kompost interaksiyonu anlamlı etki göstermiş ve marulun K içeriği %1.98 (kontrol grupları) ile % 3.19 (K3, 500 kg da da⁻¹) arasında değişmiştir. Marulun K içeriği artan dozlarla artmış ancak 250 ve 500 kg da⁻¹ arasında anlamlı farklılık görülmemiştir. Bitkinin K içeriği üzerine K1, K2 ve K3 benzer etki derecesinde etki yaparak K4’e göre daha üstün oldukları görülmüştür.

Bitkinin Ca ve Mg içeriğine sadece uygulama dozlarının istatistiksel olarak etkili olduğu görülürken, bunların içinden de 0 (kontrol) ve 250 kg da⁻¹ dozları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur. Kontrol grubu bitkilerin ortalama Ca ve Mg içeriği sırasıyla % 1.75 ve % 0.24 iken, 250 kg da⁻¹ dozunda % 1.49 ve % 0.22 olarak ölçülmüştür.

Uygulamaların bireysel ve karşılıklı etkileri bitkinin Mn ve Cu içerikleri üzerine anlamlı bulunmuştur. Bitki Cu içeriklerine bakıldığında, en yüksek Cu değeri, 250 kg da⁻¹ K2 kompostu uygulanan bitkilerde, (5.3 mg kg⁻¹), en düşük Cu içeriği (3.0 mg kg⁻¹) ise 500 kg da⁻¹ K1 kompostu uygulanan bitkilerde belirlenmiştir. En yüksek Mn içeriği ise (48.0 mg kg⁻¹) 500 kg da⁻¹ K2 kompostu uygulanan bitkilerde belirlenirken, en düşük değer (32.3 mg kg⁻¹) kontrol grubuna ait bitkilerde belirlenmiştir. Dozların ortalamalarına bakıldığında uygulama dozlarının bitki Cu içeriğine etkisinin olmadığı, buna karşılık, artan dozlara bağlı olarak bitki Mn içeriklerinin 32.3 mg kg⁻¹ dan 39.3 ve 43.3 mg kg⁻¹ değerlerine yükseldiği belirlenmiştir. Yine ortalamalara bakıldığında, kompost farklılığı bitki Mn içeriğini etkilememiş, buna karşılık K2 ve K4 kompostlarının bitki Cu içeriği üzerine daha etkili oldukları görülmüştür.

Belirlenen besin elementi içerikleri tüm toprak üstü aksama aittir. Toprak üstü aksamın besin elementi içeriklerine göre bir değerlendirme ölçütü olmaması nedeniyle, bitkinin mineral beslenmesine ait net bir yorum yapma olanağı olmamıştır. Ancak marulun yaprak besin elementi içeriklerine göre yapılan değerlendirmeye göre bir yaklaşımda bulunulduğunda, bitkide belirlenen besin elementlerinin çoğunlukla yeter seviyenin altında olduğu söylenebilir (Jones ve ark., 1991).

Çizelge 2. Toprak üstü aksam N, P, K, Ca, Mg, Cu ve Mn içerikleri

Kompostlar	Uygulama dozları (kg da ⁻¹)			Ortalama
	0	250	500	
N (%)				
K1	4.21 A*	2.71 B	2.55 B	3.15
K2	4.21 A	3.04 B	2.81 B	3.35
K 3	4.21 A	2.86 B	2.80 B	3.29
K4	4.21 A	2.43 B	2.71 B	3.12
Ortalama	4.21 a**	2.76 b	2.72 b	
P (%)				
K1	0.24 B	0.15 B	0.20 B	0.20 b***
K2	0.24 B	0.24 B	0.22 B	0.23 ab
K 3	0.24 B	0.18 B	0.35 A	0.26 a
K4	0.24 B	0.16 B	0.23 B	0.21 b
Ortalama	0.24 a	0.18 b	0.25 a	
K (%)				
K1	1.98 C	2.88 AB	2.64 ABC	2.50 a
K2	1.98 C	2.89 AB	2.90 AB	2.58 a
K 3	1.98 C	2.25 BC	3.19 A	2.47 a
K4	1.98 C	1.97 C	2.20 BC	2.05 b
Ortalama	1.98 b	2.49 a	2.73 a	
Ca (%)				
K1	1.75	1.70	1.35	1.60
K2	1.75	1.63	1.60	1.66
K 3	1.75	1.35	1.93	1.68
K4	1.75	1.30	1.38	1.48
Ortalama	1.75 a	1.49 b	1.56 ab	
Mg (%)				
K1	0.24	0.22	0.25	0.24
K2	0.24	0.23	0.24	0.24
K 3	0.24	0.21	0.26	0.24
K4	0.24	0.21	0.22	0.23
Ortalama	0.24 a	0.22 b	0.24 a	
Mn (mg kg ⁻¹)				
K1	32.3 B	34.8 AB	46.5 AB	37.8
K2	32.3 B	42.8 AB	48.0 A	41.0
K 3	32.3 B	41.0 AB	44.0 AB	39.1
K4	32.3 B	38.8 AB	34.8 AB	35.3
Ortalama	32.3 b	39.3 a	43.3 a	
Cu (mg kg ⁻¹)				
K1	4.0 BCD	4.3 ABC	3.0 D	3.8 b
K2	4.0 BCD	5.3 A	4.0 BCD	4.4 a
K 3	4.0 BCD	3.5 CD	4.0 BCD	3.8 b
K4	4.0 BCD	3.5 CD	5.0 AB	4.2 ab
Ortalama	4.0	4.1	4.0	

