

**T.C.**  
**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOPRAK ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ZEYTİN KATI ATIĞI (PİRİNA)' NİN TOPRAK**  
**KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ VE TARIMDA**  
**TOPRAK DÜZENLEYİCİ OLARAK KULLANIM**  
**OLANAKLARI**

**Dilek KILLI**

**Danışman:**

**Doç. Dr. Yasemin KAVDIR**

**Haziran, 2008**

**ÇANAKKALE**

**ZEYTİN KATI ATIĞI(PİRİNA)' NİN TOPRAK  
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ VE TARIMDA  
TOPRAK DÜZENLEYİCİ OLARAK KULLANIM  
OLANAKLARI**

**Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Toprak Anabilim Dalı**

---

**Dilek KİLLİ**

**Danışman:**

**Doç. Dr. Yasemin KAVDIR**

**Haziran, 2008**

**ÇANAKKALE**

# **ZEYTİN KATI ATIĞI(PİRİNA)' NİN TOPRAK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ VE TARIMDA TOPRAK DÜZENLEYİCİ OLARAK KULLANIM OLANAKLARI**

## **ÖZET**

Bu çalışmada temel amaç, ülkemiz ekonomisi için oldukça önemli olan zeytin yağı üretimi sonrası elde edilen zeytin katı atığının (pirina) tarımda kullanıma kazandırılmasıdır. Pirina doğrudan ham olarak ve kompost yapılarak topraklara farklı dozlarda karıştırılmış ve topraklarının fiziksel özellikleri üzerine etkileri, bu etkiye neden olan faktörlerle beraber, bitki ve kök gelişimi üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın ilk aşaması, Almanya'da Fachhochschule Osnabrueck University of Applied Science Toprak laboratuvarında tınlı kum ve kumlu tın tekstüre sahip iki toprağa ağırlıkça %0, 2, 4, 6, 8, 10 oranlarında pirina ve pirina kompostu karıştırıp, her karışımdan üçer tekerrür halinde alarak kuru hacim ağırlığı, pF 1.8, 2.5, 4.2 su içerikleri, hidrolik iletkenlikleri ve toplam poroziteleri belirlenmiştir.

Tez çalışmasının diğer aşaması Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Laboratuvarında devam ettirilmiştir. Bu aşamada ağırlıkça %0, %4, %8, %10 oranlarında, tınlı ve kumlu toprağa karıştırılan pirina ve pirina kompostunun domates bitkisinin bitki ve kök gelişimine ayrıca toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu denemede dört seviyede, üç tekerrür halinde, iki toprağa uygulanan pirina ve pirina kompostu ile (4\*3\*2\*2= 48 örnek) toplam 48 adet saksı toplamda 2500 gr olacak şekilde, belirlenen oranlarda pirina ve kompost ile karıştırılarak, saksı denemesi kurulmuştur. Tohum ekiminden iki buçuk ay sonra domateslerde bitki boy uzunluğu, yaprak sayısı, dal sayısı, klorofil ölçümü yapıldıktan sonra domates bitkileri hasat edilmiştir. Hasattan sonra ise bitki yaş ağırlığı ve etüvde 60 °C 'de 24 saat kurutulduktan sonra bitki kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bitkilerin toprak üstü ölçümlerinden ayrı, pirina ve pirina kompostunun bitki kök gelişimine etkisini araştırmak için, hasattan sonra saksılar tam ortadan ikiye bölünerek saksı toprağının yarısı elek yardımıyla yıkanmış ve yıkamadan sonra elek üstünde kalan kökler tarayıcıdan taranarak kök uzunluğu, kök alanı gibi bazı kök parametreleri WinRhizo Basic Programı ile belirlenmiştir. Çıkan

sonuçlar iki ile çarpılarak belirlenmiş daha sonra, saksılardaki bitki ve bitki kökünün yaş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Saksı topraklarının kalan diğer yarısındaki toprak ile de, topraklarının pH, EC, Kire, %Stabilite, %C, %N, Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) analizleri gibi bazı fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Zeytin Katı Atığı, kompost, pF, domates, kk

# **EFFECTS OF OLIVE OIL SOLID WASTE TO SOIL QUALITY AND USAGE POSSIBILITIES AS AGRICULTURAL SOIL CONDITIONER**

## **ABSTRACT**

Soil quality is being deteriorated and soil organic matter content is decreasing due to unsuitable production techniques. Air, water and plant nutrition activity is impeded and plant growth is also damaged.

In this study, it was aimed to gain back the olive oil solid waste (OSW for usage in agriculture) in Turkey. In this research, olive oil solid waste and OSW compost were mixed in different rates with soils and their effects of OSW on soil physical properties were determined. Finally their effects on plant root development were investigated.

**Key words:** olive oil dry waste, compost, soil conductivity

## İÇERİK

Sayfa

TEZ SINAV SONUÇ BELGESİ.....	
ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	iii
TABLolar DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v

<b>BÖLÜM 1- GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
-----------------------------	----------

<b>BÖLÜM 2- LİTERATÜR ÖZETİ .....</b>	<b>2</b>
---------------------------------------	----------

2.1. Organik Madde .....	2
--------------------------	---

2.2. Toprakta Organik Maddenin Faydaları.....	3
---	---

2.3. Humin Maddeler.....	4
--------------------------	---

2.4. Humik Asitlerin Yararları.....	5
-------------------------------------	---

2.5. Biyolojik Faaliyetler ve Toprak Mikroorganizmaları.....	6
--	---

2.6. Organik Tarım.....	7
-------------------------	---

2.7. Organik Toprak Düzenleyicileri.....	8
--	---

2.7.1. Ahır Gübresi.....	8
--------------------------	---

2.7.2. Kompost.....	9
---------------------	---

2.7.3. Yeşil Gübre.....	9
-------------------------	---

2.7.4. Deniz Yosunları.....	10
-----------------------------	----

2.7.5. Leonardit.....	10
-----------------------	----

2.8. Organik Materyal İlavesinin Toprak ve Bitki Üzerine Etkisi.....	12
--	----

2.9. Zeytin Katı Atığı (Pirina).....	13
--------------------------------------	----

2.9.1. Zeytin ve Pirinanın Dünyada ve Türkiye’de Üretim Potansiyeli.....	14
--	----

2.9.2. Pirina ve Özellikleri.....	15
-----------------------------------	----

2.9.3. Pirina İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	16
<b>BÖLÜM 3- MATERYAL VE METOT.....</b>	<b>23</b>
3.1. Materyal .....	23
3.1.1. Denemede Kullanılan Toprak Örnekleri.....	23
3.1.2. Denemede Kullanılan Pirina .....	24
3.1.3. Denemede Kullanılan Kompost.....	24
3.1.4. Denemede Kullanılan Bitki ve Toprakta Belirlenen Özellikler.....	25
3.2. Metot.....	25
3.2.1. Denemenin kurulması.....	25
3.2.2. Toprak Analiz Metodları.....	29
3.2.3. Bitki Analiz Metodları.....	31
3.3. İstatistiksel Analizler.....	31
<b>BÖLÜM 4- ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>32</b>
4.1. Pirina ve Pirina Kompostunun Toprağın Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi.....	32
4.1.1. Başlangıç Su İçeriği.....	32
4.1.2. Kuru Hacim Ağırlığı.....	33
4.1.3. Toplam Gözenek Hacmi.....	34
4.1.4. Hava Geçirgenliği (pF 1.8 ).....	35
4.1.5. Tarla Kapasitesi ( pF 2.5 ).....	38
4.1.6. Daimi Solma Noktası ( pF 4.2 ).....	39
4.1.7. Havalanma porozitesi (pF0 – pF 1.8).....	40
4.1.8. Alınabilir Su Kapasitesi (Yarayışlı Su) ( pF 1.8 – pF 4,2).....	41
4.1.9. Hidrolik İletkenlik.....	44
4.2. Bitki Parametrelerindeki Bulgular.....	44
4.2.1. Tohum Çimlenme Sayısı ve Yüzdesi.....	45
4.2.2. Bitki Yaş Ağırlığı.....	46
4.2.3. Bitki Kuru Ağırlığı.....	48
4.2.4. Bitki Boyu.....	50
4.2.5. Yaprak ve Dal Sayısı.....	53

4.2.6. Yaprak Klorofil Sayısı.....	57
4.2.7. Kök Yaş Ağırlığı.....	58
4.2.8. Bitki Kök Uzunluğu.....	60
4.2.9. Bitki Kök Alanı.....	62
4.2.10. Bitki Kök Hacmi.....	64
4.2.11. Bitki % N Miktarı.....	66
4.2.12. Bitki Ortalama Kök Çapı.....	68
4.3. Toprak Parametrelerindeki Bulgular.....	69
4.3.1. Toprak pH Değerleri.....	69
4.3.2. Toprak EC Değerleri.....	71
4.3.3. Toprak % Stabilite Değerleri.....	72
4.3.4. Toprak % N Değerleri.....	73
4.3.5. Toprak % C Değerleri.....	74
4.3.6. Toprak Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) Değerleri.....	76
4.3.7. Toprak C/N Değerleri.....	77
4.4. Tartışma.....	78
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>86</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>88</b>
<b>TEŞEKKÜR.....</b>	<b>93</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>94</b>



## **Tablolar Dizini**

**Tablo 1.** Türkiye Topraklarının Organik Madde içeriği

**Tablo 2.** Bazı Organik Materyallerin Besin Maddesi İçerikleri

**Tablo 3.** Kompostlar İçin Önerilen N Yararlanılabilirlik Katsayıları

**Tablo 4.** İki Fazlı Zeytin Katı Atığının Çeşitli Kaynaklara Göre Ana Kimyasal Karakteristikleri

**Tablo 5.** Zeytin Katı Atığı Organik Kısımının Ana Bileşenleri

**Tablo 6.** Tez Topraklarının Tekstür Analiz Sonuçları ve Tekstür Sınıfı

**Tablo 7.** Deneme Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

**Tablo 8.** Pirina Materyalinin Kimyasal Özellikleri

**Tablo 9.** Pirina Kompostu' na Ait Analiz Sonuçları

**Tablo 10.** Pirina Kompostunun Kimyasal Özellikleri

**Tablo 11.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamalarının Toprak pF<sub>1,8</sub> (Hava Permeabilitesi) Su İçeriği Üzerine Etkisi (Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 12.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamalarının Toprak pF<sub>1,8</sub> (Hava Permeabilitesi) Su İçeriği Üzerine Etkisi (Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

**Tablo 13.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamalarının Toprak pF1,8 (Hava Permeabilitesi) Su İçeriği Üzerine Etkisi (Toprak \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 14.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamalarının Toprak pF2,5 (Tarla Kapasitesi) Su İçeriği Üzerine Etkisi (Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 15.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamalarının Toprak pF2,5 (Tarla Kapasitesi) Su İçeriği Üzerine Etkisi (Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

**Tablo 16.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamalarının Toprak Alınabilir Su Kapasitesi Üzerine Etkisi (Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 17.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamalarının Toprak Alınabilir Su Kapasitesi Üzerine Etkisi (Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

**Tablo 18.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamalarının Toprak Alınabilir Su Kapasitesi Üzerine Etkisi (Toprak \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 19.** Domates Tohumu Çimlenme Sayısı ve Çimlenme Yüzdesi)

**Tablo 20.** Bitki Yaş Ağırlığı (Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 21.** Bitki Yaş Ağırlığı (Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

**Tablo 22.** Bitki Kuru Ağırlığı (Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 23.** Bitki Kuru Ağırlığı (Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

**Tablo 24.** Bitki Boyu (Materyal\*Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 25.** Bitki Boyu ( Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

**Tablo 26.** Tınlı ve Kumlu Toprakta Pirina ve Pirina Kompostunun Uygulanma Dozlarına Göre Yaprak ve Dal Sayısı)

**Tablo 27.** Yaprak Sayısı ( Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 28.** Dal Sayısı ( Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 29.** Yaprak Sayısı ( Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

**Tablo 30.** Dal Sayısı ( Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

**Tablo 31.** Klorofil Sayısı ( Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 32.** Kök Yaş Ağırlığı ( Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 33.** Kök Uzunluğu ( Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 34.** Kök Uzunluğu ( Toprak \* Materyal interaksiyonu)

**Tablo 35.** Kök Alanı ( Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 36.** Kök Alanı ( Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

**Tablo 37.** Kök Hacmi ( Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 38.** Kök Hacmi ( Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

**Tablo 39.** Bitki %N İçeriği (Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 40.** Bitki %N İçeriği ( Toprak \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 41.** Ph ( Toprak \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 42.** Ph ( Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 43.** EC ( Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 44.** % Stabilite ( Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 45.** %C ( Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 46.** %C ( Toprak \* Seviye İnteraksiyonu)

**Tablo 47.** %C ( Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

### **Şekiller Dizini**

**Şekil 1.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Toprak Başlangıç Su İçeriğine Etkisi

**Şekil 2.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Kuru Hacim Ağırlığı Üzerine Etkisi

**Şekil 3.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Toplam Gözenek Hacmi Üzerine Etkisi

**Şekil 4.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Hava Permeabilitesi (pF1,8) Üzerine Etkisi

**Şekil 5.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Toprak Tarla Kapasitesi (pF2,5) Üzerine Etkisi

**Şekil 6.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Toprak Daimi Solma Noktası (pF4,2) Üzerine Etkisi

**Şekil 7.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Toprak Başlangıç Su İçeriğine Etkisi

**Şekil 8.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Toprak Başlangıç Su İçeriğine Etkisi

**Şekil 9.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Toprak Başlangıç Su İçeriğine Etkisi

**Şekil 10.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta Domates Tohumu Çimlenme Yüzdesi Üzerine Etkiler

**Şekil 11.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta Bitki Yaş Ağırlığı Üzerine Etkileri

**Şekil 12.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta Bitki Kuru Ağırlığı Üzerine Etkileri

**Şekil 13.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta Bitki Boyu Üzerine Etkileri

**Şekil 14.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta Bitki Yaprak Klorofil Sayısı Üzerine Etkileri

**Şekil 15.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta Kök Yaş Ağırlığı Üzerine Etkileri

**Şekil 16 .** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta Toplam Kök Uzunluğu Üzerine Etkileri

- Şekil 17.** %8 Dozunda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı Toprakta Kök Gelişimine Etkisi
- Şekil 18.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta Toplam Kök Alanı Üzerine Etkileri
- Şekil 19.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta Toplam Kök Hacmi Üzerine Etkileri
- Şekil 20.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta Bitki %N içeriği Üzerine Etkileri
- Şekil 21.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta Bitki Ortalama Kök Çapı Üzerine Etkileri
- Şekil 22.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta, Toprak Ph Değerleri Üzerine Etkileri
- Şekil 23.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta, Toprak Ec Değerleri Üzerine Etkileri
- Şekil 24.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta, Toprak Stabilitesi Üzerine Etkileri
- Şekil 25.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta, Toprak %N İçeriği Üzerine Etkileri
- Şekil 26.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta, Toprak %C İçeriği Üzerine Etkileri

**Şekil 27.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta, Toprak Katyon Değişim Kapasitesi (Kdk) Değerleri Üzerine Etkileri

**Şekil 28.** Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Kompostu Uygulamasının Tınlı (a) ve Kumlu (b) Toprakta, Toprak C/N Oranı Üzerine Etkileri

## 1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde hızla artan insan varlığının ve sanayinin ihtiyaçlarını karşılamak için toprak bakımından tarım alanları son sınıra varmış hatta tarım yapılmaması gereken alanlar tarım alanı içine alınmaya başlanmıştır. Bu durum doğal dengenin daha hızlı bozulmasına neden olmaktadır. Doğal dengenin korunması ve hızla artan nüfusun ve sanayinin ihtiyaçlarının karşılanmasının devamlılığı birim alandan alınan ürün miktarının artmasına ve kalitesinin yükseltilmesine bağlıdır. Bunun en önemli yolu da gübreleme ve toprak verimliliğinin korunmasıdır.

Toprakta eksik olan veya bitkiler tarafından alınamayacak formda olan besin elementlerinin toprağa gübreleme ile ilave edilmesi gerekir. Gübreleme ile topraklarımıza aşırı dozlarda kimyasal gübre ve pestisit uygulanarak ürün yetiştirilmesi, doğayı, ürün kalitesi ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle tarımda bilinçlenerek hem toprağımızın verimliliğini arttırmak, toprağı ıslah etmek hem de insanlar için daha sağlıklı bir neslin devam etmesi için organik gübreleme ve organik tarıma daha fazla önem verilmelidir.

Bu konunun gündeme geldiği son yıllarda daha çevreci bir düşünce ile alternatif bir üretim şekli olarak organik tarıma verilen önem, doğal ve organik gübreler ile gübreleme yapmayı daha fazla ön plana çıkarmıştır.

Konvensiyonel tarımda her yıl yapılan tarım neticesinde sürekli verilen kimyasal gübreler, tarım ilaçları ve yeterince organik madde takviyesi yapılmadığı için gün geçtikçe toprak yorgunluğu meydana gelmektedir. Organik tarımda ise toprak verimliliği için geleneksel yaklaşımların aksine biyolojik özelliklere öncelik verilmekte, organik gübre ilaveleriyle toprağın mikroorganizma popülasyonunu ve aktivitesi artırılmaktadır.

Toprağımızın bozulan fiziksel, kimyasal ve biyolojik dengesinin tekrar kurulabilmesi için organik madde ilavesi şarttır. Toprağa verilen organik madde toprakta hava nem dengesinin kurularak, fiziksel yapının düzelmesine, biyolojik aktivitenin hızlanmasına, hızlanan biyolojik aktivite sayesinde besin elementlerinin alınabilir hale gelmesiyle kimyasal yapının düzelmesine sebep olacaktır. Böylece



toprakta fiziksel, kimyasal ve biyolojik denge kurulacaktır. Kurulan bu dengenin bozulmaması için, kimyasal gübrelere yoğun kullanımından vazgeçip organik gübrelemeye dönüş yapmamız gerekmektedir.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1. Organik Madde

Organik madde bitki ve hayvan artıklarının toprakta ayrışmaya başlamasından, mineralize oluncaya kadar ayrışmanın farklı aşamalarındaki çeşitli organik bileşikler ifade etmektedir. Organik madde, önemli bitki besin maddeleri içermektedir. Organik madde toprakların biyolojik aktivitesini iyileştirerek bitkilere dolaylı olarak yarar sağlar. Örneğin; organik madde toprakta mikroorganizmaların sayısını ve cinsini etkileyeceğinden, topraktaki mineralizasyon olayları, havanın serbest azotunu bağlama, toprak strüktür oluşumunun desteklenmesi de hızlandırılmış olacaktır. Toprağın fiziksel özellikleri üzerine de etkili olan organik madde, toprağın stabil olmasına da yol açar (Kavdır ve diğ., 2005). Düzelen strüktürel özelliklere bağlı, toprakların volüm ağırlıkları, poroziteleri, su ve hava dengeleri iyileşir. Tampon özeliği nedeni ile çoğu kimyasal değişimlerin hızını yavaşlatır. Negatif elektrik yükü ile yüklü olması nedeniyle topraklarda önemli bir katyon tutucu görevini de üstlenir.

Toprak organik maddesi (OM), toprak kalitesi için anahtar bir özelliktir. OM toprak verimliliği ve bozulmasına karşı toprağın birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine direk ve dolaylı olarak etki eder. Toprak organik maddesinin kalitesi ve toprakta dengeye gelmesi şu beş faktörün etkileşimine bağlıdır. Bunlar; iklim, arazi şekli, tekstür, girdiler, toprak kalitesi ve dağılımıdır. Humifikasyon, agregasyon, yer değiştirme, erozyon, yıkanma ve mineralizasyon gibi temel toprak süreçleri bu faktörler tarafından yönetilir ( Dick ve Gregorich, 2003).

Yapılan araştırmalara göre topraklarımızın %75'inden fazlasında organik madde az düzeylerde bulunmuştur (Ergene, 1991). Her üretimden sonra, hasatla beraber topraklarda organik madde kaybı olur. Dolayısıyla, toprak yapısında bozulmaları önlemek için bu kayıp miktarın her sene telafi edilmesi gerekir. Bu da her sene toprağa kayıp olan miktar kadar organik madde verilerek olur.

## 2.2. Toprakta Organik Maddenin Faydaları:

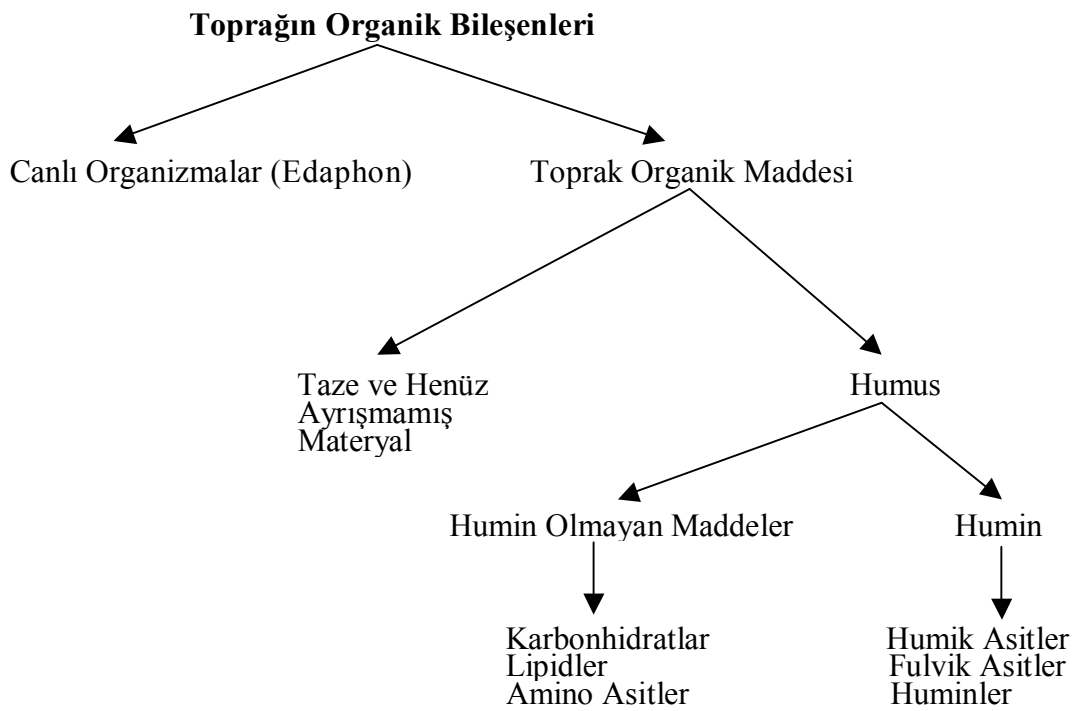
1. Toprak taneciklerinin bir araya gelerek agregat oluşturmasını ve bunların dayanıklılığını sağlar.
2. Toprağın iyon değişim kapasitesini artırır.
3. Toprağa tamponluk kazandırır.
4. Toprağın su ve besin tutma kapasitesini artırır.
5. Toprağın daha iyi havalanmasını sağlar.
6. Toprak erozyonunu azaltır.
7. Toprağın kolay ufalanabilir hale gelmesini, böylece daha kolay işlenebilir olmasını sağlar.
8. Toprak pH'sını olumlu etkiler.
9. Toprak rengini koyulaştırır ve dolayısıyla toprak sıcaklığının artmasını sağlar.
10. Bitki besin maddeleri kaynağı olarak görev yapar ve bunların yararlılıklarını artırır.
11. Topraktaki organizmalar için besin ve enerji kaynağıdır.
12. Tarım ilaçlarının adsorpsiyonuna yada deaktivasyonuna veya her ikisine birden etkilidir (Kacar ve Katkat, 1999).

Tablo1. Türkiye Topraklarının Organik Madde İçeriği (Eyüpoğlu, 1999)

BÖLGELER	<%1	%1-2	%2-3	%3-4	>%4
	<i>Çok az</i>	<i>Az</i>	<i>Orta</i>	<i>İyi</i>	<i>Yüksek</i>
	%	%	%	%	%
<b>Trakya ve Marmara</b>	10,2	45,3	34,2	8,2	2,1
<b>Karadeniz</b>	13,6	35,8	29,7	13,6	7,3
<b>Orta Anadolu</b>	14,1	48,4	31,0	4,5	2,0
<b>Güneydoğu</b>	29,2	60,6	6,7	2,4	1,1
<b>Doğu Anadolu</b>	13,2	49,9	25,5	8,5	2,9

<b>Ege</b>	13,2	45,2	32,7	6,8	4,1
<b>Göller Bölgesi</b>	16,1	52,0	24,6	5,1	2,2
<b>Akdeniz</b>	23,9	47,1	20,1	6,3	2,6
<b>Ortalama</b>	16,7	47,8	25,6	6,9	3,0

Toprağın organik bileşenleri ve humus bileşenleri Şekil 1 'de verilmiştir.



Sekil 1. Toprağın Organik Bileşenleri (Stevenson, 1994)

### 2.3. Humin Maddeler

Bileşim bakımından organik maddeyi hümin maddeler ve hümin olmayan maddeler şeklinde ikiye ayırmak mümkündür. Hümin olmayan maddeler karbonhidratlar, proteinler, peptidler, aminoasitler, yağlar, mumlar, alkanlar ve düşük molekül ağırlıktaki organik asitler gibi hala fiziksel ve kimyasal özellikleri tanımlanabilir maddeleri içerirler. Bu maddelerin çoğu mikroorganizmaların etkisi altında ve kararsız yapıda olup, belli bir süre sonunda parçalanarak dönüşüme uğrarlar. Diğer yandan, topraklarda ve sularda organik maddenin temel yapısını

ise humik maddeler oluşturur. Bunlar amorf, koyu renkli, hidrofilik, asidik, kısmen aromatik yapıdaki kompleks organik maddelerdir ve molekül ağırlıkları birkaç yüzden binlere kadar geniş sınırlar içerisinde değişir. Fulvik asitler daha düşük molekül ağırlığına, fakat birim ağırlık esasına göre diğerlerinden daha yüksek oranda O içeren fonksiyonel gruplara (CO<sub>2</sub>H, OH, C=O) sahiptirler. Bütün humik asitler mikrobiyal bozunmaya karşı dayanıklıdır (Weber, 1997).

#### **2.4. Humik Asitlerin Yararları**

Humik asitlerin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine etkisi vardır. Humik asitlerin toprağın fiziksel özelliği üzerine etkilerinden bazıları, toprak yapısını iyileştirmeleri, toprak parçacıklarını birleştirerek agregasyonu sağlamaları bu sayede erozyona ve toprak kaybını azaltmaları, toprağın kuru hacim ağırlığını azaltarak, havalanma ve işlenebilirliğini artırmaları, su tutma kapasitelerini arttırmaları, toprak rengini koyulaştırarak toprak ısısını artırmalarıdır.

Toprağın kimyasal özellikleri üzerine yararları, toprak pH'nı düzenlemeleri, besin elementlerinin ve suyun kökler tarafından alınmasını teşvik etmeleri, alkalın koşullarda metal iyonlar için doğal şelat oluşturarak bitki köklerinden alınmasını kolaylaştırmaları, yüksek kation değiştirme kapasitesine sahip olmaları, iz elementlerin bitkiler tarafından kullanılabilir forma dönmelerini sağlar, topraktaki azotun bitkiler tarafından alınabilirliğini en yüksek seviyeye çıkartırlar, besin elementlerinin alınabilirliğini kolaylaştırması ile de bitkilerde klorozun giderilmesini sağlar.

Toprağın biyolojik özellikleri üzerine etkisi ise, bitki enzimlerini uyarır, biyolojik olaylarda katalizör görevi yaparlar, bitki köklerinin büyümesini desteklerler, kök hücre zarlarının geçirgenliğini arttırarak bitkilerin topraktan daha fazla besin maddesi alınmasını sağlar, bitkilerde klorofil, şeker ve amino asitlerin oluşumunu teşvik eder, vitamin ve minerallerin ve bunların sonucunda fotosentezin ve ürün verim ve kalitesinin artışı sağlarlar.

## 2.5. Biyolojik Faaliyetler ve Toprak Mikroorganizmaları

Toprak içerisindeki biyolojik faaliyetler, toprak ve bitki arasındaki metabolizmayı teşvik ettiklerinden, sürdürülebilir bitki üretimi ve gübre yönetimi için büyük bir önem taşımaktadır. Klasik tarım uygulamalarının tersine organik tarımda, kullanılan toprak materyali içerisinde, toprak mikroorganizmalarının dolayısıyla toprakta bulunan organik maddelerin sürekli ve yüksek oranda bulunması ve organik gübreleme ile bu dengenin korunması gerekmektedir. Yapılan bazı araştırmalara göre, organik tarımın birçok tarımsal parametreler açısından klasik tarıma göre toprağa daha fazla performans sağladığını göstermektedir. Mesela, organik tarım yapılan topraklarda diğer topraklara göre %30-100 oranlarında daha fazla mikrobiyolojik aktiviteye rastlanmıştır. Aynı şekilde bu tür topraklarda %30-40 oranında daha fazla bitkisel kütle miktarı ile %50 - 80 daha fazla toprak solucanı yoğunluğu görülmüştür (FAO, 2002).

Toprak, bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar için bir yuva görevi görmektedir. Toprak canlıları bitkiler vasıtasıyla oluşan organik madde ile beslenmekte, toprak mikroorganizmaları da kompleks organik bileşikleri mineral bileşenlere ve karbon dioksit'e dönüştürmektedir. Canlı bir toprak, bitkiler için besin elementlerini, hayvanlar için de organik atıkları temin eden bir ortam olması nedeniyle toprak verimliliğinin odağı konumundadır. Yapılan çeşitli araştırmalar organik tarımda mikroorganizma faaliyetlerinin, klasik tarıma oranla çok daha yüksek oranda olduğunu göstermiştir.

Organik tarım prensiplerine göre yönetilen bir toprakta, besin döngüsü daha hızlı çalışmakta ve toprak yapısı daha fazla iyileşmektedir. Örneğin, Fliessbach ve diğ. (2001), organik olarak işlenen bir toprakta, toplam mikroorganizma kütlelerinin %90 oranında daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde, Elmholt (1996), organik topraklarda, organik maddeyi ayrıştıran çürükçül toprak bakterilerinin sayısının çok daha fazla olduğunu tespit etmiştir.

## 2.6. Organik Tarım

Ekosistem açısından organik tarım, bir ürünün, üretim ve işleme aşamalarında çevreyi koruyan metotlar kullanılarak üretilmesi işlemidir. Buna göre organik üretim, üretimin başlangıcından ürünün tüketiciye ulaştırılmasına kadar olan sürecin tümünü içeren işlemleri ifade etmektedir (FAO, 2002).

Mevcut doğal yapının bozularak tarımsal alanlara dönüştürülmesi, doğal yapıyı bozan tarımsal işleme teknolojilerinin ve kimyasallarının kullanılması, üretim artışı amacıyla yoğun girdi kullanımı ve ürünlerin verimi ve kalitesini arttırmak amacıyla genetik amaçlı yapılan müdahaleler, tarımsal verimliliği arttırmakla birlikte toprak, su ve hava unsurlarının mevcut durumu üzerinde önemli bozulmalara neden olmuştur (Yazgan, 2006).

Özellikle son 40- 50 yıl içerisinde uygulanan tarım sistemlerinde ticaret gübrelere gibi petrol kökenli kimyasallara bağımlı kalındığı görülmektedir. Ancak, tarımsal alanların verimliliğinin sürdürülebilirliği sadece bu sentetik maddeler ile devam edememektedir. Çünkü, toprak verimliliği toprakta var olan ve sürekli azalan organik maddelerin içeriği ile sınırlıdır. Bu bağlamda, toprak verimliliğinin doğal yollardan sağlanması ve sürdürülebilirliği günümüzde temel öncelikler arasında yer almaktadır.

