



T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SERA BİTKİ ATIKLARINDA ELDE EDİLEN KOMPOST VE FARKLI
AZOT DOZLARININ DOMATES (*LYCOPERSİCON ESCULENTUM*
MİLL.) BİTKİSİNİN GELİŞİMİNE ETKİSİ

ABDULKADİR PELTEK

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME

Şanlıurfa
2025



T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SERA BİTKİ ATIKLARINDA ELDE EDİLEN KOMPOST VE FARKLI
AZOT DOZLARININ DOMATES (*LYCOPERSİCON ESCULENTUM*
MİLL.) BİTKİSİNİN GELİŞİMİNE ETKİSİ

ABDULKADİR PELTEK

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME
Tez Danışmanı: Doç. Dr. SEMA KARAKAŞ DİKİLİTAŞ

Şanlıurfa
2025

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışma konumun belirlenmesi, yürütülmesi ve yazımı aşamalarında büyük desteğini gördüğüm danışman hocam Doç. Dr. Sema KARAKAŞ DİKİLİTAŞ'a teşekkür ederim. Yüksek lisans eğitimimde ve akademik kariyerimde bana rehberlik eden Prof.Dr.Ali Rıza ÖZTÜRKMEN hocama, değerli katkılarından dolayı Doç. Dr. Ahmet ÇELİK hocama, çalışmamın analiz aşamasında yardımcı olan ve bana her zaman yol gösteren Araç. Gör. Dr. Ferhat UĞURLAR hocama, denemenin kurulma ortamı olan seranın sağlanmasında yardımcı olan Prof. Dr. Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR'e, Prof. Dr. Murat DİKİLİTAŞ'a ve Prof. Dr. Ahmet ALMACA hocama teşekkür ederim. Çalışmam ve öğrencilik hayatım boyunca boyunca desteklerini esirgemeyen annem Müzeyyen PELTEK'e, bugünümü borçlu olduğum babam Nihat PELTEK'e, sevgili eşim Beyzanur PELTEK'e, biricik kızım Müzeyyen Sareye,lisans eğitimimde emeği geçen Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümündeki değerli hocalarıma ve lisans eğitimimi beraber tamamladığım değerli arkadaşım Semih'in şahsında tüm arkadaşlarıma saygı, sevgi ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	2
3. GEREÇ VE YÖNTEM	5
3.1. Materyal	5
3.2. Yöntem	7
3.2.1. Bitki boyu	7
3.2.2. Bitki yaş ve kuru ağırlığı	8
3.2.3. Denemenin Yürütülmesi	8
3.2.4. Kök yaş ve kuru ağırlığı	9
3.2.5. Bitkilerde klorofilin belirlenmesi	9
3.2.6. Termal görüntüleme	10
3.2.7. Mineral Madde Analizi	10
3.2.7.1. Bitki Azot Analizi	10
3.2.7.2. Bitki Fosfor Analizi	10
3.2.8. Verilerin Değerlendirilmesi	11
4. BULGULAR	12
4.1. Bitki boyu	12
4.2. Bitki yaş ve kuru ağırlığı	12
4.3. SPAD Değeri	14
4.4. Termal görüntü	15
4.5. Domates Bitkisinin mineral madde içerikleri	16
4.5.1. Bitki Azot (N) içeriği	17
4.5.2. Bitki Fosfor (P) içeriği	17
4.5.3. Bitki Potasyum (K) içeriği	18
4.5.4. Bitki Kalsiyum (Ca) içeriği	19
4.5.5. Bitki Magnezyum (Mg) içeriği	20
4.5.6. Bitki Demir (Fe) içeriği	20
4.5.7. Bitki Çinko(Zn) içeriği	21
5. TARTIŞMA	23
6. SONUÇLAR	25
7. ÖNERİLER	26
KAYNAKLAR	27
ÖZGEÇMİŞ	29

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SERA BİTKİ ATIKLARINDA ELDE EDİLEN KOMPOST VE FARKLI AZOT DOZLARININ DOMATES (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MİLL.) BİTKİSİNİN GELİŞİMİNE ETKİSİ

ABDULKADİR PELTEK

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME

Tez Danışman: Doç. Dr. SEMA KARAKAŞ DİKİLİTAŞ

Yıl: 2025, Sayfa : 29

Bitkisel üretimde hasat sonrası elde edilen bitki atıkları çevre kirliliği oluşturan önemli sorunlarından biridir. Hem çevresel kirliliğin önlenmesi hem de tarımsal atıkların değerlendirilmesi amacıyla, bitkisel üretim sonucunda ortaya çıkan tüm hasat atıklarının tarımsal üretimde kompost olarak değerlendirilmesi ekonomik ve çevre dostu bir uygulamadır. Bu çalışmada, sera bitki atıklarının kompostlaştırılarak değerlendirilmesi ve farklı dozlarda azotlu gübre ile kullanımının domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bitki gelişimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla domates üretimi yapılan seralardan hasat sonrası elde edilen bitki atıkları kompostlaştırılmıştır. Sera koşullarında, saksı ortamında yetiştirilen domates bitkisine beş farklı uygulama (kontrol (U1); azotlu gübrenin %100, U2; %5 kompost + azotun %50'si, U3; %5 kompost + azotun %25'i, U4; %10 kompost + azotun %50'si, U5; %10 kompost + azotun %25) ilgili saksılara yapılmıştır. Bitkilerde gelişim, klorofil, termal görüntü ve mineral madde içeriği incelenmiş ve farklı uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Özellikle kontrole kıyasla en iyi gelişim U4' de görülmüştür. Buna göre bitki boyunda %19, bitki yaş ağırlığında %53, bitki kuru ağırlığında %55 oranında önemli artış sağladığı belirlenmiştir. Yine bitkide (Azot (N), Fosfor (P), ve potasyum (K)) element içerikleri incelendiğinde en yüksek değerler U4 uygulamasında görülmüş ve tüm bu parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Böylece sera bitki atıklarından elde edilen kompostun bitki besin maddesi kaynağı olarak kullanılabilmesi görülmüştür. Özellikle azotlu gübre dozunun azaltılarak yalnızca yarısı ya da dördte biri uygulandığında bile bitki gelişiminin ve besin elementi içeriğinin anlamlı düzeyde artmış olması önemli bir göstergedir. Bu durum, organik katkı maddelerinin dengeli gübreleme stratejilerine entegre edilmesinin üretim açısından etkili bir yaklaşım olabileceğini göstermektedir. Bitki atıklarının değerlendirilmesi ve gübre kullanımının azaltılması nedeniyle çevre kirliliğinin azaltılması ve maliyetin düşürülmesi açısından çevre ve ekonomiye önemli katkı sağlamaktadır.

ANAHTAR KELİMELER: Sera atıkları, Kompost, çevre kirliliği

ABSTRACT

MASTER THESIS

EFFECT OF COMPOST AND DIFFERENT NITROGEN DOSES OBTAINED FROM GREENHOUSE PLANT WASTES ON THE DEVELOPMENT OF TOMATO (LYCOPERSICON ESCULENTUM MILL.) PLANTS

ABDULKADİR PELTEK

HARRAN UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE EDUCATION
SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. SEMA KARAKAŞ DİKİLİTAŞ
Year: 2025, Page : 29

In plant production, post-harvest plant waste is one of the major issues contributing to environmental pollution. To prevent this and make use of agricultural waste, composting all harvest residues from plant production represents an economical and environmentally friendly approach. This study investigated the effects of composting greenhouse plant wastes and using them with different doses of nitrogenous fertilizer on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plant development. For this purpose, plant wastes obtained after harvest from greenhouses where tomato production was carried out were composted. Five different applications (control (U1); 100% nitrogenous fertilizer, U2; 5% compost + 50% nitrogen, U3; 5% compost + 25% nitrogen, U4; 10% compost + 50% nitrogen, U5; 10% compost + 25% nitrogen) were applied to the relevant pots in tomato plants grown in greenhouse conditions. Plant development, chlorophyll, thermal imaging and mineral content in plants were examined and the effect of different applications was found to be statistically significant ($p < 0.05$). Especially compared to the control, the best development was seen in U4. Accordingly, it was determined that there was a significant increase of 19% in plant height, 53% in plant fresh weight and 55% in plant dry weight. Again, when the element contents (Nitrogen (N), Phosphorus (P), and potassium (K)) in the plant were examined, the highest values were seen in U4 application and statistically significant differences were determined in all these parameters. These results indicate that compost derived from greenhouse plant waste can be effectively used as a nutrient source. The significant improvements in plant growth and nutrient uptake, especially when nitrogen fertilizer was reduced by half or three-quarters, highlight the potential of integrating organic amendments into balanced fertilization strategies. This approach enhances production efficiency and contributes significantly to environmental sustainability and economic savings by reducing waste and fertilizer use.

