



**T.C.**  
**KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI MATERYALLER İLE  
ZENGİNLEŞTİRİLEN TAVUK GÜBRESİ VE  
TARIMSAL ATIKLARDAN ELDE EDİLEN  
KOMPOSTUN TOPRAK KALİTESİ VE MISIR  
(ZEA MAYS L.) BİTKİSİNİN GELİŞİMİ  
ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Osman MÜCEVHER**

**DOKTORA TEZİ**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Ocak-2022**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Osman MÜCEVHER tarafından hazırlanan “Farklı materyaller ile zenginleştirilen tavuk gübresi ve tarımsal atıklardan elde edilen kompostun toprak kalitesi ve mısır (*Zea Mays* L.) bitkisinin gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi” adlı tez çalışması 25.01.2022 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Prof. Dr. Sait GEZGİN

.....

#### Danışman

Prof. Dr. Şükrü DURSUN

.....

#### Üye

Prof. Dr. Ramazan ACAR

.....

#### Üye

Prof. Dr. Esra YEL

.....

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi Fatma KUNT

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN  
Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından TAGEM/TSKAD/A/19/A9/P2/1349 no’lu proje ile desteklenmiştir.

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all materials and results that are not original to this work.

İmza  
Osman MÜCEVHER  
Tarih: 25.01.2022

## ÖZET

### DOKTORA TEZİ

# FARKLI MATERYALLER İLE ZENGİNLEŞTİRİLEN TAVUK GÜBRESİ VE TARIMSAL ATIKLARDAN ELDE EDİLEN KOMPOSTUN TOPRAK KALİTESİ VE MISIR (*ZE A MAY S L.*) BİTKİSİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

**Osman MÜCEVHER**

**Konya Teknik Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Şükrü DURSUN**

**2022, 229 Sayfa**

**Jüri**

**Danışman Prof. Dr. Şükrü DURSUN**

**Prof. Dr. Esra YEL**

**Prof. Dr. Ramazan ACAR**

**Prof. Dr. Sait GEZGİN**

**Dr. Öğr. Üyesi Fatma KUNT**

Ülkemizde özellikle İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi tarım arazilerinde mevsimsel iklim değişikliklerinin beraberinde getirdiği aşırı sıcaklık ve yağış yetersizliğinden dolayı rüzgâr erozyonunda artışlar meydana gelmiştir. Rüzgâr erozyonuyla toprakların üst kısmında bulunan verimli tabaka taşınmaktadır. Bunun yanı sıra tarım arazilerinde tarımsal bitki artıkları özellikle ayçiçek, mısır artıklarının hasat sonrası toprak işleme öncesinde bilinçsizce yakıldığı bilinmektedir. Bu da toprakların başta organik madde içeriklerinde olmak üzere bitki besin elementlerinde yetersizliklere neden olmaktadır. Diğer bir yandan hayvansal atıklardan tavuk gübresinin tarım alanlarında doğrudan kullanımında azot kaybının olması ve tuz içeriğinin yüksek olması nedeniyle direkt kullanımında sakıncalar bulunmaktadır. Toprakta organik madde miktarını teşvik edici, agregatlaşmayı artırıcı uygulamalara ihtiyaç vardır. Bu tez çalışmasında Konya Kapalı Havzasında tarımsal bitki artıkları tavuk gübresiyle birlikte farklı zenginleştirilmiş materyallerin de (biyokömür, leonardit, klinoptilolit) ilave edilmesiyle kompostlaştırılarak toprakların organik madde ve bitki besin element içerikleri yönünden takviye edilmesi amaçlanmıştır. Karapınar şartlarında 5 farklı kompost konusunda 5 farklı doz (0, 1, 2, 3, 4 ton da<sup>-1</sup>) uygulamasında ve 3 tekerrürlü olarak çakılı deneme yürütülmüştür. Çalışmada test bitkisi olarak mısır bitkisi seçilmiştir. Çalışmada, kompost konularının analiz sonuçlarında C/N değişimlerinde sırasıyla, K3 konusunda (klinoptilolit kompost) 10.89 ve K2 konusunda (leonardit kompost) 11.66 olduğu ve bu kompost konularında sıcaklık parametrelerinde kompostlaştırma sürecinin daha hızlı bir şekilde tamamlandığı ve daha olgun kompostlaştırmanın sağlandığı görülmüştür. Kompost konularında en az azot kaybı K2 (leonardit kompost) ve K1 (biyokömür kompost) konularında olurken, en çok azot kaybı K5 konusunda (sadece tavuk gübresi kompostu) olduğu ortaya çıkmıştır. Tuz alımına etkinlikte de sırasıyla K3 konusu (klinoptilolit kompostu) % 62.61, K1 konusu (biyokömür kompostu) % 61.30 ve K2 konusu (leonardit kompostu) % 61.33 olarak bulunmuştur. Toprak analizleri sonuçların değerlendirilmesinde, kompost uygulanmasıyla toprakta pH, EC, organik madde, alınabilir fosfor, alınabilir potasyum, alınabilir kalsiyum, alınabilir magnezyum, alınabilir sodyum, ekstrakte edilebilir mikro elementlerin (Fe, Cu, Mn ve Zn) miktarlarında, toprakta KDK, toplam karbon, C/N oranında, CO<sub>2</sub> üretimi ve mikrobiyal biyokütle karbon değişimlerinde artışın (p<0.01) düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Bitki analiz sonuçları

açısından değerlendirildiğinde, kompost uygulamasıyla bitkide yaş biyokütle verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ) değerlerinde, dozlar arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek D3 dozunda 12.006 ve en düşük D0 dozunda 9.850,48 olduğu görülmüştür. Yaş biyokütle veriminde, kontrole göre en yüksek K3 konusu (klinoptilolit kompostu) D3 dozunda 12.968,10 olduğu ve verimde % 42.54 bir artışın olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Biyokömür, Kompost, Klinoptilolit, Leonardit, Organik Madde, Tavuk Gübresi, Toprak Kalitesi.



## **ABSTRACT**

### **PhD THESIS**

# **DETERMINING THE EFFECTS OF COMPOST OBTAINED FROM AGRICULTURAL WASTE AND CHICKEN MANURE ENRICHED WITH DIFFERENT MATERIALS ON SOIL QUALITY AND DEVELOPMENT OF CORN (*ZEA MAYS* L.) PLANT**

**Osman MÜCEVHER**

**Konya Technical University  
Institute of Graduate Studies  
Department of Environmental Engineering**

**Advisor: Prof. Dr. Şükrü DURSUN**

**2022, 229 Pages**

**Jury**

**Advisor Prof. Dr. Şükrü DURSUN**

**Prof. Dr. Esra YEL**

**Prof. Dr. Ramazan ACAR**

**Prof. Dr. Sait GEZGİN**

**Dr. Fatma KUNT**

There has been an increase in wind erosion in our country, especially in the agricultural lands of the Central and Southeastern Anatolia Regions, due to the extreme temperature and lack of precipitation brought about by seasonal climate changes. The fertile layer in the upper part of the soil is transported by wind erosion. In addition, it is known that agricultural plant residues, especially sunflower and corn residues in agricultural lands are unconsciously burned before tillage after harvest. This causes deficiencies in plant nutrients, especially in organic matter content of soils. On the other hand, direct use of chicken manure, which is one of the animal residues, in agricultural areas has drawbacks in its direct use due to nitrogen loss and high salt content. There is a need for practices that encourage the amount of organic matter in the soil and increase aggregation. In this thesis, it is aimed to compost the agricultural plant residues in Konya Closed Basin by adding different enriched materials (biochar, leonardite, clinoptilolite) together with chicken manure and to reinforce the soils in terms of organic matter and plant nutrient content. In Karapınar conditions, a gravel experiment was carried out with 3 replications in 5 different doses (0, 1, 2, 3, 4 tons da<sup>-1</sup>) on 5 different compost subjects. In the analysis results of the compost subjects, it was seen that the C/N changes were 10.89 in the K3 subject (clinoptilolite compost) and 11.66 in the K2 subject (leonardite compost), respectively, and that the composting process was completed faster and more mature composting was achieved in the temperature parameters of these compost subjects. It was revealed that the least nitrogen loss in compost subjects was in K2 (leonardite compost) and K1 (biochar compost), while the most nitrogen loss was in K5 (only chicken manure compost). In the effectiveness of salt intake, K3 (clinoptilolite compost) 62.61%, K1 (biochar compost) 61.30% and K2 (leonardite compost) 61.33%, respectively. In the evaluation of the results of soil analysis, the amounts of pH, EC, organic matter, available phosphorus, available potassium, available calcium, available magnesium, available sodium, extractable microelements (Fe, Cu, Mn and Zn) in the soil, KDK in the soil, total carbon with the application of compost. It was observed that the increase in

C/N ratio, CO<sub>2</sub> production and carbon changes in microbial biomass was significant ( $p<0.01$ ). When the plant was evaluated in terms of analysis results, it was seen that the difference between the doses was significant ( $p<0.01$ ) in the wet biomass yield ( $\text{kg da}^{-1}$ ) values of the plant with compost application, 12.006 at the highest D3 dose and 9.850.48 at the lowest D0 dose. In wet biomass yield, it was observed that the highest K3 subject (clinoptilolite compost) D3 dose was 12,968.10 compared to the control and there was a 42.54% increase in yield.

**Keywords:** Biochar, Compost, Clinoptilolite, Leonardite, Organic Matter, Chicken Manure, Soil Quality.



## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında emeği geçen başta Danışmanım Prof. Dr. Şükrü DURSUN Hocama, Tez Komitesi Üyesi Prof. Dr. Esra YEL ve Prof. Dr. Ramazan ACAR Hocalarıma teşekkürümü bir borç biliyorum. Tez Savunma Jürisi Üyesi Prof. Dr. Sait GEZGİN ve Dr. Fatma KUNT Hocalarıma da çok teşekkür ederim. Ayrıca, kompost konusunda tecrübe, bilgi ve birikimini benimle paylaşan Prof. Dr. Osman YALDIZ Hocama da müteşekkirim.

Benim bugünlere gelmemde her daim emeği olan Anneme ve Babama, Ayrıca beni yalnız bırakmayan her zaman yanımda olan Kıymetli Eşim Miyase'ye, kızlarım Elif Nur'a ve Fatma Zehra'ya ve oğlum Ali'ye de çok teşekkür ediyorum. Bu çalışmanın desteklenmesinde ve yürütülmesinde her türlü kolaylığı sağlayan çalışmakta olduğum Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne (TAGEM) bağlı Konya Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Kurumuna da minnettarım.

Ayrıca, bu tez çalışmasının arazide uygulanması, laboratuvar işlerinde ve analiz sonuçlarının değerlendirilmesi aşamasında beni yalnız bırakmayan Araştırmacılar, Konya Toprak Su ve Çölleşme İle Mücadele Araştırma Enstitüsü'nden, Ziraat Y. Müh. İsmail ÇİNKAYA, Ziraat Y. Müh. Durmuş Ali KİPRİTÇİ, Ziraat Müh. Ata BAŞ, Ziraat Y. Müh. Şeyma DEMİRCİ, Veteriner Hekim Mustafa YAĞCILAR, Veteriner Hekim Barış BEYDİLLİ, Karapınar Çölleşme ve Erozyon Araştırma Merkezi Bölümü Bşk. Ziraat Y. Müh. Necati ŞİMŞEKLİ, Laboratuvar Bölümü Bşk. Kimya Mühendisi Salih BİTGİ (emekli), Ziraat Mühendisi Davut KURU ve Bahri Dağdaş Araştırma Enstitüsü'nden Dr. Erdal GÖNÜLAL, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden Dr. Murat BİROL ve çalıştığım dönemin Kurum Müdürü Dr. Mehmet Ali DÜNDAR'a çok teşekkür ediyorum..

Osman MÜCEVHER  
KONYA-2022

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ÖZET.....                                                                         | iv        |
| ABSTRACT.....                                                                     | vi        |
| ÖNSÖZ.....                                                                        | viii      |
| İÇİNDEKİLER.....                                                                  | ix        |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....                                                             | xiii      |
| ÇİZELGELER LİSTESİ.....                                                           | xiv       |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....                                                      | xvii      |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>                                                              | <b>1</b>  |
| 1.1. Tezin Önemi.....                                                             | 1         |
| 1.2. Tezin Amaç ve Gerekçesi.....                                                 | 1         |
| <b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....</b>                                                 | <b>6</b>  |
| 2.1. Kompost Hakkında Genel Bilgi.....                                            | 6         |
| 2.2. Kompostlaştırma Tekniği ile İlgili Çalışmalar.....                           | 11        |
| 2.3. Kompostun Toprak Kalitesi Üzerine Etkileri ile İlgili Çalışmalar.....        | 18        |
| 2.4. Kompostun Bitki Gelişimi ve Verime Etkileri ile İlgili Çalışmalar.....       | 29        |
| <b>3. MATERYAL-YÖNTEM.....</b>                                                    | <b>32</b> |
| 3.1. Materyal.....                                                                | 32        |
| 3.1.1. Araştırma yerinin tanımı.....                                              | 32        |
| 3.1.2. Araştırma yerinin toprak özellikleri.....                                  | 32        |
| 3.1.3. Araştırma yerinin iklim özellikleri.....                                   | 33        |
| 3.1.4. Kompostta kullanılan bitki artıkları ve tavuk gübresi.....                 | 35        |
| 3.1.5. Kompostta kullanılan zenginleştirme materyalleri.....                      | 36        |
| 3.1.5.1. Biyokömür.....                                                           | 36        |
| 3.1.5.2. Leonardit.....                                                           | 37        |
| 3.1.5.3. Klinoptilolit.....                                                       | 38        |
| 3.1.6. Denemede kullanılan mısır ( <i>Zea mays</i> L.) çeşidinin özellikleri..... | 40        |
| 3.1.7. Denemede kullanılan sulama suyun özellikleri.....                          | 40        |
| 3.2. Yöntem.....                                                                  | 42        |
| 3.2.1. Kompost öncesi hazırlık işlemleri.....                                     | 42        |
| 3.2.2. Kompostlaştırma işlemi.....                                                | 43        |
| 3.2.3. Kompost yığınlarında ölçümü yapılan analizler.....                         | 45        |
| 3.2.3.1. Kompost sıcaklık ölçümü (°C).....                                        | 45        |
| 3.2.3.2. Kompost nem değeri (%).....                                              | 45        |
| 3.2.3.3. Kompost pH.....                                                          | 45        |
| 3.2.3.4. Kompostta EC.....                                                        | 45        |
| 3.2.3.5. Kompostta C ve N.....                                                    | 46        |
| 3.2.3.6. Kompostta organik madde kaybı.....                                       | 46        |
| 3.2.3.7. Kompostta porozite analizi.....                                          | 46        |
| 3.2.3.8. Kompostta renk değişimi.....                                             | 47        |
| 3.2.3.9. Kompostta elementel analizi.....                                         | 47        |
| 3.2.4. Arazide tarla denemesi.....                                                | 47        |
| 3.2.5. Toprak örnekleme ve toprak analizleri.....                                 | 49        |
| 3.2.5.1. Toprakta suyla doygunluk (%).....                                        | 49        |
| 3.2.5.2. Toprak reaksiyonu pH.....                                                | 49        |
| 3.2.5.3. Toprakta EC (dS m <sup>-1</sup> ).....                                   | 49        |
| 3.2.5.4. Kireç (%).....                                                           | 50        |
| 3.2.5.5. Organik madde (%).....                                                   | 50        |

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.5.6. Alınabilir fosfor (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> da <sup>-1</sup> ).....       | 50        |
| 3.2.5.7. Ekstrakte edilebilir potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum (mg kg <sup>-1</sup> ) | 50        |
| 3.2.5.8. Ekstrakte edilebilir mikro elementler (mg kg <sup>-1</sup> ).....                 | 50        |
| 3.2.5.9. Toprakta C, N, C/N analizi.....                                                   | 50        |
| 3.2.5.10. Toprakta katyon değişim kapasitesi (KDK).....                                    | 50        |
| 3.2.5.11. Hacim ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> ).....                                        | 51        |
| 3.2.5.12. Agregat stabilitesi (%).....                                                     | 51        |
| 3.2.5.13. Stabilite indeksi.....                                                           | 52        |
| 3.2.5.14. Mekanik stabilite (%).....                                                       | 53        |
| 3.2.5.15. Toprakta CO <sub>2</sub> üretimi.....                                            | 53        |
| 3.2.5.16. Toprakta mikrobiyal biyomas karbon (MBC).....                                    | 54        |
| 3.2.5.17. Toprakta β- glikosidaz aktivitesi.....                                           | 54        |
| 3.2.6. Mısır bitkisi ekim öncesi tarla hazırlığı ve toprak örnekleme.....                  | 55        |
| 3.2.7. Mısır bitkisinin ekimi işlemleri.....                                               | 55        |
| 3.2.8. Mısır bitkisinin sulaması.....                                                      | 56        |
| 3.2.9. Mısır bitkisinin gübrelemesi.....                                                   | 57        |
| 3.2.10. Mısır bitkisinin ilaçlaması ve çapalama bakım işlemleri.....                       | 58        |
| 3.2.11. Mısır bitkisinde fizyolojik ölçümler ve gözlemler.....                             | 58        |
| 3.2.11.1. Yaprak alan indeksi ölçümü (LAI).....                                            | 59        |
| 3.2.11.2. Klorofil içeriği (%).....                                                        | 59        |
| 3.2.11.3. Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI).....                               | 60        |
| 3.2.12. Mısır bitkisi hasadı ve hasat dönemi ölçümler.....                                 | 60        |
| 3.2.12.1. Bitki boyu (cm).....                                                             | 60        |
| 3.2.12.2. Bitki çapı (mm).....                                                             | 60        |
| 3.2.12.3. Bitki yaş biyokütle verimi (kg da <sup>-1</sup> ).....                           | 61        |
| 3.2.12.4. Bitki kuru biyokütle verimi (kg da <sup>-1</sup> ).....                          | 61        |
| 3.2.12.5. Bitki kuru madde oranı (%).....                                                  | 61        |
| 3.2.12.6. Bitkide azot analizi.....                                                        | 61        |
| 3.2.12.7. Bitkide yaprakta elementel analiz.....                                           | 61        |
| 3.2.13. Analizlerin Değerlendirilmesi.....                                                 | 62        |
| <b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....</b>                                             | <b>63</b> |
| 4.1. Kompost Analiz Sonuçları.....                                                         | 63        |
| 4.1.1. Kompost sıcaklık ölçümü sonuçları (°C).....                                         | 63        |
| 4.1.2. Kompost nem değerleri sonuçları (%).....                                            | 65        |
| 4.1.3. Kompost pH analizi sonuçları.....                                                   | 67        |
| 4.1.4. Kompostta EC analizi sonuçları.....                                                 | 68        |
| 4.1.5. Kompostta %C, %N, C/N analiz sonuçları.....                                         | 69        |
| 4.1.6. Kompostta organik madde kaybı (OMK) (%) analizi sonuçları.....                      | 72        |
| 4.1.7. Kompostta porozite (%) analizi sonuçları.....                                       | 74        |
| 4.1.7.1. Kompost konularında hacim ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> ).....                     | 74        |
| 4.1.7.2. Kompost konularında özgül ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> ).....                     | 75        |
| 4.1.7.3. Kompost konularında porozite (%).....                                             | 75        |
| 4.1.8. Kompostta renk değişimi sonuçları.....                                              | 76        |
| 4.1.9. Kompostlarda elementel analiz sonuçları.....                                        | 77        |
| 4.2. Toprak Analiz Sonuçları.....                                                          | 78        |
| 4.2.1. Toprakta suyla doygunluk (%).....                                                   | 78        |
| 4.2.2. Toprak reaksiyonu (pH).....                                                         | 81        |
| 4.2.3. Elektriksel iletkenlik (EC) (dS m <sup>-1</sup> ).....                              | 84        |
| 4.2.4. Kireç (%).....                                                                      | 87        |
| 4.2.5. Organik madde (%).....                                                              | 89        |

|                                                                                    |            |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2.6. Alınabilir fosfor (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> da <sup>-1</sup> )..... | 93         |
| 4.2.7. Ekstrakte edilebilir potasyum (kg K <sub>2</sub> O da <sup>-1</sup> ).....  | 96         |
| 4.2.8. Ekstrakte edilebilir kalsiyum (mg kg <sup>-1</sup> ).....                   | 99         |
| 4.2.9. Ekstrakte edilebilir magnezyum (mg kg <sup>-1</sup> ).....                  | 102        |
| 4.2.10. Ekstrakte edilebilir sodyum (mg kg <sup>-1</sup> ).....                    | 104        |
| 4.2.11. Ekstrakte edilebilir demir (mg kg <sup>-1</sup> ).....                     | 107        |
| 4.2.12. Ekstrakte edilebilir bakır (mg kg <sup>-1</sup> ).....                     | 110        |
| 4.2.13. Ekstrakte edilebilir mangan (mg kg <sup>-1</sup> ).....                    | 113        |
| 4.2.14. Ekstrakte edilebilir çinko (mg kg <sup>-1</sup> ).....                     | 116        |
| 4.2.15. Toprakta karbon ( C ) (%).....                                             | 119        |
| 4.2.16. Toprakta azot (N) (%).....                                                 | 121        |
| 4.2.17. Toprakta karbon/azot (C/N).....                                            | 125        |
| 4.2.18. Toprakta katyon değişim kapasitesi (KDK).....                              | 127        |
| 4.2.19. Hacim ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> ).....                                  | 129        |
| 4.2.20. Agregat stabilitesi (%).....                                               | 136        |
| 4.2.21. Stabilité indeksi (SI).....                                                | 141        |
| 4.2.22. Mekanik stabilite (MS) (%).....                                            | 144        |
| 4.2.23. Toprakta CO <sub>2</sub> üretimi.....                                      | 146        |
| 4.2.24. Toprakta mikrobiyal biyokütle karbon (MBC).....                            | 149        |
| 4.2.25. Toprakta β- glikosidaz aktivitesi.....                                     | 152        |
| 4.3. Bitki Analiz Sonuçları.....                                                   | 156        |
| 4.3.1. Bitkide yaş biyokütle verimi (kg da <sup>-1</sup> ).....                    | 156        |
| 4.3.2. Bitkide kuru biyokütle verimi (kg da <sup>-1</sup> ).....                   | 158        |
| 4.3.3. Bitkide kuru madde oranı (%).....                                           | 159        |
| 4.3.4. Bitki boyu (cm).....                                                        | 161        |
| 4.3.5. Bitki gövde çapı (mm).....                                                  | 162        |
| 4.3.6. Yaprak alan indeksi (LAI).....                                              | 164        |
| 4.3.7. Yaprak klorofil içeriği (%).....                                            | 165        |
| 4.3.8. Bitkide Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI).....                  | 167        |
| 4.3.9. Yaprakta toplam azot (N) (%).....                                           | 169        |
| 4.3.10. Yaprakta toplam fosfor.....                                                | 170        |
| 4.3.11. Yaprakta toplam potasyum.....                                              | 172        |
| 4.3.12. Yaprakta kalsiyum.....                                                     | 174        |
| 4.3.13. Yaprakta magnezyum.....                                                    | 176        |
| 4.3.14. Yaprakta sodyum.....                                                       | 178        |
| 4.3.15. Yaprakta demir.....                                                        | 180        |
| 4.3.16. Yaprakta bakır.....                                                        | 182        |
| 4.3.17. Yaprakta mangan.....                                                       | 184        |
| 4.3.18. Yaprakta çinko.....                                                        | 186        |
| 4.3.19. Yaprakta bor.....                                                          | 188        |
| <b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>                                                | <b>191</b> |
| 5.1. Kompost Analiz Sonuçların Değerlendirilmesi ve Öneriler.....                  | 191        |
| 5.2. Toprak Analiz Sonuçların Değerlendirilmesi ve Öneriler.....                   | 196        |
| 5.2.1. Toprakların fiziksel özelliklerine etkisi değerlendirilmesi.....            | 196        |
| 5.2.2. Toprakların kimyasal özelliklerine etkisi değerlendirilmesi.....            | 198        |
| 5.2.3. Toprakların biyolojik özelliklerine etkisi değerlendirilmesi.....           | 198        |
| 5.3. Bitki Analiz Sonuçların Değerlendirilmesi ve Öneriler.....                    | 199        |
| 5.3.1. Bitkide fizyolojik ölçümlerine etkisi değerlendirilmesi.....                | 199        |
| 5.3.2. Bitkide verim ve verim unsurlarına etkisi değerlendirilmesi.....            | 200        |
| 5.3.3. Bitkide bitki besin element kapsamlarına etkisi değerlendirilmesi.....      | 201        |

|                                                  |            |
|--------------------------------------------------|------------|
| 5.4. Genel Değerlendirme, Sonuç ve Öneriler..... | 202        |
| <b>6. KAYNAKLAR.....</b>                         | <b>204</b> |



## ŞEKİLLER LİSTESİ

**Sayfa no:**

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. Kompost prosesi.....                                        | 7  |
| Şekil 3.1. Karapınar ÇEAM arazisi deneme yeri.....                     | 32 |
| Şekil 3.2. Karapınar’da yer alan toprak serileri.....                  | 33 |
| Şekil 3.3. Başlangıçta kompost konuları-09.07.2019.....                | 45 |
| Şekil 3.4. Sonda kompost konuları-21.10.2019.....                      | 45 |
| Şekil 4.1. Kompost konularında günlere göre sıcaklık değişimleri.....  | 63 |
| Şekil 4.2. Kompost konularında günlere göre nem değişimleri.....       | 65 |
| Şekil 4.3. Kompost konularında haftalara göre ort. pH değişimleri..... | 67 |
| Şekil 4.4. Kompost konularında haftalara göre ort. EC değişimleri..... | 68 |
| Şekil 4.5. Kompost konularında C/N değişimi.....                       | 70 |
| Şekil 4.6. Kompost konularında haftalara göre HA değişimleri.....      | 74 |
| Şekil 4.7. Kompost konularında haftalara göre ÖA değişimleri.....      | 75 |
| Şekil 4.8. Kompost konularında haftalara göre porozite değişimi.....   | 75 |

## ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa no:

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Çizelge 2.1. Hızlı kompostlaşma için önerilen koşullar.....                                    | 7   |
| Çizelge 2.2. Kanada kompost yapım kriterleri.....                                              | 8   |
| Çizelge 2.3. Mikroorganizmaların sıcaklığa göre sınıflandırılması.....                         | 10  |
| Çizelge 3.1. Deneme yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analizleri.                   | 33  |
| Çizelge 3.2. Araştırma yeri 4 yıllık (2017-2020 arası) aylık ort. maks. sıcaklık verileri..... | 34  |
| Çizelge 3.3. Araştırma yeri 4 yıllık (2017-2020) aylık ort. min. sıcaklık verileri.            | 34  |
| Çizelge 3.4. Araştırma yeri 4 yıllık (2017-2020) aylık ort. nispi nem verileri...              | 35  |
| Çizelge 3.5. Araştırma yeri 4 yıllık (2017-2020) aylık ort. rüzgâr hızı verileri...            | 35  |
| Çizelge 3.6. Araştırma yeri 4 yıllık (2017-2020) aylık ort. sıcaklık verileri                  | 35  |
| Çizelge 3.7. Araştırma yeri 4 yıllık (2017-2020) aylık toplam yağış verileri                   | 35  |
| Çizelge 3.8. Helyum piknometresi ile hacim ve gerçek yoğunluk değerleri.....                   | 39  |
| Çizelge 3.9. Klinoptilolit numunesine ait parçacık boyutu analizi sonuçları.....               | 39  |
| Çizelge 3.10. Denemede kullanılan yeraltı suyu örneğinin analiz raporu.....                    | 41  |
| Çizelge 3.11. Materyallerin nem (%), C ve N içerikleri (%).....                                | 42  |
| Çizelge 3.12. Başlangıçta kompost konularında karışım miktarları-kg-(KM)...                    | 44  |
| Çizelge 3.13. Başlangıç kompost konuları.....                                                  | 44  |
| Çizelge 3.14. Nihai kompost konuları nem (%) ve miktarı-kg.....                                | 47  |
| Çizelge 3.15. Dozlarda miktarlar-kg.....                                                       | 48  |
| Çizelge 3.16. Nihai kompost konuları arazide uygulama miktarı.....                             | 48  |
| Çizelge 3.17. Kompost deneme deseni.....                                                       | 48  |
| Çizelge 3.18. Su miktarı-mm.....                                                               | 57  |
| Çizelge 3.19. Mısır bitkisinde gübreleme dönemleri (Damla sulama ile verilen)                  | 58  |
| Çizelge 4.1. Kompost başı ve sonunda C, N değişimleri, % N kaybında azalma.                    | 71  |
| Çizelge 4.2. Kompost konularında kompost başı, ortası ve sonunda OM ve OMK hesabı- (%).....    | 72  |
| Çizelge 4.3. Kompost başlangıç ve bitimi arasındaki organik madde kaybı- (%)                   | 73  |
| Çizelge 4.4. Başlangıç ve nihai kompost ürünlerinde elementel analiz sonuçları.                | 77  |
| Çizelge 4.5. Suyla doyumluk- (%) varyans analizi.....                                          | 79  |
| Çizelge 4.6. Suyla doyumluk- (%) ort. değerleri.....                                           | 80  |
| Çizelge 4.7. Toprak reaksiyonu- pH varyans analizi.....                                        | 81  |
| Çizelge 4.8. Toprak reaksiyonu pH ort. değerleri.....                                          | 83  |
| Çizelge 4.9. Elektriksel iletkenlik varyans analizi.....                                       | 84  |
| Çizelge 4.10. Elektriksel iletkenlik ort. değerleri.....                                       | 86  |
| Çizelge 4.11. Kireç (%) varyans analizi.....                                                   | 88  |
| Çizelge 4.12. Kireç (%) ort. değerleri.....                                                    | 89  |
| Çizelge 4.13. Organik madde (%) varyans analizi.....                                           | 90  |
| Çizelge 4.14. Organik madde (%) ort. değerleri.....                                            | 92  |
| Çizelge 4.15. Alınabilir fosfor varyans analizi.....                                           | 93  |
| Çizelge 4.16. Alınabilir Fosfor ort. değerleri.....                                            | 95  |
| Çizelge 4.17. Ekstrakte edilebilir potasyum varyans analizi.....                               | 96  |
| Çizelge 4.18. Ekstrakte edilebilir potasyum ort. değerleri.....                                | 98  |
| Çizelge 4.19. Ekstrakte edilebilir kalsiyum varyans analizi.....                               | 99  |
| Çizelge 4.20. Ekstrakte edilebilir kalsiyum ort. değerleri.....                                | 101 |
| Çizelge 4.21. Ekstrakte edilebilir magnezyum varyans analizi.....                              | 102 |
| Çizelge 4.22. Ekstrakte edilebilir magnezyum ort. değerleri.....                               | 104 |
| Çizelge 4.23. Ekstrakte edilebilir sodyum varyans analizi.....                                 | 105 |

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Çizelge 4.24. Ekstrakte edilebilir sodyum ort. değerleri.....                                       | 106 |
| Çizelge 4.25. Ekstrakte edilebilir demir varyans analizi.....                                       | 107 |
| Çizelge 4.26. Ekstrakte edilebilir demir ort. değerleri.....                                        | 109 |
| Çizelge 4.27. Ekstrakte edilebilir bakır varyans analizi.....                                       | 110 |
| Çizelge 4.28. Ekstrakte edilebilir bakır ort. değerleri.....                                        | 112 |
| Çizelge 4.29. Ekstrakte edilebilir mangan varyans analizi.....                                      | 113 |
| Çizelge 4.30. Ekstrakte edilebilir mangan ort. değerleri.....                                       | 115 |
| Çizelge 4.31. Ekstrakte edilebilir çinko varyans analizi.....                                       | 116 |
| Çizelge 4.32. Ekstrakte edilebilir çinko ort. değerleri.....                                        | 118 |
| Çizelge 4.33. Toplam karbon (%) varyans analizi.....                                                | 119 |
| Çizelge 4.34. Toplam karbon (%) ort. değerleri.....                                                 | 120 |
| Çizelge 4.35. Toplam azot (%) varyans analizi.....                                                  | 122 |
| Çizelge 4.36. Toplam azot (%) ort. değerleri.....                                                   | 124 |
| Çizelge 4.37. Karbon/Azot (C/N) varyans analizi.....                                                | 125 |
| Çizelge 4.38. Karbon/Azot (C/N) ort. değerleri.....                                                 | 126 |
| Çizelge 4.39. KDK varyans analizi.....                                                              | 127 |
| Çizelge 4.40. KDK ort. değerleri.....                                                               | 129 |
| Çizelge 4.41. Toprakta 0-10 cm derinlikte hacim ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> ) varyans analizi      | 130 |
| Çizelge 4.42. Toprakta 10-20 cm derinlikte hacim ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> ) varyans analizi.    | 131 |
| Çizelge 4.43. Toprakta 0-10 cm derinlikte hacim ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> ) ort. değerleri..     | 133 |
| Çizelge 4.44. Toprakta 10-20 cm derinlikte hacim ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> ) ort. değerleri..... | 135 |
| Çizelge 4.45. Agregat stabilitesi (AS) (%) varyans analizi.....                                     | 137 |
| Çizelge 4.46. Agregat stabilitesi (AS) (%) ort. değerleri.....                                      | 139 |
| Çizelge 4.47. Stabilite indeksi (SI) varyans analizi.....                                           | 141 |
| Çizelge 4.48. Stabilite indeksi (SI) ort. değerleri.....                                            | 143 |
| Çizelge 4.49. Mekanik stabilite (MS) (%) varyans analizi.....                                       | 144 |
| Çizelge 4.50. Mekanik stabilite (MS) (%) ort. değerleri.....                                        | 146 |
| Çizelge 4.51. Toprakta CO <sub>2</sub> üretimi varyans analizi.....                                 | 147 |
| Çizelge 4.52. Toprakta CO <sub>2</sub> üretimi ort. değerleri.....                                  | 149 |
| Çizelge 4.53. Toprakta mikrobiyal biyokütle karbon varyans analizi.....                             | 150 |
| Çizelge 4.54. Toprakta mikrobiyal biyokütle karbon ort. değerleri.....                              | 152 |
| Çizelge 4.55. Toprakta beta enzim aktivitesi varyans analizi.....                                   | 153 |
| Çizelge 4.56. Toprakta beta enzim aktivitesi ort. değerleri.....                                    | 155 |
| Çizelge 4.57. Bitkide yaş biyokütle verimi varyans analizi.....                                     | 156 |
| Çizelge 4.58. Bitkide yaş biyokütle verimi ort. değerleri.....                                      | 157 |
| Çizelge 4.59. Bitkide kuru biyokütle verimi varyans analizi.....                                    | 158 |
| Çizelge 4.60. Bitkide kuru biyokütle verimi ort. değerleri.....                                     | 159 |
| Çizelge 4.61. Bitkide kuru madde oranı varyans analizi.....                                         | 160 |
| Çizelge 4.62. Bitkide kuru madde oranı ort. değerleri.....                                          | 161 |
| Çizelge 4.63. Bitki boyu varyans analizi.....                                                       | 161 |
| Çizelge 4.64. Bitki boyu ort. değerleri.....                                                        | 162 |
| Çizelge 4.65. Bitki gövde çapı varyans analizi.....                                                 | 163 |
| Çizelge 4.66. Bitki gövde çapı ort. değerleri.....                                                  | 164 |
| Çizelge 4.67. Yaprak alan indeksi varyans analizi.....                                              | 164 |
| Çizelge 4.68. Yaprak alan indeksi ort. değerleri.....                                               | 165 |
| Çizelge 4.69. Yaprak klorofil içeriği varyans analizi.....                                          | 166 |
| Çizelge 4.70. Yaprak klorofil içeriği ort. değerleri.....                                           | 167 |
| Çizelge 4.71. Bitkide NDVI varyans analizi.....                                                     | 167 |
| Çizelge 4.72. Bitkide NDVI ort. değerleri.....                                                      | 168 |

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Çizelge 4.73. Yaprakta toplam azot varyans analizi.....                             | 169 |
| Çizelge 4.74. Yaprakta toplam azot ort. değerleri.....                              | 170 |
| Çizelge 4.75. Yaprakta toplam fosfor varyans analizi.....                           | 171 |
| Çizelge 4.76. Yaprakta fosfor ort. değerleri.....                                   | 172 |
| Çizelge 4.77. Yaprakta toplam potasyum varyans analizi.....                         | 173 |
| Çizelge 4.78. Yaprakta toplam potasyum ort. değerleri.....                          | 174 |
| Çizelge 4.79. Yaprakta kalsiyum varyans analizi.....                                | 175 |
| Çizelge 4.80. Yaprakta kalsiyum ort. değerleri.....                                 | 176 |
| Çizelge 4.81. Yaprakta magnezyum varyans analizi.....                               | 177 |
| Çizelge 4.82. Yaprakta magnezyum ort. değerleri.....                                | 178 |
| Çizelge 4.83. Yaprakta sodyum varyans analizi.....                                  | 179 |
| Çizelge 4.84. Yaprakta sodyum ort. değerleri.....                                   | 180 |
| Çizelge 4.85. Yaprakta demir varyans analizi.....                                   | 181 |
| Çizelge 4.86. Yaprakta demir ort. değerleri.....                                    | 182 |
| Çizelge 4.87. Yaprakta bakır varyans analizi.....                                   | 183 |
| Çizelge 4.88. Yaprakta bakır ort. değerleri.....                                    | 184 |
| Çizelge 4.89. Yaprakta mangan varyans analizi.....                                  | 185 |
| Çizelge 4.90. Yaprakta mangan ort. değerleri.....                                   | 186 |
| Çizelge 4.91. Yaprakta çinko varyans analizi.....                                   | 187 |
| Çizelge 4.92. Yaprakta çinko ort. değerleri.....                                    | 188 |
| Çizelge 4.93. Yaprakta bor varyans analizi.....                                     | 189 |
| Çizelge 4.94. Yaprakta bor ort. değerleri.....                                      | 190 |
| Çizelge 5.1. Kompostlaştırmada kompost konuları arasında değerlendirme.....         | 192 |
| Çizelge 5.2. Tavuk gübresi kompostunda biyokömür kullanımına bir bakış.....         | 195 |
| Çizelge 5.3. Tavuk gübresi kompostunda zeolit, leonardit kullanımına bir bakış..... | 196 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

AS: Agregat stabilitesi  
°C : Santrigrad derece  
da: Dekar  
ÇEAM: Çölleşme ve Erozyon Araştırma Merkezi  
DTPA: Dietilen triamin penta asetik asit  
HA: Hacim ağırlığı  
ha: Hektar  
HCl: Hidroklorik asit  
FKT: Fırın kuru toprak  
ICP-OES: Inductively coupled plasma optical emission spectrometry  
KM: Kuru madde  
EC: Elektriksel iletkenlik ( $\text{mS cm}^{-1}$ ), ( $\text{dS m}^{-1}$ )  
g: gram  
Kg: Kilogram  
KDK: Katyon değişim kapasitesi, ( $\text{meq } 100 \text{ g}^{-1}$ )  
maks.: Maksimum  
min.: Minimum  
MBC: Mikrobiyal biyomas karbon  
MS: Mekanik stabilite  
M: Molarite  
m: Metre  
N: Normalite  
mg: Miligram  
OM: Organik madde  
ort.: Ortalama  
ÖA: Özgül ağırlığı  
pH: Toprak reaksiyonu  
ppm: Milyonda bir kısım  
ppb: Milyarda bir kısım  
SF: Seyreltme faktörü  
SI: Stabilite indeksi  
s: Saniye  
SÜ: Selçuk Üniversitesi  
TC: Türkiye Cumhuriyeti  
TSCMAE: Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü  
TEA: Trietanolamin

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Tezin Önemi

Kâinatın Sahibi Yüce Allah (cc.) Kur'an-ı Azimüşşanında buyurur ki, “Sizi ondan (topraktan) yarattık; yine sizi oraya döndüreceğiz (Taha suresi, 55. ayet).” Aslında her canlı varlığın, özü ve mayası topraktır. Her canlının yeşerdiği, geliştiği, büyüdüğü ve sonunda yok olduğu yer topraktır. Bu bize yaşadığımız Dünya'daki tabiat olaylarında her bir elementin çevrimsel besin döngüsünün (karbon (C), azot (N), oksijen (O<sub>2</sub>), hidrojen (H<sub>2</sub>), fosfor (P), su (H<sub>2</sub>O) vd.) olduğunun göstergesidir. İşte bu noktadan hareketle İnsanoğlu, tabiatı taklit ederek doğada var olan karbon ve azot kaynaklarını havaya emisyon şekliyle değil, bunu tekrar toprağa buluşturması ve geri kazandırması gerekmektedir. Aerobik (oksijenli ortam) koşullarda bitkisel ve hayvansal artıklar kompostlaştırma işleminden geçirilerek tekrar içeriğindeki zengin mineralizasyonlarının toprağa geri kazandırılması ve bu yolla bitkilerin gelişiminin sağlanması ve insan sağlığına gıda takviyesi olarak sağlanması gerekmektedir.

### 1.2. Tezin Amaç ve Gerekçesi

Çölleşme, özellikle kurak, yarı-kurak ve az yağışlı alanlarda, iklim değişiklikleri ile insan faaliyetleri dâhil olmak üzere çeşitli faktörlerden kaynaklanan arazi bozulmasını /arazi tahribatını ifade eder. Çölleşme/arazi bozulması ve kuraklık dünya kara alanlarının % 25'i olan 4 milyar ha alanı, 168 ülkeyi ve 1.5 milyar insanı doğrudan etkilemektedir. Bu nüfusun 250 milyon kadarı ciddi risk altında iken yaklaşık 10 milyon kadarı çölleşme/arazi tahribatı ve kuraklık nedeniyle göç etmek durumunda kalmıştır. Çölleşme/arazi tahribatı ve kuraklık sebebiyle dünyada her yıl 12 milyon ha tarım arazisi bozulmakta; 5.6 milyon ha orman arazisi azalmaktadır (Anonim, 2018). Türkiye’de tabii çöl bulunmamakla birlikte; coğrafi konumu, iklimi, topografyası ve toprak şartları ülkenin arazi tahribatına ve kuraklığa karşı hassasiyetini artırmakta, bu durum çölleşme ve kuraklıktan en fazla etkilenen ülkeler arasında yer almasına sebep olmaktadır. Genel olarak bakıldığında ülkemiz topraklarının % 65'i kurak, yarı kurak ve yarı nemli iklim özelliklerine sahiptir. Ekolojik olarak hassas olan bu alanlarda başta bitki örtüsünün tahribi ile tabii dengenin bozulması, toprak ve bilahare ana materyalin aşınmasına yol açmaktadır. Ülkemizde rüzgâr erozyonunun yaygın olduğu alanlar genellikle kurak ve yarı kurak olan Orta Anadolu'nun güney yarısı (Özellikle Konya, Aksaray, Niğde, Kayseri) ile doğuda Kars, Iğdır ili sınırları içindedir. Türkiye’de kara kumulu olarak 465,913 ha alanda hafiften çok şiddetliye kadar rüzgâr erozyonu

problemi yaşanmaktadır. Bu alanın yaklaşık % 70'i (322,474 ha) ise Konya il sınırları içinde yer almaktadır. Bu alanın 103,000 ha alanı da Konya Karapınar ilçesinde bulunmakta olup bu alan ülke düzeyinde rüzgâr erozyonu sahasının % 22.1'ni oluşturmaktadır (Topraksu, 1975; Abalı ve ark., 1986).

Tarım arazilerinin son yıllardaki en önemli sorunu erozyona olan duyarlılığının artmasıdır. Tarımsal üretim tekniklerinde; toprak kalitesini düzelter, toprağa organik madde sağlayan ve toprakta agregat stabilitesini artıran uygulamalar desteklenmelidir.

Toprak organik maddesi, agregatların ıslanabilirliğini azaltarak kohezyonu artırıp agregat stabilitesi değerini yükseltmektedir (Chenu ve ark., 2000). Bu nedenle toprakta tarımsal uygulamalar arasında organik madde miktarının artışına yönelik uygulamalar stabilizeyi ve agregasyonu artırmaktadır (Whalen ve ark., 2000).

Organik madde toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu etkilemektedir (Flaig ve ark., 1977). Organik düzenleyicilerin en yaygın pozitif etkileri; toprak hacim ağırlığını düşürmesi, su tutma kapasitesi, agregat stabilitesi, sature hidrolik iletkenlik, su infiltrasyon oranı ve biyokimyasal aktiviteyi artırmasıdır (Zebarth ve ark., 1999). Organik düzenleyicilerin yararları genellikle sadece besin elementi kaynağı değil aynı zamanda toprak fiziksel karakterlerin de iyileştirilmesini olanak sağlamasıdır (Roldan ve ark., 1994; McCoy, 1998).

Organik madde; toprakta agregat oluşumunu ve dayanıklılığını sağlar, toprağın iyon değişim kapasitesini artırır, toprağa tamponluk kazandırır, toprağın su tutma ve havalandırma kapasitesini artırır, toprak pH'sını düzenler, toprak rengine ve dolayısıyla toprak sıcaklığının artmasına neden olur, bitki besin maddeleri kaynağı olarak görev yapar, besin elementlerinin yayılabilirliğini artırır, topraktaki organizmalar için besin ve enerji kaynağı oluşturur (Kacar, 1994). Organik madde ilavesi, toprakta agregatlaşmayı teşvik etmekte, toprağın su ve rüzgâr erozyonuna karşı direncini artırır, toprak kalitesini iyileştirmektedir ve bitki veriminin yükselmesini sağlamaktadır (Çelik ve Ortaş, 2009).

Toprak içerisinde su, hava ve bitki besin maddesi hareket ve dengesi sürdürülebilir olmalıdır. Tarımsal ekosistemlerde toprak organik maddenin azalmasının başlıca nedeni karbon oksidasyonu ile karbondioksitin atmosfere salınmasıdır. Topraktan kaybolan karbonun tekrar yerine konulmadığı durumda erozyon daha da artış göstermektedir (Grant, 1997).

Konya Kapalı Havzasında (KKH) yoğun tarımın yapıldığı arazilerde genellikle tarımsal artıklardan mısır, ayçiçeği atıklarının hasat sonrası anızlarının yakıldığı bilinmektedir. Bu tarımsal artıkların organik karbon miktarının kompostlaştırılmasıyla

toprağa geri kazandırılması gerekmektedir. Ülkemizin bitkisel üretimde mısır bitkisi ekim alanı 638,829 ha, ayçiçeği bitkisi ekim alanı 752,632 ha; Konya Kapalı Havzası TR52 (Konya, Karaman) Bölgesi'nde mısır ekim alanı 1,323,669 da, ayçiçeği bitkisi ekim alanı 794,352 da bir tarımsal arazi varlığı söz konusudur (TÜİK, 2020). TR 52 Bölgesi'nin Türkiye'deki mısır bitkisi ekili alanda payı % 20.72; ayçiçeği bitkisinde ekili alanında payı % 10.55'dir. Alansal bazda oluşan tarımsal artık miktarı için mısır bitkisinde 0.391 ton da<sup>-1</sup>; ayçiçeği bitkisinde 0.153 ton da<sup>-1</sup> olarak esas alınmıştır (Başçetinçelik ve ark., 2005). Dolayısıyla, Ülkemizde tarımsal artık potansiyeli olarak, mısır bitkisi artığında 2,497,821 ton iken, ayçiçek bitkisi artığında 1,151,527 ton; TR 52 Bölgesi'nde, tarımsal artık potansiyeli olarak mısır bitkisi artığında 517,555 ton, ay çiçek bitkisi artığında 121,536 ton olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle bu kompost çalışmasında Konya Kapalı Havzasında yoğun olarak ekimi yapılan ve tarımsal artık oluşturan bitki çeşitlerinden mısır ve ayçiçek tercih edilmiştir.

Bitkisel artıklarla birlikte Türkiye'de hayvansal artık ve özellikle Konya ve civarında kanatlı hayvan sayısı ve artığı da önemli miktarda mevcuttur. Ülkemizin et tavuğu sayısı 258,046,340 iken, yumurta tavuğu sayısı 121,302,869 adettir (TÜİK, 2020). Ülkemizin 2020 yılı rakamlarıyla et tavuğunda 7,848,910 ton yıl<sup>-1</sup>, yumurta tavuğunda 2,031,823 ton yıl<sup>-1</sup> olmak üzere toplamda yaklaşık olarak 10,000,000 ton yıl<sup>-1</sup> yaş tavuk gübresi miktarı olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca yumurta tavukçuluğunda öncü konumdaki TR 52 Bölgesi, Türkiye'nin yumurta tavuk varlığının % 9.99'unu (TÜİK, 2020) bulundurmaktadır. TR 52 Bölgesinin yumurta tavuk sayısı 12,114,651 iken, et tavuğu sayısı 318,250 adettir. Bölgede yaklaşık olarak 210,000 ton yıl<sup>-1</sup> yaş tavuk gübresi miktarı olduğu tahmin edilmektedir. Dolayısıyla bu organik materyalin çevre dostu bir uygulama ile kompostlaştırma işleminden geçirilerek ekonomiye kazandırılması önem arz etmektedir.

Karbon (C) hücrenin temel yapıtaşını oluşturmaya karşın, hücre sentezi için azot (N) gereklidir (Haug, 1993). Bitki artıkları, karbon ( C ) yönünden; hayvansal artıkları ise azot (N) yönünden zengin içeriğe sahiptirler. Taze yaş tavuk gübresinin içeriği, yaklaşık olarak % 5-6 oranında azot içermektedir (Aydeniz ve Brohi 1991). Tavuk gübresinin azot yönünden zengin içerikli olmasından dolayı, C/N oranını dengelemek için tavuk gübresinin bitkisel artıklarla kompostlaştırması işleminin yapılması en uygun çözümü oluşturmaktadır.

Rynk (1992), tavuk gübresi kompostunun diğer organik materyallere göre toprak özelliklerini iyileştirici özelliğinin daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Tiquia ve ark.,

(2001), tavuk dışkısı ve orman atıklarını kullanarak kompostlama çalışmaları yapmışlardır. Tavuk gübrelerinde nem içeriğinin ilkin yüksek olması  $\text{NH}_3$  buharlaşması yoluyla N kaybını etkilemektedir (Cabrera ve Chiang 1994). N mineralizasyonu ve  $\text{NH}_3$  buharlaşması gübrenin bekletilmesi sırasında oluşur ve  $\text{NH}_4\text{-N}$  değerlerinin düşük olması mineralizasyonun hızlı gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

Kithome ve ark., (1999), kümes atıklarının kompostlaştırılması esnasında  $\text{NH}_3$  buharlaşmasını ölçmüşler ve farklı katkı malzemelerinin  $\text{NH}_3$  kayıplarını azaltma potansiyelini değerlendirmişlerdir. Martins ve Dewes (1992), azot kayıplarının % 47-% 77'sinin gaz emisyonları şeklinde olduğunu belirtmişler ve tavuk gübresi için ortalama azot kayıplarının % 59-% 69 arasında olduğunu bulmuşlardır.

Bonazzi ve ark., (1990), başlangıç toplam azotun % 50-63'ü  $\text{NH}_3$  buharlaşması yoluyla kayb olduğunu gözlemlemişlerdir. Mahimairaja ve ark., (1994), yaptıkları çalışmada kümes atıklarına karbon bakımından zengin organik atıkların ilavesiyle, kompost karışımının C/N oranı arttırılarak  $\text{NH}_4^+$  iyonlarının hareketsiz hale getirildiğini ve zeolit vb. gibi adsorbanlar kullanılarak  $\text{NH}_3$  veya  $\text{NH}_4^+$ 'ün adsorpsiyonuyla amonyak buharlaşmasının azaltılabildiğini göstermişlerdir.

Kompostlaştırma teknikleriyle tavuk gübresinin farklı materyaller ile zenginleştirilerek içeriğindeki azot kaybının azaltılması ve bu yolla toprağa geri dönüşümünün sağlanması ve toprak kalitesinin iyileştirilmesi amaçlanmalıdır. Bu yüzden bu çalışmada, kompostlaştırma tekniğinde taze yaş tavuk gübresindeki azot kaybının azaltılması için, adsorbe özelliği dolayısıyla leonardit, klinoptilolit, biyokömür gibi farklı materyallerin de ilave edilmesi düşünülmüştür.

Karapınar koşullarında, 2019-2020 yıllarında, TAGEM destekli "Farklı materyaller ile zenginleştirilen tavuk gübresi ve tarımsal atıklardan elde edilen kompostun toprak kalitesi ve mısır (*Zea Mays* L.) bitkisinin gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi" adlı bu çalışma kapsamında, tavuk gübresi ile tarımsal artıklarından elde edilen organik materyaller farklı materyaller ile zenginleştirilerek, açık yığın ortamda kompostlaştırılması işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen farklı kompost ürünlerinin toprak kalitesi (fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler) ve mısır (*Zea Mays* L.) bitkisinin gelişimine ve verimine etkileri araştırılmıştır.

Havzada sürdürülebilir arazi yönetimi (SAY) planlamasında, bu tez çalışmasıyla, rüzgar erozyonuna uğramış sorunlu, organik maddece yoksun, marjinal yarı kurak alanlarda, leonardit, klinoptilolit, biyokömür gibi farklı materyaller ilave edilmiş tavuk gübresinin tarımsal atıklar ile birlikte kompostlaştırılmasıyla topraklarda

karbon ve azot mineralizasyonunun sağlanması, organik madde muhtevasının yükseltilmesi, mikroorganizma aktivitesini teşvik edilmesi ve agregat stabilitesinin artırılması, bitki gelişiminin ve verimliliğinin artırılması ve nihayetinde erozyonun azaltılması hedeflenmiştir.

Ayrıca, Ülkemizin geleceğinde önemli bir yeri olan Tarım ve Orman Bakanlığımızın Milli Tarım Politikasında, tarım arazilerinde kimyasal gübre kullanımının azaltılması ve onun yerine organik artıklardan elde edilen kompostun organik gübre olarak değerlendirilmesine vurgu yapılmıştır. Bu çalışma bu amaca olumlu yönden katkılar sağlamaktadır.



## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

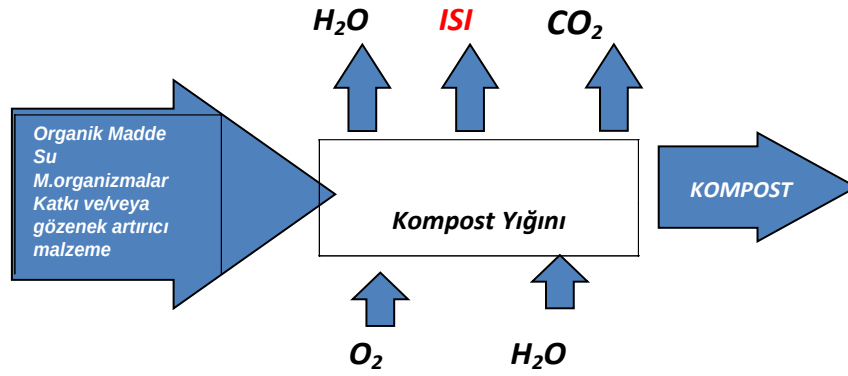
### 2.1. Kompost Hakkında Genel Bilgi

Kompostlaştırma işlemi organik katı atıkların mikroorganizmaların aktiviteleri sonucu biyokimyasal yolla oksijenli ya da oksijensiz olarak bozunmasıdır (Roger,1993).