Toprak organizmaları, toprak strüktürünün gelişmesine yönelik olarak toprak partiküllerini birleştirip agregatlaşmayı sağlayan salgılar üretmektedir. Agregatlaşmış bir toprak iyi tıvı toprak demektir. Tipik olarak iyi tıvı toprak geçirgenliği ve drenajı iyi, işlenmesi kolay topraktır. Mineralizasyon adı verilen olay ile organik bitki ve hayvan atıkları mikroorganizmalar tarafından parçalanarak inorganik besin elementleri temin edilmekte, bu elementleri bitki kökleri aldığı anda besin elementleri organik formlara dönüştürülerek döngü sağlanmaktadır.

Toprakta bulunan organik bağlı azotun  $NH_4$  formuna dönüşmesi *amonifikasyon* adını alırken, amonyumun  $NO_2$  ve  $NO_3$ ' e dönüşmesine *nitrifikasyon* denir. Bu işlemin tamamı ise *azot mineralizasyonu* olarak

tanımlanır. Toprakta bulunan azotun tamamına yakını organik formdadır. Normal koşullarda inorganik forma dönüşebilen azot miktarı organik bağlı azotun %2-3 'ü gibi çok düşük düzeylerde kalmaktadır (Kacar ve Katkat, 1999).

Toprağa azot kazandırmanın bir başka yolu da yine topraktaki mikroorganizmalar tarafından olmaktadır. Atmosferin serbest halde bulunan azotunun mikroorganizmalar aracılığıyla biyokimyasal olarak organik forma dönüştürülmesi tarımda *Biyolojik Azot Fiksasyonu* olarak adlandırılmaktadır. Yapılan araştırmalar en iyi N<sub>2</sub> bağlanmasının baklagil bitkilerinin bulunduğu topraklarda olduğunu ortaya koymuştur.

## 2.7. Organik Toprak Düzenleyiciler

Ülkemiz şartlarında kullanılabilecek organik toprak iyileştiriciler ahır gübrelere, kompost, çeşitli tarımsal atıklar (kekler, ayçiçeği sapı, mısır koçanı, pirinç kavuzu, vb.) sayılabilir. Bazı organik materyallerin besin maddesi içerikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Bazı Organik Materyallerin Besin Maddesi İçerikleri (Stephens, 1994)

Kaynak	%N	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% K <sub>2</sub> O
Ahır gübresi	0.5-1.0	0.15-0.20	0.5-0.6
Tavuk gübresi	2.87	2.90	2.35
Kompost	1.5-3.5	0.5-1.0	1.0-2.0
At gübresi	0.3-2.5	0.15-2.5	0.5-3.0
Kemik unu	0.7-4.0	18.0-34.0	0.
Kan tozu	12.0	1.5	0.57
Deniz yosunu	0.	0.	4.0-13.0
Odun külü	0.	1.0-2.0	3.0-7.0
Pamuk toh.küs.	6.0	2.0	1.0

### 2.7.1. Ahır Gübresi

Ahır gübresi, büyük ve küçükbaş hayvanların dışkıları ile ahırlarda hayvanların altına serilen yataklıktan oluşur. Ahır gübresi, bir yandan toprağın yapısını olumlu yönde etkilerken, diğer yandan bitkiler için gerekli besin elementlerini sağlayarak ürün miktarı üzerine olumlu etki oluşturmaktadır.

Ayrıca ahır gübresinin toprakta parçalanması sonucu oluşan karbondioksit ve organik asitler, bitki besin elementlerini bitkiler için yararlı hale dönüştürürler. Yine, ahır gübresiyle toprağa fazla miktarda mikroorganizma verilir. Böylece toprakta biyolojik değişimlerin hızı artar.

### 2.7.2. Kompost

Tarımsal işletmeden veya işletme dışarısından gelen bitkisel ve hayvansal kaynaklı tüm organik atıklar kompost yapımında kullanılır. Bitkisel saplar, yapraklar, yabancı otlar, mutfak artıkları kompost yapımı için uygundur. Bahsedilen bu materyaller iyice karıştırılıp tabanı sıkıştırılmış bir yerde yığın yapmak üzere hazırlanır. Alta bir tabaka saman serilerek sızma engellenir. Üzerindeki yığın 1-1,5 m yüksekliğinde olabilir. Üstü toprak ile örtülerek fermantasyona bırakılır. Fermantasyon materyalin cinsine göre 6-24 ayda olabilir. Ancak bu zaman zarfında yığın ara sıra bozularak havalandırılır, olgun kısım ayrılır kurumuş ise hafifçe ıslatılır. Yığın her zaman için çok fazla olmamak kaydıyla sıkıştırılır.

Tablo 3. Kompostlar İçin Önerilen N Yararlanılabilirlik Katsayıları ( Baldvvin ve Greenfield, 2000).

C:N	Toprağa karıştırma	Toprağa Serpme
<10	0.50	0.38
10-15	0.25	0.19
16-20	0.10	0.08
21-25	0.05	0.03
>25	0.00	0.00

### 2.7.3. Yeşil Gübre

Yeşil gübre esas olarak, toprakta gerekli organik maddeyi sağlamak amacıyla yetiştirilen bitkilerin, gelişmelerinin belli bir devrelerinde ve henüz yeşil halde iken sürülerek toprak altına getirilmesidir. Yeşil gübre bitkisi olarak çok çeşitli bitkiler yetiştirilirse de baklagil bitkileri daima baklagil olmayan bitkilere tercih edilmekte ve bunlar en iyi yeşil gübre bitkileri olarak kabul edilmektedir.



Yeşil gübrelemenin en başta gelen yararı toprağın organik madde yönünden zenginleştirilmesidir. Özellikle ahır gübresinin az bulunduğu yerlerde yeşil gübreleme yoluyla toprağın organik madde düzeyi önemli miktarda artırılmaktadır. Ayrıca kompost edilmiş yeşil bitki atıkları da kullanılmaktadır.

Çanakkale koşullarında yetiştirilen fiğ ve çavdar karışımı, toprak struktürünü, havalanmasını, hidrolik iletkenlik ve organik karbonunu arttırmıştır (Kavdır ve diğ., 2007).

#### **2.7.4. Deniz Yosunları**

Deniz yosunu bir toprak iyileştirici olmakla birlikte taşıma masraflarının yüksek olması nedeniyle ancak lokal olarak kullanıldığında uygundur. Deniz yosunu ekstraktlarının yapraktan sprej olarak kullanımı oldukça yaygındır. Birçok üründe yaprak sprejleri verim artışını sağlamıştır. Deniz yosunu ekstraktları yaprak sprejleri yanında sıvı gübre olarak da uygulanabilmektedir. Deniz yosunu bitki besin elementlerinden bir miktar potasyum, demir, çinko, bakır, molibden, bor, mangan ve magnezyum, ayrıca bitki büyüme hormonlarından giberellin, auxin ve sitokinin içermektedir. Yosun ürünlerinin kök gelişmesi ve çiçeklenmede artış sağladığı, hastalık ve zararlılara direnci artırdığı, kuraklık ile bitki besin maddeleri noksanlıklarının etkisini azalttığı bildirilmektedir. Deniz yosunu ayrıca şelatlama özelliği ile bitki besin maddelerinin bitki tarafından yararlılığını sağlamaktadır (Soyergin, 2006).

#### **2.7.5. Leonardit**

Organik kaynaklardan birisi de toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirebilecek nitelikte olan **Leonardit** (gidya) materyalidir.

Pekçok araştırmacı tarafından tanımlanmış olan leonardit, yağışlı bölgelerde bitki bolluğu yüzünden ötrofik, oksijeni az olan, göl diplerinde çürümüş maddelerin çözülmesiyle oluşmuş, plastik yapılı, organik maddesi kolay tanınan ve bol miktarda organizma artığı içeren sedimentler şeklinde ifade edilebilir. Leonardit, yüksek oranda karbon ve humik asitler içeren, kömür düzeyine ulaşmamış doğal bir

organik materyaldir ve organik madde içeriği % 75 gibi bir değere ulaşabilmektedir. Leonardit materyali bitki besin elementleri bakımından toprakla kıyaslandığında, fosfor yönünden yüksek, potasyum bakımından fakirdir, kalsiyum karbonat içerikleri çok yüksek, toprak reaksiyonları (pH) nötr civarındadır. Mikro elementlerden bitki tarafından alınabilir Fe, Mn, Cu, Zn analizleri yapılmış ve bu mikro elementlerin yeter düzeyde olduğu saptanmıştır. Leonardit materyalinin bitki gelişimini engelleyecek düzeyde bor içermediği belirlenmiştir (Anonim, 1996).

Bitki besin elementleri içermesi, toksik element içeriğinin düşük olması ve humik asit içeriğinin yüksek olması nedeniyle ülkemizde bugüne kadar yapılan araştırmaların büyük bir kısmında leonardit'in gübre olarak kullanım potansiyeli üzerinde özellikle durulmuş ve bitki verimine etkisi, gübre değeri, organik madde içeriği ve humin madde içeriğinin değerlendirilmesi gibi konularda çalışılmıştır. Bates ve Jackson (1980), kuru bazda linyit, torf, humus ve leonardit materyallerinin genellikle %5 - %20 arasında hümik asit içerdiğini rapor etmiştir. Humik maddelerin kök gelişimini, sürgün gelişimine göre arttırdığı, makro besin elementlerinin alınmasında etkili oldukları, metal katyonları ile kompleks oluşturdukları, bazılarının alımını arttırıcı, bazılarının da alımını azaltıcı etkide buldukları yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur. Humin maddelerin uygun mineral besin maddelerinin bulunduğu ortamlarda toprakların biyolojik özellikleri üzerine olumlu etkilerde bulunduğu araştırmalarla ifade edilmiştir (Bates ve Jackson ,1980).

Leonarditin toprağın fiziksel özellikleri üzerine etkisi, özellikle, ağır bünyeli killi topraklarda havadar bir bitki kök bölgesi meydana getirerek, gevşek ve geçirgen bir toprak yapısının oluşmasını sağlar. Bunun sonucunda gerekli miktardaki suyun toprak tarafından tutulup fazlasının akıp gitmesini ve toprak işlemesini kolaylaştırır. Hafif bünyeli kumlu, siltli-kumlu topraklarda su tutma kapasitesini arttırır, gıdaların yıkanıp gitmesini önler. Ağır bünyeli marnlı (killi ve kireçli) topraklarda toprağı kabartır ve havalandırır. Toprağın çatlamasını ve erozyonu önler. Su tutma kapasitesini arttırarak kuraklığı önler. Güneş ışınlarını emerek toprağın çabuk ısınmasını sağlar ve mikro organizma faaliyetlerini artırır. Bu nedenle toprağın pestisid gibi zararlı ve zehirli maddelerden temizlenmesini sağlar (Anonim, 1996).

## 2.8. Organik Materyal İlavésinin Toprak ve Bitki Üzerine Etkisi

Tarımsal üretim faaliyetlerinde bitkinin toprakta iyi bir gelişim sağlayabilmesi, yetiştiği toprak ortamının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ilişkilidir. Toprağın fiziksel özelliklerini düzeltmede ve sürekliliğini sağlamada en fazla başvuru yöntem ise toprağa organik kökenli materyallerin ilavesi olmaktadır (Bender ve diğ.,1998). Lewandowski ve Zumwinkle (1999), verimli bir toprak denildiğinde toprakların organik madde ve biyolojik aktivitede yüksek düzeye, stabil agregatlara, bitki köklerinin kolaylıkla hareket edebildiği bir ortama, yüzeyde suyun kolaylıkla infiltre olabildiği bir toprak yapısına sahip olmasının akla geldiğini bildirmişlerdir.

Shiralipour ve diğ. (1992), Carpenter-Boggs ve diğ. (2000), yaptıkları çalışmada, mineral gübrelerin bitki gelişimi için çabuk alınabilir besin elementi sağlamasına rağmen, toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirmede payı olmadığını, organik düzenleyici olarak toprağa organik madde girdisi, besin elementi sağlamanın yanında toprak agregasyonunu, mikrobiyal çeşitlilik ve aktiviteyi de teşvik ettiğini bildirmişlerdir.

Ferreras ve diğ. (2006), yaptıkları çalışmada katı ev atığı (HSW) at- tavşan gübresi karışımı (HRM) ve tavuk gübresinin (CM) 10 ve 20 Mg ha<sup>-1</sup> olarak iki dozda uygulamışlar. Uygulama sonucunda her materyalin 20 Mg ha<sup>-1</sup> dozunda stabil toprak agregatları önemli ölçüde ( $p < 0.05$ ) yüksek çıkmıştır. 20 Mg ha<sup>-1</sup> dozunun ilk uygulamasından sonra toprak organik maddesi yüksek değer gösterirken, (HSW), (HRM) ve (CM) materyallerin hepsinde 10 Mg ha<sup>-1</sup> ve 20 Mg ha<sup>-1</sup> ikinci uygulamasında toprak organik maddesi önemli ölçüde artış göstermiştir. Toprak stabilitesi, organik karbonu ve mikrobiyal aktivitede artış görüldüğünü bildirmişlerdir.

Maheswaran ve diğ. (2004), tarımsal endüstriyel atıkların malç, besin elementi, organik madde ve su kaynağı şeklinde tekrar kullanılabilir büyük bir potansiyele sahip olduğunu ve bu atıkların kullanılabilirliklerinin ve karakteristiklerinin kullanımdan önce mutlaka bilinmesinin gerektiği belirtmişlerdir. Cooperband (2004), tarımsal üretimde toprak düzenleyicileri olarak organik ürünlerin kullanımının atıkların kaynak olarak değerlendirilmesindeki stratejiye örnek olarak

verilebileceğini bildirmiştir. Özbek ve diğ. (1993), yüzey toprağında yeteri kadar, fazla ayrılmış organik madde atıklarının bulunması durumunda bunun mineral toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerindeki etkisinin büyük olduğunu belirtmişlerdir.

Çelik ve diğ. (2004), yaptıkları çalışmada kompost, ahır gübresi ve inorganik gübrelemenin toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Kompost ve ahır gübresinin toprağın fiziksel özellikleri üzerine etkisi diğer uygulamalara göre daha yüksek bulunmuştur. 0-15 ve 15-30 cm toprak derinliğinde ahır gübresi uygulamasında agregatların ortalama ağırlık çapı en yüksek iken, kompost uygulamasında toplam porozite, satire edilmiş hidrolik iletkenlik en yüksek değerde bulunmuştur. 0-15 cm toprak derinliğinde kompost toplam poroziteyi %24 arttırırken, ahır gübresi yaklaşık %18 arttırmıştır. Aynı derinlikte, kompost uygulamasının hidrolik iletkenliği kontrole göre 0.80 to 2.62 cm h<sup>-1</sup> çıkarırken, 15-30 cm toprak derinliğinde kontrolde 0.76 cm h<sup>-1</sup> olan hidrolik iletkenlik kompost uygulamasında 1.78 cm h<sup>-1</sup> yükseldiği görülmüştür. 0-15 cm toprak derinliğinde kompost (1.17 g cm<sup>-3</sup>) ve ahır gübresi (1.24 g cm<sup>-3</sup>) uygulamaları, inorganik gübrelemedeki kuru hacim ağırlığına(1.47 g cm<sup>-3</sup>)ve kontrole (1.46 g cm<sup>-3</sup>) göre toprağın kuru hacim ağırlığını düşürürken, toprağın organik maddesini arttırmıştır. 15- 30 cm de de kuru hacim ağırlığı kontrolde (1.60 g cm<sup>-3</sup>) ve inorganik gübre uygulamasında (1.58 g cm<sup>-3</sup>) değeri ile kompost uygulamasından (1.27 g cm<sup>-3</sup>) daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, kompost ve ahır gübresi uygulaması toprağın yarayıslı su içeriğini sırasıyla %86 ve % 56 değerinde arttırmıştır. Organik gübre kaynakları, inorganik gübreleme ve kontrole göre, toprağın fiziksel özellikleri üzerine en fazla pozitif etkiyi yapmıştır.

## **2.9. Zeytin Katı Atığı (Pirina)**

Ülkemizde gerek tarımsal ürünleri işleyen, gerekse tarımsal aktivitede bulunan çeşitli işletmelerden her yıl önemli oranda ve değişik özelliklere sahip atıklar ortaya çıkmaktadır. Bu atıklardan biri de ülkemizde çok fazla yetiştirilen zeytin bitkisinden elde edilen zeytinyağının eldesinden sonra arta kalan zeytin katı atığı olan pirinadır.

Türkiye, mevcut tüketim ve ticaret dengesine göre gerek zeytinyağı gerekse sofralık zeytin üretiminde kendine yeterli konumda olup, İspanya, İtalya, Yunanistan ve Tunus gibi önemli zeytin üreticisi ülkelerden biridir. Ülkemiz dünya zeytin üretiminin %8,15'ini, zeytinyağı üretiminin %5'ini, sofralık zeytin üretiminin ise %11,2'sini gerçekleştirmektedir. (Anonim, 2004).

Ülkemizde gerek tarımsal ürünleri işleyen, gerekse tarımsal aktivitede bulunan çeşitli işletmelerden her yıl önemli oranda ve değişik özelliklere sahip atıklar ortaya çıkmaktadır. Zeytinyağı üretiminde de yan ürün olan pirinanın tarımda, organik bir girdi olarak, gübre ve toprak ıslah edici madde olmasına ilişkin araştırmaların artırılması, pirinanın toprak üzerine etkilerinin belirlenmesi bu potansiyelin tarımda değerlendirilmesi açısından önemlidir.

Örneğin İtalya'da kabul edilen kanunla zeytinyağı sektöründe yıllardır süre gelen sıkıntı sona erdirilmiş ve ayrıca karasu ve pirinanın (zeytin katı atığı) tarlalarda gübre ve toprak ıslah edici madde olarak değerlendirilebileceği vurgulanmıştır. Yurdumuzda da bu konudaki yasal düzenlemeler yeniden gözden geçirilmeli ve karasu ve sulu pirinanın arazide bertarafı veya buharlaştırılmasıyla elde edilecek kekin gübre olarak değerlendirilmesine yönelik bilimsel araştırmalar yapılmalıdır.

Tarım alanlarında toprak ve su kaynakları korunarak, çevre ile dost tarım teknikleri kullanılarak, kısaca sürdürülebilir tarım anlayışı ile tarımsal üretimde artış sağlanabilmektedir.

### **2.9.1. Zeytin ve Pirinanın Dünyada ve Türkiye'de Üretim Potansiyeli**

Dünyada toplam 35 ülkede zeytin tarımı yapılmakta olup yaklaşık 10 milyon hektar arazi üzerinde 900 milyondan fazla zeytin ağacı bulunmaktadır. Bu ağaç varlığının %98'i Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde yer almaktadır. Akdeniz ülkeleri içinde zeytin üretiminde lider olan ülkeler sırasıyla İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Tunus ve Suriye'dir. İspanya'da yaklaşık 250 milyon, İtalya'da 190 milyon,

Yunanistan'da 125 milyon, Türkiye'de 99 milyon ve Tunus'ta 55 milyon adet zeytin ağacı mevcuttur (Anonim, 2003).

Üretici ülkelerin 1996-2004 yıllarına ait zeytin üretim miktarları bu yılların ortalamaları na göre şöyledir; İspanya %33,79 ile birinci, İtalya %19,68 ile ikinci, Yunanistan %14,21 ile üçüncü, Türkiye %8,18 ile dördüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2005).

Ülkemizde ise, Ege, Marmara, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde toplam 36 ilimizde zeytin yetiştiriciliği yapılmaktadır. İşletmelerin ortalama büyüklüğü 12,5 da olup %75'i 50 dekardan küçüktür. Toplam ağaç varlığımızın %75'i Ege, %14'ü Akdeniz, %9,3'ü Marmara ve %1,7'si Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunmaktadır. Ağırlıklı olarak zeytin üretiminin yapıldığı iller Aydın, İzmir, Muğla, Balıkesir, Manisa ve *Çanakkale*'dir. Türkiye zeytin alanları 595.000 ha'dır. Toplam tarım alanlarının %2'sini ve bağ bahçe alanların ise %18,1'ini zeytin alanları oluşturmaktadır. Türkiye'de zeytincilik yaklaşık 400.000 ailenin geçim kaynağını oluşturmakta 8-10 bin kişinin gelirene dolaylı katkıda bulunmaktadır. Zeytinliklerin yaklaşık %75'i dağlık kır arazilerde olup ancak %8'i sulanmaktadır. Sulanan zeytinliklerin çoğunda sofralık üretim hakim durumdadır (Tunalıoğlu ve Karahocagil, 2005).

Yaklaşık olarak 100 kg zeytinden 35 ile 45 kg arası kuru pirina elde edilmektedir. Bu değerleri Türkiye'deki toplam yağlık zeytin üretim değerlerini baz alarak hesapladığımızda (1,177,000 ton) her yıl yaklaşık 14.500 ile 18.500 ha arasında tarım arazisinin fiziksel özelliklerini iyileştirilebileceği ortaya çıkmaktadır.

### **2.9.2. Pirina ve Özellikleri**

Pirina, zeytinin mekanik olarak yağa işlenmesinden sonra arta kalan katı alt üründür. Ayrıca zeytinyağı üretiminde ortaya çıkan ikinci bir ürün olan karasu, pirinadan sonra gelen bir alt üründür. Taze ve işlenmiş pirinanın ortalama bileşimi aşağıdaki gibidir (Anonim, 2008).

100 kg zeytinden ortalama

15-22 kg. zeytinyağı

35-45 kg. pirina

100 kg. pirinadan ortalama

6-7.5 kg pirina yağı

60-70 kg. kuru pirina elde edilmektedir.

### 2.9.3. Pirina İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Pirina ile yapılan çalışmalar sonucu farklı yazarlardan alınan verilere göre zeytin katı atığının ana kimyasal özellikleri Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. İki fazlı zeytin katı atığının çeşitli kaynaklara göre ana kimyasal karakteristikleri

Parametreler	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
Nem (%)	61,8	64	57	64.5	65	64	49.6	71.4
pH (H <sub>2</sub> O)	4.9	5.32	n.d.	5.23	5.4	5.5	6.8	5.19
EC (dS m <sup>-1</sup> )	1.78	3.42	n.d.	5.24	n.d.	3.47	1.2	2.85
OM (%)	97.4	93.3	98.5	94.3	95.4	91.6	60.3	94.5
C <sub>OT</sub> /N <sub>T</sub>	53	47.8	59.7	49.3	29.3	42	32.2	46.6
N <sub>T</sub> (g/kg)	10.5	11.4	10.0	11.3	18.5	13.5	11.0	9.7
P (g/kg)	n.d.	1.2	0.5	0.9	n.d.	1.4	0.3	1.5
K (g/kg)	n.d.	19.8	6.3	24.3	n.d.	15.9	29.0	17.1
Ca (g/kg)	n.d.	4.5	2.6	n.d.	n.d.	2.3	12.0	4.0
Mg (g/kg)	n.d.	1.7	n.d.	n.d.	n.d.	0.9	1.0	0.5
Na (g/kg)	n.d.	0.8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.2	1.0
Fe (mg/kg)	n.d.	614	n.d.	526	n.d.	769	2600	1030
Cu (mg/kg)	n.d.	17	n.d.	17	n.d.	21	13	138
Mn (mg/kg)	n.d.	16	n.d.	13	n.d.	20	67	13

<b>Parametreler</b>	<b>(a)</b>	<b>(b)</b>	<b>(c)</b>	<b>(d)</b>	<b>(e)</b>	<b>(f)</b>	<b>(g)</b>	<b>(h)</b>
Zn (mg/kg)	n.d.	21	n.d.	18	n.d.	27	10	22
Lignin (%)	41.2	42.6	19.8	47.5	n.d.	46.8	n.d.	35
Hemiselüloz (%)	n.d.	35.1	15.3	38.7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Selüloz (%)	n.d.	19.4	33.7	17.3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Lipit (%)	3.76	12.1	10.9	18.0	11.0	12.7	n.d.	8.6
Protein (%)	n.d.	7.2	6.7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Karbonhidratlar (%)	n.d.	9.6	19.3	9.6	12.7	10.4	n.d.	n.d.
Fenoller (%)	0.54	1.4	2.4	1.2	2.1	0.5	n.d.	n.d.
Pb, Cd, Cr, Hg (mg/kg)	n.d.	n.d.	n.d.	<5	n.d.	n.d.	n.d.	<1

n.d., belirlenmemiş; (a) Baeta-Hall ve diğ. (2005); (b) Alburquerque ve diğ. (2003); (c) Vlyssides ve diğ. (2004); (d) Cayuela (2004); (e) Saviozzi ve diğ. (2001); (f) Cegarra ve diğ. (2000); (g) Ordoñez ve diğ. (1999); (h) Madejón ve diğ. (1998).

Obied ve diğ. (2005), zeytin katı atığındaki biofenollerin analizi ve biyolojik aktivite üzerine etkisi ile ilgili yaptıkları araştırmada, zeytin katı atığının polifenoller bakımından zengin olduğu ve zeytinin meyvesindeki toplam fenollerin %98'ni içerdiğini belirtmişlerdir. Ana fenolik bileşenler; hydroxytyrosol, tyrosol, oleuropein and caffeic acid dir. Bilimsel makalelerin büyük çoğunluğu eczacılık, kozmetik ve gıda endüstrisinde kullanılan bu bileşiklerin antioksidan, kalp koruyucu, antimikrobiyal, antihipertansiv ve antikanserojen etkilerinin olduğunu kanıtlamaktadır.

Abu-Zreig ve diğ. (2002), zeytin katı atığı ile yaptıkları çalışmada, zeytin katı atığının % 94 oranında organik madde içerdiğini belirtmişler ayrıca tüm toprak örneklerinde zeytin katı atığı uygulaması toprağın su tutma kapasitesini ve sature olmuş hidrolik iletkenliği arttırırken kapilariteyi ve sature olmamış hidrolik iletkenliği azalttığını ortaya koymuşlardır. Sature edilmiş hidrolik iletkenlikte en yüksek artış %4 uygulamasında tın, killi tın ve kumlu toprakta sırasıyla % 300, % 200 ve % 12 oranında artış gözlenmiştir. Zeytin katı atığı kapillar yükselmede kumlu toprakda %11,5 azalma gösterirken killi tın toprakta bu azalma % 70 olmuştur. Kapillar yükselme zeytin katı atığı uygulama seviyesi ile ters bir ilişki göstermiştir.



Sonuç olarak zeytin katı atığı uygulaması toprağın su tutma kapasitesini sature haldeki hidrolik iletkenliğini arttırmış, ancak kapillar yükselmeyi ve sature olmamış haldeki hidrolik iletkenliği azaltmıştır. Yapılan çalışmalardan da görüldüğü gibi, zeytin katı atığının toprağın fiziksel özelliklerine de olumlu etkisi belirlenmiştir.

Albuquerque ve diğ.(2003), yaptıkları çalışmada, zeytin katı atığı (pirina)'nın agrokimyasal (tarım açısından kimyasal) karakteristikleri araştırılmış, sonuç olarak yüksek neme, asidik pH değerine ve oldukça yüksek organik madde içeriğine (özellikle lignin, selüloz ve hemiselüloz) sahip olduğu, önemli oranda yağ, suda çözünebilir karbonhidrat içeriği bulunduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca besin elementi açısından potasyumca (K) zengin, çoğu organik N olmak üzere N'ca orta düzey, fosfor (P) ve mikroelementce de fakir olduğunu tesbit etmişlerdir. Bu özellikleri ile, tarımsal açıdan uygun özelliklere sahip olmaması nedeniyle bu materyalin toprağa direk uygulanması uygun değildir. Bu durumda gübreleme açısından organik ve mineral içeriğinin iyileştirici ve mineralize olması mümkün olmamaktadır. Zeytin atığının toprağa direk uygulanması elverişsizdir ve çevre üzerine kirlilik etkisi oluşturabilir. Bu etkisi asidik özellik göstermesiyle ilgili olabileceğini ayrıca bundan dolayı tohum çimlenmesi ve bitki gelişimi üzerine olumsuz etkisi, antimikrobiyal özelliği ve dengelenmemiş C/N oranından dolayı olabileceği sonucuna varmışlardır. Bu özelliklerinden dolayı zeytin katı atığı kompost yapılarak kullanılırsa daha iyi sonuç vereceği görüşüne varmışlardır.

Pirinanın toprağa uygulanma şeklinin bilinmesi de tarımda kullanımı açısından önem kazanmaktadır. Direk fabrikadan çıktığı şekilde mi (ham), azotlu mineral gübre ile karıştırarak mı, yoksa önceden kompost yapılarak mı verilmelidir? Kompostlaştırma kontrollü aerobik koşullardaki organik materyalin biyolojik ayrışması olayıdır (Epstein, 1997). Hızlı bir kompostlaştırma işlemi için önerilen koşullar şu şekildedir: (1) Karbon /Azot oranı 25:1-30:1, (2) kompost nem içeriği % 50-60, (3)pH 6.5-8.0, ve (4)sıcaklık 55-60 °C (Rynk, 1992).

Pirina organik maddece çok zengindir fakat içindeki maddeler (yağ ve çekirdekteki lignin) kolayca humik maddelere dönüşmemektedir.

Tablo 5. Zeytin katı atığı organik kısmının ana bileşenleri (g kg<sup>-1</sup>, kuru ağırlık)

Parametreler	Ortalama	Aralık	S-Hata
Total Organik Madde	932,6	848,9- 976,0	3,1
Lignin	426,3	323,0- 556,5	16,0
Hemiselüloz	350,8	273,0- 415,8	12,7
Selüloz	193,6	140,2- 249,0	14,8
Yağ	121,0	77,5- 194,6	28,9
Protein	71,5	43,8- 115,0	24,5
Suda Çözünebilir			
Karbonhidratlar	95,8	12,9- 164,0	50,0
Suda Çözünebilir Fenoller	14,2	6,2- 23,9	41,0

Kaynak: Albuquerque ve diğ. (2003).

Gonzalez ve diğ. (1990); Riffaldi ve diğ. (1993); Linares ve diğ. (2001), zeytin katı atığının direk toprağa uygulanmasının tohum çimlenmesine, bitki gelişimi ve mikrobiyal aktiviteye negatif etkisi olacağını ve bunun nedeninin de toprakta humik maddelere dönüşemeyen fenol, organik ve yağ asitlerinden dolayı olabileceğini, Albuquerque ve diğ. (2003), zeytin katı atığının doğrudan toprağa uygulanmasının organik materyaldeki lignin, hemiselüloz ve selülozdan dolayı toprakta fitotoksik ve antimikrobiyal etkisi nedeniyle zararlı olacağını bildirmişlerdir. Sonuç olarak toprağın yapısal özelliklerine zararlı etkisi olacağını ve bu nedenle toprakta gübre ve düzenleyici olarak tek kullanım olanağının kompost yapılması olduğunu bildirmişlerdir.

Kavdır ve Killi (2008) yaptıkları çalışmada, farklı tekstürdeki topraklara uygulanan pirinanın toprağa karıştırıldıktan sonra organik maddedeki değişimler ve bu değişimlerin toprak stabilitesi üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Bu çalışmada, kumlu tekstürlü topraklara uygulanan farklı dozlardaki pirina, toprağın agregat stabilitesini 2 ay gibi kısa bir sürede arttırmıştır. Tınlı kumlu toprağın agregat stabilitesi % 4,6' iken, Çanakkale-Ezine ilçesinden elde edilen pirina, ağırlıkça % 8 oranında toprağa karıştırıldıktan iki ay sonra agregat stabilitesi değeri %88 olarak bulunmuştur. Bu çalışmadan da görüldüğü gibi, pirina uygulanması özellikle kaba

bünyeli toprakların agregat stabilitesi değerini dolayısı ile su tutma kapasitelerini de arttırdığı bulunmuştur.