KEYWORDS: Greenhouse waste, Compost, Environmental Pollution

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Şanlıurfa ili Tuzluca bölgesinde yer alan seradan ve kompost yapımından görüntüler	6
Şekil 3.2. Bitki boyu görüntüsü	8
Şekil 4.1. Kompost uygulamalarının bitki boyuna etkisi	12
Şekil 4.2. Kompost uygulamalarının bitki yaş ağırlığına etkisi	13
Şekil 4.3. Kompost uygulamalarının bitki kuru ağırlığına etkisi	14
Şekil 4.4. Kompost uygulamalarının bitki klorofil içeriğine etkisi	15
Şekil 4.5. Kompost uygulamaları ile farklı azot dozu ile muamele edilen domates bitkilerinin termal görüntüleri	16
Şekil 4.6. Kompost uygulamalarının bitki N içeriğine etkisi	17
Şekil 4.7. Kompost uygulamalarının bitki P içeriğine etkisi	18
Şekil 4.8. Kompost uygulamalarının bitki K ⁺ içeriğine etkisi	19
Şekil 4.9. Kompost uygulamalarının bitki Ca içeriğine etkisi	19
Şekil 4.10. Kompost uygulamalarının bitki Mg içeriği	20
Şekil 4.11. Kompost uygulamalarının bitki Fe içeriğine etkisi	21
Şekil 4.12. Kompost uygulamalarının bitki Zn içeriğine etkisi	22

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Araştırmada kullanılan toprakların bazı özellikleri	5
Çizelge 3.2.	Kompostun içerikleri	7
Çizelge 3.3.	Uygulama şeması	9
Çizelge 4.1.	Bitki Mineral Madde İçerikleri	16



1. GİRİŞ

Sera atıklarının uzaklaştırılması, tarımsal üretimde karşılaşılan önemli çevresel ve yönetimsel sorunlardan biridir. Bitkisel üretimde örtü altı domates ve biber üretimi sonucunda oluşan meyve, bitki budama atıkları ve tüm bitki organlarının yıllık 175 ton ha⁻¹ organik atık olduğu belirtilmiştir (Cheuk vd., 2003). Bu atıklar çoğunlukla ya yakılarak bertaraf edilmekte ve bu durum ciddi çevre kirliliğine yol açmakta ya da kontrolsüz bir biçimde bahçe kenarlarına bırakılarak çevresel riskler artırılmaktadır. Sera ortamında biriken yoğun biyokütle, hastalık ve zararlı organizmaların yayılımını kolaylaştırmakta, dolayısıyla bitki sağlığı açısından da tehdit oluşturmaktadır. Yakma yöntemi hem çevreye zarar vermesi hem de organik atıkların tarımsal açıdan potansiyel faydalarının değerlendirilememesi nedeniyle sürdürülebilir bir çözüm sunmamaktadır. Bu bağlamda, bitki atıkların kompostlanarak yeniden değerlendirilmesi son yıllarda önem kazanmıştır (Çerçioğlu, 2019).

Bitki atıklarından yararlanarak bu atıkların toprağa ilavesi, toprağın organik madde içeriği, besin maddeleri, mikrobiyolojik aktiviteleri, strüktürü, hava-su dengesi olumlu yönde etkilemektedir. Sera bitki atıklarının kompost formunda değerlendirilmesi, kimyasal gübre kullanım oranının azaltılmasında, toprak yapısının iyileştirilmesinde ve en önemlisi çevresel kirliliğin azaltılmasında katkı sağlamaktadır. Kimyasal girdilerin azaltılması, yalnızca toprak kirliliğini önlemekle kalmayıp, aynı zamanda üretim maliyetlerinin düşürülmesine de imkân sunmaktadır.

Bu çalışmada, çevreye gelişigüzel atılan sera atıklarının kompost olarak değerlendirilmesi, çevresel kirliliğin azaltılması, bu atıkların alternatif bir organik gübre kaynağı olarak kullanılması ve kimyasal gübre kullanımının azaltılarak domates bitki yetiştirilmesinde bitki vejetatif gelişimine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ülkemizde seralardan her yıl kuru bitki atık bazında yaklaşık domatesten 204 bin ton, biberde 35 bin ton ve patlıcanda 14 bin ton toplamda 253 bin ton bitkisel biyokütle atığı ortaya çıkmaktadır (Bilgin, 2012). Özellikle seracılığın yoğun olarak yapıldığı Antalya ilinde bitkisel üretim yapılan 17 252 ha cam ve plastik seralarda her yıl kuru bazda yaklaşık olarak 176 bin ton bitkisel biyokütle atığı çıkmakta ve Türkiye sera alanlarından oluşan atıkların %70'ini oluşturmaktadır (Bilgin, 2013).

Anton vd., 2005 örtü altı yetiştiricilikte en önemli sorunlardan birinin üretim süreci sonucunda oluşan atık miktarının olduğunu belirtmişlerdir. Seracılıkta temel hedef, birim alandan maksimum verim elde etmektir. Bu doğrultuda, birim alanda yetiştirilen bitki miktarına paralel olarak biyokütle ağırlıkları da artmaktadır. Böylece birim alandan çok fazla miktarda organik bitki atığı oluşmakta ve bu atıkların sistemli bir şekilde toprağa ve bitkiye geri dönüşümü yapılamamaktadır.

Kaplan vd., 2001' de yaptıkları araştırmada Antalya bölgesinde örtü altı domates bitkisi yetiştirilen seraların bitkisel atık miktarının yıllık 330625 ton olduğunu belirlemişlerdir.

Cheuck vd., 2002 yaptıkları araştırmada örtü altı domates ve biber üretimi sonucunda oluşan bitkisel üretim materyalleri bitki seyreltme ve budama atıkları, bitki organlarının haricinde meyveninde olduğunu ve bunun yıllık 1750 ton/da organik atık oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Kompost, kontrollü aerobik koşullar altında organik maddenin biyolojik koşullar altında ayrışması, uygun optimum nem, sıcaklık ve havalandırma ortamında mikroorganizmalar vasıtası ile organik atıkların humus maddelere dönüştüren biyolojik bir işlemdir (Atalia, 2015). Organik atıkların tarımsal kullanıma geri dönüştüren en etkili işlemlerden birisidir (Raj ve Antil,2011). Kompost uygulamalarının toprak organik maddesinde önemli artış sağladığı belirtilmiştir (Sönmez ve Kaplan 2010).

Sera bitki atıklarından (dal yaprak, kök, meyve) elde edilen kompostların besin içeriğinin yüksek ve iyi fiziksel özelliklere sahip olduğu yapılan analizler ile belirlenmiştir. Domates gibi yüksek değerli sebze bitkilerinden elde edilen kompostun çöp olarak nitelendirilen ham maddeden yapıldığı için, çayır çimleri gibi yeşil bitki örtüsü türlerinden yapılan kompost uygulamasından daha ekonomik daha

pratik ve daha verimli olduğu belirtilmiştir (Roe ve Cornforth,2000).

Organik gübre uygulamalarının, toprakların organik madde, azot içeriklerinde önemli oranda artış sağlamaktadır (Alagöz, 2006; Okur, 2008).

Cheuk, 2003; Karaca, 2017 deneme ortamı olan talaşa kıyasla seradaki meyve atıklarından oluşturulan kompostu kullanmış ve %10 verim artışının sağlandığını belirtmişlerdir.

Herencia ve arkadaşları (2011) tarafından yürütülen çalışmada, tın bünyeli bir toprağa kimyasal gübrelerle birlikte, yığın tipi kompostlama yöntemiyle hazırlanmış bitkisel atık kökenli kompost materyali uygulanmıştır. Uygulanan kompostun özellikleri şu şekildedir: pH 7.7, elektriksel iletkenlik (EC) 2.6 dS m⁻¹, organik karbon (OC) oranı %18.3, toplam azot (N) içeriği %0.9, fosfor (P) %0.58 ve potasyum (K) %0.36'dır.

Deneme, hem sera hem de tarla koşullarında yürütülmüş ve elde edilen sonuçlara göre, kompost uygulaması kimyasal gübrelemeye kıyasla toprak organik karbon içeriğini ve agregat stabilitesini anlamlı düzeyde artırmıştır. Buna karşılık, hacim ağırlığı değerlerinde ise azalma gözlenmiştir. Özellikle tarla koşullarında en düşük hacim ağırlığı değerleri tespit edilirken, sera ortamında ise en yüksek agregat stabilitesi değerlerine ulaşılmıştır.

Durmuş ve Kızılkaya (2019)' daki çalışmalarında domates üretiminden kaynaklanan atık ve artık materyallerin mikrobiyal yöntemlerle kompostlaştırılmasıyla elde edilen kompostun, sera koşullarında yetiştirilen domates bitkisinin mikro besin elementleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada hazırlanan domates kökenli kompost, killi-tın tekstürlü toprağa %1, %2, %4 ve %6 oranlarında uygulanmış; uygulamalar, aynı zamanda optimum seviyede kimyasal gübre desteği ile birlikte gerçekleştirilmiştir. Üç farklı vejetasyon döneminde domates bitkisinin Fe (demir), Cu (bakır), Zn (çinko) ve Mn (mangan) element içerikleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler, kompost uygulamalarının domates bitkisinde demir ve mangan konsantrasyonlarını artırırken, bakır içeriğinde azalmaya yol açtığını göstermektedir. Ayrıca, mikro element birikiminin en yüksek düzeyde ilk çiçeklenme döneminde gerçekleştiği saptanmıştır. Gouin (1976) çok sayıda odunsu özellikteki süs bitkilerinin gelişimi üzerine biyokatı kompost kullanımının etkilerini değerlendirmiştir. Uygulamaya karşı gelişmedeki karşılık (ortalama sap uzunluğu) Liriodendron tulipifera (lale kavağı) ve Cornus florida (kızılcığa benzer bir ağaç)

bitkilerinde, kompost verilmesiyle önemli düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Araştırmalar, olgunlaşmış kompostların patojenlerin neden olduğu hastalıkların şiddetini azaltabileceğini göstermektedir. Kompostlama sürecinde sıcaklığın 50°C'nin üzerine çıkması, birçok patojenin yok edilmesini sağlar. Kompostun tamamen olgunlaşması, patojenlerin hayatta kalma riskini azaltır. Kompostlama, genellikle mezofilik (15–40°C) büyümenin olduğu ilk karıştırma periyodundan, 'dezenfeksiyonun' meydana geldiği yüksek sıcaklıkta termofilik (> 45°C) fazdan ve olgunlaşma veya stabilizasyon için daha uzun ve daha düşük sıcaklıktaki bir başka mezofilik fazdan oluşur (Day ve Shaw, 2001).