K1 (%50 yemekhane atığı + %25 budama atığı + %25 çim), K2 (%30 yemekhane atığı + %70 budama atığı), K3 (%50 yemekhane atığı + %10 sığır gübresi + %25 budama atığı + %5 çim + %10 yaprak), K4 (%50 yemekhane atığı + %50 budama atığı). * interaksiyon, ** doz, ***kompost: Aynı harfi paylaşan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir ($P>0.01$)

Toprak üstü aksam tarafından besin elementi alımı

Çizelge 3'te bitkilerin topraktan aldıkları besin elementi miktarları verilmiştir. İnteraksiyona bağlı olarak bitkilerin topraktan saksı başına 80.3 mg ile 99.8 mg N kaldırdığı, fakat bu değişim istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte genellikle uygulama dozu ile birlikte azaldığı tespit edilmiştir. Dozların

ortalamalarında en fazla N kaldıran grup, 97.5 mg ile kontrol grubu bitkiler olurken, materyallerin ortalamalarında en fazla azot kaldıran grup (97.0 mg saksı⁻¹) K2 kompostu uygulanan bitkiler olmuştur.

Uygulamalara bağlı olarak bitkiler saksı başına 5.41 mg ile 10.1 mg arasında istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde değişen miktarlarda P almışlardır. Bitkilerin P alımları, farklı kompostların artan dozlarına göre düzensiz bir dağılım göstermekle birlikte, ortalama değerlere göre arttığı tespit edilmiştir. En az P alımı, dekara 250 kg K1 uygulaması yapılan saksılarda gerçekleşirken, en fazla P alımının, dekara 500 kg K3 uygulaması yapılan saksılardan gerçekleştiği belirlenmiştir. Kompostlar arası farklılık bitkinin P alımı üzerine anlamlı etki yapmazken, uygulama dozlarına bağlı olarak kaldırılan P miktarları 5.60 mg saksı⁻¹'den (kontrol) sırasıyla 6.07 mg saksı⁻¹ (250 kg da⁻¹) ve 7.98 mg saksı⁻¹ ya (500 kg da⁻¹) yükselmiştir.

K ve Ca yönünden incelendiğinde, en fazla alımın 250 kg da⁻¹ K1 kompostu uygulanan bitkilerle gerçekleşmiş ve sırasıyla topraklardan 101.0 ve 59.5 mg saksı⁻¹ Ca ve Mg alımı gerçekleşmiştir. Materyal ortalamalarına göre bir değerlendirme yapıldığında, bitkinin K alımı üzerine K1 ve K2 kompostları en yüksek etkiyi göstermiş, K3 ve K4 kompostlarının etkileri ise daha düşük bulunmuştur. Kompostlar arası fark bitkinin kaldırdığı Ca miktarını anlamlı derecede etkilememiştir. Artan dozlara bağlı olarak kaldırılan K ve Ca miktarları 0 kg da⁻¹ dozuna göre artmış ancak 250 ve 500 kg da⁻¹ dozları arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır. Kontrol koşullarında her saksıdan sırasıyla 45.8 ve 40.5 mg K ve Ca alınırken, 250 ve 500 kg da⁻¹ dozlarında yine sırasıyla 83.0 ve 89.6 mg K, 49.6 ve 51.1 mg Ca alınmıştır. Toprakta alınan K ve Ca üzerine 250 ve 500 kg dozları benzer etkiyi göstermiştir. Bitkinin Mg alımı üzerine tüm faktörler anlamlı etki yapmıştır. En fazla Mg kaldırılan kombinasyon ise 500 kg da⁻¹ K1 kompostu uygulanan bitkiler olmuştur.