Pirina, özellikle toprak karbon miktarını ve agregat stabilitesini arttırmada önemli bir kaynak olarak kullanılabilir. Bununla beraber pirina kullanımının bazı dezavantajları da olabilmektedir. Pirina ile ortama verilen C kaynağı arttığı için büyük miktarda N immobilizasyonu oluşabilmektedir. Bu da bitkilerin N alımı üzerine olumsuz etki yapabilir (Chapman, 1997).

Hachicha ve diğ. (2006), tavuk gübresi ve zeytinyağı atıkları ile kompost yaparak bunların patates üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kompostun C:N oranı, 15-17 arasında ve besin maddelerince zengindir. Fitotoksik etkisi bulunmamaktadır. Kompost uygulaması patates verimini 31.5-35.5 t/ha oranında arttırırken sığır gübresindeki artış 30.5 t/ha bulunmuştur. Zeytin karasuyunun kullanılması ise toprak pH, EC ve fenol miktarını olumsuz etkilememiştir.

Sellami ve diğ. (2007), yaptıkları çalışmada zeytin katı atığını kümes hayvanları gübresi ve susam kabuğu ile karıştırarak yaptıkları kompostta, farklı karışımların kullanıldığı kompost sürecinde kompostun fiziko kimyasal (sıcaklık, nem, pH, EC, toplam C ve toplam N) parametreleri ölçmüşlerdir. Pirinanın direk kullanımının dezavantajlarından biri pirina ile ortama verilen C kaynağı arttığı için büyük miktarda N immobilizasyonu oluştuğunu belirlemişlerdir. Elde ettikleri kompostun toprağa ilavesi ile toprak verimliliğini önemli ölçüde iyileştirdiğini, kompostun patates bitkisinin büyümesine hiçbir olumsuz etkisi olmadığını tesbit etmişlerdir. Kompostun etkisi, patates bitkisinin gövde büyümesinde, kontrol parselinde 0,56 m iken, kompost parselinde ise 0,59 – 0,68 m olmuştur. Ayrıca tarla denemelerinde patates veriminde artış olduğunu da bildirmişlerdir. Çiftlik gübresi patates veriminde 30,5 ton ha<sup>-1</sup> iken, kompost uygulamasında verim 30,5 – 37,5 ton ha<sup>-1</sup> olarak belirlemişlerdir.

Al-Widyan ve diğ. (2005), Ürdün'de yaptıkları çalışmada zeytin katı atık kompostunun toprak fiziksel özellikleri üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Çalışmada iki farklı tekstürde (siltli tın ve killi tın) toprak kullanmışlardır. Kompostlama ile

zeytin katı atığının olumsuz etkilerinin giderilmesi amaçlanmıştır. Kontrol uygulamasına kıyasla zeytin katı atık kompostu toprak fiziksel özelliklerini iyileştirmiştir. Siltli tın toprağa %8 zeytin katı atık kompostu ilavesi penetrasyon derinliği ve su alımını sırası ile % 36.5 ve % 34.3, oranında arttırmıştır. Killi tın toprakta ise bu artış % 27.1 ve % 35 oranında olmuştur. Toprağın su tutma kapasitesi siltli tın toprakta % 10.3 ve killi tın toprakta % 16.5 oranında artmıştır.

Montemurro ve diğ. (2006), Akdeniz şartlarında 3 yıllık tarla denemesinde mısır-arpa rotasyonu yapılmış ve farklı azotlu gübre kaynaklarının bitki azot kapsamı üzerine etkileri araştırılmıştır. Azot kaynağı olarak mineral N ( $200 \text{ kg N ha}^{-1}$ ); organik-mineral N (zeytin katı atığı kompostu,  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$  sağlayacak oranda) ve mineral N ( $100 \text{ kg N ha}^{-1}$  olarak mineral gübre); organik N ( $100 \text{ kg N ha}^{-1}$  zeytin katı atığı kompostu şeklinde); gübresiz kontrol uygulamalarına yer verilmiştir. Organik gübre ve mineral gübre karışımı en fazla mineral N uygulaması ile aynı verimi sağlamıştır. Mısırdaki ( $8.8$  ve  $8.9 \text{ t ha}^{-1}$  olarak bulunmuştur) arpada ise ( $3.2$  ve  $3.5 \text{ t ha}^{-1}$ ). Organik gübre ve mineral gübre karışımı organik karbonu da en fazla arttıran uygulama olmuştur. Azot kullanım etkinliği üzerine farklı uygulamaların etkisi aynı olmuştur.

Bu çalışmada temel amaç, ülkemiz ekonomisi için oldukça önemli olan zeytin yağı üretimi sonrası elde edilen zeytin katı atığının (pirina) tarımda kullanıma kazandırılmasıdır.

Toprağa belirli aralıklarla uygulanan organik atıklar (hayvan gübresi, ürün artıkları, evsel veya kentsel atıklar) toprak organik maddesi azalmasını belli bir süre engelleyebilmektedir. Organik madde kaynaklarının ekonomik olması, toprakta uzun süreli etki göstermesi bu kaynakların kullanımını yaygınlaştırmada en önemli faktörlerdendir.

Ülkemiz ekonomisinde oldukça önemli olan zeytin ve zeytin yağı üretimi sonrası elde edilen zeytin katı atığının (pirina) tarımda kullanıma kazandırılmasıdır. Ayrıca tarımsal atıkların yine tarımsal amaçlarda değerlendirilmesi kimyasal gübre kullanılmasını da azaltacaktır. Böylelikle bir yandan ekonomik kazanç sağlanırken

diğer yandan ekolojik dengeyi bozmayan çevreye duyarlı toprak düzenleyici materyaller için yapılacak bilimsel çalışmalara model teşkil edecektir.

Bu çalışmada pirina doğrudan ham olarak ve kompost yapılarak topraklara farklı dozlarda karıştırılmış ve bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliği belirlenmiştir. Zeytin katı atığı ve kompostunun farklı toprak tekstürlerinde toprağın hacim ağırlığına, porozitesine, toprak su tutma karakteristiklerine, su iletkenliği gibi fiziksel özelliklerine etkisi belirlenmiştir. Ayrıca bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiş ve test amacı ile domates bitkisi denenmiştir. Deneme sonunda, pirina ve pirina kompostunun bitki ve bitki kök gelişimi üzerine, ayrıca bitki yetiştirilen toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Denemede Kullanılan Toprak Örnekleri

Tez çalışmasının ilk aşamasındaki Almanya’ da yapılan analizlerinde kullanılan, tınlı kum ve kumlu tın tekstüre sahip iki toprak Fachhochschule Osnabrueck University of Applied Science, üniversite arazisinden 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Buradaki denemelerde su tutma kapasitesinin düşük olması nedeniyle kaba ve orta bünyeli toprak tercih edilmiştir. Ayrıca Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Laboratuvarında devam ettirilen tez çalışmasının ikinci aşamasında kullanılan tınlı toprak üniversitenin Dardanos kampüsü uygulama alanından, kum ise Çanakkale Kepez Limanı yakınından 0-20 cm derinlikten alınmıştır.

Tablo 6. Tez Topraklarının Tekstür Analiz Sonuçları ve Tekstür Sınıfı

<b>Toprak Örneği</b>	<b>% Kil</b>	<b>% Silt</b>	<b>% Kum</b>	<b>Tekstür Sınıfı</b>
Dardanos Toprağı (Toprak 1)	26,5	26,5	47	Tın
Kepez Toprağı (Toprak 2)	7	4	89	Kum
Almanya Toprağı (Toprak 3)	4,5	24,5	71	Tınlı Kum
Almanya Toprağı ( Toprak 4 )	19,4	12,2	68,4	Kumlu Tın

Tablo 7. Deneme Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Toprak	pH	EC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	% CaCO <sub>3</sub>	% Stabilite	% C	% N	KDK ( $\text{cmol kg}^{-1}$ )
Toprak 1 (tın)	7,56	511,67	12,45	1,15	2,62	0,08	28,32
Toprak 2 (kum)	7,79	269,67	6,31	0,46	1,30	0,05	8,37

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Dardanos Yerleşkesinden alınan toprak 1 (Dardanos toprağı), Toprak Taksonomisi 1998 sistemine göre sınıflandırılmış Inceptisol ordosunun Fluventic Haploxerepts alt grubunun Dardanos serisinden alınmıştır.

### 3.1.2. Denemede Kullanılan Pirina

Tez çalışmasında kullanılan pirina Gökçeada ELTA Tarım işletmesinden temin edilmiştir. Denemede kullanılan pirinanın bazı kimyasal özellikleri Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Pirina Materyalinin Kimyasal Özellikleri:

	N (%)	C (%)	C:N oranı	pH	EC(micromhos $\text{cm}^{-1}$ )
Pirina (n=3)	1.0	48.1	48.1	5.7	590

### 3.1.3. Denemede Kullanılan Kompost

Tez çalışmasında kullanılan pirina kompostu, Toprak bölümünde hazırlanmıştır.

Tablo 9. Pirina Kompostu’ na Ait Analiz Sonuçları \*

	%
Toplam kalsiyum (Ca)	1.910
Bor (B)	0.004
Bakır (Cu)	0.002
Demir (Fe)	0.220
Potasyum (K)	1.090

Magnezyum (Mg) 0.170

Çinko (Zn) 0.007

\* Pirina kompostu analizi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Laboratuvarında yapılmıştır.

Tablo 10. Pirina Kompostunun Kimyasal Özellikleri

	N (%)	C (%)	C:N oranı	pH	EC (micromhos cm <sup>-1</sup> )
Pirina kompostu (n=4)	1,8	37,2	20,7	8,04	2790

### 3.1.4. Domates Denemesinde Belirlenen Bitki ve Toprakta Analizleri

Pirina ve pirina kompostunun domates bitkisinde bitki ve kök gelişimine etkisinin belirlenmesi için *Lycopersicon lycopersicum L.* çeşit domates tohumu saksılara ekilmiş ve hasad sonucu domateslerde, tohumun çimlenme sayısı, bitki boy uzunluğu, yaprak sayısı, dal sayısı, klorofil ölçümü, bitki yaş ve kuru biomas ağırlığı, bitki toplam N ve C' nu, bitki kök uzunluğu, kök alanı, ortalama kök çapı ve hacmi ayrıca saksı topraklarında pH, EC, kireç, agregat stabilitesi, toplam N ve C, katyon değişim kapasitesi analizi yapılmıştır.

## 3.2. Metot

### 3.2.1. Denemenin kurulması:

#### İlk Aşama:

Tez çalışmasının Almanya'da Fachhochschule Osnabrueck University of Applied Science Toprak laboratuvarında yapılan ilk bölümünde, analizlerde kullanılan, 0-20 cm derinlikten alınan ve 5mm'lik elekten elenen tınlı kum ve kumlu tın tekstüre sahip iki toprağın hava kuru hale geldikten sonra %nem miktarları belirlenmiştir. Sırasıyla % 12,39 ve % 4,64 neme sahip olan kumlu tın ve tınlı kum tekstürdeki topraklara %0, 2, 4, 6, 8, 10 oranlarında pirina ve pirina kompostu karıştırıp, her karışımdan üçer tekerrür olarak kuru hacim ağırlığı hesaplanmıştır.





Resim 1. Toprağın Kuru Hacim Ağırlığının (db) Belirlenmesi

Kuru hacim ağırlığını belirledikten sonra örnekler pF 1,8 (*Havalanma Kapasitesi*) ve pF 2,5 (*Tarla Kapasitesi*) için bozulmamış örnek alma silindirine dört tekerrürlü olarak paketlenmiştir. Ancak silindirlerde paketlenen örneklerin pF analizinden sonra hidrolik iletkenliği (kf) ölçümü sırasında bozulmaması için kuru hacim ağırlığı % 10 arttırılmıştır. Silindirleri doldurma işleminden sonra pF analizi için sature edilmiş ve sırasıyla pF 1,8 ve pF 2,5 değerleri ölçülmüştür. Bu analizden sonra silindirler Eijkelkamp marka hidrolik iletkenlik cihazına yerleştirilip, hidrolik iletkenlik değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra silindirler etüvde 105 °C 'de 24 saat kurutulup kuru ağırlıkları alınıp, silindirlerden çıkartılan örneklerin toplam porozitelerinin belirlenmesi için Helyum Piknometre cihazında tane yoğunluğu (df) belirlenmiştir.



Resim 2. Tane yoğunluğu (df) belirlenmesi  
(Helyum Piknometre Cihazı)



Resim 3. Hidrolik iletkenlik (kf) belirlenmesi  
(Hidrolik İletkenlik Cihazı)

Bu işlemlerden sonra, pF 4,2 (*Solma Noktası*) belirlenmesi için her iki toprak pirina ve pirina kompostu ile her dozda, dört tekerrür halinde halkalara sıkıştırılıp halkalar bir gün saturasyona bırakılmıştır. Saturasyondan sonra pF 4,2 ölçümü için 15 barlık basınç altında Toprak Su Ekstraksiyon Cihazına yerleştirilmiş ve bu analiz sonucunda örneklerin yaş tartımı, daha sonra 105 °C' de metal kaplarda 24 saat kurutulup, kuru tartımları alınıp buradan pF 4,2 nem değerleri belirlenmiştir (Eşitlik 6).



Resim 4. pF 4,2 Belirlenmesi (Toprak Su Ekstraksiyon Cihazı, 15 bar basınç)

## **İkinci Aşama**

Tez çalışmasının diğer aşaması Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Laboratuvarında devam ettirilmiştir. Bu aşamada ağırlıkça %0, %4, %8, %10 oranlarında, tınlı ve kumlu toprağa karıştırılan pirina ve pirina kompostunun domates bitkisinin bitki ve kök gelişimine ayrıca toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Uygulama toprakları, pirina ve kompost 6 mm 'lik elekten elenerek denemeye hazırlanmıştır.

Bu denemede dört seviyede, üç tekerrür halinde, iki toprağa uygulanan pirina ve pirina kompostu ile (4\*3\*2\*2= 48 örnek) toplam 48 adet saksı toplamda 2500 gr olacak şekilde, belirlenen oranlarda pirina ve kompost ile karıştırılarak, tesadüf blokları deneme deseninde saksı denemesi kurulmuştur.

Hazırlanan saksılardaki örnekler, toprakların daha önceden belirlenen su tutma kapasitesi kadar su ilavesi yapılarak, materyallerin mineralize olması için iki hafta beklemeye bırakılmıştır. Bu süre zarfında su ilavesi ile toprağın nemini sabit tutulmuştur. Bu sürenin sonunda saksılara domates tohumu ekilmiştir.

Pirina ve pirina kompostunun domates bitkisinde bitki ve kök gelişimine etkisinin belirlenmesi için, başlangıçta her saksıya beş adet domates tohumu ekilmiştir. Tohumların çimlenmesi gözlenip tohum ekimini takiben yedinci gün ve on ikinci günde her saksıda çimlenen tohumlar sayılmıştır ve seyreltme yapılarak fidelerden iki adet bırakılmıştır. Ekimden ondört gün sonra tüm saksılarda seyreltme yapılarak bir adet domates fidesi bırakılmıştır. Domatesler belirli periyotlarda sulanarak ekimden iki buçuk ay sonra domateslerde bitki boy uzunluğu, yaprak sayısı, dal sayısı, klorofil ölçümü yapıldıktan sonra domates bitkileri hasat edilmiştir. Hasatdan sonra ise bitki yaş ağırlığı ve etüvde 60 °C 'de 24 saat kurutulduktan sonra bitki kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Bitkilerin toprak üstü ölçümlerinden ayrı, pirina ve pirina kompostunun bitki kök gelişimine etkisini araştırmak için, hasattan sonra saksılar tam ortadan ikiye bölünerek saksı toprağının yarısı elek yardımıyla yıkanmış ve yıkamadan sonra elek

üstünde kalan kökler tarayıcıdan taranarak kök uzunluğu, kök alanı gibi bazı kök parametreleri WinRhizo Basic Programı ile belirlenmiştir. Çıkan sonuçlar iki ile çarpılarak saksılardaki bitki ve bitki kökünün yaş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Saksı topraklarının kalan diğer yarısındaki toprak ile de, topraklarının pH, EC, Kireç, %Stabilite, %C, %N, Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) analizleri gibi bazı fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır.

### 3.2.2. Toprak Analiz Metodları

Toprakların kimyasal (pH, EC, Kireç, %C, %N, KDK) ve fiziksel (tekstür, kuru hacim ağırlığı, hidrolik iletkenlik, toprak su içeriği (pF1,8 , pF2,5, pF4,2 ) toplam porozite(pF0), agregat stabilitesi vb. analizleri belirlenmiştir.

**pH ve EC:** pH 1:2,5 toprak-su karışımında hidrojen iyonu konsantrasyonunun pH-metre ile potansiyometrik olarak ölçülmesi ve EC ise elektriksel iletkenliğe bağlı kondaktivite metodu ile belirlenmiştir (Black, 1965).

**Kireç:** Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir (Schlichting ve Blume, 1966).

**Toprak tekstürü:** Toprak tane irilik dağılımı (toprak tekstürü) 2 mm'lik elekten elenmiş, bozulmuş toprak örneklerinde 2 paralelli olarak Bouyoucos tarafından belirtilen esaslara göre hidrometre yöntemiyle yapılmıştır(Gee ve Bauder, 1986).

**Toprak gravimetrik ve volumetrik nemi:** Toprak örnekleri 105 °C' de 24 saat kurutulduktan sonra meydana gelen ağırlık azalması baz alınarak hesaplanmıştır. Volumetrik nem ise gravimetrik nem yüzdesinin toprakların hacim ağırlıkları ile çarpılması sonucu hesaplanmıştır.

**Toprak N ve C miktarı:** Araziden alınan örnekler kurutulup, 0.5 mm'lik elekten elendikten sonra kuru yakma metoduna göre (Kirsten, 1983) LECO Truspec 2000 C/N/H elementel analiz cihazı kullanılarak yapılmıştır.

**Agregat Stabilitesi:** Toprak örneklerinin % stabilitesi ıslak eleme metodu ile belirlenmiştir (Kemper ve Rosenau, 1996).

**Kasyon değişim kapasitesi:** Toprak örneklerinin değişim kompleksleri önce sodyum ve sonrada amonyum ile doyorulmuş, açığa çıkan sodyum miktarı alev fotometresinde belirlenmiştir (Chapman, 1965).

**Elverişli Ca, B, Cu, Fe, K, Mg, Zn:** Kompost yaş yakma metodu ile yakılmış ekstraktlar ICP-AES ile Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi merkez laboratuvarında belirlenmiştir (Kacar, 1972).

**Hidrolik İletkenlik:** Sature olmuş hidrolik iletkenlik metoduna göre, Eijkelkamp marka hidrolik iletkenlik cihazında belirlenmiştir (Amoozegar ve Warrick, 1986).

**pF:** Basınçlı levha kapları ile belirlenmiştir (Klute, 1986).

**Tane Yoğunluğu (df) :** Helyum Piknometre metoduna göre belirlenmiştir (Brady, 1990).

**Başlangıç Su İçeriği ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ ) = Başlangıç Su İçeriği ( $\text{g g}^{-1}$ ) \* Kuru Hacim Ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) (Eşitlik 1).**

Başlangıç Su İçeriği ( $\text{g g}^{-1}$ ) = Gravimetrik nem / 100

**Toprak Hacim Ağırlığı (nemli):** Graduated Cylinder Method yöntemiyle 200  $\text{cm}^3$  hacmindeki plastik ölçü silindirine yerleştirilip hacminin ve ağırlığının bulunması ile belirlenmiştir.

**Kuru Hacim Ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) = Nemli Hacim Ağırlığı / (1 + başlangıç su içeriği ( $\text{g g}^{-1}$ )) (Eşitlik 2).**

**Toplam Gözenek Hacmi (pF0) ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ) = 1 - (Kuru Hacim Ağırlığı / Tane Yoğunluğu) (Eşitlik 3).**

**pF 1,8 ( $\text{g cm}^{-3}$ ) = (pF 1,8 Su Kapasitesi ( $\text{g g}^{-1}$ ) \* Kuru Hacim Ağırlığı) (Eşitlik 4).**

**pF 2,5 ( $\text{g cm}^{-3}$ ) = (pF 2,5 Su Kapasitesi ( $\text{g g}^{-1}$ ) \* Kuru Hacim Ağırlığı) (Eşitlik 5).**

**pF 4,2 ( $\text{g cm}^{-3}$ ) = (pF 4,2 Su Kapasitesi ( $\text{g/g}$ ) \* Kuru Hacim Ağırlığı) (Eşitlik 6).**

**Hava Kapasitesi (boşluğu) ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ) = (pF0 - pF1,8) (Eşitlik 7).**

**Alınabilir Su Kapasitesi ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ) = (pF 1,8 - pF 4,2) (Eşitlik 8).**

### 3.2.3. Bitki Analiz Metodları

Domates tohumunun çimlenme sayısı, domates bitkisinin dal ve yaprak sayısı, bitki boyu ölçümü, bitki yaprağı klorofil sayısı, bitki yaş ve kuru ağırlığı, bitki % C ve %N değerleri, yaş ve kuru kök ağırlığı ayrıca kök uzunluğu, kök alanı, kök hacmi ve çapına ait değerler belirlenmiştir.

**Domates tohumunun çimlenme sayısı, dal ve yaprak sayısı;** sayarak belirlenmiştir.

**Bitki boyu ;** cetvel ile ölçülerek belirlenmiştir.

**Bitki yaprak klorofil okumaları ;** Spectrum CM 1000 (BRT 1) model Klorofil metre ile (Unit 1347 pro lamb) ışık kaynağı altında ölçülmüştür.

**Bitki ve bitki kökü ağırlığı;** domates bitkisi ve kökü yaş tartımından sonra 65 °C ‘ de kurutularak kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

**Bitki %C ve %N ;** etüvde 65 °C ‘ de kurutulan bitki örnekleri, bitki değirmeninde öğütülüp, kuru yakma metoduna göre (Kirsten, 1983) LECO Truspec 2000 C/N/H elementel analiz cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

**Kök Uzunluğu, Alanı, Hacmi ve Çapı;** Win Rhizo Basic kök tarama programı ile belirlenmiştir.

### 3.3. İstatistiksel Analizler

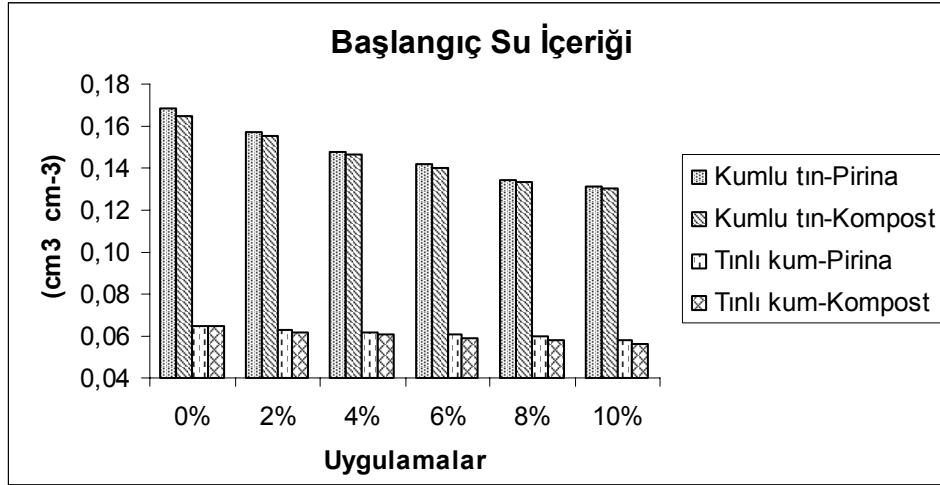
Verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesinde SPSS 15.0 for Windows ve Minitab 13.0 for Windows İstatistik Programları kullanılarak varyasyon analizleri yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıkların karşılaştırılması MSTAT-C Bilgisayar Programı yardımıyla LSD testine göre yapılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Pirina ve Pirina Kompostunun Toprağın Fiziksel Özelliklerine Etkisi

Toprakların fiziksel özelliklerinin belirlendiği analizlerde kumlu tın ve tınlı kum tekstürdeki topraklara ağırlıkça %0, 2, 4, 6, 8, 10 oranlarında pirina ve pirina kompostu karıştırıp, her karışımdan üçer tekerrür alarak aşağıdaki toprak fiziksel özellikleri, belirlenmiştir.

#### 4.1.1. Başlangıç Su İçeriği



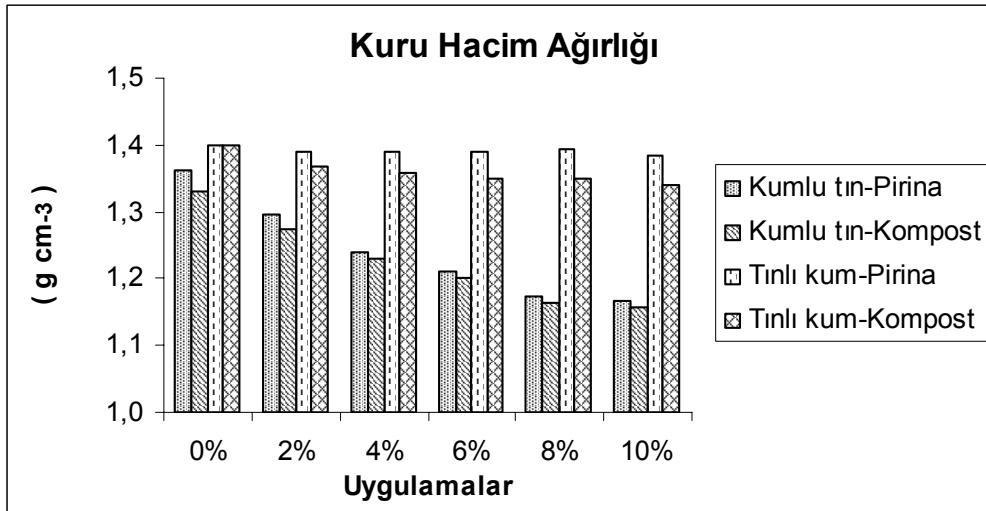
Şekil 1. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının toprak başlangıç su içeriğine etkisi

Başlangıçta sırasıyla % 12,39 ve % 4,64 neme sahip olan kumlu tın ve tınlı kum tekstürdeki topraklara ağırlıkça %0, 2, 4, 6, 8, 10 oranlarında pirina ve pirina kompostu karıştırıp silindirlere paketlenmiş her karışımdan üçer tekerrür alınarak yukarıda belirtildiği gibi, 100 cm<sup>3</sup> hacimdeki silindirlerin içerisindeki örneklerin su içeriği (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>) cinsinden belirlenmiştir (Eşitlik1).

Su içeriğinin pirina ve pirina kompostu dozlarının artışıyla hafif bir azalmaya uğradığı belirlenmiştir. Bunun sebebi belirli bir başlangıç nemine sahip olan toprağın aynı neme sahip kuru pirina ve pirina kompostu ile artan oranlarda karıştırılmasıdır. Toprağın farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu karışımlarının kuru hacim ağırlıkları (dereceli silindir metodu ile belirlenen) farklı olduğu için ve materyal dozlarının artışıyla kuru hacim ağırlığı ve neticede su içeriği (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>) de hafif

şekilde azalma göstermiştir. Su içeriğindeki bu değişim, organik materyal seviyesinin artışı ile, tınlı kumda daha düşüktür. Çünkü, başlangıçta tınlı kum tekstüre sahip toprak zaten kumlu tına göre daha düşük % nem değeri bulunmuştu. Bu yüzden kuru materyal (kompost ve pirina) ilavesi tınlı kum toprakta su içeriğini çok fazla değiştirmemiştir.

#### 4.1.2. Kuru Hacim Ağırlığı



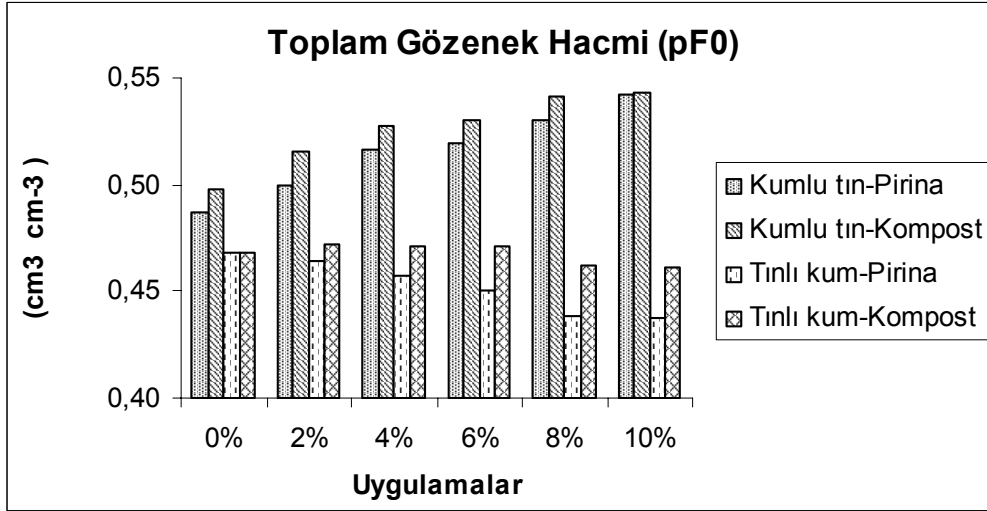
Şekil 2. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının kuru hacim ağırlığı üzerine etkisi

Kuru hacim ağırlığı (Eşitlik 2 ile hesaplanmıştır) , organik materyal dozlarının artışıyla azalış göstermektedir. Bunun sebebi organik materyalin (pirina ve pirina kompostu) çok hafif ve düşük hacim ağırlığına sahip olmasıdır. Kuru hacim ağırlığı azalması tınlı kum toprağa göre, kumlu tın toprakta daha belirgindir. Bunun sebeplerinden biri kum bünyeli toprakların büyük tanecik çapına ve bunlar arasında büyük gözeneklere sahip olmasıdır. Kaba bünyeli ve büyük porlara sahip olan topraklarda organik materyal bu büyük porlara yerleştiği için kaba kum tanelerinin birbirine uzaklığı yine aynı kalmakta yada bu mesafenin değişimi çok az olmaktadır. Sonuç itibariyle toprağın kuru hacim ağırlığındaki değişim de çok az olmaktadır. Kumlu tın toprağın, tınlı kum toprağa göre daha agregatlı yapıya sahip olması, bu toprağa organik materyal ilavesi ile küçük agregatların birbirinden ayrılıp, kuru hacim ağırlığının daha fazla düşmesine neden olmuştur.



Kumlu tın toprakta kompost ve pirina uygulaması kuru hacim ağırlığını daha çok düşürürken, pirina ve kompostu ele aldığımızda kompost pirinaya göre toprağın hacim ağırlığını daha çok düşürmüştür.