Kompostlama, kontamine bitki artıklarından mantar patojenlerini ortadan kaldırmak için araştırma konusu olmuştur. Kabakgillerde vasküler solgunluğun nedeni olan *Fusarium oxysporum* enfekte dokular en az 4 gün boyunca 55 °C'nin üzerinde kompostlandıktan sonra ortadan kaldırıldı (Suarez-Estrella vd., 2003). Kulüp kökü (*Plasmodiophora brassicae*), 54–73°C'de 7 günlük kompostlamadan sonra enfekte olmuş *brassica* atıklarından yok edildi, Çin lahanası biyolojik testi kullanılarak değerlendirildi (Fayolle ve diğerleri, 2006). Ani meşe ölümünün nedensel ajanı olan oomycete *Phytophthora ramorum*, 55°C'de kompostlamadan sonra Kaliforniya defne defnesinin aşılınmış yapraklarında PCR testiyle tespit edilemedi (Swain vd., 2006).

Noble ve Roberts (2004) tarafından yapılan bir inceleme, 38 mantar patojeninden 33'ünün, 21 gün boyunca 64–70 °C'lik en yüksek kompostlama sıcaklıklarına maruz bırakıldığında tespit sınırlarının altındaki seviyelere düştüğünü ortaya koydu.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırma Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesinde yarı kontrollü cam serada yürütülmüştür. Yetiştirme ortamı olarak plastik saksı, Şanlıurfa Harran Üniversitesi Osmanbey bölgesinden alınan topraklar, Climbo domates çeşidi fidesi ve sera bitki atıklarından elde edilen kompost kullanılmıştır.

Denemede kullanılan toprakların Jackson 1962 yöntemiyle elektriksel iletkenlik (EC), Hızalan ve Ünal 1966 metoduna göre toprak reaksiyonu (pH), kireç, organik madde Walkley Black (Jackson, 1960), ve Bouyoucos, 1951 hidrometre yöntemiyle tekstür (Kum, silt, kil) içerikleri belirlenmiştir. Bu toprağa ait özellikler verilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan toprakların bazı özellikleri

Toprakların özellikleri	
EC (dS m ⁻¹)	1.02
pH	8.07
Kireç (%)	26.72
Organik Madde (%)	1.10
Kum (%)	20.00
Silt (%)	31.00
Kil (%)	49.00
Tekstür Sınıfı	Kil

Sera bitki atıklarından kompost yapmak için Şanlıurfa Karaali Bölgesinde domates üretimi yapılan seralardan toplanan bitki atıkları (yaprak, gövde) ufak parçalar haline getirilerek yığın yöntemine göre yaklaşık 80 gün süre içerisinde kompostlaştırılmıştır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Şanlıurfa ili Tuzluca bölgesinde yer alan seradan ve kompost yapımından görüntüler

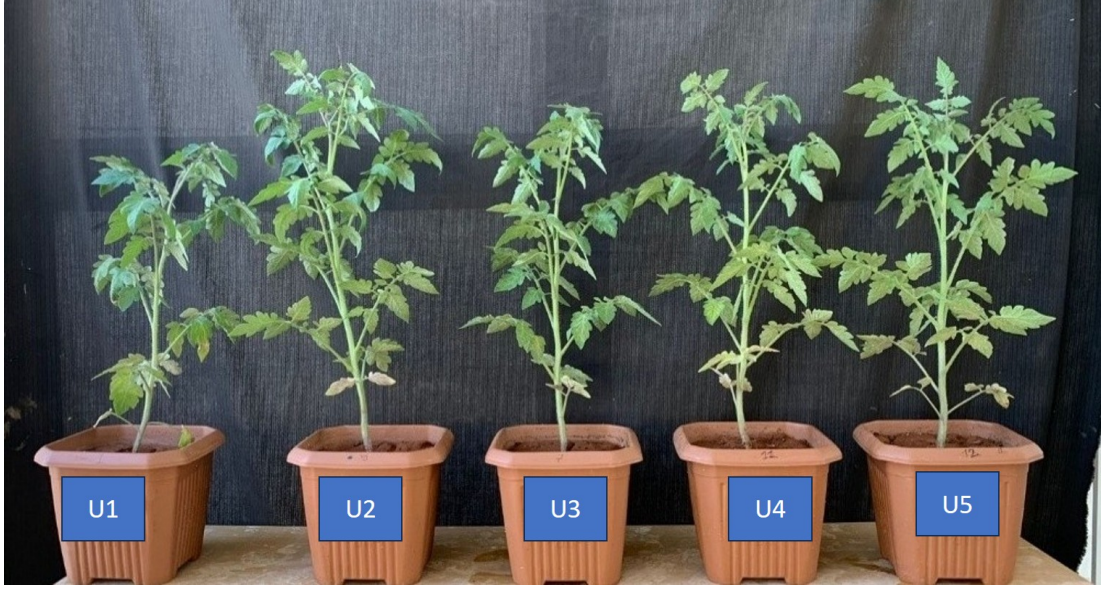
Çizelge 3.2. Kompostun içerikleri

Ölçümler	Değerler
pH	7.62
EC dS m ⁻¹	0.78
Nem %	75.97
Organik Madde %	91.85
Organic C %	53
C/N	35
Toplam Azot (N) %	1.50
Alınabilir Potasyum (K) %	0.78
Alınabilir Fosfor (P) %	0.06
Alınabilir Kalsiyum (Ca) %	0.01
Alınabilir Sodyum (Na) %	0.85
Alınabilir Magnezyum (Mg) %	0.02
Alınabilir Bor (B) mg L ⁻¹	1.90
Alınabilir Demir (Fe) mg L ⁻¹	3.58
Alınabilir Mangan (Mn) mg L ⁻¹	3.13
Alınabilir Çinko (Zn) mg L ⁻¹	1.81
Alınabilir Bakır (Cu) mg L ⁻¹	0.0

3.2. Yöntem

3.2.1. Bitki boyu

Toprağın yüzey kısmından başlayarak bitkinin sürgün uç kısmına kadarki kısım mezür ile ölçülüp bitki boyu cm olarak ölçülmüştür



Şekil 3.2. Bitki boyu görüntüsü

3.2.2. Bitki yaş ve kuru ağırlığı

Bitkiler, toprak yüzeyinden kesildikten sonra tüm aksamaları (yaprak, dal vb.) ile birlikte hassas terazi kullanılarak taze ağırlıkları belirlenmiş ve daha sonra etüvde 70 °C sıcaklıkta kurutularak kuru ağırlıkları hassas terazide ölçülmüştür.

3.2.3. Denemenin Yürütülmesi

Deneme tesadüf parsellerine bağlı olarak 3 tekerrür şekilde tasarlanmıştır. Araştırmada saksılara havada kurutulup 4 mm' lik elekten geçirilmiş 2 kg toprak materyali doldurulmuştur. Domates bitkisi olarak Climbo çeşidi domates fideleri her bir saksıya bir adet şaşırtılmıştır. Taban gübresi olarak 18 kg/da N (üre), 9 kg/da P₂O₅ (monoamonyum fosfat) ve 21 kg/da K₂O (potasyum sülfat) her saksıya eşit miktarda verilmiştir. Daha sonra saksılardaki domates bitkisine beş farklı uygulama (kontrol (U1); azotlu gübrenin %100, U2; %5 kompost + azotun %50'si, U3; %5 kompost + azotun %25'i, U4; %10 kompost + azotun %50'si, U5; %10 kompost + azotun %25) yapılmıştır. Uygulama şeması Çizelge 3.3. de belirtilmiştir.

Çizelge 3.3. Uygulama şeması

UYGULAMALAR	
U1 (Kontrol)	%100 toprak+Azotlu gübrenin tamamı %100'ü
U2	%95 toprak+%5 kompost+Azotlu gübrenin %50'si
U3	%95 toprak+%5 kompost+Azotlu gübrenin %25'i
U4	%90 toprak+%10 kompost+Azotlu gübrenin %50'si
U5	%90 toprak+%10 kompost+Azotlu gübrenin %25'i

3.2.4. Kök yaş ve kuru ağırlığı

Biber bitkisinin kökleri, saksıdan çıkarılmış ve yıkanarak topraktan tamamen arındırılmıştır. Yıkama işleminden sonra köklerin üzerindeki fazla nem alınmış ve hassas terazide kök yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra kökler etüvde 70°C sıcaklıkta kurularak köklerin kuru ağırlıkları belirlenmiştir

3.2.5. Bitkilerde klorofilin belirlenmesi

Hasat öncesi dönemde, deneme gruplarındaki yaprakların klorofil içerikleri SPAD-502 Plus (Konica Minolta Optics, Inc., Tokyo, Japan) cihazı ile ölçülmüştür. Ölçümler, bitkilerde tam gelişimini tamamlamış olan üstten üçüncü veya dördüncü yaprak üzerinde gerçekleştirilmiştir. Her bir yaprakta, yaprak ucundan, ortasından ve sap kısmına yakın bölgeden olmak üzere üç farklı noktadan ölçüm alınmıştır. Bu üç noktadan elde edilen verilerin ortalaması alınarak, yaprağın toplam klorofil değeri hesaplanmıştır (Khan ve ark., 2004).

3.2.6. Termal görüntüleme

Hasat öncesinde bitkilerde gelişimini tamamlamış üstten 3-4 yaprakтан termal kamera ile görüntü alınmıştır. Termal görüntülerde ölçümler, belirli bir mesafeden bitkiyi göreceк şekilde gerçekleştirilmiştir (Jones ve ark., 2002).

3.2.7. Mineral Madde Analizi

Bitkilerin yaprak mineral madde (K, Ca, Mg, Zn, Fe) içeriklerinin belirlenmesinde Chapman ve Pratt (1961), kuru yakma yöntemine göre belirlenmiştir. Kuru yaprak örnekleri (0.5 g) porselen krezeller içine konularak 550 °C de 5 saat kül fırınında yakılmıştır. Kül haline getirilen yaprak örnekleri, 5 mL 2N HCl ile çözülmüş ve hacim saf su ile 50 mL'ye tamamlanmıştır. Elde edilen çözeltilerde potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), çinko (Zn) ve demir (Fe) element içerikleri ICP cihazı kullanılarak analiz edilmiştir.