Bitkilerin topraktan sömürdüğü Mn ve Cu miktarlarına bakıldığında, sömürülen miktarların uygulamalara göre önemli farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Sömürülen mikro element miktarları Mn için 74.4 (kontrol) - 168 µg saksı⁻¹ (K1, 500 kg da⁻¹), Cu için ise 9.33 (kontrol) - 16.9 µg saksı⁻¹ (K4, 500 kg da⁻¹) arasında değişim göstermiştir. Ortalamalara bakıldığında ise, artan kompost dozlarının bitkinin topraktan kaldırdığı mikro element miktarlarını artırdığı görülmüş ancak 250 ve 500 kg da⁻¹ arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Sömürülen Mn ve Cu miktarı üzerine kompostların ekisi genelde benzer bulunurken, K3 kompostunun bitkinin Cu alımı üzerine diğerlerine göre daha düşük etkiye sahip olduğu gözlenmiştir.

Bitki kuru ağırlıkları kompost uygulanan bitkilerde, kompost uygulanmayan bitkilerden daha yüksek sonuçlar vermiştir. Bu durum kompost uygulamalarının marul bitkisinde verimi artırdığını göstermektedir. Yapılan çeşitli çalışmalarda da farklı karışımlardan hazırlanan kompost uygulamalarının bitki gelişimi üzerine olumlu etkileri olduğu ortaya konmuştur (Sönmez ve ark., 2016; Aynacı ve Erdal, 2016; Liu ve ark., 2021; Duran ve ark., 2023). Bilindiği üzere toprak organik maddesi, toprak verimliliği üzerine en etkili toprak bileşenlerinden birisidir. Organik maddenin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine olan iyileştirici etkisi, o toprakta yetiştirilen bitkilerin daha fazla ve daha kaliteli ürün vermesine yardımcı olmaktadır (Johnston ve ark., 2009; Cotrufo ve Lal, 2022). Ayrıca, organik maddenin toprakta parçalanması (mineralize olması) sonucu açığa çıkan bitki besin elementlerinin o ortamda yetişen bitkilerin mineral beslenmesine katkı yapması, yani o bitkilerin daha fazla besin elementi içermesi beklenmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlar ise, kompost dozlarının bitkinin besin elementi içeriğine K ve Mn hariç olumlu bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Bu durumu kısmen bitkinin büyümesine bağlı olarak besin elementlerinin seyrelmesiyle ilişkilendirmek mümkündür (Kacar ve Katkat, 2007; Kaya ve ark., 2009; Tüzel ve ark., 2020). Ancak, özellikle bitkinin N içeriğinin artmaması ve bitkilerin topraktan kaldırdığı miktarının da kontrolden düşük olması, toprağa ilave bir N girişinin olmadığını işaret etmektedir. Bu durum bize, uygulanan kompostların deneme süresi içerisinde tam olarak mineralize olmamış olabileceğini göstermektedir. Bunun sonucu olarak bitkiler, henüz mineralize olmayan kompostlardaki başta N olmak üzere, diğer mineral elementlerden yeterince yararlanamamış olabilir. Bütün bunlara rağmen, kompost uygulamalarının bitki verimi üzerine olan olumlu etkisinin nedenleri ise, organik maddenin toprak verimliliği üzerine olan dolaylı etkilerine bağlanabilir (Alagöz ve ark., 2006; Yıldız ve ark., 2009). Bilindiği üzere toprak organik maddesi, mineralizasyon durumuna ve oranına bağlı olarak toprakların fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkilemek suretiyle toprak verimliliğini doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir (Özenç ve ark., 2019; Tarakçıoğlu ve Öztürk, 2022). Buradaki olumlu etkinin de, daha çok uygulanan kompostların toprağın bazı fiziksel özelliklerini düzenlemek suretiyle daha uygun bir yetiştirme ortamı oluşturmasından kaynaklanabilir.