#### 4.1.3. Toplam Gözenek Hacmi



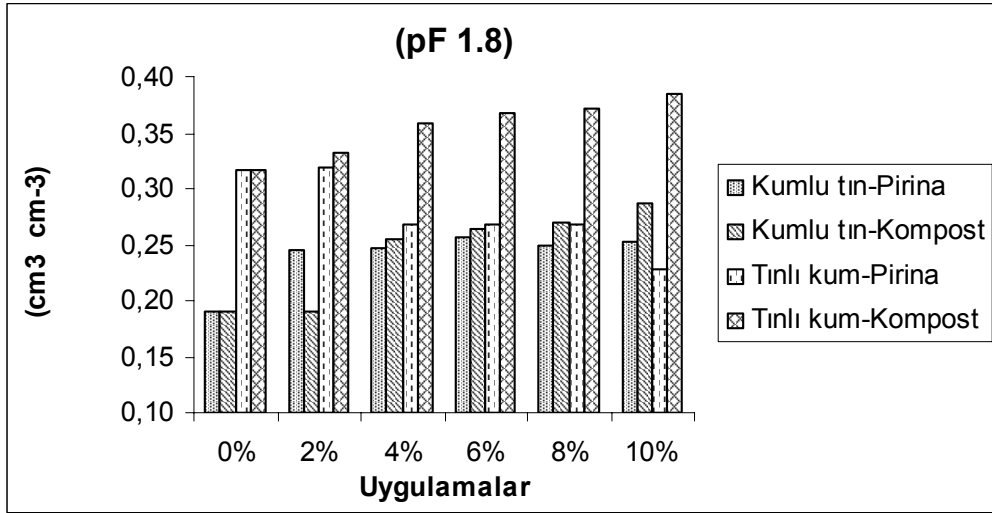
Şekil 3. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının toplam gözenek hacmi üzerine etkisi

Kompost uygulamalarındaki toplam gözenek hacmi (Eşitlik 3 ile hesaplanmıştır) şekilden de görüldüğü üzere pirina uygulamalarına göre daha yüksektir. Pirinanın çekirdeğinden kaynaklanan sert, odunsu parçaların olması, ve bu parçaların boşlukları tıkamasından dolayı, gözenek hacmi kompost uygulamasında pirina uygulamasına göre daha fazla tesbit edilmiştir.

Kumlu tın toprakta toplam gözenek hacmi materyal miktarının artışıyla beraber artış göstermiş, ancak tınlı kum toprakta ise materyal miktarının artışıyla azalma eğilimi göstermiştir. Bunun sebebi kuru hacim ağırlığında da olduğu gibi, tınlı toprakta organik materyal küçük agregatlar arasına girerek daha büyük porlar oluştururken, kumlu toprakta organik materyal zaten var olan büyük porların bulunduğu boşluklara yerleşir. Bu durumda kumlu topraktaki toplam gözenek hacmi organik materyal ilavesi ile azalma göstermektedir.

Kompost uygulamalarındaki toplam gözenek hacmi şekilden de görüldüğü üzere pirina uygulamalarına göre daha yüksektir.

#### 4.1.4. Hava Geçirgenliği (pF 1,8)



Şekil 4. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının hava permeabilitesi (pF1,8) üzerine etkisi

pF1,8 (hava geçirgenliği), toprakta makro gözeneklerin boş mikro gözeneklerin su ile dolu bulunduğu andaki su içeriğidir (Eşitlik 4 ile hesaplanmıştır). Kumlu tın toprakta hafif şekilde artış ve tınlı kum toprakta kompost uygulamasında dozların artışıyla pF 1,8 su içeriğinde hafif şekilde artış göstermiştir.

Araştırmada yapılan varyans analizi sonuçlarına göre farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamalarının toprak pF1,8 (hava permeabilitesi= makroporların açık olduğu andaki nem miktarı) su içeriği üzerine etkisi araştırılmış ve materyal \* seviye (p=0.000), toprak \* materyal (p=0.000) ve toprak \* seviye (p=0.000) etkileşimleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuş, elde edilen veriler Tablo 11, 12 ve 13'te verilmiştir.

Tablo 11. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamalarının toprak pF1,8 (hava permeabilitesi) su içeriği üzerine etkisi (Materyal \* Seviye Etkileşimi)

	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Pirina	0,268 ± 0,020	0,282 ± 0,01	0,257 ± 0,003	0,262 ± 0,002	0,258 ± 0,006	0,238 ± 0,01
	<b>Ba</b>	<b>Aa</b>	<b>Cb</b>	<b>Bb</b>	<b>Cb</b>	<b>Db</b>
Kompost	0,244 ± 0,02	0,261 ± 0,02	0,299 ± 0,02	0,315 ± 0,01	0,321 ± 0,01	0,328 ± 0,01
	<b>Eb</b>	<b>Db</b>	<b>Ca</b>	<b>Ba</b>	<b>Aa</b>	<b>Aa</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyede farklı materyalde, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Tablo 11'e göre, farklı dozlarda pirina uygulamasında en yüksek değer %2 pirina uygulamasında belirlenmiş ( $0,282 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ), ikinci olarak %0 ve %6 dozlarının arasında pF1,8 su içeriği açısından istatistiki fark bulunmamıştır. Pirina uygulaması dozları arttıkça pF1,8 su içeriğinde gittikçe azalma gözlemlenmiştir ve en yüksek pirina dozu uygulamasında değer  $0,238 \text{ g cm}^{-3}$  e düşmüştür. Farklı dozlarda kompost uygulandığında, en yüksek değer %8 ve %10 uygulamalarında bulunmuş ( $0,321 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  ve  $0,328 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ) ve iki uygulama ortalaması arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Pirina uygulamasında materyal seviyesi arttıkça pF1,8 su içeriğinde hafif şekilde azalma görülürken, kompost seviyeleri arttıkça pF 1,8 su içeriğinde artış gözlenmiştir. Doz uygulamalarında ise pirina ve kompost karşılaştırması yapılacak olursa kompost uygulaması ( $0,328 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ) pirinaya göre ( $0,238 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ) pF 1,8 su içeriğini daha çok arttırmıştır. Bunun sebebinin pirina içerisinde çekirdekten kaynaklanan sert odunsu kısmın olması ve kompost bu yönüyle organik maddenin daha stabil hali olduğu için etkisi daha fazla görülmüştür. Sonuç olarak pF 1,8 su içeriği yönünden en iyi uygulama tablodan da görüleceği gibi %8 ( $0,321 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ) kompost uygulamasıdır.

Tablo 12. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamalarının toprak pF1,8 (hava permeabilitesi) su içeriği üzerine etkisi (Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

	Pirina	Kompost
Kumlu Tın	$0,247 \pm 0,002$	$0,245 \pm 0,007$
	<b>Ab</b>	<b>Ab</b>
Tınlı Kum	$0,276 \pm 0,008$	$0,356 \pm 0,006$
	<b>Ba</b>	<b>Aa</b>

\* Aynı toprakta farklı materyaldeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı materyalde farklı toprakta, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

İstatistik analiz sonuçlarından da görüldüğü gibi, kumlu tın toprakta pF 1,8 su içeriğine pirina ve kompostun etkisi aynı olmuş, tınlı kum toprakta ise kompost uygulaması, pirina uygulamasına kıyasla pF 1,8 su içeriğini istatistiki olarak önemli düzeyde arttırmıştır. Ayrıca aynı materyalde toprakları karşılaştıracak olursak tınlı kum toprakta, kumlu tın toprağa göre su içeriği daha fazla bulunmuştur. Bunun nedeni, kumlu toprağın su tutma kapasitesinin düşük olması ve kompostun pirinaya

göre daha uniform olması ve pirininin su tutma yeteneği olmayan sert odunsu çekirdek kısmının bulunmasıdır.

Dolayısıyla topraklara göre en iyi materyal uygulama sonucunu tınlı kum toprakta kompost uygulaması vermiştir.

Tablo 13. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamalarının toprak pF1,8 (hava permeabilitesi) su içeriği üzerine etkisi (Toprak \* Seviye İnteraksiyonu)

	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Kumlu Tın	0,210 ± 0,01 <b>Eb</b>	0,222 ± 0,01 <b>Db</b>	0,251 ± 0,001 <b>Cb</b>	0,260 ± 0,001 <b>Bb</b>	0,260 ± 0,004 <b>Bb</b>	0,272±0,006 <b>Ab</b>
Tınlı Kum	0,317 ± 0,01 <b>Ba</b>	0,325 ± 0,008 <b>Aa</b>	0,306 ± 0,01 <b>Ca</b>	0,317 ± 0,01 <b>Ba</b>	0,319 ± 0,02 <b>Ba</b>	0,295±0,03 <b>Da</b>

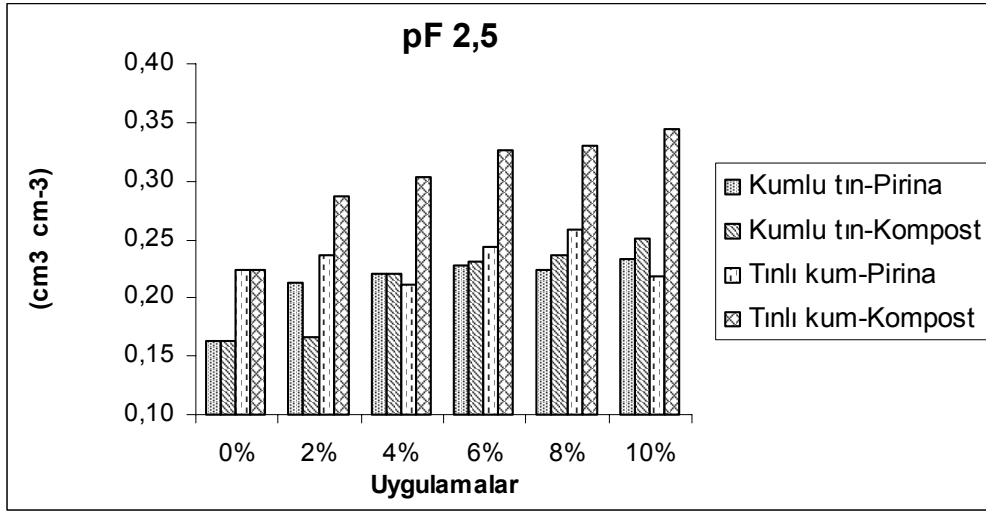
\* Aynı toprakta farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyede farklı toprakta, farklı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

pF 1,8 su içeriğinin toprak \* seviye interaksiyonu  $p < 0.001$  seviyesinde önemli bulunmuş ve interaksiyonun verilerini içeren Tablo 13'den de görüleceği gibi, topraklara göre uygulanan seviyelerde en yüksek pF 1,8 su içeriği kumlu tın toprakta dozlar arttıkça pF 1,8 su içeriği değeri artış göstermiş ve en yüksek değer kumlu tın toprakta %10 uygulamasında ( $0,272 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ) bulunmuştur. Tınlı kum toprakta ise doz artışı ile beraber düzenli bir artış gözlenmemiş ve en yüksek su içeriği değeri %2 dozunda ( $0,325 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ) bulunmuştur. Dozlar içinde farklı tekstürdeki toprakları karşılaştıracak olursak, tınlı kum kumlu tın toprağa göre daha yüksek değere sahip olduğu bulunmuştur. Kumlu tın toprakta materyal dozu arttıkça su içeriği artarken tınlı kum toprakta dozun artması su içeriğini arttırmamıştır.

Sonuç olarak pF 1,8 su içeriği açısından en yüksek ve istatistiki açıdan önemli bulunan değer %2 seviyesinde tınlı kum toprakta alınmıştır.

#### 4.1.5. Tarla Kapasitesi ( pF 2,5 )



Şekil 5. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının toprak tarla kapasitesi (pF 2,5) üzerine etkisi

Grafikten de görüldüğü üzere, tınlı kum toprakta pF 2,5 ( Eşitlik 5 ile hesaplanmıştır) su içeriği kumlu tın toprağa göre daha fazladır. Özellikle bu artış tınlı kum toprağın kompost uygulamasında daha belirgin görülmektedir. Buna benzer olarak kumlu tın toprakta tınlı kuma göre su içeriği az olsada kendi içinde pirinaya göre kompost uygulaması su içeriğini daha çok arttırmıştır.

Analizler sonucunda, pF 2,5 su içeriğinde materyal \* seviye interaksyonu (p=0.000) ve toprak \* materyal interaksyonu (p=0.000) istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Tablo 14. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamalarının toprak pF2,5 (tarla kapasitesi) su içeriği üzerine etkisi (Materyal \* Seviye İnteraksyonu)

	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Pirina	0,216 ± 0,01	0,224 ± 0,005	0,215 ± 0,02	0,235 ± 0,004	0,240 ± 0,008	0,224 ± 0,007
	<b>Da</b>	<b>Cb</b>	<b>Db</b>	<b>Bb</b>	<b>Ab</b>	<b>Cb</b>
Kompost	0,189 ± 0,01	0,226 ± 0,02	0,256 ± 0,01	0,279 ± 0,01	0,283 ± 0,01	0,297 ± 0,02
	<b>Fb</b>	<b>Ea</b>	<b>Da</b>	<b>Ca</b>	<b>Ba</b>	<b>Aa</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyede farklı materyalde, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Tablo 14'den de görüleceği gibi, pF 2,5 su içeriği ortalamasına en büyük etkiyi (0,240 g cm<sup>-3</sup>) pirina uygulamasında %8 seviyesi sağlamış iken, kompost

uygulamasında %10 seviyesi sağlamış ( $0,297 \text{ g cm}^{-3}$ ) ve artan kompost seviyeleri ile su içeriği de artış göstermiştir. Aynı seviyede materyalleri karşılaştırsak, her uygulama seviyesinde kompost uygulaması yine pirinaya göre toprağa daha fazla su içeriği kazandırmıştır.

Tablo 15. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamalarının toprak pF<sub>2,5</sub> (tarla kapasitesi) su içeriği üzerine etkisi (Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

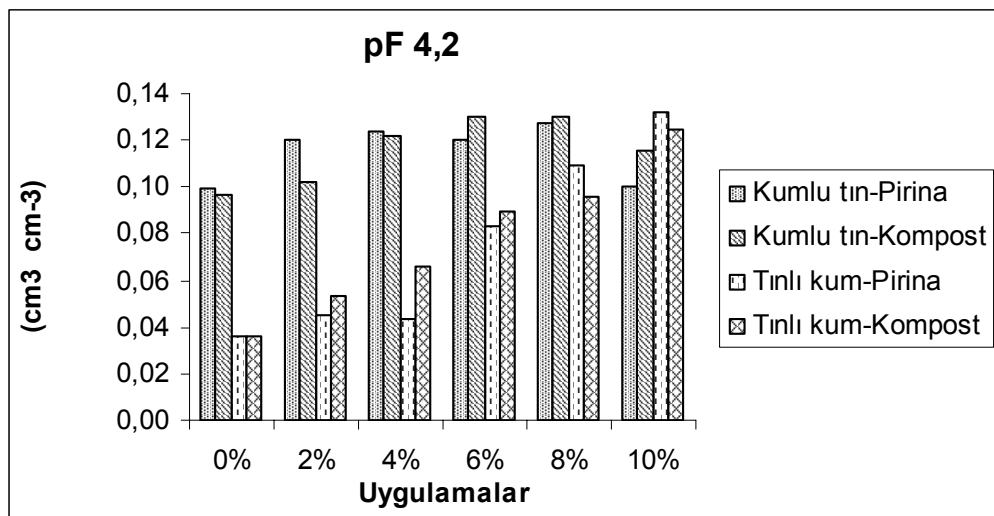
	Pirina	Kompost
Kumlu Tın	0,220 ± 0,002	0,211 ± 0,007
	<b>Ab</b>	<b>Bb</b>
Tınlı Kum	0,232 ± 0,006	0,305 ± 0,01
	<b>Ba</b>	<b>Aa</b>

\* Aynı toprakta farklı materyaldeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı materyalde farklı toprakta, farklı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Toprak \* materyal interaksiyonunda ise kumlu tın toprakta pirina uygulaması daha fazla su içeriği ortalamasına sahip iken, tınlı kum toprakta kompost uygulaması toprağın su içeriğini pirinaya göre istatistiki olarak önemli derecede arttırmıştır. Bu sonuçlar önceki bulguları destekleyerek tınlı kum toprağın su içeriğinin uygulamalarda daha çok arttığını ve pF 1,8 de olduğu gibi en yüksek artışın kompost uygulamasında olduğu belirlenmiştir.

#### 4.1.6. Daimi Solma Noktası ( pF 4,2 )

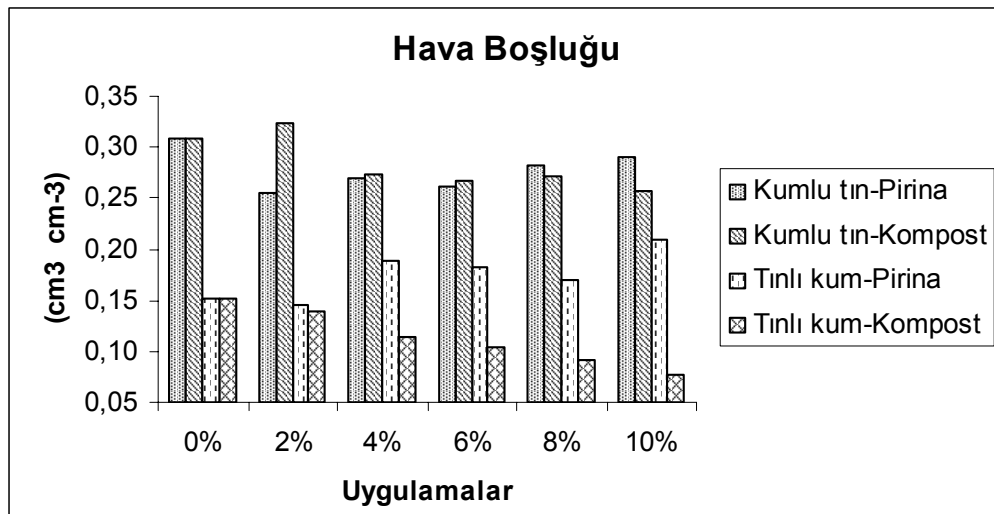


Şekil 6. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının toprak daimi solma noktası (pF 4,2) üzerine etkisi

pF 4,2 (solma noktası) (Eşitlik 6 ile hesaplanmıştır) su içeriğinde yapılan anova testi sonucu toprak \* materyal \* seviye üçlü interaksiyonu ( $P= 0,003$ ) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Grafikten de görüleceği üzere hem iki ayrı toprakta hem uygulanan iki farklı materyalde uygulama dozları arttıkça pF 4,2 su içeriğinde artış gözlenmiştir, çünkü organik materyal yüksek su tutma kapasitesine sahip iken tınlı kum tekstürdeki toprak çok daha düşük su tutma kapasitesine sahiptir. Uygulama dozlarının artışı ile başlangıçta daha düşük su içeriğine sahip olan tınlı kum topraktaki artış kumlu tın topraktaki artışa göre daha fazladır. Bu bulgu, pF 1,8 ve pF 2,5 su içeriklerindeki bulguların tersine, pF 4,2' deki basıncın çok daha fazla olması nedeniyle tınlı kum toprakta su içeriği pF 1,8 ve pF 2,5 de kumlu tına göre fazla iken burada çok daha azdır. Bunun nedeni tınlı kum toprakta kumlu tın toprağa göre suyun basınç ile büyük porlarda kolay hareket edebilmesidir. Bu özelliği ile kumlu tına göre daha az su içeriğine sahip olsada materyal dozlarının artışı ile su içeriğindeki artış kumlu tın dan daha fazla orandadır.

Dolayısıyla kompost pirinaya göre örneklerin pF 4,2 (solma noktası) su içeriğini daha çok yükseltmiş ayrıca tınlı kum toprak kumlu tın toprağa göre başlangıç su içeriğinin çok daha düşük olması ve organik materyalin daha yüksek su tutma kapasitesine sahip olması nedeniyle, su içeriğindeki artış daha fazla olmuştur.

#### 4.1.7. Havalanma Porozitesi (pF0 – pF 1,8)

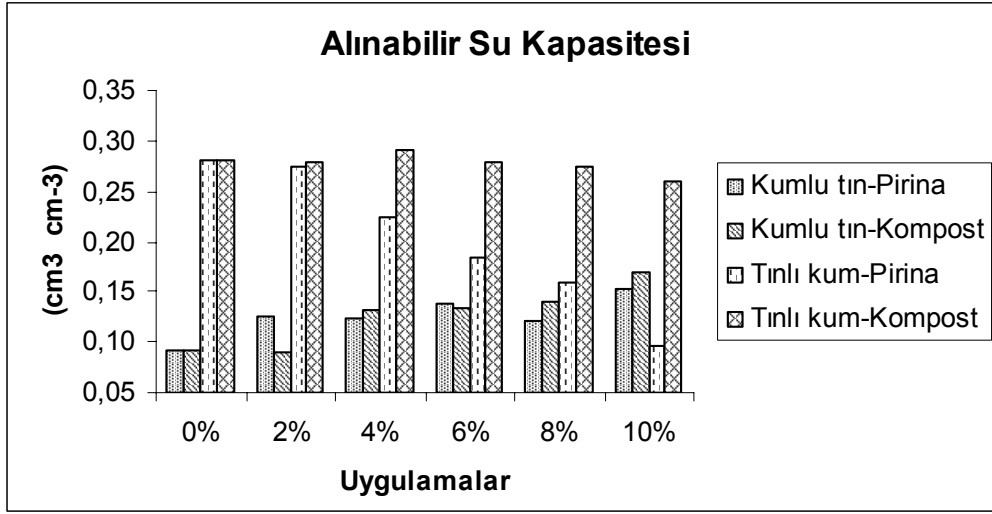


Şekil 7. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının toprak başlangıç su içeriğine etkisi

Havalanma boşluğu toprağın doymun haldeki su içeriğinden mikroporlardaki suyu (pF 1,8) çıkardığımızdaki, makroporların (büyük gözeneklerin) hacmini vermektedir ( Eşitlik 7 ile hesaplanmıştır).

Büyük gözenek hacmi, tınlı kum toprakta kompost uygulamasında belirgin bir azalma gösterirken, pirinada hafif bir artış ve kumlu tın toprakta pirina yada kompost uygulamasında birbirine çok yakın değerler bulunmuştur.

#### 4.1.8. Alınabilir Su Kapasitesi (Yarayışlı Su) ( pF 1,8 – pF 4,2)



Şekil 8. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının toprak başlangıç su içeriğine etkisi

İstatistik analizler sonucunda alınabilir su kapasitesi (Eşitlik 8 ile hesaplanmıştır) üzerine materyal \* seviye (p=0.030), toprak \* materyal (p= 0.002) ve toprak \* seviye interaksiyonu (p= 0.000) istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Elde edilen veriler Tablo 16, 17 ve 18' de verilmiştir.

Tablo 16. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamalarının toprak alınabilir su kapasitesi üzerine etkisi (Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Pirina	0,196 ± 0,03 <b>ABa</b>	0,200 ± 0,02 <b>Aa</b>	0,189 ± 0,01 <b>ABCa</b>	0,161 ± 0,01 <b>ABCb</b>	0,144 ± 0,01 <b>Cb</b>	0,152 ± 0,02 <b>BCb</b>
Kompost	0,173 ± 0,03 <b>BCa</b>	0,157 ± 0,04 <b>Cb</b>	0,200 ± 0,03 <b>ABa</b>	0,206 ± 0,02 <b>ABa</b>	0,224 ± 0,02 <b>Aa</b>	0,200 ± 0,03 <b>ABa</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyede farklı materyalde, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.



Tablo 16 da verilen istatistik sonuçlarından anlaşıldığı üzere, alınabilir su kapasitesi üzerine, pirina uygulamasında %0, %2, %4 ve %6 arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Kompost uygulamasında ise en yüksek değerler %4, %6, %8 ve %10 seviyelerinde bulunmuş ve aralarındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Dolayısıyla pirina uygulaması ve dozları toprağın alınabilir su kapasitesine etki etmemiş, kompost da ise bu etki en çok %4, %6, %8 ve %10 seviyelerinde olduğu ve tüm bu uygulamaların alınabilir(yarayışlı) su kapasitesine etkisi aynı bulunmuştur.

Seviyeler içinde materyallerin farkına bakacak olursak, %0 ile %4 seviyesi arasında pirina alınabilir su kapasitesi açısından daha fazla etki yaparken, %6 ile %10 seviyelerinde kompost pirinaya göre alınabilir su kapasitesini daha fazla arttırmıştır. Ortalamalar arasındaki bu fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Sonuç olarak alınabilir su kapasitesi açısından kompost ya da pirina uygulamasında %4 kompost seviyesi %6, %8 ve %10 uygulaması ile istatistiki olarak aynı sonucu verdiği için en ekonomik ve yararlı sonucu verecektir. %4 kompost uygulaması % 4 pirina uygulaması ile istatistiki açıdan alınabilir su kapasitesine aynı etkiyi yapsada, %4 pirina uygulamasının %0 seviyesi ile istatistiki açıdan farkının olmamasından dolayı %4 uygulamasının en uygun doz olduğu düşünülmektedir.

Tablo 17. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamalarının toprak alınabilir su kapasitesi üzerine etkisi (Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

	Pirina	Kompost
Kumlu Tın	0,141 ± 0,008	0,131 ± 0,01
	<b>Ab</b>	<b>Bb</b>
Tınlı Kum	0,211 ± 0,01	0,264 ± 0,01
	<b>Ba</b>	<b>Aa</b>

\* Aynı toprakta farklı materyaldeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı materyalde farklı toprakta, farklı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Toprak \* materyal interaksiyonuna göre alınabilir su kapasitesi açısından, kumlu tın toprakta pirina komposta göre daha yüksek iken (0,141 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>), tınlı

kum toprakta kompost pirinaya göre daha yüksek su kapasitesine sahiptir. Aynı mateyal içinde ise tınlı kum toprak pF 1,8 ve 2,5 verilerinde de olduğu gibi kumlu tın toprağa göre daha yüksek su kapasitesine sahiptir. Bunun nedeni, kumlu toprağın su tutma kapasitesinin düşük olması ve kompostun pirinaya göre daha homojen yapıya sahip olması ve pirinanın su tutma yeteneği olmayan sert odunsu çekirdek kısmının bulunmasıdır.

Tablo 18. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamalarının toprak alınabilir su kapasitesi üzerine etkisi (Toprak \* Seviye İnteraksiyonu)

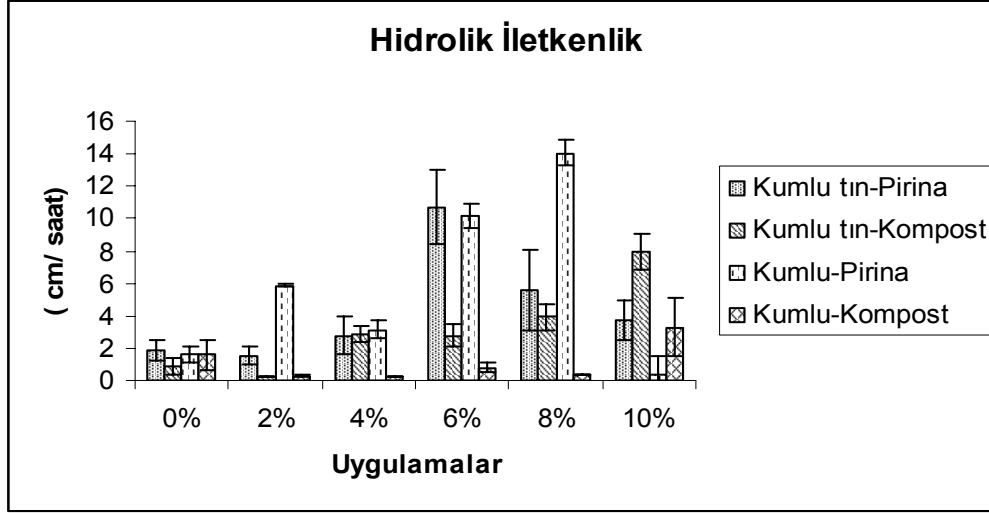
	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Kumlu Tın	0,112 ± 0,009 <b>Bb</b>	0,096 ± 0,01 <b>Bb</b>	0,143 ± 0,01 <b>ABb</b>	0,136 ± 0,001 <b>ABb</b>	0,151 ± 0,01 <b>ABb</b>	0,196 ± 0,02 <b>Aa</b>
Tınlı Kum	0,281 ± 0,01 <b>Aa</b>	0,275 ± 0,009 <b>Aa</b>	0,253 ± 0,01 <b>Aa</b>	0,231 ± 0,01 <b>Aa</b>	0,242 ± 0,02 <b>Aa</b>	0,161 ± 0,03 <b>Ba</b>

\* Aynı topraktaki farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyede farklı topraklarda, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Analizler sonucu, alınabilir su kapasitesi, uygulama dozunun artmasıyla, tınlı toprakta pirinaya oranla kompostta hafifde olsa daha fazla artış gözlenmiştir. Bu sonuç organik maddenin yararlarından sadece birinin göstergesidir. Ancak, kumlu tın toprakta en yüksek değerler %4, %6, %8 ve %10 seviyelerinde %0 ve %2 dozlarından farklı bulunsada, kendi aralarında istatistiki açıdan önemli bir fark bulunmamıştır. Tınlı kum toprakta ise hiçbir uygulamanın farkı istatistiki açıdan kontrol uygulamasından farklı bulunmamıştır. Yani tınlı kum toprağa hiçbir uygulama seviyesi alınabilir su kapasitesi açısından önemli bir etki etmemiştir. Aynı seviyelerde ise tınlı kum toprak diğer önceki bulgularda da olduğu gibi su kapasitesini kumlu tın toprağa göre önemli ölçüde arttırmıştır.

#### 4.1.9. Hidrolik İletkenlik



Şekil 9. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının toprak başlangıç su içeriğine etkisi

Hidrolik iletkenlik verilerinin istatistik analizi sonucu, toprak \* materyal \* seviye üçlü interaksiyonu ( $p=0.016$ ) istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Hidrolik iletkenlik, her iki topraktada pirina uygulama dozları ile artış gösterirken, kompost da dengesiz bir değişim gözlenmiştir. Bunun nedeninin pirina içerisinde bulunan çekirdeksi kısmından kaynaklandığı, kompostun homojen yapıya sahip olmasından dolayı silindirlere doldururken sıkışma olması ihtimalinin neden olacağı düşünülmektedir. Pirina uygulaması her iki toprakta da en yüksek geçirgenliği %6 dozunda vermiştir. Tınlı kum toprakta kompost uygulamasındaki dozların artması ile hiçbir değişime uğramaması, kompostun büyük gözenekleri tıkayabileceği sonucuna varılmıştır. Tınlı kum topraktaki %8 pirina uygulamasındaki artış istatistiki olarak %6 uygulamasından önemsiz bulunduğu için, hem tın hem kum tekstürdeki toprağın hidrolik iletkenliği için en uygun doz ve materyal %6 pirina uygulamasıdır.