3.2.7.1. Bitki Azot Analizi

Bitki azot (N) içeriği, Kjeldahl yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Bremner ve Mulvaney, 1982). Analiz için 0,25 g kuru bitki örneği Kjeldahl tüplerine alınmış, her tüpe bir adet Kjeldahl tablet eklenmiş ve üzerine 10 mL derişik sülfürik asit (H₂SO₄) ilave edilmiştir. Yakma tüpleri yakma renksiz çözeltili durumuna gelinceye kadar yakılmıştır. Daha sonra üzerine 15 ml saf su ilave edilerek destilasyon yapılmış ve 0.1 N HCl ile titrasyon edilerek elde edilen değerlerden % N içerikleri hesaplanmıştır.

3.2.7.2. Bitki Fosfor Analizi

Bitki fosfor içeriği Kitsonve Mellon (1944) ve Barton (1948) yöntemlerinin esasına göre vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Kuru yakma esasına göre hazırlanan bitki çözeltilisinden 5 ml alınıp 50 ml'lik ölçü balonuna aktarılmış ve ölçü balonu çözeltili hacmi 40 ml olana değin saf su ilave edilmiştir Ardından, her bir tüpe 5 mL Barton çözeltilisi ilave edilmiş ve son hacim saf su ile 50 mL'ye tamamlanmıştır. Barton çözeltilisinin ilavesinden itibaren 10 dakika sonra 430 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunan örneklerin KH₂PO₄ ile hazırlanan standart eğri kullanılarak fosfor miktarı hesaplanmıştır.

3.2.8. Verilerin Değerlendirilmesi

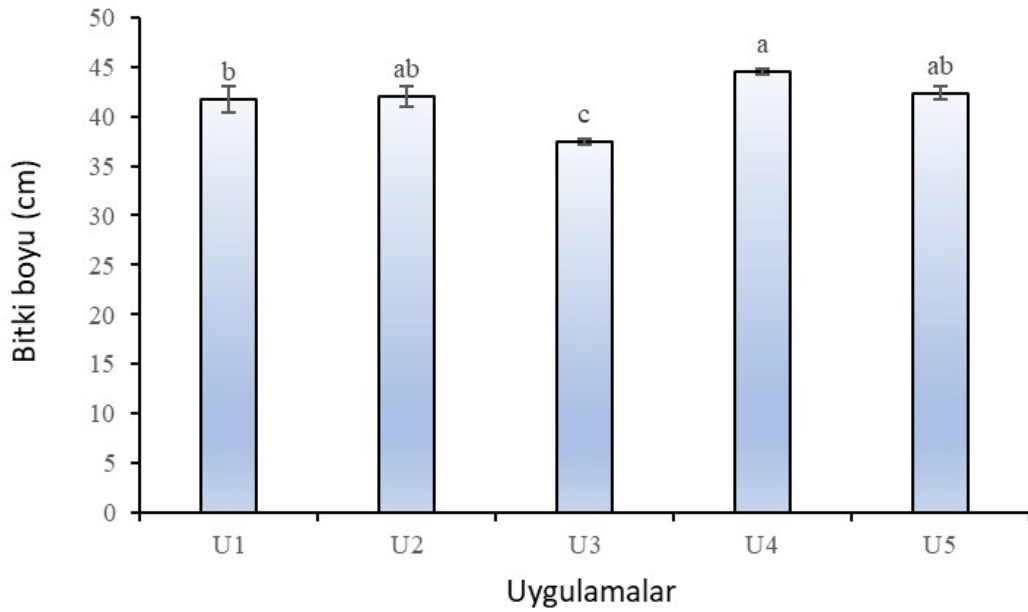
Analizlerden elde edilen tüm veriler, SPSS (Version 22.0) yazılımı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $P \leq 0.05$ olarak kabul edilmiş ve sonuçlar tablo ve grafikler halinde sunulmuştur.



4. BULGULAR

4.1. Bitki boyu

Domates bitkisine uygulanan farklı doz kimyasal gübre ve sera bitki atıklarından elde edilen kompost uygulamaları arasında bitki boyu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bitki boyu U4 uygulamasında 44.50 cm ile en yüksek bitki boyuna ulaşılmıştır. En düşük bitki boyu, U1 uygulamasında 41.67 cm ile en düşük bitki boyu uzunluğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Kompost uygulamalarının bitki boyuna etkisi

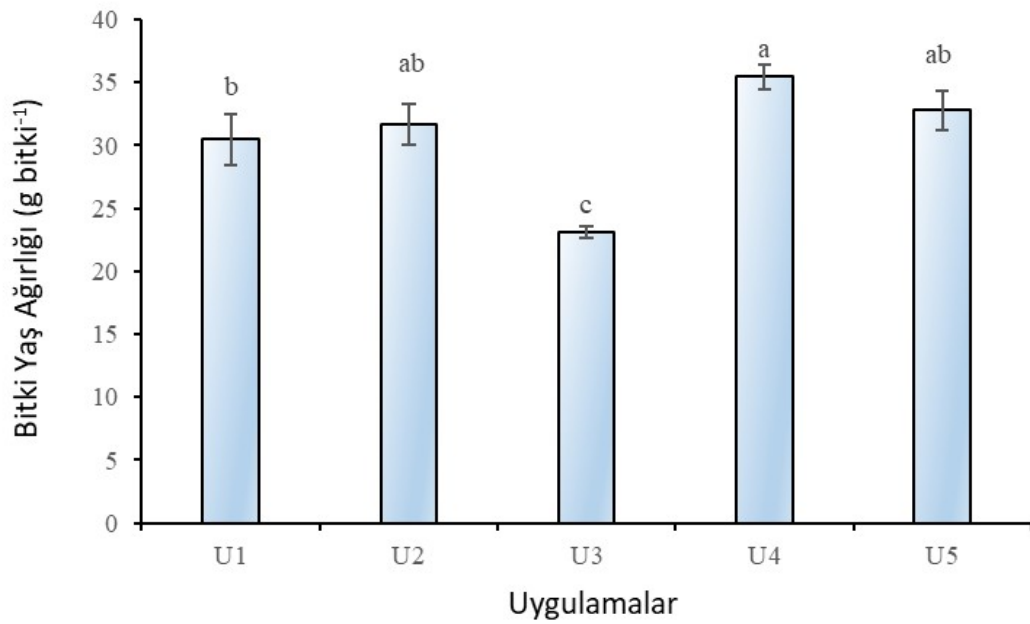
4.2. Bitki yaş ve kuru ağırlığı

Uygulamalar arasında bitki yaş ağırlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmaktadır. Bitki yaş ağırlık U4 uygulamasında 35.44 g bitki⁻¹ ile en yüksek yaş ağırlığa sahiptir. En düşük yaş ağırlık, U3 uygulaması ise 23.12 g ile en düşük değeri göstermektedir. U2, U4, U5 uygulamaları, kontrole kıyasla (U1) bitki yaş ağırlığı sırasıyla %3.93, %16.38, %3.55 oranlarında daha yüksek görülmüştür. Kompost uygulamalarının özellikle U4 uygulamasının bitki gelişimini pozitif yönde etkilediğini göstermektedir (Şekil 4.2).

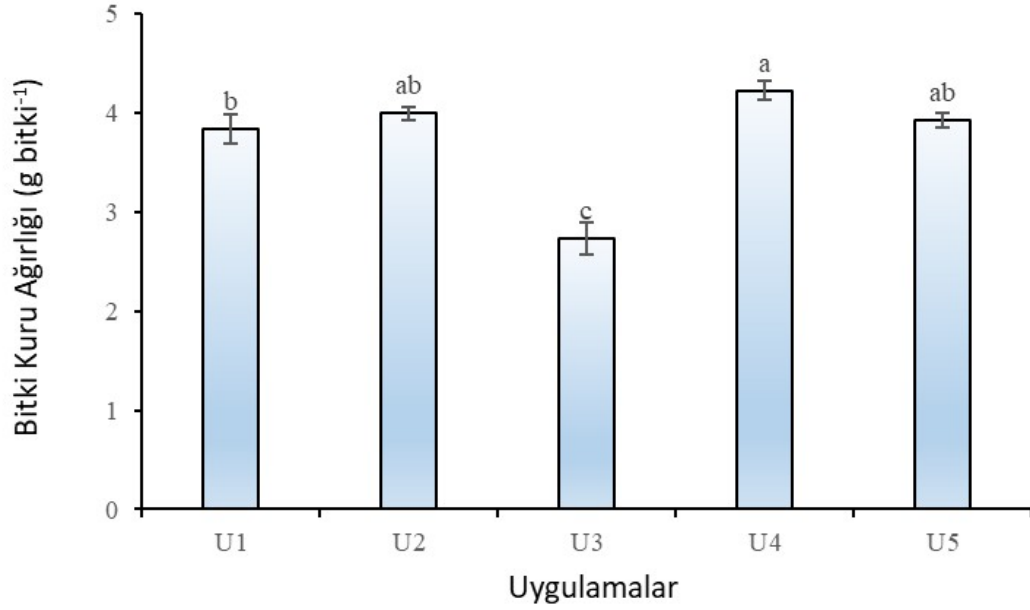
Nancy ve arkadaşları (1997), kimyasal gübre ile kompostun farklı kombinasyonlarının biber bitkisi üzerindeki etkilerini incelemiş ve en düşük doz kimyasal gübre ile kompostun birlikte uygulanmasının bitki gelişimi ve verim

üzerinde en olumlu sonuçları verdiğini rapor etmişlerdir.