Genel olarak topraktan kaldırılan besin elementi miktarları kontrole oranla artmıştır. Bu durum, kompost dozlarının bitki gelişimini artırmasıyla ilişkilidir (Erdal ve Ekinci 2017; Erdal ve Ekinci 2020). Kompostlar

arası farklılıkların bitki besin elementi içeriğine etkileri karşılaştırıldığında, birkaç besin elementi dışında istatistiksel olarak aralarında anlamlı farklılıkların olmadığı görülmektedir. Yine bu durum, uygulanan kompostların henüz tam olarak mineralize olmadığı, bu nedenle bitkiye besin elementi sağlamları bakımından aralarındaki farklılığın tam olarak ortaya çıkmadığı sonucunu göstermektedir. Uygulanan kompost dozlarının verim ve diğer parametreler üzerine etkilerinde istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir. Bu durum, dekara 250 ve 500 kg kompost dozlarının bitki gelişimine olan dolaylı etkilerinin benzer olabileceğini göstermiştir.

Çizelge 3. Toprak üstü aksam tarafından alınan N, P, K, Ca, Mg, Cu ve Mn miktarları

Kompostlar	Uygulama dozları (kg da ⁻¹)			Ortalama
	0	250	500	
N (mg saksı ⁻¹)				
K1	97.5	95.2	92.1	94.9 ab***
K2	97.5	99.8	93.8	97.0 a
K3	97.5	82.1	80.3	86.6 b
K4	97.5	87.0	90.0	91.5 ab
Ortalama	97.5 a	91.0 ab	89.0 b	
P (mg saksı ⁻¹)				
K1	5.60 B*	5.41 B	7.06 B	6.02
K2	5.60 B	7.75 AB	7.24 B	6.86
K3	5.60 B	5.28 B	10.1 A	6.99
K4	5.60 B	5.86 B	7.54 AB	6.33
Ortalama	5.60 b**	6.07 b	7.98 a	
K (mg saksı ⁻¹)				
K1	45.8 C	101.0 A	96.5 AB	81.2 a
K2	45.8 C	93.9 AB	96.7 AB	78.8 a
K3	45.8 C	65.5 BC	91.5 AB	67.6 ab
K4	45.8 C	71.3 ABC	73.6 ABC	63.6 b
Ortalama	45.8 b	83.0 a	89.6 a	
Ca (mg saksı ⁻¹)				
K1	40.5 AB	59.5 A	49.4 AB	49.8
K2	40.5 AB	53.2 AB	53.4 AB	49.0
K3	40.5 AB	38.9 B	55.3 AB	44.9
K4	40.5 AB	46.8 AB	46.2 AB	44.5
Ortalama	40.5 b	49.6 a	51.1 a	
Mg (mg saksı ⁻¹)				
K1	5.63 B	7.66 AB	9.26 A	7.51 a
K2	5.63 B	7.68 AB	7.90 AB	7.07 ab
K3	5.63 B	5.91 B	7.45 AB	6.33 b
K4	5.63 B	7.56 AB	7.45 AB	6.88 ab
Ortalama	5.63 b	7.20 a	8.01 a	
Mn (µg saksı ⁻¹)				
K1	74.4 C	122 AB	168 A	122
K2	74.4 C	140 AB	160 AB	125
K3	74.4 C	120 BC	126 AB	107
K4	74.4 C	139 AB	116 BC	110
Ortalama	74.4 b	130 a	143 a	
Cu (µg saksı ⁻¹)				
K1	9.33 C	14.8 AB	10.9 BC	11.7 ab
K2	9.33 C	17.2 A	13.4 ABC	13.3 a
K3	9.33 C	10.2 BC	11.5 BC	10.3 b
K4	9.33 C	12.6 ABC	16.9 A	12.9 a
Ortalama	9.33 b	13.7 a	13.2 a	

K1 (%50 yemekhane atığı + %25 budama atığı + %25 çim), K2 (%30 yemekhane atığı + %70 budama atığı), K3 (%50 yemekhane atığı + %10 sığır gübresi + %25 budama atığı + %5 çim + %10 yaprak), K4 (%50 yemekhane atığı + %50 budama atığı). * interaksiyon, ** doz, ***kompost: Aynı harfi paylaşan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir ($P>0.01$)