#### 4.2. Bitki Parametrelerindeki Bulgular

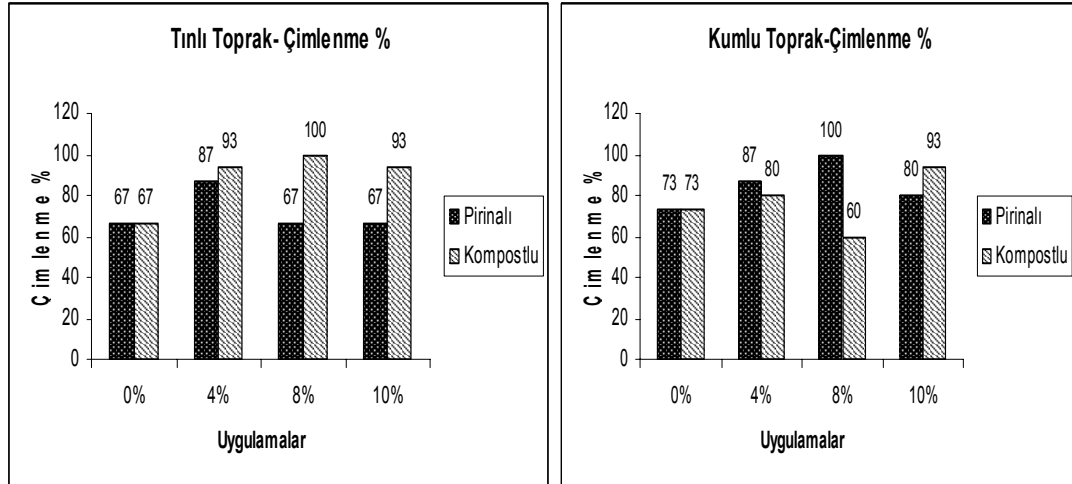
İkinci aşamada, bölüm labratuarlarında kurulan ve devam ettirilen domates bitkisi yetiştirilmek üzere %0, %4, %8, %10 oranlarında, tınlı ve kumlu toprağa karıştırılan pirina ve pirina kompostunun domates yetiştirilmek üzere kurulan

deneme sonucu belirlenen bazı bitki parametreleri ve istatistik analiz sonuçları aşağıda belirtilmiştir.

#### 4.2.1. Tohum Çimlenme Sayısı ve Yüzdesi

Tablo 19. Domates Tohumu Çimlenme Sayısı ve Çimlenme Yüzdesi

Toprak Materyal	0%		4%		8%		10%		
	Ç-Sayı	Ç - %	Ç-Sayı	Ç - %	Ç-Sayı	Ç - %	Ç-Sayı	Ç - %	
Tınlı Toprak	Pirina	4		4		2		4	
		4	66,7	4	86,7	5	66,7	3	66,7
		2		5		3		3	
	Kompost	4		5		5		5	
		4	66,7	5	93,3	5	100,0	5	93,3
		2		4		5		4	
Kumlu Toprak	Pirina	3		4		5		3	
		4	73,3	5	86,7	5	100,0	5	80,0
		4		4		5		4	
	Kompost	3		4		3		5	
		4	73,3	4	80,0	4	60,0	5	93,3
		4		4		2		4	



(a)

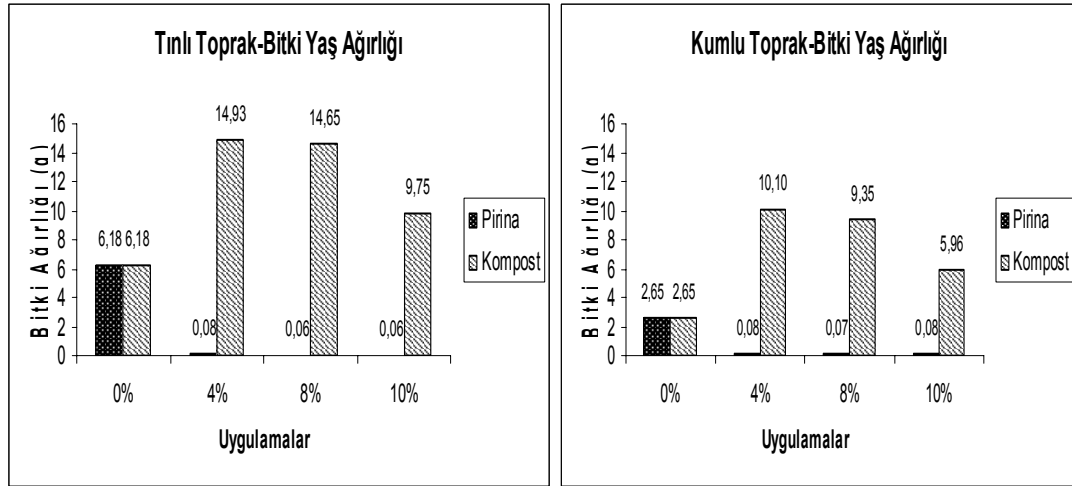
(b)

Şekil 10. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta domates tohumu çimlenme yüzdesi üzerine etkileri

Domates tohumu çimlenme sayısına ait değerlerin varyans analizi sonucunda toprakların farklı tekstür çeşidi, uygulanan materyal ve uygulama seviyeleri (dozları)nin ve bu faktörlerin ikili ve üçlü interaksyonun, bitki tohumu çimlenme

sayısı üzerine etkisine bakıldığında, toprak\*materyal\*seviye interaksyonu ( $p=0.036$ ), %5 seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Dolayısıyla, materyal çeşidinin domates tohumu çimlenme sayısına etkisi, materyalin seviyesine (dozuna) ve toprak tekstürüne göre değişmektedir. Domates tohumu çimlenmesine her faktör değerine bağlı olarak etki etmektedir. Çimlenme tınlı toprakta kompost uygulamalarında fazla iken, kumlu toprakta pirina uygulamalarında fazla bulunmuştur. Bunun nedeni kumlu toprakta havalanmanın daha iyi olması olabilir. Ancak her iki topraktada hem pirina hem kompost uygulamalarında %4 uygulamaları en yüksek değeri verdiğini, dozların artışıyla beraber bir azalma görüldüğü belirgindir.

#### 4.2.2. Bitki Yaş Ağırlığı



(a)

(b)

Şekil 11. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri

Domates bitki yaş ağırlığı değerlerinin varyans analizi sonucunda, materyal \* seviye interaksyonu ( $p=0.000$ ) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Dolayısıyla, materyal çeşidinin bitki yaş ağırlığına etkisi materyalin seviyesine göre değişmektedir. Ayrıca toprak \* materyal interaksyonu ( $p=0.021$ ), istatistiki olarak önemli bulunmuş ve toprak çeşidinin bitki yaş ağırlığına etkisi materyal çeşidine göre değişmektedir.

Tablo 20. Bitki Yaş Ağırlığı (Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

	0%	4%	8%	10%
Kompost	4,41 ± 1,11 <b>Ca</b>	12,51 ± 1,54 <b>Aa</b>	12,53 ± 1,74 <b>Aa</b>	8,23 ± 2,00 <b>Ba</b>
Pirina	4,41 ± 1,11 <b>Aa</b>	6,86 ± 0,007 <b>Ab</b>	5,73 ± 0,005 <b>Ab</b>	3,78 ± 0,005 <b>Ab</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyede farklı materyalde, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Minitab ve Mstat istatistik analizleri sonucunda oluşturulan tablo 20' de görüleceği gibi pirina kompostu uygulamasında bitki yaş ağırlığındaki en büyük ortalama %4 ve %8 ortalamalarında bulunmuş ve bu iki uygulama arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Bu uygulamalardan sonra % 10 uygulaması ikinci en yüksek bitki yaş ağırlığı ortalamasına sahip olup diğer uygulamalardan istatistiki olarak farklıdır. %0 uygulaması en küçük ortalamaya sahip ve istatistiki olarak diğerlerinden farklıdır. Pirina uygulamasının bitki yaş ağırlığı üzerine etkisi seviyelere göre değişmeyip istatistiki olarak tüm seviyeler birbiriyle aynıdır.

Seviyeler açısından materyal çeşidinin bitki yaş ağırlığına etkisine bakıldığında, Tablo 20'de görüleceği gibi %4, %8, %10 seviyelerinde pirina kompostu pirinaya oranla daha fazla bitki yaş ağırlığı ortalamasına sahiptir.

Dolayısıyla toprağa kompost veya pirina uygulanmak istendiğinde bitki biyomasi açısından, kompostun uygulanması doz seçiminde ise %4 ve %8 arasında istatistiki olarak önemli bir fark olmamasından dolayı ekonomik olması açısından %4 kompost uygulaması seçilmelidir.

Tablo 21. Bitki Yaş Ağırlığı (Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

	Kompost	Pirina
Tınlı	11,37 ± 1,34 <b>Aa</b>	1,73 ± 1,73 <b>Ba</b>
Kumlu	6,88 ± 1,35 <b>Ab</b>	0,72 ± 0,38 <b>Ba</b>

\* Aynı toprakta farklı materyaldeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

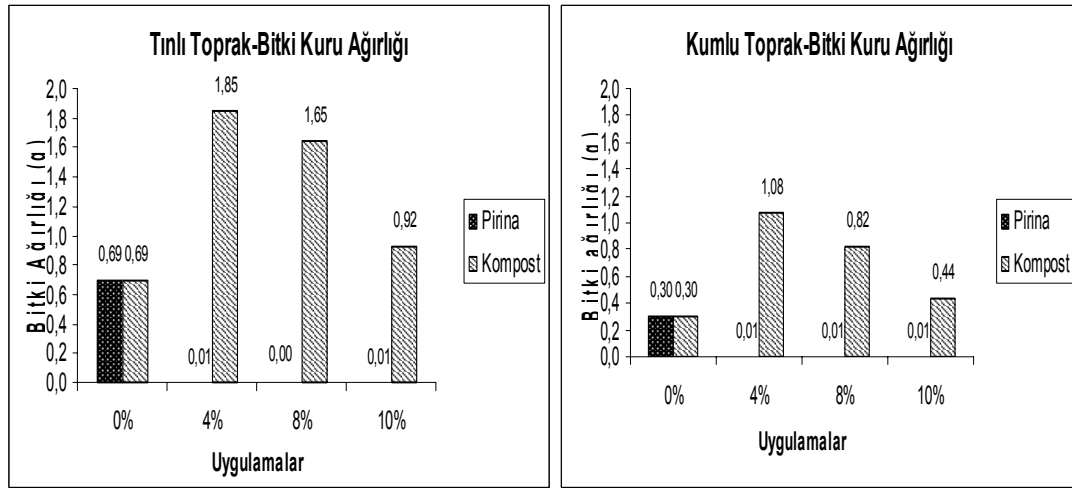
\*\* Aynı materyalde farklı toprakta, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Tablo 21’de , toprak çeşidinde tınlı toprakta bitki yaş ağırlığındaki en büyük ortalama kompost uygulamasında bulunmuş ve pirina uygulaması ile arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Aynı şekilde kumlu toprakta da kompostun bitki yaş ağırlığı üzerine etkisi yine pirinaya göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Materyaller açısından toprak çeşidinin bitki yaş ağırlığına etkisine bakıldığında, Tablo 21’de görüldüğü gibi, kompostta tınlı toprak kumlu toprağa oranla daha fazla bitki yaş ağırlığı ortalamasına sahip iken pirina uygulamasında toprak tekstürünün çeşidi istatistiki açıdan önemli değildir.

Dolayısıyla, kompost uygulaması tınlı toprakta bitki biyomasi açısından daha iyi sonuç vermiştir.

#### 4.2.3. Bitki Kuru Ağırlığı



(a)

(b)

Şekil 12. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri

Domates bitki kuru ağırlığı değerlerinin varyans analizi sonucunda toprakların farklı tekstür çeşidi, uygulanan materyal ve uygulama seviyeleri (dozları)nin ve bu faktörlerin ikili ve üçlü interaksiyonun, bitki yaş ağırlığı üzerine etkisinde, materyal \* seviye interaksiyonu (p=0.000) istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Tablo 22).

Dolayısıyla, materyal çeşidinin bitki yaş ağırlığına etkisi materyalin seviyesine göre değişmektedir. Ayrıca toprak \* materyal interaksyonu ( $p=0.003$ ), istatistiki olarak önemli bulunmuş ve toprak çeşidinin bitki yaş ağırlığına etkisi materyal çeşidine göre değişmektedir.

Tablo 22. Bitki Kuru Ağırlığı (Materyal \* Seviye İnteraksyonu)

	0%	4%	8%	10%
Kompost	0,49 ± 0,12 <b>Ba</b>	1,46 ± 0,23 <b>Aa</b>	1,31 ± 0,23 <b>Aa</b>	0,73 ± 0,22 <b>Ba</b>
Pirina	0,49 ± 0,12 <b>Aa</b>	0,0083 ± 0,001 <b>Bb</b>	0,0067 ± 0,002 <b>Bb</b>	0,0067 ± 0,002 <b>Bb</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyede farklı materyalde, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Pirina kompostu uygulamasında bitki kuru ağırlığındaki en büyük ortalama %4 ve %8 seviyelerinde bulunmuş (1,46 g ve 1,31g) ve bu iki uygulama arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Bu uygulamalardan sonra % 0 ve %10 uygulamaları ikinci en yüksek bitki kuru ağırlığı ortalamasına sahip olup diğer uygulamalardan istatistiki olarak farklı fakat kendi aralarındaki fark istatistiki açıdan önemli değildir. Pirina uygulamasının bitki kuru ağırlığı üzerine etkisinde %4, %8 ve %10 seviyelerinin ortalamaları istatistiki açıdan aynı olup %0 uygulamasına göre çok daha düşüktür. Dolayısıyla bitki kuru ağırlığına pirina uygulaması ve artan dozları olumsuz etki etmiştir.

Seviyeler açısından materyal çeşidinin bitki yaş ağırlığına etkisi, Tablo 22’de görüleceği gibi %4, %8, %10 seviyelerinde pirina kompostu pirinaya oranla daha fazla bitki kuru ağırlığı ortalamasına sahiptir.

Dolayısıyla toprağa kompost veya pirina uygulanmak istendiğinde bitki kuru ağırlığı açısından, kompostun uygulanması doz seçiminde ise %4 ve %8 arasında istatistiki olarak önemli bir fark olmamasından dolayı ekonomik olması açısından %4 kompost uygulaması seçilmelidir.



Tablo 23. Bitki Kuru Ağırlığı (Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

	Kompost	Pirina
Tınlı	1,277 ± 0,18 <b>Aa</b>	0,175 ± 0,09 <b>Ba</b>
Kumlu	0,664 ± 0,13 <b>Ab</b>	0,080 ± 0,04 <b>Ba</b>

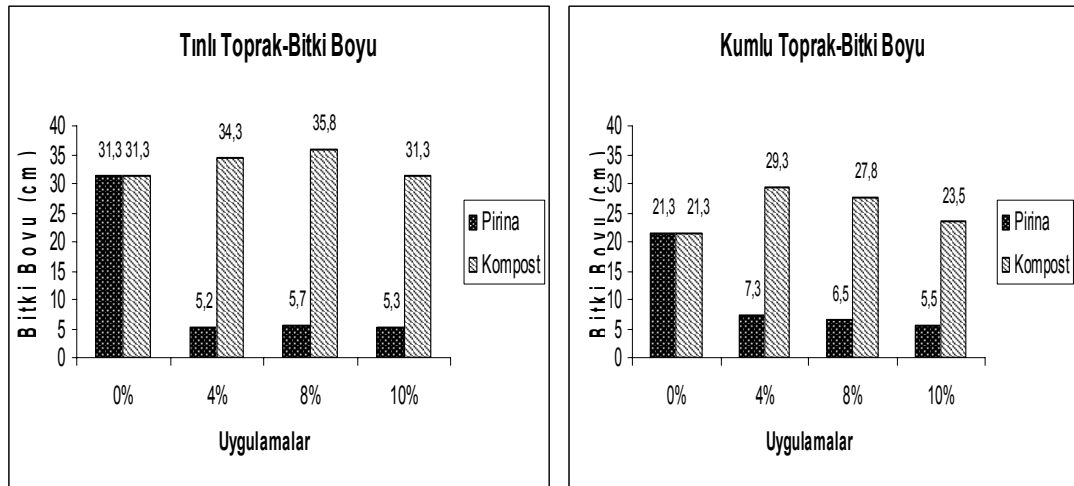
\* Aynı toprakta farklı materyaldeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı materyalde farklı toprakta, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Toprak çeşidine göre, bitki yaş ağırlığındaki en büyük ortalama kompost uygulamasında bulunmuş ve pirina uygulaması ile arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Aynı şekilde kumlu toprakta da kompostun bitki yaş ağırlığı üzerine etkisi yine pirinaya göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Materyaller açısından toprak çeşidinin bitki yaş ağırlığına etkisi, Tablo 23’de görüleceği gibi bitki yaş ağırlık ortalamasındakine benzer olarak, yine kompost uygulamasında, tınlı toprakta bitki kuru ağırlığı ortalaması daha yüksek ve istatistiki açıdan önemli iken, pirina uygulamasında bitki kuru ağırlığı ortalaması arasındaki farklar toprak tekstür çeşidine göre değişmemektedir. Sonuç olarak, kompost uygulaması tınlı toprakta bitki kuru ağırlığı açısından daha iyi sonuç vermiştir.

#### 4.2.4. Bitki Boyu



Şekil 13. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta bitki boyu üzerine etkileri



Resim 5. Kumlu Toprakta %8 pirina ve pirina kompostu uygulaması



Resim 6. Tınlı Toprakta %8 pirina ve pirina kompostu uygulaması



Resim 7. Kumlu Toprakta %4 pirina ve pirina kompostu uygulaması



Resim 8. Tınlı Toprakta %4 pirina ve pirina kompostu uygulaması

Domates bitki boyu değerlerinin varyans analizi sonucunda, materyal \* seviye interaksyonu ( $p=0.000$ ) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Dolayısıyla, materyal çeşidinin bitki boyuna etkisi materyalin seviyesine göre değişmektedir. Ayrıca toprak \* materyal interaksyonu ( $p=0.012$ ), istatistiki olarak önemli bulunmuş ve toprak çeşidinin bitki boyuna etkisi materyal çeşidine göre değişmektedir.

Tablo 24. Bitki Boyu (Materyal\*Seviye İnteraksiyonu)

	0%	4%	8%	10%
Kompost	26,33 ± 2,95 <b>Aa</b>	31,83 ± 1,54 <b>Aa</b>	32,60 ± 2,28 <b>Aa</b>	28,20 ± 2,99 <b>Aa</b>
Pirina	26,33 ± 28,74 <b>Aa</b>	6,21 ± 0,60 <b>Bb</b>	6,08 ± 0,35 <b>Bb</b>	5,36 ± 0,60 <b>Bb</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyede farklı materyalde, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Tablo 24’te görüleceği gibi pirina kompostu uygulamasının bitki boyu üzerine etkisi seviyelere göre değişmemektedir. Pirina uygulamasının bitki boyu üzerine etkisinde %4, %8 ve %10 seviyelerinin ortalamaları istatistiki açıdan aynı olup %0 uygulamasına göre çok daha düşüktür.

Seviyeler açısından materyal çeşidinin bitki boyuna etkisine baktığımızda, tablodan da görüleceği gibi %4, %8, %10 seviyelerinde pirina kompostu pirinaya oranla daha fazla bitki boyu ortalamasına sahiptir.

Toprağa kompost veya pirina uygulanmak istendiğinde bitki boyu açısından, kompostun uygulanması %4, %8 ve %10 seviyelerindeki ortalamalara göre istatistiki açıdan önemli bulunsada hem kompost hem pirinada %0 uygulamasının ortalaması istatistiki açıdan diğer tüm uygulamalar ile aynı olduğu için, bitki boyu açısından toprağa ne dozlar açısından nede materyal açısından hiçbir önemi yoktur. Yani, kompost ve pirina uygulamak bitki boyu açısından kontrole göre hiçbir fayda sağlamamıştır (Tablo 24).

Tablo 25. Bitki Boyu ( Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

	Kompost	Pirina
Tınlı	33,2 ± 1,16 <b>Aa</b>	11,85 ± 3,45 <b>Ba</b>
Kumlu	25,45 ± 1,69 <b>Ab</b>	10,57 ± 2,23 <b>Ba</b>

\* Aynı toprakta farklı materyaldeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı materyalde farklı toprakta, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Tablo 25’ den görüldüğü gibi, toprak çeşidinde, bitki boyundaki en büyük ortalama tınlı toprakta kompost uygulamasında bulunmuş ve pirina uygulaması ile arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir. Aynı şekilde kumlu toprakta da kompostun bitki boyu üzerine etkisi yine pirinaya göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Materyaller açısından toprak çeşidinin bitki boyuna etkisine bakıldığında, tablodan da görüleceği gibi bitki yaş ve kuru ağırlık ortalamasında olduğu gibi, yine kompost uygulamasında, tınlı toprakta bitki boyu ortalaması daha yüksek ve istatistiki açıdan önemli iken, pirina uygulamasında bitki boyu ortalaması arasındaki farklar toprak tekstür çeşidine göre değişmemektedir.

Dolayısıyla, kompost uygulaması tınlı toprakta bitki boyu açısından daha iyi sonuç vermiştir.

#### 4.2.5. Yaprak ve Dal Sayısı

Pirina, pirina kompostu ve dozlarının yaprak ve dal sayısı üzerine etkisi Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26. Tınlı ve Kumlu Toprakta Pirina ve Pirina Kompostunun Uygulanma Dozlarına Göre Yaprak ve Dal Sayısı

<b>Yaprak sayısı</b>								
	<b>Tınlı Toprak</b>				<b>Kumlu Toprak</b>			
	<b>0%</b>	<b>4%</b>	<b>8%</b>	<b>10%</b>	<b>0%</b>	<b>4%</b>	<b>8%</b>	<b>10%</b>
Pirinalı	32,0	2,0	2,0	2,0	20,7	2,0	2,0	2,0
Kompostlu	32,0	49,0	49,7	38,0	20,7	35,7	34,5	25,5

<b>Dal sayısı</b>								
	<b>0%</b>	<b>4%</b>	<b>8%</b>	<b>10%</b>	<b>0%</b>	<b>4%</b>	<b>8%</b>	<b>10%</b>
Pirinalı	7,7	1,0	1,0	1,0	6,3	1,0	1,0	1,0
Kompostlu	7,7	9,7	9,0	8,3	6,3	7,7	7,0	6,5

Domates bitki yaprak ve dal sayısı değerlerinin varyans analizi sonucunda, materyal \* seviye interaksyonu yaprak ve dal sayısı için (p=0.000), istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Dolayısıyla, materyal çeşidinin bitki yaprak ve dal sayısına etkisi materyalin seviyesine göre değişmektedir. Ayrıca toprak \* materyal interaksyonu yaprak sayısı için (p=0.030) ve dal sayısı için (p=0,006), istatistiki olarak önemli bulunmuş ve toprak çeşidinin yaprak ve dal sayısına etkisi materyal çeşidine göre değişmektedir.

Tablo 27. Yaprak Sayısı ( Materyal \* Seviye İnteraksyonu)

	0%	4%	8%	10%
Kompost	24,33 ± 3,79 <b>Ca</b>	40,33 ± 3,58 <b>Aa</b>	41,60 ± 5,35 <b>Aa</b>	31,00 ± 6,11 <b>Ba</b>
Pirina	24,33 ± 3,79 <b>Aa</b>	2,00 ± 0,00 <b>Bb</b>	2,00 ± 0,00 <b>Bb</b>	2,00 ± 0,00 <b>Bb</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyede farklı materyalde, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Tablo 27’de verildiği üzere, pirina kompostu uygulamasının bitki yaprak sayısı ortalaması, en fazla %4 ve %8 seviyesinde bulunmuş ve bu iki seviye ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir. Pirina uygulamasının yaprak sayısı üzerine etkisinde %4, %8 ve %10 seviyelerinin ortalamaları istatistiki açıdan aynı olup %0 uygulamasına göre çok daha düşüktür. % 0 ile diğer uygulamalar arasındaki fark da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Seviyeler açısından materyal çeşidinin bitki yaprak sayısı üzerine etkisi Tablo 27’den de görüleceği gibi %4, %8, %10 seviyelerinde pirina kompostu pirinaya oranla daha fazla yaprak sayısı ortalamasına sahiptir .

Tablo 28. Dal Sayısı ( Materyal \* Seviye İnteraksyonu)

	0%	4%	8%	10%
Kompost	7,00 ± 0,51 <b>Ca</b>	8,66 ± 0,55 <b>Aa</b>	8,20 ± 0,49 <b>ABa</b>	7,60 ± 0,68 <b>BCa</b>
Pirina	7,00 ± 0,51 <b>Aa</b>	4,83 ± 1,18 <b>Bb</b>	4,27 ± 1,15 <b>BCb</b>	4,00 ± 1,08 <b>Cb</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyede farklı materyalde, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Materyal \* Seviye interaksyonu sonucunda, pirina kompostu uygulamasının bitki dal sayısı ortalamasındaki en yüksek değer %4 ve %8 uygulamalarında bulunmuştur. Ancak, %8 ve %10 uygulamaları arasında istatistiki olarak fark bulunmadığı için dal sayısı açısından, en uygun ve ekonomik dozun %4 kompost uygulaması olduğu sonucuna varılmıştır. Pirina uygulamasının dal sayısı üzerine etkisinde %4 ve %8 arasında, %8 ve %10 seviyeleri arasında ortalamalar istatistiki açıdan aynı olup %0 uygulamasına göre daha düşüktür. % 0 ile diğer uygulamalar arasındaki fark ve %4 ve %10 seviyeleri arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Tablo 28).

Seviyeler açısından materyal çeşidinin bitki dal sayısına etkisine bakıldığında, Tablo 28’de verildiği gibi %4, %8, %10 seviyelerinde pirina kompostu pirinaya oranla daha fazla dal sayısı ortalamasına sahiptir. Materyaller açısından da en uygun doz %4 kompost uygulaması olarak belirlendiği için, materyal ve seviye etkileşimi sonucu %4 seviyesinin en uygun doz olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 29. Yaprak Sayısı ( Toprak \* Materyal İnteraksyonu)

	Kompost	Pirina
Tınlı	40,16 ± 2,99 <b>Aa</b>	9,00 ± 3,80 <b>Ba</b>
Kumlu	26,90 ± 3,54 <b>Ab</b>	7,58 ± 2,33 <b>Bb</b>

\* Aynı toprakta farklı materyaldeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı materyalde farklı toprakta, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Tablo 29’da görüleceği gibi tınlı toprakta bitki yaprak sayısı en yüksek değeri kompost uygulamasında bulunmuş ve pirina uygulaması ile arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Aynı şekilde kumlu toprakta da kompostun yaprak sayısı üzerine etkisi yine pirinaya göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Kompost veya pirina uygulamasının toprak çeşidindeki yaprak sayısı üzerine etkisine baktığımızda, tablodan da görüleceği gibi hem kompost hem pirina uygulamasında, tınlı toprakta yaprak sayısı ortalaması kumlu toprağa oranla daha yüksek ve istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Dolayısıyla, kompost uygulaması tınlı toprakta bitki yaprak sayısı açısından daha iyi sonuç vermiştir.

Tablo 30. Dal Sayısı ( Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

	Kompost	Pirina
Tınlı	8,66 ± 0,31 <b>Aa</b>	2,66 ± 0,89 <b>Ba</b>
Kumlu	6,90 ± 0,35 <b>Ab</b>	2,33 ± 0,70 <b>Ba</b>

\* Aynı toprakta farklı materyaldeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

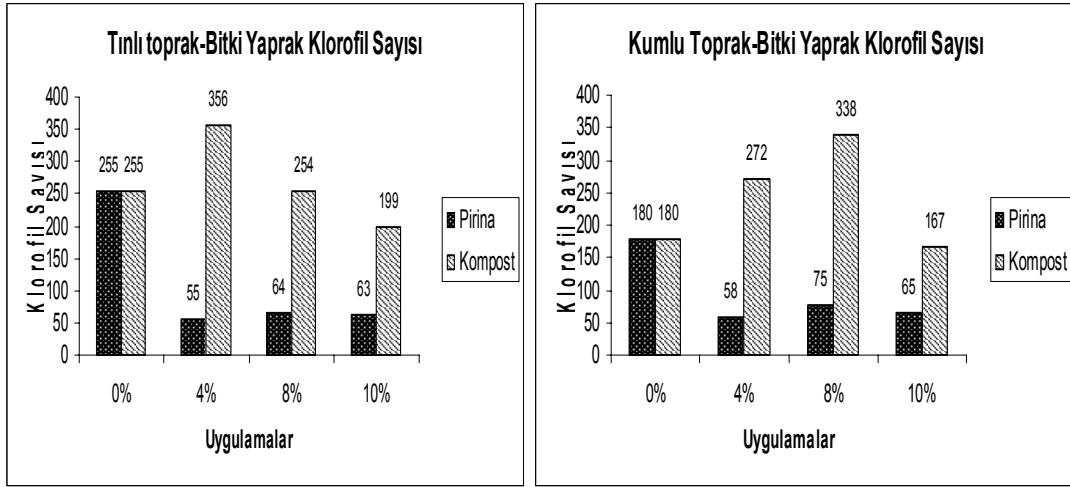
\*\* Aynı materyalde farklı toprakta, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Tablo 30’de verilen istatistik verilere göre, tınlı toprakta bitki dal sayısı en büyük değere kompost uygulamasında ulaşmış ve pirina uygulaması ile arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Aynı şekilde kumlu toprakta da kompostun dal sayısı üzerine etkisi yine pirinaya göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Materyaller açısından toprak çeşidinin dal sayısı etkisine bakıldığında, tablodan da görüleceği gibi bitki yaş ve kuru ağırlık ortalamasında olduğu gibi, yine kompost uygulamasında, tınlı toprakta dal sayısı ortalaması kumlu toprağa göre daha yüksek ve istatistiki açıdan önemli iken, pirina uygulamasında dal sayısı ortalaması arasındaki farklar toprak tekstür çeşidine göre değişmemektedir.

Dolayısıyla, kompost uygulaması tınlı toprakta bitki dal sayısı açısından daha iyi sonuç vermiştir.

#### 4.2.6. Yaprak Klorofil Sayısı



(a)

(b)

Şekil 14. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta bitki yaprak klorofil sayısı üzerine etkileri

Domates bitki yaprak klorofil değerlerinin varyans analizi sonucunda materyal \* seviye etkileşimini ( $p=0.000$ ) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Dolayısıyla, materyal çeşidinin bitki boyuna etkisi materyalin seviyesine göre değişmektedir.

Tablo 31. Klorofil Sayısı ( Materyal \* Seviye Etkileşimi)

	0%	4%	8%	10%
Kompost	217,5 ± 28,74 <b>BCa</b>	313,50 ± 25,94 <b>Aa</b>	287,60 ± 31,12 <b>ABa</b>	185,80 ± 33,05 <b>Ca</b>
Pirina	217,5 ± 28,74 <b>Aa</b>	56,80 ± 1,53 <b>Bb</b>	69,83 ± 7,79 <b>Bb</b>	64,00 ± 4,51 <b>Bb</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyede farklı materyalde, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Tablo 31’de, pirina kompostu uygulamasının bitki yaprağı klorofil sayısı ortalaması en yüksek değere %4 ve %8 uygulamalarında bulunmuş ve iki uygulama arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamıştır. %8 ve %0 klorofil sayısı ortalamaları arasında istatistiksel açıdan fark olmadığından ve ortalama değerleri %4 uygulamasından daha düşük olduğu için, kompost uygulamasının %4 dozu klorofil sayısı açısından en optimum dozdur.