Kompost uygulamalarının bitki kuru ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki oluşturduğu belirlenmiştir. ($P \leq 0.05$). Sonuçlar incelendiğinde en yüksek kuru ağırlık $4.22 \text{ g bitki}^{-1}$ ile U4 uygulamasında belirlenmiştir. Bu uygulama U1 uygulamasına kıyasla %10.11 oranında bitki kuru ağırlığında artış sağlamıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.2. Kompost uygulamalarının bitki yaş ağırlığına etkisi

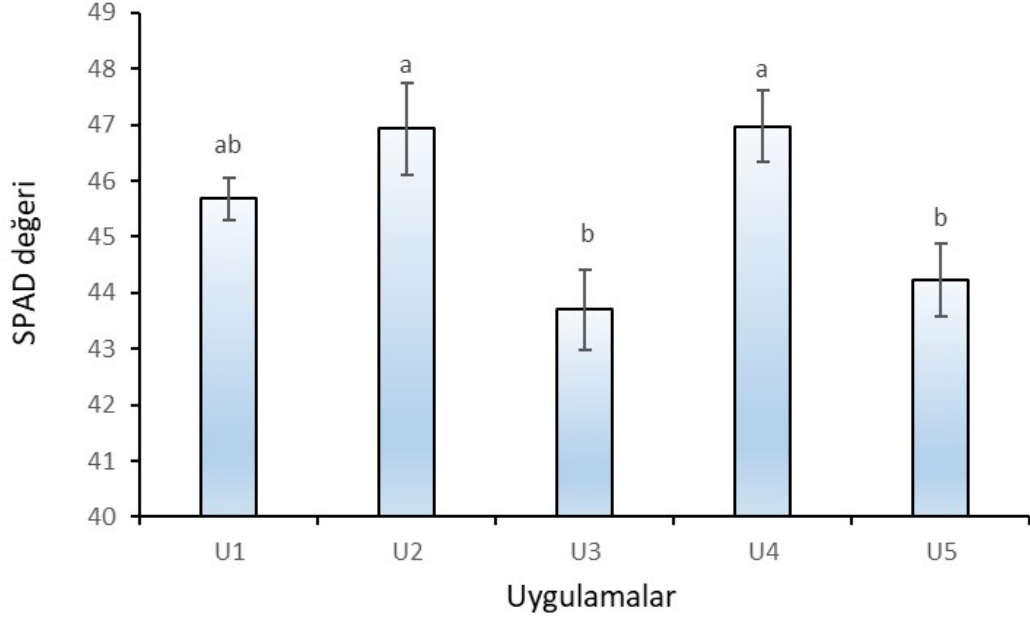


Şekil 4.3. Kompost uygulamalarının bitki kuru ağırlığına etkisi

4.3. SPAD Değeri

SPAD değerleri, yaprak klorofil içeriğinin değerlendirilmesinde önemli bir araçtır. SPAD ölçümleri, yaprakların klorofil içeriğini hızlı bir şekilde belirlemek için kullanılır ve bu değerler, bitki beslenme durumu ve stres analizlerinin önemli bir göstergesidir (Megha ve ark., 2023). Bu çalışmada yapılan SPAD ölçümleri, kompost uygulamalarının bitki klorofil içeriği üzerinde anlamlı bir etki oluşturduğunu ortaya koymuştur ($P \leq 0.05$). En yüksek klorofil içerikleri U4'de 46.97 ile uygulamalarında belirlenmiştir. En düşük klorofil içeriği ise U3'de 43.70 olarak ölçülmüştür (Şekil 4.4).

Yapılan SPAD ölçümlerine göre, kompost uygulanan bitkilerde klorofil içeriği kontrol grubuna kıyasla belirgin şekilde artmıştır. Bu durum, azotun klorofil sentezindeki merkezi rolüyle açıklanabilir. Kompost, içeriğindeki yavaş salımlı azot bileşenleri sayesinde yapraklarda uzun süreli ve dengeli bir besin temini sağladığından kaynaklı olduğu söylenebilmektedir.



Şekil 4.4. Kompost uygulamalarının bitki klorofil içeriğine etkisi

4.4. Termal görüntü

Kompost ve azot dozlarının domates bitkilerine ait termal görüntüleri Şekil 4.5'de verilmiştir. Termal görüntüler uygulamalar arasında önemli bir farklılık olmadığını göstermektedir. Bitkiler arasında belirgin sıcaklık farkları gözlenmemekle birlikte, bazı uygulamalarda yaprak uçları ve üst kısımlarda daha serin (yeşil-mavi tonlarda) bölgelerin yer aldığı dikkat çekmektedir. Bu durum, genel olarak dengeli bir ısı profiline işaret etmekte ve kompost ile azot uygulamalarının bitki yüzey sıcaklığı üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olduğunu düşündürmektedir.

Görüntülerde gözlenen sınırlı sıcaklık değişimleri, uygulamalar arasında önemli düzeyde bir fizyolojik stres farkı oluşmadığını ve sulama koşullarının da sabit tutulmasıyla birlikte ısı dağılımının homojen kaldığını ortaya koymaktadır. Termal kamera verileri, bu bağlamda kompost ve azot etkileşiminin bitki termal yanıtı üzerindeki etkilerini izlemek için tamamlayıcı bir değerlendirme aracı olarak kullanılabilir.



Şekil 4.5. Kompost uygulamaları ile farklı azot dozu ile muamele edilen domates bitkilerinin termal görüntüleri

4.5. Domates Bitkisinin mineral madde içerikleri

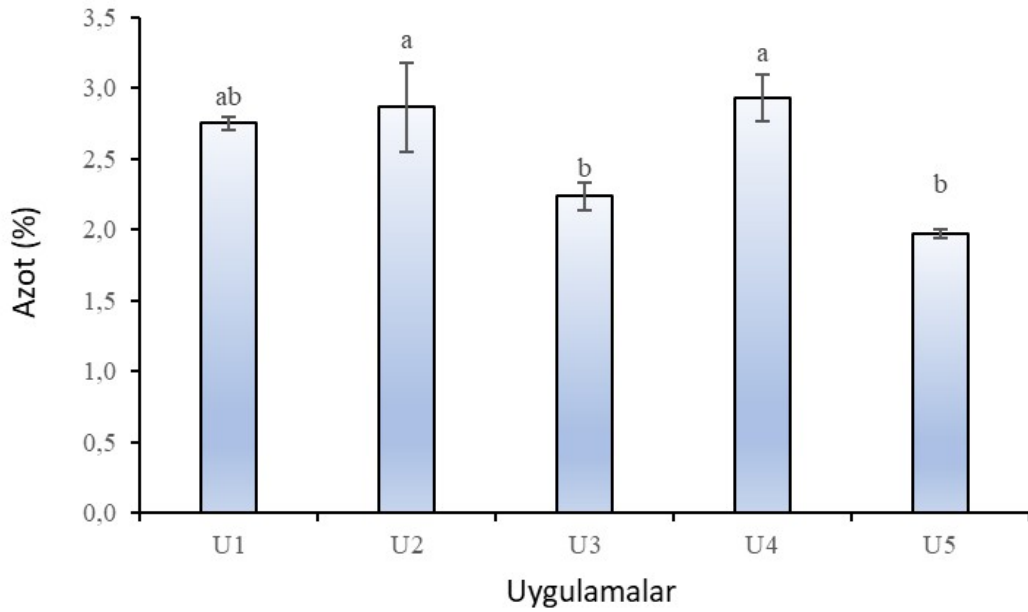
Domates bitkisine uygulanan farklı doz kimyasal gübre ve sera bitki atıklarından elde edilen kompost uygulamalarının bitki mineral madde içeriklerine etkisi önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Bitki mineral madde (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn) içerikleri çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Bitki Mineral Madde İçerikleri

Mineral madde	Uygulamalar				
	U1	U2	U3	U4	U5
N (%)	2.75 ±0.04	2.86 ±0.32	2.24 ±0.10	2.93 ±0.16	1.97 ±0.03
P (%)	0.28 ±0.01	0.35 ±0.01	0.35 ±0.01	0.41 ±0.01	0.40 ±0.02
K (%)	2.08 ±0.01	2.34 ±0.04	2.171 ±0.06	2.48 ±0.09	2.38 ±0.03
Ca (%)	2.19 ±0.05	2.14 ±0.10	1.95 ±0.13	2.09 ±0.08	2.11 ±0.11
Mg (%)	0.51 ±0.01	0.46 ±0.02	0.387 ±0.03	0.40 ±0.02	0.39 ±0.02
Fe (mg kg ⁻¹)	77.78 ±1.76	71.06 ±2.18	61.20 ±3.11	74.23 ±2.37	68.85 ±1.89
Zn(mg kg ⁻¹)	9.51 ±0.33	15.50 ±1.84	14.27 ±0.81	17.73 ±0.62	16.54 ±1.87

4.5.1. Bitki Azot (N) içeriği

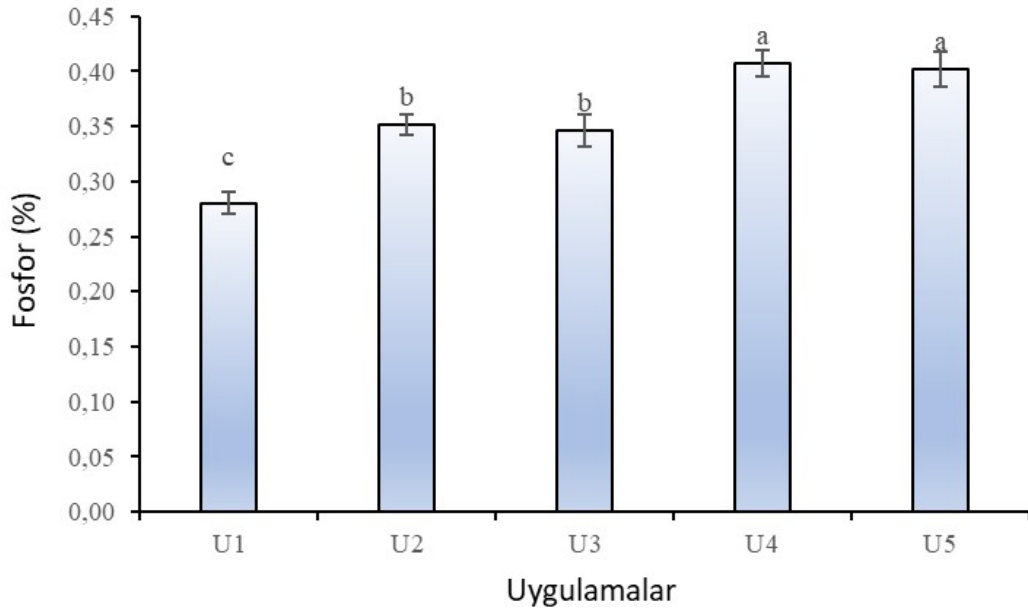
Bu çalışmada sera bitki atıklarından elde edilen kompostun toprağa karıştırılmasıyla yetiştirilen domates bitkilerinde yaprak azot (%N) içeriği incelenmiş ve farklı uygulamaların bitki beslenmesi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, %N içeriği açısından uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($P \leq 0.05$). Kontrol grubu (U1) ile karşılaştırıldığında, U2 ve U4 uygulamaları daha yüksek %N değerleri göstermiş ve istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azot artışı sağlamıştır. Buna karşılık, U3 ve U5 uygulamalarında %N içeriği belirgin şekilde düşük oranlarda olduğu grlmştir (şekil 4.6).