Sonuç

Elde edilen sonuçlar kompost çeşitleri ve dozlarının etkilerinin iki farklı açıdan incelenmesi gerektiğini sonucunu doğurmuştur. Bunlardan ilki, uygulamaların, bitkinin gelişimi yani kuru ağırlığı üzerine olan etkisi açıdan değerlendirilmesidir. Bu açıdan bir değerlendirme yapıldığında, kompost dozlarının bitkinin kuru ağırlığını kontrole göre net olarak artırdığını söylemek mümkündür. Buna göre K1, K2 ve K4 kompostlarından 250 kg da⁻¹ dozunun kuru ağırlık bakımından en uygun olduğu söylenebilir. Doz ortalamaları açısından 250 ve 500 kg da⁻¹ arasında istatistiksel olarak bir farklılık olmadığı için, düşük 250 kg da⁻¹ doz uygulamasının daha ekonomik olması nedeniyle tercih edilmesi önerilir. Bitki kuru ağırlığının en fazla olduğu K1 ve K4 kompostları ise diğerlerine göre daha uygun kaynaklar olarak değerlendirilmiştir. Diğer bir değerlendirme ise bitkinin mineral beslenmesi açısından yapılabilir. Buna göre genellikle kompost dozlarının bitkinin mineral beslenmesine olumlu katkısı olmamış, kompost çeşitlerinin ise bitkinin besin elementi içeriğine etkileri genelde benzer bulunmuştur.

Sonuç olarak, kompostların, iki aylık bir süre içerisinde tam olarak mineralize olamadığını ve bu nedenle marul bitkisine besin elementi sağlayamadığını göstermiştir. Ancak kompost materyallerinin toprak verimliliğine olan dolaylı etkileri sayesinde, bitki gelişimi artmıştır. Bu nedenle, burada kullanılan materyallerden hazırlanan kompostların bitki gelişimine besin elementi sağlayarak da etkili olması için, bitki yetiştirilmeden belirli bir süre önce toprağa karıştırılması ve mineralize olmasının beklenmesi gereklidir. Bu sürenin belirlenmesi, araştırılması gereken konulardandır.

Kaynaklar

- Alagöz Z, Yılmaz E, Öktüren F, 2006. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(2): 245-254
- Ameen F, Al-Homaidan A A, 2021. Compost inoculated with fungi from a mangrove habitat improved the growth and disease defense of vegetable plants. Sustainability, 13(1): 124.
- Atiyeh R M Subler, S, Edwards C A, Bachman G, Metzger J D, Shuster W, 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia, 44(5): 579-590.
- Aynacı D, Erdal İ, 2016. Eysel atıklardan elde edilen kompostun mısır ve biberin gelişimi ve besin elementi içeriğine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20(1): 123-128.
- Bouyoucos G D, 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil. Agron. J., 43: 434-438.
- Bremner J M, 1965. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. C.A. Black, Amer. Soc. Of Agron. Inc. Pub. Agron. Series No 9, Madison, Wisconsin, USA.
- Cotrufo M F, Lavalley J M, 2022. Soil organic matter formation, persistence, and functioning: A synthesis of current understanding to inform its conservation and regeneration. Advances in agronomy, 172: 1-66.
- Çağlar K Ö, 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No:10. Ankara.
- Çerçioğlu M, 2019. Sürdürülebilir atık yönetiminde sera atıklarının kompost olarak değerlendirilmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(1): 167-178.
- Duran H, Peksen A, Eren E, 2023. Vermicompost, rose oil processing waste compost, and spent coconut fiber as casing material in button mushroom cultivation. Biomass Conversion and Biorefinery, 13(5): 4317-4329.
- Erdal İ, Ekinci K, 2017. Effects of vermicomposts obtained from rose oil processing wastes, dairy manure, municipal open market wastes and straw on plant growth, mineral nutrition, and nutrient uptake of corn. Journal of Plant Nutrition, 40(15): 2200-2208.
- Erdal İ, Ekinci K, 2020. Effects of composts and vermicomposts obtained from forced aerated and mechanically turned composting method on growth, mineral nutrition and nutrient uptake of wheat. Journal of Plant Nutrition, 43(9): 1343-1355.
- Guo X X, Liu H T, Wu S B, 2019. Humic substances developed during organic waste composting: Formation mechanisms, structural properties, and agronomic functions. Science of the total environment, 662: 501-510.
- Gutiérrez-Miceli F A, Santiago-Borraz J, Molina J A M, Nafate C C, Abud-Archila M, Llaven M A O, Dendooven L, 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Bioresource Technology, 98(15): 2781-2786.
- Jackson M L, 1962. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall. Inc.Eng. Cliff, USA.