Kompostlaştırılan atıklar organik yapılı ve biyobozunur atıklardır. Bozunma sonucunda çevre için zararsız fakat toprak için faydalı bir humus elde edilmiş olur. Oksijenli kompostlaştırmada ısı yüksek olur, koku oluşmaz ve fermentasyon süresi kısadır. Ancak ortama sürekli oksijen sağlanmalıdır. Oksijensiz kompostlaştırmada ise koku problemi oluşur, proses çok uzun zamanda tamamlanır ve dışarıdan ısı verilmesi gerekebilir. Uygulamada genellikle daha kolay bir yöntem olan oksijenli kompostlaştırma tercih edilmektedir.

Komposttaki en önemli parametre, kaliteli, olgunlaşmış kompostu kısa sürede elde edebilmektir. Kompost kalite kriterlerini sıralamak gerekirse, kompostun görünümü, kompostun rengi, kompostun nem oranı, karbon azot oranı, kompostun stabil derecesi, kokusu, organik madde içeriği, tuz oranı, komposttaki besin değerleri içeriği, komposttaki mikroelementlerin içeriği olarak sıralanabilir (Neklyudov ve Ivankin, 2003; Lopez ve ark., 2002; Mohaibes ve Heinonen-Tanski, 2004; Cgaul ve Swizenbaum, 1996). Bu kriterlere uygun kompostun kısa sürede elde edilebilmesi ekolojik denge ve sürdürülebilir ekonomi açısından büyük önem taşımaktadır.

Başka bir deyişle, kompost, organik atıkların (kentsel katı atıkların organik kısmı, arıtma çamurları, park-bahçe atıkları, hayvan atıkları vb.) biyokimyasal süreçlerle parçalanarak bir son ürün haline dönüştürülmesidir. Aşağıdaki Şekil 2.1’de Kompost prosesi görülmektedir.



Şekil 2.1. Kompost Prosesi

Kompostlama, organik maddelerin aerobik koşullarda mikroorganizmalar yardımıyla kararlı hale getirildiği bir işlemdir. Kompostlamada organik maddeler kullanılırken, ortamdaki mikroorganizmalar oksijeni tüketmektedirler. Aktif kompostlama esnasında fazla miktarda ısı ve karbon dioksit ( $CO_2$ ) üretilmekte ve su buharı havaya karışmaktadır. Organik materyallerden, aerobik koşullar altında kompost elde edilebilmektedir. Aerobik kompostlamanın temel amacı ise, organik artıkların biyolojik olarak parçalanması ve stabilizasyonunun sağlanarak kompostun elde edilmesidir (Kızılkaya ve ark., 2014).

Kompostlaştırma sürecinde başarılı bir kompostlaştırma için en önemli etkenlerden biri C:N oranı olarak kabul edilmektedir (Poincelot, 1977). Hızlı kompostlaşma için C:N oranında tercih edilen sınırlar 25:1-30:1 iken, 20:1-40:1 ise kabul edilebilir sınırlar olarak öngörülmektedir (Rynk, 1992).

Kompostlama aşamasında aşağıdaki kriterlere dikkat edilecektir (Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2).

Çizelge 2.1. Hızlı kompostlaşma için önerilen koşullar (Rynk, 1992)

| Koşullar               | Kabul edilebilir sınırlar <sup>a</sup> | Tercih edilen sınırlar |
|------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| C:N oranı              | 20:1-40:1                              | 25:1-30:1              |
| Nem içeriği            | % 40-65 <sup>b</sup>                   | % 50-60                |
| Oksijen konsantrasyonu | % 5'den büyük                          | % 5'den çok büyük      |
| Parçacık büyüklüğü     | 1/8-1/2 inç (3.18-12.7 mm)             | Değişmekte             |
| pH                     | 5.5-9.0                                | 6.5-8.0                |
| Sıcaklık               | 44-66 °C                               | 55-60 °C               |

a: Bu öneriler hızlı kompostlaşma için verilmiştir ve bu sınırların dışında da başarılı sonuçlar alınabilir.

b: Spesifik materyale, yığın büyüklüğüne veya hava koşullarına bağlıdır.

Çizelge 2.2. Kanada kompost yapım kriterleri (Epstein, 1997)

| Koşullar                    | Kompost yapım kriterleri                                                                                      |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sıcaklık                    | 55 °C'nin üstünde üç gün süreli ayrışma                                                                       |
| pH                          | 5.0-8.0                                                                                                       |
| Ağır metal düzeyleri        | As 13, Cd 2.6, Cr 210, Cu 128, Pb 83, Hg 0.83, Mo 7, Ni 32, Se 2.6 ve Zn 315 mg kg <sup>-1</sup> kuru ağırlık |
| Organik materyal kapsamı    | Minimum % 30 organik madde içermeli kuru ağırlıkça                                                            |
| Nem içeriği                 | Maksimum % 50 olmalı                                                                                          |
| SAR                         | 5'den küçük olmalı                                                                                            |
| Maksimum partikül büyüklüğü | 13 mm                                                                                                         |
| EC                          | maksimum 3 mS cm <sup>-1</sup>                                                                                |
| Kompostlaşma tipi           | Aerobik kompostlaşma (tüm kompost oluşum süreci aerobik koşullarda olmalı)                                    |

Ülkemizde kompost kriterleri ile ilgili yönetmelikte ve tebliğde belirtilen şartlar ise şu şekilde belirtilmiştir. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın 23.02.2018 tarihli ve 30341 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan, "Tarımda kullanılan organik, mineral ve mikrobiyal kaynaklı gübrelelere dair yönetmelik" kapsamında, Ek-1 Organik Gübreler başlığında, 7 nolu Kanatlı Katı Hayvan Gübresi tipinde, "Kümes hayvanlarının altlıklı veya altlıksız atıklarının aerobik kompostlaştırılması ve neminin uzaklaştırılması sonucu elde edilen ürünler veya diğer kanatlı hayvan atıklarının doğal ortamlarında olgunlaşması veya aerobik kompostlaştırılması ve neminin uzaklaştırılması sonucu elde edilen ürünler" bölümünde organik madde en az % 30, maksimum nem % 20 olması gerektiği bildirilmiştir. Aynı yönetmeliğin Ek-4 Organik Toprak düzenleyici ürünler başlığında, 1 nolu Kompost tipinde "Evsel kaynaklı organik atıkların aerobik veya anaerobik parçalanması sonucu elde edilen ürün, içinde cam, cüruf, metal, plastik, lastik deri gibi seçilebilir maddelerin toplamı, ağırlığın % 2'sini geçemez" bölümünde organik madde en az % 35, maksimum nem % 30, 10 mm elekten ürünün % 90'ı geçecektir, C/N = 8-22 arasında olması gerektiği, patojenlerde toplam bakteri:  $1 \times 10^3$  kob/g veya kob/ml, enterobactericea grubu bakteriler : < 10 kob/ml-g, mycobacterium spp.: yok (25 g veya ml), toplam maya ve küf :  $1 < 10^4$  kob/gr-ml, salmonella spp : yok (25 g veya ml), staphylococcus aureus: yok (25 g veya ml), bacillus cereus: yok (25 g veya ml), bacillus anthracis: yok (25 g veya ml), clostridium spp:<2 kob/g veya kob/ml, clostridium perfiringens:yok, Listeria spp: yok, e.coli: O157-H7 yok (25 g veya ml) ve üründe

kullanılan hammadde kaynağının belirtilmesi gerektiği, kuru madde arsenik miktarı 20 mg kg<sup>-1</sup>'i geçemez, EC (dS m<sup>-1</sup>) değeri en fazla: 10 olması gerektiği bildirilmiştir. Ayrıca, T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın 05.03.2015 tarihli ve 29286 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Kompost Tebliği" kapsamında, Ek-2'de Kompost Kalite Parametrelerinde, pH 5.5-8.5, hijyen değeri, kesintisiz olarak 55 °C'de 2 hafta, 60 °C'de 1 hafta, 65 °C'de 5 gün, 70 °C'de 1 saat işlem görmüş olması gerektiği, kompostta iz elementler ppm (mg kg<sup>-1</sup> kuru madde) olarak As 20, Cd 3, Cr 350, Cu 450, Hg 5, Ni 120, Pb 150, Zn 1100, Sn 10'u geçmemeli ve kompost nem içeriği < % 30, C/N 10-30, organik madde > % 35, mineral iyonlar halindeki tuzlar <10 dS cm<sup>-1</sup>, biyobozunur olmayan yabancı madde içeriği < % 2 olması gerektiği bildirilmiştir.

Kompost oluşum süreci sıcaklık eğrisinin tanımlanmasıyla belirlenmektedir. Kompost oluşum sürecinde mikrobiyel ayrışma gerçekleştiği için, bu süreç boyunca sıcaklığa göre mikrobiyel popülasyonlar değişmektedir (Kavdır ve ark., 2009). Krueger ve ark., (1973) mikroorganizmaları gelişip tolere ettikleri sıcaklıklara göre sınıflamış ve kompost organizmalarını iki grupta (mezofil ve termofil) toplamıştır (Çizelge 2.3). Aslında, değişik mikroorganizma komüniteleri kompost süreci boyunca farklı kompost oluşum fazlarında (mezofilik 1, termofilik, mezofilik 2 ve olgunlaşma fazları) görev almaktadır (Camcı Çetin ve ark., 2004). Kompost sürecinin başlangıcında mezofilik organizmalar (bakteriler, mantarlar) etken olurken, sıcaklık 40 °C'ye ulaştığında sıcaklığı seven termofilik organizmalar (aktinomisetler ve mantarlar) başat hale geçerler. Kompost yığınının sıcaklığı 65 °C'nin üstüne çıktığında ise ayrışma son derece sınırlanmaktadır. Bu nedenle sıcaklığın düşürülmesi için kompost havalandırılır ve karıştırılır.

Kompost oluşum süreci, (1) mezofilik 1 fazı (25-40 °C), (2) termofilik faz (40 °C >), (3) mezofilik 2 fazı (25-40 °C) ve (4) olgunlaşma fazı (<25 °C) olarak 4 ayrı sıcaklık fazından oluşmaktadır. Termofilik faz süresince oluşan yüksek sıcaklık proteinlerin, yağların ve kompleks karbonhidratların (selüloz, hemiselüloz gibi) ayrışmasını hızlandırmakta ve yüksek enerjili bileşiklerin tükenmesiyle kompost sıcaklığı azalarak yeniden mezofilik mikroorganizmalar devreye girmekte ve mezofilik 2 fazı oluşmaktadır

(Trautmann ve Olynciw, 2003). Olgunlaşma fazı en son kompost oluşum fazıdır ve bazen mezofilik 2 fazı ile birlikte tanımlanabilir. Olgunlaşma fazında bakteriler, aktinomisetler ve mantarlar görev alırlar.

Çizelge 2.3. Mikroorganizmaların sıcaklığa göre sınıflandırılması (Krueger ve ark., 1973).

| Mikroorganizmalar | Sıcaklık aralığı (°C) |
|-------------------|-----------------------|
| Psikrofiller      | 0-25                  |
| Mezofiller        | 25-45                 |
| Termofiller       | 45>                   |

Kanada kompost yapım kriterlerine göre kompost yığını 55 °C'nin üstünde 3 gün süreli aerobik ayrışmaya tabi tutulmalıdır (Epstein, 1997). Mezofilik sıcaklıklar uygun kompostlaşmayı sağlamasına rağmen, birçok uzman kompost sıcaklığının 43-65 °C arasındaki sıcaklıkların sağlanmasını önermektedir (Camcı Çetin ve ark., 2004). Termofilik fazlarda patojen, yabancı ot tohumları ve sinek larvaları öldürülmektedir, ayrıca yasal uygulamalar insan sağlığında patojenlerin öldürülmesi için sıcaklığın 55 °C olması gerektiğini belirtmektedirler (Rynk, 1992; Keener ve ark., 2000).

Kompostlaştırma sırasında kompost ortamı sürekli nem kaybetme eğilimi göstermektedir. Bunun sebebi ise mikrobiyal aktivitenin ortamı ısıtması aynı zamanda ortamın hava ile teması sonucu su kaybetme eğilimine girmek istemesidir. Kontrolsüz kompostlaştırma sürecinde artan mikrobiyal solunum reaksiyon zincirleriyle beraber nem miktarı kaybı da sürekli bir düşüş gösterir (Miller ve Finstein, 1985). Bu düşüş komposttaki degradasyonun da devam ettiğinin bir göstergesidir.

Toprak iyileştirmede kompostun faydalarını maddeler halinde şu şekilde belirtilebilir: Hasatla topraktan uzaklaştırılan organik maddenin yerini alması ve toprağın humus çevrimini dengeler, topraktaki canlı yaşamını teşvik eder ve organizmaların sayılarını artırır, toprağa ve bitkilere ana besin maddeleri ve mikro besin maddeleri sunarak katkıda bulunur, toprakların besin maddesi ve su tutma yeteneğini artırır, kimyasal gübreden daha iyi yararlanmayı sağlar, asidik toprakların pH'sını artırır, erozyonu önler, diğer doğal gübrelerden ucuzdur, kullanımı ve uygulanması çok kolaydır ve hijyenik açıdan hiçbir sakıncası yoktur (Erdin, 1981).

## 2.2. Kompostlaştırma Tekniğı ile İlgili Çalışmalar

Witter ve Lopez-Real (1988), yapmış oldukları bir çalışmada, arıtma çamurlarının kompostlaştırılması sırasında azot kayıplarını ve uçucu hale gelen amonyakın adsorbe edilmesinde killi toprak ve zeolitin komposttaki etkinliğini incelemişlerdir. Arıtma çamuru-saman karışımlarının kompostlaştırılması sırasında nitrojen kayıpları, pilot ölçekli kompostlama denemelerinde ve laboratuvar kompostlama simülatörü kullanılarak ölçülmüştür. Her iki çalışmada, hemen hemen tüm kayıpların kompostlaştırmanın ilk aşamalarında amonyak buharlaşmasından kaynaklandığını göstermiştir. Bu periyotta kayıplar, polimerle şartlandırılmış çamurda başlangıçta mevcut olan nitrojenin % 16-29'u ve daha yüksek bir başlangıç nitrojen içeriğine sahip kireçle şartlandırılmış çamurun kompostlanması sırasında % 60'tan fazla olmuştur. Bir sonraki olgunlaşma aşaması sırasında toplam nitrojen kayıpları bir yıl içinde % 50'ye yükselmiştir. Mikrobiyal aktivitenin pik oranları sırasında karbon dioksit-C'nin amonyak-N kayıplarına oranı, esas olarak proteinli malzemelerin kompostlaştırmanın ilk aşamalarında ayrıştığını göstermiştir. Bir zeolit (klinoptilolit) örtüsü ve kompost yığınının üstüne yerleştirilmiş bir killi toprak, uçucu hale gelen amonyakın adsorbe edilmesinde çok etkili olduğunu kanıtlamıştır, oysa bir olgunlaşmış kanalizasyon çamuru-saman kompost tabakasının etkisiz olduğu kanıtlanmıştır. Amonyak adsorpsiyonu, zeolitin Kjeldahl nitrojen içeriğini % 2.5'e kadar artırmış ve killi toprağın Kjeldahl nitrojen içeriğini iki katına çıkarmıştır.

Mahimairaja ve ark., (1994), yapmış oldukları bir çalışmada, kanatlı tavuk gübresinin farklı iyileştirmelerle kompostlaştırılması sırasında azot kaybı ve dönüşümü, bir kuluçka deneyi çalışmasını yürütmüşlerdir. Farklı iyileştirmelerle tavuk gübresinin aerobik ve anaerobik kompostlanması sırasında azot kaybı ve azotun (N) dönüşümü, laboratuvar inkübasyon deneyleriyle araştırılmıştır. İyileştirmeler şunları içermektedir: dört karbon (C) bakımından zengin yatak malzemeleri (ağaç talaşı, kâğıt atıkları, tahıl samanı ve turba), bir asitleştirici malzeme (kükürt elementi, S<sup>0</sup>) ve iki adsorban olarak (zeolit ve toprak) kullanılmıştır. Aerobik koşullardan uçucu hale geçen amonyak (NH<sub>3</sub>) ile N kaybı, toplam gübre N'un yaklaşık % 17'si olduğu; anaerobik koşullar altında % 90-95 oranında azaltılmıştır. Aerobik inkübasyon sistemler altında, yatak malzemeleri incelenmiştir, buğday samanı ve turba NH<sub>3</sub> kaybını azaltmada açısından üstün olduğu bulunmuştur ve amonyak kaybını sırasıyla % 33.5 ve 25.8 olarak azaltmıştır. NH<sub>3</sub> kaybı, S<sup>0</sup> ile iyileştirilmiş gübrede, % 60 azaltılmıştır. Ayrıca, Zeolitin, NH<sub>3</sub> (ya da NH<sub>4</sub>)

adsorbe etmede, topraktan daha etkili olduğu ve  $\text{NH}_3$  kaybını % 60 azalttığını bildirmiştir. Deneyde kompost sonunda, toplam N ölçümü, aerobik ve anerobik inkübasyonları sırasında sırasıyla,  $\text{NH}_3$  buharlaşması yoluyla ölçülen kayıp sadece yaklaşık % 17 ve < % 1 olmasına karşın, gübre N'un yaklaşık % 50 ve % 26 arasında bir toplam N kaybı olduğunu göstermiştir. Bu denitrifikasyon ile N kaybının  $\text{NH}_3$  buharlaşması ile meydana gelen kayıptan önemli ölçüde daha yüksek olduğunu ileri sürülmüştür.

Çalışkan ve ark., (1996), tarafından yapılan bir çalışmada, fındık hasadından çıkan zuruf materyalinden Indore metodu ile gübresiz veya ortama % 1, 2, 4 oranlarında üre (% 46 N) veya çiftlik gübresi ekleyerek kompost elde etmişlerdir. Çalışma sonunda kompost yüzeylerinin örtülerek % 65 nem içerecek şekilde sulanması ve üç ay ara ile karıştırılıp havalandırılması şartlarında, 15-18 ayda, yaklaşık % 70-80 oranında parçalanma ile kompost elde edilebileceğini belirtilmiştir. Oluşan kompostun bileşiminin genel olarak çiftlik gübresinin bileşiminden zengin olduğunu, ortama üre eklenmesinin C/N oranını daha kısa sürede dengelediğini, ancak pH'yı düşürdüğünü, fındık zuruf kompostunun organik madde ve besin maddesi kaynağı olarak kullanılabilirliğini bildirmişlerdir.

Vuorinen ve Saharinen (1997), süt sığırı gübresi ve arpa samanı karışımının, sürekli tambur kompostlaştırma prosesinde 4 seride kompostlaştırma işlemi üzerinde çalışmışlardır. Bu çalışma, aktif, üç aylık süreli stabilizasyon aşamasından meydana gelmiştir. Deneme süresince, kompostlaştırma aşamalarındaki mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerin takibi yapılmıştır. Fekal koliform ve fekal streptokokkinin yok edilmesiyle belirlenen hijyenleştirme, kompostlaştırmanın ilk 7 gününde gerçekleşmiştir. Kompostlaştırma süresince C/N oranı 22.6-28.5'ten 12.7-13.6'ya kadar düşmüştür. 7 günlük kompostlaştırma süresince başlangıç toplam karbon içeriğinin % 11-27'lik kısmı azalırken, tüm kompostlaştırma süresince % 63-66 azaldığı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda toplam N'un % 13-23 ile % 23-37 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Tiquia ve Tam (2001), tavuk gübresi, ağaç rende talaşı, besin artıkları ve tüy karışımını havalandırılmalı statik yığında kompostlaştırılması işlemini yürütmüşlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre; tavuk gübresinin Cu, Zn, P, K ve  $\text{NO}_3\text{-N}$  içeriklerinde artışlar gözlenirken; mikrobiyal populasyon, C, OM ve suda çözünabilir Cu, Zn ve  $\text{NH}_4\text{-N}$  içeriklerinde azalmalar olduğunu belirtmişlerdir. Kompostlaştırma işleminde, kompost yığın sıcaklığının ortam sıcaklığına ulaşma süresi, 128. gününde gerçekleştiği bildirilmiştir. Başlangıç N miktarının % 58'lik kısmı kompostlaştırma işleminde

kaybedilmiş ve tavuk gübresi kompostunun değerini azaltmıştır. Bunun yanısıra, kompostun kompostlaştırılmayan tavuk gübresi ile kıyaslandığında, organik madde değerinin yüksek olması, kompostlaştırma ile çözünebilen bitki besin elementlerini daha stabil organik forma dönüştürerek tarım alanlarına uygulanmasını teşvik ettiğini bildirmişlerdir.

Tosun ve ark., (2003), yaptıkları çalışmada, Isparta'da yılda ortalama 27,000 ton civarında oluşan gül sanayi posalarının kompostlanabilirliğini incelemişlerdir. Bu amaçla, laboratuvar ölçekli kompostlaştırma işleminde, ısı yalıtımlı reaktörler kullanarak gözenek malzemesi oranının ve aşı türünün ayrışma verimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Kompostlaştırma süresince her bir reaktörde gerçekleşen sıcaklık profilleri farklı seyretmiştir. Maksimum sıcaklık seviyelerine (60-70 °C) 3-4 günde ulaşmışlar ve takriben 45 günde stabilizasyonun tamamlandığını tespit etmişlerdir. Her bir karıştırma sonrasında ulaşılan maksimum sıcaklıklar bir öncekinden daha düşük seviyede kalmıştır. Kompost materyalinin su içeriği, işlemler süresince %55-65 arasında devam etmiştir. Başlangıçta % 70 seviyesinde olan organik madde kapsamı ayrışma sonunda % 60 seviyesine düşmüştür. Karışımların C/N oranı 12-15 civarında iken, proses ilerledikçe azalmış ve stabilizasyon süresi sonunda 6.0-6.5 seviyesine düşmüştür. Çalışma sonuçları, kompostlaştırma işleminde kullanılan gözenekli malzeme oranının artmasıyla ayrışma veriminin arttığını göstermiştir. Alternatif katı atık uzaklaştırma yöntemi olarak gül atıklarının kompostlaştırılmasının, sadece bu tür endüstriyel atıklar için çevresel bir çözüm olmadığını, aynı zamanda ayrışma ürününün tarımsal uygulamalarda kullanımına imkân sağladığına dikkat çekmişlerdir.

Ekinci ve ark., (2004), kompostlaştırma işleminin biyolojik, kimyasal ve fiziksel bir işlem olduğundan kompost oluşumunda etkili olan birçok faktör bulunduğunu, bu faktörlerden özellikle nem, sıcaklık, C/N oranı, pH, parçacık büyüklüğü, porozite ve besin maddelerinin bu işlemin kolay, ekonomik ve koku oluşturulmadan yürütülmesinde büyük öneme sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Hachicha ve ark., (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 ton ha<sup>-1</sup> arasında arttırırken, sığır gübresindeki artış 30.5 ton ha<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Zeytin karasuyunun kullanılması ise toprak pH, EC ve fenol miktarını olumsuz yönden etkilememiştir.

Onursal (2006), gül posası ile tavuk gübresi karışımını C/N oranı açısından dengeleyecek karbon (C) kaynağını (saman veya talaş) belirlemek ve en iyi C kaynağı belirlendikten sonra maksimum kompostlaştırmayı sağlayacak optimum başlangıç C/N oranlarını belirlemek için birinci dereceden kompost kinetiği modelini kullanmıştır. İlk denemede kullanılan başlangıç C/N oranları; 10 (kontrol), 15 ve 20, II. denemede ise 15, 20, 25, 30 ve 35 olarak seçilmiştir. Kompostlaştırma işlemi, I. ve II. deneme için sırasıyla 30 ve 28 gün sürmüştür. Araştırmada nem içeriği (%), kül içeriği (%), pH, EC, toplam N değerleri ile O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> üretimi; kompost sıcaklıkları ve kuru madde kayıpları ölçülmüştür. Araştırmanın I. deneme sonuçlarına göre, gül işleme atıkları ve tavuk gübresi her iki karbon kaynağı talaş ve saman ile başarılı bir şekilde kompostlaştırılabilmiş, saman ilaveli karışımların organik madde içeriği, kuru madde kaybı ve kompost olgunluk oranı (mR) değeri açısından istatistiksel olarak daha başarılı olduğu belirlenmiştir. II. deneme sonuçlarına göre, başlangıç C/N oranı yaklaşık 30 olan karışım, organik maddedeki azalma, kuru madde kayıpları ve mR değerleri bakımından en iyi sonucu vermiştir. C/N oranının fonksiyonu olarak en yüksek ayrışma ise 0.0319 gün<sup>-1</sup> değeri ile C/N=30.24 olduğunda elde edilmiştir.

Tanugur (2009), kümes artıklarının farklı katkı malzemeleriyle kompostlaştırılması çalışmasını yürütmüştür. Tavuk artıklarının nem içeriğini ayarlamak ve bitki besin maddesi kaybını azaltmak için klinoptilolit, sepiyolit, pomza ve manyezit mineralleri, belirli oranlarda karıştırılmış ve kompost parametreleri incelenmiştir. Kompostlaştırmada 200 L hacimli 4 reaktör kullanılmıştır. Homojenliği sağlamak ve gerektiğinde su ilave etmek için artıklar belirli aralıklarla reaktör dışında karıştırılmış ve tekrar reaktörlere yerleştirilmiştir. Kompost periyodu süresince sıcaklık, pH, su içeriği, organik madde, azot ve fosfor parametreleri takip edilmiştir. Sonuçta, tavuk artıklarının kullanılan katkı malzemeleriyle kompostlaşabilirliği belirlenmiş, son ürünlerin tarımda kullanılabilmesi için ağır metaller ve patojen mikroorganizmalar açısından standartları sağladığı tespit edilmiştir. Doğal ve ucuz katkı malzemelerinin kullanılmasıyla tavuk artıklarının etkin bir şekilde kompostlaştırıldığı ve bu yüzden çevre kirliliğine yol açan kümes artıklarının bertaraf edilmesinin mümkün olduğu vurgulanmıştır.

Gençsoy (2010), Kentsel katı atıkların (KKA) havalandırılmalı kompostlaştırılmasında zeolit ve jips katkı maddelerinin kullanılmasının kompost prosesine ve son ürün kalitesine olan etkilerini araştırmıştır. Buna ilaveten, sera koşullarında, saksı denemesinde zeolit, jips içeren kompostların artan dozları (% 0, % 4,

% 8) uygulanmış ve mısır bitkisinde büyümesine etkileri araştırılmıştır. Kompostlaştırma işlemi üç aşamada sürmüştür. Çalışmanın birinci aşaması % 1, % 3, % 6 zeolit, ikinci aşaması % 0.2, % 0.6, % 1.8, % 5.4 jips ve üçüncü aşaması % 0.5, % 1, % 3, % 6 zeolit miktarları kaynağında ayrılmamış KKA uygulanmış ve içerisinde katkı maddesi olmayan kompost ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, zeolit ve jips karışımında poroziteyi arttırdığı; jips ve zeolit içeren reaktörlerde kompostlaştırma periyodunda daha etkin havalandırmanın sağlandığı bulunmuştur. Zeolitin kompost pH değerini az oranda düşürdüğü görülmüştür. Kompostlaştırmada ilave edilen zeolit ile tuzluluğun olumsuz etkisinin azaldığı ve zeolit doz miktarı arttıkça kompostta tuz seviyesinin de azaldığını tespit etmiştir.

Kayıkçıoğlu ve Okur (2012), çalışmasında deri sanayi arıtma çamurunun kompostlaştırılması sırasındaki biyokimyasal değişiklikler ve oluşan kompostun kalitesinin belirlenmesi ve bunun tarımsal kullanılabilirliğini ortaya koymuştur. 150 günlük kompostlaştırma işlemi sonucunda, oluşan kompostun EC 6.16 dS m<sup>-1</sup>, KDK 50.24 me100 g<sup>-1</sup>, CO<sub>2</sub>-oluşumu 1.48 mg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> gün<sup>-1</sup>, pH' sı 8.5, C:N oranı 8:1 olarak bulunmuştur. Toplam ağır metal kapsamları, kurşun (Pb) 39.75 mg kg<sup>-1</sup>, krom (Cr) 1097.5 mg kg<sup>-1</sup>, kadmiyum (Cd) 2.43 mg kg<sup>-1</sup>, kobalt (Co) 9.88 mg kg<sup>-1</sup> ve nikel (Ni) 23.53 mg kg<sup>-1</sup> düzeylerde tespit edilmiştir. Kompostta toplam Cr miktarı, Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen sınır değere yakın, diğer ağır metaller sınır değerlerin oldukça altında ortaya çıkmıştır. Çalışmasında fitotoksik etki de incelendiğinde, nihai kompostta tere (*Lepidium sativum* L.) tohumlarının çimlenmesinin gerçekleşmediğini göstermiştir. Kompost oluşum sürecinde biyolojik parametrelerde azalmanın gerçekleşmesi, kompostun stabil hale geldiğini göstermiştir ancak deri sanayi arıtma çamurundan elde edilen kompostun sınır değere yakın toplam Cr içeriği, fitotoksik etkisini göstermesi, yüksek pH ve EC değerlerinden dolayı tarım alanlarında kullanılmasının sakıncalı olduğu tespit edilmiştir.

Mihundu ve ark., (2013), Kentsel çevre evsel atıkların kompostlama süreci, kompostlama sırasında meydana gelen değişimler ve kompostlama ürünlerinin toprak ıslahı olarak kullanım açısından önem arz eden özelliklerini incelemiştir. Ağaç yaprakları, ot ve mısır samanıyla karıştırılmış taze sebze yaprakları (% 0, % 10, % 30 ve % 50 w/w), Harare'nin peri-kentsel alanlarında yaygın olan artıklardan oluşan büyük yığınlarda 7 farklı kompostlama karışımı yapılmıştır. Çalışma sonucunda, % 0 ve % 10 saman içeren karışımların en yüksek sıcaklık pikleri, 68°C ile 72°C aralığında olmuştur.

% 30 saman içeren karışımlar, 50°C (mısır) ve 52°C (çim) sıcaklık zirvelerine sahiptir. % 50 ot samanlı karışım 50°C'lik bir zirveye ulaşırken mısır samanlı karşılık gelen karışım termofilik sıcaklıklara ulaşmamıştır. pH, kompostlamadan önce 6.2 ile 6.8 arasında, kompostlamadan sonra ise 7.4 ile 7.8 arasında değişmiştir. Amonyum konsantrasyonu çeşitli zamanlarda zirve yapmıştır ancak 140. günde ihmal edilebilir konsantrasyonlara düşmüştür. Nitrat konsantrasyonu kompostlama ile 97. güne kadar artmış ve daha sonra kademeli olarak azalmıştır. Kompostlama ilerledikçe nitrojen konsantrasyonunda % 0.9'dan % 2.3'e genel bir artış olmuştur. Kompostlama ile organik % C ve C/N oranında da düşüşler gözlemlenmiş ve bu da kütle kaybı neden olduğunu ifade etmişlerdir.

Kızılkaya ve ark., (2014), atık fındık zurufunun mikrobiyal biyoteknolojik teknikler ile kompostlanması çalışmasında, ilk aşamada, zurufu karbon kaynağı olarak kullanan mikroorganizmaların izolasyonu gerçekleştirilmiştir. İzole edilen mikroorganizmalar moleküler teknikler ile tanımlanmış, laboratuvar koşullarında zurufu yüksek oranda kullanan mikroorganizmaların kültürleri oluşturulmuştur. İkinci aşamada, atık fındık zurufu, ilk aşamada oluşturulan mikroorganizma kültürleri ile aşılanmıştır. Aşılama sonunda en kısa süre içerisinde fındık zurufu kompostunun eldesini sağlamak için sıralı yığın kompostlama işleminde (windrow) ideal başlangıç nem ve karıştırma sıklığı (havalandırma) saptanmış ve ideal kompostlama koşullarında tarla denemeleri için yeterli miktarda fındık zurufu kompostu elde edilmiştir. Üçüncü aşamada ise, fındık zurufu kompostunun farklı lokasyonlarda fındık bitkisinin verim ve verim unsurları ile besin maddesi kapsamına etkileri, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine etkileri tarla denemeleri ile belirlenmiştir. Laboratuvar tipi prototip windrow kompostlayıcı ile serada kontrollü şartlar altında farklı nem içerikleri ile fındık zurufunun karıştırma sıklığında, izole edilip tanımlanan mikrobiyal kültürler ile yapılan aşılama sonunda ideal fındık zurufu kompostunun sağlanabilmesi için, % 60 nem içeriğinde, 24 saatte bir yapılan karıştırma sıklığı ile 60 gün sonunda fındık zurufunun kompostlanabildiği belirlenmiştir. Fındık zurufu kompostunun farklı dozlarının toprağa uygulanmasıyla, fındık bitkisinin verimi ve toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi amacıyla, farklı tekstürel özelliğe sahip iki farklı lokasyonda tarla denemeleri kurulmuştur. Denemeler sonunda, kumlu tın bünyeli toprakta, 1.25 ton da<sup>-1</sup> uygulama dozunun, killi

tın bünyeli toprakta ise, 2.5 ton da<sup>-1</sup> uygulama dozunun fındık verimi ve randımanı en yüksek seviyede artırdığı saptanmıştır.

Awasthi ve ark., (2016), yaptıkları bir çalışmada, arıtma çamuru ve buğday samanı kompostunda %10, 15, 30 (ıslak ağırlık), %1 (kuru ağırlık) dozlarında, zeolit ve kireç kullanarak, azot korunumu üzerindeki etkisinde (kontrole göre) sırasıyla, toplam azotu % 41.12, 43.17, 50.34 artırdığını bildirmektedir.

Chan ve ark., (2016), yaptıkları bir çalışmada, gıda atık ve talaş kompostunda % 10 dozunda, zeolit, MgO (0.05 M kg<sup>-1</sup>), K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (0.1 M kg<sup>-1</sup>) materyalleri kullanarak, azot korunumu üzerindeki etkisinde (kontrole göre), amonyak (NH<sub>3</sub>), % 18 azaldığını bildirmektedir.

Liu ve ark. (2017), yaptıkları pilot ölçekli bir çalışmada, tavuk gübresi ve buğday samanı kompostunda (C/N:20/1), bamboo biyokömürü kullanılarak % 5, 10, 20 (ıslak ağırlıkta) dozlarında, % 10 biochar ilavesiyle, organik madde bozulmasını geliştirdiğini ve amonyak ve sera gazı emisyonlarını azalttığını ve aşırı biyokömür ilavesiyle (% 10 üzeri), aşırı su kaybı ve ısı kaybından dolayı kompost prosesini olumsuz etkilediğini ifade etmiştir.

Wong ve ark., (2017), yapmış oldukları bir çalışmada, kompostlama sırasında azot kaybını kontrol ederek kompost kalitesini iyileştirilmesini incelemişlerdir. Amonyak emisyonu, kompostlama kütesinden kaynaklanan nitrojen kaybının ana yolunu temsil eder; bu nedenle çoğu çaba, amonyak emisyonunu kontrol etmeye yöneliktir. Substrat özellikleri, havalandırma/karıştırma, sıcaklık, pH ve mikroplar gibi amonyak emisyonunu etkileyen faktörler birbiriyle ilişkilidir ve bir parametrenin değiştirilmesi diğerlerini de etkileyecektir. Genellikle yöntem NH<sub>3</sub> azaltmak üzere böylece gübre süresini artırmak, kayıp organik bozunmasını azaltır. Kompostlamanın optimum koşulları göz önüne alındığında, proses modifikasyonları yoluyla nitrojen kaybını azaltmak için fazla yer yoktur. Böylece zeolit kullanılarak amonyakın adsorpsiyonu ve çökeltmesi ve strüvit oluşumu sırasıyla umut verici görünmektedir. İyi bir kompostlama sürecinde amonyak emisyonu kaçınılmazdır, ancak yenilikçi yaklaşımlarla azaltılabileceğini söylemiştir.

Duan ve ark., (2019), yaptıkları pilot ölçekli bir çalışmada, tavuk gübresi ve buğday samanı kompostunda (C/N:25/1), bamboo biyokömürü kullanarak % 0, 2, 4, 6, 8, 10 (KM) dozlarında, biyokömürün artan bir dozu, göreceli olarak bolluğu artırdığını

ancak mantar topluluğunun çeşitliliğini azalttığını ve sıcaklık, pH ve C/N oranı, mantar topluluğu ile korelasyonlarının önemli olarak görüldüğünü bildirmektedir.

Taheri-Soudejani ve ark., (2019), yaptıkları bir çalışmada, evsel katı atık kompostunda % 15 (ıslak ağırlıkta) dozunda, doğal zeolit, Mg-modifiyeli zeolit materyalleri kullanarak, azot korunumu üzerindeki etkisinde (kontrole göre), amonyum ( $\text{NH}_4$ ) sırasıyla % 64.5, 109.7 artırdığını bildirmektedir.

### 2.3. Kompostun Toprak Kalitesi Üzerine Etkileri ile İlgili Çalışmalar

Griffiths ve Jones (1965), atıkların toprağa ilave edilmeden önceki ayrışma derecelerinin, topraktaki agregasyona etkileri konusunda önemli bir etkiye sahip olduğunu, kompostlanmamış taze atıklardaki kolay ayrışabilir organik ögelerin etkisinin daha kısa süreli olduğunu, taze atıkların toprağa ilavesini takiben kısa bir gecikme fazının ardından artan mikrobiyal aktiviteye mantar liflerinin fiziksel sarılımı ve toprak tanelerini bir araya getirme yeteneğine sahip hücre dışı polisakkarit üretiminin eşlik ettiğini bildirmektedirler. Bu nedenle agregat stabilitesinde bir artış görüldüğünü, fakat genellikle bu artışın mikrobiyal popülasyondaki hızlı azalmaya eşlik eden polisakkaritlerin ve liflerin ayrışması ve bu işlemin sonucu yeni oluşmuş taneler arasındaki bağların kopması nedeniyle agregat stabilitesindeki artışın geçici olduğunu rapor etmişlerdir.

Tisdall ve Oades (1980), organik materyalin agregat dayanımı üzerine olan etkilerini değerlendirerek glikoz ve benzeri bileşiklerin agregat dayanımı üzerine etkilerinin ilk 2-3 hafta içerisinde oldukça güçlü olduğunu ancak 4 ile 6 ay sonrasında hızla azalma gösterdiğini ve agregat dayanımı üzerine selülozun en üst seviyedeki etkisinin 6 ile 9 hafta sonrasında görüldüğünü fakat etkinin polisakkaritler kadar güçlü olmadığını rapor etmişlerdir.

Bahtiyar (1981), ince ve kalın olarak öğütülmüş çöp kompostunun, hafif ve ağır bünyeli toprakların çeşitli fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Kompost uygulamasının toprakların hava geçirgenliğini, tarla kapasitesinde tutulan nem miktarını ve agregat stabilitesini artırdığını ortaya koymuştur.

Sauerback (1982), toprağa ilave ettiği organik madde kaynaklarının toprak organik karbon artışına etkisini sırasıyla yeşil gübre <saman <taze çiftlik gübresi <kompostlanmış çiftlik gübresi olarak belirlemiştir. Kompostlama esnasında kolaylıkla

ayrışabilir organik materyalin parçalanmasının daha fazla olduğunu ve bunun sonucunda kompostlanmış materyal toprağa ilave edildiğinde daha ileri düzeydeki ayrışmaya karşı taze materyalden daha dirençli olduğunu belirtmiştir.

Talashilkar ve Kadrekar (1984), yüksek kil içerikli topraklarda çiftlik gübresi, kompost ve çeltik artıklarının toprak özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve uygulanan bu organik artıkların toprağın agregasyonunu ve tarla kapasitesini artırdığını tespit etmişlerdir.

Toprağa organik materyal uygulamasının dolayısıyla, toprak organik maddesinin artırılmasının, toprağın su tutma kapasitesini artırdığı, hacim ağırlığını azalttığı, toprağın hidrolik iletkenliğini geliştirdiği ve toprak sıkışmasını azalttığını farklı araştırmacılar tarafından da kaydedilmiştir (Mathers ve Steward, 1980; Ohu ve ark., 1985).

Reddy (1991), kumlu tın bir toprakta hektara 10 ton yeşil gübre uygulaması sonucunda, hacim ağırlığında  $0.02 \text{ g cm}^{-3}$  ve toprak sıkışmasında 11.8 kPa azalmaya yol açtığını, buna karşılık infiltrasyon hızında ise  $0.4 \text{ cm h}^{-1}$  artış sağlandığını belirtmiştir.

Canbolat (1992), toprağa organik materyal olarak ilave edilen çiftlik gübresi ve buğday samanının toprağın organik maddesi, agregat stabilitesi ve geçirgenliği üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada, organik maddece fakir olan topraklara organik materyal uygulamasının toprağın organik madde miktarını, agregat stabilitesini ve toprak geçirgenliğini arttırıcı olarak toprağın fiziksel özelliklerini olumlu yönde düzeltici bir rol oynadığını belirtmiştir.

Hanay ve Yardımcı (1992), kaba ve ince bünyeli iki toprak çeşidinde kullandıkları çöp kompostu ve çiftlik gübresinin toprakların hacim ağırlığını önemli ölçüde ( $P < 0.01$ ) düşürdüklerini saptamışlardır. Aydın ve ark., (2000) yaptıkları benzer bir araştırmada, organik gübrelerin toprağın hacim ağırlığını özellikle de yüzey katmanlarında önemli derecede düşürdüğünü kaydetmişlerdir. Bu konuda yapılan başka çalışmalarda, elde edilen verileri destekler nitelikte olmuştur (Khaalel ve ark., 1981; Kenneth ve Jones, 1988).

Shiralipour ve ark., (1992), yaptıkları bir çalışmada topraklara kompost uygulaması sonucunda, toprak fiziksel özelliklerini geliştiren stabil organik madde sağladığını, bununla birlikte toplam gözeneklilik, agregat stabilitesi ve su tutma kapasitesi gibi özelliklerde artış görüldüğünü belirtmişlerdir.

Özbek ve ark., (1993), yüzey toprağında yeterli miktarda ayrılmış organik maddenin bulunması durumunda, bunun toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri

üzerine etkisinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Organik atıkların ayrışma ürünü olan humusun toprağın fiziksel durumu üzerine olan iyileştirici etkisinin tüm topraklarda görülmesine rağmen özellikle killi ve kumlu topraklarda daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Singh ve Singh (1993), sıcak ve ılıman bölgelerde toprağa bitki artıklarının bırakılmasının zaman içerisinde toprak organik maddesini arttırdığını, tınlı kum bünyeli bir toprakta 5-6 ton ha<sup>-1</sup> çeltik kalıntısının 5 yıl uygulanması sonrasında organik karbonun 0-15 cm derinlikte 3.6'dan 4.6 gr kg<sup>-1</sup> toprak değerine yükseldiğini belirtmişlerdir.

Canbolat ve Demiralay (1995) tarafından, Batı Iğdır Ovası'ndan alınan dört adet yüzey toprak örneğine (0-10 cm) organik materyal olarak çiftlik gübresi ve buğday samanını beş farklı düzeyde uygulamışlar ve altı haftalık uygulama süresi sonucunda örneklerin agregat stabilitesi, kırılma değeri ve briket hacim ağırlıkları tespit edilmiştir. İlave edilen organik madde miktarı arttıkça agregat stabilitesinde önemli derecede artışlar kaydedildiği, çiftlik gübresi ve buğday samanı ilaveli toprakların agregat stabilitesi ile briket hacim ağırlığı arasında ve agregat stabilitesi ile kırılma değerleri arasında önemli negatif ilişkiler olduğu tespit edilmiştir. Deneme topraklarının agregat stabilitelerinde sağlanan artışların çiftlik gübresine nazaran buğday samanı ilaveli topraklarda daha belirgin olduğu belirlenmiştir.

Kentsel katı atık kompostu organik madde içeriğinin ve diğer strüktür iyileştirici unsurların fazla olması nedeniyle bağlarda eğimli alanlarda erozyonun önlenmesi amacıyla toprak ıslah maddesi olarak başarı ile kullanılmaktadır (Özbek ve ark., 1995).

Anapalı ve ark., (1996), fiziksel özellikleri bozuk olan tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahından sonraki dönemde, farklı düzeyde organik artıklar olarak çiftlik gübresi ve şehir çöplerinden elde ettikleri kompostun toprağın fiziksel özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada her iki organik materyalin de toprakların kütle yoğunluğunu ve toprak porozitesini olumlu yönde etkilediğini, ancak bu etkinlik düzeyinin çiftlik gübresinde daha fazla olduğunu saptamışlardır. Aynı araştırmada çöp kompostu ve çiftlik gübresi uygulamalarının, toprakların su tutma kapasitelerini, hidrolik iletkenlik ve agregat stabilite değerlerini de önemli derecede arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Gajdos (1997)'a göre çiftlik gübresi ve kompost kullanılarak yürüttüğü araştırmalarında, hayvansal atıklar ve kompostun toprağa ve ürüne olan yararlılığını araştırmış ve hayvansal atıkların kompost materyali ile karıştırıldığı zaman, ürün artışını

normal kompostla aynı veya daha fazla arttırdığını belirtmiştir. Araştırmada kompost ve çiftlik gübresinin eşit miktarda ( $2.5 \text{ ton da}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ ) kullanılmasına karşın kompost uygulamasında daha yüksek hidrolik iletkenlik değerlerinin elde edilmiş olması, kompost uygulamasındaki daha yüksek miktardaki makro gözenek hacmi ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Flowers ve Lal, 1998).

Kompostun tarımda kullanılabilirliği araştırılırken, maksimum fayda elde etmek için çalışma alanı topraklarının yapısı, yetiştirilecek ürünün özellikleri ve birim alana verilecek kompost miktarının doğru belirlenmesi gerekmektedir. Usulüne göre tarımsal atıklardan oluşturulmuş kompostun dekara 3-6 ton uygulanması ile domates yetiştiriciliğinde üründe % 20 artış görülürken toprak hacim ağırlığı, porozite ve katı madde hacminde de benzer artışların sağlandığı bildirilmiştir (Anaç ve ark., 1999).

Zebarth ve ark., (1999), düşük verimliliğe sahip olan kumlu topraklara değişik organik atıkları ve materyalleri dört yıl boyunca bir tarla denemesinde uygulayan araştırmacılar, söz konusu toprakta organik madde miktarının arttığını, hacim ağırlığının azaldığını ve su tutulumunun kontrol toprağa göre arttığını, kation değişim kapasitesi ve toprak reaksiyonundaki değişimlerin ise uygulanan atıkların ya da materyallerin orijinal özelliklerine göre değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Aggelides ve ark., (2000), toprakların kimyasal özelliklerinin kompost uygulamasından olumlu etkilendiğini, organik madde, pH, elektriksel iletkenlik ve kation değişim kapasitesi değerlerinin kompost uygulamasıyla birlikte doğru orantılı olarak artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Aggelides ve Londra (2000), bir çalışmada, topraklara  $75, 150$  ve  $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  kompost uygulamasıyla sature hidrolik iletkenlik; tınlı toprakta % 32.5, % 53 ve % 95.5'lik bir artış ve killi toprakta ise % 55.3, % 97.4 ve % 168.4'lük bir artış gösterdiğini belirtmiştir. Değişik yeşil gübreleme uygulamaları sonucunda toprağın hem 0-15 cm hem de 15-30 cm'de toprak agregasyonunda ve hacim ağırlığındaki değişimler hidrolik iletkenlikte de görüldüğünü bildirmişlerdir.

Ağca ve ark., (2001), yapmış oldukları çalışmada, örtü altı domates yetiştiriciliğinde kimyasal gübre, çiftlik gübresi ve kentsel katı atık kompostu kullanmışlardır. Sonuç olarak toprakların farklı derinliklerinde (0-10 ve 10-20 cm) porozite, tuz ve organik madde içerikleri artarken, pH değerlerinde bir düşüşün olduğunu tespit etmişlerdir.

Caravaca ve ark., (2001), tarafından yapılan bir çalışmada, kil boyutundaki fraksiyonlarında % 1 organik karbon içeren ve strüktürel özelliğini büyük oranda

kaybetmiş olan semi arid iki bölge toprağına yıllık % 3 taze ve kompostlaşmış organik atık 2 yıl süreyle sera ortamında toplam 60 gr kg<sup>-1</sup> olmak üzere uygulanmıştır. Taze organik atık ilavesinin suya dayanıklı agregat stabilitesinde % 17 düzeyinde artış sağladığı, kompostlaşmış organik atık ilavesinin ise kil içeriğı yüksek olan topraklarda % 13 düzeyinde agregat stabilitesinde artış sağladığı belirlenmiştir. Her iki toprakta ince silt fraksiyonu içerisindeki organik karbon ve hümin maddelerdeki büyük artışın kompost ilavesi ile gerçekleştiğı bildirilmiştir.

Mineral gübreden daha iyi yararlanmayı sağlar. Kentsel katı atık kompostu kullanımının direkt etkilerinin yanında dolaylı olumlu etkileri de bulunmaktadır. Bunlardan birisi de bitki besin element döngüsünü iyileştirilmesidir. Kompost uygulanması ile fosfor fiksasyonu önemli ölçüde azalmaktadır. Bir diğer dolaylı etkisi ise toprağın KDK'sını artırmasıdır. Toprağın bu özelliklerinde görülen iyileşmeler materyalin etkinliğini de artırmaktadır (Güler, 2001).

Madejon ve ark., (2001), toprak enzimleri üzerine, kentsel katı atık, kâğıt endüstrisi atığı ve tarımsal atıklarla orman döküntü katmanının olgunlaştırılmasıyla elde edilen kompostun topraklara uygulanmasıyla toprakların enzimatik özelliklerinde (dehidrogenaz, üreaz vs) meydana gelen değişimleri araştırmışlar. Elde edilen sonuçlara göre, her üç organik atığında toprakların enzim aktivitelerini kontrole göre artırdığı belirlenmiştir. Ancak, kentsel katı atık uygulamasının inkübasyonun başında dehidrogenaz aktivitesini artırmasına karşın ilerleyen inkübasyon dönemlerinde azalttığı saptanmıştır. Bu üç organik atık birbiriyle karşılaştırıldığında üreaz aktivitesi dışındaki toprak enzimlerinde meydana gelen artış en fazla tarımsal atıklarla orman döküntü katmanının olgunlaştırılmasıyla elde edilen kompostun uygulamasından, üreaz aktivitesinde ise kentsel katı atık uygulamasından elde edilmiştir.

Le Villio ve ark., (2004), Fransa'daki en önemli organik toprak düzenleyici kaynakların çiftlik gübresi ve kompost olduğunu, toprakların organik madde içeriğinin artırılmasının tınlı topraklarda kabuk oluşumu ve erozyon gibi fiziksel degradasyonun kontrol edilmesinde önemli bir etkiye sahip olabileceğini bildirmişlerdir.

Cooperband (2004), yapmış olduğu bir çalışmada, kâğıt endüstri atığı olan kâğıt hamurunu toprağına uygulamış ve toprakların hacim ağırlığında azalma meydana geldiğini belirtmiştir.

Uzun veya kısa dönemli olarak topraklara çeşitli organik gübre uygulamaları sonucunda toprak strüktüründe iyileşmeler olduğu, strüktür göstergeleri olarak ölçülen agregat stabilitesi veya ağırlıklı ortalama çap değerlerinde artışlar meydana geldiği

yapılan araştırmalarda belirtilmektedir (Spaccini ve ark., 2004). Tejada ve Gonzales (2006)'e göre dayanıklı agregaların oluşunu ve toprak partiküllerinin flokülasyonu için organik maddenin birleştirici ve baēlayıcı olarak görev aldığını bildirmişlerdir.

Al-Widyan ve ark., (2005), Ürdün'de yaptıkları çalışmada zeytin katı atığı 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 tınlı topraēa % 8 zeytin katı atık kompostu ilavesi penetrasyon derinliğini ve su alımını sırası ile % 36.5 ve % 34.3 oranında arttırmıştır. Killi tınlı toprakta ise bu artış % 27.1 ve % 35 oranında olmuştur. Topraēın su tutma kapasitesi siltli tınlı toprakta % 10.3 ve killi tınlı toprakta % 16.5 oranında artmıştır.

Candemir (2005), Karadeniz yöresinde organik üretim atığı olarak yaygın bulunan fındık zurufu, çay ve tütün atıkları ile çiftlik gübresinin toprak düzenleyiciler olarak, ince ve kaba bünyeli topraklarda kullanılabilirliğini araştırdığı çalışmasında, topraēa uygulanan organik atıkların toprak kalite indeksleri olarak ele alınan bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler üzerine etkisini ve atıkların topraktaki etkinlik sürelerini belirlemiştir. Buna göre organik atıkların toprak özellikleri üzerine etkisinin tınlı kumlu bünyeli toprakta, killi bünyeli topraēa göre daha kısa süreli fakat daha etkin olduēu belirlenmiştir. Zuruf ve tütün atıklarını kaba bünyeli toprakların fiziksel özelliklerini uzun süreli iyileştirmek için, çay atığının ise ince bünyeli toprakların organik karbon ve elektriksel iletkenlik gibi kimyasal özelliklerini artırmak için kullanılabilecek en uygun organik atıklar olarak tavsiye etmiştir.

Özenç ve aycı (2005), peat, tavuk gübresini, fındık zuruf kompostu ve ahır gübresinin killi tınlı bünyeli bir topraēın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada organik materyaller 0, 12.5, 25, 50, 75 ve 100 ton ha<sup>-1</sup> olarak uygulanmıştır. Uygulanan tüm organik materyallerin topraēın fiziksel özelliklerini olumlu yönde etkilediēi belirlenmiştir. Fındık zuruf kompostunun fiziksel özellikler üzerine olumlu etkisinin özellikle 75 ton ha<sup>-1</sup> uygulamasında daha belirgin olduēu, keza yıllar içinde ikinci yıl sonu etkisinin birinci ve üçüncü yıllardan daha bariz olduēu belirlenmiştir. Bu nedenle araştırmacılar iki yılda bir fındık zuruf kompostunun uygulanmasının faydalı olacaēını belirtmişlerdir.

Yılmaz ve Alagöz (2005), sera şartlarında yürüttükleri çalışmada deēiřik kökene sahip üç adet organik materyalin topraēa uygulanması ile topraēın agregat oluşum ve

stabilitesi üzerine etkilerini araştırmışlar, organik materyal olarak soya küspesi (s.k, 2500, 5000 ve 10,000 kg ha<sup>-1</sup>), pamuk küspesi (p.k., 2500, 5000 ve 10,000 kg ha<sup>-1</sup>), ve ahır gübresi (a.g 10,000, 20,000 ve 40,000 kg ha<sup>-1</sup>) olmak üzere üç farklı dozda, 0-25 cm derinliğinden alınan ve saksılara doldurulan toprağa uygulamışlar ve sonuç olarak soya küspesi uygulaması ile agregat oluşumunda 8–4 mm boyuta sahip agregatlarda istatistiksel olarak pozitif yönde bir gelişme gözlemlendiği, pamuk küspesi uygulamasının toprağın agregat oluşumu üzerine olan etkisi 1-0.5 mm boyuta sahip agregatlarda istatistiksel olarak % 5 düzeyinde olduğu, ahır gübresi uygulamasının ise agregat oluşumu üzerine olan etkisi hiçbir agregat boyutunda istatistiksel olarak önemli olmadığı, fakat daha net bilgi için kullanılan organik materyallerin daha farklı seviyelerinin değişik inkübasyon sürelerinde farklı bünyeye sahip topraklarda da denenip etki düzeylerinin araştırılmasının faydalı olacağını bildirmişlerdir.