şekil 4.6. Kompost uygulamalarının bitki N içeriğine etkisi

4.5.2. Bitki Fosfor (P) içeriği

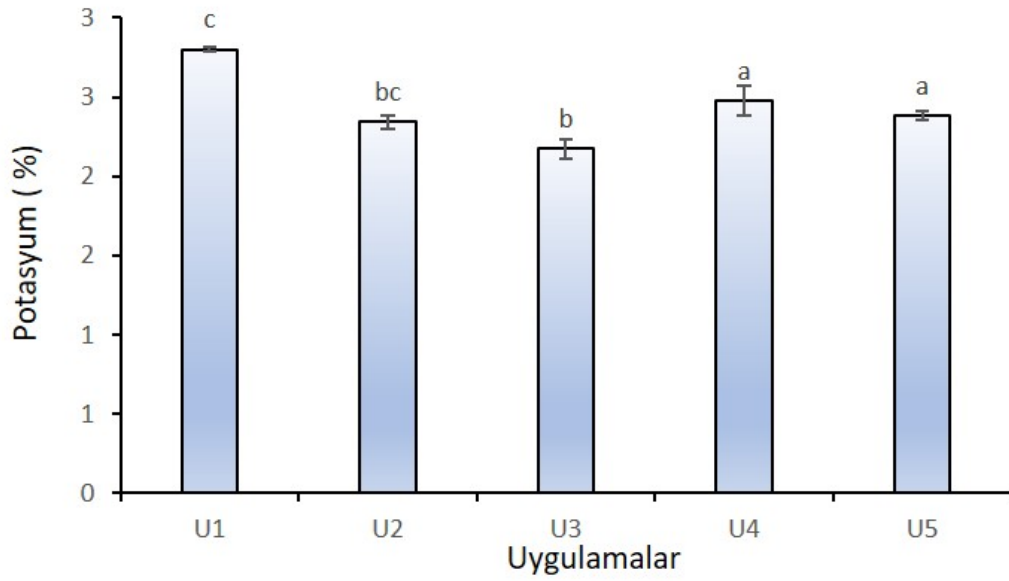
Elde edilen verilere göre izelge 4.1 incelendiğinde farklı doz kimyasal gübre ve kompost uygulamalarının yaprak P içeriklerine etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). U1'de yaprak P içeriği en düşük değer olarak bulunmuştur Kompost uygulamaları içeren U2, U3, U4, U5 gruplarında fosfor içeriği anlamlı şekilde artmıştır. En yüksek fosfor değerleri U4 ve U5 uygulamalarında gözlemlenmiştir.



Şekil 4.7. Kompost uygulamalarının bitki P içeriğine etkisi

4.5.3. Bitki Potasyum (K) içeriği

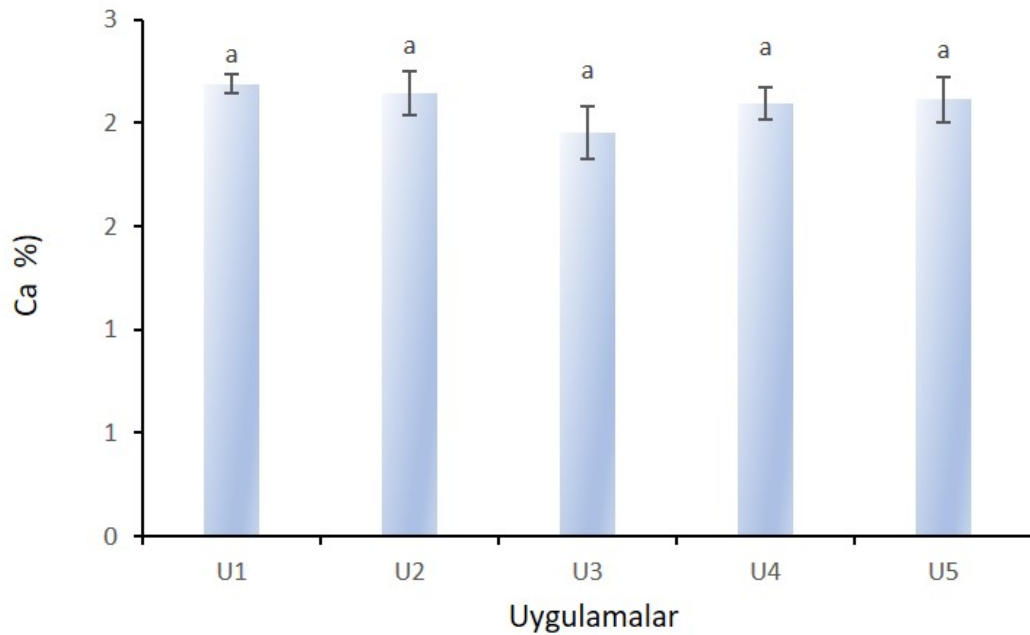
Potasyum (K^+) domates bitkilerinde su düzenlemesi fotosentez etkinliği ve protein sentezi gibi süreçlerde görev almaktadır. Çizelge 4.1. incelendiğinde farklı doz kimyasal gübre ve kompost uygulamalarının etkisi yaprak K^+ içeriğinde önemli bulunmuştur. ($P \leq 0.05$). Kontrol grubunu temsil eden U1 uygulamasında yaprak K^+ içeriği % 2.08 belirlenmiştir. Kompost uygulamaları ile birlikte K^+ miktarında belirgin artışlar gözlemlenmiştir. En yüksek K^+ içerikleri U4 ve U5 uygulamalarında sırasıyla % 2.48 ve %2.38 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.8. Kompost uygulamalarının bitki K⁺ içeriğine etkisi

4.5.4. Bitki Kalsiyum (Ca) içeriği

Çizelge incelendiğinde farklı doz kimyasal gübre ve kompost uygulamalarının domates bitkisi yaprak Ca⁺² içeriği istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. ($P \leq 0.05$). Sera bitki atıklarından etki edilen kompostun kullanılması domates bitkisinde Ca⁺² düzeyini değiştirmemiştir. Ancak kontrole yakın değerler göstermiştir. Bu durum topraktaki besin elementi dengesini olumsuz etkilememiştir.

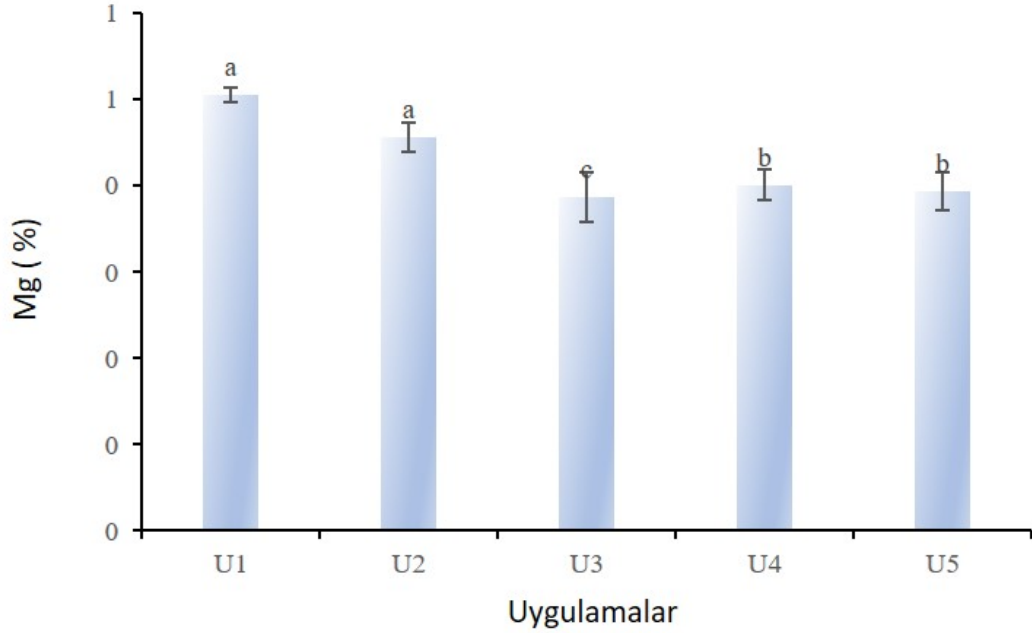


Şekil 4.9. Kompost uygulamalarının bitki Ca içeriğine etkisi

4.5.5. Bitki Magnezyum (Mg) içeriği

Çizelge incelendiğinde farklı doz kimyasal gübre ve kompost uygulamalarının domates bitkisi yaprak Mg^{+2} içeriği istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Kontrole kıyasla kompost uygulamalarında Mg^{+2} içeriğinde azalmalar görülmüştür.