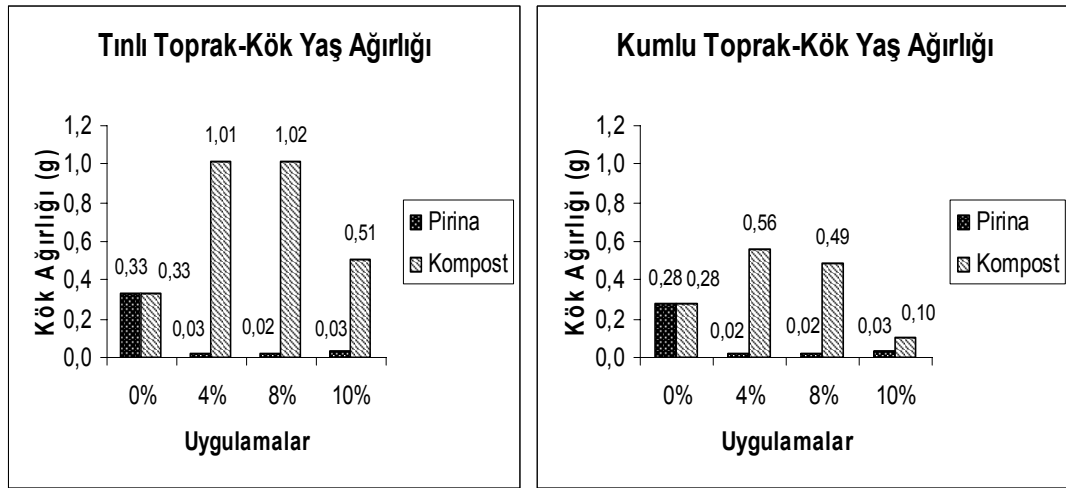


Pirina uygulamasının klorofil sayısı üzerine etkisinde %4, %8 ve %10 seviyeleri arasında ortalamalar istatistiki açıdan aynı olup %0 uygulamasına göre çok daha düşüktür. % 0 ile diğer uygulamalar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Dolayısıyla pirina uygulaması bitki yaprak klorofil sayısı açısından hiçbir olumlu etki yapmamıştır.

Seviyeler açısından materyal çeşidinin klorofil sayısına etkisini araştırarak olursak tablodan da görüleceği gibi %4, %8, %10 seviyelerinde pirina kompostu pirinaya oranla daha fazla klorofil sayısı ortalamasına sahiptir ve bu fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Sonuç olarak, pirina yada kompost uygulamasında kompost uygulaması en iyi sonucu ve kompostun da %4 dozu klorofil sayısı açısından en iyi seviye olarak belirlenmiştir.

#### 4.2.7. Kök Yaş Ağırlığı



Şekil 15. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta kök yaş ağırlığı üzerine etkileri

Varyans analizi sonucunda kök yaş ağırlığı değerlerinde, materyal \* seviye etkileşimini (p=0.030) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Dolayısıyla, materyal çeşidinin bitki boyuna etkisi materyalin seviyesine göre değişmektedir.

Tablo 32. Kök Yaş Ağırlığı ( Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

	0%	4%	8%	10%
Kompost	0,315 ± 0,65 <b>Ba</b>	0,783 ± 0,20 <b>Aa</b>	0,753 ± 0,20 <b>Aa</b>	0,370 ± 0,22 <b>Ba</b>
Pirina	0,315 ± 0,06 <b>Aa</b>	0,458 ± 0,0009 <b>Ab</b>	0,346 ± 0,004 <b>Ab</b>	0,157 ± 0,002 <b>Aa</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

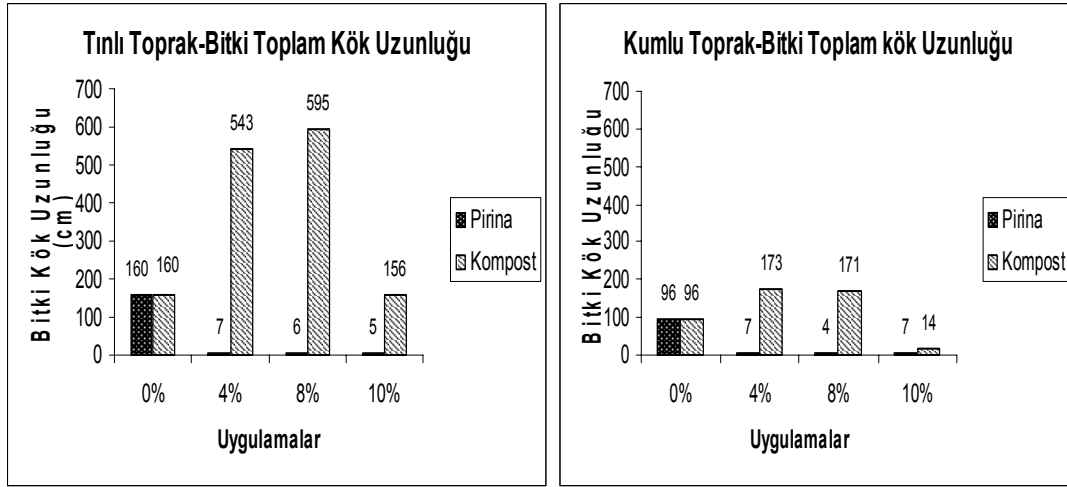
\*\* Aynı seviyede farklı materyalde, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Yapılan istatistik analizler sonucunda, pirina kompostu uygulamasının bitki kök yaş ağırlığı ortalamasında %4 ve %8 uygulama ortalamalarının en yüksek ortalamaya sahip olduğu belirlenmiş, ancak iki uygulama ortalamasının farkı istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. %0 ve % 10 ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir ve %4 ve %8 'e göre daha düşüktür. Pirina uygulamasının kök yaş ağırlığı üzerine etkisinde hiçbir seviyenin farkı önemli bulunmamıştır. Yani, pirina uygulanmaması bitki kök yaş ağırlığı açısından daha iyidir (Tablo 32).

Seviyeler açısından materyal çeşidinin kök yaş ağırlığı üzerine etkisi, Tablo 32'den de görüleceği gibi %0 ve %10 seviyelerinde materyalin kök yaş ağırlığı ortalamasına etkisi önemsiz iken, %4 ve %8 uygulamasında pirina kompostu pirinaya oranla daha fazla kök yaş ağırlığı ortalamasına sahiptir.

Dolayısıyla kök yaş ağırlığı açısından hem ekonomik olması hemde en iyi sonucu verecek olan %4 kompost uygulamasıdır. Pirina uygulanması bitki kök yaş ağırlığına hiçbir şekilde olumlu bir etki yapmamıştır.

#### 4.2.8. Bitki Kök Uzunluğu



(a)

(b)

Şekil 16 . Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta toplam kök uzunluğu üzerine etkileri

Domates bitki kök uzunluğu değerlerinin varyans analizi sonucunda, materyal \* seviye interaksyonu ( $p=0.011$ ) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Dolayısıyla, materyal çeşidinin bitki boyuna etkisi materyalin seviyesine göre değişmektedir. Ayrıca toprak \* materyal interaksyonu ( $p=0.013$ ), istatistiki olarak önemli bulunmuş ve toprak çeşidinin bitki boyuna etkisi materyal çeşidine göre değişmektedir.

Tablo 33. Kök Uzunluğu ( Materyal \* Seviye İnteraksyonu)

	0%	4%	8%	10%
Kompost	138,9 ± 39,18 <b>Ba</b>	357,8 ± 140,51 <b>Aa</b>	383,37 ± 129,89 <b>Aa</b>	108,80 ± 77,74 <b>Ba</b>
Pirina	138,90 ± 35,18 <b>Aa</b>	7,40 ± 0,49 <b>Bb</b>	5,26 ± 0,74 <b>ABb</b>	5,72 ± 0,70 <b>ABa</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyede farklı materyalde, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Pirina kompostu uygulamasının bitki kök uzunluğu ortalamasında %4 ve %8 uygulamalarının ortalamaları en yüksek ortalamaya sahip olup iki uygulama ortalamasının farkı istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. %0 ve %10 ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir ve %4 ve %8'e göre daha düşüktür.

Pirina uygulamasının kök uzunluğu üzerine etkisinde %0 kontrol seviyesinde diğer seviyelere göre daha yüksek kök uzunluğu (139,9 cm) elde edilmiştir. Pirina dozlarının arttırılması ile bu değerde oldukça fazla bir düşüş göstermiş ve bu düşüş kontrol uygulamasına göre istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Buradan da anlaşılacağı gibi, pirina uygulamasının hiçbir dozu kontrole göre bitki kök uzunluğuna olumlu bir etki yapmamıştır.

Seviyeler açısından materyal çeşidinin bitki dal sayısına etkisine baktığımızda Tablo 33'de görüleceği gibi %0 ve %10 seviyelerinde pirina kompostu veya pirinanın uygulanması kök uzunluğu üzerine etki etmezken, %4 ve %8 seviyelerinde bitki kök uzunluğu kompostta pirinaya göre çok daha fazla ortalamaya sahiptir.

Dolayısıyla kök uzunluğu açısından %4 kompost uygulanması diğer dozlara ve pirina uygulamasına göre istatistiki olarak çok daha iyi sonuç vermektedir.

**Tablo 34. Kök Uzunluğu ( Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)**

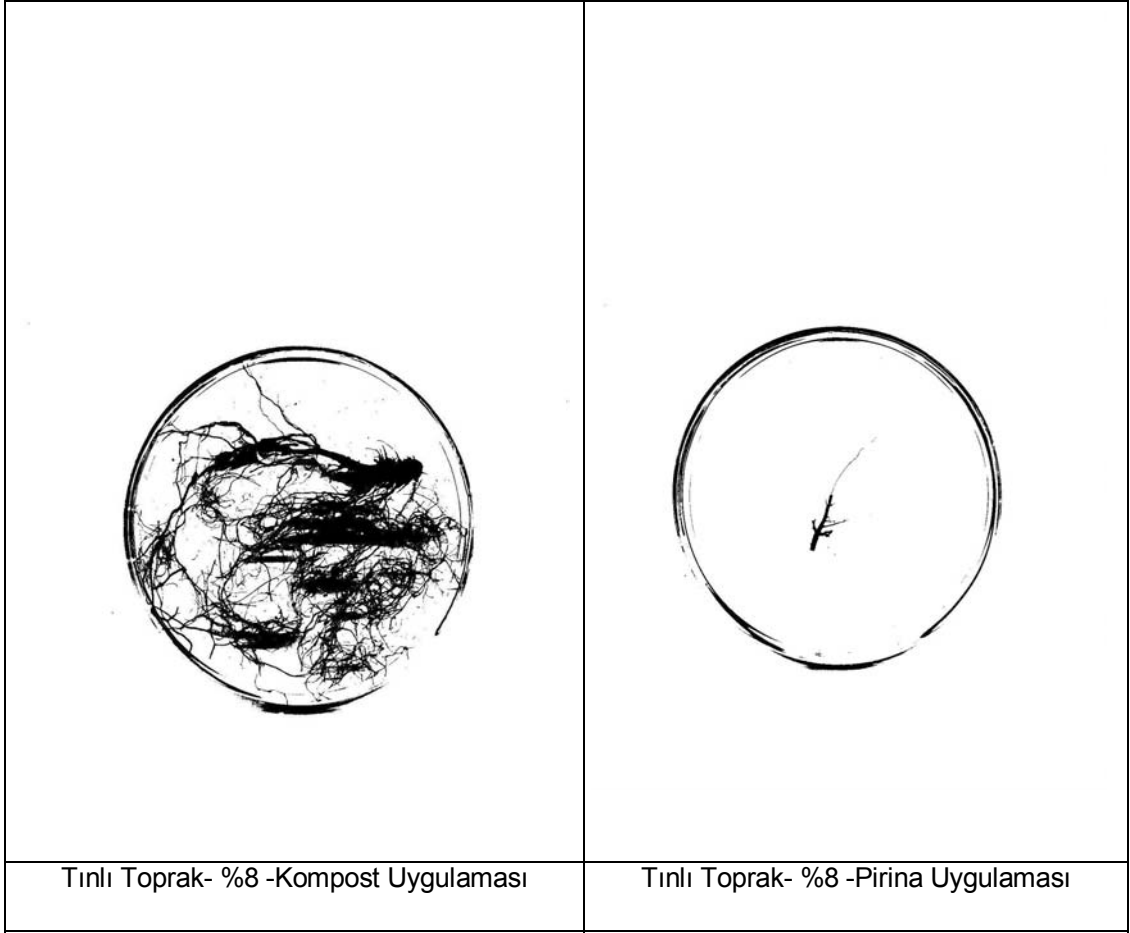
	Kompost	Pirina
Tınlı	363,58 ± 92,20 <b>Aa</b>	36,83 ± 21,80 <b>Ba</b>
Kumlu	133,20 ± 34,84 <b>Ab</b>	20,92 ± 15,09 <b>Ba</b>

\* Aynı toprakta farklı materyaldeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı materyalde farklı toprakta, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

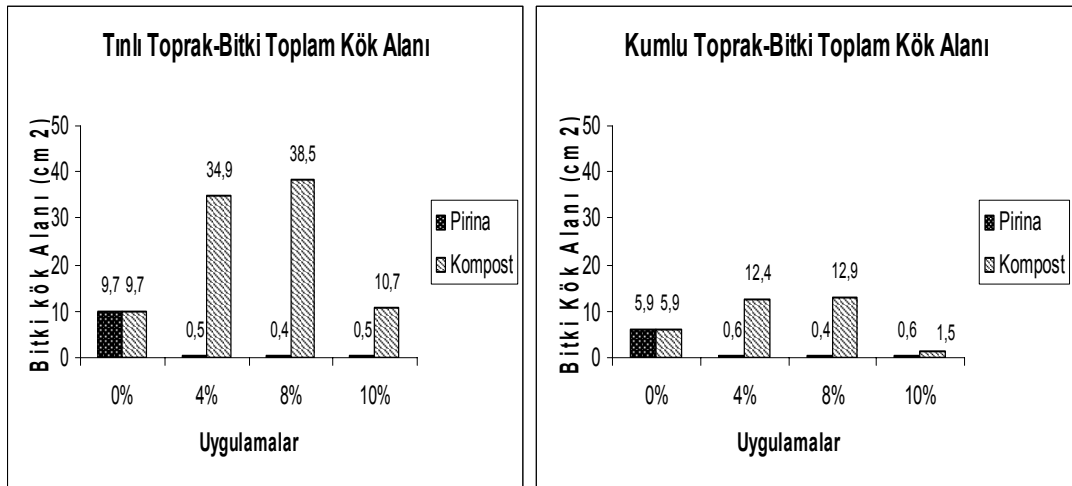
Tablo 34'de görüleceği gibi tınlı toprakta bitki kök uzunluğu en büyük ortalama kompost uygulamasında bulunmuş ve pirina uygulaması ile arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Aynı şekilde kumlu toprakta da kompostun kök uzunluğu üzerine etkisi yine pirinaya göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Materyaller açısından toprak çeşidinin kök uzunluğu üzerine etkisine bakıldığında, tablodan da görüleceği gibi kompost uygulamasında, tınlı toprakta kök uzunluğu ortalaması kumlu toprağa göre daha yüksek ve istatistiki açıdan önemli iken, pirina uygulamasında kök uzunluğu ortalaması arasındaki farklar toprak tekstür çeşidine göre değişmemektedir. Dolayısıyla, tınlı toprakta kompost uygulaması bitki kök uzunluğu açısından daha iyi sonuç vermiştir.



Şekil 17. %8 dozunda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı toprakta kök gelişimine etkisi

#### 4.2.9. Bitki Kök Alanı



(a)

(b)

Şekil 18. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta toplam kök alanı üzerine etkileri

Domates bitki kök alanı değerlerinin varyans analizi sonucunda, materyal \* seviye interaksyonu (p=0.005) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Dolayısıyla, materyal çeşidinin bitki boyuna etkisi materyalin seviyesine göre değişmektedir. Ayrıca toprak \* materyal interaksyonu (p=0.010), istatistiki olarak önemli bulunmuş ve toprak çeşidinin bitki boyuna etkisi materyal çeşidine göre değişmektedir.

Tablo 35. Kök Alanı ( Materyal \* Seviye İnteraksyonu)

	0%	4%	8%	10%
Kompost	8,47 ± 1,89 <b>Ba</b>	23,65 ± 8,36 <b>Aa</b>	25,72 ± 7,94 <b>Aa</b>	7,62 ± 4,97 <b>Ba</b>
Pirina	8,47 ± 1,89 <b>Aa</b>	0,51 ± 0,05 <b>ABb</b>	0,42 ± 0,04 <b>ABb</b>	0,52 ± 0,04 <b>Ba</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyede farklı materyalde, farklı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Denemede, pirina kompostu uygulamasının bitki kök alanı ortalamasında %4 ve %8 uygulamalarının ortalamaları en yüksek ortalamaya sahip olup iki uygulama ortalamasının farkı istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. %0 ve %10 ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir ve %4 ve %8 'e göre daha düşüktür. Pirina uygulamasının kök alanı üzerine etkisinde %0 ile %4, %4, %8 ve %10 arasında seviyelerinin farkı önemli bulunmamıştır (Tablo 35).

Seviyeler açısından materyal çeşidinin kök alanı üzerine etkisine bakıldığında Tablo 35' den de görüleceği gibi %0 ve %10 seviyelerinde materyalin kök alanı ortalamasına etkisi önemsiz iken, %4 ve %8 uygulamasında pirina kompostu pirinaya oranla daha fazla kök alanı ortalamasına sahiptir. Ekonomik olası açısından da %4 kompost uygulaması en iyi uygulama olduğu düşünülmektedir. Pirinada ise uygulama seviyelerinin kök alanı üzerine önemli bir etkisi bulunmamıştır.

Tablo 36. Kök Alanı ( Toprak \* Materyal İnteraksyonu)

	Kompost	Pirina
Tınlı	23,47 ± 5,77 <b>Aa</b>	2,31 ± 1,29 <b>Ba</b>
Kumlu	9,66 ± 2,62 <b>Ab</b>	1,41 ± 0,90 <b>Ba</b>

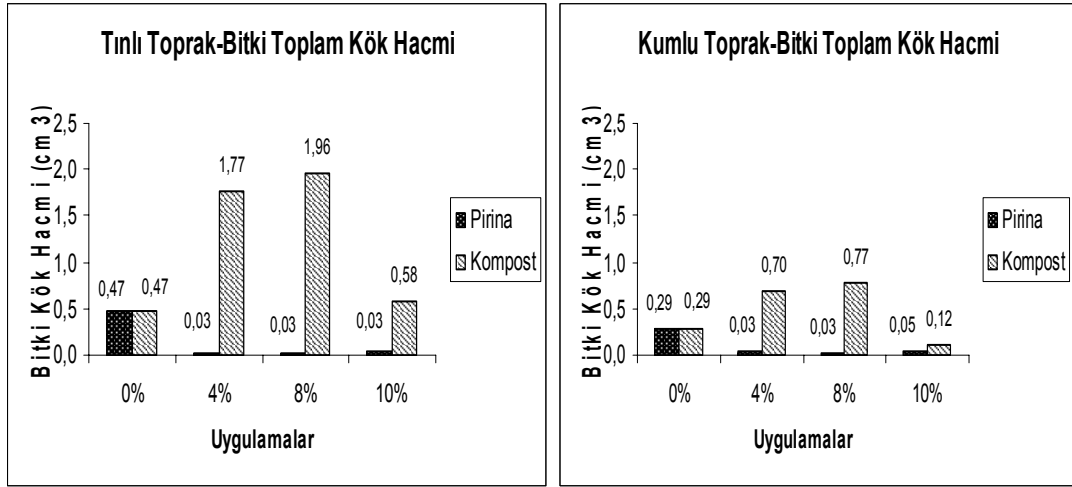
\* Aynı toprakta farklı materyaldeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı materyalde farklı toprakta, farklı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Toprak çeşidinde materyalin önemine baktığımızda, 36'da görüldüğü üzere, tınlı toprakta bitki kök alanı en büyük değeri kompost uygulamasında bulunmuş ve pirina uygulaması ile arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Aynı şekilde kumlu toprakta da kompostun kök alanı üzerine etkisi yine pirinaya göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Materyaller açısından toprak çeşidinin kök uzunluğu üzerine etkisine bakıldığında, yine Tablo 36'da görüleceği gibi kompost uygulamasında, tınlı toprakta kök alanı ortalaması kumlu toprağa göre daha yüksek ve istatistiki açıdan önemli iken, pirina uygulamasında kök alanı ortalaması arasındaki farklar toprak tekstür çeşidine göre değişmemektedir. Dolayısıyla, kompost uygulaması tınlı toprakta bitki kök alanı açısından daha iyi sonuç vermiştir.

#### 4.2.10. Bitki Kök Hacmi



(a)

(b)

Şekil 19. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta toplam kök hacmi üzerine etkileri

Domates bitki kök hacmi değerlerinin varyans analizi sonucunda, materyal \* seviye etkisi (p=0.002) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Dolayısıyla, materyal çeşidinin bitki boyuna etkisi materyalin seviyesine göre değişmektedir. Ayrıca toprak \* materyal etkisi (p=0.010), istatistiki olarak önemli bulunmuş ve toprak çeşidinin bitki boyuna etkisi materyal çeşidine göre değişmektedir.

Tablo 37. Kök Hacmi ( Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

	0%	4%	8%	10%
Kompost	0,406 ± 0,08 <b>Ba</b>	1,235 ± 0,38 <b>Aa</b>	1,362 ± 0,38 <b>Aa</b>	0,426 ± 0,24 <b>Ba</b>
Pirina	0,406 ± 0,08 <b>Aa</b>	0,026 ± 0,003 <b>Ab</b>	0,028 ± 0,003 <b>Ab</b>	0,039 ± 0,005 <b>Aa</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyede farklı materyalde, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Bitki kök hacmi ortalamasında pirina kompostu uygulamasının %4 ve %8 uygulamalarının ortalamaları en yüksek ortalamaya sahip olup iki uygulama ortalamasının farkı istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. %0 ve %10 ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir ve %4 ve %8 'e göre daha düşüktür.

Pirina uygulamasının kök hacmi üzerine etkisinde hiçbir seviyenin farkı önemli bulunmamıştır.

Seviyeler açısından materyal çeşidinin kök hacmi üzerine etkisine baktığımızda, Tablo 37'den de görüleceği gibi %0 ve %10 seviyelerinde materyalin kök alanı ortalamasına etkisi önemsiz iken, %4 ve %8 uygulamasında pirina kompostu pirinaya oranla daha fazla kök alanı ortalamasına sahiptir.

Sonuç olarak, pirina uygulaması ve dozlarının kök hacmi üzerine hiçbir önemli etkisi bulunmaz iken, kompostun %4 ve %8 uygulamaları en yüksek değeri vermiştir. Ancak bu iki uygulama arasında istatistiki olarak fark bulunmadığı için ekonomik olması açısından %4 kompost uygulaması en iyi seviye olduğu düşünülmektedir.

Tablo 38. Kök Hacmi ( Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

	Kompost	Pirina
Tınlı	1,193 ± 0,28 <b>Aa</b>	0,116 ± 0,06 <b>Ba</b>
Kumlu	0,556 ± 0,15 <b>Ab</b>	0,079 ± 0,04 <b>Ba</b>

\* Aynı toprak çeşidinde farklı materyalde, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı materyal çeşidinde farklı topraktaki, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

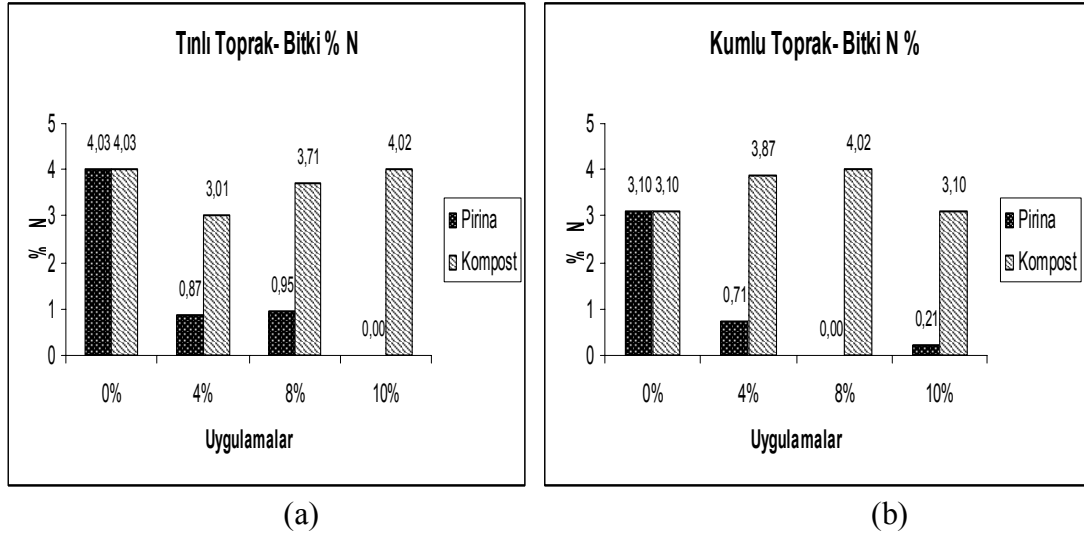
Toprak çeşidinde tınlı toprakta bitki kök hacmi en büyük ortalama kompost uygulamasında bulunmuş ve pirina uygulaması ile arasındaki fark istatistiki açıdan



önemli bulunmuştur. Aynı şekilde kumlu toprakta da kompostun kök hacmi üzerine etkisi yine pirinaya göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Materyaller açısından toprak çeşidinin kök hacmi üzerine etkisine bakacak olursak, Tablo 38 de görüleceği gibi kompost uygulamasında, tınlı toprakta kök hacmi ortalaması kumlu toprağa göre daha yüksek ve istatistiki açıdan önemli iken, pirina uygulamasında kök hacmi ortalaması arasındaki farklar toprak tekstür çeşidine göre değişmemektedir. Dolayısıyla, kompost uygulaması tınlı toprakta bitki kök hacmi açısından daha iyi sonuç vermiştir.

#### 4.2.11. Bitki % N Miktarı



Şekil 20. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta bitki %N içeriği üzerine etkileri

Domates bitki bitki %N içeriği değerlerinin varyans analizi sonucunda, materyal \* seviye interaksyonu ( $p=0.000$ ) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Dolayısıyla, materyal çeşidinin bitki boyuna etkisi materyalin seviyesine göre değişmektedir. Ayrıca toprak \* seviye interaksyonu ( $p=0.006$ ), istatistiki olarak önemli bulunmuş ve toprak çeşidinin bitki boyuna etkisi materyal çeşidine göre değişmektedir.

Tablo 39. Bitki %N İçeriği (Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

	0%	4%	8%	10%
Kompost	3,56 ± 0,22 <b>Aa</b>	3,44 ± 0,31 <b>Aa</b>	3,83 ± 0,08 <b>Aa</b>	3,65 ± 0,33 <b>Aa</b>
Pirina	3,56 ± 0,22 <b>Aa</b>	0,75 ± 0,07 <b>BCb</b>	0,95 ± 0,00 <b>Bb</b>	0,21 ± 0,00 <b>Cb</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyelerde farklı materyallerde, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Tablo 39'dan da görüleceği gibi pirina kompostu uygulamasının bitki %N içeriği ortalamasında, kompost uygulamasının hiçbir dozundaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Yani, kompost dozlarının arttırılması bitki %N içeriğinde önemli bir değişikliğe neden olmamıştır.

Pirina uygulamasının bitki %N içeriği üzerine etkisinde %4 ve %8 ile % 4 ve %10 ortalamaları arasındaki fark istatistiki açıdan önemli değildir. Pirina uygulamasının %0 dozu ortalaması diğer seviyelere göre çok daha yüksek değere sahip olup bu fark istatistiki açıdan önemlidir. Buradan pirina uygulamasının ve dozlarının bitki %N içeriğine negatif etkisi olduğu sonucuna varılır.

Seviyeler açısından materyal çeşidinin bitki %N içeriği üzerine etkisinde ise Tablo 39'da görüleceği gibi %4, %8 ve %10 seviyelerinde materyalin çeşidi bitki %N içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuş, bu uygulamalarda pirina kompostu pirinaya oranla daha fazla bitki %N içeriğini arttırmıştır.

Sonuç olarak kompost ve pirina tercihinde bitki %N içeriği üzerine kompost daha fazla arttırıcı bir etki gösterebilir diğer dozların %0 kompost uygulamasına göre istatistiki olarak önemli bir etkisi olmadığı için, kompost uygulamanın da bitki %N içeriği açısından olumlu bir etkisi bulunmamıştır.

Tablo 40. Bitki %N İçeriği ( Toprak \* Seviye İnteraksiyonu)

	0%	4%	8%	10%
Tınlı	4,02 ± 0,11 <b>Aa</b>	2,47 ± 0,58 <b>Ba</b>	3,01 ± 0,69 <b>Bb</b>	4,02 ± 0,33 <b>Aa</b>
Kumlu	3,09 ± 0,04 <b>Bb</b>	2,29 ± 0,73 <b>Ca</b>	4,02 ± 0,06 <b>Aa</b>	2,13 ± 1,01 <b>Cb</b>

\* Aynı toprakta farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

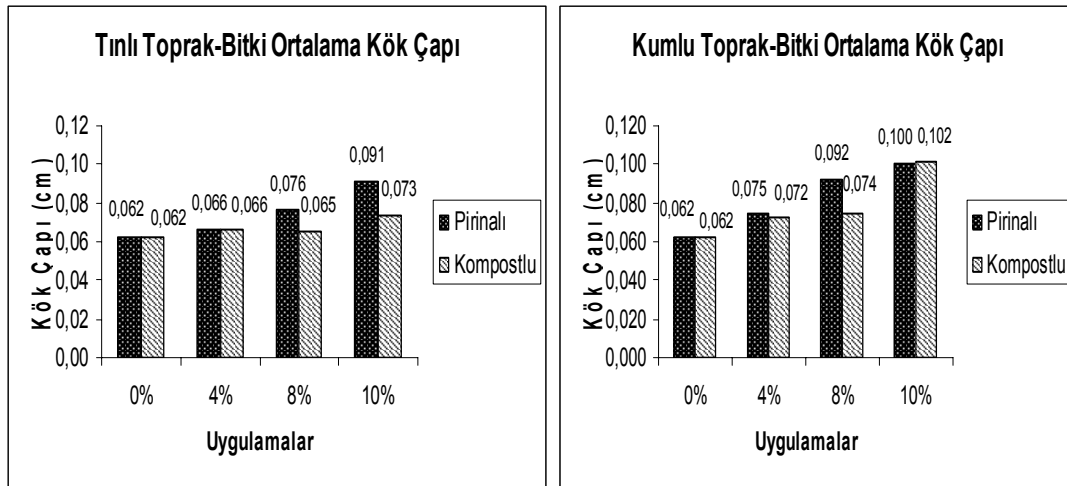
\*\* Aynı seviyelerde farklı topraktaki, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Bitki %N içeriği ortalamasında tınlı topraktaki %0 ve %10 uygulamalarının ortalamaları en yüksek ortalamaya sahip olup iki uygulama ortalamasının farkı istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. %4 ve % 8 ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir ve %0 ve %10 'e göre daha düşüktür. Buna göre uygulama seviyelerinin artırılması bitki %N içeriği bakımından tınlı toprakta hiçbir önemli etki yapmamıştır.

Kumlu topraktaki örneklerin bitki %N içeriği üzerine etkisinde en büyük ortalamaya %8 seviyesi sahiptir ve bu fark diğerlerine göre istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. %4 ve %10 arasındaki fark istatistiki açıdan önemli değildir ve %8 ve %0 'dan sonra en küçük ortalamaya sahiptir. Kumlu toprakta ise %8 dozu en iyi sonucu vermiştir.

Seviyeler açısından toprak tekstür çeşidinin bitki %N içeriği üzerine etkisinde ise Tablo 40'da görüleceği gibi %0, %4 ve %10 seviyelerinde toprak tekstür çeşidinin bitki %N içeriği ortalamasına etkisi önemli iken, %8 uygulamasında kumlu toprakta tınlı toprağa oranla daha fazla bitki %N içeriği ortalamasına sahiptir.