Alagöz ve ark., (2006), Organik materyal ilavesinin toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada sera şartlarında saksı denemesi olarak değişik kökene sahip üç adet organik materyali toprağa farklı dozlarda uygulamışlardır. Organik materyal olarak işlenmiş tavuk gübresi ve çöp kompostu 1250, 2500 ve 5000 kg ha<sup>-1</sup>, işlenmiş leonardit ise 100, 200 ve 400 kg ha<sup>-1</sup> olarak üç farklı dozda toprağa uygulanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, değişik kökene sahip organik materyallerin düzenli ve etkin bir biçimde kullanılması ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilebileceğinin mümkün olduğu görülmüştür. Uygulamalarda işlenmiş leonardit ve çöp kompostunun toprağın organik madde içeriği üzerine etkisinin artırıcı yönde olduğu, kullanılan organik materyallerin etkisinin genelde büyük boyuta sahip agregatların stabilitesinde önemli olduğunu ve büyük boyuta sahip agregatların stabilitesindeki artışın toprakların erozyona karşı hassasiyetlerinin azaltılmasını sağlayan önemli bir faktör olduğunu belirtmişlerdir.

Johnson ve ark., (2006), topraklara uyguladıkları dört farklı (0, 33, 66 ve 99 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) oranlarda kompostun toprak fiziksel ve kimyasal özellikleri ile nitrat ve fosfor yıkanmasına etkisini araştırdıkları çalışmada, 99 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> uygulamasının toprak hacim ağırlığını düşürdüğünü ve su tutma kapasitesini arttırdığını, ancak kök bölgesindeki toplam azot ve nitrat azotu yıkanması bakımında uygulamalar arasında fark olmadığı saptanmıştır. Araştırmada bütün kompost uygulamalarında yüzey akışı içindeki amonyum azotu miktarında artış olduğu belirtilmektedir.

Özenç ve ark., (2006), bazı organik atıkların, kompostlanmış fındık zurufu, peat, tavuk gübresi ve çiftlik gübresi, toprak pH'sı alınabilir fosfor ve KDK üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çiftlik gübresi ve tavuk gübresinin toprağın pH ve yarayırlı fosfor kapsamı üzerine etkili olduğunu, buna karşın fındık zuruf kompostunun ise toprağın kation değişim kapasitesi üzerine daha etkili olduğunu rapor etmişlerdir.

Çimen ve ark., (2007), fındık zuruf kompostunun, toprakların bazı kimyasal özellikleri ve toprak humik asiti üzerine etkilerinin belirlemesi amacıyla yürüttükleri bir çalışmada, 3 yıllık zaman içerisinde kompost uygulamalarının toprağın organik madde içeriğini ve toprak pH'sını dikkati çekecek düzeyde artırdığını, fındık zuruf kompostunun toprağın humik asit ve humik asit benzeri maddelerin yapısı üzerine etkisinin az olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, fındık zuruf kompostu uygulamalarının toprak gübrelemesi bakımından ekonomik avantaj sağlayacağını vurgulamışlardır.

Belediye katı atıklarından oluşturulan ve ağır metal içeriği bakımından birbirinden farklı iki kompost çeşidi 3 yıl süreyle hafif bünyeli toprakta buğday yetiştiriciliğinde kullanılmıştır. Bu materyallerin uygulanmasından kısa süre sonra toprağın organik maddesi, toplam porozite ve su tutma kapasitelerinde önemli artış olduğu, ancak zaman ilerledikçe mineralizasyondan ötürü toprak organik madde içeriğinde azalma olduğu ve uygulama öncesi düzeyine yaklaştığı belirtilmektedir (Weber ve ark., 2007).

Courtney ve Mullen (2008), iki farklı kompost çeşidinin 4 farklı oranlarda (0, 25, 50 ve 100 ton ha<sup>-1</sup>) toprak kalitesi ve arpanın büyümesine etkisini araştırdıkları çalışmada, bir sezonluk uygulama sonrasında 10 ton da<sup>-1</sup> kompost uygulamalarında kontrole göre istatistiki olarak önemli düzeyde organik madde içeriğinin arttığı ve hacim ağırlığının ise düştüğünü belirtmişlerdir.

Organik gübre kaynağı olarak kompost ve çiftlik gübresinin kullanıldığı bir diğer araştırmada, uygulamalardan 15 gün sonra bile hem çiftlik gübresi hem de kompost uygulamalarında 2 mm'den büyük makro agregatların % 200'den daha fazla arttığı belirtilmektedir (Wortmann ve Shapiro, 2008). Aynı araştırmada agregat stabilitesi açısından çiftlik gübresi ile kompost arasında belirgin bir fark olmadığı da belirtilmektedir.

Ercan (2008), tavuk gübresi kompostu ve zeolit (kliniktilolit)'in toprak özellikleri ve oğulotu (*Melissa officinalis* L.)'nin verim, morfolojik, agronomik ve kalite özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla bu çalışmayı yürütmüştür. Araştırma, deneme

toprağına artan dozlarda tavuk gübresi kompostu (50, 100, 150 ve 200 g saksı<sup>-1</sup>) ve artan dozlarda zeolit (50, 100 g saksı<sup>-1</sup>) farklı kombinasyonlarda uygulanmış ve tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak, deneme plastik sera koşullarında yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, en yüksek değerler genelde tüm parametrelerde, kontrol ile kıyaslandığında  $TGK_4 + Z_2 + \frac{1}{2} N$  (sıvı) ve  $TGK_4 + Z_2 + \frac{1}{2} N$  (üre) uygulamalarında elde edilmiştir. Hasat sonrasında deneme toprağından elde edilen sonuçlara göre, dozlar arttıkça pH değeri düşmüş, EC değeri artmıştır. Yine dozların artmasıyla birlikte, toplam azot, yarıyışlı fosfor, organik madde, makro ve mikro besin elementleri de artış göstermiştir.

Sellami ve ark., (2008), 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 direkt kullanımının dezavantajlarından birinin pirina ile ortama verilen C kaynağı arttığı için büyük miktarda N immobilizasyonu oluştuğunu belirlemişlerdir. Elde ettikleri kompostun toprağına ilavesi ile toprak verimliliğini önemli ölçüde iyileştirdiğini, kompostun patates bitkisinin büyümesine hiçbir olumsuz etkisi olmadığını tespit 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.

Tejada ve ark., (2008), yeşil gübre kompostu, şeker pancarı artıklarından oluşan kompost ve bu iki kompostun farklı oranlarda karıştırılması ile oluşturulan kompostları İspanya’da dört yıl süreyle toprak ıslahı için kullandıklarında, yeşil gübre kompostunun tek başına kullanıldığında toprak strüktür stabilite indeksini kontrole göre % 5.9 arttırdığını, hacim ağırlığını ise % 6.1 düşürdüğünü belirlemişlerdir.

Tejada ve Gonzales (2008) iki organik gübre kaynağı olarak pamuk artıklarından oluşan kompost ve tavuk gübresinin killi tın tekstüre sahip toprağına fiziksel özellikleri, toprak kaybı ve yüzey akışa etkilerini belirlemek amacıyla sürdürdükleri dört yıllık araştırma sonuçlarına göre, kompost ve tavuk gübresi kontrole göre agregat stabilitesinde sırasıyla % 21 ve % 17.8 artış, toprak kayıplarında ise sırasıyla % 29.2 ve % 25 oranında önemli azalmalar sağladığı tespit edilmiştir. Aynı araştırmacılar uygulanan organik materyal miktarı arttıkça agregat stabilitesinde de daha fazla artışlar olduğunu belirlemişlerdir. Killi tın bünyeli başka bir toprakta organik karbonun toprağına strüktür

stabilitesini % 70-90 oranında arttırabildiği savunulmaktadır (Mbagwu ve Bazzoffi, 1989).

Gümüş (2011), taze ve olgunlaşmış tavuk gübresinin biyo-fiziksel yararlılığına zeolit kullanımının etkisi belirlenmesi çalışmasında, taze tavuk gübresi (TTG) ve olgun tavuk gübresinin (OTG) biyo-fiziksel yararlılığına zeolit (Z) kullanımının etkisini belirlemek amacıyla tarla şartlarında deneme yürütmüştür. Araştırmadaki deneme konuları; kontrol, Z ( $150 \text{ kg da}^{-1}$ ), TTG ( $1000 \text{ kg da}^{-1}$ ), OTG ( $1000 \text{ kg da}^{-1}$ ), TTG+Z ( $1000 \text{ kg da}^{-1}+150 \text{ kg da}^{-1}$ ) ve OTG+Z ( $1000 \text{ kg da}^{-1}+150 \text{ kg da}^{-1}$ ) şeklinde olmuştur. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü yürütülmüştür. Test bitkisi olarak mısır bitkisi kullanılmıştır. Her iki yılda da zeolit uygulamasının toprak yüzeyinden meydana gelen azot kayıplarını istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilediği saptanmıştır. İlk yıl Z ve OTG+Z uygulamaları birinci sulama sonrası toprak yüzeyinden meydana gelen azot kaybını, % 28.87 ve % 16.96 oranlarında; ikinci sulama sonrası % 19.51 ve % 31.98 oranlarında azaltmışlardır. İkinci yıl ise; Z ve OTG+Z uygulamaları birinci sulama sonrası toprak yüzeyinden meydana gelen azot kaybını, % 11.58 ve % 29.91 oranlarında; ikinci sulama sonrası % 30.14 ve % 23.65 oranlarında azaltmışlardır. Yapılan uygulamalar toprağın fiziksel, kimyasal özellikleri ile mısır ve buğday bitkisinin verim unsurlarını olumlu yönde etkilemiştir. İlk yıl en yüksek mısır verimi, ( $1296.3 \text{ kg da}^{-1}$ ), ikinci yıl ( $1877.3 \text{ kg da}^{-1}$ ) OTG uygulamasında; ilk yıl en yüksek buğday verimi ( $108.44 \text{ kg da}^{-1}$ ) OTG+Z uygulamasında, ikinci yıl ( $240.36 \text{ kg da}^{-1}$ ) TTG uygulamasında elde edilmiştir.

Miller ve ark., (2012), saman ve ağaç yongası altlıklı besi sığırlarının taze ve kompost edilmiş gübrelerinin 11 yıl boyunca  $77 \text{ ton ha}^{-1}$  ve kontrol uygulamalarının kuru agregatların büyüklük dağılımı ve agregatlardaki bazı besin maddesi içeriklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada gübre uygulamalarının küçük agregatların miktarını arttırdığı, büyük agregatların miktarını azalttığı, keza geometrik ortalama çapın azaldığını ve rüzgâr erozyonuna hassas fraksiyonun miktarının arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, uzun süreli hayvan gübresi uygulamalarının agregatları toprak işlemeye bağlı olarak daha ufalanabilir ve rüzgâr erozyonuna daha müsait hale getirebileceğini rapor etmişlerdir.

Yüksel (2012), şehir katı atıklarından elde edilen çöp kompostunun xerofluvent toprakların fiziksel özelliklere etkisini incelediği bu çalışmayı, 2 yıllık tarla denemesi olarak yürütmüştür. Denemede kullanılan çöp kompostu İzmir Büyükşehir Belediyesi Uzundere kompost fabrikasından temin edilmiştir. Denemede 7 kompost dozu (0, 2, 4,

8, 10, 12 ve 16 ton da<sup>-1</sup>) ve 3 tekerrürlü olarak yürütmüştür. Kompost, fabrikadan alındığı haliyle kuru ağırlık üzerinden hesaplanarak parsellere uygulanmıştır. Parsellere kışlık arpa ekilmiş ve mineral gübre ilavesi yapılmamıştır. Hasattan sonra toprak örnekleri alınarak analizleri yapmıştır. İkinci yıl parsellere çöp kompostu veya herhangi bir gübre ilavesi yapılmadan sadece kışlık arpa ekilmiş ve hasat sonunda toprak örnekleri alınarak kompostun bakiye etkisi araştırılmıştır. Alınan toprak örneklerinde her iki yılda da agregat stabilitesi, hidrolik iletkenlik, hacim ağırlığı, porozite, saturasyon %'si, tarla kapasitesi, solma noktası gibi toprakların fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, katı atıklardan elde edilen çöp kompostu toprakların fiziksel özellikleri üzerine olumlu etkide bulunmuştur. Bu etki; hidrolik iletkenlik, hacim ağırlığı, saturasyon %'si ve tarla kapasitesi üzerine istatistiki olarak önemli iken agregat stabilitesi ve solma noktası üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Genel olarak parsellere verilen kompost dozu arttıkça kompostun toprak fiziksel özelliklerine etkisi daha belirgin olduğu vurgulanmıştır.

Çaycı ve ark., (2015), taze ve kompost edilmiş etlik tavuk gübrelerinin toprak agregasyonu ve bazı karbon formlarına etkileri çalışmasında, ilk aşamada taze tavuk gübresi ile çeltik kavuzu karışımını kompostlamaya tabi tutulmuştur. Hızlı kompostlama işlemi için başlangıçta C/N oranı yaklaşık 25 olarak belirlenmiştir. Kompostlama işlemi, kompost yığın sıcaklığı takribi üç ayın sonunda stabil hale gelince sonlandırılmıştır. Daha sonra taze ve kompost edilmiş tavuk gübrelerinin % 0, % 1, % 2, % 3 ve % 4 oranlarında toprakla karıştırılma işlemi ve 45 ve 90 günlük süreyle inkübasyon süresine bırakılmıştır. İnkübasyon dönemleri sonunda toprak örneğinde, suya dayanıklı agregat miktarı, su iletkenliği, havalandırma porozitesi ve yarayışlı su miktarı gibi toprak agregasyonu ile ilgili fiziksel toprak özellikleri ile organik karbon, partikül organik karbon, toplam azot, C/N oranı, pH ve EC gibi kimyasal toprak özellikleri belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, her iki gübrenin, yüksek organik karbon içeriğine bağlı olarak, karışımlardaki uygulama dozları arttıkça agregat stabilitesi, havalanma porozitesi ve su iletkenliğinin arttığı, buna karşın yarayışlı su miktarının azaldığı saptanmıştır. Her iki gübrenin artan dozları topraklarda organik karbon, partikül organik karbon, toplam azot miktarlarının artmasına neden olurken; toprak reaksiyonu üzerine gübrelerin etkisi dalgalı bir seyir göstermiştir. Toprak örneklerinde genelde kontrol toprağına yakın pH değerleri göstermiştir. Her iki gübre uygulaması EC değerlerini kontrol toprağına göre arttırmış, bu artış kompostlanmış tavuk gübresi kullanımında oldukça sınırlı düzeyde kalmıştır.

Depel ve ark., (2019), çeltik kavuzu ve tavuk gübresinin kompostlanması ve bunun tarımda kullanılabilirliği ile ilgili çalışma yürütmüştür. Çalışma sonucunda, kontrollü şartlarda kompostta inkübasyon süresinin 90 gün civarında tutulabileceğini tespit edilmiş ve başlangıç kompost için C/N oranının da yaklaşık 20-25 olmasının uygun olduğu belirtilmiştir. Kompostun tarla denemesinde patates bitkisinde ve toprakta etkileri de çalışmada değerlendirilmiştir. Toprak verimliliği açısından değerlendirildiğinde, suyla doygunluk, EC, pH, organik madde, bitki elementleri (N, P ve K), Ca ve Mg değerlerinde artış gözlenmiştir. Bitkiye yararlı mikro elementlerde (Fe, Cu, Mn ve Zn) değerlerinde az olduğu belirlenmiştir. Patates yumru verimleri bakımından C/N oranı 20 olan kompost uygulamasında, 2016 yılı en yüksek 5196 kg da<sup>-1</sup> iken, 2017 yılı en yüksek 5119 kg da<sup>-1</sup> elde ettiğini belirtmişlerdir.

#### **2.4. Kompostun Bitki Gelişimi ve Verimi Üzerine Etkileri ile İlgili Çalışmalar**

Bitkinin toprakta iyi bir gelişim sağlayabilmesi, diğer koşulların yanında önemli derecede yetiştiği toprak ortamının fiziksel özellikleri ile ilişkilidir. Toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirmede ve sürekliliğini sağlamada en fazla başvuru yöntemlerinden biri ise organik materyallerin uygulanmasıdır (Bender ve ark., 1998).

Topçuoğlu ve ark., (2001), örtü altı domates yetiştiriciliğinde toprağa uygulanan arıtma çamuru, kentsel katı atık kompostu ve ahır gübresinin etkilerini incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Sonuç olarak; her üç organik materyalin uygulama düzeylerine bağlı olarak kuru madde miktarı, N, P, K ve Mg içeriklerini artırdığı ve bitki beslenmesine önemli katkı sağlandığı belirlenmiştir.

Aydın ve ark., (2001), iki yıl devam eden çalışmalarında kompost (2, 4, 6, 8 ton da<sup>-1</sup>), çiftlik gübresi (8 ton da<sup>-1</sup>) ve kontrol uygulamalarının domates yetiştiriciliğinde verim artışına etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak domateste ortalama verimin kimyasal gübreleme ile % 61, çöp kompostu ile % 39-107, çiftlik gübresi ile % 54 arttığını belirlemişlerdir.

Sağlam ve ark., (2004), kompost edilmiş muz bitkisi atıklarının toprak düzenleyicisi olarak kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Yaprak ve gövde atıkları ayrı ayrı kompost edilerek toprağa artan oranlarda karıştırılarak 90 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Çalışmada her iki maddenin birbirinden tamamıyla farklı olduğu, kompost edilmiş gövde atıklarının agregat dayanıklılığını, tarla kapasitesini, sürekli solma noktasını ve mikro por hacmini artırırken, kompost edilmiş yapraklardan

oluşan ortamın havalanma boşluklarını ve makro por hacmini arttırdığını, bununla beraber, sonuç olarak kompost edilmiş muz bitkisi atıklarının toprak fiziksel özelliklerini önemli ölçüde iyileştirmedeğini belirtmişlerdir.

Hachicha ve ark., (2006), tavuk gübresi ve zeytinyağı artıkları ile kompost yaparak bunların patates bitkisi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kompostun, C: N oranı, 15-17 arasında ve besin maddelerince zengindir ve fitotoksik etkisi bulunmamaktadır. Kompost uygulaması patates verimini 31.5-35.5 ton ha<sup>-1</sup> arasında arttırırken, sığır gübresindeki artış 30.5 ton ha<sup>-1</sup> bulunmuştur. Zeytin karasuyunun kullanılması ise toprak pH, EC ve fenol miktarını olumsuz etkilememiştir.

Alagöz ve Yılmaz (2009), üç farklı organik materyalin agregat oluşumu ve stabilitesi üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Sera koşullarında saksı denemesi olarak kurulan çalışmada, toprağa spesifik kimyasal özelliklere sahip çeşitli karbon kaynaklarını uygulamışlardır. Uygulamalar K-Humate (KH, 25, 50 ve 100 kg ha<sup>-1</sup>), konsantre bitki ekstraktı (KBE, 50, 100, 200 kg ha<sup>-1</sup>) ve melastan (M, 50, 100, 200 kg ha<sup>-1</sup>) oluşmaktadır. Yedi aylık bir inkübasyon süresinden sonra, agregat oluşumu ve agregatların stabilitesi kuru eleme sonucu belirlenen yedi agregat fraksiyonunda belirlenmiş ve bunların farklı karbon kaynakları ile olan ilişkileri incelenmiştir. KH' nin agregat oluşumu üzerine olan etkisi 2-1 mm agregatlarda ( $p<0.05$ ) ve 0.5-0.25 mm agregatlarda önemli olmuştur. Melastan agregat oluşumu üzerine etkisi hiçbir agregat boyutunda önemli olmazken, KBE nin agregat oluşumu üzerine olan etkisi 0.5-0.25 mm agregatlarda ( $p<0.05$ ) önemli olmuştur. KH nin agregat stabilitesi üzerine etkisi 8-4 mm ve 1-0.5 mm agregatlarda önemli bulunurken ( $p<0.01$ ), KBE' nin etkisi 0.5-0.25 mm agregatlarda önemli olmuştur ( $p<0.05$ ).

Zengin ve ark., (2010), İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kemerburgaz kompost tesisinde üretilen kompostun Karaman ilinde elma bahçeleri topraklarının bazı kimyasal özellikleri, ağır metal içeriği, ağaçların gelişimi ve besin elementi ile ağır metal alımına etkileri belirlenmiştir. 2006-2008 yılları arası üç yıl süre yürüttükleri denemede artan dozlarda (0, 10 ve 30 kg ağaç<sup>-1</sup>) uygulanan kompostun, toprağın 0-30 cm ve 30-60 cm'lik derinliklerinde kontrole göre EC, organik madde, P, S, Fe, Zn, Cu ve Mn içeriklerini önemli düzeylerde artırdığını belirlemişlerdir. Bu artışlar toprağın 0-30 cm derinliğinde 30-60 cm'ye göre daha fazla olmuştur. Kompost uygulaması ile söz konusu besin elementlerinin elma ağaçları yapraklarındaki kapsamı da önemli düzeylerde artmış olup ağaçlarda görülen Fe ve Zn noksanlıkları giderilmiştir. Kompost kullanımı ile toprak ve yaprakta Ni, Cd ve Pb miktarları önemli düzeylerde artmış olmakla birlikte

ilgili yönetmeliklerde izin verilen düzeylere çıkmamıştır. Kompost uygulaması ile meyve verimi, ortalama meyve ağırlığı, ortalama meyve çapı, meyvede P, S, Fe, Zn, Cu ve Mn artarken, Cd, Cr, Ni ve Co kapsamaları azalmıştır. Gıda Kodekslerinde taze meyveler için verilen sınır değerlerine göre üç bahçede de üç yıl üst üste kompost uygulanan ağaçların meyvelerindeki ağır metal kapsamalarının izin verilebilir miktarların yaklaşık % 1-3'ü kadar olduğunu belirlemişlerdir. Yöre çiftçileri tarafından uygulanan kimyasal gübrelerin yarı dozu ile birlikte verilen 30 kg kompost ağaç<sup>-1</sup> dozu en fazla meyve verimini sağlamıştır. Araştırmacılar meyve ağaçlarına kompost uygulaması ile kimyasal gübre kullanımının % 50 civarında azaltılabileceğini bildirmişlerdir.

Doan ve ark., (2015), yapmış oldukları bir çalışmada, bamboodan elde edilen biyokömür kullanılarak biyokömür + olgun kompost kombinasyonunda mısır bitkisinde bitki büyümesini ve verimini artırdığını söylemektedir.

Demirtaş ve ark., (2016), domates yetiştiriciliğinde kentsel katı atık kompost kullanımının verim kalite ve ağır metal kirliliği üzerine etkileri üzerine bir çalışma yürütmüştür. Sera koşullarında kentsel katı atık kompostun farklı dozlarında (0-2-4-6-8-10 t da<sup>-1</sup>) uygulanmasında domates bitkisinin verimine, kalitesine ve ağır metal içeriklerine etkileri araştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre; kentsel katı atık kompost uygulamaları, uygulama düzeyine bağlı olarak verimi ve kalite kriterlerinden meyve suyu EC'sini, titre edilebilir asitliğini likopeni ve suda çözünebilir kuru madde miktarını kontrole göre artırmıştır. Bunun yanı sıra meyve ve toprak ağır metal içerikleri izin verilebilir sınır değerleri aşmamıştır. Kentsel katı atık kompostunun ağır metal içeriği izin verilebilir sınır değerlerini aşmamak şartıyla, verim üzerinde 2-4 t da<sup>-1</sup> dozunun tarımsal üretimde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Qayyum ve ark., (2017), yapmış oldukları bir çalışmada, bahçe turbasından elde edilen biyokömür kullanılarak biyokömür bazlı kompost kombinasyonunda buğday bitkisinde verim üzerine etkisinde tahıl verimini % 27'ye kadar artırdığını bildirmektedir.

Oldfield ve ark., (2018), başka bir benzer çalışmada, meşe kalıntısından elde edilen biyokömür kullanılarak biyokömür bazlı kompost kombinasyonunda üzüm bitkisinde verime etkisinde mineral gübre uygulamasına kıyasla verimin % 50'i artırdığını bildirmektedir.

### 3. MATERYAL-YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırma yerinin tanımı

Karapınar ilçesi, Konya-Ereğli yolu üzerinde, Konya'ya 95. km mesafede, nüfusu 50,304 ve yüzölçümü 4,315 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplamaktadır. Kuzeyi ve batısı Konya ovasının devamı niteliğinde, doğuda Karacadağ, güneyde ise Andıklı, Küçük ve Büyük Tartan tepeleri ile çevrilidir (Şimşekli, 2012).

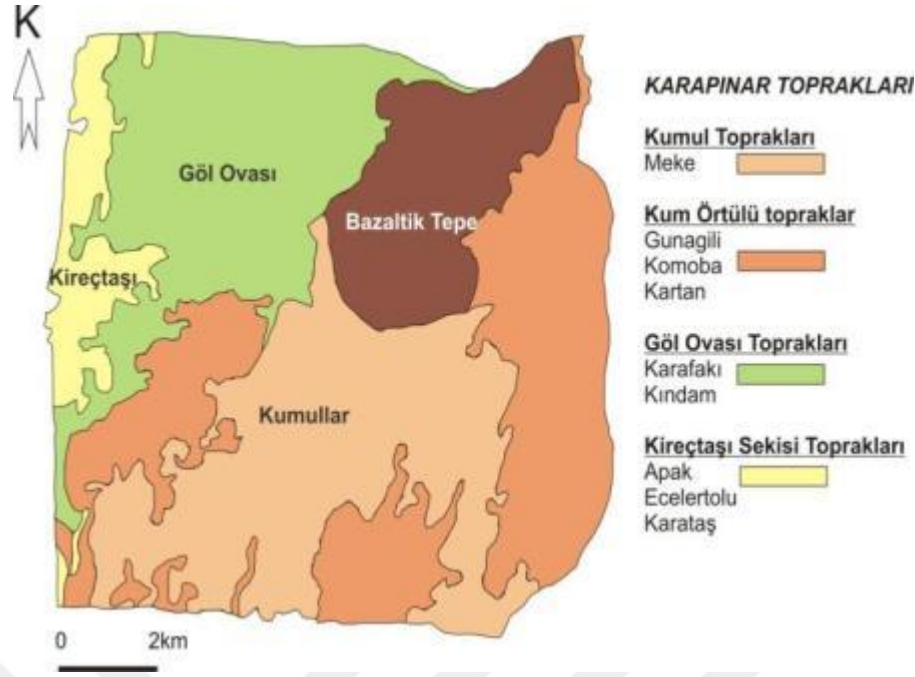
1960'lı yıllardan günümüze kadar koruma altında bulunan Karapınar ÇEAM arazisi deneme yeri olarak planlanmıştır (Şekil 3.1). Deneme yeri, tarım arazisinde sulu koşullarda yürütülmüştür.



Şekil 3.1. Karapınar ÇEAM arazisi deneme yeri

##### 3.1.2. Araştırma yerinin toprak özellikleri

Karapınar'daki topraklar eski göl depozitleri üzerinde oluşmuş çoğunlukla alüviyal kökenlidir. Topraklar genellikle ABD Toprak Sınıflandırmasına göre (Soil Survey Staff, 2006) İnceptisol ve Entisol, Dünya Kaynak Veritabanına göre (WRB, 2006) Calcisol, Cambisol ve Leptosol sınıflarına girmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Karapınar’da yer alan toprak serileri (Groneman, 1968; Akça, 2001)

Bu çalışmada deneme yerinde 3 noktadan alınan örneklerde (0-20 cm derinlik) toprak örneklerinin analiz verileri aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Deneme yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analizleri

| S.No | % Suyla doy. | pH   | EC dS m <sup>-1</sup> | % Tuz | % CaCO <sub>3</sub> | % Organik madde | Fosfor P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/da | Potasyum K <sub>2</sub> O kg/da | % Kum | % Kil | % Silt | Bünye sınıfı | KDK meq 100g <sup>-1</sup> |
|------|--------------|------|-----------------------|-------|---------------------|-----------------|--------------------------------------------|---------------------------------|-------|-------|--------|--------------|----------------------------|
| 1    | 48.4         | 7.69 | 0.206                 | 0.01  | 53.87               | 0.72            | 4.24                                       | 115.41                          | 61.88 | 22.62 | 15.50  | SCL          | 10.66                      |
| 2    | 47.96        | 7.63 | 0.232                 | 0.01  | 55.30               | 0.65            | 6.27                                       | 115.55                          | 66.02 | 22.62 | 11.37  | SCL          |                            |
| 3    | 48.62        | 7.64 | 0.222                 | 0.01  | 55.16               | 1.64            | 5.74                                       | 115.32                          | 63.95 | 20.55 | 15.50  | SCL          |                            |
| ort. | 48.33        | 7.65 | 0.220                 | 0.01  | 54.78               | 1.01            | 5.42                                       | 115.43                          | 63.95 | 21.93 | 14.12  | SCL          | 10.66                      |

Çizelge 3.1’de denemenin yapılacağı sahadaki toprakların kumlu killi tın, alkali ve kireç oranının yüksek, yarıyışlı fosforun düşük, alınabilir potasyumun yeterli ve organik maddesinin de az olduğu görülmektedir.

### 3.1.3. Araştırma yerinin iklim özellikleri

Bölgenin iklimi yarı-kurak karasal olarak tanımlanır ve yazları kurak ve sıcak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Kar yağışı genellikle ocak ve şubat aylarında gerçekleşmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 275’mm’dir ve bunun % 40’ı kış aylarında düşmektedir. Temmuz ayı ve Eylül ayı arası yağış, ortalama 15 mm’dir

(Şimşekli, 2012). Bölgede yaz aylarındaki aşırı yüksek sıcaklık, yıl boyunca toprak profilinde düşük nemin olması, toprakta organik madde miktarının azlığına ve sonuçta toprak kalitesine olumsuz etkiler oluşturmaktadır (Bot ve Benites, 2005). Sıcaklık farkı nedeniyle bitki örtüsünde oluşan bu azalmalar, toprakta olan organik madde döngüsünün azalması nedeniyle, arazi tahribatı, çölleşme ve sonuçta rüzgâr erozyonunu artırıcı rol almaktadır (Şimşekli, 2012).

Yağışların yıl içinde dağılışı ve miktarının, toprak nemi, bitki verimliliği, topraktaki agregatlaşma ve organik madde miktarı açısından önemi büyüktür. Yağışı fazla ve dağılımın düzgün olduğu yerlerde toprak yüzeyi her zaman vejetasyonla kaplı, toprak daima nemli ve toprak organik madde döngüsü de her zaman iyi olmaktadır. Fakat İç Anadolu bölgesinde özellikle tarım yapılan bu arazilerde yağışın düzensiz ve yetersiz olması organik madde döngüsünün azalmasına ve bu alanların sürekli tahribatı nedeniyle bozunum sürecini hızlandırmış, sonuçta çölleşmenin bir göstergesi olan rüzgâr erozyonu etkin hale gelmiştir (Şimşekli, 2012). Araştırma yerinin son 4 yıllık bazı iklim verilerine ilişkin ortalama değerler aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7) (MGM, 2021).

Çizelge 3.2. Araştırma yeri 4 yıllık (2017-2020 arası) aylık ort. mak. sıcaklık verileri

| Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C) |      |       |      |       |       |         |        |         |       |      |       |        |
|---------------------------------------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|------|-------|--------|
| Yıl/Ay                                | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık |
| 2017                                  | 1.0  | 7.0   | 13.7 | 18.5  | 22.7  | 27.6    | 32.6   | 31.4    | 30.7  | 20.1 | 12.9  | 11.2   |
| 2018                                  | 5.9  | 13.4  | 18.0 | 21.3  | 25.9  | 29.7    | 32.2   | 31.7    | 27.9  | 21.3 | 13.7  | 7.8    |
| 2019                                  | 5.8  | 9.9   | 12.9 | 16.0  | 25.0  | 29.0    | 29.8   | 29.9    | 26.5  | 23.4 | 16.4  | 7.5    |
| 2020                                  | 4.7  | 8.3   | 13.9 | 17.4  | 23.9  | 28.1    | 32.3   | 31.0    | 30.4  | 25.7 | 11.6  | 10.9   |

Çizelge 3.3. Araştırma yeri 4 yıllık (2017-2020 arası) aylık ort. min. sıcaklık verileri

| Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık (°C) |      |       |      |       |       |         |        |         |       |      |       |        |
|--------------------------------------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|------|-------|--------|
| Yıl/Ay                               | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık |
| 2017                                 | -8.1 | -6.2  | 0.3  | 3.1   | 8.5   | 11.8    | 14.5   | 15.5    | 10.2  | 3.6  | 0.0   | -1.2   |
| 2018                                 | -1.8 | 0.3   | 3.5  | 4.3   | 9.7   | 12.7    | 16.0   | 14.1    | 10.1  | 5.3  | 1.0   | -0.2   |
| 2019                                 | -4.9 | -1.4  | -0.8 | 3.1   | 8.9   | 13.3    | 13.9   | 14.8    | 9.3   | 6.1  | 0.9   | 0.0    |
| 2020                                 | -3.0 | -2.0  | 0.5  | 3.8   | 7.4   | 11.4    | 15.3   | 11.9    | 12.1  | 6.6  | -1.6  | -1.4   |

Çizelge 3.4. Araştırma yeri 4 yıllık (2017-2020 arası) aylık ort. nispi nem verileri

| Aylık Ortalama Nispi Nem (%) |      |       |      |       |       |         |        |         |       |      |       |        |
|------------------------------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|------|-------|--------|
| Yıl/Ay                       | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık |
| 2017                         | 83.2 | 73.0  | 64.9 | 55.0  | 56.8  | 55.3    | 35.7   | 48.1    | 35.4  | 53.4 | 72.9  | 70.7   |
| 2018                         | 77.8 | 63.1  | 52.8 | 50.8  | 55.5  | 47.3    | 36.8   | 35.3    | 39.6  | 61.8 | 72.0  | 83.1   |
| 2019                         | 80.1 | 75.5  | 63.4 | 67.5  | 49.9  | 53.6    | 45.5   | 48.2    | 50.2  | 60.1 | 71.8  | 87.1   |
| 2020                         | 84.0 | 77.1  | 70.2 | 61.9  | 53.6  | 48.5    | 40.5   | 37.3    | 47.1  | 50.7 | 75.1  | 75.2   |

Çizelge 3.5. Araştırma yeri 4 yıllık (2017-2020 arası) aylık ort. rüzgâr hızı verileri

| Aylık Ortalama Rüzgâr Hızı (m/s) |      |       |      |       |       |         |        |         |       |      |       |        |
|----------------------------------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|------|-------|--------|
| Yıl/Ay                           | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık |
| 2017                             | 2.1  | 1.8   | 2.2  | 2.1   | 2.2   | 2.0     | 2.3    | 2.1     | 1.5   | 1.8  | 1.4   | 2.2    |
| 2018                             | 2.4  | 2.0   | 2.7  | 1.9   | 1.7   | 1.9     | 2.4    | 2.2     | 1.9   | 1.6  | 1.7   | 2.1    |
| 2019                             | 2.6  | 1.9   | 2.4  | 2.2   | 2.0   | 2.2     | 2.5    | 2.4     | 1.8   | 1.5  | 1.3   | 1.9    |
| 2020                             | 2.2  | 2.7   | 2.2  | 2.1   | 2.5   | 2.1     | 2.3    | 2.2     | 1.7   | 1.9  | 1.8   | 1.7    |

Çizelge 3.6. Araştırma yeri 4 yıllık (2017-2020 arası) aylık ort. sıcaklık verileri

| Aylık Ortalama Sıcaklık (°C) |      |       |      |       |       |         |        |         |       |      |       |        |
|------------------------------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|------|-------|--------|
| Yıl/Ay                       | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık |
| 2017                         | -3.3 | 0.0   | 6.8  | 10.7  | 15.5  | 19.8    | 24.3   | 23.4    | 20.5  | 11.6 | 5.6   | 4.3    |
| 2018                         | 1.9  | 6.4   | 10.4 | 12.9  | 17.3  | 21.3    | 24.3   | 23.4    | 19.2  | 12.9 | 6.9   | 3.4    |
| 2019                         | 0.3  | 3.9   | 5.9  | 9.5   | 17.5  | 21.3    | 22.2   | 22.6    | 18.1  | 14.4 | 7.9   | 3.3    |
| 2020                         | 0.5  | 2.9   | 7.0  | 10.7  | 16.0  | 20.2    | 24.4   | 22.1    | 21.3  | 16.1 | 4.5   | 4.2    |

Çizelge 3.7. Araştırma yeri 4 yıllık (2017-2020 arası) aylık toplam yağış verileri

| Aylık Toplam Yağış (mm=kg/m <sup>2</sup> ) |      |       |      |       |       |         |        |         |       |      |       |        |
|--------------------------------------------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|------|-------|--------|
| Yıl/Ay                                     | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık |
| 2017                                       | 12.2 | 2.2   | 77.2 | 52.6  | 42.6  | 42.8    | 0.0    | 29.4    | 0.0   | 26.0 | 63.8  | 15.8   |
| 2018                                       | 89.6 | 11.4  | 47.6 | 22.6  | 34.0  | 30.4    | 3.4    | 0.0     | 8.6   | 35.4 | 37.4  | 71.4   |
| 2019                                       | 56.4 | 34.6  | 31.2 | 42.6  | 21.8  | 13.2    | 2.4    | 19.8    | 13.4  | 13.8 | 31.0  | 142.6  |
| 2020                                       | 62.2 | 36.6  | 41.8 | 12.6  | 18.4  | 7.2     | 0.0    | 0.0     | 4.2   | 6.4  | 23.8  | 31.6   |

### 3.1.4. Kompostta kullanılan bitki artıkları ve tavuk gübresi

Denemede kompost materyalinde tarımsal bitki artıklarında mısır ve ayçiçek artıkları ve hayvansal artık olarak tavuk gübresi kullanılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan bitki artıkları, denemeye yakın tarım arazisinde hasat sonrası kalan mısır ve ayçiçek artıklarından temin edilmiştir. Mısır artığı nemi % 9, ayçiçek artığı nemi % 11 olarak bulunmuştur.

Kullanılan mısır artığı materyalin kül fırınında organik maddesi % 89.00 bulunmuştur. Dumas metoduna göre C % 91.30, N % 0.67 ve C/N oranı 136.27 olarak hesaplanmıştır. Kullanılan ayçiçeği artığı materyalin kül fırınında organik maddesi %

49.67 bulunmuştur. Dumas metoduna göre C % 76.90, N % 0.76 ve C/N oranı 101.18 olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan tavuk gübresi, Konya İttifak Holding A.Ş. Yumurta Çiftliği Tesisinde yarka yetiştirme kümesleri bölümünden temin edilmiştir. Kullanılan tavuk gübresi materyalin kül fırınında organik maddesi % 75.00 bulunmuştur. Dumas metoduna göre C % 43.50, N % 6.08 ve C/N oranı 7.15 olarak hesaplanmıştır. Tavuk gübresinin nemi % 50.59, kireç % 16.78 olarak bulunmuştur.

Yumurta tavuğu gübresi yataklıklı (15 günlük), C/N oranı 6.80 civarındadır (İnal ve ark., 1996). C/N oranını dengelemek için tavuk gübresinin bitkisel atıklarla birlikte kompostlaştırılması en uygun çözüm yolunu oluşturmaktadır. Kompostlaştırma için C/N oranı 25-30 ve su içeriği % 50 – 60 aralığında olması gerekmektedir. Kompostlaştırma tekniğinde tavuk gübresindeki azot kaybını azaltmayı engellemek için adsorbe edici, leonardit, klinoptilolit ve biyokömür gibi farklı materyallerin de ilave edilmesi düşünülmüştür.

### **3.1.5. Kompostta kullanılan zenginleştirme materyalleri**

Denemede tavuk gübresindeki azot kaybını azaltmak için adsorbe edici olarak biyokömür, leonardit ve klinoptilolit olmak üzere 3 farklı materyal kullanılmıştır. Bu düzenleyicilerin ortak olumlu özellikleri toprak kalitesini fiziksel, kimyasal ve biyolojik aktivite yönünden iyileştirmeleridir.

Toprak kimyasında adsorpsiyon önemli bir reaksiyon olayıdır. Adsorpsiyon çözültiden alınan iyon ve moleküllerin, sert bir madde yüzeyine sarılması anlamındadır veya bir maddenin çözünebilir iyon ve moleküllerinin, çözelti vasıtasıyla diğer madde yüzeyine alınması olarak tanımlanabilir (Stumm 1992).

Adsorplama gücü yüksek olan bazı doğal katılar, kömürler, killer, klinoptilolitler ve çeşitli metal filizleri şeklinde sıralanabilir (Kutluca, 2007).

#### **3.1.5.1. Biyokömür**

Kompostlamada azot kaybını gidermede adsorblayıcı materyal olarak, iğde ağacı budama artıklarından elde edilen biyokömür materyali kullanılmıştır. İğde ağacı azot bağlama özelliğinin oldukça yüksek olması ve Karapınar deneme arazisinde oldukça yaygın olan bir bitki olması nedeniyle tercih edilmiştir.

İğde ağacı budama artıklarından biyokömür üretiminde, 5 aşamada piroliz işlemi gerçekleştirilmiştir. 1.aşama:16 saat süreyle 0-170 °C arası kurutma işlemi, 2.aşama: 4 saat süreyle 170-230 °C arası-kademeli olarak ısıyı arttırma işlemi, 3.aşama: 8 saat süreyle kademeli olarak 230 °C’de karbonizasyon işlemi süreci başlatılmıştır ve 450 °C sıcaklığa ulaşılmıştır. Bu aşamada kırılğan, gözenekli bir biyokömür eldesi için karbonizasyon süreci 230 °C’de başlatılmıştır. 4.aşama: 450 °C’de fırın kapatılmıştır. Yaklaşık olarak 4-5 saat arası sıcaklık 350 °C’ye düşürülmüştür. 5.aşama: 12 saat süreyle 350 °C’de fırından çıkartılıp oda sıcaklığına kadar soğutmaya bırakılmıştır. Biyokömür üretiminde, (LECO Corporation, 2003) cihazı ile Dumas metoduna göre yapılan analizde C % 78.90; N % 2.70; C/N 29.22 olarak ölçülmüştür (Mücevher ve ark., 2018). Biyokömürün nemi % 11, pH 6.91, EC dS m<sup>-1</sup> 0.43, kireç % 2.50, KDK meq 100g<sup>-1</sup> 11.04 olarak bulunmuştur.

### 3.1.5.2. Leonardit

Doğada pek çok organik materyal belirli düzeylerde hümik madde içeriğine sahiptir. Humik asit oranı en yüksek olan materyallerden birisi de leonardittir. Leonardit, yüksek oranda humik asitler ile karbon, makro ve mikro besin elementleri içeren, kömür düzeyine ulaşmamış tamamen doğal organik maddedir. Oluşumu milyonlarca yıl öncesine dayanan leonardit; bitki ve hayvan kalıntılarının sıcaklık, nem, basınç, oksidasyon ve çok özel jeolojik şartlara dayanması nedeniyle tabiatta nadir olarak bulunur ve kalitesi bölgeden bölgeye değişiklik gösterir. İçerdiği yüksek oranda humik asitlerden dolayı önemli bir ekonomik değere sahiptir. İlk defa ABD-Kuzey Dakota Eyaletinde Dr. Leonard tarafından bulunmuş olmasından dolayı bu adı almıştır (Youngs ve Frost 1963).

Leonarditin bir besin kaynağı olmaktan ziyade toprak düzenleyicisi ve bitkiler için biyolojik çözücü ve biyolojik alıcı olarak kullanımı daha yaygındır (Gerzabek ve Ullah 1990). Linyit ve leonardit yüksek adsorbe kapasitesine sahip olduğundan dolayı, anyon ve katyonları adsorbe ederler (Allen ve ark., 1997).

Bates ve Jackson (1980), kuru bazda linyit, torf, humus ve leonardit materyallerinin genellikle % 5- % 20 arasında hümik asit içerdiğini bildirmişlerdir. Humik maddelerin kök gelişimini, sürgün gelişimine göre daha fazla arttırdığı, makro besin elementlerinin alınmasında etkili oldukları, metal katyonları ile kompleks oluşturdıkları, bazılarının alımını arttırıcı, bazılarının da alımını azaltıcı etkide

bulundukları yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur. Humik maddelerin uygun mineral besin maddelerinin bulunduğu ortamlarda toprakların biyolojik özellikleri üzerine olumlu etkilerde bulunduğu birçok araştırmada ifade edilmiştir.

Bu çalışmada leonardit materyali, Biyotar Organik Tarım Orman Kimya San. ve Tic. A.Ş. tarafından temini gerçekleştirilmiştir. Kullanılan leonardit materyalin kül fırınında organik maddesi % 50.4 olarak bulunmuştur. LECO cihazında C % 23.24, N % 0.64 ve C/N oranı 36.31 olarak belirlenmiştir. Leonarditin nemi % 25.70, pH 3.03, EC dS m<sup>-1</sup> 2.21, kireç % 1.76, KDK meq 100g<sup>-1</sup> 109.30 olarak bulunmuştur.

### 3.1.5.3. Klinoptilolit

Altan ve ark., (1998), tarafından klinoptilolit; alkali toprak katyonları içeren, kristal yapıda, kolay ve bol bulunan alüminyum silikat olarak tanımlanmıştır. Yapısında büyük değişim olmaksızın katyon değişim özelliği, su kaybetme ve kazanma özelliği ile karakterize edilir.

Klinoptilolitleri kimyasal formülü, (Ca, K<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>, Mg)<sub>4</sub> Al<sub>8</sub>Si<sub>40</sub>O<sub>96</sub>.24H<sub>2</sub>O olarak ifade edilir. X ışınli diffraksiyon metodu kullanılarak yarı-kantitatif bütün kaya analizi (yığın mineralojisi) yapılmıştır. Doğal zeolitler mineral içeriği, % 95 klinoptilolit, diğeri % 5 kristobalit, tridimit içeriklidir. XRF Spektrometresinde kimyasal içeriği analiz edilmiştir. Analizde, SiO<sub>2</sub> % 65-72, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % 10-12, CaO % 2.4-3.7, K<sub>2</sub>O % 2.5-3.8, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % 0.7-1.9, MgO % 0.9-1.2, Na<sub>2</sub>O % 0.1-0.5, LOI (Kızdırma kaybı, Loss of ignition) % 9-14, MnO % 0-0.08, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % 0-0.01 ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> % 0.02-0.03 olarak bulunmuştur (Anonim, 2021).

Alçıçek ve ark., (1998), ise, klinoptilolitleri; Na, K, Ca, Mg gibi elementleri içeren kristal formda, üç boyutlu, sonsuz bir yapıya sahip alüminyum silikat olarak tanımlamaktadır. Moss skalasına göre sertliği 3.50- 5.57, açık renkli genellikle beyaz, açık sarı, kumlu bej ve gri renktedir.

Klinoptilolit, dünyadaki zeolit tüfleri arasında en yaygın olan ve yüksek oranda silis içeren bir mineraldir. Yüksek absorpsiyon, iyon değişimi, kataliz ve dehidrasyon özelliklerine sahiptir. Bitki besin maddesi desteğinin yanı sıra bitki yetiştirme ortamına elverişli fiziksel özellikler kazandırmaktadır. Belirtilen özelliklerinden dolayı, klinoptilolit saf veya karışım olarak bitki yetiştirme ortamında ve toprak özelliklerinin düzenlenmesinde uygun bir materyal olarak kabul edilmektedir (Köksaldı 1999).

Klinoptilolitlerin istenmeyen kokuların giderilmesinde kullanımları adsorblama kabiliyetleri ile ilgilidir. Konu ile bağlantılı olarak metan gazının giderilmesinde rol oynamakta, koku giderimi ve nem içeriğinin denetimi ise hayvan barınaklarında daha sağlıklı koşulların yaratılması ve sıvı dışkılarından da faydalanılmasında önem taşımaktadır. Örneğin; tavuk çiftliklerinde amonyak ve hidrojen sülfür gazının yarattığı koku, solunum güçlüğüne ve yumurta üretiminin düşmesine yol açarak verimin düşmesine neden olmaktadır (Torri 1974). Peoples ve Freney (1995), klinoptilolit kation değişim kapasitesi yüksek bir zeolit minerali olduğunu ve yüzey alanının sahip olduğu iyon değişim özelliklerinden dolayı  $\text{NH}_4^+$ 'u rahatlıkla adsorbe ettiği ve bununda azotça zengin hayvansal gübrelerdeki kayıpları azalttığını bildirmişlerdir. Turan (2008), bir çalışmada kompostlaştırma işleminde % 5 ve % 10 zeolit uygulamasıyla tuzlulukta sırasıyla % 67 ve % 89 giderimin sağlandığını bildirmiştir.

Toz haldeki zeolit numunesinin hacim ve gerçek yoğunluk değerlerinin bulunması amacıyla Helyum Piknometresi Analizörü kullanılmıştır. Sonuçlar Çizelge 3.8'de verilmiştir (Külah, 2011).

Çizelge 3.8. Helyum piknometresi ile bulunan hacim ve gerçek yoğunluk değerleri

| Örnek  | Ağırlık  | Hacim                  | Yoğunluk                  |
|--------|----------|------------------------|---------------------------|
| Zeolit | 2.7694 g | 1.2005 cm <sup>3</sup> | 2.3068 g cm <sup>-3</sup> |

Klinoptilolit numunesi bulunduğu kabın içinde sallanarak karıştırılmış ve sonrasında dörde bölme metoduyla örnek alınarak parçacık boyut analizi yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge 3.9'da verilmiştir (Külah, 2011; Yetgin, 2006; Güvenir, 2005; Inglezakis ve Pouloupoulos, 2006).

Çizelge 3.9. Klinoptilolit numunesine ait parçacık boyutu analizi sonuçları

| d(0.1)   | d(0.5)    | d(0.9)    | *Yüzey ağırlıklı ortalama | •Hacim ağırlıklı ortalama | Özgül yüzey alanı                   |
|----------|-----------|-----------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 2.442 µm | 22.893 µm | 75.806 µm | 6.818 µm                  | 31.900 µm                 | 0.88 m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> |

\*Parçacık yüzey alanıyla aynı yüzey alanına sahip kürenin çapı, •Parçacık hacmi ile aynı hacime sahip kürenin çapı

Bu çalışmada Manisa İlinde üretim yapan Rota Madencilik A.Ş. tarafından temin edilen klinoptilolit materyali kullanılmıştır. Kullanılan klinoptilolit materyalin kül fırınında organik maddesi % 9.33 olarak bulunmuştur. LECO cihazında C % 1.40, N %

0.19 ve C/N oranı 7.37 olarak belirlenmiştir. Klinoptilolit nemi % 16.04, pH 7.18, EC dS m<sup>-1</sup> 0.09, kireç % 1.93, KDK meq 100g<sup>-1</sup> 65.51 olarak bulunmuştur.

### **3.1.6. Denemede kullanılan mısır (*Zea mays* L.) çeşidin özellikleri**

Denemede silaj mısır çeşidi olarak, TAGEM Sakarya MAM Enstitüsü'nün 2015 yılında geliştirmiş olduğu yerli AGA çeşidi (FAO 720 olum grubu-geççi) kullanılmış olup, bu çeşit 135 olgunlaşma gün sayısına sahip, yatmaya dayanıklı, fusairum sap ve koçan çürüklüğüne karşı dayanıklı ve silaj verimi 8-9 ton da<sup>-1</sup> civarındadır (Anonim, 2020a).

### **3.1.7. Denemede kullanılan sulama suyun özellikleri**

Denemede sulama suyu olarak yer altı suyu kullanılmıştır. Yeraltı suyunun analizleri KOSKİ Su kalitesi Kontrol Laboratuvarında analizleri edilmiştir. Analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.10. Denemede kullanılan yeraltı suyu örneğinin analiz raporu

| Denemede kullanılan yeraltı suyu örneğinin analiz sonuçları |               |                                   |                                      |
|-------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Analiz                                                      | Analiz sonucu | Mevzuat limiti                    | Analiz metodu                        |
| Fiziksel analiz                                             |               |                                   |                                      |
| Koku                                                        | normal        |                                   | Organoleptik                         |
| İletkenlik (20 °C'de $\mu\text{S}/\text{cm}$ )              | 1095          | C <sub>3</sub> yüksek tuzlu sular | SM 2510 B./Elektrot iletkenlik ölçüm |
| Bulanıklık (NTU)                                            | 0.82          |                                   | SM 2130 B./ Türbidimetrik            |
| Renk (Pt/Co)                                                | 0.18          |                                   | SM 2120 B.                           |
| Tat                                                         | normal        |                                   | Organoleptik                         |
| Serbest klor (mg/L)                                         | 0             |                                   | DPD Klor Tablet                      |
| pH                                                          | 7.61          | 6.50-8.40 normal                  | SM 4500 H+ B. /Elektrokimyasal       |
| Kimyasal analiz                                             |               |                                   |                                      |
| Nitrat (NO <sub>3</sub> - mg/L)                             | <0.8000       | <5 sorun yok                      | SM 4110 B /ICS                       |
| Nitrit (NO <sub>2</sub> - mg/L)                             | <0.0400       | <5 sorun yok                      | SM 4110 B /ICS                       |
| Klorür (Cl - mg/L)                                          | 141.8223      | <142 sorun yok                    | SM 4110 B /ICS                       |
| Sülfat (SO <sub>4</sub> - mg/L)                             | 188.8881      |                                   | SM 4110 B /ICS                       |
| Amonyum (NH <sub>4</sub> - mg/L)                            | <0.4200       |                                   | TS EN ISO 14911 /ICS                 |
| Kalsiyum (Ca - mg/L)                                        | 64.6415       |                                   | TS EN ISO 14911 /ICS                 |
| Magnezyum (Mg - mg/L)                                       | 78.9740       |                                   | TS EN ISO 14911 /ICS                 |
| Toplam Sertlik (FS°)                                        | 48.6424       |                                   | SM 2340 C.                           |
| Florür (F - mg/L)                                           | 0.4395        | 1 ppm                             | SM 4110 B /ICS                       |
| Sodyum (Na - mg/L)                                          | 78.2037       | >69 sorun başlıyor                | TS EN ISO 14911 /ICS                 |
| Potasyum (K - mg/L)                                         | 9.1352        |                                   | TS EN ISO 14911 /ICS                 |
| Kadmiyum (Cd - $\mu\text{g}/\text{L}$ )                     | <0.3000       | 0.01 ppm                          | SM 3125 B. /ICP MS                   |
| Alüminyum (Al - $\mu\text{g}/\text{L}$ )                    | <9.6000       | 5 ppm                             | SM 3125 B. /ICP MS                   |
| Bor (B - $\mu\text{g}/\text{L}$ )                           | 512.1570      | 500-2000 sorun başlıyor           | SM 3125 B. /ICP MS                   |
| Toplam Krom (Cr - $\mu\text{g}/\text{L}$ )                  | <0.3000       | 0.1 ppm                           | SM 3125 B. /ICP MS                   |
| Bakır (Cu - $\mu\text{g}/\text{L}$ )                        | <3.0000       | 0.2 ppm                           | SM 3125 B. /ICP MS                   |
| Demir (Fe - $\mu\text{g}/\text{L}$ )                        | 133.2360      | 5 ppm                             | SM 3125 B. /ICP MS                   |
| Mangan (Mn - $\mu\text{g}/\text{L}$ )                       | 5.9960        | 0.2 ppm                           | SM 3125 B. /ICP MS                   |
| Nikel (Ni - $\mu\text{g}/\text{L}$ )                        | <0.5400       | 0.2 ppm                           | SM 3125 B. /ICP MS                   |
| Kurşun (Pb- $\mu\text{g}/\text{L}$ )                        | <0.6000       | 5 ppm                             | SM 3125 B. /ICP MS                   |
| Arsenik (As - $\mu\text{g}/\text{L}$ )                      | 12.4490       | 0.1 ppm                           | SM 3125 B. /ICP MS                   |
| Selenyum (Se - $\mu\text{g}/\text{L}$ )                     | 0.4450        | 0.02 ppm                          | SM 3125 B. /ICP MS                   |
| Civa (Hg - $\mu\text{g}/\text{L}$ )                         | <0.0500       |                                   | SM 3125 B. /ICP MS                   |
| Antimon (Sb - $\mu\text{g}/\text{L}$ )                      | <0.3000       |                                   | SM 3125 B. /ICP MS                   |

Çizelge 3.10'da belirtilen yeraltı suyunun analiz sonuçları verileri, sulama suyu kriterleri açısından bakıldığında, ABD Tuzluluk Laboratuvarı sınıflandırma sistemine göre (Anonim, 1954) C<sub>3</sub> yüksek tuzlu sular sınıfında; Sulama suyu sınıfları rehber

değerler (Anonim, 1975) açısından, nitrat, nitrit ve klorür açısından sorun yok; pH 6.50-8.40 aralığında olduğundan normal; sodyum değeri 69 mg L<sup>-1</sup> üzerinde sorunlu olduğu; bor değeri 0.50 ppm üzerinde sorunlu olduğu ve toksik elementler açısından sınır değerlerinin altında olduğu görülmektedir.