Mg^{+2} alınımı, K iyonu ile rekabete girmesi sonucu, özellikle yüksek Ca^{+2}/K^{+} içeren kompost formülasyonları Mg^{+2} 'nin bitki kökünden alınmasını kısmen engellemiş olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bitki köklerinden iyon alımında K^{+} ve Ca^{+2} 'nın Mg^{+2} ile güçlü kation rekabetine girdiği; özellikle yüksek K^{+} konsantrasyonunun Mg^{+2} alınımını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Marschner 2012).

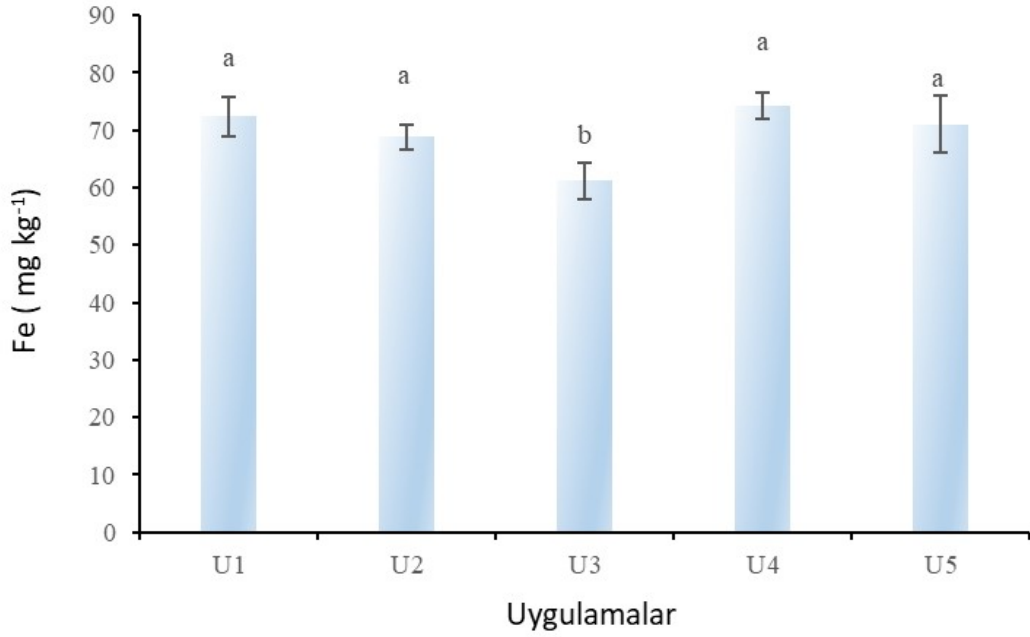


Şekil 4.10. Kompost uygulamalarının bitki Mg içeriği

4.5.6. Bitki Demir (Fe) içeriği

Çizelge 4.1 incelendiğinde, farklı dozlarda uygulanan kimyasal gübre ve kompost kombinasyonlarının domates bitkisi yaprak Fe^{2+} içeriği üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki oluşturduğu görülmektedir ($P \leq 0,05$). Hochmuth ve

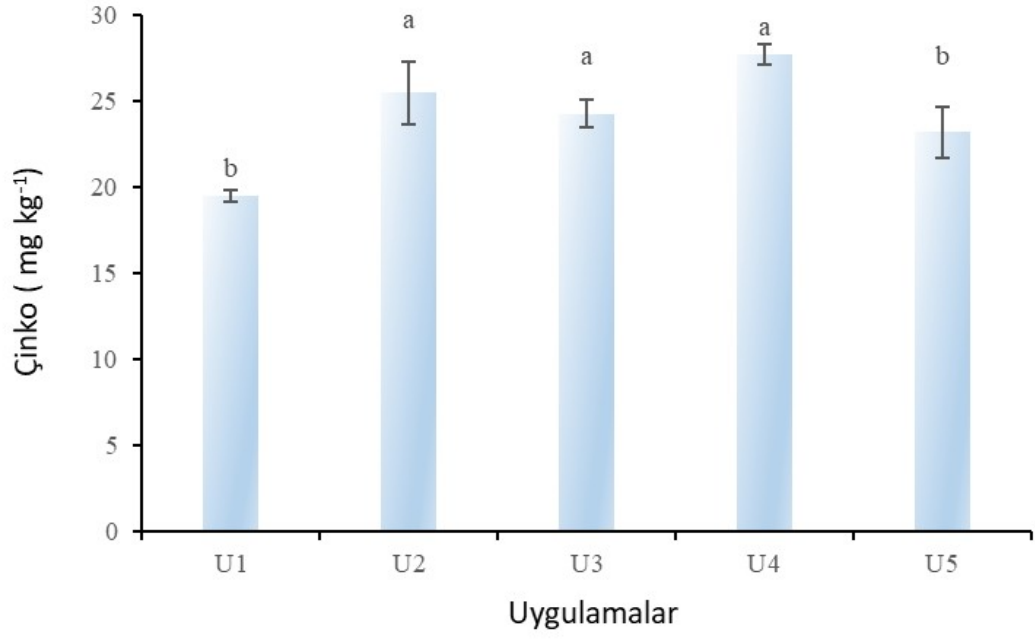
arkadaşlarına (2004) göre, bitkide Fe^{2+} yeterliliği 40–100 ppm aralığında kabul edilmektedir. Bu bağlamda, uygulamalara göre Fe^{2+} içeriği farklılık gösterse de tüm değerlerin yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Kompost uygulamalarının bitki Fe içeriğine etkisi

4.5.7. Bitki Çinko(Zn) içeriği

Çizelge incelendiğinde farklı doz kimyasal gübre ve kompost uygulamalarının domates bitkisi Zn içeriği istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Bitki bünyesinde Zn 20-40 ppm arasında olması yeterlidir (Hochmuth ve diğerleri 2004). Uygulamadan sonra domates bitkisinde Zn kapsamının yeterli olduğu görülmüştür.



Şekil 4.12. Kompost uygulamalarının bitki Zn içeriğine etkisi

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, domates bitkisine uygulanan farklı doz kimyasal gübre ve sera bitki atıklarından elde edilen kompost uygulamalarının bitki gelişimi, klorofil içeriği, termal görüntüleme ve mineral madde içerikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda uygulamalar arasında bitki boyu, yaş ve kuru ağırlık gibi büyüme parametreleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmüştür. Bu bulgular, Nancy ve ark. (1997), tarafından bildirilen, düşük doz kimyasal gübre ile kompostun birlikte uygulanmasının bitki gelişimi ve verimi üzerindeki olumlu etkilerini destekler niteliktedir. Benzer şekilde Abhishek ve Ram (2014), Hem organik hem de inorganik gübreler kullanılarak soğan gelişimi ve verimi üzerine yaptıkları araştırmada NPK dozlarının %50'sinin önerilen vermikompost ile uygulanması bitki gelişiminde (bitki uzunluğu, yaprak sayısı, ağırlığı, çapı) ve kalitesinde önemli artış sağladığını bildirmişlerdir. Atiyeh ve ark. (2000), vermikompost uygulamalarının sebze bitkilerinde taze ve kuru ağırlıkları anlamlı şekilde artırdığını ifade etmişlerdir. Bir başka araştırmada ise, sera koşullarında domates bitkisinin organik gübre (vermicompost) ve kimyasal gübre ile kombine uygulamalarda domates bitkilerinde hem taze ve kuru ağırlığı hem de verimi artırdığını belirtmişlerdir (Yavuzaslanoğlu vd., 2020).

Çalışmada yapılan SPAD ölçümleri, kompost uygulamalarının bitki klorofil içeriğini anlamlı düzeyde artırdığını göstermiştir. Özellikle kompost uygulanan bitkilerde klorofil içeriği, kontrol grubuna kıyasla belirgin şekilde yüksek bulunmuştur. Bu durum, kompostun içeriğinde bulunan yavaş salınımlı azot bileşenlerinin yapraklara uzun süreli ve dengeli azot temini sağlamasından kaynaklandığı söylenebilmektedir (Kaleem vd., 2015). Ayrıca vermikompostun organik madde içeriği ve mikrobiyal aktiviteyi artırıcı etkisi, toprak yapısını iyileştirerek bitki köklerinin besin alımını artırmakta ve böylece fotosentetik pigmentlerin sentezini desteklemektedir (Savy vd., 2022; Liu vd., 2022). Bu çalışmada da benzer eğilim gözlemlenmiştir.

Termal görüntüleme verileri, uygulamalar arasında fizyolojik stres açısından belirgin bir fark olmadığını, sulama koşullarının sabit tutulmasıyla bitkiler arasında homojen bir ısı dağılımının sağlandığını ortaya koymuştur. Kompost ve azot uygulamalarının bitki termal yanıtı üzerindeki etkilerini değerlendirmede termal görüntülemenin tamamlayıcı bir araç olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Bitki mineral madde içerikleri bakımından da uygulamalar arasında anlamlı

farklılıklar belirlenmiştir. Chatterjee (2013), sera atıklarından elde edilen kompostun domates bitkisinin besin içeriğini ve verimini artırdığını belirtmiş, bu bulgular Kaleem vd., (2015) ile Bachman ve Metzger (2008) tarafından yürütülen çalışmalarla da desteklenmiştir. Söz konusu çalışmalarda, organik kaynaklı kompostların azot mineralizasyonunu teşvik ettiği ve bu sayede bitki dokularında klorofil ve azot düzeylerinin arttığı ifade edilmiştir. Yaprak fosfor içeriği bakımından elde edilen sonuçlar, Zebarth vd., (1999) ile Mahmoud ve El-Kader (2015) çalışmalarındaki bulgularla paralellik göstermektedir. Bu çalışmalarda, organik materyal katkısının fosfor biyoyararlılığını artırarak bitki dokularındaki fosfor düzeylerini olumlu yönde etkilediği rapor edilmiştir. Farklı vermikompost dozlarının toprakta mineral mobilitesine ve domates bitkisinin besin içeriğine etkisi N, P, K başta olmak üzere çeşitli elementlerde anlamlı artış sağlamıştır (Sönmez ve Asri, 2023).