#### 4.2.12. Bitki Ortalama Kök Çapı



(a)

(b)

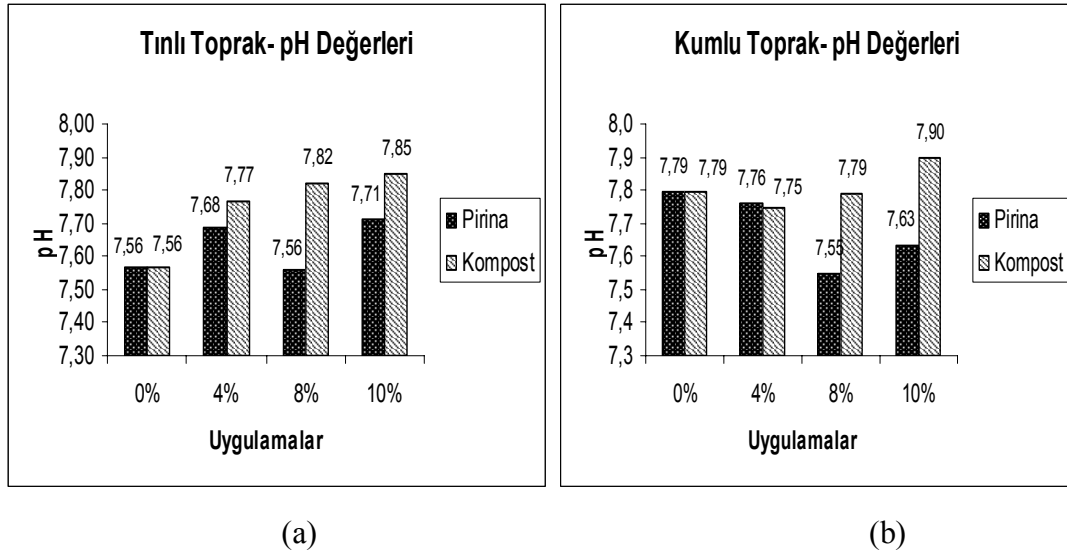
Şekil 21. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta bitki ortalama kök çapı üzerine etkileri

Deneme sonunda domates ortalama kök çapı verilerinin istatistiki analizi sonucunda, kök çapı üzerine sadece seviye faktörü ( $p=0.014$ ) istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bu sonuca göre, kök çapı sadece pirina ve kompost dozlarının artışı ile artış göstermiş, dozlar arttıkça kök çapı da doğru orantılı olarak artmıştır. Diğer tüm faktör ve interaksyonların kök çapına etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

### 4.3. Toprak Parametrelerindeki Bulgular

İkinci aşamada, bölüm labratuarlarında kurulan ve devam ettirilen domates bitkisi yetiştirilmek üzere %0, %4, %8, %10 oranlarında, tınlı ve kumlu toprağa karıştırılan pirina ve pirina kompostunun domates yetiştirilmek üzere kurulan deneme sonucu, saksı topraklarında belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ve istatistik analizleri aşağıda belirtilmiştir.

#### 4.3.1. Toprak pH Değerleri



Şekil 22. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta, toprak pH değerleri üzerine etkileri

Saksı topraklarının istatistik analizleri sonucu, farklı dozlarda uygulanan pirina ve pirina kompostunun kumlu ve tınlı toprağın pH değeri üzerine etkisine bakıldığında toprak \* seviye interaksyonu ( $p=0.012$ ) ve materyal \* seviye interaksyonu ( $p=0.009$ ) istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 41. pH ( Toprak \* Seviye İnteraksiyonu)

	0%	4%	8%	10%
Tınlı	7,56 ± 0,05 <b>Bb</b>	7,72 ± 0,03 <b>Aa</b>	7,68 ± 0,06 <b>Aa</b>	7,78 ± 0,05 <b>Aa</b>
Kumlu	7,79 ± 0,005 <b>Aa</b>	7,73 ± 0,02 <b>Aa</b>	7,67 ± 0,04 <b>Aa</b>	7,77 ± 0,04 <b>Aa</b>

\* Aynı toprakta farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyelerde farklı topraktaki, farklı küçük hafle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Analiz sonucu, tabloda da görüldüğü gibi, tınlı toprakta toprak pH'sı üzerine %4, %8, %10 seviyeleri kontrole göre artış göstermiş fakat kendi aralarında istatistiki açıdan fark bulunmamıştır. Kumlu toprakta ise, hiçbir seviye kontrole göre pH üzerine ne düşüren nede yükselten bir etki göstermiştir. Yani kumlu toprakta tüm dozların uygulanması pH yı hiçbir şekilde etkilememiştir. Aynı seviyede tınlı (7,56) ve kumlu toprak (7,79) arasında sadece %0 (kontrol) uygulamasında topraktan kaynaklanan ve istatistiki açıdan önemli olan bir fark vardır. Sonuç olarak, tınlı toprakta %4, %8, %10 dozları kontrole göre toprağın pH sını yükseltmiş ancak kendi aralarındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Tablo 42. pH ( Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

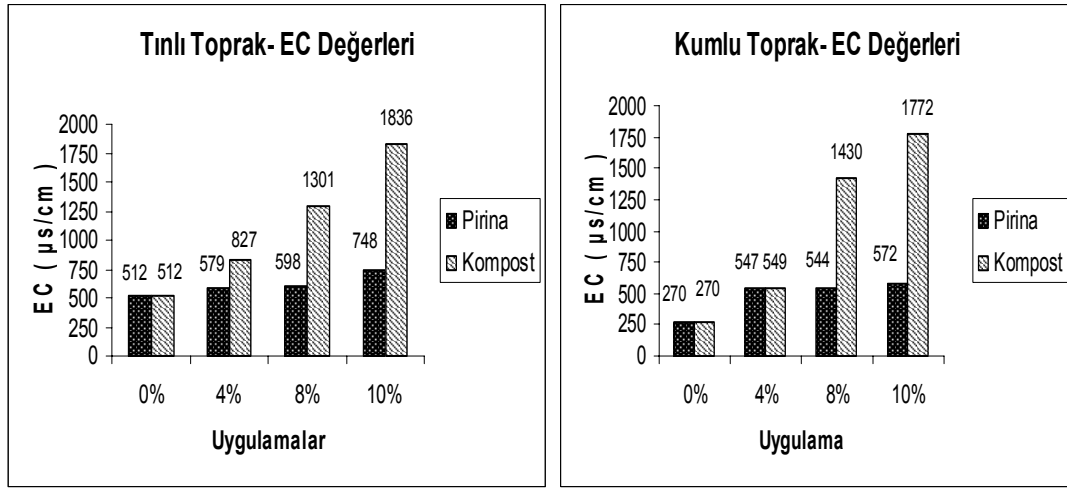
	0%	4%	8%	10%
Kompost	7,67 ± 0,06 <b>Ba</b>	7,75 ± 0,01 <b>ABa</b>	7,80 ± 0,04 <b>ABa</b>	7,87 ± 0,03 <b>Aa</b>
Pirina	7,67 ± 0,06 <b>Aa</b>	7,73 ± 0,02 <b>Aa</b>	7,67 ± 0,04 <b>Aa</b>	7,77 ± 0,04 <b>Aa</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyelerde farklı materyallerde, farklı küçük hafle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Kompost uygulamasının %4, %8, %10 dozları kontrole göre toprağın pH'sını yükseltmiş ancak kendi aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Pirina uygulamasında ise dozlar arttıkça toprağın pH değerini değiştirmede dozların istatistiki bir önemi olmayıp tüm uygulamalar kontrol ile aynıdır. Seviyeler içinde kompost yada pirina uygulamak da toprağın pH'sı üzerine önemli bir etki yapmamıştır.

### 4.3.2. Toprak EC Değerleri



(a)

(b)

Şekil 23. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta, toprak EC değerleri üzerine etkileri

Farklı dozlarda uygulanan pirina ve pirina kompostunun kumlu ve tınlı toprağın EC değeri üzerine etkisine bakıldığında materyal \* seviye etkileşimini (p=0.000) istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 43. EC ( Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

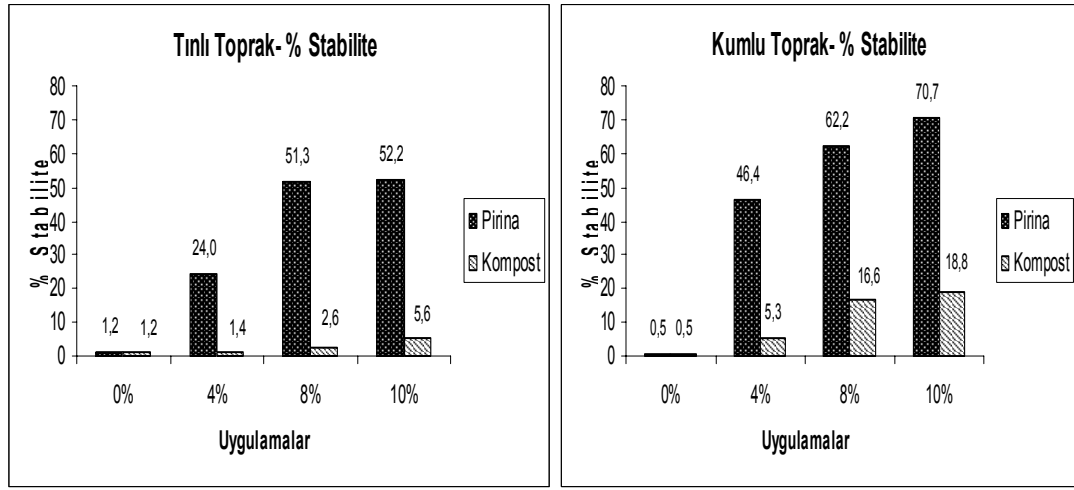
	0%	4%	8%	10%
Kompost	496,8 ± 80,14 <b>Ba</b>	708,0 ± 34,95 <b>Ba</b>	1408,7 ± 80,42 <b>Aa</b>	1707,5 ± 144,15 <b>Aa</b>
Pirina	496,8 ± 80,14 <b>Aa</b>	522,2 ± 29,56 <b>Aa</b>	533,5 ± 38,13 <b>Ab</b>	717,2 ± 71,24 <b>Ab</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyelerde farklı materyallerde, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Analiz sonucunda Tablo 43’de görüldüğü gibi, kompost uygulaması arttıkça toprak EC değeri artış göstermiş ancak, %0 ve %4 arasında, %8 ve %10 seviyeleri arasında istatistik açıdan fark olmayıp en yüksek EC değeri %8 ve %10 seviyelerinde ( $1408,7 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$  ve  $1707,5 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) bulunmuştur. Bu değerler istatistik olarak %0 ve %4 seviyelerinden farklıdır. Pirina dozları uygulaması ise toprağın EC değeri üzerine kontrole göre hiçbir şekilde istatistik açıdan önemli bir etki yapmamıştır. Dozlar içinde materyallerin etkisine bakacak olursak, aynı uygulama dozunda kompost ya da pirinanın EC değeri üzerine birbirinden farklı bir etkisi yoktur.

### 4.3.3. Toprak % Stabilite Değerleri



Şekil 24. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta, toprak Stabilitesi üzerine etkileri

Farklı dozlarda uygulanan pirina ve pirina kompostunun kumlu ve tınlı toprağın % stabilite değeri üzerine etkisine bakıldığında materyal \* seviye interaksyonu ( $p=0.000$ ) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca toprak tekstürünün etkisi tek başına ( $p=0.001$ ) stabiliteye istatistiki açıdan önemli etki ettiği bulunmuştur.

Tablo 44. % Stabilite ( Materyal \* Seviye İnteraksyonu)

	0%	4%	8%	10%
Kompost	0,736 ± 0,18 <b>Aa</b>	3,31 ± 1,25 <b>Ab</b>	9,59 ± 3,20 <b>Ab</b>	12,18 ± 3,14 <b>Ab</b>
Pirina	0,736 ± 0,18 <b>Ca</b>	35,18 ± 7,61 <b>Ba</b>	56,77 ± 6,78 <b>Aa</b>	61,47 ± 5,93 <b>Aa</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

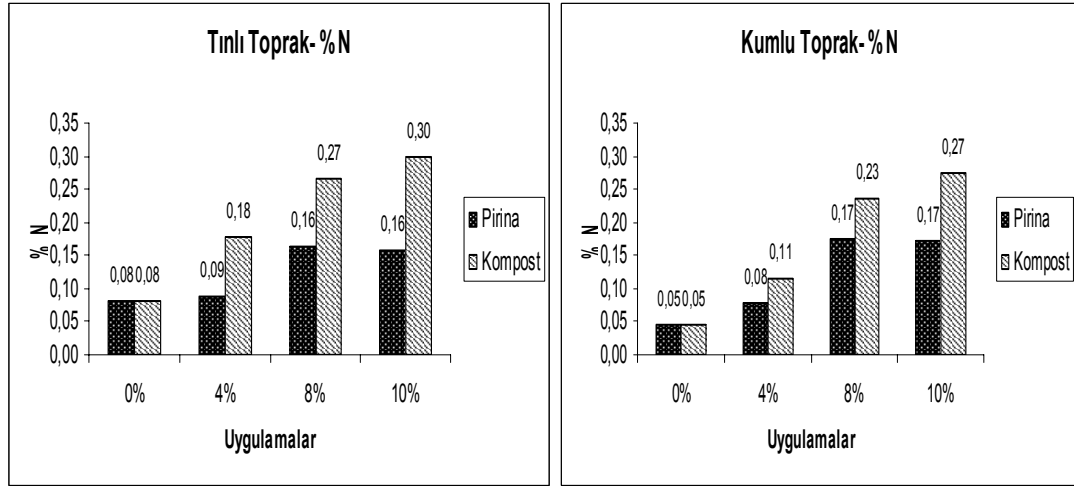
\*\* Aynı seviyelerde farklı materyallerde, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Toprağın % stabilitesi üzerine materyal ve seviyelerin etkisine bakıldığında, kompost uygulaması ve dozları stabilite üzerine kontrole göre hiçbir şekilde önemli bir etki yapmazken, pirina uygulaması dozları arttıkça stabiliteyi arttırmıştır. En yüksek agregat stabilite değeri %8 ve %10 pirina uygulamasında bulunmuş ve kendi arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Aynı dozda materyalleri karşılaştıracak olursak, yine pirina uygulaması %8 ve %10 uygulamalarında kompost uygulamasına göre stabiliteyi (sırasıyla %56,77 ve %61,47) önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir.

Yani toprağın stabilitesini arttırmak için %8 pirina uygulaması ekonomik olma açısından da en uygun sonucu vermektedir.

Pirina içerisindeki oldukça yüksek organik madde içeriğine ( özellikle lignin, selüloz ve hemiselüloz ) sahip olduğu, önemli oranda yağ, suda çözünebilir karbonhidrat içeriğine sahip olmasında araştırılmalar tarafından belirlenmiştir (Albuquerque ve diğ., 2003). Pirinanın stabiliteyi bu kadar yükseltme nedeninin bu özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.3.4. Toprak % N Değerleri



(a)

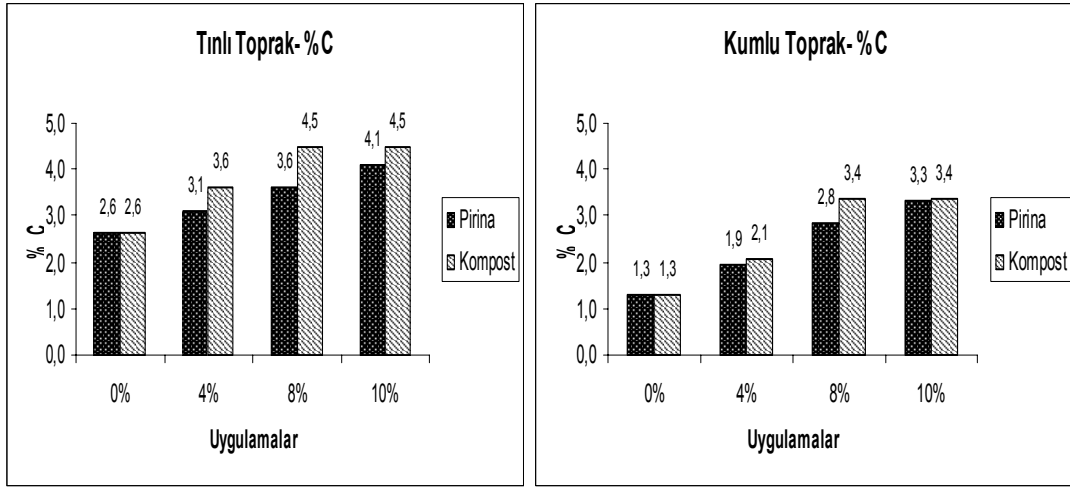
(b)

Şekil 25. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta, toprak %N içeriği üzerine etkileri

Farklı dozlarda pirina ve kompost uygulaması tınlı ve kumlu toprakta toprağın %N içeriğine etkisi üzerine materyal ( $p=0.000$ ) ve seviye ( $p=0.000$ ) faktörlerinin ayrı ayrı istatistiki olarak önemi vardır. Yani, toprak %N içeriğindeki değişimler materyalin çeşidine göre veya farklı seviyelere göre istatistiki olarak önemli derecede değişmektedir. Pirina ve kompost ise karşılaştırılacak olursa pirina uygulaması aynı dozda kompost uygulamasına göre toprağın %N içeriğini daha az miktarda arttırmış, özellikle % 8 ve %10 arasında kompostta bu artış devam ederken pirina uygulamasında sabit kalmış ve artmamıştır. Bunun nedeni, kompostun dengelenmiş C:N oranına karşılık (20:1) ,pirinanın C:N oranının yüksek (48:1) olması ve sonuçta N immobilizasyonu olmasıdır.



#### 4.3.5. Toprak % C Değerleri



(a)

(b)

Şekil 26. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta, toprak %C içeriği üzerine etkileri

Pirina ve kompost uygulamasının tınlı ve kumlu topraktaki %C değerleri üzerine materyal \* seviye interaksyonu ( $p=0.003$ ), toprak \* seviye interaksyonu ( $p=0.030$ ) ve toprak \* materyal interaksyonu ( $p= 0.048$ ) istatistiki olarak önemli bulunmuş ve analiz sonuçları Tablo 45, 46 ve 47' de sunulmuştur.

Tablo 45. %C ( Materyal \* Seviye İnteraksiyonu)

	0%	4%	8%	10%
Kompost	1,95 ± 0,30 <b>Ca</b>	2,84 ± 0,35 <b>Ba</b>	3,92 ± 0,28 <b>Aa</b>	3,92 ± 0,26 <b>Aa</b>
Pirina	1,95 ± 0,30 <b>Da</b>	2,53 ± 0,26 <b>Ca</b>	3,23 ± 0,19 <b>Bb</b>	3,70 ± 0,20 <b>Aa</b>

\* Aynı materyalde farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyelerde farklı materyallerde, farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

İstatistik analiz sonuçlarına göre, kompost uygulamasında, %C değeri en yüksek %8 ve %10 seviyelerinde (%3,92 ) pirinada ise bu değer %3,70 olarak %10 uygulamasında bulunmuş, kompost ve pirinanın bu uygulamalarında %C açısından istatistiki bir fark bulunmamıştır. Yani hem pirina hem kompost uygulamasının %10 seviyesi en yüksek değeri vermiştir. Aynı seviyede materyali karşılaştıracak olursak, %8 seviyesinde kompost pirinaya göre daha yüksek %C değerine sahip iken diğer

tüm seviyelerde kompost ve pirinanın toprak %C üzerine birbirinden istatistiki olarak farklı bir etkisi yoktur.

Tablo 46. %C ( Toprak \* Seviye İnteraksiyonu)

	0%	4%	8%	10%
Tınlı	2,61 ± 0,07 <b>Ca</b>	3,37 ± 0,11 <b>Ba</b>	4,06 ± 0,22 <b>Aa</b>	4,28 ± 0,13 <b>Aa</b>
Kumlu	1,29 ± 0,03 <b>Cb</b>	1,99 ± 0,04 <b>Bb</b>	3,09 ± 0,15 <b>Ab</b>	3,33 ± 0,08 <b>Ab</b>

\* Aynı toprakta farklı seviyelerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı seviyelerde farklı topraktaki, farklı küçük hafle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Tınlı ve kumlu toprağın her ikisinde de seviyeler arttıkça %C değeri artış göstermiş her ikisinde de en yüksek değer %8 ve %10 seviyesinde bulunmuştur. %8 ve %10 seviyelerinin farkı istatistiki olarak birbirinden farklı değil iken, %0 ve %4 seviyelerine göre istatistiki olarak önemlidir. Seviyeler içinde toprakları karşılaştırsak, tınlı toprak kumlu toprağa göre her seviyede daha yüksek %C değerine sahiptir. Bunun nedeni başlangıçta tınlı toprağın kumlu toprağa göre daha yüksek C:N oranına sahip olmasıdır. Şekil 26'dan da görüleceği gibi tınlı toprağın başlangıç C:N oranı %33 iken kumlu toprağın C:N oranı %28 dir.

Tablo 47. %C ( Toprak \* Materyal İnteraksiyonu)

	Kompost	Pirina
Tınlı	3,79 ± 0,24 <b>Aa</b>	3,36 ± 0,17 <b>Ba</b>
Kumlu	2,52 ± 0,27 <b>Ab</b>	2,34 ± 0,24 <b>Ab</b>

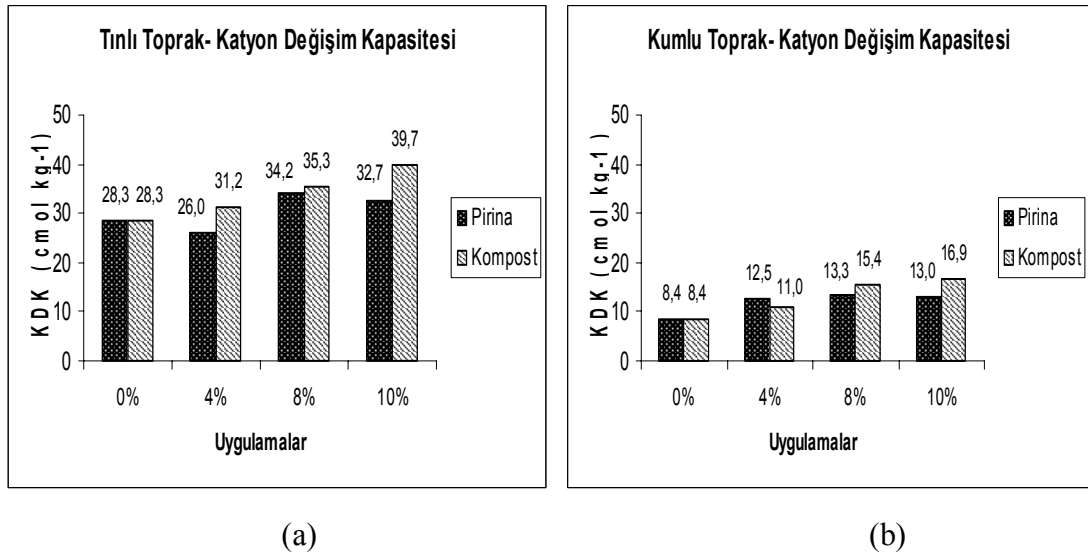
\* Aynı toprakta farklı materyallerdeki, farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

\*\* Aynı materyalde farklı topraktaki, farklı küçük hafle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Tınlı toprakta kompost uygulaması %C değeri ortalaması pirinaya göre istatistiki olarak önemli iken, kumlu toprakta bu değer pirina ve kompost arasında istatistiki olarak önemli değildir. Daha önceki bulgulara paralel olarak, aynı materyal uygulamasında tınlı toprağın %C içeriği kumlu toprağa göre daha yüksektir. Bunun nedeni yine tınlı toprağın başlangıç C:N oranının kumlu toprağa göre yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Sonuç olarak, tınlı ve kumlu toprağın her ikisinde de %C içeriği %8 ve %10 seviyelerinde bulunmuştur. Ancak bu iki seviye ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir. Materyallere göre ise kumlu toprakta pirina uygulaması, tınlı toprakta ise kompost uygulaması toprak %C içeriğini daha çok arttırmıştır.

#### 4.3.6. Toprak Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) Değerleri

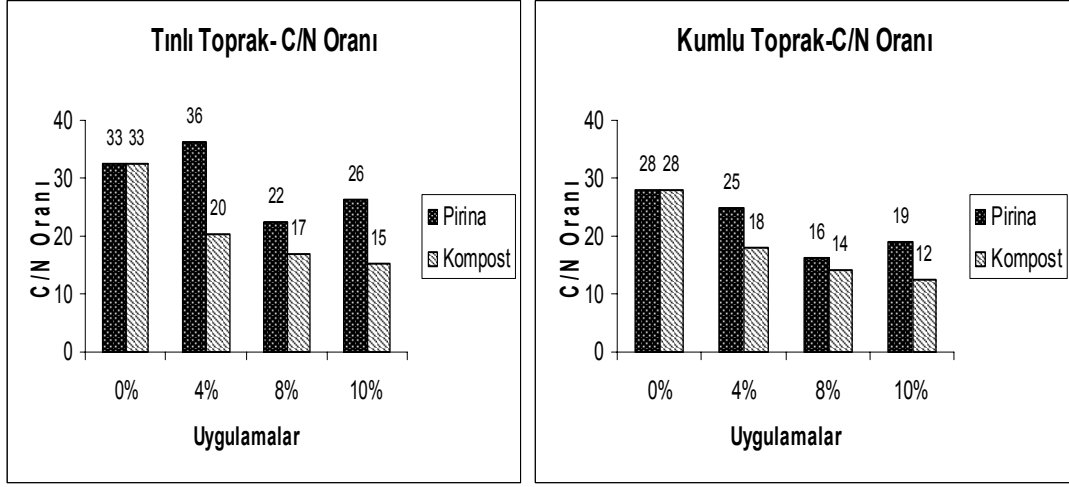


Şekil 27. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta, toprak katyon değişim kapasitesi (KDK) değerleri üzerine etkileri

Tınlı ve kumlu toprağa uygulanan farklı dozlardaki pirina ve pirina kompostu uygulamalarının toprağın katyon değişim kapasitesi (KDK) üzerine etkisi için yapılan istatistik analiz sonucunda, toprak ( $p=0.000$ ), materyal ( $p=0.036$ ) ve seviye faktörü ( $p=0.000$ ) istatistiki olarak ayrı ayrı önemli bulunmuştur. Yani toprağın KDK'sını toprak, materyal ve seviye birbirinden bağımsız etkilemektedir.

Grafikten de görüleceği gibi, her iki toprakta da kompost uygulaması pirinaya göre KDK'yı daha fazla yükseltmiştir. Bu yükselme dozların artışıyla doğru orantılı olarak artmış, uygulama seviyeleri arttıkça KDK değerinde de yükselme görülmüştür. Toprakları kendi içinde değerlendirirsek, tınlı toprağın KDK değeri ( $28,3 \text{ cmol kg}^{-1}$ ) kumlu toprağın KDK değerinden ( $8,4 \text{ cmol kg}^{-1}$ ) istatistiki olarak önemli derecede farklı bulunmuştur.

#### 4.3.7. Toprak C/N Değerleri



(a)

(b)

Şekil 28. Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulamasının tınlı (a) ve kumlu (b) toprakta, toprak C/N oranı üzerine etkileri

Farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulanan topraklarda, grafikte görüldüğü gibi, her iki toprakta da kompost ve pirina uygulamalarında dozlar arttıkça C:N düşüş göstermiştir. Bu düşüş kompost uygulamalarında dozların artışıyla beraber doğrusal olarak düşerken, pirina uygulamalarında değişkenlik göstermiştir. Komposttaki bu düzenli düşüşün sebebi, kompostun dengelenmiş C:N oranına karşılık(20:1) ,pirinanın C:N oranının yüksek (48:1) olmasıdır.

#### 4.4. Tartışma

Pirina ve pirina kompostunun toprak ve bitki üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, toprak fiziksel özelliklerine etkisini belirlemek için yapılan analizler sonucunda; kumlu tın toprakta kuru hacim ağırlığı tınlı kum toprağa göre daha fazla düşüş göstermiştir. Kompost ise pirinaya göre toprağın hacim ağırlığını daha çok düşürmüştür. Çelik ve diğ. (2004), yaptıkları çalışmada kompost, ahır gübresi ve inorganik gübrelemenin toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Kompost ( $1.17 \text{ g cm}^{-3}$ ) ve ahır gübresi ( $1.24 \text{ g cm}^{-3}$ ) uygulamaları, inorganik gübrelemedeki kuru hacim ağırlığına ( $1.47 \text{ g cm}^{-3}$ ) ve kontrole ( $1.46 \text{ g cm}^{-3}$ ) göre toprağın kuru hacim ağırlığını düşürürken, toprağın organik maddesini arttırmıştır.

Kompost uygulamalarının toplam gözenek hacmi üzerine etkisi, pirina uygulamalarına göre daha yüksektir. Kumlu tın toprakta toplam gözenek hacmi materyal miktarının artışıyla beraber artış gösterirken, tınlı kum toprakta ise azalma eğilimi göstermiştir. Kompost, ahır gübresi ve inorganik gübrelemenin toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, kompost uygulamasında toplam porozite en yüksek değerde bulunmuştur. 0-15 cm toprak derinliğinde kompost toplam poroziteyi %24 arttırırken, ahır gübresi yaklaşık %18 arttırmıştır (Çelik ve diğ., 2004).

Al-Widyan ve diğ. (2005), yaptıkları çalışmada zeytin katı atık kompostunun toprak fiziksel özellikleri üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Kompostlama ile zeytin katı atığının olumsuz etkilerinin giderilmesi amaçlanmıştır. Kontrol uygulamasına kıyasla zeytin katı atık kompostu toprak fiziksel özelliklerini iyileştirmiştir.

Tınlı kum toprakta kumlu tın toprağa göre hem kompost hem pirina uygulamasında, pF 1,8 su içeriği daha fazla belirlenmiştir. Bunun nedeni, kumlu toprağın su tutma kapasitesinin düşük olması ve kompostun pirinaya göre daha stabil olması, pirinanın su tutma yeteneği olmayan sert odunsu çekirdek kısmının bulunmasıdır. Bu nedenle su tutma kapasitesi düşük olan tınlı kum toprağa kompost

ilavesi ile su tutma kapasitesindeki artış dozların artışıyla kumlu tın toprağa göre daha fazla olmuştur. pF 1,8 su içeriği yönünden en iyi uygulama tınlı kum toprakta %8 kompost uygulamasıdır.

pF 2,5 su içeriği, pF 1,8'deki gibi tınlı kum toprakta kumlu tın toprağa göre daha fazladır. Özellikle bu artış tınlı kum toprağın kompost uygulamasında daha belirgin görülmektedir. Buna benzer olarak kumlu tın toprakta tınlı kuma göre su içeriği az olsada kendi içinde pirinaya göre kompost uygulaması su içeriğini daha çok arttırmıştır. pF 2,5 su içeriği ortalamasına en büyük etkiyi kompost uygulamasında %10 seviyesi sağlamış ( $0,297 \text{ g cm}^3$ ) ve artan kompost seviyeleri ile su içeriği de artış göstermiştir. Aynı seviyede materyalleri karşılaştırsak, her uygulama seviyesinde kompost uygulaması yine pirinaya göre toprağa daha fazla su içeriği kazandırmıştır. Tınlı kum toprakta kompost uygulaması toprağın su içeriğini pirinaya göre istatistiki olarak önemli derecede arttırmıştır ve en yüksek artış % 10 kompost uygulamasında olduğu belirlenmiştir.