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Kompost öncesi hazırlık işlemleri

Bu çalışma kapsamında, kompost materyalleri olarak tavuk gübresi ve tarımsal artık olarak da mısır ve ayçiçek artıkları kullanılmıştır. Ayrıca bu çalışmada kompostlama esnasında tavuk gübresinde azot kaybını azaltıcı, adsorban özelliği olarak, iğde ağacı budama artığından elde edilmiş olan biyokömür (Mücevher ve ark., 2018), leonardit, klinoptilolit olmak üzere 3 farklı materyal kullanılmıştır.

Bu çalışmada, kompostlaştırmada gerekli olan klinoptilolit, leonardit, biyokömür, ayçiçek ve mısır artıkları ve tavuk gübresi materyallerin temini işlemleri gerçekleştirilmiştir. Kompostlaştırmada parçacığın tanecik büyüklüğünün küçük olması kompostun süresini azaltır ve kompostun daha kısa zamanda olgunlaşmasına olanak sağladığından dolayı kompost öncesinde ayçiçeği ve mısır artıkları, kırıcı öğütücüden (<6 mm ebadı) geçirilmiştir. Kompost yığını için, (1/3 oranında) 540 kg ayçiçek artığı, 1620 kg mısır artığı materyali hazır hale getirilmiştir. 13.06.2019 tarihinde, Kompost denemesi için bu materyallerin, SÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde C ve N analizleri gerçekleştirilmiştir. C ve N analiz sonuçları esas alınarak kompostlaştırma işlemi başlatılmıştır (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.11. Materyallerin nem (%), C ve N içerikleri (%)

| Materyaller    | Nem ort. % | C ort. % | N ort. % | C/N    |
|----------------|------------|----------|----------|--------|
| Mısır artığı   | 9.00       | 91.30    | 0.67     | 136.27 |
| Ayçiçek artığı | 11.00      | 76.90    | 0.76     | 101.18 |
| Biyokömür      | 11.00      | 78.90    | 2.70     | 29.22  |
| Klinoptilolite | 16.04      | 1.40     | 0.19     | 7.37   |
| Leonardit      | 25.70      | 23.24    | 0.64     | 36.31  |
| Tavuk gübresi  | 50.59      | 43.50    | 6.08     | 7.15   |

### 3.2.2. Kompostlaştırma işlemi

Karapınar ÇEAM arazisinde yürütülen kompostlaştırma işlemi çalışmasının safhalarını şu şekilde açıklayabiliriz. 02.07.2019-03.07.2019 tarihlerinde, kompost öncesi, bitkisel artık olarak ayçiçeği ve mısır artıklarının karıştırılması (1/3 oranı) ve nemlendirilmesi (yaklaşık % 70 nem) işlemleri yapılmıştır. Bitki yığınlarının içerisine nemin daha iyi özümsemesi açısından karıştırma ve nemlendirme işlemi 3 kez tekrarlanmıştır. 08.07.2019-09.07.2019 tarihlerinde, 4 farklı kompost konusu için 4 adet eşit miktarda bitki yığını yapıldıktan sonra her bitki yığına eşit bir şekilde yaş tavuk gübresi ilave edilmiştir. Dolayısıyla, 4 farklı kompost konusu için (KM) üzerinden, (531 kg tarımsal artık, 345 kg hayvansal artık olmak üzere) 4 eşit 876 kg kompost yığınları hazırlanmıştır. Bu 4 eşit kompost yığının, C/N karışım oranı 25/1 olacak şekilde ayarlanmıştır. Karışımlar kuru madde üzerinden (KM) aşağıda belirtilen kompost formülünden hesaplanmıştır. Araştırmacılar tarafından kompost formülü aşağıdaki eşitlikte (3.1) verilmiştir (Demir, 2012).

$$R = [Q1 \cdot C1 \cdot (100 - M1) + Q2 \cdot C2 \cdot (100 - M2) + Q3 \cdot C3 \cdot (100 - M3)] / [Q1 \cdot N1 \cdot (100 - M1) + Q2 \cdot N2 \cdot (100 - M2) + Q3 \cdot N3 \cdot (100 - M3)] \quad (3.1.)$$

Formülde;

R: Karışımın C/N oranı,

Q1: Ayçiçek artığının materyal miktarı (g), C1: Ayçiçek artığının organik karbon miktarı (%), M1: Ayçiçek artığının nem miktarı (%)

Q2: Mısır artığının materyal miktarı (g), C2: Mısır artığının organik karbon miktarı (%), M2: Mısır artığının nem miktarı (%)

Q3: Tavuk gübresinin materyal miktarı (g), C3: Tavuk gübresinin organik karbon miktarı (%), M3: Tavuk gübresinin nem miktarı (%)

N1: Ayçiçek artığının azot miktarı (%), N2: Mısır artığının azot miktarı (%), N3: Tavuk gübresinin azot miktarı (%)

İfade etmektedir.

C/N oranı olarak 25/1 sağlandıktan sonra, 4 farklı kompostun konularına göre ağırlıkça % 10 ilave olarak adsorbe edici (adsorban) zenginleştirilmiş materyallerle (konularına göre biyokömür, leonardit, klinoptilolit) kompost karışımları sağlanmıştır. 09.07.2019 tarihinde, bu çalışmada belirtildiği üzere 4 farklı kompost konusunda ve sadece tavuk gübresi konusu da eklenerek, 5 farklı kompost konusunda çalışmada açık yığın kompostlaştırma işlemleri başlatılmıştır (Çizelge 3.12, 3.13).

Çizelge 3.12. Başlangıçta kompost konularında karışım miktarları-(KM)

| Kompost konuları                             | Tarımsal artık<br>(ayçiçek/mısır;<br>1/3)-kg | Hayvansal<br>artık (tavuk<br>gübre)-kg | Zenginleştirilmiş<br>materyal-kg | Toplam-<br>kg | C/N   |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|---------------|-------|
| Kompost 1 (K1)-<br>kompost+biyokömür         | 531                                          | 345                                    | 88                               | 964           | 25.36 |
| Kompost 2 (K2)-<br>kompost+leonardit         | 531                                          | 345                                    | 88                               | 964           | 25.24 |
| Kompost 3 (K3)-<br>kompost+klinoptilolit     | 531                                          | 345                                    | 88                               | 964           | 24.87 |
| Kompost 4 (K4)-<br>kompost                   | 531                                          | 345                                    |                                  | 876           | 24.99 |
| Kompost 5 (K5)-<br>tavuk gübresi<br>kompostu | 1531                                         |                                        |                                  | 1531          | 7.15  |

Çizelge 3.13. Başlangıç kompost konuları

| Kompost konuları                         | Tarımsal artık<br>(ayçiçek/mısır;<br>1/3) | Hayvansal artık<br>(tavuk gübresi) | Zenginleştirilmiş<br>materyal (KM) |
|------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Kompost 1 (K1)- kompost+biyokömür        | C/N =25/1 kompost                         |                                    | % 10 biyokömür                     |
| Kompost 2 (K2)-kompost+leonardit         | C/N =25/1 kompost                         |                                    | % 10 leonardit                     |
| Kompost 3 (K3)-kompost+klinoptilolit     | C/N =25/1 kompost                         |                                    | % 10 klinoptilolit                 |
| Kompost 4 (K4)-kompost                   | C/N =25/1 kompost                         |                                    |                                    |
| Kompost 5 (K5)-tavuk gübresi<br>kompostu |                                           |                                    |                                    |

Başlangıç kompost yığınları, yüksekliği  $h= 1.20$  m, genişliği  $a= 2.25$  m, uzunluğu  $L= 4.00$  m olacak şekilde ayarlanmıştır. Yaklaşık 1 hafta kompost yığınlarının üstü branda ile örtülmüştür. Kompostların 2 günde bir nem ve sıcaklık verileri kaydedilmiştir. Kompostun geceleri üzeri örtülmüştür, gündüzleri ise açık bırakılmıştır. Kompost yığınlarının belli tarih aralıklarında (ortalama 4 gün periyodunda) karıştırılması, havalandırması işlemleri yapılmıştır. Kompost oluşumunda toplamda 27 karıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kompost yığınlarının karıştırma ve nemlendirme işlemlerinde şartların eşit tutulmasına azami derecede gayret gösterilmiştir. Kompostların iç sıcaklığı dış ortam hava sıcaklığına yakın olduğunda kompostlaştırma işlemleri sona erdirilmiştir. Kompostlaştırma, 109 gün sonra 25.10.2019 tarihinde nihai son ürün haline gelmiştir (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4).



Şekil 3.3. Başlangıçta kompost konuları-09.07.2019 ve Şekil 3.4. Sonda kompost konuları-21.10.2019

### 3.2.3. Kompost yığınlarında ölçümü yapılan analizler

Kompost yığınlarında sıcaklık, nem, pH, EC, C/N değişimi, N kaybı, organik madde kaybı, renk değişimi, hacim ağırlığı, özgül ağırlığı, porozite, mikro ve makro elementel analiz işlemleri ölçüm değerleri takip edilmiştir. C/N analizi SÜ Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde, diğer analizler Konya TSCMAE laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

#### 3.2.3.1. Kompost sıcaklık ölçümü (°C)

Kompost sıcaklık ölçümleri (°C), yığının 6 farklı noktasından, Teslo 925 marka sıcaklık ölçüm cihazıyla yapılmıştır. Ölçümler 2 günde bir yapılmıştır.

#### 3.2.3.2. Kompost nem değeri (%)

Kompostun nem değerleri (%) de yığının 6 farklı noktasından örnekler alındıktan sonra 3 tekerrürlü olarak etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilerek analizleri gerçekleştirilmiştir (TMECC, 2001). Kompost örneklerinin etüvde nem analizinde 70 °C’de sabit ağırlığa gelmesi için sürecinin 5 ile 6 gün süre gerektiği görülmüştür. Ölçümler 2 günde bir yapılmıştır.

#### 3.2.3.3. Kompost pH değeri

Kompost konularında haftada bir kez, kompost pH ölçümü, 1:10 kompost:su (w:v) karışımı hazırlanarak analizleri gerçekleştirilmiştir (AOAC 2005).

#### 3.2.3.4. Kompostta EC değeri

Kompost konularında haftada bir kez, kompost EC ölçümü ( $\text{dS m}^{-1}$ ), 1:10 kompost:su (w:v) karışımında analizleri gerçekleştirilmiştir (AOAC 2005).

### 3.2.3.5. Kompostta C ve N

Kompostlama işlemi başlangıcında, ortasında ve nihai kompost ürünlerinde, Selçuk Üniversitesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarında kuru yakma Dumas metodu ile C/N (Leco Corporation, 2003 cihazında) analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Kompost konularında kompost başlangıcında ve sonunda C (%), N (%) değişimleri ve % N kaybındaki azalmalar hesaplanmıştır.

### 3.2.3.6. Kompostta organik madde kaybı

Kompostlaştırma işleminde, mikroorganizma faaliyetleri sonucunda meydana gelen ayrışma ve parçalamadan kaynaklı organik madde kaybı da hesaplanmıştır. Bu işlemde haftada bir kez Kül Fırınında, elde edilen nihai kompost konularında organik madde kaybı ortaya çıkartılmıştır (Tablo 9). Kompost işlemi süresince materyalin kuru maddedeki organik madde oranı (OM) değerlerindeki değişimler, organik madde kaybının hesaplanmasında kullanılmıştır (Haug 1993).

Materyalin nem değerleri alınan örneklerin (yaklaşık 3 g), 70 °C’de etüvde sabit ağırlığına ulaşana kadar kurutularak hesaplanmıştır. Kurutma işlemi sonucunda örneğin ağırlık kaybı üzerinden nem miktarının hesaplamasında aşağıdaki eşitlik (3.2.) kullanılmıştır (Kocasoy 1994).

$$\text{Nem oranı (\%)} = (\text{yaş örnek ağırlığı} - \text{kuru örnek ağırlığı}) / \text{yaş örnek ağırlığı} * 100 \quad (3.2.)$$

Kuru Maddedeki Organik Madde (OM); Kül fırınında, 550 °C’de 2 saat yakılan örneklerin ağırlık kaybı uçucu madde miktarına eşittir (3.3 ve 3.4). Uçucu madde, toplam organik madde olarak değerlendirilir (Kocasoy 1994).

$$\text{Kül (\%)} = 100 - (\text{OM}) (\%) \quad (3.3.)$$

$$\text{Organik Madde Kaybı (OMK) (\%)} = [\text{OM}_{\text{BAŞ}} (\%) - \text{OM}_{\text{SON}} (\%)] * 100 / [\text{OM}_{\text{BAŞ}} (\%) * (100 - \text{OM}_{\text{SON}} (\%))] \quad (3.4.)$$

### 3.2.3.7. Kompostta porozite analizi

Kompost konularının haftada bir kez hacim ağırlığı (HA) (g cm<sup>-3</sup>), özgül ağırlığı (ÖA) (g cm<sup>-3</sup>) ve porozite / serbest hava oranı (%) değerleri ölçülmüştür (TMECC, 2001). Kompostta porozite hesaplamasında, (3.5) formülü kullanılmıştır.

$$\% \text{ Porozite} = (\text{ÖA} - \text{HA}) / \text{ÖA} * 100 \quad (3.5)$$

### 3.2.3.8. Kompostta renk değişimi

Kompostlaştırma peryodu boyunca kompost konularında renk değişimi fenolojik gözlemle takip edilmiştir.

### 3.2.3.9. Kompostta elementel analizi

Başlangıç ve nihai kompost örneklerinden hassas terazide 0.25 g tartılmış, tartımı alınan örnekler mikrodalga yakma tüpü içerisine aktarılmış, 10 ml nitrik asit ( $\text{HNO}_3$ ) ilave edilmiş, sonrasında Mars 6 yaş yakma cihazında (EPA 3051A, 2007) metoduna göre yaş yakma işleminden geçirilmiştir. Sonrasında ultra saf suyla balon jodede son hacim 25 ml olacak şekilde, süzme filtre ( $0.45 \mu\text{m}$ 'lik) kâğıtlarında ekstraksiyon işlemleri tamamlandıktan sonra süzüklerin ICP-OES 5100 SVDV cihazında elementel analiz okumaları yapılmıştır.  $\text{SF} = 25/0.25 = 100$  olarak hesaplanmıştır (Kacar ve İnal, 2008; Agazzi ve Pirola, 2000).

### 3.2.4. Arazide tarla denemesi

Arazide tarla denemesinde, 10.10.2019 tarihinde, 5 farklı kompost konusunda, 5 farklı dozda (0, 1, 2, 3, 4 ton  $\text{da}^{-1}$ ) (KM) 3 tekerrürlü olmak üzere 75 parsel hazırlanmıştır. Deneme, tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre çakılı deneme olarak yürütölmüştür. Bu çalışmada, tarla denemesinde kompost uygulaması öncesi parsellerde topraktan 0-20 cm. derinlikten toprak örneklemleri (kimyasal, fiziksel ve biyolojik analiz işlemleri için) alınmıştır. 26.10.2019 tarihinde, nihai kompost konularında nem ve malzeme miktarları aşağıdaki izelge 3.14'te belirtilmiştir. Akabinde, 30.10.2019-31.10.2019 tarihlerinde, tarla denemesinde nihai kompostların konularına ve dozlarına göre, toprak yüzeyine serilmesi işlemleri yapılmıştır.

Çizelge 3.14. Nihai kompost konularında nem ve miktarları

| Kompost konuları | Nem % | Nihai kompost-yaş ağırlık-kg | Nihai kompost-kuru ağırlık-kg |
|------------------|-------|------------------------------|-------------------------------|
| K1               | 58.02 | 1049.68                      | 440.62                        |
| K2               | 53.28 | 924.48                       | 431.94                        |
| K3               | 54.34 | 938.36                       | 428.44                        |
| K4               | 53.10 | 722.46                       | 338.82                        |
| K5               | 34.59 | 874.78                       | 572.15                        |

5 farklı nihai kompost konularında arazide denemede uygulama oranları aşağıdaki Çizelge 3.15 ve 3.16'da; deneme deseni Çizelge 3.17'de görülmektedir. Deneme, tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve çakılı olarak yürütülmüştür. Bu çalışmada, nihai K4 kompost konusunda malzeme yetersizliğinden dolayı, bu çalışmada tarla denemesindeki parsel ebadı, 3 m x 5 m yerine 2.8 m x 4 m alınarak hesaplamalar düzenlenmiştir. Parseller arası 3 m, bloklar arası 4 m olarak ayarlanmıştır.

1 parsel ölçüsü, 2.8 m x 4 m = 11.2 m<sup>2</sup> alınırsa,

Çizelge 3.15. Dozlarda miktarlar-kg

| Dozlar (KM)            | 1 tekerrür-kg | 3 tekerrür-kg |
|------------------------|---------------|---------------|
| 1 ton da <sup>-1</sup> | 11.2          | 33.6          |
| 2 ton da <sup>-1</sup> | 22.4          | 67.2          |
| 3 ton da <sup>-1</sup> | 33.6          | 100.8         |
| 4 ton da <sup>-1</sup> | 44.8          | 134.4         |
|                        | 112           | 336           |

Çizelge 3.16. Nihai kompost konuları arazide uygulama miktarı

| Kompost konuları | Arazide uygulama miktarları-kg |
|------------------|--------------------------------|
| K1               | 336                            |
| K2               | 336                            |
| K3               | 336                            |
| K4               | 336                            |
| K5               | 336                            |

Çizelge 3.17. Kompost deneme deseni

| KOMPOST DENEME DESENİ                             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                                                |      |      |      |      |
|---------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------------------------------------|------|------|------|------|
| K1-1                                              | K1-4 | K1-0 | K1-3 | K1-2 | K4-0 | K4-4 | K4-2 | K4-3 | K4-1 | K3-3                                 | K3-4 | K3-2 | K3-0 | K3-1 | K2-2 | K2-1 | K2-0 | K2-4 | K2-3 | K5-0                                           | K5-4 | K5-1 | K5-3 | K5-2 |
| K5-4                                              | K5-2 | K5-1 | K5-3 | K5-0 | K1-3 | K1-1 | K1-4 | K1-0 | K1-2 | K2-1                                 | K2-3 | K2-0 | K2-2 | K2-4 | K3-1 | K3-4 | K3-0 | K3-3 | K3-2 | K4-2                                           | K4-1 | K4-3 | K4-0 | K4-4 |
| K4-3                                              | K4-0 | K4-2 | K4-1 | K4-4 | K3-1 | K3-3 | K3-2 | K3-0 | K3-4 | K5-4                                 | K5-2 | K5-0 | K5-1 | K5-3 | K1-0 | K1-3 | K1-2 | K1-4 | K1-1 | K2-3                                           | K2-1 | K2-2 | K2-0 | K2-4 |
| Şekil: Tesadüf blokları deneme deseni             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                                                |      |      |      |      |
| parsel ebat: 2,8 m * 4 m = 11,2 m <sup>2</sup>    |      |      |      |      |      |      |      |      |      | uzunluk= 4+2,8*25+3*24+4=150 metre   |      |      |      |      |      |      |      |      |      | K 1 Biokömür kompost                           |      |      |      |      |
| parsel arası: 3 m                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | eni= 4+4*3+4*2+4= 28 metre           |      |      |      |      |      |      |      |      |      | K 2 Leonardit kompost                          |      |      |      |      |
| bloklar arası: 4 m                                |      |      |      |      |      |      |      |      |      | toplam= 4200 m <sup>2</sup> = 4,2 da |      |      |      |      |      |      |      |      |      | K 3 Zeolit (Klinoptilolit) kompost             |      |      |      |      |
| 5 KOMPOST KONUSU * 5 DOZ * 3 TEKERRÜR = 75 PARSEL |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | K 4 Zenginleştirilmiş Materyal Olmayan kompost |      |      |      |      |
|                                                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | K 5 Tavuk gübresi kompostu                     |      |      |      |      |
|                                                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Yön                                            |      |      |      |      |
|                                                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | ↑ N                                            |      |      |      |      |
|                                                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | (kuzey)                                        |      |      |      |      |

Akabinde 25 cm derinlikte patlatma, çizel pullukla sürüm işlemleri ve sonrası rotavatörle 20 cm derinliğinde kompostun toprağa karıştırma işlemleri gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.5. Toprak örnekleme ve toprak analizleri**

2019 yılında Ekim ayında Kompost uygulanması öncesinde denemede parsellerden 0-20 cm. derinlikten alınan toprak örneklerinde analiz işlemleri (fiziksel, kimyasal, biyolojik analizler) gerçekleştirilmiştir. Parsellerden fiziksel analiz işlemleri için 2 farklı noktadan; kimyasal ve biyolojik analiz işlemleri için 4 farklı noktadan toprak örnekleri alınmıştır. Deneme alanından alınan bozulmuş toprak örnekleri, oda sıcaklığında kurutulduktan sonra 2 mm'lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir (Bates 1993). Toprakta mikrobiyal analizler işlemleri, bozulmuş toprak örnekleri, araziden alınıp o anda 2 mm (10 mesh) elekten elendikten sonra soğuk zincir taşıma kaplarında laboratuvara taşınmıştır. Buzdolabında +4 °C'de muhafaza edilen örneklerde biyolojik analiz işlemleri yapılmıştır. Aynı işlemler, 2020 yılında Ekim ayında bitki hasat işlemi sonrasında deneme parsellerinden 0-20 cm. derinlikten alınan toprak örneklerinde analiz işlemleri (fiziksel, kimyasal, biyolojik analizler) gerçekleştirilmiştir. Parsellerden fiziksel analiz işlemleri için 2 farklı noktadan; kimyasal ve biyolojik analiz işlemleri için 4 farklı noktadan toprak örnekleri alınmıştır. Deneme yerindeki toprak örneklerinde aşağıdaki parametrelere bakılmıştır.

#### **3.2.5.1. Toprakta suyla doygunluk (%)**

Richards (1954) tarafından bildirildiği şekilde, toprak örneğini (100 g) belirli kurallar çerçevesinde saf su ile doyurmak, su ile doygun hale getirilen toprağın içeriğindeki su miktarının tayin edilmesi suretiyle bulunmuştur.

#### **3.2.5.2. Toprak reaksiyonu pH**

Hazırlanan saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (Jackson, 1962).

#### **3.2.5.3. Toprakta EC ( $\text{dS m}^{-1}$ )**

Toprakların toplam tuz içerikleri, saturasyon çamurunda kondaktivite cihazı ile ölçülmüştür (Richards 1954).

#### 3.2.5.4. Kireç (%)

Toprak örneğinin seyreltik HCl (1+3; 3 kısım safsu içerisine bir kısım HCl) içerisindeki karbonattan kaynaklanan CO<sub>2</sub> çıkışlarının atmosferik sıcaklık ve basınç altında Scheibler kalsimetresi ile ölçülerek toprağın içerdiği karbonat kapsamının kalsiyum karbonat (CaCO<sub>3</sub>) cinsinden hesaplanmasıdır (Tüzüner, 1990).

#### 3.2.5.5. Organik madde (%)

Toprakta organik madde, modifiye edilmiş walkley-black yöntemiyle belirlenmiştir (Nelson ve Sommers, 1982).

#### 3.2.5.6. Alınabilir fosfor (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>)

Alkalın ve nötr karakterli toprakların fosfor içerikleri, Olsen yöntemine göre belirlenmiştir (Olsen ve ark. 1954).

#### 3.2.5.7. Ekstrakte edilebilir potasyum, kalsiyum, magnezyum ve sodyum (mg kg<sup>-1</sup>)

Bitkiye yararlı elementler (K, Ca, Mg, Na) miktarları, 1 N Amonyum Asetat (pH=7.0) çözeltisi ile ekstrakte edildikten sonra, elde edilen süzüklerde, ICP OES SVDV cihazında okumaları yapıldıktan sonra belirlenmiştir (Thomas, 1982).

#### 3.2.5.8. Ekstrakte edilebilir mikro elementler (mg kg<sup>-1</sup>)

Bitkiye yararlı mikro elementlerin (Fe, Cu, Zn, Mn) miktarları, Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirildiği şekilde, DTPA çözeltisi (0.005 M DTPA+0.01 M CaCl<sub>2</sub>+0.1 M TEA) ile ekstrakte edildikten sonra, elde edilen süzüklerde, ICP OES cihazında okumaları yapıldıktan sonra belirlenmiştir.

#### 3.2.5.9. Toprakta C, N, C/N analizi

Araziden alınan örnekler kurutulup, 0.5 mm (35 mesh) elekten elendikten sonra SÜ Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Toprak laboratuvarında kuru yakma Dumas metodu ile C/N analizi (Leco Corporation, 2003) cihazında analiz işlemleri yapılmıştır.

#### 3.2.5.10. Toprakta katyon değişim kapasitesi (KDK)

Toprak kolloidlerin önce 1 N sodyum asetat (NaCH<sub>3</sub>COO.3H<sub>2</sub>O) ile doyurulması, toprak tarafından tutulmuş sodyumun 1 N amonyum asetat (NH<sub>4</sub>CH<sub>3</sub>COO) ile geri alınarak toprak tarafından tutulan sodyumdan (Na), KDK (meq 100 g<sup>-1</sup>) değerinin belirlenmesidir (Chapman, 1965). Sodyum konsantrasyonları ICP

OES cihazında okumaları yapıldıktan sonra aşağıdaki (3.6) eşitliğe göre KDK (meq 100 g<sup>-1</sup>) olarak hesaplaması yapılmıştır (Tüzüner, 1990).

$$\text{Ekst. edil. Na kons. (meq L}^{-1}\text{)} = (\text{Na kons. ppm}) / \text{Na Ekivalent ağırlık} \quad (3.6)$$

$$\text{KDK (meq 100 g}^{-1}\text{)} = (\text{Eks. edil. Na kons. (meq L}^{-1}\text{)} * \text{SF}) / \text{toprak ağırlığı (FKT)-g} * 10$$

### 3.2.5.11. Hacim ağırlığı (g cm<sup>-3</sup>)

Sabit hacimli (100 cm<sup>3</sup>) çelik silindirlerle alınmış bozulmamış toprak örneklerinde fırın kuru ağırlığın, örnek hacmine bölünmesiyle hesaplanmıştır (Blake ve Hartge, 1986).

### 3.2.5.12. Agregat stabilitesi (%)

Agregat, toprak taneciklerinin çeşitli yapıştırıcı unsurlar ile bir araya gelerek oluşturdukları yapıdır. Agregat stabilitesi ise oluşan bu yapının parçalayıcı etkilere karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanabilir. Sıkışmaya neden olan uygulamalar esnasında agregatlar parçalanmakta ve buna bağlı olarak toprak strüktürü de bozulmaktadır (Kozlowski, 1999).

Bozulmuş toprak örneklemede agregat stabilitesi, Cornell Üniversitesi Toprak kalitesi sınıflandırmasında kullanılan yapay yağış simülatörü metoduna göre (Moebius ve ark., (2007), Ogden ve ark., (1997); van Es ve ark., (2007), Selçuk Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Toprak Fiziği laboratuvarında analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Analiz için, 20 gram toprak, 40 °C'de etüvde kurutulmuş ve 2 mm ve 0.25 mm'lik istiflenmiş eleklerle ve yakalama kabına yerleştirilmiştir. Toprak, 0.25-2.0 mm boyutundaki agregaları ayırmak için tyler kaba elek çalkalayıcıda 15 saniye sallanılır. 0.25-2.0 mm arasında tek bir agrega tabakası boyutu, 0.25 mm elek üzerine homojen bir şekilde yayılır. Elekler, 4.0 mm çapında damlalar düşen bir yağış simülatörünün altına, 500 mm (0.50 m) mesafeye yerleştirilir. Test, 5 dakika çalıştırılır ve yağmur damlalarıyla toplam 150 mm h<sup>-1</sup> yağış yoğunluğuna sahip, 12.5 mm su (yaklaşık 0.5 inç) verilir. Toplam 0.74 J enerji bu nedenle 5 dakika boyunca her eleği etkiler. Yağış süresince, her 4.0 mm çapındaki düşüş için, 0.164 mJ enerji verildiği için, her eleğe saniyede 15 damla etki ettiği hesaplanabilir. Bu şiddetli bir fırtınaya eşdeğerdir. Çalışma sırasında dökülen sönmüş toprak malzemesi simülasyon ve elekte

kalan taşlar toplanır, kurutulur ve tartılır ve fraksiyonu kararlı toprak agregatları (WSA), (3.7) eşitliğinden hesaplanır.

$$WSA (\%) = (W_{\text{kararlı toprak agregat ağırlığı-g}} / W_{\text{test edilen toplam agregat ağırlığı-g}}) * 100 \quad (3.7)$$

$$W_{\text{kararlı toprak agregat ağırlığı-g}} = W_{\text{test edilen toplam agregat ağırlığı-g}} - (W_{\text{test süresince elekten dökülen söndürülmüş (sönmüş) agregat ağırlığı-g}} + W_{\text{testten sonra elekte tutulan taşların ağırlığı-g}})$$

### 3.2.5.13. Stabilité indeksi

Bozunmamış toprak örneklemede kuru agregat (%), Chepil (1962) tarafından geliştirilen Rotary eleği yardımıyla yapılmıştır. Silindirik olarak iç içe geçmiş 0.42 mm, 0.84 mm, 2.0 mm, 6.4 mm ve 12.7 mm çapındaki elek takımından oluşan bu Rotary eleği kullanılarak yapılan eleme sonunda elde edilen toprak fraksiyonlarının genel ağırlıklarına göre yüzdeleri hesaplanmıştır (Chepil, 1962).

Alınan toprak örnekleri, laboratuvarında oda sıcaklığında kurutulup analizleri yapılmıştır. Alınan bu örnekler rotary eleği ile <0.42, 0.42–0.83, 0.83–2.0, 2.0–6.4, 6.4–12.7 ve >12.7 mm büyüklüklerindeki eleklerle elenip, rüzgâr erozyonuna hassasiyette önemli etkisi olan kuru agregat analizleri yapılmıştır. Bunun için de Chepil (1962) "rotary eleği" kullanılarak, rüzgâr erozyonunda etkili olan parametrelerden toprakların stabilite indeksi ve mekanik stabilite yüzdeleri de belirlenmiştir (Okur ve ark., 2007).

Toprakların stabilite indeksi aşağıda verilen eşitlikte hesap edilmiştir.

$$\text{Stabilite indeksi} = (A / B) \quad (\text{Chepil, 1957}), \quad (3.8)$$

Stabilite indeksi (3.8) eşitliği ile hesaplanır. Burada;

A = Aşınmayan 0.840 mm'den büyük kuru agregat, %

B = Aşınabilen 0.840 mm'den küçük kuru agregat, %

Toprakların erozyon durumu bakımından, toprakların aşınabilirlik (aşınmaya karşı dayanıklılık) özelliğini gösteren stabilite indeksinde, 1.5'den küçük olanlar dayanıksız, 1.5'den büyük olanlar ise, dayanıklı olarak sınıflandırılmaktadır (Çelebi 1981). Mazurak (1968), Chepil (1962) tarafından Rotary eleği ile birinci ve ikinci eleme sonucu elde edilen kuru zerreler miktarını ve bunların eklemeli yüzde değerlerini göz önüne alarak geometrik ortalama çap değerlerinin birbirine oranını rüzgâr erozyonunda topraklar için bir stabilite indeksi olarak kabul etmiştir. Bu indeksin bire eşit olması halinde toprakların çok fazla stabil olduklarını ve birden büyük olması halinde stabilitelerinin azalacağını belirtmiştir.

#### 3.2.5.14. Mekanik stabilite (%)

Toprakların rüzgâr erozyonuna karşı dayanıklılığını gösteren mekanik stabilite yüzdesi, toprakta agregatların sürtünmeye karşı dayanıklılığının da bir ifadesidir. Mekanik stabilite değerleri % 50'den düşük çıkması bu toprakların erozyona karşı dayanıksız olduğunu göstermektedir. Rüzgâr erozyonu yönünden mekanik stabilite arttıkça erozyona karşı o toprakta dayanıklılık da artar. Toprakta organik madde miktarı azaldıkça mekanik stabilite azalmakta, toprağın erozyona uğrama kabiliyetinin de artacağı görüşünü doğrulamaktadır (Okur ve ark., 2008). Toprakların mekaniksel stabilite yüzdeleri aşağıda verilen eşitlikte hesap edilmiştir.

$$\text{Mekaniksel Stabilite, \%} = (W_1 / W) \times 100 \text{ (Chepil, 1950),} \quad (3.9)$$

Mekaniksel stabilite (3.9) eşitliği ile hesaplanır. Burada;

W = Birinci eleme sonunda elde edilen 0,840 mm'den büyük zerreler miktarı, %

W<sub>1</sub> = İkinci eleme sonunda elde edilen 0,840 mm'den büyük zerreler miktarı, %

#### 3.2.5.15. Toprakta CO<sub>2</sub> üretimi

Bozulmuş toprak örneklemede CO<sub>2</sub> üretimi (toprak solunumu) analiz işlemleri (Anderson, 1982) metoduna göre yapılmıştır. Bu yöntemde göre, 5 g taze toprak örneği tartılır ve 100 ml'lik amberli cam kavanoz örnek kabın içerisine konulur. 2.5 ml NaOH çözeltisinden (0.3M) alınır ve küçük tüplere konulur. Küçük tüpler hızlı bir şekilde örnek kabın içerisine yerleştirilir. Ağzı sıkı bir şekilde kapatılır. Örnek kapları inkübatörde 3 gün süreyle 25 °C'de inkübasyona bırakılır. Aynı işlem toprak örneği olmaksızın aynı şekilde bir de kontrol için küçük tüpler örnek kabına konulur ve inkübasyona bırakılır. Örnek sayısı kadar (kontroller dahil) 100 ml'lik erlenmayerler içerisine 2.5 ml baryum klorür (1M) çözeltisi konulur. Üzerlerine 4-5 damla fenolftaleyn indikatörü ilave edilir. 3 günlük inkübasyon süresinin sonunda, örnek kapları inkübatörden çıkartılır. Kapların içerisindeki tüplerde bulunan NaOH hızlı bir şekilde erlenmayerdeki çözeltinin üzerine aktarılır ve renk pembe mor olacaktır. Tüpler 1 defa saf su ile (2.5 ml) yıkanarak bu safsu da erlenmayere ilave edilir. Erlenmayerdeki çözelti 0.1M HCl çözeltisi ile titrasyona tabi tutulur, rengi beyaz-tam beyazladığında titrasyona son verilir. Titrasyon sonunda sarf edilen asit miktarı not edilir. (Bu işlem her bir örnek ve kontroller için ayrı ayrı yapılır.)

Toprak örneklerinin nem tayini de yapılır. Titrasyonda kullanılan asidin kesin normalitesi belirlenerek sonuçlar; (Tanık-örnek) \*0,1000 Nk'lık HCl sarfiyatına karşılık

gelen miktarı saptanarak sonuç,  $\text{mg CO}_2 \text{ 24 h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$  fırın kuru toprak (FKT) olarak ifade edilir.

### 3.2.5.16. Toprakta mikrobiyal biyomas karbon (MBC)

Bozulmuş toprak örneklemede mikrobiyal biyomas karbon (MBC) ( $\text{mg CO}_2 - \text{C 24 h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$  fırın kuru toprak (FKT)) analiz işlemleri (Anderson ve Domsch, 1978) metoduna göre yapılmıştır. Bu yöntemle göre, 5 g taze toprak örneği tartılır ve 100 ml'lik amberli cam kavanoz örnek kabın içerisine konulur. Üzerine 1 ml glikoz çözeltisi (% 10'luk) ilave edilir. Kapların ağzı açık olarak 2 saat süreyle bekletilir. 2.5 ml NaOH çözeltisinden (0.3M) alınır ve küçük tüplere konulur. Küçük tüpler hızlı bir şekilde örnek kabın içerisine yerleştirilir. Ağzı sıkı bir şekilde kapatılır. Örnek kapları inkübatörde 3 gün süreyle 25 °C'de inkübasyona bırakılır. Aynı işlem toprak örneği olmaksızın aynı şekilde bir de kontrol için küçük tüpler örnek kabına konulur ve inkübasyona bırakılır. Örnek sayısı kadar (kontroller dahil) 100 ml'lik erlenmayerler içerisine 2.5 ml baryum klorür (1M) çözeltisi konulur. Üzerlerine 4-5 damla fenolftaleyn indikatörü ilave edilir. 3 günlük inkübasyon süresinin sonunda, örnek kapları inkübatörden çıkartılır. Kapların içerisindeki tüplerde bulunan NaOH hızlı bir şekilde erlenmayerdeki çözeltinin üzerine aktarılır ve renk pembe mor olacaktır. Tüpler 1 defa saf su ile (2.5 ml) yıkanarak bu safsu da erlenmayere ilave edilir. Erlenmayerdeki çözelti 0.1M HCl çözeltisi ile titrasyona tabi tutulur, rengi beyaz-tam beyazladığında titrasyona son verilir. Titrasyon sonunda sarf edilen asit miktarı not edilir. (Bu işlem her bir örnek ve kontroller için ayrı ayrı yapılır.)

Toprak örneklerinin nem tayini de yapılır. Titrasyonda kullanılan asidin kesin normalitesi belirlenerek sonuçlar; (Tanık-örnek)  $\times 0,1000 \text{ Nk'lik HCl sarfiyatına karşılık gelen miktarı saptanarak sonuç, mg CO}_2 - \text{C 24 h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$  fırın kuru toprak (FKT) olarak ifade edilir.

### 3.2.5.17. Toprakta $\beta$ - glikosidaz aktivitesi

Bozulmuş toprak örneklemede  $\beta$ - glikosidaz aktivitesi ( $\mu\text{g p-nitrofenol h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$  (FKT)) analiz işlemleri (Tabatabai, 1982; Eivazi ve Tabatabai 1988) metoduna göre yapılmıştır. Bu metoda göre, 1 g taze toprak örneği alınır ve 15 ml'lik falkon deney tüpü içerisine konulur. Üzerine 4 ml tampon çözeltisi (tampon çözeltinin içerisinde  $\text{NaN}_3$  yok ise 0.25 ml toluen de ilave edilir) ve 1 ml substrat çözeltisi ilave edilir. Karışım birkaç saniye çalkalanır. Deney tüpünün ağzı kapatılarak 37 °C'de 1 saat süreyle

inkübatörde inkübasyona bırakılır. İnkübasyon sonunda tüpler 15 dk süreyle 3500 rpm'de santrifüj edilir. Aynı işlem topraksız kontrol ve çözeltiler yerine saf su kullanılarak kör deneyde yapılır. Santrifüjleme sonunda örneklerin bulunduğu tüplere 1 ml  $\text{CaCl}_2$  ve 4 ml THAM-NaOH çözeltisi ilave edilir ve karıştırılır. Oluşan sarı rengin intensitesi, standart seriye karşılık 410 nm dalga boyunda spektrofotometrede belirlenir. Sonuç,  $\mu\text{g p-nitrofenol h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$  (FKT) olarak ifade edilir.

### 3.2.6. Mısır bitkisi ekim öncesi tarla hazırlığı ve toprak örnekleme

Bu çalışma kapsamında denemede 2019 yılı Ekim ayı kompostun toprağa uygulaması sonrası ve kış/bahar mevsimi yağışları ile inkübasyon süresi sonrası, İlkbahar mevsiminde 04.05.2020 tarihinde Ekim hazırlığı için rotavatör ile toprak hazırlığı yapılmıştır. Akabinde parselizasyon işlemi tekrarlanmıştır. Sonrasında ekim öncesi 06.05.2020 tarihinde toprak örnekleme işlemi (0-20 cm) yapılmıştır. Toprakta (N, P, K ve mikro elementler) analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Deneme parsellerinde ekim öncesi, optimum kimyasal gübreleme amacıyla (N, P, K, mikro elementler), bitkinin ihtiyacı nispetinde toprak analizleri sonuçları dikkate alınarak takviye olarak Türkiye Gübreleme Rehberine göre yapılmıştır (Güçdemir, 2006).

### 3.2.7. Mısır bitkisinin ekimi işlemleri

08.05.2020 tarihinde TAGEM Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsünün geliştirmiş olduğu, yerli AGA silaj mısır çeşidinde ekim işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ekim işlemi, geleneksel ekim yöntemiyle 6 sıralı ekim mibzeriyle, sıra arası 70 cm, sıra üzeri 15 cm ve derinlik 4 cm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Denemede parsel ölçüleri,  $2.8 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 11.2 \text{ m}^2$  olarak alınmıştır. Ekim işlemi normalde 4 sıralı (2.8 m) iken kenar tesiri için mısır ekimi kenarlardan birer sıra fazla olmak üzere 6 sıralı (4.2 m) yapılmıştır. Ayrıca ekim işleminde parsel uzunluğu 4 m iken parsel önünden 60 cm; parsel arkasından 1 m fazla olacak şekilde 5.6 m olarak tasarlanmıştır. Bu işlemde parsel bitkilerinin daha rahat gelişimi ve korunumu sağlanmıştır. Ancak okumalarda, ölçümlerde ve hasat işleminde parsel ölçüsü  $11.2 \text{ m}^2$  olarak alınmıştır.

Ekim işlemi esnasında toprak analiz sonuçları dikkate alınarak, ilave  $9 \text{ kg da}^{-1}$  fosfora denk gelecek şekilde,  $19.63 \text{ kg da}^{-1}$  DAP (di amonyum fosfat 18-46) (saf azot  $3.53 \text{ kg N da}^{-1}$ ) ilave edilmiştir. Ekim makinasından gübre ayarı 10'a ayarlanmıştır.

### 3.2.8. Mısır bitkisinin sulaması

Sulama, damla sulama ile yapılmış olup, 5-7 gün sulama aralığında Pan A kabından buharlaşan miktar kadar olacak şekilde yapılmıştır. Deneme için gerekli olan sulama suyu yeraltı kuyusundan sağlanmıştır. Denemede parsellere eşit miktarda sulama suyu verilmiştir. Verilen su miktarı aşağıdaki verilen (3.10) eşitlikteki formüle göre hesaplanmıştır. Kcp bitki pan katsayısı 1.0 ve % P bitki örtü yüzdesi 1.0 olarak alınmıştır.

$$I = EP \times K_{cp} \times \% P \times A \text{ eşitliğinde Gençdoğan ve ark., (2006),} \quad (3.10)$$

I= Sulama suyu miktarı (L), EP= Class A-Pan'dan olan buharlaşma (mm),

Kcp= Bitki pan katsayısı, % P= bitki örtü yüzdesi, A= Parsel alanını (m<sup>2</sup>) ifade etmektedir.

14.05.2020 tarihinde yağmurlama hattı serilmiştir. 15.05.2020 tarihinde ilk sulaması yapılmıştır. 17.05.2020 tarihinde mısır bitkisinin çıkışı gözlenmiştir. Sulama, 16.06.2020 tarihi ve sonrası yukarıda belirtilen yöntemle göre (3.10) toplam 17 sefer olmak üzere 1017 mm su verilmiştir (Çizelge 3.18). Sulama işlemine, 10.09.2020 tarihinde son verilmiştir.

Çizelge 3.18. Su miktarı-mm

| SNo | Tarih                | Su miktarı-mm |
|-----|----------------------|---------------|
| 1   | 15.05.2020           | 45            |
| 2   | 21.05.2020           | 45            |
| 3   | 30.05.2020           | 45            |
| 4   | 05.06.2020           | 38            |
| 5   | 16.06.2020           | 53            |
| 6   | 23.06.2020           | 47            |
| 7   | 30.06.2020           | 72            |
| 8   | 07.07.2020           | 74            |
| 9   | 14.07.2020           | 71            |
| 10  | 22.07.2020           | 78            |
| 11  | 29.07.2020           | 70            |
| 12  | 05.08.2020           | 68            |
| 13  | 13.08.2020           | 82            |
| 14  | 20.08.2020           | 62            |
| 15  | 27.08.2020           | 58            |
| 16  | 03.09.2020           | 52            |
| 17  | 10.09.2020           | 57            |
|     | Toplam su miktarı-mm | 1017          |

2020 yılı Haziran- Eylül ayı arası aşırı sıcaklıkların olması nedeniyle pan A kabından buharlaşma miktarı yüksek olduğundan ötürü, mısırın yetişmesi için gerekli su ihtiyacı da yüksek olmuştur. Çelik ve Ortaş (2009), yaptıkları çalışmada birincil ürün mısır bitkisinde verilen su miktarını 1113 mm olarak bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada mısır bitkisinde verilen su miktarını 1025 mm olarak gerçekleştirdiği bildirilmiştir (Gençoğlu ve Yazar, 1999).

### 3.2.9. Mısır bitkisinin gübrelemesi

Ekim öncesi topraktaki analiz sonuçları dikkate alınarak, optimum gübreleme (makro elementler N ve P; mikro elementler Mn ve Zn) yapılması amaçlanmış ve bitkinin gelişimi periyodunda, 4 ayrı dönemde ilave gübreleme yapılmıştır (Çizelge 3.19). Analiz sonuçlarına göre, potasyuma (K) ve demir (Fe), bakır (Cu) elementlerine ihtiyaç duyulmamıştır.

Çizelge 3.19. Mısır bitkisinde gübreleme dönemleri (Damla sulama ile verilen)

| Ekim zamanı  | Tarih      | Gübreleme                               | Saf azot-<br>(kg N da <sup>-1</sup> ) |
|--------------|------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. gübreleme | 16.06.2020 | 11.37 kg da <sup>-1</sup> üre           | 5.23                                  |
| 2. gübreleme | 23.06.2020 | 10 kg da <sup>-1</sup> amonyum sülfat   | 2                                     |
| 3. gübreleme | 07.07.2020 | 10 kg da <sup>-1</sup> amonyum sülfat   | 2                                     |
| 4. gübreleme | 14.07.2020 | 16.2 kg da <sup>-1</sup> amonyum sülfat | 3.24                                  |

Ekim işlemindeki (saf azot 3.53 kg N da<sup>-1</sup>) ile birlikte toplamda uygulanan saf azot miktarı 16 kg N da<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca, 30.06.2020 tarihinde 4.52 kg da<sup>-1</sup> MnSO<sub>4</sub> ve 1 kg da<sup>-1</sup> ZnSO<sub>4</sub> verilmiştir. Optimum gübreleme için gerekli fosfor ihtiyacı, ekim işlemi sırasında gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.10. Mısır bitkisinin ilaçlaması ve çapalama bakım işlemleri

29.05.2020 tarihinde pülverizatörle yabancı ot mücadelesinde Mustag 70 ml da<sup>-1</sup> ot ilacı atılmıştır. 09.06.2020 tarihinde çapa makinasıyla sıra arası boğaz doldurma işlemi ve yabancı otların temizlenmesi gerçekleştirilmiştir. 26.06.2020-30.06.2020 tarihleri arası 2. çapalama işlemi gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.11. Mısır bitkisinde fizyolojik ölçümler ve gözlemler

Bitkinin gelişim döneminde Temmuz ve Ağustos aylarında fizyolojik ölçümlerden LICOR LI-2200 yaprak alanı ölçme cihazıyla yaprak alan indeksi (LAI), SPAD cihazıyla klorofil içeriği, Trimble marka NDVI cihazıyla bitki örtüsü indeksini belirlemek için NDVI ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Mısır bitkisi gelişim periyodunda çiçeklenme tarihi, tepe püskül zamanı, 05.08.2020 tarihinde gerçekleşmiştir. Bitkide ölçümü yapılan parametreler aşağıda sırasıyla belirtilmiştir.

### 3.2.11.1. Yaprak alan indeksi ölçümü (LAI)

Yaprak alan indeksi (LAI), birim toprak yüzey alanı başına düşen yeşil yaprak alanı olarak tanımlanır. Formülü, aşağıdaki eşitlikte (3.11)'da tarif edilmiştir (Watson, 1947).

$$LAI = \text{yaprak alanı} / \text{yüzey alanı}, m^2 / m^2 \quad (3.11)$$

Yaprak alanı indeksini ölçmek için bitkiler çiçeklenme döneminden önce ve sonra 7. ay ve 8. aylarda LICOR LI-2200 yaprak alanı ölçme cihazı ile parseldeki tüm bitkilerin ölçümleri yapılmıştır. Her parselden 12 farklı bitkiden ölçüm yapılmış olup bu ölçümlerin ortalaması parsel değerini ifade edecektir.

LAI ölçümü, 14-16 Temmuz 2020 ve 14-18 Ağustos 2020 tarihlerinde parseldeki 3 sıradan bitkilerin sıra arasından yerden ölçüm yapılmıştır.

### 3.2.11.2. Klorofil içeriği (%)

Klorofil-a ve klorofil-b pigmentler, bitki fotosentezi olayında önemli rolü olan biyolojik moleküllerdir. Bu moleküller, güneş enerjisini yapraklarda depolanmış kimyasal enerjiye dönüştürülmesi sürecinde yardımcı olurlar. Bundan dolayı, bilimsel açıdan yaprak klorofil içeriği, tek başına bile kayda değer incelenmesi gereken bir parametredir (Richardson ve ark., 2002).

Özellikle tarım alanında yaprak pigmentasyonu çok büyük bir önem taşır. Bu durumun nedenlerinden biri, bir yaprak tarafından absorbe edilen güneş ışığı miktarı, başlıca yapraktaki fotosentetik pigment konsantrasyonu ile ilgilidir. Dolayısıyla klorofilin düşük konsantrasyonda olması direkt olarak fotosentetik potansiyeli ve primer üretimini sınırlandırmaktadır (Curran ve ark., 1990; Filella ve ark., 1995). Diğeriyse, yaprak azotunun klorofil ile ilişki içinde olmasından dolayı klorofil içeriğinin hesaplanması, bitkinin besin durumunun ölçülmesi için dolaylı bir yol olabilmektedir (Filella ve ark., 1995; Moran ve ark., 2000).

Bitki yapraklarındaki klorofil içeriği, SPAD klorofil ölçüm cihazıyla parselin kuzey, batı, güney, doğu ve orta noktası olmak üzere 5 farklı noktasından gerçekleştirilmiştir (Fischer 2001). Ölçümler 10. ve 13. yaprak arası yerden takribi 1.5-1.6 m yükseklikten yapılmıştır. Ölçüm öncesi kalibrasyon işlemleri yapılmıştır. Klorofil içeriği ölçümleri, bitki gelişme dönemlerinden çiçeklenme dönemi öncesinde 23.07.2020 tarihinde ve çiçeklenme döneminin tamamlandığı dönemlerde 18.08.2020 tarihinde yapılmıştır.

### 3.2.11.3. Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)

Bitki sağlığının bir göstergesi olan normalize edilmiş bitki örtüsü indeksi (NDVI), bitkiye dokunmadan sensörler yardımıyla bitki sağlığının belirlenmesini sağlar. Bitki sağlığı NDVI aralıklarına göre, -1-0 aralığında bitki ölü, 0-0.33 aralığından sağlıklı bitki, 0.33-0.66 aralığında orta derece sağlıklı ve 0.66-1 aralığında ise çok sağlıklı olacak şekilde sınıflandırılmıştır.

Trimble marka NDVI cihazı ile NDVI ölçümü parselin doğu yakasında 3 nokta; batı yakasında 3 nokta olmak üzere 6 noktadan ölçüm yapılmıştır. Merdiven kullanılarak bitkinin üstünden yaklaşık olarak 30-40 cm yükseklikte tutularak okumalar yapılmıştır.

NDVI Ölçümleri, bitki gelişme dönemlerinden çiçeklenme dönemi öncesinde 16.07.2020 tarihinde ve çiçeklenme döneminin tamamlandığı dönemlerde 12.08.2020 tarihinde yapılmıştır.

### 3.2.12. Mısır bitkisi hasadı ve hasat dönemi ölçümler

Denemede parsellerden hasat tarihi olarak, koçandaki danenin hamur olum döneminde, 1/2 veya 2/3 süt çizgisinde yapılması verim ve kalitenin en iyi uyum dönemi olduğundan önerilmektedir (Anonim, 2020b). Hasat tarihi olarak, % 50 süt çizgisinde, hasat zamanı seçilmiştir. Buna göre hasat 14.09.2020 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bitki boyu, bitki gövde çapı ölçümleri, bitkinin yapraklarından azot ve elementel analiz işlemler için örneklemeler yapılmıştır.

#### 3.2.12.1. Bitki boyu (cm)

Bitki boyu hasat dönemi cetvel ile ölçülmüştür. Parselin 2 farklı noktasından toprak seviyesi ile bitkinin tepe noktası arasındaki mesafe ölçülüp ortalama bitki boyu cm olarak bulunmuştur.

#### 3.2.12.2. Bitki çapı (mm)

Bitki çapı hasat dönemi kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Parselde 5 farklı noktasından bitkinin toprak yüzeyine en yakın gövdedeki ilk boğum üstünden bitkinin çapı ölçülerek ortalama bitki çapı mm olarak esas alınmıştır.

### 3.2.12.3. Bitki yaş biyokütle verimi (kg da<sup>-1</sup>)

Denemede parsel ebadı, 4 m x 2.8 m esasına göre, her parseldeki bitkilerin verimleri kenarlardan birer sıra atılarak ve parsel başı ve sonundan 1.5 metre düşülerek kalan alan 1.4 m<sup>2</sup> hasat edilmiş ve parsel verimleri hesaplanmıştır (Castaldi ve ark., 2017).

### 3.2.12.4. Bitki kuru biyokütle verimi (kg da<sup>-1</sup>)

Denemede parsellerinde bitki yaş biyokütle verimi ile kuru madde oranı çarpılarak kuru biyokütle verimleri hesaplanmıştır.

### 3.2.12.5. Bitki kuru madde oranı (%)

Denemede parsellerden hasat edilen bitkilerin içerisinde rastgele bir bitki örneği kâğıt torbalara alınmıştır. Alınan bitki örneğinin kümülatif olarak yaş ağırlığı arazide tartılmıştır. Aynı örnekler, sabit ağırlığa gelinceye kadar, 72 saat süreyle 65 °C'de kurutulup tartımları gerçekleştirilmiştir (Kacar, 2014). Elde edilen değerler ile aşağıdaki eşitlik yardımıyla (3.12), bitkinin kuru madde oranı hesaplanmıştır (Muir ve ark., 2001).

$$\text{Kuru madde oranı (\%)}: (\text{K.A.} / \text{Y.A.}) * 100 \quad (3.12)$$

Eşitlikte, K.A.=Kuru ağırlık, Y.A.= Yaş ağırlık olarak (g) ifade etmektedir.

### 3.2.12.6. Bitkide azot analizi

Denemede parselin 5 farklı noktasındaki mısır bitkisinin koçan ile tepe püskül arasındaki genç yapraklarından örnekler alınmıştır (Jones, 1967). Alınan bitki örnekleri önce kuru havada kurutulduktan sonra etüvde 65 °C de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Bitki örnekleri, 72 saat süreyle kurutulmuş, bitki değirmeninde öğütülmüş, 0.5 mm (35 mesh) elekten geçirilmiştir (Kacar, 2014). Hazırlanan bitki örneklerinde, toplam azot (% N) miktarı, modifiye Kjeldahl metoduna göre belirlenmiştir (Kacar, 2014; Jones, 2001; Bowman ve ark., 1988).