Kalsiyum içeriğinde kompost uygulamalarının etkisi, kompostun mineral bileşimi, parçalanma derecesi ve uygulama oranlarına bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Bustamante ve ark. (2008) bu durumu vurgulamış; ayrıca Fernández ve Eichert (2009), Ca^{2+} iyonunun yapraklardan sınırlı alımı nedeniyle bu tür uygulamalarda yaprak kalsiyum artışlarının genellikle düşük kaldığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte toprakta Ca^{2+} , Mg^{2+} ve K^+ iyon dengesi, domates bitkisinin mineral beslenmesi üzerinde belirleyici olmuştur. Yang ve ark. (2024), yüksek Ca^{+2}/K^+ oranlarının Mg^{+2} alımını baskıladığını ve K^+ ile Mg^{+2} iyonları arasında antagonistik bir ilişki bulunduğunu bildirmiştir.

Aynacı ve Erdal (2016), evsel atıklardan elde edilen kompostun biber bitkisi üzerinde Fe içeriğini artırıcı etkisini göstermiş, ancak mısır bitkisinde benzer bir etki gözlemlenmediğini bildirmiştir. Bu durum, bitkilerin türlerine ve besin alım özelliklerine göre organik materyal uygulamalarına verdikleri yanıtların değişebileceğini göstermektedir.

Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, sera bitki atıklarından elde edilen kompostun domates yetiştiriciliğinde hem büyüme parametrelerini hem de mineral madde içeriklerini olumlu yönde etkilediği; özellikle azot, fosfor ve kısmen demir elementleri bakımından önemli katkılar sağladığı sonucuna varılabilir. Ancak kalsiyum ve magnezyum gibi elementlerin bitki tarafından alımı, uygulama dozları ve iyon dengesi gibi faktörlerden etkilendiğinden bu besin elementleri için daha kontrollü uygulama stratejilerinin geliştirilmesi gerektiği söylenebilir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışma, sera bitki atıklarının kompostlaştırılarak değerlendirilmesi ve farklı dozlarda azotlu gübre ile kullanılmasının domates bitki gelişimine etkilerini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, özellikle %10 kompost ve azotun %50 uygulamasının (U4) bitki gelişimi, klorofil içeriği, termal görüntü analizi ve mineral madde birikimi açısından en iyi sonuçları verdiğini göstermiştir. Bu uygulama ile bitki boyu, yaş ve kuru ağırlık gibi gelişim parametrelerinde anlamlı artışlar sağlanmış; ayrıca bitki bünyesindeki N, P ve K içerikleri de en yüksek düzeyde bulunmuştur. Bu sonuçlar, kompostun sadece bir atık değerlendirme yöntemi olmanın ötesinde, etkili bir bitki besin kaynağı olarak kullanılabileceğini ve kimyasal gübre kullanımının azaltılmasında önemli bir araç olabileceğini göstermektedir. Kompost uygulamasının kimyasal gübrenin kullanım dozunun azaltılması bakımından maliyet ve çevre bakımından önemli katkılar sağladığı görülmüştür. Bu durum toprak sağlığı ve kalitesi açısından oldukça önem arz etmektedir.

7. ÖNERİLER

Bu çalışma, organik atıklardan elde edilen kompostun tarımsal üretimde değerlendirilmesi ve kimyasal gübre kullanımının azaltılmasının hem üretim maliyetlerini düşürme hem de sera atıklarının çevreye olan olumsuz etkilerini azaltma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu amaçla, tarımsal sürdürülebilirliğin sağlanması yönünden kompost uygulamalarının teşvik edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Tarımsal üretim sürecinde ortaya çıkan bitki atıklarının kompostlaştırılması desteklenmeli; böylece hem atık yönetimi hem de toprak verimliliği açısından sürdürülebilir çözümler geliştirilmelidir. Özellikle kompostun, azotlu kimyasal gübrelerle belirli oranlarda birlikte kullanılmasıyla, toprak yapısı iyileştirilebilir, organik madde miktarı artırılabilir ve besin maddelerinin yavaş salınımı sağlanarak bitki gelişimi desteklenebilir. Bu tür bütünleşmiş gübreleme yaklaşımları hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirlik açısından yüksek potansiyele sahiptir. Ayrıca, kimyasal gübre kullanımının azaltılması yalnızca maliyetlerin düşürülmesine değil, aynı zamanda toprak mikrobiyal dengesinin korunmasına, tarımsal ekosistemlerin rehabilitasyonuna ve yeraltı su kaynaklarının kirlenmesinin önlenmesine de katkı sağlayacaktır. Kompost uygulamaları hem çevre dostu bir atık yönetim stratejisi hem de maliyet etkin bir gübreleme yaklaşımı olarak değerlendirilmeli, bu tür bütünleşik uygulamalar, iklim değişikliği ile mücadele, gıda güvenliği ve çevresel korunma açısından stratejik öneme sahiptir. Bu nedenle, bu tür uygulamalar yerel yönetimler, tarım politikası yapıcılar ve çiftçi örgütleri tarafından teşvik edilmeli; finansal ve teknik destek mekanizmaları geliştirilerek yaygınlaştırılmalıdır.

Gelecekte yapılacak araştırmalarda, farklı iklim ve toprak koşullarında, farklı bitki türleri üzerinde kompostun etkilerinin uzun vadeli olarak değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu tür kapsamlı çalışmalar, organik atıkların tarımda ikinci bir kaynak olarak kullanılmasının pratik ve bilimsel temelini güçlendirecek, böylece sürdürülebilir tarım sistemlerinin kurulmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Abhishek, S., & Ram, R. B. (2014). Evaluation of the performance of onion cv. NHRDF Red 2 in response to inorganic, organic and bio fertilizers. *Horticulture*, 4(11), 263–265.
- Bustamante, M. A., Moral, R., Paredes, C., Pérez-Espinosa, A., Moreno-Caselles, J., & Pérez-Murcia, M. D. (2008). Agrochemical characterisation of the solid by-products and residues from the winery and distillery industry. *Waste Management*, 28(2), 372–380.
- Chatterjee, R. (2013). Effect of greenhouse organic waste compost on growth and productivity of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2(1), 14.
- Cheuk, W., Lo, K. V., Branion, R. M. R., & Fraser, B. (2003). Benefits of sustainable waste management in the vegetable greenhouse industry. *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 38(6), 855–863.
- Çerçioğlu, M. (2019). Sürdürülebilir atık yönetiminde sera atıklarının kompost olarak değerlendirilmesi. In 33. *Ulusal Tarım ve Gıda Kongresi Bildirileri* (pp. 167–177).
- Day, M., & Shaw, K. (2001). Biological, chemical and physical processes of composting. In P. J. Stoffella & B. A. Kahn (Eds.), *Compost utilization in horticultural cropping systems* (pp. 17–50). Lewis Publishers.
- Fayolle, L., Noble, R., Coventry, E., Aime, S., & Alabouvette, C. (2006). Eradication of *Plasmodiophora brassicae* during composting of wastes. *Plant Pathology*, 55(4), 553–558.
- Fermor, T. R., & Lincoln, S. P. J. (2003). Temperature effect on *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* survival during horticultural waste composting. *Journal of Applied Microbiology*, 94(3), 475–482.
- Fernández, V., & Eichert, T. (2009). Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: Current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 28(1–2), 36–68.
- Kaplan, M., Sönmez, S., & Alagöz, Z. (2001). Agricultural activity induced environmental pollution in the Antalya region and solution. In *International Symposium on Municipal and Industrial Wastes and Their Treatment in the 2000's* (pp. 370–375).
- Liu, X., Zhang, J., Wang, Q., Chang, T., Shaghaleh, H., & Hamoud, Y. (2022). Improvement of photosynthesis by biochar and vermicompost to enhance tomato (*Solanum lycopersicum* L.) yield under greenhouse conditions. *Plants*, 11(2332).
- Marschner, P. (2012). *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (3rd ed., Chapter 2: Cation uptake and transport). Academic Press.
- Noble, R., & Roberts, S. J. (2004). Eradication of plant pathogens and nematodes

- during composting: A review. *Plant Pathology*, 53(5), 548–568.
- Savy, D., Cozzolino, V., Vinci, G., Verrillo, M., Aliberti, A., Maggio, A., Barone, A., & Piccolo, A. (2022). Fertilisation with compost mitigates salt stress in tomato by affecting plant metabolomics and nutritional profiles. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 9, Article 69.
- Sönmez, S., & Oktüren, A. F. (2023). Importance of vermicompost in tomato plant cultivation and improvement of some soil properties. *Compost Science & Utilization*, 29(1), 1–13.
- Suarez-Estrella, F., Vargas-Garcia, M. C., Elorrieta, M. A., Lopez, M. J., & Moreno, J. 2007. *Effect of horticultural waste composting on infected plant residues with pathogenic bacteria and fungi: Integrated and localized sanitation*, *Waste Management*, 27, 7, 886-892.
- Swain, S., Harnik, T., Mejia-Chang, M., Garbelotto, M., Davidson, J., & Rizzo, D. (2006). Composting is an effective treatment option for sanitization of *Phytophthora ramorum*-infected plant material. *Journal of Applied Microbiology*, 101(4), 815–827.
- Yang, M., Zhou, D., Hang, H., Chen, S., Liu, H., Su, J., Lv, H., Jia, H., & Zhao, G. (2024). Effects of balancing exchangeable cations Ca, Mg, and K on the growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.) based on increased soil cation exchange capacity. *Agronomy*, 14(629), 1–12.
- Yavuzaslanoğlu, E., Coşkuner, Y., & Ulusu, F. (2020). A two-year tomato production under different fertilizer treatments. *Acta Horticulturae*, 1286, 99–104.