Kompost pirinaya göre örneklerin pF 4,2 (solma noktası) su içeriğini daha çok yükseltmiş ayrıca tınlı kum toprak kumlu tın toprağa göre başlangıç su içeriğinin çok daha düşük olması ve organik materyalin daha yüksek su tutma kapasitesine sahip olması nedeniyle, su içeriğindeki artış daha fazla olmuştur. Ürdün'de yapılan çalışmada zeytin katı atık kompostunun toprak fiziksel özellikleri üzerine etkilerini belirlemişler, toprağın su tutma kapasitesi siltli tın toprakta % 10.3 ve killi tın toprakta % 16.5 oranında artmıştır (Al-Widyan ve diğ., 2005).

Havalanma boşluğu toprağın doygun haldeki su içeriğinden mikroporlardaki suyu (pF 1,8) çıkardığımızdaki, makroporların (büyük gözeneklerin) hacmini vermektedir. Büyük gözenek hacmi, kumlu tın toprakta pirina yada kompost uygulamasında birbirine çok yakın iken, tınlı kum toprakta uygulama seviyeleri arttıkça, kompost uygulamasında büyük gözenekler azalırken, pirina uygulamasında artış göstermiştir.

Alınabilir su kapasitesi (yarayışlı su) açısından kompost yada pirina uygulamasında %4 kompost seviyesi ile %6, %8 ve %10 uygulamaları arasında istatistiki açıdan fark olmadığı için en ekonomik ve yararlı sonucu %4 kompost uygulaması vermiştir. Pirina uygulama dozları kontrol uygulamasına göre, alınabilir su kapasitesine hiçbir olumlu etki yapmamıştır. Aynı materyal içinde ise tınlı kum toprak pF 1,8 ve 2,5 verilerinde de olduğu gibi kumlu tın toprağa göre daha yüksek su kapasitesine sahiptir. Bunun nedeni, kumlu toprağın su tutma kapasitesinin düşük olması, kompostun pirinaya göre daha stabil olması ve pirinanın su tutma yeteneği olmayan sert odunsu çekirdek kısmının bulunmasıdır. Çelik ve diğ. (2004), yaptıkları çalışmada kompost, ahır gübresi ve inorganik gübrelemenin toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Kompost ve ahır gübresi uygulaması toprağın yarayışlı su içeriğini sırasıyla %86 ve % 56 değerinde arttırmıştır.

Saksı denemesi domates bitki parametreleri bulgular sonucunda ise, toprağa kompost veya pirina uygulanmak istendiğinde bitki yaş ağırlığı açısından, kompostun uygulanması doz seçiminde ise %4 ve %8 arasında istatistiki olarak önemli bir fark olmamasından dolayı ekonomik olması açısından %4 kompost uygulaması en iyi sonucu vermiştir. Kompostta uygulamasında, tınlı toprak kumlu toprağa oranla daha fazla bitki yaş ağırlığı ortalamasına sahip iken pirina uygulamasında toprak tekstürünün çeşidi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Pirinanın bitki yaş ağırlığına negatif etkisinin olduğu belirlenmiş ve en iyi sonuç %4 kompost uygulamasında bulunmuştur. gübreleme açısından organik ve mineral içeriğinin iyileştirici ve mineralize olması mümkün olmamaktadır. Yapılan çalışmalarda, zeytin atığının toprağa direk uygulanması elverişsiz olduğu, bu etkisi asidik özellik göstermesiyle ilgili olabileceğini ayrıca bundan dolayı tohum çimlenmesi ve bitki gelişimi üzerine olumsuz etkisi, antimikrobiyal özelliği ve dengelenmemiş C/N oranından dolayı olabileceği tesbit edilmiştir (Albuquerque ve diğ., 2003).

Bitki kuru ağırlığı açısından, kompostun uygulanması doz seçiminde ise %4 ve %8 arasında istatistiki olarak önemli bir fark olmamasından dolayı ekonomik olması

açısından %4 dozu en uygun doz olarak belirlenmiştir. Kompost uygulaması tınlı toprakta bitki kuru ağırlığı açısından daha iyi sonuç vermiştir.

Bitki boyu açısından, kompost dozunun arttırılması kontrole göre istatistiki olarak önemli bir artış sağlamasada, kompostun uygulanması pirinaya göre bitki boyunu istatistiki olarak önemli derecede arttırmıştır. Kompost ve pirina uygulamak bitki boyu açısından kontrole göre hiçbir fayda sağlamamış ancak kompost uygulaması pirinaya göre daa iyi sonuç vermiş ve bu etki tınlı toprakta iyi gözlenmiştir.

Sellami ve diğ. (2007), yaptıkları çalışmada zeytin katı atığını kümes hayvanları gübresi ve susam kabuğu ile karıştırarak elde ettikleri kompostu uygulayarak patates yetiştirmişler, kompostun etkisi, patates bitkisinin gövde büyümesinde, kontrol parselinde 0,56 m iken, kompost parselinde ise 0,59 – 0,68 m olmuştur. Ayrıca tarla denemelerinde patates veriminde artış olduğunu da bildirmişlerdir. Çiftlik gübresi patates veriminde 30,5 ton ha<sup>-1</sup> iken, kompost uygulamasında verim 30,5 – 37,5 ton ha<sup>-1</sup> olarak belirlemişlerdir.

Bitki yaprak sayısına etkisinde ise tüm uygulama dozlarında pirina kompostu pirinaya oranla daha fazla yaprak sayısı ortalamasına sahiptir ve bu fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bu fark %4, %8 ve %10 uygulamalarının tümünde aynı sonucu vermiştir. Yaprak sayısı bakımından %4 ve %8 uygulamaları arasında istatistiki olarak fark olmadığından ekonomik olması açısından %4 kompost uygulaması en optimum sonucu (40,33 ± 3,58) vermiştir. Tınlı topraktaki kompost uygulaması bitki yaprak sayısı ve dal sayısı açısından kumlu toprağa göre daha iyi sonuç vermiştir. Dal sayısı bakımından da yine tınlı toprakta kompost uygulaması en iyi sonucu (8,66 ± 0,31 ) vermiştir.

Bitki yaprağındaki klorofil ölçümleri sonucunda, klorofil sayısı açısından kompost uygulaması pirina uygulamasına göre daha iyi sonuç vermiş ve kompostun da %4 dozu klorofil sayısı açısından en iyi uygulama olarak belirlenmiştir.



Kök yaş ağırlığı açısından hem ekonomik olması hemde en iyi sonucu veren %4 kompost uygulamasıdır. Pirina uygulanması bitkinin kök yaş ağırlığına hiçbir şekilde olumlu bir etki yapmamıştır.

Kök uzunluğu açısından %4 kompost uygulanması diğer dozlara ve pirina uygulamasına göre istatistiki olarak çok daha iyi sonuç vermiştir. Tınlı toprakta kompost uygulaması bitki kök uzunluğu açısından daha iyi sonuç vermiştir.

Bitki kök alanında, %10 seviyesinde materyal çeşidinin kök alanı ortalamasına etkisi önemsiz iken, %4 ve %8 uygulamasında pirina kompostu pirinaya oranla daha fazla kök alanı ortalamasına sahiptir. İstatistiki olarak aralarında fark olmaması nedeniyle ekonomik olması açısından da %4 kompost uygulaması en iyi uygulamadır. Pirinada ise uygulama seviyelerinin kök alanı üzerine önemli bir etkisi bulunmamıştır. Kompost uygulaması tınlı toprakta bitki kök alanı açısından daha iyi sonuç vermiştir.

Pirina uygulaması ve dozlarının kök hacmi üzerine hiçbir önemli etkisi bulunmaz iken, kompost uygulamasında %4 ve %8 uygulamaları en yüksek değeri vermiştir. Ancak bu iki uygulama arasında istatistiki olarak fark bulunmadığı için ekonomik olması açısından %4 kompost uygulaması en iyi seviye olarak belirlenmiştir. Kompost uygulaması tınlı toprakta bitki kök hacmi açısından daha iyi sonuç vermiştir.

Sonuçlara göre, pirina uygulamasının ve dozlarının bitki %N içeriğine negatif etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Kompost ve pirina tercihinde bitki %N içeriği üzerine kompost daha fazla arttırıcı bir etki gösterebilir diğer dozların %0 kompost uygulamasına göre istatistiki olarak önemli bir etkisi olmadığı için, kompost uygulamanın da bitki %N içeriği açısından olumlu bir etkisi bulunmamıştır. Pirina ile ortama verilen C kaynağı arttığı için büyük miktarda N immobilizasyonu oluşabilmektedir. Bu da bitkilerin N alımı üzerine olumsuz etki yapabilir (Chapman, 1997).

Kök çapı sadece pirina ve kompost dozlarının artışı ile artış göstermiş, dozlar arttıkça kök çapı da doğru orantılı olarak artmıştır.

Saksı toprakları bulguları sonucunda, toprak pH değerine etkisinde, aynı seviyede tınlı (7,56) ve kumlu toprak (7,79) arasında sadece %0 (kontrol) uygulamasında topraktan kaynaklanan ve istatistiki açıdan önemli fark bulunmuştur. Sonuç olarak, tınlı toprakta %4, %8, %10 dozları kontrole göre toprağın pH sını yükseltmiş ancak kendi aralarındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Zeytin katı atığı (pirina)'nın agrokimyasal (tarım açısından kimyasal) karakteristiklerinin araştırıldığı çalışmada, yüksek neme, asidik pH değerine ve oldukça yüksek organik madde içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Albuquerque ve diğ., 2003).

Analiz sonuçlarına göre, kompost uygulaması arttıkça toprak EC değeri artış göstermiş, en yüksek EC değeri %8 ve %10 seviyelerinde ( $1408,7 \mu\text{s.cm}^{-1}$  ve  $1707,5 \mu\text{s.cm}^{-1}$ ) bulunmuştur. Pirina dozları uygulaması ise toprağın EC değeri üzerine kontrole göre hiçbir şekilde istatistiki açıdan önemli bir etki yapmamıştır. Kentsel katı atık kompostu ile yapılan çalışmada, kompostun toprak pH ve EC' sini arttırdığını belirtmiştir (Shiralipour, 2003).

Kompost uygulaması ve dozları toprağın agregat stabilitesi üzerine kontrole göre hiçbir şekilde önemli bir etki yapmazken, pirina uygulaması dozları arttıkça stabiliteyi arttırmıştır. Pirina uygulaması %8 ve %10 uygulamalarında kompost uygulamasına göre stabiliteyi (sırasıyla %56,77 ve %61,47) önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir. En yüksek % stabilite değeri %8 ve %10 pirina uygulamasında bulunmuş ve kendi arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Dolayısıyla, toprağın stabilitesini arttırmak için %8 pirina uygulaması ekonomik olma açısından da en uygun sonucu vermektedir.

Kavdır ve Killi (2008) yaptıkları çalışmada, farklı tekstürdeki topraklara uygulanan pirinalar toprağa karıştırıldıktan sonra organik maddedeki değişimler ve bu değişimlerin toprak stabilitesi üzerine etkileri belirlenmiştir. Bu çalışmada, kumlu tekstürlü topraklara uygulanan farklı dozlardaki pirina, toprağın agregat stabilitesini

2 ay gibi kısa bir sürede arttırmıştır. Tınlı kumlu toprağın agregat stabilitesini % 4,6' iken, Çanakkale-Ezine ilçesinden elde edilen pirina, ağırlıkça % 8 oranında toprağa karıştırıldıktan iki ay sonra agregat stabilitesi değeri %88 olarak bulunmuştur. Bu çalışmadan da görüldüğü gibi, pirina uygulanması özellikle kaba bünyeli toprakların agregat stabilitesi değerini arttırmaktadır. Dolayısı ile su tutma kapasiteleri de artmaktadır.

Pirina ve kompost uygulamasının toprak %N içeriğine etkisinde, pirina uygulaması aynı dozda kompost uygulamasına göre daha az miktarda arttırmış, özellikle % 8 ve %10 arasında kompostta bu artış devam ederken pirina uygulamasında sabit kalmış ve artmamıştır. Bunun nedeni, kompostun dengelenmiş C:N oranına karşılık(20:1) ,pirinanın C:N oranının yüksek (48:1) olması ve sonuçta N immobilizasyonu olmasıdır. Majed ve diğ. (1990); Riffaldi ve diğ. (1993); Linares ve diğ. (2001), pirina ve pirina kompostu toprakta humik maddelere dönüşemeyen fenol, organik ve yağ asitlerinden dolayı olabileceğini, (Chapman, 1997) ise pirina ile ortama verilen C kaynağı arttığı için büyük miktarda N immobilizasyonu oluşabileceğini bu da bitkilerin N alımı üzerine olumsuz etki yapacağını belirtmiştir. Sellami ve diğ.(2007) yaptıkları çalışmada, pirinanın direk kullanımının dezavantajlarından biri pirina ile ortama verilen C kaynağı arttığı için büyük miktarda N immobilizasyonu oluşabileceğini açıklamışlardır.

Her iki toprakta da kompost uygulaması pirinaya göre KDK'yı daha fazla yükseltmiştir. Bu yükselme dozların artışıyla doğru orantılı olarak artmış, uygulama seviyeleri arttıkça KDK değerinde de yükselme görülmüştür. Toprakları kendi içinde değerlendirirsek, tınlı toprağın KDK değeri (28,3 cmol kg<sup>-1</sup>) kumlu toprağın KDK değerinden (8,4 cmol kg<sup>-1</sup>) istatistiki olarak önemli derecede farklı bulunmuştur.

Gonzalez ve diğ. (1990); Riffaldi ve diğ. (1993); Linares ve diğ. (2001), zeytin katı atığının direk toprağa uygulanmasının tohum çimlenmesine, bitki gelişimi ve mikrobiyal aktiviteye negatif etkisi olacağını ve bunun nedeninin de toprakta humik maddelere dönüşemeyen fenol, organik ve yağ asitlerinden dolayı olabileceğini, Albuquerque ve diğ. (2003), zeytin katı atığının doğrudan toprağa uygulanmasının organik materyaldeki lignin, hemiselüloz ve selülozdan dolayı toprakta fitotoksik ve

antimikrobiyal etkisi nedeniyle zararlı olacağını bildirmişlerdir. Sonuç olarak toprağın yapısal özelliklerine zararlı etkisi olacağını ve bu nedenle toprakta gübre ve düzenleyici olarak tek kullanım olanağının kompost yapılması olduğunu bildirmişlerdir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada, iki ayrı toprak tekstüründe farklı dozlarda pirina ve pirina kompostu uygulaması ve uygulamaların toprak fiziksel özellikleri, domates bitkisi ve bitki kök parametreleri ayrıca bitki yetiştirilen topraklardaki bazı fiziksel ve kimyasal toprak parametreleri üzerine etkileri belirlenmiştir.

Sonuçlardan da görüleceği üzere, kompost uygulaması pirina uygulamasına göre toprağın araştırmada belirlenen fiziksel özellikleri üzerine daha olumlu etki etmiştir. Hacim ağırlığını azaltmış, gözenek hacmini ve pF 1,8, 2,5 ve 4,2 su içeriklerini arttırmış, artan kompost dozları ile beraber toprak su içeriğinde de artış görülmüştür. Bu sonuçlara göre, tınlı kum toprağın su içeriğinin uygulamalarda daha çok arttığını ve en yüksek artışın kompost uygulamasında olduğu belirlenmiştir.

Bitki ve bitki kök özelliklerine etkisi bakımından, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı, yaprak klorofil sayısı, kök alanı, kök hacmi açısından %4 kompost uygulaması en iyi sonucu vermiştir.

Her iki toprakta da kompost uygulaması pirinaya göre KDK'yı daha fazla yükseltmiştir. Bu yükselme dozların artışıyla doğru orantılı olarak artmış, uygulama seviyeleri arttıkça KDK değerinde de yükselme görülmüştür. Aynı şekilde kompost uygulaması artıkça toprak EC değeri artış göstermiş, en yüksek EC değeri %8 ve %10 seviyelerinde bulunmuştur. Ancak bulunan bu değerler bitkisel üretim ve toprak tuzluluğu sınırını ( $4000 \mu\text{s cm}^{-1}$ ) aşmadığı için bitki yetiştirme açısından olumsuz bir etkiye neden olmamaktadır.

Her iki toprakta da kompost uygulaması pirina uygulamasına göre toprakların C/N oranını daha aşağıya çekmiştir. Bu sonuç bitki yetiştirme ortamı açısından daha olumlu sonuç vermektedir.

Yapılan çalışmalardan da görüldüğü gibi, pirina uygulanması özellikle kaba bünyeli toprakların agregat stabilitesi değerini arttırmaktadır. Dolayısı ile su tutma kapasiteleri de artmaktadır.

Ülkemizde organik tarım giderek önem kazandığı için özellikle tarımsal atıkların organik toprak düzenleyicisi olarak kullanılması ekonomik bakımdan değer taşımaktadır. Özellikle tarım topraklarımızın organik madde düzeylerinin her geçen gün azaldığı da göz önüne alınırsa alternatif organik kaynakların çiftçinin kullanımına sunulması çok önemlidir.

Organik madde açısından yüksek olan pirinanın, yapılan araştırmalar ile de belirlendiği gibi tarımda kompost yapılarak kullanılması, özellikle içerisinde bulunan ve kolay bir şekilde humik maddelere dönüşemeyen lignin, selüloz ve hemiselülozun humin maddelere dönüşmesi için, tarım açısından en uygun kullanımı kompost yapmaktır. Aksi takdirde direk olarak toprağa uygulanması durumunda bu maddelerin yanı sıra içeriğindeki organik asitler nedeniyle, düşük pH değeri ve dengelenmemiş C/N oranından dolayı, tohum çimlenmesi ve bitki gelişmesine olumsuz etki yapmaktadır.

Zeytinyağı üretiminde de yan ürün olan pirinanın tarımda, organik bir girdi olarak, gübre ve toprak ıslah edici madde olmasına ilişkin araştırmaların artırılması, pirinanın toprak üzerine etkilerinin belirlenmesi bu potansiyelin tarımda değerlendirilmesi açısından önemlidir.

Pirinanın kullanımındaki amaç, ülkemiz ekonomisi ve ağırlıklı üretim yapılan şehirlerden iri olan Çanakkale de, zeytinyağı üretimi sonrası elde edilen zeytin katı atığının (pirina) tarımda kullanıma kazandırılmasıdır. Ayrıca tarımsal atıkların yine tarımsal amaçlarda değerlendirilmesi kimyasal gübre kullanımını da azaltacaktır. Böylelikle bir yandan ekonomik kazanç sağlanırken diğer yandan ekolojik dengeyi bozmayan çevreye duyarlı toprak düzenleyici materyaller için yapılacak bilimsel çalışmalara model teşkil edecektir.

## KAYNAKLAR

- Abu-Zreig, M., Al-Widyan, M. 2002. Influence of olive mills solid waste on soil hydraulic properties, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Vol. 33: Issue3-4: p505-517.
- Albuquerque, J.A., Gonzálvez, J., García, D. ve Cegarra, J. 2003. *Agrochemical characterisation of "alperujo", a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction*, *Bioresource Technology*, Vol.91:Issue 2: 195-200.
- Al-Widyan, M.I, Nassim, Al-A. ve Hamid, Al-J. 2005. Effect of Composted Olive Cake on Soil Physical Properties. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Vol. 36: 1199 – 1212.
- Anonim 1996.  
[http://www.kahramanmarastarim.gov.tr/subeler/bitkikoruma/uretici\\_bilgilendirme/gigya.htm](http://www.kahramanmarastarim.gov.tr/subeler/bitkikoruma/uretici_bilgilendirme/gigya.htm)
- Anonim. 2003. 2003/2004 Sezonu Ege Bölgesi Zeytin ve Zeytinyağı Roketle Tahmin Raporu, İzmir Ticaret Borsası Yayını, İzmir.
- Anonim. 2004. <http://faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture>
- Anonim 2008 . <http://www.ciftligim.com/yazi.asp?ARA=&id=31>
- Amoozegar, A., ve Warrick A.W., 1986.Hydraulic Conductivity of Saturated Soils: Fields Methods. *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods- Agronomy Monograph no.9 (2.nd Edition)*, p: 735-768.
- Bates, R. L. ve Jackson, J.A. 1980. USA. *Glossary of Geology*, p.65.
- Bender, D., Erdal, İ., Dengiz, O., Gürbüz, M. ve Tarakçıoğlu, C. 1998. Menemen-İzmir. *Farklı Organik Materyallerin Killi Bir Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri*. International Symposium On Arid Region Soil. International Agrohydrology Research And Training Center, s.506-510.
- Baeta-Hall, L., Sàágua, M.C., Bartolomeu, M.L., Anselmo A.M. ve Rosa, M.F. 2005. *Biodegradation of Olive Oil Husks in Composting Aerated Piles*, *Bioresource Technology* 96. p.69–78.
- Brady, N.C., 1990. Helium Pycnometer Method. *The nature and properties of soils*, 9th Ed. Macmillian Publishing, New York .
- Cooperband., L. 2004. *Paper Mill Sludge and Compost Effects on Soil Properties and Potato Production*. Department of Soil Science, University of Wisconsin-Madison  
from  
<http://www.wastenotorganics.wisc.edu/researchextension/potato/potatofull.htm>

- Chapman, S.J. 1997. *Carbon Substrate Mineralization and Sulphur Limitation*, Soil Biology & Biochemistry, 29:115–122.
- Carpenter-Boggs, L., Kennedy, A.C. ve Reganold, J.P. 2000. *Soil Sci. Soc. Am 54*, Organic and Biodynamic Management: Effects on Soil Biology, p 1651–1659.
- Cegarra, J., Amor, J.B., González, J., Bernal, M.P. ve Roig, A. 2000. Characteristics of A New Solid Olive-Mill-by-Product (“alperujo”) and Its Suitability for Composting. In: Warman, R.P. ve Taylor, B.R. Editors, *Proceedings of the International Composting Symposium ICS’99 1*, CBA Press Inc. p. 124–14.
- Cayuela, M.L., 2004. Spain. *Producción Industrial de Compost Ecológico a Partir de Residuos de Almazara*. University of Murcia.
- Celik, I., Ortas, I., ve Kilic S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. *Soil and Tillage Research*, Vol: 78, p: 59-67.
- David, M.S. 1998. New Jersey. *Principles and Applications of Soil Microbiology*. ISBN 0-13-459991-8.
- Dick, W.A. ve Gregorich, E. 2003. *Managing Soil Quality: Challenges in Modern Agriculture*. Wallingford, Oxon, GBR: CABI Publishing, p103.
- Elmholt, S. 1996. Microbial Activity, Fungal Abundance and Distribution of Penicillium and Fusarium as Bioindicators of a Temporal Development of Organically Cultivated Soils, *Biological Agriculture and Horticulture*, Vol:13, p:123-140.
- Ergene, A., 1991. Ankara. *Çöplerin ve Kanalizasyon Atıklarının Gübre Olarak Değerlendirilmesi ve Bunun Çevre Sağlığı Bakımından Önemi*, II. Ulusal Gübre Kongresi.
- Epstein, E. 1997. The Science of Composting. *Technomic Publishing Company, Inc. Lancaster, Basel*.
- Eyüpoğlu, F. 1999. Ankara. *Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu*. Köy Hizmetleri Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- Ferreras, L., Gomez, E., Toresani, S., Firpo, I. Ve Rotondo, R. 2006. *Effect of Organic Amendments on Some Physical, Chemical and Biological Properties in a Horticultural Soil*. *Bioresource Technology*, 97 (4): p. 635-640.
- González, M.D., Moreno, E., Quevedo-Sarmiento J. ve Ramos-Cormenzana, A. 1990. *Studies on Antibacterial Activity of Waste Waters From Olive Oil Mills*



(*Alpechín*): Inhibitory Activity of Phenolic and Fatty Acids. *Chemosphere* **20** ¾, p. 423–432.

Hachicha, S., Chtourou, M., Medhioub K., ve Ammar, E. 2006. *Compost of Poultry Manure And Olive Mill Wastes as an Alternative Fertilizer. Agron. Sustain.* **26** : 135-142.

Kaçar, B. ve Katkat, A.V. 1999. Bursa. *Gübreler ve Gübreleme Tekniği*, Uludağ Üniversitesi Vakfı, Yayın No: 144, Vipaş Yayın No: 20.

FAO, 2002. Organic Agriculture, Environment and Food Security, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Edited by. Scialabba, N. and Hatam, C., Rome.

Kavdır, Y. ve Killi, D., 2008. *Influence of Olive Oil Solid Waste Applications on Soil pH, Electrical Conductivity, Soil Nitrogen Transformations, Carbon Content and Aggregate Stability. Bioresource Technology.*

Kacar, B., 1972. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 453(155): 22-59, A.Ü. Basımevi, Ankara.

A. Klute, 1986. Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods- Agronomy Monograph no.9 (2.nd Edition) p: 635-660.

Lewandowski, A. and Zumwinkle, M., 1999. *Assessing the Soil System. A Review of Soil Quality Literature.* Minnesota Department of Agriculture Energy and Sustainable Agriculture Program. p. 1-63.

Maheswaran, J., Meehan, B., Peverill, K. ve Dziedzic, A.M. 2004. *Potential for Agri-Industry Wastes As Soil Ameliorants*, from [www.javaram.com/upload/papers/.PDF](http://www.javaram.com/upload/papers/.PDF).

Linares, A., Caba, J.M., Ligeró, F., Rubia, T. ve Martínez, J. 2001. Espana. *Eliminación De Los Efectos Fitotóxicos De Los Residuos De Las Almazaras Por Phanerochaete Flavido-Alba.* In: *I Encuentro Internacional Gestión De Residuos Orgánicos En El Ámbito Rural Mediterráneo*, 22–23 de Febrero, Pamplona.

Montemurro, F., Maiorana M., Feri, D. ve Convertini, G. 2006. *Nitrogen Indicators, Uptake and Utilization Efficiency in a Maize and Barley Rotation Cropped at Different Levels and Sources of N Fertilization*, Field Crops Research, Vol. 99, I: 2-3, p. 114-124.

Maheswaran, J., Meehan, B., Peverill, K. ve Dziedzic, A.M. 2004. Potential for Agri-Industry Wastes As Soil Ameliorants from <http://www.javaram.com/upload/papers/.PDF>

- Madejón, E., Gali, E. ve Tomati, U. 1998. *Composting Of Wastes Produced by Low Water Consuming Olive Mill Technology*, *Agrochimica* 42, p.135–146.
- Ordoñez, R., González, P., Giráldez, J.V. ve García-Ortiz, A., 1999. *Efecto De La Enmienda Con Alperujo Sobre Los Principales Nutrientes De Un Suelo Agrícola*. In: Muñoz-Carpena, R.Ritter, A., Tascón, C. (Eds.), *Estudios De La Zona No Saturada*. ISBN 84-699-1258-5.
- Obied, H.B., Allen, M.S., Bedgood, D.R., Prenzler, P.D., Robards, K. ve Stockmann, R. 2005. *Bioactivity and Analysis of Biophenols Recovered from Olive Mill Waste*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, p. 823–837.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., ve Kaptan, H. 1993. Adana. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi Kitabı*, Yayın no: 73, Ders Kitapları Yayın no: A-16, s: 77-119.
- Rynk, R. 1992. USA. *On Farm Composting Handbook*. NRAES-54, *Cooperative Extension Service, Northeast Regional Agricultural Engineering Services*, Ithaca NY.
- Riffaldi, R., Levi-Minzi, R., Saviozzi, A., Vanni, G. ve Scagnozzi, A. 1993. Effect of The Disposal of Sludge from Olive Processing on Some Soil Characteristics, Laboratory Experiments. *Water, Air And Soil Pollution* 69 (1993), p. 257–264.
- Soyergin, S. 2006. İstanbul. *Sürdürülebilir Rekabet Avantajı Elde Etmede Organik Tarım Sektörü- Sektörel Stratejiler ve Uygulamalar*, Uluslar arası Rekabet Araştırmaları Kurumu Derneği, s. 240.
- Stephens, J.M., 1994. Florida. *Organic Vegetable Gardening*. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, from <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FILES/VH/VH01900.pdf>.
- Sellami, F., R. Jarboui, S. Hachicha, K. Medhioub and E. Ammar. (2007). Co-composting of oil exhausted olive-cake, poultry manure and industrial residues of agro-food activity for soil amendment. *Bioresource Technology*, **Article in Press**, Corrected Proof.
- Shiralipour, A., Connell, W. Mc. ve Smith, W.H. 1992. Physical and Chemical Properties of Soil as Affected by Municipal Solid Waste Compost Application, *Biomass Bioenergy* 3, p. 195–211.
- Saviozzi, A., Levi-Minzi, R., Cardelli, R., Biasci, A. ve Riffaldi, R. 2001. *Suitability of Moist Olive Pomace as Soil Amendment*, *Water, Air and Soil Pollution* 128, p.13–22.

Tunalıoğlu, R. Ve Karahocagil, P., 2005. Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin durum ve Tahmin:2004/2005. TEAE Yayınları, Yayın No:128, Ankara.

Vlyssides, A.G., Loizides, M. ve Karlis, P.K. 2004. Integrated Strategic Approach for Reusing Olive Oil Extraction By-Products, Journal Of Cleaner Production **12**. p.603–611.

Weber, J. 1997. *Soil Humic Substances*, from  
[www.ar.wroc.pl/~weber/humic.htm#start](http://www.ar.wroc.pl/~weber/humic.htm#start).

Yazgan, M.S. 2006. İstanbul. *Sürdürülebilir Rekabet Avantajı Elde Etmede Organik Tarım Sektörü- Sektörel Stratejiler ve Uygulamalar*, Uluslararası Rekabet Araştırmaları Kurumu Derneği, s.40.

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgilerimi esirgemeyen ve tez konumda çalışma imkanı veren, çalışmamın her aşamasında yakın ilgi ve yardımlarını gösteren başta danışmanım ve değerli hocam sayın Doç. Dr. Yasemin KAVDIR'a, Toprak Bölüm Başkanı sayın hocam Prof. Dr. Hüseyin Ekinci'ye, değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Orhan YÜKSEL'e , Almanya'daki tez analizlerim sırasında büyük ilgi ve yardımlarını gördüğüm Fachhochschule Osnabrueck University of Applied Science, Toprak Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Ruediger ANLAUF 'a, bölümdeki iş arkadaşlarım Araş.gör. Remzi İLAY ve Araş.gör. Yusuf YİĞİNİ'ye, analizlerdeki yardımlarından dolayı toprak bölümü dördüncü sınıf öğrencilerine ve hayatım boyunca maddi manevi tüm destekleri ile her an yanımda olan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımla teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca tez çalışmam 2007/61 proje numarası Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi tarafından, bir kısmı da 106O371 proje numarası ile Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Kurumu (TUBİTAK)' tarafından desteklenmiştir.

Dilek KİLLİ

## **ÖZGEÇMİŞ**

1980 yılında Aydın/ Söke' de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Didim, lise öğrenimini Söke ilçesinde tamamladı. 2000 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi, Burdur Meslek Yüksek Okulu Bilgisayar programcılığından mezun oldu. 2001 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Teknolojisi bölümünü kazanarak, 2005 yılında Toprak alt bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Toprak Anabilim Dalında yüksek Lisans yapmaya hak kazandı.