### 3.2.12.7. Bitkide yaprakta elementel analiz

Hazırlanan bitki örneklerinde elementel analiz işlemleri de yapılmıştır. Bitki örnekleri, hassas terazide 0.25 g tartılmış, tartımı alınan örnekler mikrodalga yakma tüpü içerisine aktarılmış ve üzerine 10 ml (8 ml HNO<sub>3</sub> ve 2 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) asit ilavesiyle

parçalama işlemleri sonrasında, Mars 6 yaş yakma cihazında plant material metoduna göre yaş yakma işlemi gerçekleştirilmiştir (Campbell ve Whitfield 1991, Jones, 2001). Sonrasında ultra saf suyla balon jode son hacim 25 ml olacak şekilde, filtre kâğıtlarında ekstraksiyon işlemleri tamamlandıktan sonra süzüklerin ICP-OES 5100 SVDV cihazında elementel analiz okumaları yapılmıştır.  $SF=25/0.25=100$  olarak hesaplanmıştır.

### **3.2.13. Analizlerin Değerlendirilmesi**

Bu çalışmada kompost analiz sonuçlarının Kompost tebliği'ne göre değerlendirilmesi yapılmıştır. Denemeden elde edilen toprak ve bitki analiz sonuçları verilerinin sınır değerleri ve yeterlilikleri incelenmiştir. Ayrıca, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre istatistikî analizleri JMP Pro 16 programında yapılmıştır. Verilerde varyans analizi uygulanmış, konular arasındaki farklılıklar LSD testi ile gruplandırılmıştır (Yurtsever, 1984).

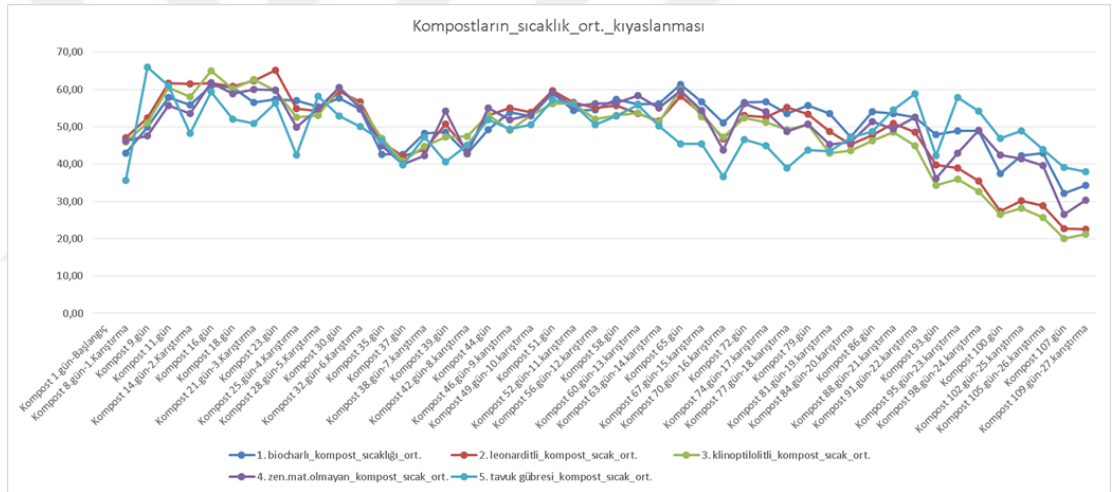
## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Kompost Analiz Sonuçları

Kompost yığınlarında ölçümü yapılan analizler, sıcaklık, nem, pH, EC, C/N değişimi, N kaybı, organik madde kaybı, renk değişimi, hacim ağırlığı, özgül ağırlığı, porozite, mikro ve makro elementel analiz işlemlerinin sonuçları aşağıda belirtilmiştir.

#### 4.1.1. Kompost sıcaklık ölçümü sonuçları (°C)

Kompost sıcaklık ölçümleri (°C), yığının 6 farklı noktasından, 2 günde bir ölçüm yapılmıştır. Karapınar Çölleşme ve Erozyon Araştırma Merkezinde yürütülen 5 farklı kompostlaştırma işleminin kompost sıcaklık ölçümleri grafiksel olarak gösterimi Şekil 4.1’de görülmektedir.



Şekil 4.1. Kompost konularında günlere göre sıcaklık değişimleri

T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 05.03.2015 tarih ve 29286 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Kompost Kalite Tebliği”ne göre, kompost materyalinin kesintisiz olarak 55 °C’de 2 hafta, 60 °C’de 1 hafta, 65 °C’de 5 gün, 70 °C’de 1 saat ısıtım işlem görmüş olması gerekmektedir. Kanada kompost yapım kriterlerine göre kompost yığını 55 °C’nin üstünde 3 gün süreli aerobik ayrışmaya tabi tutulmalıdır (Epstein, 1997). Mezofilik sıcaklıklar uygun kompostlaşmayı sağlamasına rağmen, birçok uzman kompost oluşumunda 43-65 °C arasındaki sıcaklıkların sağlanmasını önermektedir (Camcı Çetin ve ark., 2004). Termofilik fazlarda patojen, yabancı ot tohumları ve sinek larvaları öldürülmektedir, ayrıca yasal uygulamalar insan

patojenlerinin öldürülmesi için sıcaklığın 55 °C olması gerektiğini belirtmektedirler (Rynk, 1992; Keener ve ark., 2000).

Başarılı bir kompostlaştırma işleminde, termofilik sıcaklıklara yükselen bir sıcaklık profilinin olması gerektiği bildirilmiştir (Haug, 1980). Bunun yanısıra, etkili bir kompostlaştırma işleminde yüksek sıcaklıkların gerekli olduğu bildirilmiştir (de Bertoldi ve ark., 1983).

Çalışmada, kompost yığınlarında sıcaklık parametrelerine bakılacak olursa, sıcaklık eğrisinde bir sinüs dalgalanması eğrisi görülmektedir. Genelde sıcaklık eğrisinde ilkin bir artış sonrasında bir azalma ve tekrar nemlendirme ile birlikte sıcaklıkta tekrar artışın olduğu gözlenmiştir. Bu sıcaklık seyrindeki değişim komposttaki organik madde kaybı ve nemlendirme ile ilgilidir. Kompostlaşma süresinde daha iyi bir fermentasyonun sağlanabilmesi için sıcaklık değerlerinin genelde 50-60 °C arasında sabit tutulmasına özen gösterilmiştir. Kompostun olgunlaşma safhasına doğru sıcaklık değerlerinde azalmanın olduğu görülmüştür. Kompost iç sıcaklığının, dış ortam hava sıcaklığına yaklaştığı bir zaman diliminde kompostlaştırma işlemlerine son verilmiştir. 5 farklı kompost yığnında kompostlaştırma süreci eşit bir şekilde başlatılıp eşit bir şekilde sonlandırılmıştır.

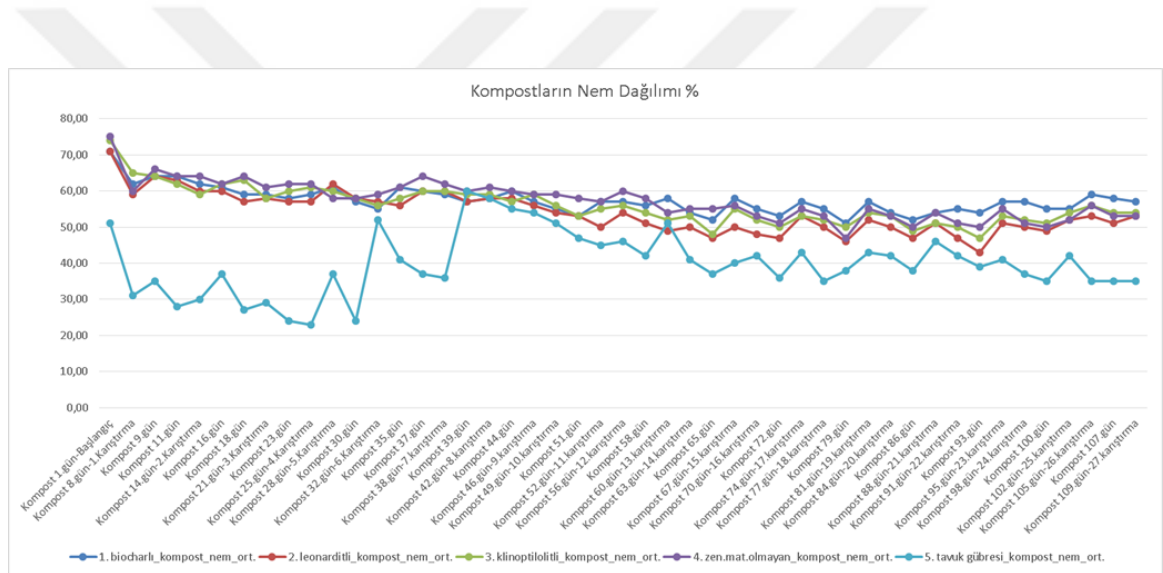
Kompost konularında kompost sıcaklık değerlerinde sırasıyla, K1 (biyokömür kompost) konusu 16 gün ortalama 55.58 °C'de, K2 (leonardit kompost) konusu 16 gün ortalama 54.18 °C'de, K3 (klinoptilolit kompost) konusu 14 gün ortalama 52.79 °C'de, K4 (kompost) konusu 16 gün ortalama 54.27 °C'de ve K5 (tavuk gübresi kompostu) konusu 11 gün ortalama 54.32 °C'de olduğu görülmüştür. Kompost yığınların sıcaklığında, K2 (leonardit kompost) konusunda 6 gün ortalama 62.21 °C'de, K3 (klinoptilolit kompost) konusunda 6 gün ortalama 60.98 °C'de olduğu görülmüştür. En yüksek sıcaklıklar, 70 °C'de K4 (kompost) konusunda ve 69.2 °C'de K2 (leonardit kompost) konusunda ortaya çıkmıştır. Kompost konuları arasında sıcaklık açısından değerlendirildiğinde, K3 (klinoptilolit kompost) ve K2 (leonardit kompost) konularının en hızlı bir şekilde kompostlaştırma sürecini tamamladığı ve erken kompost olgunlaşmasını gösterdiği görülmektedir. K5 (tavuk gübresi kompost) en geç olgunlaştığını sıcaklığını kaybetmediğini göstermektedir.

Kompost denemesinde dış ortam ort. hava sıcaklığı, gündüz sabah saat 09.00'da takip edilmiştir. Kompostlaştırma periyodu boyunca, dış ortam ort. hava sıcaklığı, 1-32.

günleri arası 29.62 °C; 35-44. günler arası 26.43 °C; 46-63. günler arası 30.06 °C; 65-72. günler arası 23.85 °C; 74-79. günler arası 22.20 °C; 81-84. günler arası 28.60 °C; 86-93. günler arası 20.33 °C, 95-102. günler arası 19.68 °C ve 105-109. günler arası 16.27 °C olarak ölçülmüştür.

#### 4.1.2. Kompost nem değerleri sonuçları (%)

Kompostun nem değerleri (%) yığının 6 farklı noktasından örnekler alındıktan sonra 3 tekerrürlü olarak etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar analizleri gerçekleştirilmiştir (TMECC, 2001). Ölçümler 2 günde bir yapılmıştır. Kompost konularının yaş bazda kompost nem değerleri grafiksel olarak gösterimi Şekil 4.2’de belirtilmiştir.



Şekil 4.2. Kompost konularında günlere göre nem değişimleri

Kompost koşullarında istenen parametrelerden bir tanesi nem ve karıştırma işlemi yani havalandırma koşullarıdır. Aerobik kompostlaştırma için gerekli oksijen genellikle hava ile sağlanır. Havalandırma işlemi ile oluşan su buharı da prostesten uzaklaştırılır. İşlem sırasında oksijen (O<sub>2</sub>) mikroorganizmalar tarafından kullanılıp CO<sub>2</sub> açığa çıktığından, kompost yığını içerisindeki O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> miktarları havalandırmayı kontrol etmek için kullanılabilir (Suess, 1985). Bu çalışmada kompost yığınlarının nemlendirme ve karıştırma işlemleri genelde birlikte yürütülmüştür. Kompostun nem içeriği, mikroorganizma faaliyetlerini, sıcaklığı ve ayrışma hızını etkilemektedir (Bernal ve ark., 2009). Kompostlaştırma prosesinin etkin bir şekilde devam ettirmek için nem içeriğin % 50-60 arasında olması gerekmektedir (Epstein, 2011; Jeris ve Regan 1973a).

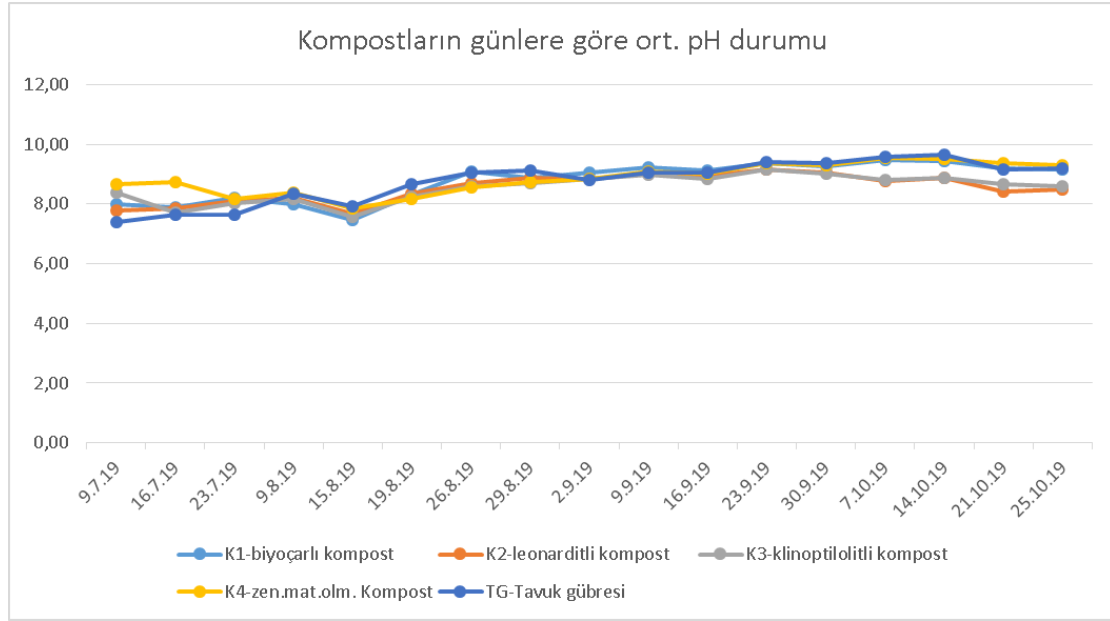
Haug (1980), tarafından belirtildiğine göre, gübre kompostlama için optimum nem içeriği % 55 ile % 60 aralığındadır. Ayrıca, Misra ve ark., (2003), kompostlama substratının boşluk hacmine ve su tutma kapasitesine bağlı olarak, optimum nem içeriğinin % 40 ile % 65 aralığında olması gerektiğini belirtmektedir.

Bu yüzden denemede nemin stabil şekilde % 55-60 arasında tutulmasına özen gösterilmiştir. Kompostta nem ayarlamasında, gözle görülür bir şekilde, kompost yığınının elimize alıp sıkığımız zaman sıvı kısmı akmayacak kıvamda olması istenir. Fazla nemlendirme olursa kompost yığınlarında porozite oluşmayacağı için istenen fermentasyon düzeyi ve sıcaklık artışı sağlanmayacaktır. O yüzden karıştırmayı artırıp, nem değerlerinin % 55-60 arasında tutulması sağlandığı zaman sıcaklık değerlerinin kendiliğinden 50-60 °C arasında olduğu görülecektir. Kompost yığınlarında havalandırma ve karıştırma işlemi 27 kez yapılmıştır. Her defasında karıştırma işlemi yığının hemen yanına, ters çevrilerek yapılmıştır. Sonraki aşamada bunun tersi yapılmıştır. Nem değerlerine bakacak olursak, K1 (biyokömür kompost) konusunda nemin en iyi tutulduğu ve en yüksek olduğu görülmektedir. K5 (sadece tavuk gübresi kompostu) konusunda nemin en düşük derecede seyrettiği görülmektedir. Bütün kompost konularında nemlendirme ve karıştırma işlemi eşit yürütülmesine rağmen, 38.gün sonrasında nemin stabil aralıkta (yaklaşık % 50) tutulması sağlanmıştır. Kompostta nem değeri sıralaması  $K1 > K4 > K3 > K2 > K5$  şeklinde olmuştur.

Tanugur (2009), kümes artıklarının farklı katkı malzemeleriyle kompostlaştırılması çalışmasında, kompostlaştırma süresince karıştırma yapıldığı zamanlarda reaktörlerden boşaltılan malzemenin su içeriği belirlenmiştir. Çalışma süresince 4 reaktörde sırasıyla, ilk reaktörde su içeriği % 54-60, ikincisinde % 49-56, üçüncüsünde % 43-45, dördüncüsünde ise % 49-51 aralığında seyrettiğini bildirmiştir. Arıkan (2003), kompostlaştırma için optimum su içeriğinin % 50-60 olarak ifade etmiştir. Hamoda ve ark., (1998) ise, kentsel katı atıkların kapalı kompostlaştırılması çalışmasında, optimum işletmeyi % 60 su içeriği ile sağlamıştır. Öztürk, (2005) ise, kompostlaştırmada optimum su içeriğinin % 40-65 aralığında olması gerektiğini bildirmiştir.

#### 4.1.3. Kompost pH analizi sonuçları

Kompost konularında haftada bir kez pH analiz işlemi gerçekleştirilmiştir (TMECC, 2001). pH analizleri sonuçları grafiksel olarak gösterimi Şekil 4.3’de belirtilmiştir.



Şekil 4.3. Kompost konularında haftalara göre ort. pH değişimleri

T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 05.03.2015 tarih ve 29286 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Kompost Kalite Tebliği”ne göre kompostun uygulanabilmesi için pH değerinin 5.5 ila 8.5 arasında olması gerektiğini bildirmiştir. Kompostlaştırma sonucu nihai kompost yığınlarında pH değerinde genelde 8-9 arası olduğu görülmektedir. Kompost süreciyle birlikte pH’da zamanla biraz artış olduğu görülmüştür. Bunun nedeni olarak kompostta kullanılan tavuk gübresi materyalinin içeriğinde kirecin (% 16.78) yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Yapılan bir çalışmada benzer bir şekilde pH değişimlerindeki eğilimler, kompostlama sırasında meydana gelen bu tipik değişiklikler, pH değerinde hızlı bir başlangıç artışı ve hafif alkali veya nötr aralığa doğru kademeli bir düşüşü gösterdiği belirtilmektedir (de Bertoldi ve ark., 1983).

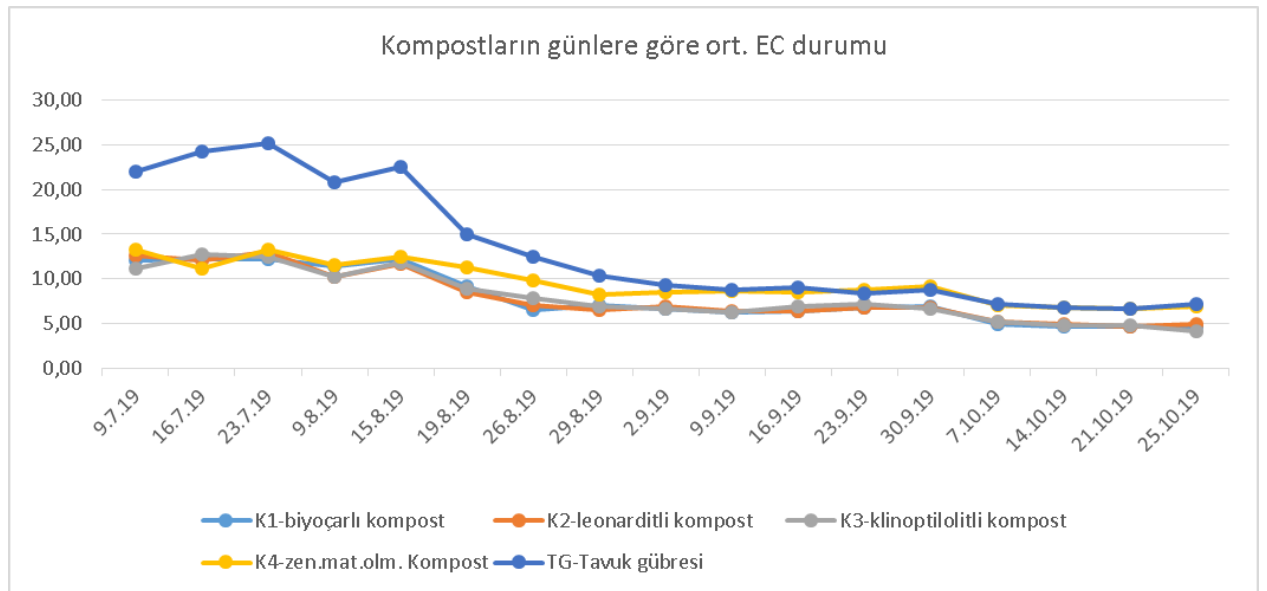
Kompost başlangıcında konularına göre sırasıyla, pH, K1-7.98, K2-7.78, K3-8.38, K4-8.65, K5-7.40 iken, kompost sonunda K1-9.16, K2-8.47, K3-8.60, K4-9.30,

K5-9.21 olmuştur. pH değeri, K2 (leonardit kompost) ve K3 (klinoptilolit kompost) konusunda diğer konulara göre daha düşük ve 8.5 civarı olmuştur.

Tanugur (2009), kümes artıklarının farklı katkı malzemeleriyle kompostlaştırılması çalışmasında, kompostlaştırma süresince reaktörlerdeki pH değerinin zamana göre değişimini incelemiştir. Prosesin başlangıcında reaktörlerdeki pH değerleri yaklaşık 6.7-7.3 seviyelerinde iken, ilk on gün içerisinde yükselerek tüm reaktörlerde 9.0 civarına çıkmıştır. 28. günden sonra tüm reaktörlerde pH değerleri bir miktar düşmüştür. Proses sonunda bütün reaktörlerde pH 8.0 ile 9.0 arasında seyretmiştir. Bu durum çoğunlukla, ortamdan CO<sub>2</sub> çıkışı ve proteinlerin ayrışmasından ileri geldiğini öne sürmüştür. Altınbaş ve ark., (2007) yılında karışık evsel katı atıkların kompostlaştırılması üzerine İstanbul'da yapılan bir örnek çalışmada, pH başlangıçta 5.0-7.0 aralığında iken, proses sonuna doğru ilerledikçe 8.0-8.5 seviyelerine kadar çıktığını bildirmiştir.

#### 4.1.4. Kompostta EC analizi sonuçları

Kompost konularında haftada bir kez EC (dS m<sup>-1</sup> veya mS cm<sup>-1</sup>) analizleri gerçekleştirilmiştir (TMECC, 2001). EC analizleri sonuçlarının grafiksel olarak gösterimi Şekil 4.4'te yer almaktadır.



Şekil 4.4. Kompost konularında haftalara göre ort. EC değişimleri

Kompost yığınlarında kompostlaştırma süreciyle birlikte zamanla EC değerinde azalmalar ve iyileşmeler görülmüştür. Kompost başlangıcında EC ( $\text{mS cm}^{-1}$ ), K1-12.04, K2-12.67, K3-11.10, K4-13.29, K5-22.06 iken, kompost sonunda K1-4.66, K2-4.90, K3-4.15, K4-6.99, K5-7.16 olmuştur. EC değerlerinde sıralama olarak en düşüktен en yükseğe doğru EC değerlerinde  $K3 > K2 > K1 > K4 > K5$  olarak sıralanmıştır. Toprak kalitesi standartlarına göre toprak tuzluluğu EC ( $\text{dS m}^{-1}$ ) açısından 0-4 arası tuzsuz, 4-8 arası hafif tuzlu sınıfına girmektedir (Richards, 1954). Özellikle K3 (klinoptilolit kompost) konusunun tuzsuz sınıfına yakın olduğu için topraklar için uygun olduğu görülmektedir. Bitki hassasiyetinin göz önünde tutulmadığı durumlarda ise, EC değerlerinin 2-6  $\text{dS m}^{-1}$  aralığında olması gerektiği tavsiye edilmiştir (Herity, 2003).

T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 05.03.2015 tarih ve 29286 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Kompost Kalite Tebliği”ne göre kompostun uygulanabilmesi için mineral iyonlar halindeki tuz değerinin  $<10 \text{ dS cm}^{-1}$  olması gerektiğini bildirmiştir. Buna göre bütün kompost konularında sınır değerlerinin altında ve kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada, tuzluluk tutma etkinliğinde açısından değerlendirildiğinde kompost uygulamalarında sırasıyla, K3 (klinoptilolit kompost) konusunda % 62.61, K2 (leonardit kompost) konusunda % 61.33, K1 (biyokömür kompost) konusunda % 61.30, K4 (ilave materyal olmayan kompost) konusunda % 47.40 olarak bulunmuştur. Bir benzer şekilde yapılan başka bir çalışmada, laboratuvar şartlarında tavuk gübresinde % 5, 10 (v.v) dozlarında doğal zeolit kullanılarak kompost prosesi sonunda doğal zeolitin tuz alımına etkinliği sırasıyla, % 66.64, 88.92 olarak bulunmuştur (Turan, 2008).

#### 4.1.5. Kompostta %C, %N, C/N analiz sonuçları

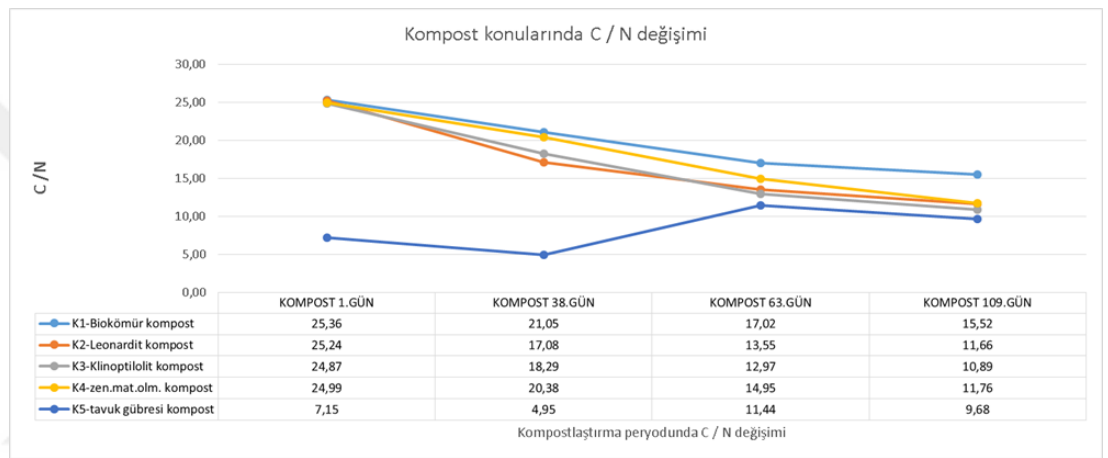
Kompost başı ve ortasında ve nihai kompost ürünlerinde, C/N analizleri yapılmıştır. Kompost konularında kompost başlangıcında ve sonunda C (%), N (%) değişimleri ve % N kaybındaki azalmalar hesaplanmıştır.

Kompostlaştırma sürecinde başarılı bir kompostlaştırma için en önemli etkenlerden biri C/N oranı olarak kabul edilmektedir (Poincelot, 1977). Bu yüzden, C/N değerleri kompostlaştırma için olgunluk parametresi olarak değerlendirilebilmektedir (Hardy ve ark., 1993).

Hızlı kompostlaşma için C/N oranında tercih edilen sınırlar 25:1-30:1 iken, 20:1-40:1 ise kabul edilebilir sınırlar olarak öngörülmektedir (Rynk, 1992). Daha dar bir C/N

oranı, kompostlarda amonyak yolu ile azot kaybına neden olmaktadır. Daha geniş bir C/N oranı, organik materyallerde yarıyışlı azotun immobilize olmasına neden olmakta ve bu yolla kompostlaştırmayı yavaşlattığı dile getirilmiştir (Zibilske, 1998).

Farklı kompost konularının denendiği bu çalışmada, başlangıç kompostlarında C/N içeriği yaklaşık olarak 25/1 esas alınmıştır. Kompost sonucunda oluşan nihai kompostların Leco cihazında C/N analiz sonuçları 25.12.2019 tarihinde yapılmıştır (Tablo 8). Kompost konularında kompostlaştırma periyodu boyunca C/N değişimi grafik olarak Şekil 4.5'te belirtilmiştir.



Şekil 4.5. Kompost konularında C/N değişimi

T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 05.03.2015 tarih ve 29286 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Kompost Kalite Tebliği”ne göre C/N 10-30 arası istenmektedir. Kompost konularında C/N değişimlerine bakılacak olursa, K1, K2, K3 ve K4 kompost konularında başlangıçta yaklaşık olarak C/N 25/1’lerden zamanla azaldığı görülmektedir. C/N oranındaki azalma, en çoktan en aza doğru olarak, K3>K2>K4>K1>K5 şeklinde sıralanmaktadır.

K5 (sadece tavuk gübresi kompostu) konusunda azot kaybındaki artış, karbon kaybindan oldukça fazla olduğundan kompost başı ve bitiminde C/N oranı artmış olarak görülmektedir.

K3 (klinoptilolit kompost) C/N-10.89 ve K2 (leonardit kompost) C/N-11.66 olduğu ve bu kompost konularında daha olgun kompostlaştırmanın sağlandığı ve Kompost Tebliği’ne de uygun olduğu görülmüştür.

Komposttaki 17 ve altındaki C/N değerleri stabil kompostun göstergesi olarak kabul edilmektedir (Barral Salvia ve ark., 2007). Rao ve ark., (1995)'na göre, olgun kompostta C/N değerinin 10-15 aralığında olması gerektiğini bildirmişlerdir (Aparna ve ark., 2007).

Kompostlaştırmada, azot kaybı (%N) kaybı açısından değerlendirilmesi de yapılmıştır (Çizelge 4.1). Kompostlaşmanın ilk aşamasında, azot kayıpları genellikle azotun amonyak formuna geçerek uzaklaşması sırasında ortaya çıkmaktadır (Witter ve Lopez-Real, 1988). Kirchmann ve Witter (1989), tavuk gübresi kompostunda önemli oranda azot kaybının olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.1. Kompost başı ve sonunda C, N değişimleri, % N kaybındaki azalma

| Kompost konularında kompost başlangıcında ve sonunda C, N (%) değişimleri |           |      |       |         |      |       |                     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|------|-------|---------|------|-------|---------------------|
| Kompost Konuları                                                          | Başlangıç |      |       | Sonunda |      |       | N kaybındaki azalma |
|                                                                           | C         | N    | C/N   | C       | N    | C/N   |                     |
| K1                                                                        | 71.08     | 2.80 | 25.36 | 37.96   | 2.44 | 15.56 | 12.86               |
| K2                                                                        | 66.02     | 2.62 | 25.24 | 29.16   | 2.50 | 11.66 | 4.58                |
| K3                                                                        | 64.03     | 2.58 | 24.87 | 21.33   | 1.96 | 10.88 | 24.03               |
| K4                                                                        | 69.62     | 2.79 | 24.99 | 28.34   | 2.41 | 11.76 | 13.62               |
| K5                                                                        | 43.50     | 6.08 | 7.15  | 22.37   | 2.31 | 9.68  | 62.01               |

Kompost konularında azot (% N) kaybı en fazla kayıptan en aza doğru sıralandığında,  $K5 > K3 > K4 > K1 > K2$  şeklinde sıralanmıştır. En yüksek (%) N kaybı, K5 (tavuk gübresi kompostu)'te, 2.63 kat daha fazla olmuştur. Diğer kompost konularında K5 konusuna göre azot kaybı daha düşük gerçekleşmiştir. En az azot (%) N kaybı, K2 (leonardit kompost) ve K1 (biyokömür kompost) konularında olmuştur. Bu çalışmada azot kaybını azaltıcı olarak farklı materyallerin denendiği kompost konularında, K1 (biyokömür kompostu), K2 (leonardit kompostu) ve K3 (klinoptilolit kompostu) konusunda K5 (sadece tavuk gübresi kompostu) konusundan daha önde olduğu ortaya konulmuştur. Demek ki bu farklı materyal malzemeleri kompost içerisinde azotun amonyak formunda atmosfere salınımını engellemekte ve azotu kompost içerisinde tutunmasını sağlamaktadır ve bu yolla daha iyi bir kompost elde edilerek toprağa olan yararlılığını daha da zenginleştirmektedir. Bu çalışmada, kompost uygulamalarında total N kaybındaki azalma sırasıyla K2 (leonardit kompost) konusunda %4.58, K1 (biyokömür kompost) konusunda %12.86, K3 (klinoptilolit

kompost) konusunda %24.03 olduğu görülmüştür ve nihai kompostun azot yönünden gübre değerini kullanılan materyaller zenginleştirmiştir.

Benzer sonuç olarak, kompostlaştırma işleminde % 6 zeolit ilavesi ile kontrol reaktörüne göre % 30 daha az azot kaybı yaşandığını tespit etmiştir (Gençsoy, 2010). Ayrıca, Turan ve Ergun (2007)'un zeolit ile yaptıkları bir çalışmada, ürün amonyak içeriğinin, kontrol reaktörüne göre % 5 ve % 10 zeolit uygulamasıyla sırasıyla % 75 ve % 88 oranlarda azaldığını rapor etmiştir.

Goyal ve ark., (2005) kanatlı hayvan gübresinin de yer aldığı çeşitli organik atıkların kompostlanması üzerine yürüttükleri çalışmada kanatlı hayvan gübresinin başlangıçta % 43.9 olan organik karbon içeriğinin üç ay sonunda 36.2'ye; başlangıçta % 3.16 olan toplam azot kapsamının % 1.74 değerine ulaştığını; organik karbon ve toplam azottaki azalmaların sırasıyla yaklaşık % 17 ve % 45 olduğunu belirtmişlerdir.

Awasthi ve ark., (2016), yaptıkları bir çalışmada, arıtma çamuru ve buğday samanı kompostunda %10, 15, 30 (ıslak ağırlık), %1 (kuru ağırlık) dozlarında, zeolit ve kireç kullanarak, azot korunumu üzerindeki etkisinde (kontrole göre) sırasıyla, toplam azotu % 41.12, 43.17, 50.34 artırdığını bildirmektedir.

Hoitink ve Keener (1992) ise olgunlaşmış kompostta C değerinin % 8-35, N değerinin ise % 0.4-3.5 aralığında olması gerektiğini tavsiye etmişlerdir.

#### 4.1.6. Kompostta organik madde kaybı (OMK) (%) analizi sonuçları

Haftada bir kez kül fırınında, kompost konularına göre organik madde kaybı (OMK) değerleri (%) ortaya çıkartılmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Kompost konularında kompost başı, ortası ve sonunda OM ve OMK değerleri (%)

| Günler          | 9.07.2019 | 15.08.2019 | 9.09.2019 | 25.10.2019 |  | 15.08.2019 | 9.09.2019 | 25.10.2019 |
|-----------------|-----------|------------|-----------|------------|--|------------|-----------|------------|
| Kompost konular | OM        | OM         | OM        | OM         |  | OMK        | OMK       | OMK        |
| K1              | 73.52     | 70.20      | 60.87     | 56.18      |  | 15         | 44        | 54         |
| K2              | 67.10     | 59.04      | 50.68     | 37.21      |  | 29         | 50        | 71         |
| K3              | 59.24     | 50.86      | 42.19     | 37.08      |  | 29         | 50        | 59         |
| K4              | 66.82     | 64.89      | 56.25     | 47.95      |  | 8          | 36        | 54         |
| K5              | 67.13     | 55.54      | 47.41     | 37.07      |  | 39         | 56        | 71         |

T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 05.03.2015 tarih ve 29286 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Kompost Kalite Tebliği”ne göre organik madde (kuru madde içerisinde) > %35’den büyük olmalıdır.

Washington Ekoloji Departmanı tarafından belirtilen standartlarda ise, kompost OM içeriğinin en az % 30 olması gerektiği bildirilmiştir.

OM (%), değerlendirmesi açısından, sırasıyla;  $K1 > K4 > K2 > K3 > K5$  konusu gelmektedir. Bütün kompost konularında organik madde (KM) % 35’den fazla ve uygun olduğu görülmektedir. OMK (%), organik madde kaybı, en yüksek K5 ve K2 konusunda olmuştur. En az ise, K1 konusunda olmuştur. Burada K1 (biyokömür kompost) organik madde kaybının az olmasının nedeni biyokömürün mikroorganizmalar tarafından ayrışmasına karşı olan dayanıklı, dirençli olmasından kaynaklanmaktadır. OMK (%), sırasıyla;  $K5 = K2 > K3 > K1 = K4$  şeklinde gelmektedir. Ayrıca çalışmada kompost başı ve sonunda tartımlar (KM) yapılmıştır. Organik madde kaybı (OMK) (%) analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.3’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.3. Kompost başlangıç ve bitimi arasındaki organik madde kaybı (%)

| Kompost konuları | Başlangıç Kompost 1.gün-kg | Nihai Kompost 109.gün-kg | Organik madde kaybı-% |
|------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|
| K1               | 964.13                     | 440.62                   | 54.30                 |
| K2               | 964.13                     | 431.94                   | 55.20                 |
| K3               | 964.13                     | 428.44                   | 55.56                 |
| K4               | 876.48                     | 338.82                   | 61.34                 |
| K5               | 1531.38                    | 572.15                   | 62.34                 |

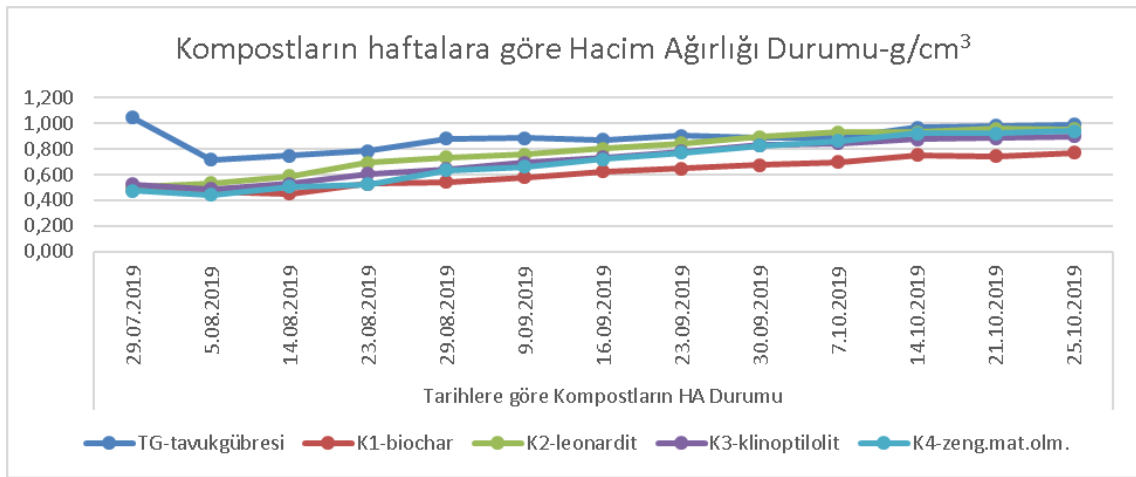
Kompost konularında yaklaşık olarak 2 katlık bir organik madde kaybı (OMK) (%) meydana gelmiştir. OMK (%)’da, en çoktan en aza doğru,  $K5 > K4 > K3 > K2 > K1$  şeklinde sıralanmıştır.

Yapılan benzer bir çalışmada, Tanugur (2009), kümes artıklarının farklı katkı malzemeleriyle kompostlaştırılması çalışmasında, kompostlaştırma prosesi süresince reaktörlerdeki organik maddenin zamana göre değişimini incelemiştir. Organik madde muhtevası başlangıçta 1. reaktörde % 67, 2. reaktörde % 68, 3. reaktörde % 69 ve 4. reaktörde % 68 iken zamanla azalmıştır. Kompost prosesinin sonunda 1. ve 2. reaktörlerde % 52, 3. reaktörde % 57 ve 4. reaktörde % 54 değerlerine azaldığını bildirmiştir.

#### 4.1.7. Kompostta porozite (%) analizi sonuçları

Kompost konularının haftada bir kez hacim ağırlığı (HA) ( $\text{g cm}^{-3}$ ), özgül ağırlığı (ÖA) ( $\text{g cm}^{-3}$ ) ve porozite / serbest hava oranı (%) analizlerinin değerleri ölçülmüştür (TMECC, 2001). Kompostlaştırma periyodunda, HA, ÖA ve porozite değişimleri grafik olarak gösterilmesi, Şekil 4.6, 4.7, 4.8’de belirtilmiştir.

##### 4.1.7.1. Kompost konularında hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ )

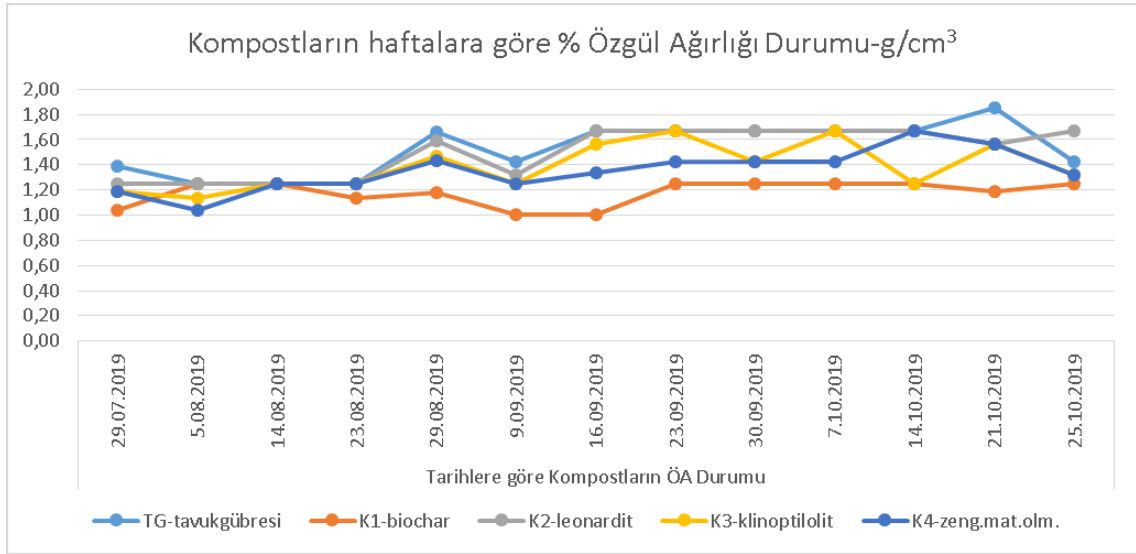


Şekil 4.6. Kompost konularında haftalara göre HA değişimleri

Çalışmada K1 uygulamasında (biyokömür kompost), hacim ağırlığı (HA) daha düşük bulunmuştur. K5 (tavuk gübresi kompostun) HA değeri, diğer kompostlara göre daha yüksek bulunmuştur. Kompost konularında zamanla HA değerlerinde artışlar gözükmemektedir. Kompost konularında hacim ağırlığı,  $K1 < K3 < K4 < K2 < K5$  şeklinde bir değişim göstermektedir.

Yapılan bir çalışmada benzer sonuç olarak, Kompostlaştırma işleminde başlangıçta  $0.19 \pm 0.02 \text{ g cm}^{-3}$  olan hacimsel yoğunluk, işlem sonunda  $0.45 \pm 0.04 \text{ g cm}^{-3}$  değerine yükseldiği bildirilmiştir (Gençsoy, 2010).

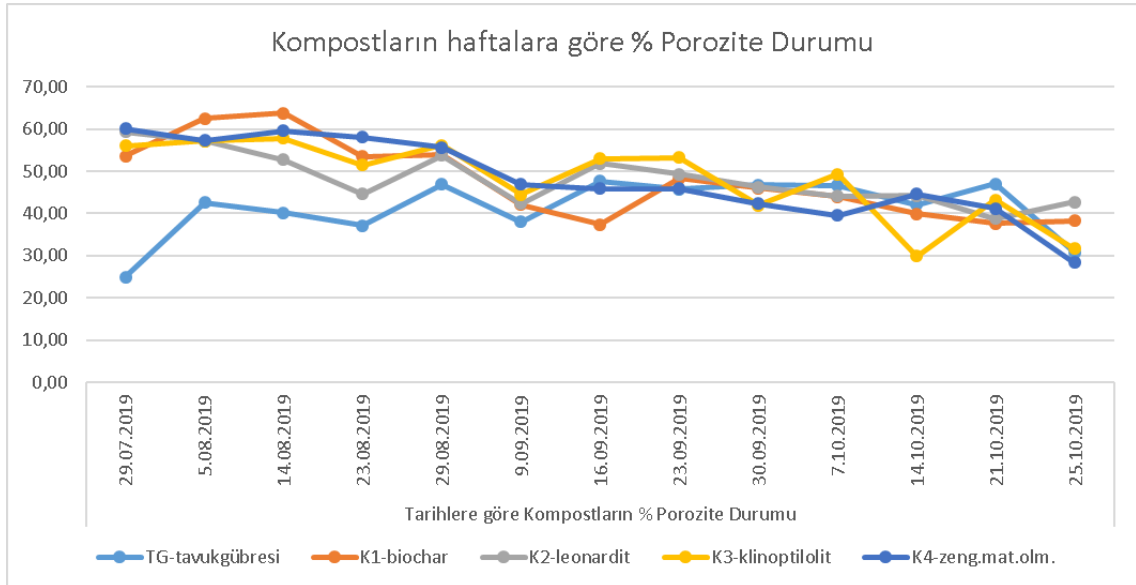
#### 4.1.7.2. Kompost konularında özgül ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ )



Şekil 4.7. Kompost konularında haftalara göre ÖA değişimleri

Çalışmada en yüksek özgül ağırlığı (ÖA) değeri, K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunda oluşmuştur. K5 (tavuk gübresi kompostu) ÖA değeri, diğer kompost konularına göre daha yüksek bulunmuştur. K1 (biyokömür kompost), ÖA daha düşük bulunmuştur. Kompost konularında ÖA değerleri,  $K1 < K4 < K3 < K2 < K5$  şeklinde oluşmuştur.

#### 4.1.7.3. Kompost konularında porozite (%)



Şekil 4.8. Kompost konularında haftalara göre porozite değişimi

Kompostlaştırma ortamında mikroorganizmalara gerekli havanın yayılmasına olanak verecek oranda gözenekliliğin olması gerekmektedir. Materyal içerisindeki serbest hava miktarının göstergesi olarak serbest hava oranının %20-35 aralığında olması kompostlaştırma işlemi için uygundur (Jeris ve Regan, 1973b, Külçü ve Yıldız, 2003).

Kompostlaştırma periyodu boyunca kompost konularında poroziteye (serbest hava oranına) bakıldığında K5 (tavuk gübresi kompostu) hariç diğer kompostlarda % porozitede azalmalar gözükmemektedir. Kompostlarda olgunlaşma görüldükçe porozite düşmektedir. Bunun nedeniyse, Kompost periyodunda kompost konularında zamanla HA'nın ÖA'dan daha yüksek arttığı için porozite değerlerinde başlangıç haline göre nihai kompostlarda porozite düşmüştür. 25.10.2019 tarihli nihai kompostta porozite durumu,  $K4 < K5 < K3 < K1 < K2$  şeklinde oluşmuştur.

Benzer sonuç olarak, hızlı ayrışma evresinin sona ermesinin 4. haftası sonrasında, ayrışmayla birlikte hava boşluk oranı azalmış ve nihai kompost ürününde  $\%19 \pm 3.7$ 'ye kadar düşmüştür (Gençsoy, 2010).

#### **4.1.8. Kompostta renk değişimi sonuçları**

Kompostlaştırma işlemi boyunca kompost yığınlarında başlangıç halinde sarımsı renk hâkim iken, yanma olayı ile birlikte zamanla açık kahverengi, sonrasında koyu kahverengi bir renk aldığı görülmüştür. Son nihai kompost yığınlarında rengin siyah renk durumuna dönüştüğü gözlenmiştir. Renk değişiminde en çok hızlı siyahlaşan K2 (leonarditli kompost) ve K1 (biyokömürlü kompost) olduğu görülmüştür.

Bu çalışmadaki bulgulara benzer olarak, iyi olgunlaşmış kompost ürününde, toprak görünümünde, koyu kahve veya siyah renkte olması gerektiği bildirilmiştir (Kashmanian, 1993; Haug, 1993; Zhiyi ve Saskatchewan, 2004; Chollak ve Rosenfeld 1998; Schwarzenegger ve Adams, 2007).

#### 4.1.9. Kompostlarda elementel analiz sonuçları

Kompostlaştırma işleminde 109 günlük süreç sonucunda oluşan kompostların yaş yakma işlemi sonrası elementel analiz için ICP OES SVDV 5100 cihazında okumaları yapılmıştır. Analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.4’te belirtilmiştir.

Çizelge 4.4. Başlangıç ve nihai kompost ürünlerinde elementel analiz sonuçları-ppm

| Kompost konularında başlangıç ve nihai kompostlarda elementel analiz sonuçları-ppm |        |       |         |      |      |      |       |        |         |        |        |        |      |         |      |        |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|---------|------|------|------|-------|--------|---------|--------|--------|--------|------|---------|------|--------|
| Kompost konular                                                                    | Al     | B     | Ca      | Cd   | Co   | Cr   | Cu    | Fe     | K       | Mg     | Mn     | Na     | Ni   | P       | Pb   | Zn     |
| K1_09Temmuz19_kompost                                                              | 203,6  | 22,95 | 47695,7 | 0,11 | 0,54 | 2,97 | 16,36 | 229,9  | 14211,7 | 3681,3 | 163,49 | 805,4  | 5,97 | 3486,0  | 6,90 | 102,60 |
| K2_09Temmuz19_kompost                                                              | 917,5  | 21,92 | 53472,6 | 0,11 | 1,04 | 7,85 | 20,34 | 1408,0 | 14794,7 | 3686,1 | 174,75 | 909,8  | 7,16 | 3399,0  | 2,15 | 114,65 |
| K3_09Temmuz19_kompost                                                              | 2260,2 | 21,45 | 57757,3 | 0,09 | 0,89 | 3,92 | 20,07 | 637,8  | 19014,6 | 4149,8 | 236,10 | 1033,8 | 6,42 | 4020,1  | 5,66 | 134,62 |
| K4_09Temmuz19_kompost                                                              | 249,8  | 24,20 | 60971,5 | 0,11 | 0,67 | 3,56 | 20,26 | 272,6  | 17788,6 | 4227,3 | 211,70 | 997,9  | 4,89 | 5062,8  | 1,40 | 140,90 |
| K5_09Temmuz19_kompost                                                              | 145,1  | 30,43 | 70853,5 | 0,12 | 0,64 | 3,96 | 33,87 | 156,0  | 18136,6 | 3065,9 | 292,38 | 1737,5 | 6,13 | 9213,4  | 0,45 | 213,78 |
| K1_25Ekim19_kompost                                                                | 304,5  | 38,22 | 80836,8 | 0,10 | 0,80 | 4,57 | 27,26 | 349,3  | 23035,6 | 5139,0 | 268,85 | 1624,3 | 6,95 | 7670,7  | 1,67 | 184,81 |
| K2_25Ekim19_kompost                                                                | 1248,5 | 33,10 | 86920,9 | 0,16 | 1,28 | 7,91 | 33,22 | 1899,8 | 23138,3 | 4876,9 | 295,83 | 1674,2 | 8,56 | 7810,2  | 2,34 | 198,81 |
| K3_25Ekim19_kompost                                                                | 3318,4 | 32,93 | 84170,3 | 0,14 | 1,22 | 5,57 | 28,94 | 1029,3 | 27522,7 | 5227,0 | 359,86 | 1849,4 | 8,19 | 7249,0  | 8,91 | 198,85 |
| K4_25Ekim19_kompost                                                                | 375,8  | 42,73 | 98453,1 | 0,13 | 1,02 | 5,91 | 37,52 | 384,4  | 29845,1 | 5361,5 | 360,15 | 2232,8 | 7,59 | 10572,6 | 1,79 | 247,39 |
| K5_25Ekim19_kompost                                                                | 296,3  | 51,29 | 124817  | 0,25 | 1,18 | 6,84 | 61,31 | 322,0  | 29683,7 | 5061,1 | 562,85 | 3326,9 | 7,98 | 17317,1 | 1,00 | 386,46 |

Yapılan analiz sonuçlarında örneğin, başlangıç ve nihai K5 (tavuk gübresi kompostu) konusu incelenecek olunursa, bitki besin element konsantrasyonunda organik madde kaybına ters orantılı olarak takribi 2 katlık bir artış olmuştur. Bu çalışmada bütün kompost konularında benzer bir şekilde bitki besin element konsantrasyonunda artışlar görülmektedir. T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 05.03.2015 tarih ve 29286 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Kompost Kalite Tebliği”ne göre bütün nihai kompost konularında iz elementler, sınır değerlerin oldukça altında olduğu görülmektedir.

## 4.2. Toprak Analiz Sonuçları

2019 yılında Ekim ayında kompost uygulanması öncesinde ve 2020 yılında Ekim ayında bitki hasat işlemi sonrasında olmak üzere, 2 yıllık deneme parsellerinden 0-20 cm. derinlikten alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları (fiziksel, kimyasal, biyolojik analizler) gerçekleştirilmiştir. 2019 yılı toprak verileri kompost uygulanması öncesi deneme parsellerinin ham toprak verilerini, 2020 yılı toprak verileri ise, kompost uygulanması, bir yıl sonrası, deneme parsellerinin toprak verilerini göstermektedir.

JMP programında toprak analiz sonuçlarının verileri, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseni dikkate alınarak istatistikî analizleri 3 tekerrürün ortalaması alınarak yapılmıştır. Verilerde varyans analizi uygulanmıştır. Deneme parsellerinde toprak analiz sonuçlarının, 2 yıllık verileri istatistiki olarak değerlendirilmesi 5 farklı kompost konusunun, 5 farklı dozunda (0, 1, 2, 3, 4 ton da<sup>-1</sup>), 3 tekerrürlü olarak, yıl, materyal (ana konu), doz (alt konu), doz\*materyal interaksyonu, yıl\*doz interaksyonu, yıl\*materyal interaksyonu, yıl\*materyal\*doz interaksyonlarında F değerleri hesaplanmış, CV (%) değerleri tespit edilmiş, LSD testine göre gruplandırması yapılmış ve ortalama değerleri hesaplanmıştır.