- Johnston A E, Poulton P R, Coleman K, 2009. Soil organic matter: its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes. *Advances in agronomy*, 101: 1-57.
- Jones Jr, J B, Wolf B, Mills H A, 1991. *Plant analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide.* Micro-Macro Publishing, Inc.
- Joshiand R, Vig A P, 2010. Effect of vermicompost on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicum esculentum* L.). *African Journal of Basic & Applied Sciences*, 2(3-4): 117-123.
- Kacar B, Katkat V, 2007. *Gübreler ve Gübreleme Tekniği.* Nobel Yayın Dağıtım.
- Kaya M, Küçükyumuk Z, Erdal I, 2009. Phytase activity, phytic acid, zinc, phosphorus and protein contents in different chickpea genotypes in relation to nitrogen and zinc fertilization. *African Journal of Biotechnology*, 8(18): 4508-4513.
- Lindsay W L, Norvell WA, 1978. Development of a DTPA soil for zinc, iron, manganese and copper. *SoilScience Society of America Journal* 42 (3):421-8.
- Liu D, Ding Z, Ali E F, Khei A M, Eissa M A, Ibrahim O H, 2021. Biochar and compost enhance soil quality and growth of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) under saline conditions. *Scientific Reports*, 11(1): 8739.
- Martínez-Blanco J, Lazcano C, Christensen T H, Muñoz P, Rieradevall J, Møller J, Boldrin A, 2013. Compost benefits for agriculture evaluated by life cycle assessment. A review. *Agronomy for sustainable development*, 33: 721-732
- Noble R, 2011. Risks and benefits of soil amendment with composts in relation to plant pathogens. *Australasian plant pathology*, 40: 157-167.
- Olsen S R, 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate (No. 939). US Department of Agriculture.
- Özenç D B, Yılmaz F I, Tarakçıoğlu C, Aygün S, 2019. Fındıktan üretilen atıkların toprağın fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32: 7-13.
- Sharma A, Saha T N, Arora A, Shah R, Nain L, 2017. Efficient microorganism compost benefits plant growth and improves soil health in *Calendula* and *Marigold*. *Horticultural Plant Journal*, 3(2): 67-72.
- Sönmez İ, Kalkan H, Demir H, Külcü R Kaplan M, Yıldız O, 2016. Sera bitki atıkları, kullanılmış kokopit ve atık mantar kompostundan elde edilen kompostların toprakların besin içerikleri üzerine etkileri. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3): 21-28.
- Taban S, Turan M A, Katkat A V, 2013. Tarımda organik madde ve tavuk gübresi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 10 (1): 9-13.
- Tarakçıoğlu C, Öztürk Y, 2022. Fındık Zuruf Kompostunun Aşılı Domates Bitkisinin Gelişimi ile Bazı Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(4): 968-975.
- Tüzel Y, Ekinci K, Öztekin G B, Erdal I, Varol N, Merken Ö, 2020. Utilization of olive oil processing waste composts in organic tomato seedling production. *Agronomy*, 10(6): 797.
- Üçok Z, Demir H, Sönmez İ, Polat E, 2019. Farklı organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) verim, kalite ve bitki besin elementi içeriklerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32: 63-68.
- Walkley A, Black I A, 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37 (1): 29-38.
- Yavuzkılıç Y, Gülser C, 2024. Fındık atık kompostunun fındıkta verim ve yaprak makro besin elementi içeriğine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 12(1): 59-66.
- Yaylacı C, Erdal İ, 2021. Kimyasal gübrelerle birlikte uygulanan vermikompost kaynaklı hümik maddelerin biberin kısa dönem gelişimi ve mineral beslenmesine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (31): 809-814
- Yıldız Ş, Ölmez E, Kiriş A, 2009. Kompost teknolojileri ve İstanbul'daki uygulamaları. *Kompostlaştırma Sistemleri ve Kompostun Kullanım Alanları Çalıştayı*, İstanbul.
- Zandvakili O R, Barker A V, Hashemi M Etemadi F, 2019. Biomass and nutrient concentration of lettuce grown with organic fertilizers. *Journal of Plant Nutrition*. 42 (5): 444-57.
- Zhang X, Zhong Y, Yang S, Zhang W, Xu M, Ma A, Liu W, 2014. Diversity and dynamics of the microbial community on decomposing wheat straw during mushroom compost production. *Bioresource technology*, 170: 183-195.