### 4.2.1. Toprakta suyla doygunluk (%)

Toprakta suyla doygunluk (%), varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır ( $p<0.05$ ). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark önemli çıkarken ( $p<0.01$ ); kompost dozları (alt konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. CV (%), 3.16 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.5. Suyla doygunluk- (%) varyans analizi

| Suyla doygunluk-%                      |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 34,8197         | 34,8197            | 5,7152   | 0,0295*  |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 731,819         | 182,955            | 30,0298  | <,0001** |
| Materyal (M)                           | 4                   | 286,037         | 71,5093            | 11,7374  | 0,0001** |
| Y*M int.                               | 4                   | 29,0945         | 7,27363            | 1,1939   | 0,3513   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 97,4792         | 6,0925             | 2,3758   | 0,006    |
| Doz (D)                                | 4                   | 7,06285         | 1,76571            | 0,6886   | 0,602    |
| Y*D int.                               | 4                   | 9,16341         | 2,29085            | 0,8934   | 0,4719   |
| D*M int.                               | 16                  | 46,8039         | 2,92525            | 1,1407   | 0,334    |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 35,6106         | 2,22566            | 0,8679   | 0,6068   |
| Hata (2)                               | 80                  | 205,1466        | 2,5643             |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 1483,0374       |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)                |                     | CV (%):3,16     |                    |          |          |

Toprakta suyla doygunluk (%) ortalama değerleri Çizelge 4.8’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta suyla doygunluk (%) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 50.24; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 51.20 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla toprakta suyla doygunluk (%) miktarında, su tutma kapasitesinde artışın olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ).

2020 yılı için (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. toprakta suyla doygunluk (%), sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, en yüksek K4 konusu 53.43, en düşük K5 konusu 48.93 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, en düşük D1 dozunda 50.76, en yüksek D4 dozunda 51.93 olduğu görülmektedir. Yıl\*doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, toprakta suyla doygunluk (%), K1 konusunda en yüksek D4 dozunda 52.43, en düşük D1 dozunda 48.33; K2 konusunda en yüksek D4 dozunda 52.73, en düşük D1 dozunda 50.67; K3 konusunda en yüksek D4 ve D1 dozlarında 52.21, en düşük D0 dozunda 50.97; K4 konusunda en yüksek D3 ve D0 dozlarında 53.53, en düşük D2 ve D4 dozlarında 53.31; K5 konusunda en yüksek D1 dozunda 49.13, en düşük D3 dozunda 48.55 olarak bulunmuştur.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta suyla doygunluk (%) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek K4 konusu 52.86, en düşük K5 konusu 48.99 olduğu görülmektedir. Kompost konularının dozları arasında farkın önemsiz olduğu ve ortalama 50.72 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K4 konusu D1 dozunda 54.12; en düşük K5 konusu D1 dozunda 48.29 olarak bulunmuştur.

Denemede iki yıllık ortalama verilerine göre, suyla doygunluk (%), (Ülgen ve Yurtsever, 1995)'e göre, en yüksek K4 konusunun 51-70 arasında killi-tınlı; en düşük K5 konusunun 31-50 arasında tınlı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.6. Suyla doygunluk (%) ortalama değerleri

| Suyla doygunluk (%) ortalama değerleri |            |                                |       |                                |       |       |          |
|----------------------------------------|------------|--------------------------------|-------|--------------------------------|-------|-------|----------|
|                                        | Ana konu   | Alt konu (Dozlar)              |       |                                |       |       |          |
| Yıllar                                 | (Materyal) | D0                             | D1    | D2                             | D3    | D4    | Ort.     |
| 2019                                   | K1         | 49,13                          | 48,99 | 49,61                          | 47,67 | 48,58 | 48,80    |
|                                        | K2         | 50,01                          | 48,77 | 48,69                          | 50,01 | 49,94 | 49,49    |
|                                        | K3         | 51,85                          | 51,70 | 50,93                          | 51,70 | 51,70 | 51,58    |
|                                        | K4         | 51,33                          | 54,78 | 51,19                          | 52,29 | 51,85 | 52,29    |
|                                        | K5         | 50,45                          | 47,45 | 49,43                          | 48,33 | 49,65 | 49,06    |
|                                        | Ort.       | 50,56                          | 50,34 | 49,97                          | 50,00 | 50,34 | 50,24 B  |
|                                        |            | Alt konu (Dozlar)              |       |                                |       |       |          |
| Yıllar                                 | Materyal   | D0                             | D1    | D2                             | D3    | D4    | Ort.     |
| 2020                                   | K1         | 49,65                          | 48,33 | 51,26                          | 50,67 | 52,43 | 50,47    |
|                                        | K2         | 51,41                          | 50,67 | 50,97                          | 52,14 | 52,73 | 51,58    |
|                                        | K3         | 50,97                          | 52,21 | 51,26                          | 51,41 | 52,21 | 51,61    |
|                                        | K4         | 53,53                          | 53,46 | 53,31                          | 53,53 | 53,31 | 53,43    |
|                                        | K5         | 48,91                          | 49,13 | 49,06                          | 48,55 | 48,99 | 48,93    |
|                                        | Ort.       | 50,89                          | 50,76 | 51,17                          | 51,26 | 51,93 | 51,2 A   |
|                                        |            | Alt konu (Dozlar)              |       |                                |       |       |          |
| Yıllar                                 | Materyal   | D0                             | D1    | D2                             | D3    | D4    | Ort.     |
| 2019-2020 ort.                         | K1         | 49,39                          | 48,66 | 50,44                          | 49,17 | 50,51 | 49,63 CD |
|                                        | K2         | 50,71                          | 49,72 | 49,83                          | 51,08 | 51,33 | 50,53 BC |
|                                        | K3         | 51,41                          | 51,96 | 51,1                           | 51,55 | 51,96 | 51,59 AB |
|                                        | K4         | 52,43                          | 54,12 | 52,25                          | 52,91 | 52,58 | 52,86 A  |
|                                        | K5         | 49,68                          | 48,29 | 49,24                          | 48,44 | 49,32 | 48,99 D  |
|                                        | Ort.       | 50,72                          | 50,55 | 50,57                          | 50,63 | 51,14 | 50,72    |
|                                        |            | LSD <sub>yıl</sub> (0,05):0,85 |       | LSD <sub>Mat</sub> (0,01):1,35 |       |       |          |

#### 4.2.2. Toprak reaksiyonu (pH)

Toprak reaksiyonu pH, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9'da belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır ( $p<0.01$ ). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) ve dozları (alt konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. CV (%), 1.08 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.7. Toprak reaksiyonu- pH varyans analizi

| pH                                     |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 0,2456          | 0,2456             | 12,2034  | 0,0030** |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 0,110           | 0,028              | 1,3717   | 0,2876   |
| Materyal (M)                           | 4                   | 0,125           | 0,0313             | 1,5543   | 0,2343   |
| Y*M int.                               | 4                   | 0,0483          | 0,01207            | 0,5995   | 0,6683   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 0,3221          | 0,0201             | 2,9973   | 0,0006*  |
| Doz (D)                                | 4                   | 0,01380         | 0,00345            | 0,5138   | 0,7257   |
| Y*D int.                               | 4                   | 0,00932         | 0,00233            | 0,3469   | 0,8455   |
| D*M int.                               | 16                  | 0,0718          | 0,00449            | 0,6680   | 0,8165   |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 0,0696          | 0,00435            | 0,6480   | 0,8347   |
| Hata (2)                               | 80                  | 0,5372          | 0,0067             |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 1,5533          |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )        |                     | CV (%):1,08     |                    |          |          |

Toprak reaksiyonu pH ortalama değerleri Çizelge 4.10'da belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprak reaksiyonu pH ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 7.58; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 7.66 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla toprak reaksiyonu pH'da bir artış olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

2020 yılı için (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. toprak reaksiyonu pH, sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, en yüksek K1 konusu 7.72, en düşük K4 konusu 7.60 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, en düşük D0, D1, D2 dozlarında 7.65, en yüksek D4 dozunda 7.67 olduğu görülmektedir. Yıl\*doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, toprak reaksiyonu pH, K1 konusunda en yüksek D0, D2 dozlarında 7.76, en düşük D3

dozunda 7.67; K2 konusunda en yüksek D3 dozunda 7.71, en düşük D0 dozunda 7.61; K3 konusunda en yüksek D4 dozunda 7.71, en düşük D3 dozunda 7.64; K4 konusunda en yüksek D4 dozunda 7.64, en düşük D0 ve D2 dozlarında 7.58; K5 konusunda en yüksek D3 dozunda 7.71, en düşük D0, D4 dozlarında 7.60 olarak bulunmuştur.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprak reaksiyonu pH değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemli bulunmadığı, en yüksek K1 konusunun 7.65, en düşük K5 konusunun 7.60 olduğu görülmektedir. pH değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemsiz olduğu, en yüksek D2 dozu 7.63; en düşük D1 dozu 7.60 ve ortalama olarak 7.62 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K1 konusu D0, D2 dozlarında 7.69; en düşük K4 konusu D0 dozunda 7.54 olarak bulunmuştur.

Denemede iki yıllık ortalama verilerine göre, (Ülgen ve Yurtsever, 1995)'e göre, pH değeri, bütün konularda 7.5-8.5 arasında hafif alkali aralıkta yer aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.8. Toprak reaksiyonu pH ortalama değerleri

| pH ortalama değerleri |                                 |                   |      |      |      |      |        |
|-----------------------|---------------------------------|-------------------|------|------|------|------|--------|
|                       | Ana konu                        | Alt konu (Dozlar) |      |      |      |      |        |
| Yıllar                | (Materyal)                      | D0                | D1   | D2   | D3   | D4   | Ort.   |
| 2019                  | K1                              | 7,61              | 7,51 | 7,62 | 7,62 | 7,57 | 7,59   |
|                       | K2                              | 7,61              | 7,61 | 7,63 | 7,60 | 7,64 | 7,62   |
|                       | K3                              | 7,59              | 7,53 | 7,60 | 7,55 | 7,56 | 7,57   |
|                       | K4                              | 7,50              | 7,51 | 7,57 | 7,59 | 7,52 | 7,54   |
|                       | K5                              | 7,57              | 7,60 | 7,58 | 7,54 | 7,58 | 7,57   |
|                       | Ort.                            | 7,58              | 7,55 | 7,60 | 7,58 | 7,57 | 7,58 B |
|                       |                                 | Alt konu (Dozlar) |      |      |      |      |        |
| Yıllar                | Materyal                        | D0                | D1   | D2   | D3   | D4   | Ort.   |
| 2020                  | K1                              | 7,76              | 7,69 | 7,76 | 7,67 | 7,70 | 7,72   |
|                       | K2                              | 7,61              | 7,66 | 7,59 | 7,71 | 7,70 | 7,65   |
|                       | K3                              | 7,70              | 7,66 | 7,70 | 7,64 | 7,71 | 7,68   |
|                       | K4                              | 7,58              | 7,60 | 7,58 | 7,59 | 7,64 | 7,60   |
|                       | K5                              | 7,60              | 7,63 | 7,63 | 7,71 | 7,60 | 7,63   |
|                       | Ort.                            | 7,65              | 7,65 | 7,65 | 7,66 | 7,67 | 7,66 A |
|                       |                                 | Alt konu (Dozlar) |      |      |      |      |        |
| Yıllar                | Materyal                        | D0                | D1   | D2   | D3   | D4   | Ort.   |
| 2019-<br>2020 ort.    | K1                              | 7,69              | 7,60 | 7,69 | 7,65 | 7,64 | 7,65   |
|                       | K2                              | 7,61              | 7,64 | 7,61 | 7,66 | 7,67 | 7,64   |
|                       | K3                              | 7,65              | 7,60 | 7,65 | 7,60 | 7,64 | 7,62   |
|                       | K4                              | 7,54              | 7,55 | 7,58 | 7,59 | 7,58 | 7,57   |
|                       | K5                              | 7,58              | 7,62 | 7,60 | 7,63 | 7,59 | 7,60   |
|                       | Ort.                            | 7,61              | 7,60 | 7,63 | 7,62 | 7,62 |        |
|                       | LSD <sub> yıl</sub> (0,01):0,05 |                   |      |      |      |      |        |

Ercan, (2008), tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit)’in toprak özellikleri etkisi çalışmasında, hasat sonrası deneme toprağının pH değerinde, uygulama dozları arttıkça, düşme meydana gelmiş ve en düşük pH, 7.35 değeri ile TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (üre) ve TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (sıvı) uygulamalarından elde ettiğini bildirmiştir.

Alagöz ve ark., (2006), tarafından yapılan bir araştırmada, pH değeri, 8.82 olan işlenmiş tavuk gübresinin 1250, 2500 ve 5000 kg ha<sup>-1</sup> olmak üzere 3 farklı dozu da toprak pH’sını artırıcı yönde etkilemiş ve uygulamalar arasında istatistiksel olarak bir farkın olmadığını dile getirmektedir.

#### 4.2.3. Elektriksel iletkenlik (EC) ( $\text{dS m}^{-1}$ )

Toprakta elektriksel iletkenlik (EC) ( $\text{dS m}^{-1}$ ), varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır ( $p<0.01$ ). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) arasında ve dozları (alt konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. CV (%), 17.15 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9. Elektriksel iletkenlik varyans analizi

| EC <sub>250C</sub> $\text{dS m}^{-1}$  |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 6,0162          | 6,0162             | 624,0954 | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 0,293           | 0,073              | 7,6066   | 0,0012** |
| Materyal (M)                           | 4                   | 0,092           | 0,0230             | 2,3879   | 0,0943   |
| Y*M int.                               | 4                   | 0,0876          | 0,02190            | 2,2722   | 0,1067   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 0,1542          | 0,0096             | 1,6991   | 0,0636   |
| Doz (D)                                | 4                   | 0,01505         | 0,00376            | 0,6631   | 0,6195   |
| Y*D int.                               | 4                   | 0,00971         | 0,00243            | 0,4281   | 0,788    |
| D*M int.                               | 16                  | 0,0740          | 0,00463            | 0,8156   | 0,6644   |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 0,0785          | 0,00491            | 0,8648   | 0,6103   |
| Hata (2)                               | 80                  | 0,4539          | 0,0057             |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 7,2746          |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )        |                     | CV (%):17,15    |                    |          |          |

Toprakta (EC) ( $\text{dS m}^{-1}$ ), ortalama değerleri Çizelge 4.12’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta (EC) ( $\text{dS m}^{-1}$ ), ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 0.24; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 0.64 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla toprakta (EC)’de bir artış olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

2020 yılı için (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. toprakta (EC) ( $\text{dS m}^{-1}$ ), sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, en yüksek K4 konusu 0.71, en düşük K1 konusu 0.57 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, en yüksek D3 dozunda 0.66 en düşük D2 dozunda 0.61 olduğu görülmektedir. Yıl\*doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, toprakta (EC) ( $\text{dS m}^{-1}$ ), K1 konusunda en yüksek D3 dozunda 0.65, en düşük D0 dozunda 0.52; K2 konusunda en yüksek D0 dozunda 0.73, en düşük D1 dozunda 0.60; K3 konusunda en

yüksek D3 ve D4 dozlarında 0.64, en düşük D2 dozunda 0.54; K4 konusunda en yüksek D3 dozunda 0.75, en düşük D0 dozunda 0.65; K5 konusunda en yüksek D0 dozunda 0.74, en düşük D2 dozunda 0.56 olarak bulunmuştur.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta (EC) ( $\text{dS m}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemli bulunmadığı, en yüksek K4 konusunun 0.48, en düşük K1 konusunun 0.41 olduğu görülmektedir. Toprakta (EC) ( $\text{dS m}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemsiz olduğu, en yüksek D1 ve D3 dozları 0.45; en düşük D2 dozu 0.42 ve ortalama olarak 0.44 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksyonuna bakılırsa, en yüksek K4 konusu D3, D1 dozlarında 0.50; en düşük K3 konusu D2 ve K1 konusu D0 dozlarında 0.38 olarak bulunmuştur.

Denemede iki yıllık ortalama verilerine göre, toprakta (EC) ( $\text{dS m}^{-1}$ ) değerleri, (Richard, 1954)'e göre, bütün konularda 0-4 arasında tuzsuz sınıfta olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.10. Elektriksel iletkenlik ortalama değerleri

| EC <sub>250C</sub> dS m <sup>-1</sup> ortalama değerleri |            |                                |      |      |      |      |       |
|----------------------------------------------------------|------------|--------------------------------|------|------|------|------|-------|
|                                                          | Ana konu   | Alt konu (Dozlar)              |      |      |      |      |       |
| Yıllar                                                   | (Materyal) | D0                             | D1   | D2   | D3   | D4   | Ort.  |
| 2019                                                     | K1         | 0,24                           | 0,26 | 0,24 | 0,23 | 0,26 | 0,25  |
|                                                          | K2         | 0,25                           | 0,22 | 0,22 | 0,24 | 0,22 | 0,23  |
|                                                          | K3         | 0,24                           | 0,25 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,24  |
|                                                          | K4         | 0,25                           | 0,30 | 0,24 | 0,24 | 0,23 | 0,25  |
|                                                          | K5         | 0,24                           | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23  |
|                                                          | Ort.       | 0,24                           | 0,25 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,24B |
|                                                          |            | Alt konu (Dozlar)              |      |      |      |      |       |
| Yıllar                                                   | Materyal   | D0                             | D1   | D2   | D3   | D4   | Ort.  |
| 2020                                                     | K1         | 0,52                           | 0,60 | 0,55 | 0,65 | 0,54 | 0,57  |
|                                                          | K2         | 0,73                           | 0,60 | 0,68 | 0,61 | 0,61 | 0,65  |
|                                                          | K3         | 0,58                           | 0,62 | 0,54 | 0,64 | 0,64 | 0,60  |
|                                                          | K4         | 0,65                           | 0,70 | 0,73 | 0,75 | 0,71 | 0,71  |
|                                                          | K5         | 0,74                           | 0,69 | 0,56 | 0,67 | 0,68 | 0,67  |
|                                                          | Ort.       | 0,64                           | 0,64 | 0,61 | 0,66 | 0,64 | 0,64A |
|                                                          |            | Alt konu (Dozlar)              |      |      |      |      |       |
| Yıllar                                                   | Materyal   | D0                             | D1   | D2   | D3   | D4   | Ort.  |
| 2019-2020 ort.                                           | K1         | 0,38                           | 0,43 | 0,40 | 0,44 | 0,40 | 0,41  |
|                                                          | K2         | 0,49                           | 0,41 | 0,45 | 0,43 | 0,42 | 0,44  |
|                                                          | K3         | 0,41                           | 0,43 | 0,38 | 0,44 | 0,43 | 0,42  |
|                                                          | K4         | 0,45                           | 0,50 | 0,48 | 0,50 | 0,47 | 0,48  |
|                                                          | K5         | 0,49                           | 0,46 | 0,39 | 0,45 | 0,46 | 0,45  |
|                                                          | Ort.       | 0,44                           | 0,45 | 0,42 | 0,45 | 0,44 |       |
|                                                          |            | LSD <sub>yıl</sub> (0,01):0,03 |      |      |      |      |       |

Çaycı ve ark., (2015), Taze ve Kompost Edilmiş Etlik Tavuk Gübrelerinin Toprak Agregasyonu ve Bazı Karbon Formlarına Etkileri çalışmasında, 45 gün ve 90 gün inkübasyon tabi tutulan taze tavuk gübreli örneklerin EC değerlerinin 0.82 ile 2.77 dS m<sup>-1</sup> arasında değiştiği 90 gün inkübasyon tabi tutulan örneklerde EC değerlerinin 45 gün inkübasyon tabi tutulan örneklerden nispeten daha yüksek olduğu görülmektedir. Tüm karışımlarda artan taze tavuk gübresi miktarına bağlı olarak EC değerinin arttığı görülmektedir. Diğer taraftan kompostlanmış tavuk gübresi ilavelerine bağlı olarak EC'deki artışlar taze tavuk gübresiyle kıyaslandığında sınırlı düzeyde kalmıştır. Taze tavuk gübresini kompostlamanın taze gübre kullanımında endişeye yol açan tuzluluk

problemini bütünüyle kaldırdığı tespit edilmiştir. Kompostlanmış gübrenin en yüksek doz uygulaması %4 düzeyinde EC değeri 1.23 dS m<sup>-1</sup> düzeyine eriştiğini bildirmektedir.

Abrol ve ark., (1988), taze tavuk gübresinin ilavelerinde EC'deki artışlar tuzluluğa hassas bitkiler dışında verimi sınırlandıracak düzeyde değildir. 0 – 2 dS m<sup>-1</sup> tuzluluk aralığını tuzluluk etkileri ihmal edilebilir, 2 – 4 dS m<sup>-1</sup> tuzluluk aralığını tuzluluğa duyarlı bitkilerde verimi sınırlandırabilir olarak tanımlamaktadırlar. Bununla beraber taze tavuk gübresinin kullanımında yetiştirilecek bitkinin tuzluluk eşiğinin bilinmesinde fayda olacağını söylemektedir.

Ercan, (2008), tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit)'in toprak özellikleri etkisi çalışmasında, hasat sonrası deneme toprağının EC değerinde, tavuk gübresi kompostu ve zeolitin artan dozları arasında %1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki bulmuştur. Artan uygulama dozlarında, EC değeri artış göstermiş ve en yüksek değer 1.17 mS cm<sup>-1</sup> ile TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (sıvı) uygulamasından elde ettiğini bildirmiştir.

#### **4.2.4. Kireç (%)**

Toprakta kireç değeri (CaCO<sub>3</sub>) (%), varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır (p<0.05). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) ve dozları (alt konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. CV (%), 2.46 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.11. Kireç (%) varyans analizi

| Kireç (%)                              |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 30,7704         | 30,7704            | 6,7822   | 0,0192*  |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 11,070          | 2,768              | 0,6100   | 0,6614   |
| Materyal (M)                           | 4                   | 47,117          | 11,7793            | 2,5963   | 0,0759   |
| Y*M int.                               | 4                   | 16,6011         | 4,15027            | 0,9148   | 0,4792   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 72,5908         | 4,5369             | 2,5721   | 0,0029** |
| Doz (D)                                | 4                   | 1,57872         | 0,39468            | 0,2238   | 0,9244   |
| Y*D int.                               | 4                   | 2,38223         | 0,59556            | 0,3376   | 0,8518   |
| D*M int.                               | 16                  | 34,2079         | 2,13799            | 1,2121   | 0,2775   |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 20,1269         | 1,25793            | 0,7132   | 0,7728   |
| Hata (2)                               | 80                  | 141,1099        | 1,7639             |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 377,5551        |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)                |                     | CV (%):2,46     |                    |          |          |

Toprakta kireç (%), ortalama değerleri Çizelge 4.14’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta kireç (%) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 53.45; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 54.36 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla toprakta kireçte bir artış olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ).

2020 yılı için (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. toprakta kireç (%) sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, en yüksek K2 konusu 55.18, en düşük K1 konusu 52.94 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında fark olmadığı görülmektedir.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta kireç (%) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemli bulunmadığı, en yüksek K3 konusunun 54.52 ve K5 konusunun 54.23, en düşük K1 konusunun 52.91 olduğu görülmektedir. Toprakta kireç (%) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemsiz olduğu, en yüksek D0 dozu 54.07; en düşük D4 dozu 53.78 ve ortalama olarak 53.91 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksyonuna bakılırsa, en yüksek K3 konusu D0 dozunda 55.65 sonrasında K5 konusu D2 dozunda 54.97; en düşük K1 konusu D1 dozunda 51.72 olarak bulunmuştur.

K1 (Biyokömür kompost) konusunda kireç (%) değeri, diğer kompost konularına göre daha düşük olduğu görülmektedir.

Denemede iki yıllık ortalama verilerine göre, kireç (%) (Ülgen ve Yurtsever, 1995)'e göre, bütün konularda > 25.0 olduğundan dolayı çok fazla kireçli aralıkta yer aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.12. Kireç (%) ortalama değerleri

| Kireç (%) ortalama değerleri |                                |                   |       |       |       |       |        |
|------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                              | Ana konu                       | Alt konu (Dozlar) |       |       |       |       |        |
| Yıllar                       | (Materyal)                     | D0                | D1    | D2    | D3    | D4    | Ort.   |
| 2019                         | K1                             | 53,53             | 52,29 | 52,62 | 53,01 | 52,96 | 52,88  |
|                              | K2                             | 52,33             | 53,63 | 53,77 | 53,58 | 52,29 | 53,12  |
|                              | K3                             | 55,54             | 54,06 | 53,29 | 53,82 | 54,49 | 54,24  |
|                              | K4                             | 52,38             | 53,87 | 53,20 | 52,96 | 54,25 | 53,33  |
|                              | K5                             | 53,44             | 53,87 | 54,68 | 53,29 | 53,20 | 53,69  |
|                              | Ort.                           | 53,45             | 53,54 | 53,51 | 53,33 | 53,44 | 53,45B |
|                              |                                | Alt konu (Dozlar) |       |       |       |       |        |
| Yıllar                       | Materyal                       | D0                | D1    | D2    | D3    | D4    | Ort.   |
| 2020                         | K1                             | 53,63             | 51,15 | 53,62 | 53,51 | 52,80 | 52,94  |
|                              | K2                             | 55,75             | 55,51 | 55,04 | 54,81 | 54,81 | 55,18  |
|                              | K3                             | 55,75             | 55,27 | 54,57 | 54,81 | 53,63 | 54,81  |
|                              | K4                             | 54,57             | 54,10 | 53,63 | 54,10 | 54,10 | 54,10  |
|                              | K5                             | 53,75             | 54,55 | 55,25 | 55,02 | 55,25 | 54,76  |
|                              | Ort.                           | 54,69             | 54,12 | 54,42 | 54,45 | 54,12 | 54,36A |
|                              |                                | Alt konu (Dozlar) |       |       |       |       |        |
| Yıllar                       | Materyal                       | D0                | D1    | D2    | D3    | D4    | Ort.   |
| 2019-2020 ort.               | K1                             | 53,58             | 51,72 | 53,12 | 53,26 | 52,88 | 52,91  |
|                              | K2                             | 54,04             | 54,57 | 54,41 | 54,19 | 53,55 | 54,15  |
|                              | K3                             | 55,65             | 54,67 | 53,93 | 54,31 | 54,06 | 54,52  |
|                              | K4                             | 53,48             | 53,98 | 53,41 | 53,53 | 54,17 | 53,71  |
|                              | K5                             | 53,59             | 54,21 | 54,97 | 54,15 | 54,23 | 54,23  |
|                              | Ort.                           | 54,07             | 53,83 | 53,97 | 53,89 | 53,78 |        |
|                              | LSD <sub>yıl</sub> (0,05):0,74 |                   |       |       |       |       |        |

#### 4.2.5. Organik madde (%)

Toprakta organik madde (%), varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır

( $p<0.01$ ). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Kompost uygulanmasının kompost dozları (alt konu) ve yıl\*doz interaksyonu arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). CV (%), 11.04 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.13. Organik madde (%) varyans analizi

| Organik madde (%)                      |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 24,9834         | 24,9834            | 386,2029 | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 0,539           | 0,135              | 2,0832   | 0,1307   |
| Materyal (M)                           | 4                   | 0,593           | 0,1483             | 2,2926   | 0,1044   |
| Y*M int.                               | 4                   | 0,0760          | 0,01899            | 0,2936   | 0,8778   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 1,0350          | 0,0647             | 4,6661   | <,0001** |
| Doz (D)                                | 4                   | 0,23414         | 0,05854            | 4,2222   | 0,0038** |
| Y*D int.                               | 4                   | 0,43164         | 0,10791            | 7,7835   | <,0001** |
| D*M int.                               | 16                  | 0,2361          | 0,01475            | 1,0641   | 0,4025   |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 0,1203          | 0,00752            | 0,5424   | 0,9158   |
| Hata (2)                               | 80                  | 1,1091          | 0,0139             |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 29,3580         |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )        |                     | CV (%):11,04    |                    |          |          |

Toprakta organik madde (%), ortalama değerleri Çizelge 4.16'da belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta organik madde (%) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 0.66; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 1.48 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla toprakta organik madde miktarında artış olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. toprakta organik madde (%), sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, en yüksek K4 konusu 1.58, en düşük K5 konusu 1.42 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, aynı grupta olan en yüksek D4 dozunda 1.61 ve D3 dozunda 1.54, en düşük D0 dozunda 1.38 olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Kompost uygulamasında dozlar arasında artış uyumlu bir şekilde bulunmuştur. Yıl\*doz\*materyal interaksyonuna bakılırsa, toprakta organik madde (%), K1

konusunda en yüksek D4 dozunda 1.65, en düşük D1 dozunda 1.37; K2 konusunda en yüksek D4 dozunda 1.66, en düşük D0 dozunda 1.37; K3 konusunda en yüksek D4 dozunda 1.57, en düşük D0 dozunda 1.25; K4 konusunda en yüksek D3 dozunda 1.74, en düşük D1 dozunda 1.42; K5 konusunda en yüksek D4 dozunda 1.56, en düşük D1 dozunda 1.31 olarak bulunmuştur.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta organik madde (%) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemli bulunmadığı, en yüksek K4 konusunun 1.18, en düşük K5 konusunun 1.01 olduğu görülmektedir. Toprakta organik madde (%) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemli olduğu, en yüksek D4 dozunda 1.13; en düşük D1 dozu 1.01 ve ortalama olarak 1.07 olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K4 konusu D3 dozunda 1.26; en düşük K5 konusu D1 dozunda 0.94 olarak bulunmuştur.

Denemede iki yıllık ortalama verilerine göre, organik madde (%) (Ülgen ve Yurtsever, 1995)'e göre, bütün konularda 1.0-2.0 arasında olduğundan dolayı az sınıfta yer aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.14. Organik madde (%) ortalama değerleri

| Organik madde (%) ortalama değerleri |                     |                     |       |                              |        |       |       |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------|-------|------------------------------|--------|-------|-------|
|                                      | Ana konu            | Alt konu (Dozlar)   |       |                              |        |       |       |
| Yıllar                               | (Materyal)          | D0                  | D1    | D2                           | D3     | D4    | Ort.  |
| 2019                                 | K1                  | 0,71                | 0,66  | 0,72                         | 0,63   | 0,77  | 0,70  |
|                                      | K2                  | 0,66                | 0,58  | 0,47                         | 0,56   | 0,61  | 0,57  |
|                                      | K3                  | 0,65                | 0,64  | 0,65                         | 0,72   | 0,50  | 0,63  |
|                                      | K4                  | 0,81                | 0,75  | 0,81                         | 0,77   | 0,77  | 0,78  |
|                                      | K5                  | 0,75                | 0,57  | 0,60                         | 0,54   | 0,56  | 0,60  |
|                                      | Ort.                | 0,71C               | 0,64C | 0,65C                        | 0,64C  | 0,64C | 0,66B |
|                                      |                     | Alt konu (Dozlar)   |       |                              |        |       |       |
| Yıllar                               | Materyal            | D0                  | D1    | D2                           | D3     | D4    | Ort.  |
| 2020                                 | K1                  | 1,41                | 1,37  | 1,46                         | 1,49   | 1,65  | 1,47  |
|                                      | K2                  | 1,37                | 1,41  | 1,43                         | 1,52   | 1,66  | 1,48  |
|                                      | K3                  | 1,25                | 1,43  | 1,41                         | 1,50   | 1,57  | 1,43  |
|                                      | K4                  | 1,52                | 1,42  | 1,59                         | 1,74   | 1,62  | 1,58  |
|                                      | K5                  | 1,35                | 1,31  | 1,40                         | 1,47   | 1,56  | 1,42  |
|                                      | Ort.                | 1,38B               | 1,39B | 1,46B                        | 1,54A  | 1,61A | 1,48A |
|                                      |                     | Alt konu (Dozlar)   |       |                              |        |       |       |
| Yıllar                               | Materyal            | D0                  | D1    | D2                           | D3     | D4    | Ort.  |
| 2019-<br>2020<br>ort.                | K1                  | 1,06                | 1,02  | 1,09                         | 1,06   | 1,21  | 1,09  |
|                                      | K2                  | 1,01                | 0,99  | 0,95                         | 1,04   | 1,14  | 1,03  |
|                                      | K3                  | 0,95                | 1,03  | 1,03                         | 1,11   | 1,03  | 1,03  |
|                                      | K4                  | 1,17                | 1,09  | 1,20                         | 1,26   | 1,20  | 1,18  |
|                                      | K5                  | 1,05                | 0,94  | 1,00                         | 1,00   | 1,06  | 1,01  |
|                                      | Ort.                | 1,05BC              | 1,01C | 1,05BC                       | 1,09AB | 1,13A |       |
|                                      | LSD yıl (0,01):0,09 | LSD doz (0,01):0,06 |       | LSD yıl*doz int. (0,01):0,09 |        |       |       |

Ercan, (2008), tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit)'in toprak özellikleri etkisi çalışmasında, hasat sonrası deneme toprağı organik madde içeriğı, artan uygulama dozlarına bağılı olarak artış göstermiştir. Konular arasında % 1 düzeyinde istatistiki olarak güvenilir bir ilişki vardır, en yüksek organik madde değeri, % 1.79 ile TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (sıvı) uygulamasından elde ettiğini söylemiştir.

Ikumo (2005) tarafından yapılmış bir çalışmada, Japonya'da tarım topraklarına tavuk gübresi kompostu ve ahır gübresinin farklı dozlarda uygulanması ile organik madde başta olmak üzere besin elementlerinin düzeylerini artırıcı etki yaptığı ve bitkisel üretimini teşvik ettiği bildirilmektedir.

Tittarelli ve Canali (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, yüksek kalitede tavuk gübresi kompostu ilavesinin toprakların organik madde içeriğini arttırdığı ifade edilmektedir.

#### 4.2.6. Alınabilir fosfor ( $P_2O_5$ kg da<sup>-1</sup>)

Toprakta bitki tarafından alınabilir fosfor ( $P_2O_5$  kg da<sup>-1</sup>) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır ( $p<0.01$ ). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) ve yıl\*materyal etkileşimi arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ).

Kompost uygulanmasının kompost dozları (alt konu), yıl\*doz etkileşimi, doz\*materyal etkileşimi ve yıl\*materyal\*doz etkileşimleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). CV (%), 25.98 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.15. Alınabilir fosfor varyans analizi

| Fosfor ( $P_2O_5$ kg da <sup>-1</sup> ) |                     |                 |                    |          |          |
|-----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                       | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                 | 1                   | 3209,0000       | 3209,0000          | 132,0485 | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                           | 4                   | 33,923          | 8,481              | 0,3490   | 0,8409   |
| Materyal (M)                            | 4                   | 858,345         | 214,5860           | 8,8301   | 0,0006** |
| Y*M int.                                | 4                   | 858,2090        | 214,55200          | 8,8287   | 0,0006** |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1)  | 16                  | 388,8270        | 24,3017            | 4,7798   | <,0001** |
| Doz (D)                                 | 4                   | 1867,68000      | 466,92000          | 91,8364  | <,0001** |
| Y*D int.                                | 4                   | 1935,65000      | 483,91300          | 95,1788  | <,0001** |
| D*M int.                                | 16                  | 505,6350        | 31,60220           | 6,2157   | <,0001** |
| Y*M*D int.                              | 16                  | 520,2140        | 32,51340           | 6,3949   | <,0001** |
| Hata (2)                                | 80                  | 406,7400        | 5,0840             |          |          |
| Genel                                   | 149                 | 10584,2260      |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )         |                     | CV (%):25,98    |                    |          |          |

Toprakta bitki tarafından alınabilir fosfor ( $P_2O_5$  kg da<sup>-1</sup>), ortalama değerleri Çizelge 4.18’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta alınabilir fosfor ( $P_2O_5$  kg da<sup>-1</sup>) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 4.06; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 13.31 olarak

bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla toprakta bitki tarafından alınabilir fosfor miktarında artış olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. toprakta bitki tarafından alınabilir fosfor ( $P_2O_5$  kg da<sup>-1</sup>), sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, en yüksek K5 konusu 22.72, en düşük K1 konusu 9.47 olarak görülmektedir ( $p<0.01$ ). Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksyonunda, en yüksek D4 dozunda 23.05, en düşük D0 dozunda 3.21 olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Yıl\*doz\*materyal interaksyonunda, toprakta alınabilir fosfor ( $P_2O_5$  kg da<sup>-1</sup>), K1 konusunda en yüksek D4 dozunda 15.65, en düşük D0 dozunda 2.87; K2 konusunda en yüksek D4 dozunda 19.97, en düşük D0 dozunda 3.14; K3 konusunda en yüksek D4 dozunda 19.48, en düşük D0 dozunda 3.36; K4 konusunda en yüksek D3 dozunda 20.02, en düşük D0 dozunda 3.61; K5 konusunda en yüksek D4 dozunda 43.21, en düşük D0 dozunda 3.06 olarak bulunmuştur ( $p<0.01$ ).

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta bitki tarafından alınabilir fosfor ( $P_2O_5$  kg da<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek K5 konusunun 13.38, en düşük K1 konusunun 6.82 olduğu görülmektedir. Toprakta alınabilir fosfor ( $P_2O_5$  kg da<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemli olduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek D4 dozunda 13.56; en düşük D0 dozu 3.68 ve ortalama olarak 8.68 olduğu görülmektedir. Burada kompost dozlarına göre alınabilir fosfor miktarında uyumlu bir şekilde artış görülmüştür. Doz\*materyal interaksyonuna bakılırsa, en yüksek K5 konusu D4 dozunda 23.58; en düşük K1 konusu D0 dozunda 3.49 olarak bulunmuştur ( $p<0.01$ ).

Toprakta bitki tarafından alınabilir fosfor değerini incelersek, K5 kompostu (tavuk gübresi kompostu) konusunda diğer kompost konularına göre oldukça yüksek olduğu, K1 (biyokömür kompost) konusunda, diğer kompost konularına göre daha düşük olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Bunu nedeni olarak, biyokömürün topraktaki fosforu fikse ettiği söylenebilir.

Denemede iki yıllık ortalama verilerine göre, alınabilir fosfor ( $P_2O_5$  kg da<sup>-1</sup>) (Ülgen ve Yurtsever, 1995)'e göre, en yüksek K5 konusunda >12 olduğundan çok yüksek, en düşük K1 konusunda 6-9 arasında olduğundan dolayı orta sınıfta yer aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.16. Alınabilir Fosfor ortalama değerleri

| Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg da <sup>-1</sup> ) ortalama değerleri |                              |                   |            |                                  |           |                         |        |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------|------------|----------------------------------|-----------|-------------------------|--------|
|                                                                                | Ana konu                     | Alt konu (Dozlar) |            |                                  |           |                         |        |
| Yıllar                                                                         | (Materyal)                   | D0                | D1         | D2                               | D3        | D4                      | Ort.   |
| 2019                                                                           | K1                           | 4,11LMN           | 3,96LMN    | 4,05LMN                          | 4,19KLMN  | 4,52KLMN                | 4,17C  |
|                                                                                | K2                           | 4,05LMN           | 3,93LMN    | 3,37LMN                          | 3,60LMN   | 3,90LMN                 | 3,77C  |
|                                                                                | K3                           | 4,08LMN           | 4,26KLMN   | 3,90LMN                          | 3,75LMN   | 3,66LMN                 | 3,93C  |
|                                                                                | K4                           | 4,55KLMN          | 4,34KLMN   | 4,31KLMN                         | 4,34KLMN  | 4,28KLMN                | 4,36C  |
|                                                                                | K5                           | 4,01LMN           | 4,49KLMN   | 3,95LMN                          | 3,84LMN   | 3,95LMN                 | 4,05C  |
|                                                                                | Ort.                         | 4,16E             | 4,19E      | 3,92E                            | 3,95E     | 4,06E                   | 4,06B  |
|                                                                                |                              | Alt konu (Dozlar) |            |                                  |           |                         |        |
| Yıllar                                                                         | Materyal                     | D0                | D1         | D2                               | D3        | D4                      | Ort.   |
| 2020                                                                           | K1                           | 2,87N             | 6,08KLMN   | 10,73IJ                          | 12,03FGHI | 15,65EF                 | 9,47B  |
|                                                                                | K2                           | 3,14MN            | 6,92KL     | 10,89HIJ                         | 14,94EFG  | 19,97CD                 | 11,17B |
|                                                                                | K3                           | 3,36LMN           | 6,73KLM    | 11,68GHI                         | 14,42EFGH | 19,48CD                 | 11,14B |
|                                                                                | K4                           | 3,61LMN           | 7,85JK     | 11,71GHI                         | 20,02CD   | 16,95DE                 | 12,03B |
|                                                                                | K5                           | 3,06N             | 13,58EFGHI | 20,89C                           | 32,85B    | 43,21A                  | 22,72A |
|                                                                                | Ort.                         | 3,21E             | 8,23D      | 13,18C                           | 18,86B    | 23,05A                  | 13,31A |
|                                                                                |                              | Alt konu (Dozlar) |            |                                  |           |                         |        |
| Yıllar                                                                         | Materyal                     | D0                | D1         | D2                               | D3        | D4                      | Ort.   |
| 2019-<br>2020 ort.                                                             | K1                           | 3,49L             | 5,02JKL    | 7,39GHIJ                         | 8,11EFGH  | 10,08CDEF               | 6,82B  |
|                                                                                | K2                           | 3,60KL            | 5,43IJKL   | 7,13GHIJ                         | 9,27DEFG  | 11,94C                  | 7,47B  |
|                                                                                | K3                           | 3,72KL            | 5,49IJKL   | 7,79FGHI                         | 9,09DEFG  | 11,57CD                 | 7,53B  |
|                                                                                | K4                           | 4,08KL            | 6,09HIJK   | 8,01FGHI                         | 12,18C    | 10,62CDE                | 8,20B  |
|                                                                                | K5                           | 3,54KL            | 9,03DEFG   | 12,42C                           | 18,35B    | 23,58A                  | 13,38A |
|                                                                                | Ort.                         | 3,68E             | 6,21D      | 8,55C                            | 11,40B    | 13,56A                  |        |
|                                                                                | LSD yıl (0,01):1,71          |                   |            | LSD mat (0,01):2,70              |           | LSD yıl*mat (0,01):3,82 |        |
|                                                                                | LSD doz (0,01):1,16          |                   |            | LSD yıl*doz int. (0,01):1,64     |           |                         |        |
|                                                                                | LSD mat*doz int. (0,01):2,59 |                   |            | LSD yıl*mat*doz int. (0,01):3,66 |           |                         |        |
|                                                                                |                              |                   |            |                                  |           |                         |        |

Ercan, (2008), tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit)’in toprak özellikleri etkisi çalışmasında, hasat sonrası deneme toprağında bitki tarafından alınabilir fosfor içeriği (yarayışlı fosfor içeriği), farklı tavuk gübresi kompostu ve farklı zeolit dozları ile arasında %1 düzeyinde istatistiki olarak güvenilir bir ilişki vardır. En yüksek fosfor değeri ise aynı grup içerisinde yer almış olan 40.50 mg kg<sup>-1</sup> ve 41.12 mg

kg<sup>-1</sup> ile TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (üre) ve TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (sıvı) uygulamalarından elde ettiği bildirilmektedir.

Sharpley ve Rekolainen (1997) tarafından yapılmış olan bir araştırmada, tavuk gübresi kompostu uygulamalarının toprağın yarayışlı fosfor içeriğini artırdığını bildirmektedir.

#### 4.2.7. Ekstrakte edilebilir potasyum (K<sub>2</sub>O kg da<sup>-1</sup>)

Toprakta bitki tarafından alınabilir potasyum (K<sub>2</sub>O kg da<sup>-1</sup>) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’da belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır (p<0.01). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.05).

Kompost uygulanmasının kompost dozları (alt konu) ve yıl\*doz interaksyonu arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). CV (%), 19.36 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.17. Ekstrakte edilebilir potasyum varyans analizi

| Potasyum (K <sub>2</sub> O kg da <sup>-1</sup> ) |                     |                 |                    |          |          |
|--------------------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                                | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                          | 1                   | 88476,40        | 88476,40           | 98,4391  | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                                    | 4                   | 6628,37         | 1657,09            | 1,8437   | 0,1698   |
| Materyal (M)                                     | 4                   | 14170,40        | 3542,60            | 3,9415   | 0,0206*  |
| Y*M int.                                         | 4                   | 4854,94         | 1213,74            | 1,3504   | 0,2946   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1)           | 16                  | 14380,70        | 898,79             | 1,4250   | 0,1515   |
| Doz (D)                                          | 4                   | 55153,00        | 13788,20           | 21,8603  | <,0001** |
| Y*D int.                                         | 4                   | 60150,00        | 15037,50           | 23,8409  | <,0001** |
| D*M int.                                         | 16                  | 6572,14         | 410,76             | 0,6512   | 0,8318   |
| Y*M*D int.                                       | 16                  | 5848,31         | 365,52             | 0,5795   | 0,8904   |
| Hata (2)                                         | 80                  | 50459,47        | 630,74             |          |          |
| Genel                                            | 149                 | 306693,69       |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)                          |                     | CV (%):19,36    |                    |          |          |

Toprakta bitki tarafından alınabilir potasyum (K<sub>2</sub>O kg da<sup>-1</sup>), ortalama değerleri Çizelge 4.20’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta alınabilir potasyum (K<sub>2</sub>O kg da<sup>-1</sup>) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı

kompost uygulanması öncesinde, 105.46; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 154.03 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla toprakta bitki tarafından alınabilir potasyum miktarında artış olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. bitki tarafından alınabilir potasyum ( $K_2O$  kg da<sup>-1</sup>), sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksiyonunda, en yüksek K4 konusu 181.94, en düşük K2 konusu 139.71 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda, en yüksek D4 dozunda 206.33, en düşük D0 dozunda 100.16 olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Yıl\*doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, toprakta alınabilir potasyum ( $K_2O$  kg da<sup>-1</sup>), K1 konusunda en yüksek D3 dozunda 182.02, en düşük D0 dozunda 108.85; K2 konusunda en yüksek D4 dozunda 184.37, en düşük D0 dozunda 99.98; K3 konusunda en yüksek D4 dozunda 199.43, en düşük D0 dozunda 88.93; K4 konusunda en yüksek D4 dozunda 255.66, en düşük D0 dozunda 104.04; K5 konusunda en yüksek D4 dozunda 211.63, en düşük D0 dozunda 98.98 olarak bulunmuştur.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta alınabilir potasyum ( $K_2O$  kg da<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.05$ ), en yüksek K4 konusunun 147.35 sonrasında K1 konusu 130.56, en düşük K2 konusunun 118.77 olduğu görülmektedir. Toprakta alınabilir potasyum ( $K_2O$  kg da<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemli olduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek aynı grupta yer alan D4 dozunda 156.38 ve D3 dozunda 147.29; en düşük D0 dozu 105.04 ve ortalama olarak 129.75 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K4 konusu D4 dozunda 185.08; en düşük K3 konusu D0 dozunda 94.69 olarak bulunmuştur.

Denemede iki yıllık ortalama verilerine göre, alınabilir potasyum ( $K_2O$  kg da<sup>-1</sup>) (Ülgen ve Yurtsever, 1995)'e göre, bütün konularda  $>40$  olduğundan dolayı yüksek sınıfta yer aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.18. Ekstrakte edilebilir potasyum ortalama değerleri

| Potasyum (K <sub>2</sub> O kg da <sup>-1</sup> ) ortalama değerleri |                               |                   |          |                      |         |                      |         |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------|----------------------|---------|----------------------|---------|
|                                                                     | Ana konu                      | Alt konu (Dozlar) |          |                      |         |                      |         |
| Yıllar                                                              | (Materyal)                    | D0                | D1       | D2                   | D3      | D4                   | Ort.    |
| 2019                                                                | K1                            | 123,60            | 118,82   | 101,72               | 104,04  | 116,38               | 112,91  |
|                                                                     | K2                            | 102,98            | 94,98    | 92,14                | 101,87  | 97,23                | 97,84   |
|                                                                     | K3                            | 100,46            | 92,69    | 103,73               | 103,33  | 98,18                | 99,68   |
|                                                                     | K4                            | 112,11            | 107,80   | 115,34               | 114,04  | 114,50               | 112,76  |
|                                                                     | K5                            | 110,48            | 103,59   | 102,96               | 97,67   | 105,84               | 104,11  |
|                                                                     | Ort.                          | 109,93C           | 103,58C  | 103,18C              | 104,19C | 106,42C              | 105,46B |
|                                                                     |                               | Alt konu (Dozlar) |          |                      |         |                      |         |
| Yıllar                                                              | Materyal                      | D0                | D1       | D2                   | D3      | D4                   | Ort.    |
| 2020                                                                | K1                            | 108,85            | 134,65   | 134,97               | 182,02  | 180,58               | 148,21  |
|                                                                     | K2                            | 99,98             | 113,07   | 147,77               | 153,35  | 184,37               | 139,71  |
|                                                                     | K3                            | 88,93             | 128,00   | 136,34               | 183,03  | 199,43               | 147,14  |
|                                                                     | K4                            | 104,04            | 147,31   | 169,90               | 232,81  | 255,66               | 181,94  |
|                                                                     | K5                            | 98,98             | 126,28   | 128,18               | 200,72  | 211,63               | 153,16  |
|                                                                     | Ort.                          | 100,16C           | 129,86B  | 143,43B              | 190,38A | 206,33A              | 154,03A |
|                                                                     |                               | Alt konu (Dozlar) |          |                      |         |                      |         |
| Yıllar                                                              | Materyal                      | D0                | D1       | D2                   | D3      | D4                   | Ort.    |
| 2019-<br>2020 ort.                                                  | K1                            | 116,22            | 126,74   | 118,35               | 143,03  | 148,48               | 130,56B |
|                                                                     | K2                            | 101,48            | 104,02   | 119,96               | 127,61  | 140,80               | 118,77B |
|                                                                     | K3                            | 94,69             | 110,35   | 120,03               | 143,18  | 148,80               | 123,41B |
|                                                                     | K4                            | 108,08            | 127,55   | 142,62               | 173,42  | 185,08               | 147,35A |
|                                                                     | K5                            | 104,73            | 114,93   | 115,57               | 149,20  | 158,73               | 128,63B |
|                                                                     | Ort.                          | 105,04C           | 116,72BC | 123,30B              | 147,29A | 156,38A              |         |
|                                                                     | LSD yıl (0,01):10,38          |                   |          | LSD mat (0,05):16,41 |         | LSD doz (0,01):12,90 |         |
|                                                                     | LSD yıl*doz int. (0,01):18,25 |                   |          |                      |         |                      |         |

Ercan, (2008), tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit)'in toprak özellikleri etkisi çalışmasında, hasat sonrası deneme toprağında ekstrakte edilebilir potasyum içeriği (değişebilir potasyum) miktarı, 0.68- 1.36 me100g<sup>-1</sup> arasında, uygulamaların dozuna bağlı olarak artarak değişmiş ve en yüksek değer, TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (sıvı) uygulaması ile elde ettiğini dile getirmiştir.

Baziramakenga ve ark., (2001) tarafından yapılan bir çalışmada kompostlaştırılmış düşük besin içeriğine sahip kâğıt endüstrisi atıkları ile yüksek besin içeriğine sahip tavuk gübresi kompostunun birlikte kullanılması ile toprakların ekstrakte edilebilir P ve K içeriği artış gösterdiği bildirilmektedir.

#### 4.2.8. Ekstrakte edilebilir kalsiyum ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

Toprakta ekstrakte edilebilir kalsiyum ( $\text{mg kg}^{-1}$  veya ppm) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır ( $p<0.01$ ). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Yıl\*materyal interaksyonu arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Kompost uygulanmasının kompost dozları (alt konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. CV (%), 4.13 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.19. Ekstrakte edilebilir kalsiyum varyans analizi

| Kalsiyum (Ca) ppm                      |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 1026330,0       | 1026330,0          | 26,4677  | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 1300461,0       | 325115,0           | 8,3843   | 0,0008** |
| Materyal (M)                           | 4                   | 256187,0        | 64046,7            | 1,6517   | 0,2102   |
| Y*M int.                               | 4                   | 483311,0        | 120828,0           | 3,1160   | 0,0449*  |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 620426,0        | 38776,6            | 1,5522   | 0,1023   |
| Doz (D)                                | 4                   | 125166,0        | 31291,6            | 1,2526   | 0,2956   |
| Y*D int.                               | 4                   | 67691,1         | 16922,8            | 0,6774   | 0,6096   |
| D*M int.                               | 16                  | 284259,0        | 17766,2            | 0,7112   | 0,7748   |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 233310,0        | 14581,9            | 0,5837   | 0,8873   |
| Hata (2)                               | 80                  | 1998500,1       | 24981,3            |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 6395642,5       |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )        |                     | CV (%):4,13     |                    |          |          |

Toprakta ekstrakte edilebilir kalsiyum (ppm) ortalama değerleri, Çizelge 4.22’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta ekstrakte edilebilir kalsiyum (ppm) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 3742.80; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 3908.24 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla toprakta ekstrakte edilebilir kalsiyum miktarında artış olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. toprakta ekstrakte edilebilir kalsiyum (ppm), sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksyonunda, en yüksek K1 konusu 3993.74, en

düşük K5 konusu 3771.63 olarak görülmektedir ( $p<0.05$ ). Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksyonunda, en yüksek D0 dozunda 3964.79 ve sırasıyla D3 dozunda 3953.82, en düşük D4 dozunda 3835.81 olduğu görülmektedir. Yıl\*doz\*materyal interaksyonuna bakılırsa, toprakta ekstrakte edilebilir kalsiyum (ppm), K1 konusunda en yüksek D0 dozunda 4096.85 ve akabinde D3 dozunda 4034.96, en düşük D4 dozunda 3932.33; K2 konusunda en yüksek D0 dozunda 4060.91 ve sonrasında D3 dozunda 4037.43, en düşük D4 dozunda 3814.25; K3 konusunda en yüksek D3 dozunda 3970.48, en düşük D0 dozunda 3838.49; K4 konusunda en yüksek D3 dozunda 4042.65, en düşük D4 dozunda 3793.07; K5 konusunda en yüksek D0 dozunda 3894.41, en düşük D3 dozunda 3683.59 olarak bulunmuştur. Kompost uygulamalarının dozları arasında fark bulunmamıştır.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta ekstrakte edilebilir kalsiyum (ppm) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K4 konusunun 3881.05, en düşük K5 konusunun 3754.09 olduğu görülmektedir. Toprakta ekstrakte edilebilir kalsiyum (ppm) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemsiz olduğu, ortalama olarak 3825.52 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksyonuna bakılırsa, en yüksek K4 konusu D2 dozunda 3926.82; en düşük K5 konusu D2 dozunda 3661.40 olarak bulunmuştur.

Denemede iki yıllık ortalama verilerine göre, ekstrakte edilebilir/alınabilir kalsiyum (ppm) (Loué, 1968)'e göre, bütün konularda  $>2860$  olduğundan dolayı iyi sınıfta yer aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.20. Ekstrakte edilebilir kalsiyum ortalama değerleri

| Kalsiyum (Ca) ppm ortalama değerleri |                      |                   |         |                           |         |         |             |
|--------------------------------------|----------------------|-------------------|---------|---------------------------|---------|---------|-------------|
|                                      | Ana konu             | Alt konu (Dozlar) |         |                           |         |         |             |
| Yıllar                               | (Materyal)           | D0                | D1      | D2                        | D3      | D4      | Ort.        |
| 2019                                 | K1                   | 3728,73           | 3609,60 | 3663,51                   | 3641,69 | 3622,63 | 3653,23E    |
|                                      | K2                   | 3618,78           | 3775,24 | 3608,07                   | 3797,72 | 3690,82 | 3698,13DE   |
|                                      | K3                   | 3870,76           | 3712,72 | 3805,29                   | 3879,14 | 3735,21 | 3800,62BCDE |
|                                      | K4                   | 3789,34           | 3788,93 | 3892,13                   | 3772,08 | 3884,92 | 3825,48BCD  |
|                                      | K5                   | 3719,10           | 3805,69 | 3620,29                   | 3746,69 | 3791,02 | 3736,56CDE  |
|                                      | Ort.                 | 3745,34           | 3738,44 | 3717,86                   | 3767,46 | 3744,92 | 3742,80B    |
|                                      |                      | Alt konu (Dozlar) |         |                           |         |         |             |
| Yıllar                               | Materyal             | D0                | D1      | D2                        | D3      | D4      | Ort.        |
| 2020                                 | K1                   | 4096,85           | 3971,37 | 3933,18                   | 4034,96 | 3932,33 | 3993,74A    |
|                                      | K2                   | 4060,91           | 3956,96 | 3887,60                   | 4037,43 | 3814,25 | 3951,43AB   |
|                                      | K3                   | 3838,49           | 3839,94 | 3893,14                   | 3970,48 | 3896,83 | 3887,77ABC  |
|                                      | K4                   | 3933,29           | 3952,63 | 3961,50                   | 4042,65 | 3793,07 | 3936,63AB   |
|                                      | K5                   | 3894,41           | 3835,04 | 3702,51                   | 3683,59 | 3742,57 | 3771,63CDE  |
|                                      | Ort.                 | 3964,79           | 3911,19 | 3875,59                   | 3953,82 | 3835,81 | 3908,24A    |
|                                      |                      | Alt konu (Dozlar) |         |                           |         |         |             |
| Yıllar                               | Materyal             | D0                | D1      | D2                        | D3      | D4      | Ort.        |
| 2019-2020 ort.                       | K1                   | 3912,79           | 3790,49 | 3798,35                   | 3838,33 | 3777,48 | 3823,49     |
|                                      | K2                   | 3839,84           | 3866,10 | 3747,83                   | 3917,58 | 3752,54 | 3824,78     |
|                                      | K3                   | 3854,62           | 3776,33 | 3849,21                   | 3924,81 | 3816,02 | 3844,20     |
|                                      | K4                   | 3861,32           | 3870,78 | 3926,82                   | 3907,37 | 3839,00 | 3881,05     |
|                                      | K5                   | 3806,76           | 3820,37 | 3661,40                   | 3715,14 | 3766,80 | 3754,09     |
|                                      | Ort.                 | 3855,07           | 3824,81 | 3796,72                   | 3860,64 | 3790,37 |             |
|                                      | LSD yıl (0,01):10,38 |                   |         | LSD yıl*mat (0,05):152,43 |         |         |             |

Ercan, (2008), tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit)'in toprak özellikleri etkisi çalışmasında, hasat sonrası deneme toprağında ekstrakte edilebilir kalsiyum içeriği (değişebilir kalsiyum) içeriği üzerine uygulamaların etkisi %1 önem düzeyinde belirlenmiştir. TGK<sub>4</sub> +Zeolit<sub>2</sub> +½ N (sıvı) ve TGK<sub>4</sub> +Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (üre) uygulamaları sırası ile 65.52 me100g<sup>-1</sup> ve 65.12 me100g<sup>-1</sup> ile en yüksek değerleri vermiş ve her iki uygulama aynı grup içerisinde yer aldığını söylemiştir.

Warman ve Cooper (2000a) tarafından yapılan bir çalışmada, kompostlanmış ve kompostlanmamış tavuk gübresinin topraktaki bitki besin elementleri düzeyine etkisinin genel olarak benzer olduğunu ancak kompostlanmış tavuk gübresinin üst toprağın kalsiyum düzeyine etkisinin önemli derecede yüksek olduğu bildirilmektedir.

#### 4.2.9. Ekstrakte edilebilir magnezyum (mg kg<sup>-1</sup>)

Toprakta ekstrakte edilebilir magnezyum (mg kg<sup>-1</sup> veya ppm) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23'te belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır ( $p<0.01$ ). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) ve dozları (alt konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. CV (%), 6.52 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.21. Ekstrakte edilebilir magnezyum varyans analizi

| Magnezyum (Mg) ppm                     |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 2469033,0       | 2469033,0          | 720,1315 | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 93050,4         | 23262,6            | 6,7849   | 0,0022** |
| Materyal (M)                           | 4                   | 22626,3         | 5656,6             | 1,6498   | 0,2106   |
| Y*M int.                               | 4                   | 3304,7          | 826,2              | 0,2410   | 0,9109   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 54857,4         | 3428,6             | 4,7055   | <,0001** |
| Doz (D)                                | 4                   | 4643,4          | 1160,9             | 1,5932   | 0,1842   |
| Y*D int.                               | 4                   | 2965,0          | 741,2              | 1,0173   | 0,4035   |
| D*M int.                               | 16                  | 10462,6         | 653,9              | 0,8974   | 0,5744   |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 6004,7          | 375,3              | 0,5151   | 0,9321   |
| Hata (2)                               | 80                  | 58290,7         | 728,6              |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 2725238,6       |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )        |                     | CV (%):6,52     |                    |          |          |

Toprakta ekstrakte edilebilir magnezyum (ppm) ortalama değerleri, Çizelge 4.24'te belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta ekstrakte edilebilir magnezyum (ppm) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 285.66; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 542.26 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla toprakta ekstrakte edilebilir magnezyum miktarında artış olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. toprakta ekstrakte edilebilir magnezyum (ppm), sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksiyonunda, en yüksek K2 konusu 563.89, en düşük K5 konusu 526.46 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda, en yüksek D0 dozunda 555.21 ve sırasıyla D3

dozunda 552.00, en düşük D2 dozunda 531.82 olduğu görülmektedir. Kompost uygulamalarının dozları arasında fark bulunmamıştır.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta ekstrakte edilebilir magnezyum (ppm) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K2 konusunun 428.85, en düşük K1 konusunun 397.40 olduğu görülmektedir. Toprakta ekstrakte edilebilir magnezyum (ppm) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemsiz olduğu, ortalama olarak 413.96 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K2 konusu D3 dozunda 443.78; en düşük K1 konusu D2 dozunda 386.28 olarak bulunmuştur.

Denemede iki yıllık ortalama verilerine göre, ekstrakte edilebilir/alınabilir magnezyum (ppm) (Loué, 1968)'e göre, bütün konularda >115 olduğundan dolayı iyi sınıfta yer aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.22. Ekstrakte edilebilir magnezyum ortalama değerleri

| Magnezyum (Mg) ppm ortalama değerleri |                      |                   |        |        |        |        |         |
|---------------------------------------|----------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|---------|
|                                       | Ana konu             | Alt konu (Dozlar) |        |        |        |        |         |
| Yıllar                                | (Materyal)           | D0                | D1     | D2     | D3     | D4     | Ort.    |
| 2019                                  | K1                   | 266,12            | 261,74 | 266,28 | 270,51 | 260,45 | 265,02  |
|                                       | K2                   | 285,39            | 304,83 | 287,84 | 301,27 | 289,75 | 293,82  |
|                                       | K3                   | 300,03            | 279,47 | 302,09 | 298,30 | 284,48 | 292,87  |
|                                       | K4                   | 300,55            | 283,94 | 308,72 | 299,37 | 297,32 | 297,98  |
|                                       | K5                   | 274,00            | 280,44 | 275,47 | 282,03 | 281,10 | 278,61  |
|                                       | Ort.                 | 285,22            | 282,09 | 288,08 | 290,30 | 282,62 | 285,66B |
|                                       |                      | Alt konu (Dozlar) |        |        |        |        |         |
| Yıllar                                | Materyal             | D0                | D1     | D2     | D3     | D4     | Ort.    |
| 2020                                  | K1                   | 544,44            | 520,94 | 506,28 | 532,01 | 545,22 | 529,78  |
|                                       | K2                   | 569,24            | 580,98 | 527,82 | 586,29 | 555,09 | 563,89  |
|                                       | K3                   | 539,20            | 539,22 | 535,03 | 542,69 | 538,70 | 538,97  |
|                                       | K4                   | 583,66            | 525,26 | 561,85 | 565,74 | 524,42 | 552,19  |
|                                       | K5                   | 539,52            | 502,72 | 528,10 | 533,28 | 528,66 | 526,46  |
|                                       | Ort.                 | 555,21            | 533,82 | 531,82 | 552,00 | 538,42 | 542,26A |
|                                       |                      | Alt konu (Dozlar) |        |        |        |        |         |
| Yıllar                                | Materyal             | D0                | D1     | D2     | D3     | D4     | Ort.    |
| 2019-<br>2020 ort.                    | K1                   | 405,28            | 391,34 | 386,28 | 401,26 | 402,84 | 397,40  |
|                                       | K2                   | 427,32            | 442,91 | 407,83 | 443,78 | 422,42 | 428,85  |
|                                       | K3                   | 419,62            | 409,35 | 418,56 | 420,49 | 411,59 | 415,92  |
|                                       | K4                   | 442,11            | 404,60 | 435,29 | 432,56 | 410,87 | 425,09  |
|                                       | K5                   | 406,76            | 391,58 | 401,79 | 407,66 | 404,88 | 402,53  |
|                                       | Ort.                 | 420,22            | 407,96 | 409,95 | 421,15 | 410,52 |         |
|                                       | LSD yıl (0,01):20,27 |                   |        |        |        |        |         |

Ercan, (2008), tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit)’in toprak özellikleri etkisi çalışmasında, hasat sonrası deneme toprağında ekstrakte edilebilir magnezyum içeriği (değişebilir magnezyum) içeriği, toprağa uygulanmış olan materyallerin artan dozları ile arasında %1 önem düzeyinde ilişki belirlenmiştir. En yüksek değer,  $3.40 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  ile TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>2</sub> uygulamasından elde ettiğini belirtmiştir.

#### 4.2.10. Ekstrakte edilebilir sodyum ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

Toprakta ekstrakte edilebilir sodyum ( $\text{mg kg}^{-1}$  veya ppm) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25’te belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır ( $p < 0.01$ ). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri

(ana konu) ve dozları (alt konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. CV (%), 25.29 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.23. Ekstrakte edilebilir sodyum varyans analizi

| Sodyum (Na) ppm                        |                     |                 |                    |           |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|-----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri  | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 250215,0        | 250215,0           | 1330,5040 | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 5942,6          | 1485,7             | 7,8999    | 0,001**  |
| Materyal (M)                           | 4                   | 1387,2          | 346,8              | 1,8441    | 0,1698   |
| Y*M int.                               | 4                   | 1132,6          | 283,2              | 1,5057    | 0,2474   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 3009,0          | 188,1              | 1,2250    | 0,2681   |
| Doz (D)                                | 4                   | 72,9            | 18,2               | 0,1187    | 0,9755   |
| Y*D int.                               | 4                   | 113,0           | 28,3               | 0,1840    | 0,9461   |
| D*M int.                               | 16                  | 1695,1          | 105,9              | 0,6901    | 0,7955   |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 1667,6          | 104,2              | 0,6789    | 0,8062   |
| Hata (2)                               | 80                  | 12281,2         | 153,5              |           |          |
| Genel                                  | 149                 | 277516,5        |                    |           |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)                |                     | CV (%):25,29    |                    |           |          |

Toprakta ekstrakte edilebilir sodyum (ppm) ortalama değerleri, Çizelge 4.26'da belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta ekstrakte edilebilir sodyum (ppm) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 8.16; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 89.84 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla toprakta ekstrakte edilebilir sodyum miktarında artış olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. toprakta ekstrakte edilebilir sodyum (ppm), sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksiyonunda, en yüksek K4 konusu 98.73, en düşük K1 konusu 83.18 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda, en yüksek D3 dozunda 92.80, en düşük D4 dozunda 88.38 olduğu görülmektedir. Kompost uygulamalarının dozları arasında fark bulunmamıştır.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta ekstrakte edilebilir sodyum (ppm) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemsiz

bulunduğu, en yüksek K4 konusunun 53.70, en düşük K1 konusunun 45.38 olduğu görülmektedir. Toprakta ekstrakte edilebilir sodyum (ppm) değerlerinde, kompost konularının alt konu (dozları) arasında farkın önemsiz olduğu, ortalama olarak 49.00 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K4 konusu D3 dozunda 59.34; en düşük K3 konusu D0 dozunda 39.08 olarak bulunmuştur.

Denemede iki yıllık ortalama verilerine göre, ekstrakte edilebilir/alınabilir sodyum (ppm), bütün konularda 34-68 olduğundan dolayı düşük sınıfta yer aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.24. Ekstrakte edilebilir sodyum ortalama değerleri

| Sodyum (Na) ppm ortalama değerleri |                     |                   |       |        |        |       |        |
|------------------------------------|---------------------|-------------------|-------|--------|--------|-------|--------|
|                                    | Ana konu            | Alt konu (Dozlar) |       |        |        |       |        |
| Yıllar                             | (Materyal)          | D0                | D1    | D2     | D3     | D4    | Ort.   |
| 2019                               | K1                  | 7,80              | 7,43  | 7,99   | 7,21   | 7,50  | 7,59   |
|                                    | K2                  | 7,93              | 8,19  | 7,70   | 8,45   | 8,53  | 8,16   |
|                                    | K3                  | 7,77              | 8,73  | 9,34   | 7,38   | 7,48  | 8,14   |
|                                    | K4                  | 9,11              | 8,44  | 8,35   | 8,44   | 9,03  | 8,67   |
|                                    | K5                  | 8,03              | 9,72  | 7,58   | 7,63   | 8,15  | 8,22   |
|                                    | Ort.                | 8,13              | 8,50  | 8,19   | 7,82   | 8,14  | 8,16B  |
|                                    |                     | Alt konu (Dozlar) |       |        |        |       |        |
| Yıllar                             | Materyal            | D0                | D1    | D2     | D3     | D4    | Ort.   |
| 2020                               | K1                  | 87,71             | 80,73 | 87,20  | 87,73  | 72,55 | 83,18  |
|                                    | K2                  | 109,44            | 92,78 | 85,63  | 91,92  | 87,94 | 93,54  |
|                                    | K3                  | 70,39             | 86,02 | 85,03  | 87,94  | 92,40 | 84,36  |
|                                    | K4                  | 90,67             | 92,76 | 105,62 | 110,24 | 94,38 | 98,73  |
|                                    | K5                  | 90,67             | 91,55 | 83,96  | 86,15  | 94,62 | 89,39  |
|                                    | Ort.                | 89,78             | 88,77 | 89,49  | 92,80  | 88,38 | 89,84A |
|                                    |                     | Alt konu (Dozlar) |       |        |        |       |        |
| Yıllar                             | Materyal            | D0                | D1    | D2     | D3     | D4    | Ort.   |
| 2019-2020 ort.                     | K1                  | 47,75             | 44,08 | 47,60  | 47,47  | 40,02 | 45,38  |
|                                    | K2                  | 58,69             | 50,49 | 46,67  | 50,19  | 48,24 | 50,85  |
|                                    | K3                  | 39,08             | 47,38 | 47,18  | 47,66  | 49,94 | 46,25  |
|                                    | K4                  | 49,89             | 50,60 | 56,98  | 59,34  | 51,70 | 53,70  |
|                                    | K5                  | 49,35             | 50,64 | 45,77  | 46,89  | 51,39 | 48,81  |
|                                    | Ort.                | 48,95             | 48,64 | 48,84  | 50,31  | 48,26 |        |
|                                    | LSD yıl (0,01):4,75 |                   |       |        |        |       |        |

Ercan, (2008), tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit)'in toprak özellikleri etkisi çalışmasında, hasat sonrası deneme toprağında ekstrakte edilebilir

sodyum içeriği (değişebilir sodyum), en yüksek değer 1.17 me100g<sup>-1</sup> olarak TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (sıvı) uygulamasında bulunmuştur. Bunu 1.10 me100g<sup>-1</sup> değeri ile TGK<sub>3</sub> + Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (sıvı) uygulaması takip ettiğini dile getirmiştir.

#### 4.2.11. Ekstrakte edilebilir demir (mg kg<sup>-1</sup>)

Toprakta ekstrakte edilebilir demir (mg kg<sup>-1</sup> veya ppm) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır (p<0.01). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) ve dozları (alt konu) arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

Kompost uygulanmasının istatistiki olarak, doz\*materyal interaksyonu arasındaki fark önemli bulunurken (p<0.05) ve yıl\*materyal\*doz interaksyonu arasındaki fark da önemli bulunmuştur (p<0.01). CV (%), 5.62 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.25. Ekstrakte edilebilir demir varyans analizi

| Demir (Fe) ppm                         |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 1739,720        | 1739,720           | 1321,821 | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 21,4776         | 5,36941            | 4,0796   | 0,0182*  |
| Materyal (M)                           | 4                   | 13,4123         | 3,35308            | 2,5476   | 0,0798   |
| Y*M int.                               | 4                   | 11,9397         | 2,98493            | 2,2679   | 0,1071   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 21,0584         | 1,31615            | 9,3752   | <,0001** |
| Doz (D)                                | 4                   | 0,52552         | 0,13138            | 0,9358   | 0,4476   |
| Y*D int.                               | 4                   | 1,16783         | 0,29196            | 2,0797   | 0,0912   |
| D*M int.                               | 16                  | 4,58789         | 0,28674            | 2,0425   | 0,0197*  |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 6,77992         | 0,42375            | 3,0184   | 0,0006** |
| Hata (2)                               | 80                  | 11,231          | 0,1404             |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 1831,8968       |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)                |                     | CV (%):5,62     |                    |          |          |

Toprakta ekstrakte edilebilir demir (ppm) ortalama değerleri, Çizelge 4.28’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta ekstrakte edilebilir demir (ppm) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 3.26; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 10.07 olarak bulunmuştur.

Kompost uygulanmasıyla toprakta ekstrakte edilebilir demir miktarında artış olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. toprakta ekstrakte edilebilir demir (ppm), sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksiyonunda, fark olmamakla birlikte, en yüksek K2 konusu 11.13, en düşük K1 konusu 9.44 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda, en yüksek D4 dozunda 10.30 ve sırasıyla D3 dozunda 10.15, en düşük D1 dozunda 9.93 olduğu görülmektedir. Kompost uygulamalarının dozları arasında fark bulunmamıştır. Yıl\*doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, toprakta ekstrakte edilebilir demir (ppm), K1 konusunda en yüksek D4 ve D0 dozlarında 9.68, en düşük D2 dozunda 9.23; K2 konusunda en yüksek aynı grupta olan D4 dozu 12.11 ve sonrasında D3 dozunda 11.93, en düşük D0 dozunda 10.11; K3 konusunda en yüksek D2 dozunda 10.22, en düşük D3 dozunda 9.77; K4 konusunda en yüksek D2 dozunda 10.23, en düşük D4 dozunda 9.51; K5 konusunda en yüksek D4 dozunda 10.22, en düşük D1 dozunda 9.55 olarak bulunmuştur ( $p<0.01$ ). 2020 yılında, yıl\*doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, toprakta ekstrakte edilebilir demir miktarını değerlendirirsek, K2 kompost konusunun (leonardit kompostu) diğer kompost konularına göre önde olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta ekstrakte edilebilir demir (ppm) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K2 konusunun 7.17, en düşük K1 konusunun 6.25 olduğu görülmektedir. Toprakta ekstrakte edilebilir demir (ppm) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemsiz olduğu, ortalama olarak 6.66 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, ekstrakte edilebilir demir (ppm) içeriği, en yüksek olarak aynı grupta yer alan K2 konusu D4 dozu 7.55 ve K2 konusu D3 dozunda 7.53; en düşük olarak aynı grupta yer alan K1 konusu D2 dozu 6.14 ve K1 konusu D3 dozu 6.15 olarak bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Denemede iki yıllık ortalama verilerine göre, ekstrakte edilebilir/alınabilir demir (ppm) (Lindsay ve Norvell, 1978)'e göre, bütün konularda  $>4.5$ 'ten büyük olduğundan dolayı iyi (yüksek) sınıfta yer aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.26. Ekstrakte edilebilir demir ortalama değerleri

| Demir (Fe) ppm ortalama değerleri |                             |                   |          |                         |           |           |        |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------|----------|-------------------------|-----------|-----------|--------|
|                                   | Ana konu                    | Alt konu (Dozlar) |          |                         |           |           |        |
| Yıllar                            | (Materyal)                  | D0                | D1       | D2                      | D3        | D4        | Ort.   |
| 2019                              | K1                          | 3,08J             | 3,06J    | 3,05J                   | 3,02J     | 3,06J     | 3,05   |
|                                   | K2                          | 3,24IJ            | 3,37IJ   | 3,35IJ                  | 3,12IJ    | 3,0J      | 3,22   |
|                                   | K3                          | 3,36IJ            | 3,43IJ   | 3,40IJ                  | 3,29IJ    | 3,10IJ    | 3,32   |
|                                   | K4                          | 3,32IJ            | 3,29IJ   | 3,59IJ                  | 3,47IJ    | 3,71I     | 3,48   |
|                                   | K5                          | 3,3IJ             | 3,08J    | 3,37IJ                  | 3,23IJ    | 3,13IJ    | 3,22   |
|                                   | Ort.                        | 3,26              | 3,25     | 3,35                    | 3,23      | 3,20      | 3,26B  |
|                                   |                             | Alt konu (Dozlar) |          |                         |           |           |        |
| Yıllar                            | Materyal                    | D0                | D1       | D2                      | D3        | D4        | Ort.   |
| 2020                              | K1                          | 9,68DEFGH         | 9,31FGH  | 9,23H                   | 9,28GH    | 9,68DEFGH | 9,44   |
|                                   | K2                          | 10,11CDE          | 11,03B   | 10,49BC                 | 11,93A    | 12,11A    | 11,13  |
|                                   | K3                          | 9,78DEFGH         | 9,88     | 10,22CD                 | 9,77DEFGH | 10CDE     | 9,93   |
|                                   | K4                          | 10,18CD           | 9,90CDEF | 10,23CD                 | 9,77DEFGH | 9,51EFGH  | 9,92   |
|                                   | K5                          | 9,99CDE           | 9,55EFGH | 9,85DEFG                | 10CDE     | 10,22CD   | 9,92   |
|                                   | Ort.                        | 9,95              | 9,93     | 10,01                   | 10,15     | 10,30     | 10,07A |
|                                   |                             | Alt konu (Dozlar) |          |                         |           |           |        |
| Yıllar                            | Materyal                    | D0                | D1       | D2                      | D3        | D4        | Ort.   |
| 2019-<br>2020<br>ort.             | K1                          | 6,38DEFG          | 6,19FG   | 6,14G                   | 6,15G     | 6,37DEFG  | 6,25   |
|                                   | K2                          | 6,67CDE           | 7,20AB   | 6,92BC                  | 7,53A     | 7,55A     | 7,17   |
|                                   | K3                          | 6,57CDEFG         | 6,66CDE  | 6,81BC                  | 6,53CDEFG | 6,55CDEFG | 6,62   |
|                                   | K4                          | 6,75CD            | 6,60CDEF | 6,91BC                  | 6,62CDE   | 6,61CDEF  | 6,70   |
|                                   | K5                          | 6,65CDE           | 6,31EFG  | 6,61CDEF                | 6,62CDEF  | 6,68CDE   | 6,57   |
|                                   | Ort.                        | 6,60              | 6,59     | 6,68                    | 6,69      | 6,75      |        |
|                                   | LSD yıl (0,01):0,40         |                   |          | LSD doz*mat (0,05):0,43 |           |           |        |
|                                   | LSD yıl*mat*doz (0,01):0,61 |                   |          |                         |           |           |        |

Ercan, (2008), tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit)’in toprak özellikleri etkisi çalışmasında, hasat sonrası deneme toprağında ekstrakte edilebilir demir içeriği (alınabilir demir), üzerine uygulamaların etkisinin %1 önem düzeyinde olduğu görülmüştür. En düşük değer, 8.54 mg kg<sup>-1</sup> ile zeolit<sub>2</sub>, en yüksek değer ise 15.14 mg kg<sup>-1</sup> ile TGK<sub>4</sub> +Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (sıvı) uygulamasından elde edilmiştir. Bu artışta kompost materyalinin demir içeriğinin yüksek olması ile açıklamak mümkün olduğunu söylemektedir.

#### 4.2.12. Ekstrakte edilebilir bakır (mg kg<sup>-1</sup>)

Toprakta ekstrakte edilebilir bakır (mg kg<sup>-1</sup> veya ppm) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29'da belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır ( $p<0.01$ ). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) ve dozları (alt konu) arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. CV (%), 5.43 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.27. Ekstrakte edilebilir bakır varyans analizi

| Bakır (Cu) ppm                         |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 9,62667         | 9,62667            | 811,3841 | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 0,05543         | 0,01386            | 1,1681   | 0,3616   |
| Materyal (M)                           | 4                   | 0,04577         | 0,01144            | 0,9645   | 0,4537   |
| Y*M int.                               | 4                   | 0,01359         | 0,00340            | 0,2863   | 0,8826   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 0,18983         | 0,01186            | 20,1949  | <,0001** |
| Doz (D)                                | 4                   | 0,00403         | 0,00101            | 1,7135   | 0,1552   |
| Y*D int.                               | 4                   | 0,00392         | 0,00098            | 1,6681   | 0,1656   |
| D*M int.                               | 16                  | 0,01583         | 0,00099            | 1,6844   | 0,0668   |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 0,00786         | 0,00049            | 0,8362   | 0,6418   |
| Hata (2)                               | 80                  | 0,047           | 0,000587           |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 10,009933       |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )        |                     | CV (%):5,43     |                    |          |          |

Toprakta ekstrakte edilebilir bakır (ppm) ortalama değerleri, Çizelge 4.30'da belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta ekstrakte edilebilir bakır (ppm) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 0.19; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 0.70 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla toprakta ekstrakte edilebilir bakır miktarında artış olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. toprakta ekstrakte edilebilir bakır (ppm), sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksiyonunda, fark bulunmadığı ve en yüksek K4 konusu 0.74, en düşük K3 konusu 0.67 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda, en yüksek D3 ve D4 dozlarında 0.71, en

düşük D0 ve D1 dozlarında 0.69 olduğu görülmektedir. Kompost uygulamalarının dozları arasında fark bulunmamıştır. Yıl\*doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, toprakta ekstrakte edilebilir bakır (ppm), en yüksek K4 konusunda D4 dozunda 0.77 ve K4 konusu D0 ve D3 dozlarında 0.75; en düşük K3 konusunda D0 dozunda 0.64 olarak bulunmuştur.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta ekstrakte edilebilir bakır (ppm) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K4 konusunun 0.47, en düşük K3 konusunun 0.42 olduğu görülmektedir. Toprakta ekstrakte edilebilir bakır (ppm) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemsiz olduğu, ortalama olarak 0.45 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, ekstrakte edilebilir bakır (ppm) içeriği, en yüksek K4 konusu D4 dozu 0.49 ve K4 konusu D3 dozunda 0.48; en düşük olarak K3 konusu D0 dozu 0.41 olarak bulunmuştur.

Denemede iki yıllık ortalama verilerine göre, ekstrakte edilebilir/alınabilir bakır (ppm) (Lindsay ve Norvell, 1978)'e göre, bütün konularda >0.2'den büyük olduğundan dolayı yeterli sınıfta yer aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.28. Ekstrakte edilebilir bakır ortalama değerleri

| Bakır (Cu) ppm ortalama değerleri |                     |                   |      |      |      |      |       |
|-----------------------------------|---------------------|-------------------|------|------|------|------|-------|
|                                   | Ana konu            | Alt konu (Dozlar) |      |      |      |      |       |
| Yıllar                            | (Materyal)          | D0                | D1   | D2   | D3   | D4   | Ort.  |
| 2019                              | K1                  | 0,19              | 0,20 | 0,18 | 0,19 | 0,19 | 0,19  |
|                                   | K2                  | 0,20              | 0,20 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | 0,20  |
|                                   | K3                  | 0,18              | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18  |
|                                   | K4                  | 0,20              | 0,20 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,20  |
|                                   | K5                  | 0,19              | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,18 | 0,19  |
|                                   | Ort.                | 0,19              | 0,20 | 0,19 | 0,20 | 0,19 | 0,19B |
|                                   |                     | Alt konu (Dozlar) |      |      |      |      |       |
| Yıllar                            | Materyal            | D0                | D1   | D2   | D3   | D4   | Ort.  |
| 2020                              | K1                  | 0,68              | 0,68 | 0,66 | 0,65 | 0,71 | 0,68  |
|                                   | K2                  | 0,72              | 0,70 | 0,68 | 0,72 | 0,73 | 0,71  |
|                                   | K3                  | 0,64              | 0,65 | 0,70 | 0,69 | 0,65 | 0,67  |
|                                   | K4                  | 0,75              | 0,72 | 0,74 | 0,75 | 0,77 | 0,74  |
|                                   | K5                  | 0,67              | 0,69 | 0,70 | 0,74 | 0,70 | 0,70  |
|                                   | Ort.                | 0,69              | 0,69 | 0,70 | 0,71 | 0,71 | 0,70A |
|                                   |                     | Alt konu (Dozlar) |      |      |      |      |       |
| Yıllar                            | Materyal            | D0                | D1   | D2   | D3   | D4   | Ort.  |
| 2019-2020 ort.                    | K1                  | 0,44              | 0,44 | 0,42 | 0,42 | 0,45 | 0,43  |
|                                   | K2                  | 0,46              | 0,45 | 0,44 | 0,46 | 0,46 | 0,45  |
|                                   | K3                  | 0,41              | 0,42 | 0,44 | 0,44 | 0,42 | 0,42  |
|                                   | K4                  | 0,47              | 0,46 | 0,47 | 0,48 | 0,49 | 0,47  |
|                                   | K5                  | 0,43              | 0,44 | 0,45 | 0,47 | 0,44 | 0,45  |
|                                   | Ort.                | 0,44              | 0,44 | 0,44 | 0,45 | 0,45 |       |
|                                   | LSD yıl (0,01):0,04 |                   |      |      |      |      |       |

Ercan, (2008), tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit)’in toprak özellikleri etkisi çalışmasında, hasat sonrası deneme toprağında ekstrakte edilebilir bakır içeriği (alınabilir bakır), en düşük değer 1.31 mg kg<sup>-1</sup> ile kontrolde olmuştur. En yüksek değer ise 4.91 mg kg<sup>-1</sup> ile TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (sıvı) uygulamasından elde ettiğini söylemektedir.

Warman ve Cooper (2000b) tarafından yapılmış olan bir araştırmada, toprağa uygulanan tavuk gübresi kompostu yüksek oranda Cu içermesine rağmen, artan dozlarda kompost uygulanmış parseller ile kontrol parseli arasında ekstrakte edilebilir Cu açısından istatistiki bakımdan önemli bir farkın olmadığını ifade etmiştir.

#### 4.2.13. Ekstrakte edilebilir mangan ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

Toprakta ekstrakte edilebilir mangan ( $\text{mg kg}^{-1}$  veya ppm) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır ( $p<0.01$ ). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Kompost uygulanmasının kompost dozları (alt konu) ve yıl\*doz interaksyonu arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). CV (%), 8.76 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.29. Ekstrakte edilebilir mangan varyans analizi

| Mangan (Mn) ppm                        |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 1074,90         | 1074,90            | 1600,82  | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 4,77277         | 1,19319            | 1,7770   | 0,1828   |
| Materyal (M)                           | 4                   | 4,21323         | 1,05331            | 1,5687   | 0,2306   |
| Y*M int.                               | 4                   | 2,01722         | 0,50431            | 0,7510   | 0,5717   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 10,74350        | 0,67147            | 8,1425   | <,0001** |
| Doz (D)                                | 4                   | 2,61059         | 0,65265            | 7,9143   | <,0001** |
| Y*D int.                               | 4                   | 3,01802         | 0,75451            | 9,1495   | <,0001** |
| D*M int.                               | 16                  | 1,12950         | 0,07059            | 0,8561   | 0,6199   |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 0,69898         | 0,04369            | 0,5298   | 0,9236   |
| Hata (2)                               | 80                  | 6,597           | 0,08250            |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 1110,69680      |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )        |                     | CV (%):8,76     |                    |          |          |

Toprakta ekstrakte edilebilir mangan (ppm) ortalama değerleri, Çizelge 4.32’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta ekstrakte edilebilir mangan (ppm) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 0.60; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 5.96 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla toprakta ekstrakte edilebilir mangan miktarında artış olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. ekstrakte edilebilir mangan (ppm), sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksyonunda, farkın önemsiz olduğu, en yüksek K5 konusu 6.26, en

düşük K3 konusu 5.50 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda, en yüksek aynı grupta yer alan D4 dozu 6.31 ve D3 dozu 6.20, en düşük D0 dozunda 5.58 olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Yıl\*doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, toprakta ekstrakte edilebilir mangan (ppm), en yüksek K5 konusunda D4 dozunda 6.83; en düşük K3 konusunda D0 dozunda 5.07 olarak bulunmuştur.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta ekstrakte edilebilir mangan (ppm) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K4 konusunun 3.44 sonrasında K5 konusu 3.43, en düşük K3 konusunun 3.01 olduğu görülmektedir. Toprakta ekstrakte edilebilir mangan (ppm) içeriğinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemli olduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek D4 dozunda 3.47; en düşük D0 dozu 3.11 ve ortalama olarak 3.28 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K5 konusu D4 dozunda 3.71; en düşük K3 konusu D0 dozunda 2.81 olarak bulunmuştur.

Denemede iki yıllık ortalama verilerine göre, ekstrakte edilebilir/alınabilir mangan (ppm) (Lindsay ve Norvell, 1978)'e göre, bütün konularda <4'den küçük olduğundan dolayı çok az sınıfta yer aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.30. Ekstrakte edilebilir mangan ortalama değerleri

| Mangan (Mn) ppm ortalama değerleri |                         |                   |        |                     |        |       |       |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------|--------|---------------------|--------|-------|-------|
|                                    | Ana konu                | Alt konu (Dozlar) |        |                     |        |       |       |
| Yıllar                             | (Materyal)              | D0                | D1     | D2                  | D3     | D4    | Ort.  |
| 2019                               | K1                      | 0,70              | 0,74   | 0,61                | 0,58   | 0,84  | 0,69  |
|                                    | K2                      | 0,62              | 0,52   | 0,46                | 0,52   | 0,54  | 0,53  |
|                                    | K3                      | 0,55              | 0,52   | 0,56                | 0,46   | 0,46  | 0,51  |
|                                    | K4                      | 0,64              | 0,66   | 0,70                | 0,65   | 0,70  | 0,67  |
|                                    | K5                      | 0,66              | 0,56   | 0,61                | 0,60   | 0,58  | 0,60  |
|                                    | Ort.                    | 0,64D             | 0,60D  | 0,59D               | 0,56D  | 0,63D | 0,60B |
|                                    |                         | Alt konu (Dozlar) |        |                     |        |       |       |
| Yıllar                             | Materyal                | D0                | D1     | D2                  | D3     | D4    | Ort.  |
| 2020                               | K1                      | 5,65              | 5,94   | 5,80                | 6,14   | 6,43  | 5,99  |
|                                    | K2                      | 5,33              | 5,67   | 5,48                | 6,19   | 6,37  | 5,81  |
|                                    | K3                      | 5,07              | 5,27   | 5,79                | 5,80   | 5,59  | 5,50  |
|                                    | K4                      | 5,96              | 5,98   | 6,32                | 6,47   | 6,35  | 6,21  |
|                                    | K5                      | 5,89              | 5,95   | 6,23                | 6,42   | 6,83  | 6,26  |
|                                    | Ort.                    | 5,58C             | 5,76BC | 5,92B               | 6,20A  | 6,31A | 5,96A |
|                                    |                         | Alt konu (Dozlar) |        |                     |        |       |       |
| Yıllar                             | Materyal                | D0                | D1     | D2                  | D3     | D4    | Ort.  |
| 2019-<br>2020 ort.                 | K1                      | 3,18              | 3,34   | 3,21                | 3,36   | 3,63  | 3,34  |
|                                    | K2                      | 2,98              | 3,10   | 2,97                | 3,36   | 3,46  | 3,17  |
|                                    | K3                      | 2,81              | 2,89   | 3,17                | 3,13   | 3,03  | 3,01  |
|                                    | K4                      | 3,30              | 3,32   | 3,51                | 3,56   | 3,53  | 3,44  |
|                                    | K5                      | 3,28              | 3,26   | 3,42                | 3,51   | 3,71  | 3,43  |
|                                    | Ort.                    | 3,11D             | 3,18CD | 3,26BC              | 3,38AB | 3,47A |       |
|                                    | LSD yıl (0,01):0,28     |                   |        | LSD doz (0,01):0,15 |        |       |       |
|                                    | LSD yıl*doz (0,01):0,21 |                   |        |                     |        |       |       |

Ercan, (2008), tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit)'in toprak özelliklerine etkisi çalışmasında, hasat sonrası deneme toprağında, ekstrakte edilebilir mangan içeriği, en yüksek aynı grup içerisinde yer almış olan 18.76 mg kg<sup>-1</sup> TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (sıvı) ve 18.73 mg kg<sup>-1</sup> TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (üre) uygulamalarından elde ettikleri belirtilmektedir.

Ananda ve ark. (2006), tarafından Hindistan Karnataka'da tavuk gübresi kompostu ve kanalizasyon atığı ile yapılan bir araştırmada, kontrol parselleri ile karşılaştırıldığında organik materyallerin toprağın mikro element içeriğini artırdığı ve Fe içeriğinin 20.60 mg kg<sup>-1</sup>'den, 32.10 mg kg<sup>-1</sup>'e, Cu içeriğinin 1.21 mg kg<sup>-1</sup>'den 1.41

mg kg<sup>-1</sup>'e, Zn içeriğinin 1.72 mg kg<sup>-1</sup>'den 2.45 mg kg<sup>-1</sup>'e ve Mn içeriğinin 29.40 mg kg<sup>-1</sup>'den 38.80 mg kg<sup>-1</sup>'e yükseldiğini saptadığını dile getirmişlerdir.

#### 4.2.14. Ekstrakte edilebilir çinko (mg kg<sup>-1</sup>)

Toprakta ekstrakte edilebilir çinko (mg kg<sup>-1</sup> veya ppm) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33'de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır ( $p<0.01$ ). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) ve yıl\*materyal etkileşimi arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ).

Kompost uygulanmasının kompost dozları (alt konu), yıl\*doz etkileşimi, doz\*materyal etkileşimi ve yıl\*materyal\*doz etkileşimleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). CV (%), 20.73 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.31. Ekstrakte edilebilir çinko varyans analizi

| Çinko (Zn) ppm                         |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 47,30           | 47,30              | 1829,18  | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 0,47119         | 0,11780            | 4,5556   | 0,012*   |
| Materyal (M)                           | 4                   | 1,90589         | 0,47647            | 18,4269  | <,0001** |
| Y*M int.                               | 4                   | 1,88887         | 0,47222            | 18,2623  | <,0001** |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 0,41372         | 0,02586            | 1,2237   | 0,2691   |
| Doz (D)                                | 4                   | 10,11010        | 2,52753            | 119,6160 | <,0001** |
| Y*D int.                               | 4                   | 9,91922         | 2,47980            | 117,3576 | <,0001** |
| D*M int.                               | 16                  | 1,99598         | 0,12475            | 5,9038   | <,0001** |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 2,03231         | 0,12702            | 6,0112   | <,0001** |
| Hata (2)                               | 80                  | 1,690           | 0,02113            |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 77,72566        |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )        |                     | CV (%):20,73    |                    |          |          |

Toprakta ekstrakte edilebilir çinko (ppm) ortalama değerleri, Çizelge 4.34'de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta ekstrakte edilebilir çinko (ppm) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 0.14; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 1.26 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla toprakta ekstrakte edilebilir çinko miktarında artış olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. ekstrakte edilebilir çinko (ppm) sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksiyonunda, en yüksek K5 konusu 1.71, diğerleri aynı grupta yer almış olup ve en düşük K1 konusu 1.09 olarak görülmektedir ( $p<0.01$ ). Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda, en yüksek D4 dozunda 1.98, en düşük D0 dozunda 0.55 olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Yıl\*doz\*materyal interaksiyonunda, ekstrakte edilebilir çinko (ppm), K1 konusunda en yüksek D4 dozunda 1.62, en düşük D0 dozunda 0.61; K2 konusunda en yüksek D4 dozunda 1.94, en düşük D0 dozunda 0.50; K3 konusunda en yüksek D4 dozunda 1.62, en düşük D0 dozunda 0.63; K4 konusunda en yüksek D3 dozunda 1.71, en düşük D0 dozunda 0.53; K5 konusunda en yüksek D4 dozunda 3.15, en düşük D0 dozunda 0.47 olarak bulunmuştur ( $p<0.01$ ).

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta ekstrakte edilebilir çinko (ppm) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek K5 konusunun 0.92, diğerleri aynı grupta yer almış olup ve en düşük K1 konusunun 0.62 olduğu görülmektedir. Toprakta ekstrakte edilebilir çinko (ppm) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemli olduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek D4 dozunda 1.06; en düşük D0 dozu 0.34 ve ortalama olarak 0.70 olduğu görülmektedir. Burada dozlara göre artışın uyumlu bir şekilde arttığını görmekteyiz. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K5 konusu D4 dozunda 1.65 ve K5 konusu D3 dozunda 1.19; en düşük K5 konusu D0 dozunda 0.30 olarak bulunmuştur ( $p<0.01$ ).

Toprakta ekstrakte edilebilir çinko (ppm) değerini incelersek, K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunda diğer kompost konularına göre oldukça yüksek olduğu görülmüştür ( $p<0.01$ ). K1 (biyokömür kompost) konusunda, diğer kompost konularına göre daha düşük olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Toprakta bitki tarafından alınabilir fosfor içeriği ile bitki tarafından alınabilir çinko içeriğinin benzer bir durum hareket ettiği söylenebilir.

Denemede iki yıllık ortalama verilerine göre, ekstrakte edilebilir/alınabilir çinko (ppm) (Lindsay ve Norvell, 1978)'e göre, bütün konularda 0.7-2.4 aralığında olduğundan dolayı yeterli sınıfta yer aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.32. Ekstrakte edilebilir çinko ortalama değerleri

| Çinko (Zn) ppm ortalama değerleri |                              |                   |                         |          |                          |         |       |
|-----------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------|----------|--------------------------|---------|-------|
|                                   | Ana konu                     | Alt konu (Dozlar) |                         |          |                          |         |       |
| Yıllar                            | (Materyal)                   | D0                | D1                      | D2       | D3                       | D4      | Ort.  |
| 2019                              | K1                           | 0,13O             | 0,16O                   | 0,12O    | 0,17O                    | 0,16O   | 0,15C |
|                                   | K2                           | 0,13O             | 0,14O                   | 0,12O    | 0,11O                    | 0,14O   | 0,13C |
|                                   | K3                           | 0,13O             | 0,14O                   | 0,12O    | 0,13O                    | 0,17O   | 0,14C |
|                                   | K4                           | 0,16O             | 0,13O                   | 0,15O    | 0,15O                    | 0,13O   | 0,14C |
|                                   | K5                           | 0,13O             | 0,16O                   | 0,14O    | 0,14O                    | 0,15O   | 0,14C |
|                                   | Ort.                         | 0,14F             | 0,15F                   | 0,13F    | 0,14F                    | 0,15F   | 0,14B |
|                                   |                              | Alt konu (Dozlar) |                         |          |                          |         |       |
| Yıllar                            | Materyal                     | D0                | D1                      | D2       | D3                       | D4      | Ort.  |
| 2020                              | K1                           | 0,61MN            | 0,66LMN                 | 1,16HI   | 1,39EFGH                 | 1,62DE  | 1,09B |
|                                   | K2                           | 0,50N             | 0,86JKL                 | 1,05IJ   | 1,53DEF                  | 1,94C   | 1,18B |
|                                   | K3                           | 0,63LMN           | 0,76KLM                 | 1,30FGH  | 1,43EFG                  | 1,62DE  | 1,15B |
|                                   | K4                           | 0,53MN            | 0,98IJK                 | 1,20GHI  | 1,71CD                   | 1,55DE  | 1,20B |
|                                   | K5                           | 0,47N             | 1,06IJ                  | 1,61DE   | 2,24B                    | 3,15A   | 1,71A |
|                                   | Ort.                         | 0,55E             | 0,86D                   | 1,26C    | 1,66B                    | 1,98A   | 1,26A |
|                                   |                              | Alt konu (Dozlar) |                         |          |                          |         |       |
| Yıllar                            | Materyal                     | D0                | D1                      | D2       | D3                       | D4      | Ort.  |
| 2019-2020 ort.                    | K1                           | 0,37LM            | 0,41KLM                 | 0,64GHI  | 0,78DEFG                 | 0,89CD  | 0,62B |
|                                   | K2                           | 0,32M             | 0,50IJKL                | 0,59HIJ  | 0,82DEF                  | 1,04BC  | 0,65B |
|                                   | K3                           | 0,38LM            | 0,45JKLM                | 0,71EFGH | 0,78DEFG                 | 0,89CD  | 0,64B |
|                                   | K4                           | 0,35LM            | 0,56HIJK                | 0,68FGH  | 0,93CD                   | 0,84DEF | 0,67B |
|                                   | K5                           | 0,30M             | 0,61HIJ                 | 0,87DE   | 1,19B                    | 1,65A   | 0,92A |
|                                   | Ort.                         | 0,34E             | 0,50D                   | 0,70C    | 0,90B                    | 1,06A   |       |
|                                   | LSD yıl (0,01):0,06          |                   | LSD mat (0,01):0,09     |          | LSD yıl*mat (0,01):0,12  |         |       |
|                                   | LSD doz (0,01):0,07          |                   | LSD yıl*doz (0,01):0,11 |          | LSD doz*mat. (0,01):0,17 |         |       |
|                                   | LSD yıl*mat.*doz (0,01):0,24 |                   |                         |          |                          |         |       |

Ercan, (2008), tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit)'in toprak özellikleri etkisi çalışmasında, hasat sonrası deneme toprağında ekstrakte edilebilir çinko içeriği (alınabilir çinko), artan uygulama dozlarına bağlı olarak söz konusu parametrenin istatistiki olarak % 1 olasılık düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Toprağın çinko içeriğinde en yüksek değer 5.42 mg kg<sup>-1</sup> ile TGK<sub>4</sub> +Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (sıvı) uygulamasından elde edildiği görülmektedir.

#### 4.2.15. Toprakta karbon ( C ) (%)

Toprakta toplam karbon (%) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35'de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır

( $p<0.01$ ). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) ve dozları (alt konu) arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. CV (%), 20.07 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.33. Toplam karbon (%) varyans analizi

| Toplam Karbon (C) (%)                  |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 17,98260        | 17,98260           | 125,1796 | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 1,52660         | 0,38165            | 2,6567   | 0,0713   |
| Materyal (M)                           | 4                   | 0,62476         | 0,15619            | 1,0873   | 0,3959   |
| Y*M int.                               | 4                   | 0,27869         | 0,06967            | 0,4850   | 0,7466   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 2,29847         | 0,14365            | 1,8622   | 0,0368*  |
| Doz (D)                                | 4                   | 0,11434         | 0,02859            | 0,3706   | 0,829    |
| Y*D int.                               | 4                   | 0,25965         | 0,06491            | 0,8415   | 0,503    |
| D*M int.                               | 16                  | 0,83124         | 0,05195            | 0,6735   | 0,8114   |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 0,84546         | 0,05284            | 0,6850   | 0,8005   |
| Hata (2)                               | 80                  | 6,171314        | 0,077141           |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 30,933119       |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )        |                     | CV (%):20,07    |                    |          |          |

Toprakta toplam karbon (%) ortalama değerleri, Çizelge 4.36'da belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta toplam karbon (%) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 1.04; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 1.73 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla toprakta toplam karbon (%) miktarında artış olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. toprakta toplam karbon (%) sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksiyonunda, en yüksek K4 konusu 1.86 sonrasında K3 konusu 1.84, en düşük K1 konusu 1.62 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda, en yüksek D3 dozunda 1.83, en düşük D0 dozunda 1.67 olduğu görülmektedir. Kompost uygulamalarının dozları arasında fark bulunmamıştır.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta toplam karbon (%) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en

yüksek K4 konusunun 1.47 sonrasında K3 konusu 1.45, en düşük K1 konusunun 1.29 olduğu görülmektedir. Toprakta toplam karbon (%) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemsiz olduğu, en yüksek D4 dozunda 1.42, en düşük D0 dozunda 1.34 olduğu ve ortalama olarak 1.38 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K4 konusu D3 dozu ve K3 konusu D1 dozunda 1.56; en düşük K1 konusu D1 dozu ve K2 konusu D1 dozunda 1.21 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.34. Toplam karbon (%) ortalama değerleri

| Toplam Karbon (C) (%) ortalama değerleri |            |                   |      |      |      |      |       |
|------------------------------------------|------------|-------------------|------|------|------|------|-------|
|                                          | Ana konu   | Alt konu (Dozlar) |      |      |      |      |       |
| Yıllar                                   | (Materyal) | D0                | D1   | D2   | D3   | D4   | Ort.  |
| 2019                                     | K1         | 0,91              | 1,03 | 0,91 | 0,93 | 1,08 | 0,97  |
|                                          | K2         | 1,01              | 0,86 | 1,10 | 1,00 | 1,09 | 1,01  |
|                                          | K3         | 1,04              | 1,13 | 1,12 | 0,94 | 1,08 | 1,06  |
|                                          | K4         | 1,02              | 1,15 | 1,01 | 1,07 | 1,10 | 1,07  |
|                                          | K5         | 1,05              | 1,26 | 1,12 | 1,00 | 0,93 | 1,07  |
|                                          | Ort.       | 1,01              | 1,09 | 1,05 | 0,99 | 1,06 | 1,04B |
|                                          |            | Alt konu (Dozlar) |      |      |      |      |       |
| Yıllar                                   | Materyal   | D0                | D1   | D2   | D3   | D4   | Ort.  |
| 2020                                     | K1         | 1,77              | 1,39 | 1,57 | 1,58 | 1,78 | 1,62  |
|                                          | K2         | 1,69              | 1,57 | 1,78 | 1,61 | 1,86 | 1,70  |
|                                          | K3         | 1,51              | 1,99 | 1,77 | 2,09 | 1,83 | 1,84  |
|                                          | K4         | 1,85              | 1,81 | 1,94 | 2,05 | 1,67 | 1,86  |
|                                          | K5         | 1,52              | 1,62 | 1,46 | 1,80 | 1,75 | 1,63  |
|                                          | Ort.       | 1,67              | 1,68 | 1,70 | 1,83 | 1,78 | 1,73A |
|                                          |            | Alt konu (Dozlar) |      |      |      |      |       |
| Yıllar                                   | Materyal   | D0                | D1   | D2   | D3   | D4   | Ort.  |
| 2019-2020 ort.                           | K1         | 1,34              | 1,21 | 1,24 | 1,26 | 1,43 | 1,29  |
|                                          | K2         | 1,35              | 1,21 | 1,44 | 1,31 | 1,48 | 1,36  |
|                                          | K3         | 1,28              | 1,56 | 1,44 | 1,51 | 1,45 | 1,45  |
|                                          | K4         | 1,44              | 1,48 | 1,47 | 1,56 | 1,38 | 1,47  |
|                                          | K5         | 1,28              | 1,44 | 1,29 | 1,40 | 1,34 | 1,35  |
|                                          | Ort.       | 1,34              | 1,38 | 1,38 | 1,41 | 1,42 |       |
| LSD yıl (0,01):0,13                      |            |                   |      |      |      |      |       |

Çalışma sonuçlarımıza benzer bir şekilde, Çaycı ve ark. (2015), Taze tavuk gübresinin toprakta bazı karbon formları ve kimyasal özellikleri üzerine etkilerine ait veriler incelendiğinde, gerek 45 günlük inkübasyon süresinde gerekse 90 günlük inkübasyon süresinde karışımlarda taze tavuk gübresi miktarı artarken organik karbon

miktarlarının da arttığı görülmektedir. Karışımlarda organik karbon miktarındaki artış, 45 günlük inkübasyon süresindeki örneklerde 90 günlük inkübasyon süresindeki örneklerle göre daha yüksek bulunmaktadır. Bu durum 90 günlük inkübasyon süresinde organik karbondaki bir miktar mineralizasyonun olduğunu göstermektedir. En yüksek organik karbon miktarı 45 günlük inkübasyon süresindeki örneklerde % 2.92 ile % 4 taze tavuk gübresi uygulamasında, en düşük miktar ise % 0.92 ile 90 günlük inkübasyon süresindeki örneklerde salt toprak uygulamasında bulunduğunu dile getirmektedir.

Organik uygulamaların toprak strüktürünü geliştirmiş olmasının temel nedeni bu uygulamaların topraktaki organik karbonu arttırmış olmalarından ileri gelmektedir. Zira strüktür göstergelerinden birisi olan agregat stabilitesi ile toprak organik karbonu arasında önemli korelasyon olduğu (Hofman, 1973; Chaney ve Swift, 1984; Elliot, 1986) kabul gören yaygın bir görüştür ve birçok araştırma organik gübrelemeden dolayı toprak organik karbon içeriğinin arttığını ortaya koymuştur (Guerrero ve ark., 2000; Hati ve ark., 2006; Leroy ve ark., 2008).

Gonzales ve Cooperband (2002), toprakta toplam organik karbon içeriği (%), kompost uygulanmış parsellerde kompost uygulanmamış parsellere göre kıyaslandığında, iki yıl sonunda önemli derecede arttığını tespit etmişlerdir.

#### **4.2.16. Toprakta azot (N) (%)**

Toprakta toplam azot (%) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır ( $p<0.01$ ). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Kompost uygulanmasının kompost dozları (alt konu) arasındaki fark önemli ( $p<0.01$ ), yıl\*doz interaksyonu ve yıl\*materyal\*doz interaksyonları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). CV (%), 9.71 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.35. Toplam azot (%) varyans analizi

| Toplam Azot (N) (%)                    |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 0,18            | 0,18               | 286,34   | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 0,01686         | 0,00422            | 6,8732   | 0,002**  |
| Materyal (M)                           | 4                   | 0,00184         | 0,00046            | 0,7507   | 0,5719   |
| Y*M int.                               | 4                   | 0,00153         | 0,00038            | 0,6251   | 0,6514   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 0,00981         | 0,00061            | 5,1045   | <,0001** |
| Doz (D)                                | 4                   | 0,00181         | 0,00045            | 3,7578   | 0,0075** |
| Y*D int.                               | 4                   | 0,00125         | 0,00031            | 2,5945   | 0,0425*  |
| D*M int.                               | 16                  | 0,00131         | 0,00008            | 0,6788   | 0,8064   |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 0,00365         | 0,00023            | 1,8985   | 0,0325*  |
| Hata (2)                               | 80                  | 0,010           | 0,00012            |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 0,22329         |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)                |                     | CV (%):9,71     |                    |          |          |

Toprakta toplam azot (%) ortalama değerleri, Çizelge 4.38’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta toplam azot (%) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 0.15; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 0.08 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla toprakta toplam azot (%) miktarında azalma olduğu ortaya çıkmıştır ( $p<0.01$ ). Burada topraktaki toplam azotun bitki tarafından neredeyse tamamına yakınına kullandığını söylemek mümkündür. Kitta ve ark., (2002) ve Hidaka ve ark., (2004), tarafından yapılan bir araştırmada, tavuk gübresi kompostundaki azotun bitkiler tarafından kolaylıkla yararlanılabilir formda olduğu bildirilmektedir. Bu durum çalışmanın doğruluğunu teyit etmektedir.

2019 yılı için, (kompost uygulanması öncesi deneme parseli) ort. toprakta toplam azot (%) sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksyonunda, farkın önemsiz olduğu görülmüştür. Yıl\*doz interaksyonunda, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, bütün doz konuları aynı grupta yer almış olup 0.15 olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası deneme parseli) ort. toprakta toplam azot (%) sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksyonunda, farkın önemsiz olduğu, en yüksek K4 konusu 0.09, en

düşük K2 konusu 0.07 olarak görülmüştür. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda, en yüksek D4 dozunda 0.09, en düşük aynı grupta yer alan D0 ve D1 dozlarında 0.07 olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ). Yıl\*doz\*materyal interaksiyonunda, toprakta toplam azot (%), K1 konusunda en yüksek D3 dozunda 0.11, en düşük aynı grupta yer alan D0 ve D1 dozlarında 0.07; K2 konusunda en yüksek aynı grupta yer alan D1 ve D4 dozlarında 0.07, en düşük D0 dozunda 0.06; K3 konusunda en yüksek D4 dozunda 0.09, en düşük D0 ve D1 dozunda 0.07; K4 konusunda en yüksek D4 dozunda 0.10, en düşük D0 ve D1 dozunda 0.08; K5 konusunda en yüksek D4 dozunda 0.09, en düşük D0-D3 dozunda 0.07 olarak bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta toplam azot (%) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K4 ve K1 konusunda 0.12, diğer konularda 0.11 olduğu görülmektedir. Toprakta toplam azot (%) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemli olduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek D4 dozunda 0.12, en düşük D0 dozunda 0.11 olduğu ve ortalama olarak 0.11 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K4 konusu D4 dozu 0.13; en düşük K3 konusu D0 ve D1 dozunda 0.10 olarak bulunmuştur.

Denemede iki yıllık ortalama verilerine göre, toplam azot ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerlerinde (Kjeldahl)'e göre, bütün konularda, 900-1700 aralığında, diğer bir ifadeyle toplam azot (%) (0.09-0.17) arasında, olduğundan dolayı yeterli sınıfta yer aldığı görülmüştür.

Çizelge 4.36. Toplam azot (%) ortalama değerleri

| Toplam Azot (N) (%) ortalama değerleri |                              |                   |           |                     |           |                         |       |
|----------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------|---------------------|-----------|-------------------------|-------|
|                                        | Ana konu                     | Alt konu (Dozlar) |           |                     |           |                         |       |
| Yıllar                                 | (Materyal)                   | D0                | D1        | D2                  | D3        | D4                      | Ort.  |
| 2019                                   | K1                           | 0,15ABC           | 0,16AB    | 0,14ABC             | 0,14C     | 0,15ABC                 | 0,15  |
|                                        | K2                           | 0,15ABC           | 0,14ABC   | 0,15ABC             | 0,14BC    | 0,15ABC                 | 0,15  |
|                                        | K3                           | 0,14ABC           | 0,14C     | 0,15ABC             | 0,15ABC   | 0,15ABC                 | 0,15  |
|                                        | K4                           | 0,15ABC           | 0,15ABC   | 0,14ABC             | 0,15ABC   | 0,15ABC                 | 0,15  |
|                                        | K5                           | 0,14ABC           | 0,15ABC   | 0,15ABC             | 0,16A     | 0,14BC                  | 0,15  |
|                                        | Ort.                         | 0,15A             | 0,15A     | 0,15A               | 0,15A     | 0,15A                   | 0,15A |
|                                        |                              | Alt konu (Dozlar) |           |                     |           |                         |       |
| Yıllar                                 | Materyal                     | D0                | D1        | D2                  | D3        | D4                      | Ort.  |
| 2020                                   | K1                           | 0,07GHIJK         | 0,07GHIJK | 0,08GHIJK           | 0,11D     | 0,08FGHIJ               | 0,08  |
|                                        | K2                           | 0,06K             | 0,07GHIJK | 0,07IJK             | 0,07IJK   | 0,07GHIJK               | 0,07  |
|                                        | K3                           | 0,07JK            | 0,07IJK   | 0,08FGHIJ           | 0,08FGHIJ | 0,09EFGH                | 0,08  |
|                                        | K4                           | 0,08FGHIJ         | 0,08EFGHI | 0,09EFGH            | 0,09EFG   | 0,10DE                  | 0,09  |
|                                        | K5                           | 0,07HIJK          | 0,07HIJK  | 0,07GHIJK           | 0,07GHIJK | 0,09DEF                 | 0,08  |
|                                        | Ort.                         | 0,07D             | 0,07D     | 0,08CD              | 0,08BC    | 0,09B                   | 0,08B |
|                                        |                              | Alt konu (Dozlar) |           |                     |           |                         |       |
| Yıllar                                 | Materyal                     | D0                | D1        | D2                  | D3        | D4                      | Ort.  |
| 2019-2020<br>ort.                      | K1                           | 0,11              | 0,11      | 0,11                | 0,12      | 0,12                    | 0,12  |
|                                        | K2                           | 0,11              | 0,11      | 0,11                | 0,10      | 0,11                    | 0,11  |
|                                        | K3                           | 0,10              | 0,10      | 0,12                | 0,12      | 0,12                    | 0,11  |
|                                        | K4                           | 0,11              | 0,12      | 0,12                | 0,12      | 0,13                    | 0,12  |
|                                        | K5                           | 0,11              | 0,11      | 0,11                | 0,12      | 0,12                    | 0,11  |
|                                        | Ort.                         | 0,11C             | 0,11BC    | 0,11BC              | 0,12AB    | 0,12A                   |       |
|                                        | LSD yıl (0,01):0,01          |                   |           | LSD doz (0,01):0,01 |           | LSD yıl*doz (0,05):0,01 |       |
|                                        | LSD yıl*mat.*doz (0,05):0,02 |                   |           |                     |           |                         |       |

Ercan, (2008), tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit)’in toprak özellikleri etkisi çalışmasında, hasat sonrası deneme toprağı toplam azot içeriğı, artan uygulama dozları arasında % 1 düzeyinde istatistiki bakımdan önemli bir ilişki bulunmaktadır. En yüksek azot değeri % 0.28 ile aynı grup içerisinde yer almış olan, TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>1</sub> + ½ N (üre), TGK<sub>3</sub> + Zeolit<sub>2</sub> ve TGK<sub>3</sub> + Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (üre) uygulamalarından elde ettiklerini söylemiştir.

İşlenmiş tavuk gübresinin, 1250, 2500 ve 5000 kg ha<sup>-1</sup> olmak üzere toprağı uygulanmış olan farklı dozlarının, toprağın toplam N içeriğini, p<0.01 düzeyinde

etkilediği ve tüm uygulama düzeylerinin toprağın azot içeriğini artırdığı Alagöz ve ark., (2006) tarafından bildirilmektedir.

#### 4.2.17. Toprakta karbon/azot (C/N)

Toprakta karbon/azot (C/N) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.39'da belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır ( $p<0.01$ ). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) ve dozları (alt konu) arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. CV (%), 23.77 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.37. Karbon/Azot (C/N) varyans analizi

| Karbon/Azot (C/N)                      |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 10252,0         | 10252,0            | 264,9768 | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 1824,120        | 456,031            | 11,7867  | 0,0001** |
| Materyal (M)                           | 4                   | 45,8935         | 11,4734            | 0,2965   | 0,8759   |
| Y*M int.                               | 4                   | 54,6408         | 13,6602            | 0,3531   | 0,8381   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 619,0450        | 38,6903            | 2,9237   | 0,0008** |
| Doz (D)                                | 4                   | 30,2907         | 7,5727             | 0,5722   | 0,6835   |
| Y*D int.                               | 4                   | 33,4431         | 8,3608             | 0,6318   | 0,6412   |
| D*M int.                               | 16                  | 277,8460        | 17,3654            | 1,3123   | 0,2106   |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 269,8900        | 16,8681            | 1,2747   | 0,2341   |
| Hata (2)                               | 80                  | 1058,658        | 13,233             |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 14465,857       |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )        |                     | CV (%):23,77    |                    |          |          |

Toprakta karbon/azot (C/N) ortalama değerleri, Çizelge 4.40'da belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta karbon/azot (C/N) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 7.04; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 23.57 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla toprakta karbon/azot (C/N) oranında artış olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. toprakta karbon/azot (C/N) sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksiyonunda, en yüksek K2 konusu 25.40 sonrasında K3 konusunda 24.13, en düşük K4 konusu 22.05 olarak görülmektedir. Demek ki toprakta bitki

tarafından karbonizasyon işlemi gerekli elverişli karbonun mevcut olduğu ifade edilebilir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda, en yüksek D0 dozunda 24.99, en düşük D4 dozunda 22.26 olduğu görülmektedir. Kompost uygulamasının dozları arasında fark bulunmamıştır.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta karbon/azot (C/N) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K2 konusunun 16.19 akabinde K3 konusunun 15.66, en düşük K4 konusunun 14.67 olduğu görülmektedir. Toprakta karbon/azot (C/N) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemsiz olduğu, ortalama olarak 15.30 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K3 konusu D1 dozunda 18.69; en düşük K1 konusu D3 dozunda 11.71 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.38. Karbon/Azot (C/N) ortalama değerleri

| Karbon/Azot (C/N) ortalama değerleri |            |                   |       |       |       |       |        |
|--------------------------------------|------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                      | Ana konu   | Alt konu (Dozlar) |       |       |       |       |        |
| Yıllar                               | (Materyal) | D0                | D1    | D2    | D3    | D4    | Ort.   |
| 2019                                 | K1         | 6,16              | 6,46  | 6,33  | 6,78  | 7,02  | 6,55   |
|                                      | K2         | 6,76              | 6,02  | 7,53  | 7,12  | 7,44  | 6,98   |
|                                      | K3         | 7,27              | 8,19  | 7,35  | 6,13  | 7,06  | 7,20   |
|                                      | K4         | 6,99              | 7,81  | 7,01  | 7,22  | 7,39  | 7,28   |
|                                      | K5         | 7,25              | 8,11  | 7,54  | 6,23  | 6,70  | 7,17   |
|                                      | Ort.       | 6,89              | 7,32  | 7,15  | 6,69  | 7,12  | 7,04B  |
|                                      |            | Alt konu (Dozlar) |       |       |       |       |        |
| Yıllar                               | Materyal   | D0                | D1    | D2    | D3    | D4    | Ort.   |
| 2020                                 | K1         | 27,93             | 21,25 | 24,73 | 16,64 | 25,52 | 23,21  |
|                                      | K2         | 27,26             | 22,63 | 26,74 | 23,56 | 26,82 | 25,40  |
|                                      | K3         | 23,02             | 29,19 | 21,32 | 26,19 | 20,93 | 24,13  |
|                                      | K4         | 23,90             | 21,34 | 24,36 | 23,65 | 17,03 | 22,05  |
|                                      | K5         | 22,87             | 24,44 | 21,35 | 25,61 | 20,99 | 23,05  |
|                                      | Ort.       | 24,99             | 23,77 | 23,70 | 23,13 | 22,26 | 23,57A |
|                                      |            | Alt konu (Dozlar) |       |       |       |       |        |
| Yıllar                               | Materyal   | D0                | D1    | D2    | D3    | D4    | Ort.   |
| 2019-2020 ort.                       | K1         | 17,05             | 13,86 | 15,53 | 11,71 | 16,27 | 14,88  |
|                                      | K2         | 17,01             | 14,32 | 17,14 | 15,34 | 17,13 | 16,19  |
|                                      | K3         | 15,15             | 18,69 | 14,33 | 16,16 | 14,00 | 15,66  |
|                                      | K4         | 15,44             | 14,58 | 15,68 | 15,43 | 12,21 | 14,67  |
|                                      | K5         | 15,06             | 16,28 | 14,44 | 15,92 | 13,84 | 15,11  |
|                                      | Ort.       | 15,94             | 15,55 | 15,42 | 14,91 | 14,69 |        |
| LSD yıl (0,01):2,15                  |            |                   |       |       |       |       |        |

#### 4.2.18. Toprakta katyon değişim kapasitesi (KDK)

Toprakta katyon değişim kapasitesi (KDK) ( $\text{meq } 100\text{g}^{-1}$ ) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.41’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır ( $p<0.01$ ). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). Kompost uygulanmasının kompost dozları (alt konu) ve yıl\*doz interaksyonu arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). CV (%), 3.45 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.39. KDK varyans analizi

| KDK ( $\text{meq } 100\text{g}^{-1}$ ) |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 60,82380        | 60,82380           | 96,6156  | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 16,17640        | 4,04409            | 6,4238   | 0,0028** |
| Materyal (M)                           | 4                   | 15,50370        | 3,87593            | 6,1567   | 0,0034** |
| Y*M int.                               | 4                   | 0,14295         | 0,03574            | 0,0568   | 0,9934   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 10,07270        | 0,62954            | 5,9741   | <,0001** |
| Doz (D)                                | 4                   | 2,00541         | 0,50135            | 4,7576   | 0,0017** |
| Y*D int.                               | 4                   | 1,77596         | 0,44399            | 4,2133   | 0,0038** |
| D*M int.                               | 16                  | 1,94836         | 0,12177            | 1,1556   | 0,3216   |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 0,26245         | 0,01640            | 0,1557   | 0,9999   |
| Hata (2)                               | 80                  | 8,43026         | 0,10538            |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 117,14199       |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )        |                     | CV (%):3,45     |                    |          |          |

Toprakta katyon değişim kapasitesi ( $\text{meq } 100\text{g}^{-1}$ ) ortalama değerleri, Çizelge 4.42’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta katyon değişim kapasitesi ( $\text{meq } 100\text{g}^{-1}$ ) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 8.77; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 10.04 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla topraktaki katyon değişim kapasitesindeki değişimde artış olduğu görülmüştür ( $p<0.01$ ).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. katyon değişim kapasitesi ( $\text{meq } 100\text{g}^{-1}$ ) sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksyonunda, en yüksek K4 konusu 10.59 sonrasında K2 konusu 10.16, en düşük K5 konusu 9.60 olarak görülmektedir. Kompost

uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda, en yüksek aynı grupta yer alan D3 dozunda 10.30 ve D4 dozunda 10.29, en düşük de aynı grupta yer alan D0 ve D1 dozunda 9.82 olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Yıl\*doz\*materyal interaksiyonunda, katyon değişim kapasitesi ( $\text{meq } 100\text{g}^{-1}$ ), K1 konusunda en yüksek D4 dozunda 10.31, en düşük D0 dozunda 9.71; K2 konusunda en yüksek D3 dozunda 10.68, en düşük D0 dozunda 9.87; K3 konusunda en yüksek D3 dozunda 10.28, en düşük D0 dozunda 9.52; K4 konusunda en yüksek D3 dozunda 10.86, en düşük D1 dozunda 10.23; K5 konusunda en yüksek D4 dozunda 9.81, en düşük D1 dozunda 9.44 olarak bulunmuştur.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta katyon değişim kapasitesi ( $\text{meq } 100\text{g}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek K4 konusunun 9.96 akabinde K2 konusunda 9.46, en düşük K5 konusunun 8.98 olduğu görülmektedir. Toprakta katyon değişim kapasitesi ( $\text{meq } 100\text{g}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek D3 dozunda 9.55; en düşük D1 dozunda 9.25 ve ortalama olarak 9.40 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K4 konusu D2 dozunda 10.10 ve K4 konusu D3 dozunda 10.09; en düşük K5 konusu D2 dozunda 8.83 olarak bulunmuştur.

Toprakta katyon değişim kapasitesi ( $\text{meq } 100\text{g}^{-1}$ ) değerini incelersek, K4 kompostu konusunda diğer kompost konularına göre yüksek, K5 (tavuk gübresi kompost) konusu, diğer kompost konularına göre daha düşük olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

Çizelge 4.40. KDK ortalama değerleri

| KDK (meq 100g <sup>-1</sup> ) ortalama değerleri |                         |                   |       |                     |        |                     |        |
|--------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|-------|---------------------|--------|---------------------|--------|
|                                                  | Ana konu                | Alt konu (Dozlar) |       |                     |        |                     |        |
| Yıllar                                           | (Materyal)              | D0                | D1    | D2                  | D3     | D4                  | Ort.   |
| 2019                                             | K1                      | 8,74              | 8,59  | 8,76                | 8,51   | 8,85                | 8,69   |
|                                                  | K2                      | 8,82              | 8,73  | 8,54                | 8,88   | 8,88                | 8,77   |
|                                                  | K3                      | 8,63              | 8,61  | 8,77                | 8,91   | 8,51                | 8,68   |
|                                                  | K4                      | 9,39              | 9,18  | 9,50                | 9,32   | 9,24                | 9,33   |
|                                                  | K5                      | 8,62              | 8,30  | 8,20                | 8,35   | 8,30                | 8,36   |
|                                                  | Ort.                    | 8,84C             | 8,68C | 8,76C               | 8,79C  | 8,75C               | 8,77B  |
|                                                  |                         | Alt konu (Dozlar) |       |                     |        |                     |        |
| Yıllar                                           | Materyal                | D0                | D1    | D2                  | D3     | D4                  | Ort.   |
| 2020                                             | K1                      | 9,71              | 9,89  | 9,89                | 9,99   | 10,31               | 9,96   |
|                                                  | K2                      | 9,87              | 9,94  | 9,88                | 10,68  | 10,42               | 10,16  |
|                                                  | K3                      | 9,52              | 9,57  | 9,88                | 10,28  | 10,18               | 9,89   |
|                                                  | K4                      | 10,43             | 10,23 | 10,70               | 10,86  | 10,75               | 10,59  |
|                                                  | K5                      | 9,58              | 9,44  | 9,46                | 9,71   | 9,81                | 9,60   |
|                                                  | Ort.                    | 9,82B             | 9,82B | 9,96B               | 10,30A | 10,29A              | 10,04A |
|                                                  |                         | Alt konu (Dozlar) |       |                     |        |                     |        |
| Yıllar                                           | Materyal                | D0                | D1    | D2                  | D3     | D4                  | Ort.   |
| 2019-2020 ort.                                   | K1                      | 9,22              | 9,24  | 9,33                | 9,25   | 9,58                | 9,32BC |
|                                                  | K2                      | 9,34              | 9,34  | 9,21                | 9,78   | 9,65                | 9,46B  |
|                                                  | K3                      | 9,08              | 9,09  | 9,33                | 9,59   | 9,34                | 9,29BC |
|                                                  | K4                      | 9,91              | 9,71  | 10,10               | 10,09  | 10,00               | 9,96A  |
|                                                  | K5                      | 9,10              | 8,87  | 8,83                | 9,03   | 9,06                | 8,98C  |
|                                                  | Ort.                    | 9,33C             | 9,25C | 9,36BC              | 9,55A  | 9,52AB              |        |
|                                                  | LSD yıl (0,01):0,27     |                   |       | LSD mat (0,01):0,43 |        | LSD doz (0,01):0,17 |        |
|                                                  | LSD yıl*doz (0,01):0,24 |                   |       |                     |        |                     |        |

Karacan ve ark., (2016), yaptıkları bir çalışmada, Karapınar topraklarında KDK 13.14-41.56 me 100g<sup>-1</sup> arasında dağılımının gösterildiğini belirtmişlerdir.

#### 4.2.19. Hacim ağırlığı (g cm<sup>-3</sup>)

Toprak örneklerinde hacim ağırlığı, 0-10, 10-20 cm derinlikleri olmak üzere 2 ayrı katmanda değerlendirilmesi yapılmıştır.

Toprakta 0-10 cm derinlikte hacim ağırlığı (g cm<sup>-3</sup>) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43'de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır (p<0.01). Kompost uygulanmasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Kompost

uygulanmasının yıl\*doz interaksyonu arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). CV (%), 3.40 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.41. Toprakta 0-10 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) varyans analizi

| Hacim Ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ )-0-10 cm |                     |                 |                    |          |          |
|-----------------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                             | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                       | 1                   | 0,08414         | 0,08414            | 13,1731  | 0,0023** |
| Tekerrür[Yıl]                                 | 4                   | 0,25291         | 0,06323            | 9,8985   | 0,0003** |
| Materyal (M)                                  | 4                   | 0,09092         | 0,02273            | 3,5586   | 0,0293*  |
| Y*M int.                                      | 4                   | 0,01855         | 0,00464            | 0,7262   | 0,5869   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1)        | 16                  | 0,10220         | 0,00639            | 3,0159   | 0,0006** |
| Doz (D)                                       | 4                   | 0,01502         | 0,00375            | 1,7729   | 0,1425   |
| Y*D int.                                      | 4                   | 0,03106         | 0,00777            | 3,6663   | 0,0086** |
| D*M int.                                      | 16                  | 0,02771         | 0,00173            | 0,8177   | 0,662    |
| Y*M*D int.                                    | 16                  | 0,02421         | 0,00151            | 0,7143   | 0,7716   |
| Hata (2)                                      | 80                  | 0,16943942      | 0,002118           |          |          |
| Genel                                         | 149                 | 0,81617447      |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )               |                     | CV (%):3,40     |                    |          |          |

Toprakta 10-20 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.44'te belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında yıllara göre fark önemli çıkmıştır ( $p<0.05$ ). Kompost uygulanmasının kompost dozları (alt konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). CV (%), 4.51 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.42. Toprakta 10-20 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) varyans analizi

| Hacim Ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ )-10-20 cm |                     |                 |                    |          |          |
|------------------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                              | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                        | 1                   | 0,04336         | 0,04336            | 5,1055   | 0,0382*  |
| Tekerrür[Yıl]                                  | 4                   | 0,16968         | 0,04242            | 4,9944   | 0,0083** |
| Materyal (M)                                   | 4                   | 0,06392         | 0,01598            | 1,8814   | 0,1629   |
| Y*M int.                                       | 4                   | 0,00988         | 0,00247            | 0,2910   | 0,8795   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1)         | 16                  | 0,13590         | 0,00849            | 2,1330   | 0,0143*  |
| Doz (D)                                        | 4                   | 0,07499         | 0,01875            | 4,7082   | 0,0018** |
| Y*D int.                                       | 4                   | 0,01775         | 0,00444            | 1,1141   | 0,3557   |
| D*M int.                                       | 16                  | 0,06112         | 0,00382            | 0,9594   | 0,5077   |
| Y*M*D int.                                     | 16                  | 0,10649         | 0,00666            | 1,6714   | 0,0697   |
| Hata (2)                                       | 80                  | 0,31855890      | 0,003982           |          |          |
| Genel                                          | 149                 | 1,00165350      |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )                |                     | CV (%):4,51     |                    |          |          |

Toprakta 0-10 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) ortalama değerleri, Çizelge 4.45'te belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta 0-10 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 1.33; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 1.38 olarak bulunmuştur. Kompost uygulandıktan sonra yıllara göre, topraktaki 0-10 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) değişimde artış olduğu görülmüştür ( $p<0.01$ ).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. 0-10 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksiyonunda, en yüksek K1 konusu 1.42 sonrasında K5 konusu 1.41, en düşük K4 konusu 1.32 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda, en yüksek D0 dozunda 1.42, en düşük D4 dozunda 1.35 olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Yıl\*doz interaksiyonunda, 2020 yılında toprakta 0-10 cm derinlikte hacim ağırlığı değerlerinde, kompost dozlarında artışa bağlı olarak, ters orantılı bir şekilde, azalma meydana gelmiştir ( $p<0.01$ ). Yıl\*doz\*materyal interaksiyonunda, ort. 0-10 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ), K1 konusunda en yüksek D0 dozunda 1.49, en düşük D4 dozunda 1.37; K2 konusunda en yüksek D0 dozunda 1.40, en düşük D3 dozunda 1.35; K3 konusunda en yüksek D0 dozunda 1.41, en düşük D4 dozunda 1.33; K4 konusunda en

yüksek D0 ve D1 dozlarında 1.35, en düşük D2 ve D4 dozlarında 1.29; K5 konusunda en yüksek D0 dozunda 1.44, en düşük D2 dozunda 1.37 olarak bulunmuştur.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta 0-10 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.05$ ), en yüksek aynı grupta yer alan K1 konusunda 1.38 ve K5 konusunda 1.37, en düşük K4 konusunda 1.31 olduğu görülmektedir. Toprakta 0-10 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemsiz olduğu, en yüksek D0 dozunda 1.37; en düşük D2 dozunda 1.34 ve ortalama olarak 1.35 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K1 konusu D0 dozunda 1.42 ve K1 konusu D3 dozunda 1.41; en düşük K4 konusu D2 dozunda 1.29 ve K4 konusu D3 ve D4 dozlarında 1.31 olarak bulunmuştur.

Toprakta 0-10 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) değerini incelersek, aynı grupta yer alan K1 kompostu (biyokömür kompostu) ve K5 kompostu (tavuk gübresi kompostu) konuları diğer kompost konularına göre daha yüksek, K4 kompostu konusunun da daha düşük olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.43. Toprakta 0-10 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) ortalama değerleri

| Hacim Ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ )-0-10 cm ortalama değerleri |                     |                      |        |                         |        |         |        |
|------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|--------|-------------------------|--------|---------|--------|
|                                                                  | Ana konu            | Alt konu (Dozlar)    |        |                         |        |         |        |
| Yıllar                                                           | (Materyal)          | D0                   | D1     | D2                      | D3     | D4      | Ort.   |
| 2019                                                             | K1                  | 1,34                 | 1,39   | 1,30                    | 1,37   | 1,37    | 1,35   |
|                                                                  | K2                  | 1,32                 | 1,31   | 1,35                    | 1,31   | 1,32    | 1,32   |
|                                                                  | K3                  | 1,32                 | 1,31   | 1,34                    | 1,34   | 1,33    | 1,33   |
|                                                                  | K4                  | 1,31                 | 1,29   | 1,29                    | 1,32   | 1,34    | 1,31   |
|                                                                  | K5                  | 1,33                 | 1,35   | 1,35                    | 1,33   | 1,35    | 1,34   |
|                                                                  | Ort.                | 1,32D                | 1,33CD | 1,33D                   | 1,33CD | 1,34CD  | 1,33B  |
|                                                                  |                     | Alt konu (Dozlar)    |        |                         |        |         |        |
| Yıllar                                                           | Materyal            | D0                   | D1     | D2                      | D3     | D4      | Ort.   |
| 2020                                                             | K1                  | 1,49                 | 1,38   | 1,39                    | 1,45   | 1,37    | 1,42   |
|                                                                  | K2                  | 1,40                 | 1,38   | 1,38                    | 1,35   | 1,36    | 1,37   |
|                                                                  | K3                  | 1,41                 | 1,36   | 1,38                    | 1,40   | 1,33    | 1,38   |
|                                                                  | K4                  | 1,35                 | 1,35   | 1,29                    | 1,30   | 1,29    | 1,32   |
|                                                                  | K5                  | 1,44                 | 1,43   | 1,37                    | 1,41   | 1,39    | 1,41   |
|                                                                  | Ort.                | 1,42A                | 1,38B  | 1,36BC                  | 1,38B  | 1,35BCD | 1,38A  |
|                                                                  |                     | Alt konu (Dozlar)    |        |                         |        |         |        |
| Yıllar                                                           | Materyal            | D0                   | D1     | D2                      | D3     | D4      | Ort.   |
| 2019-<br>2020 ort.                                               | K1                  | 1,42                 | 1,39   | 1,34                    | 1,41   | 1,37    | 1,38A  |
|                                                                  | K2                  | 1,36                 | 1,34   | 1,37                    | 1,33   | 1,34    | 1,35AB |
|                                                                  | K3                  | 1,37                 | 1,34   | 1,36                    | 1,37   | 1,33    | 1,35AB |
|                                                                  | K4                  | 1,33                 | 1,32   | 1,29                    | 1,31   | 1,31    | 1,31B  |
|                                                                  | K5                  | 1,39                 | 1,39   | 1,36                    | 1,37   | 1,37    | 1,37A  |
|                                                                  | Ort.                | 1,37                 | 1,36   | 1,34                    | 1,36   | 1,35    |        |
|                                                                  | LSD yıl (0,01):0,03 | LSD mat. (0,05):0,04 |        | LSD yıl*doz (0,01):0,03 |        |         |        |

Toprakta 10-20 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) ortalama değerleri, Çizelge 4.46'da belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta 10-20 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 1.42; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 1.38 olarak bulunmuştur. Kompost uygulandıktan sonra yıllara göre, topraktaki 10-20 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) değişimde azalma meydana gelmiştir ( $p<0.05$ ).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası) ort. 10-20 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksiyonunda, en yüksek K1 ve K5 konuları 1.41, en düşük K4 konusu 1.34 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları

(dozlar) arasında, yıl\*doz interaksyonunda, en yüksek D0 dozunda 1.43, en düşük D3 dozunda 1.34 olduğu görülmektedir. Yıl\*doz interaksyonunda, 2020 yılında toprakta 0-10 cm derinlikte benzer bir şekilde, 10-20 cm derinlikte de hacim ağırlığı değerlerinde, kompost dozlarında artışa bağlı olarak, ters orantılı bir şekilde, azalma meydana gelmiştir. Yıl\*doz\*materyal interaksyonunda, ort. 10-20 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ), K1 konusunda en yüksek D0 dozunda 1.54, en düşük D3 dozunda 1.31; K2 konusunda en yüksek D1 dozunda 1.41, en düşük D4 dozunda 1.34; K3 konusunda en yüksek D0 dozunda 1.42, en düşük D4 dozunda 1.31; K4 konusunda en yüksek D1 dozunda 1.41, en düşük D4 dozunda 1.27; K5 konusunda en yüksek D0 ve D2 dozlarında 1.43, en düşük D3 dozunda 1.37 olarak bulunmuştur.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta 10-20 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K5 konusunda 1.43 ve K1 konusunda 1.41, en düşük K4 konusunda 1.37 olduğu görülmektedir. Toprakta 10-20 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) değerlerinde, kompost konularının dozları arasındaki farkın önemli olduğu, en yüksek D0 dozunda 1.43; en düşük D3 dozunda 1.37 ve ortalama olarak 1.40 olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Doz\*materyal interaksyonuna bakılırsa, en yüksek K1 konusu D0 dozunda 1.48 ve K5 konusu D2 dozunda 1.46; en düşük K4 konusu D4 dozunda 1.33 ve K4 konusu D3 dozunda 1.34 olarak bulunmuştur.

Kompost dozlarındaki artışa bağlı olarak, toprakta 10-20 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) değerlerinde azalma meydana gelmiştir ( $p<0.01$ ). Bunun yanısıra, toprakta 10-20 cm derinlikte hacim ağırlığı değerinde, 0-10 cm derinlikte olduğu gibi, K1 kompostu (biyokömür kompostu) ve K5 kompostu (tavuk gübresi kompostu) konularının diğer kompost konularına göre daha yüksek, K4 kompostu konusunun da daha düşük olduğu ifade edilebilir.

Çizelge 4.44. Toprakta 10-20 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) ortalama değerleri

| Hacim Ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ )-10-20 cm ortalama değerleri |                     |                   |        |                     |       |       |       |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|--------|---------------------|-------|-------|-------|
|                                                                   | Ana konu            | Alt konu (Dozlar) |        |                     |       |       |       |
| Yıllar                                                            | (Materyal)          | D0                | D1     | D2                  | D3    | D4    | Ort.  |
| 2019                                                              | K1                  | 1,42              | 1,49   | 1,39                | 1,42  | 1,37  | 1,42  |
|                                                                   | K2                  | 1,48              | 1,39   | 1,44                | 1,41  | 1,37  | 1,42  |
|                                                                   | K3                  | 1,41              | 1,40   | 1,41                | 1,38  | 1,43  | 1,40  |
|                                                                   | K4                  | 1,37              | 1,45   | 1,38                | 1,36  | 1,40  | 1,39  |
|                                                                   | K5                  | 1,46              | 1,42   | 1,49                | 1,42  | 1,44  | 1,45  |
|                                                                   | Ort.                | 1,43              | 1,43   | 1,42                | 1,40  | 1,40  | 1,42A |
|                                                                   |                     | Alt konu (Dozlar) |        |                     |       |       |       |
| Yıllar                                                            | Materyal            | D0                | D1     | D2                  | D3    | D4    | Ort.  |
| 2020                                                              | K1                  | 1,54              | 1,38   | 1,36                | 1,31  | 1,47  | 1,41  |
|                                                                   | K2                  | 1,38              | 1,41   | 1,35                | 1,37  | 1,34  | 1,37  |
|                                                                   | K3                  | 1,42              | 1,41   | 1,38                | 1,34  | 1,31  | 1,37  |
|                                                                   | K4                  | 1,39              | 1,41   | 1,33                | 1,32  | 1,27  | 1,34  |
|                                                                   | K5                  | 1,43              | 1,42   | 1,43                | 1,37  | 1,39  | 1,41  |
|                                                                   | Ort.                | 1,43              | 1,40   | 1,37                | 1,34  | 1,36  | 1,38B |
|                                                                   |                     | Alt konu (Dozlar) |        |                     |       |       |       |
| Yıllar                                                            | Materyal            | D0                | D1     | D2                  | D3    | D4    | Ort.  |
| 2019-2020 ort.                                                    | K1                  | 1,48              | 1,43   | 1,37                | 1,36  | 1,42  | 1,41  |
|                                                                   | K2                  | 1,43              | 1,40   | 1,40                | 1,39  | 1,36  | 1,39  |
|                                                                   | K3                  | 1,41              | 1,40   | 1,39                | 1,36  | 1,37  | 1,39  |
|                                                                   | K4                  | 1,38              | 1,43   | 1,36                | 1,34  | 1,33  | 1,37  |
|                                                                   | K5                  | 1,45              | 1,42   | 1,46                | 1,39  | 1,42  | 1,43  |
|                                                                   | Ort.                | 1,43A             | 1,42AB | 1,40BC              | 1,37C | 1,38C |       |
|                                                                   | LSD yıl (0,05):0,03 |                   |        | LSD doz (0,01):0,03 |       |       |       |

Topraklara organik madde içeriğinin artırılması için organik materyal uygulaması toprak hacim ağırlığını düşürmektedir (Caravaca ve ark., 2003).

Organik materyallerin mineral topraklardan daha düşük hacim ağırlığına ve daha büyük gözeneklere sahip olmalarından dolayı (Martin ve Stephens, 2001), bunların toprağa karıştırılması toprakların hacim ağırlığını ve gözenekliliğini geliştirecektir (Zhang, 1994; Çelik ve ark., 2004).

Reddy (1991), kumlu tın bir toprakta hektara 10 ton yeşil gübre uygulaması sonucunda, hacim ağırlığında  $0.02 \text{ g cm}^{-3}$  ve toprak sıkışmasında 11.8 kPa azalmaya yol açtığını, buna karşılık infiltrasyon hızında ise  $0.4 \text{ cm h}^{-1}$  artış sağlandığını belirtmektedir.

Topraklara çeşitli organik materyallerin uygulanması sonucunda toprak organik madde içeriğinin arttığı ve hacim ağırlıklarının azaldığı yapılan başka araştırmalarda da belirtilmektedir (Soane ve van Ouwerkerk, 1994; Zebarth ve ark., 1999; Aggelides ve Londra, 2000; Hamza ve Anderson, 2002).

Aydın ve ark., (2000) yaptıkları benzer bir araştırmada, organik gübrelerin toprağın hacim ağırlığını özellikle de yüzey katmanlarında önemli derecede düşürdüğünü kaydetmişlerdir.

Courtney ve Mullen (2008), iki farklı kompost çeşidinin 4 farklı oranlarda (0, 25, 50 ve 100 ton ha<sup>-1</sup>) toprak kalitesi ve arpanın büyümesine etkisini araştırdıkları çalışmada, bir sezonluk uygulama sonrasında 10 ton da<sup>-1</sup> kompost uygulamalarında kontrole göre istatistiki olarak önemli düzeyde organik madde içeriğinin arttığı ve hacim ağırlığının ise düştüğünü belirtmişlerdir.

Tejada ve Gonzales (2008) organik gübre kaynağı olarak pamuk artıklarından oluşan kompost ve tavuk gübresinin kurak iklim koşullarında killi tın tekstüre sahip toprağın fiziksel özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla sürdürdükleri dört yıllık araştırma sonuçlarına göre, kompost ve tavuk gübresinin kontrole göre hacim ağırlığını sırasıyla % 19.6 ve % 16.9 oranında azalttıkları tespit edilmiştir.

Hacim ağırlığının, yüksek organik madde içeriği olan topraklarda daha düşük, yüksek kum içeren topraklarda ise daha fazla olduğu görülmüştür. Organik madde içeriği; strüktür oluşumu ve agregatlaşma, toprağın alt katmanlarındaki sıkışma faktörleri de toplam porozite ve dolayısıyla hacim ağırlık değeri üzerinde etkilidir (Tuncay, 1994)

Toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi için yeşil gübrelerin veya bitki artıklarının toprakla karıştırılması organik madde içeriğinin artmasına ve hacim ağırlığının düşmesine sebep olmuştur (Tirlok ve ark., 1980; Boparai ve ark., 1992).

Khaleel ve ark., (1981), kaba ve ince bünyeye sahip dokuz farklı toprak örneği kullanarak yaptıkları araştırmada, organik maddenin artan düzeyleri ile hacim ağırlığındaki azalma arasında doğrusal bir ilişki tespit etmişlerdir.

#### **4.2.20. Agregat stabilitesi (%)**

Toprakta ıslak elemeli agregat stabilitesi (%) değeri erozyon parametresinin, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.47’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında

yıllara göre fark önemli çıkmıştır ( $p<0.01$ ). Kompost uygulanmasının dozları (alt konu) ve yıl\*materyal\*doz interaksyonu arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). CV (%), 14.60 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.45. Agregat stabilitesi (AS) (%) varyans analizi

| Agregat stabilitesi (AS) (%)           |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 5676,67         | 5676,67            | 34,52    | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 568,490         | 142,122            | 0,8643   | 0,5063   |
| Materyal (M)                           | 4                   | 380,770         | 95,193             | 0,5789   | 0,6822   |
| Y*M int.                               | 4                   | 845,298         | 211,324            | 1,2851   | 0,3171   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 2631,060        | 164,441            | 3,1747   | 0,0003** |
| Doz (D)                                | 4                   | 530,334         | 132,583            | 2,5596   | 0,0448*  |
| Y*D int.                               | 4                   | 497,311         | 124,328            | 2,4003   | 0,0568   |
| D*M int.                               | 16                  | 816,635         | 51,040             | 0,9854   | 0,4806   |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 1522,330        | 95,146             | 1,8369   | 0,0401*  |
| Hata (2)                               | 80                  | 4143,810        | 51,798             |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 17612,706       |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )        |                     | CV (%):14,60    |                    |          |          |

Toprakta agregat stabilitesi (%) ortalama değerleri, Çizelge 4.48’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında toprakta agregat stabilitesi (%) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 55.45; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 43.14 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla yıllara göre topraktaki agregat stabilitesi değişimde azalma meydana gelmiştir ( $p<0.01$ ).

2019 yılı için, (kompost uygulanması öncesi deneme parseli) ort. toprakta agregat stabilitesi (%) sonuçlarına bakılırsa, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında, yıl\*materyal interaksyonunda, fark önemsiz görülmüştür. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksyonunda, en yüksek D4 dozunda 57.50 ve akabinde D0 dozunda 55.97, en düşük D1 dozunda 54.73 olarak görülmektedir. Yıl\*doz\*materyal interaksyonunda, agregat stabilitesi (%), K1 konusunda en yüksek D4 dozunda 56.79, en düşük D1 dozunda 47.04; K2 konusunda en yüksek D4 dozunda 63.34, en düşük D2 dozunda 54.24; K3 konusunda en yüksek D0

dozunda 60.15, en düşük D2 dozunda 54.19; K4 konusunda en yüksek D3 dozunda 62.68, en düşük D0 dozunda 56.69; K5 konusunda en yüksek D1 dozunda 54.70, en düşük D2 dozunda 50.45 olarak bulunmuştur ( $p<0.05$ ). 2019 yılı kompost öncesi deneme parseli topraklarında agregat stabilitesi (%), maks. ve min. 62.68-47.04 aralığında olduğu görülmektedir.

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası deneme parseli) ort. agregat stabilitesi (%) sonuçlarına bakılırsa, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında, yıl\*materyal interaksiyonunda, en yüksek K5 konusu 45.58 sonrasında K1 konusu 44.83, en düşük K3 konusu 38.52 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda, en yüksek D3 dozunda 46.94 ve akabinde D2 dozunda 45.62, en düşük D1 dozunda 37.01 olduğu görülmektedir. Yıl\*doz\*materyal interaksiyonunda, agregat stabilitesi (%), K1 konusunda en yüksek D3 dozunda 53.86, en düşük D4 dozunda 33.98; K2 konusunda en yüksek D0 dozunda 49.50, en düşük D4 dozunda 39.44; K3 konusunda en yüksek D3 dozunda 43.62, en düşük D1 dozunda 30.38; K4 konusunda en yüksek D4 dozunda 50.29, en düşük D1 dozunda 36.44; K5 konusunda en yüksek D4 dozunda 59.78, en düşük D1 dozunda 36.40 olarak bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), agregat stabilitesi (%) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K4 konusunun 51.48 akabinde K2 konusunda 50.65, en düşük K3 konusunun 47.30 olduğu görülmektedir. Toprakta agregat stabilitesi (%) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.05$ ), en yüksek aynı grupta yer alan D3 dozunda 51.11 ve D4 dozunda 50.84 ve D2 dozunda 49.69; en düşük D1 dozunda 45.87 ve ortalama olarak 49.30 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K5 konusu D4 dozunda 56.59; en düşük K3 konusu D1 dozunda 43.57 olarak bulunmuştur.

2019 yılında kompost uygulaması öncesi deneme parsellerinden alınan toprak örnekleri arazinin ham toprak verilerini oluşturmaktadır. Akabinde deneme parsellerinde kompostun serilmesi ve makinayla karıştırılması işlemleri gerçekleştirilmiştir. Kompostun toprağa karıştırılması sonrası, inkübasyon işlemi sonrası, 2020 yılında ilkbaharın mısır bitkisi ekim öncesi toprak hazırlığı ve ekim işlemleri gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla 2 kez makinayla toprak işleme, tarla hazırlığı işlemleri olması nedeniyle toprak gevşek hale getirildi, toprağın agregatlaşma özelliği

azaltılmış oldu. Bu yüzden bitki hasat işlemi sonrası deneme parsellerinden alınan toprak örneklerinde agregat stabilitesi (%) azalmalar meydana gelmiştir. Ancak kompost dozları arttıkça topraktaki agregat stabilitesinin de artmış olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.46. Agregat stabilitesi (AS) (%) ortalama değerleri

| Agregat stabilitesi (AS) (%) ortalama değerleri |            |                     |                     |                    |                              |                   |        |
|-------------------------------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------------------------|-------------------|--------|
|                                                 | Ana konu   | Alt konu (Dozlar)   |                     |                    |                              |                   |        |
| Yıllar                                          | (Materyal) | D0                  | D1                  | D2                 | D3                           | D4                | Ort.   |
| 2019                                            | K1         | 52,47ABCDEF<br>HI   | 47,04DEFGHIJKL<br>M | 50,72CDEFGHIJK     | 47,17DEFGHIJKL<br>M          | 56,79ABCD         | 50,84  |
|                                                 | K2         | 59,33ABC            | 55,10ABCDE          | 54,24ABCDEF        | 57,31ABCD                    | 63,34A            | 57,86  |
|                                                 | K3         | 60,15ABC            | 56,77               | 54,19ABCDEF        | 54,74ABCDE                   | 54,57ABCDEF       | 56,09  |
|                                                 | K4         | 56,69               | 60,04ABC            | 59,18ABC           | 62,68AB                      | 59,40ABC          | 59,60  |
|                                                 | K5         | 51,20BCDEFGHI<br>J  | 54,70ABCDE          | 50,45CDEFGHIJK     | 54,49ABCDEF                  | 53,40ABCDEF<br>GH | 52,85  |
|                                                 | Ort.       | 55,97               | 54,73               | 53,76              | 55,28                        | 57,50             | 55,45A |
|                                                 |            | Alt konu (Dozlar)   |                     |                    |                              |                   |        |
| Yıllar                                          | Materyal   | D0                  | D1                  | D2                 | D3                           | D4                | Ort.   |
| 2020                                            | K1         | 42,03HIJKLMNO       | 42,22GHIJKLMN       | 52,05ABCDEF<br>GHI | 53,86ABCDEF<br>G             | 33,98NO           | 44,83  |
|                                                 | K2         | 49,50CDEFGHIJ<br>KL | 39,60JKLMNO         | 42,02HIJKLMNO      | 46,61DEFGHIJKL<br>M          | 39,44JKLMNO       | 43,43  |
|                                                 | K3         | 38,34LMNO           | 30,38O              | 42,88FGHIJKLMN     | 43,62EFGHIJKLM<br>N          | 37,40MNO          | 38,52  |
|                                                 | K4         | 42,37GHIJKLMN       | 36,44MNO            | 40,98IJKLMNO       | 46,68DEFGHIJKL<br>M          | 50,29CDEFGHIJK    | 43,35  |
|                                                 | K5         | 37,62MNO            | 36,40MNO            | 50,16CDEFGHIJK     | 43,93EFGHIJKLM<br>N          | 59,78ABC          | 45,58  |
|                                                 | Ort.       | 41,97               | 37,01               | 45,62              | 46,94                        | 44,18             | 43,14B |
|                                                 |            | Alt konu (Dozlar)   |                     |                    |                              |                   |        |
| Yıllar                                          | Materyal   | D0                  | D1                  | D2                 | D3                           | D4                | Ort.   |
| 2019-<br>2020<br>ort.                           | K1         | 47,25               | 44,63               | 51,39              | 50,52                        | 45,38             | 47,83  |
|                                                 | K2         | 54,41               | 47,35               | 48,13              | 51,96                        | 51,39             | 50,65  |
|                                                 | K3         | 49,25               | 43,57               | 48,54              | 49,18                        | 45,99             | 47,30  |
|                                                 | K4         | 49,53               | 48,24               | 50,08              | 54,68                        | 54,85             | 51,48  |
|                                                 | K5         | 44,41               | 45,55               | 50,30              | 49,21                        | 56,59             | 49,21  |
|                                                 | Ort.       | 48,97B              | 45,87B              | 49,69A             | 51,11A                       | 50,84A            |        |
| LSD yıl (0,01):4,44                             |            | LSD doz (0,05):3,70 |                     |                    | LSD yıl*mat.doz (0,05):11,69 |                   |        |

Çaycı ve ark., (2015), gerek 45 günlük gerekse 90 günlük inkübasyon sürelerinin taze tavuk gübresi miktarının artışına bağlı olarak topraklarda suya dayanıklı agregat miktarını arttırdığı bildirmiştir. Her iki inkübasyon süresinde en yüksek değerler,

yaklaşık % 77 ile % 3 oranında tavuk gübresinin yer aldığı karışımlarda bulunmuştur. Her iki inkübasyon döneminde en düşük değerler tavuk gübrelerinin yer almadığı salt toprakta tespit edilmiştir.

Leroy ve ark., (2008) yaptıkları araştırmada beş farklı organik gübre uygulamasının kısa sürede toprak agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenliğine etkisini mineral gübre uygulamaları ve gübre uygulaması yapılmayan parsellerle karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre bir yıldan daha az süre sonunda organik uygulamaların mineral gübreleme ve kontrole göre agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenlikte istatistiki olarak önemli artışlar sağladığını belirlemişlerdir.

Katı atıklardan oluşturulan kompostun çok düşük miktarda (1 ton da<sup>-1</sup>) kullanılması durumunda bile agregat stabilitesinde yararlar sağlandığı bildirilmektedir (Guerrero ve ark., 2000).

Organik gübre kaynağı olarak kompost ve çiftlik gübresinin kullanıldığı bir diğer araştırmada, uygulamalardan 15 gün sonra bile hem çiftlik gübresi hem de kompost uygulamalarında 2 mm'den büyük makro agregatların % 200'den daha fazla arttığı belirtilmektedir (Wortmann ve Shapiro, 2008). Aynı araştırmada agregat stabilitesi açısından çiftlik gübresi ile kompost arasında belirgin bir fark olmadığı da belirtilmektedir.

Kompost, çiftlik gübresi ve mikoriza aşılı kompost uygulamalarında, agregat stabilitesi farklı düzeyde gelişmeler göstermiştir. 0–15 cm toprak derinliğinde en yüksek agregat stabilitesi sırasıyla çiftlik gübresi (% 39.71), kompost (% 35.73) ve mikoriza aşılı kompost (% 34.19) uygulamalarında elde edilmiştir. 15–30 cm derinlikte ise, en yüksek agregat stabilitesi sırasıyla çiftlik gübresi (% 35.97), mikoriza aşılı kompost (% 33.51) ve kompost (% 32.00) uygulamalarında belirlenmiştir (Çelik ve Ortaş, 2009).

Birçok çalışma sonucu ahır gübresinin toprağın su tutma kapasitesini ve agregat stabilitesini arttırdığı belirlenmiştir (Benbi ve ark., 1998; Nyamangara ve ark., 2001).

Church (2001), yüksek humus düzeyinin organik tarım tekniği içerisinde erozyona karşı direnci sağlamada sorumlu bir materyal olduğu, yüksek organik madde düzeyinin topraktaki agregat stabilitesini artırdığını ve buna bağlı olarak erozyonun önlendiğini bildirmiştir.

Carr ve Greenland yaptıkları çalışmalar ile organik maddenin, 15-50 mikronmetre sınır değerleri arasındaki bazı porların içerisine yerleştiğinde organik maddenin agregat stabilitesini artırıcı etkisinin daha fazla olduğunu belirtmişlerdir (Christopher, 1996).

Agregat stabilitesi organik maddenin toprağa ilavesi ve ayrışmasına bağlı olarak devamlı bir değişim içerisinde. Organik madde içeriği arttıkça stabilite de artmaktadır. Topraktaki organik maddenin agregat ıslanılabilirliğini azaltarak, agregat şişmesini azaltarak, hapsedilmiş havanın parçalayıcı etkisini azaltarak ve agregatların mevcut sağlamlığını artırarak agregat stabilitesini artırdığını ifade etmiştir (Demiralay, 1977; Özdemir, 1991). Birçok araştırmacı toprakların OC değerleri ile agregat stabiliteyi arasında pozitif ilişkiler belirlemişlerdir (Tisdall ve Oades, 1982; Rasiyah ve ark., 1993; Gülser, 2005).

#### 4.2.21. Stabilite indeksi (SI)

Rotar elekte kuru agregat yüzdesi analizinden hesaplanarak elde edilen topraktaki stabilite indeksi (SI) değeri erozyon parametresi varyans analiz sonuçları Çizelge 4.49’da belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının yıllara göre, kompost materyalleri (ana konu) ve kompost dozları (alt konu) arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. CV (%), 32.35 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.47. Stabilite indeksi (SI) varyans analizi

| Stabilite indeksi (SI)                 |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 0,53363         | 0,53363            | 0,4101   | 0,531    |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 7,62864         | 1,90716            | 1,4658   | 0,2588   |
| Materyal (M)                           | 4                   | 5,01643         | 1,25411            | 0,9639   | 0,454    |
| Y*M int.                               | 4                   | 5,98445         | 1,49611            | 1,1498   | 0,3691   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 20,81820        | 1,30114            | 4,7101   | <,0001** |
| Doz (D)                                | 4                   | 2,17991         | 0,54498            | 1,9728   | 0,1066   |
| Y*D int.                               | 4                   | 1,17968         | 0,29492            | 1,0676   | 0,3781   |
| D*M int.                               | 16                  | 5,83919         | 0,36495            | 1,3211   | 0,2054   |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 3,75648         | 0,23478            | 0,8499   | 0,6267   |
| Hata (2)                               | 80                  | 22,099601       | 0,276245           |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 75,036207       |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)                |                     | CV (%):32,35    |                    |          |          |

Toprakta stabilite indeksi ortalama değerleri, Çizelge 4.50’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında stabilite indeksi ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 1.57; 2020 yılı kompost

uygulanması sonrasında, 1.68 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla yıllara göre istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte topraktaki stabilite indeksi değişiminde artış olduğu görülmüştür.

2019 yılı için, (kompost uygulanması öncesi deneme parseli) ort. toprakta stabilite indeksi sonuçlarına bakılırsa, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında, yıl\*materyal interaksiyonunda, fark önemsiz görülmüştür. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda, en yüksek D0 dozunda 1.61, en düşük D3 dozunda 1.51 olarak görülmektedir. Yıl\*doz\*materyal interaksiyonunda, stabilite indeksi, K1 konusunda en yüksek D3 dozunda 1.91, en düşük D1 dozunda 1.40; K2 konusunda en yüksek D1 dozunda 1.56, en düşük D3 dozunda 1.28; K3 konusunda en yüksek D1 dozunda 1.75, en düşük D2 dozunda 1.39; K4 konusunda en yüksek D0 dozunda 2.05, en düşük D3 dozunda 1.38; K5 konusunda en yüksek D2 dozunda 1.67, en düşük D3 dozunda 1.37 olarak bulunmuştur. 2019 yılı kompost öncesi deneme parseli topraklarında stabilite indeksi, maksimum ve minimum 2.05-1.36 aralığında, ortalama olarak 1.57 olduğu görülmektedir.

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası deneme parseli) ort. stabilite indeksi sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksiyonunda, en yüksek K2 konusu 2.19 sonrasında K4 konusu 2.07, en düşük K5 konusu 1.28 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda, en yüksek D0 dozunda 1.96, en düşük D3 dozunda 1.34 olduğu görülmektedir. Yıl\*doz\*materyal interaksiyonunda, stabilite indeksi, K1 konusunda en yüksek D0 dozunda 1.73, en düşük D1 dozunda 1.09; K2 konusunda en yüksek D4 dozunda 3.07, en düşük D3 dozunda 1.37; K3 konusunda en yüksek D0 dozunda 1.80, en düşük D3 dozunda 1.13; K4 konusunda en yüksek D1 dozunda 2.85, en düşük D3 dozunda 1.59; K5 konusunda en yüksek D0 dozunda 1.45, en düşük D3 dozunda 1.19 olarak bulunmuştur.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta stabilite indeksi değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K4 konusunun 1.87 akabinde K2 konusunda 1.81, en düşük K5 konusunun 1.40 olduğu görülmektedir. Toprakta stabilite indeksi değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek D0 dozunda 1.79; en düşük D3 dozunda 1.42 ve ortalama olarak 1.62 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal

interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K4 konusu D1 dozunda 2.30 ve K2 konusu D4 dozunda 2.26; en düşük K1 konusu D1 dozunda 1.24 olarak bulunmuştur.

Toprakta stabilite indeksi değerlerinde, istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte kompost uygulanmasıyla yıllara göre değişiminde artışın görüldüğü, kompost materyallerinde K2 ve K4 konularında artışın söz konusu olduğu, K1, K3 ve K5 konularında azalmanın olduğu ve kompost dozları arttıkça topraktaki stabilite indeksinin de azalmış olduğu söylenebilir. Bu çalışmada, topraktaki ıslak elemeli agregat stabilitesi (%)’ne benzer bir şekilde, toprak işlemeden kaynaklı etkiden dolayı, stabilite indeksi değerlerinde yıllara göre artışın yeterli olmadığı ifade edilebilir.

Çizelge 4.48. Stabilite indeksi (SI) ortalama değerleri

| Stabilite indeksi (SI) ortalama değerleri |            |                   |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------------|------------|-------------------|------|------|------|------|------|
|                                           | Ana konu   | Alt konu (Dozlar) |      |      |      |      |      |
| Yıllar                                    | (Materyal) | D0                | D1   | D2   | D3   | D4   | Ort. |
| 2019                                      | K1         | 1,62              | 1,40 | 1,69 | 1,91 | 1,49 | 1,62 |
|                                           | K2         | 1,36              | 1,56 | 1,45 | 1,28 | 1,45 | 1,42 |
|                                           | K3         | 1,56              | 1,75 | 1,39 | 1,59 | 1,65 | 1,59 |
|                                           | K4         | 2,05              | 1,74 | 1,66 | 1,38 | 1,54 | 1,67 |
|                                           | K5         | 1,47              | 1,43 | 1,67 | 1,37 | 1,64 | 1,52 |
|                                           | Ort.       | 1,61              | 1,58 | 1,57 | 1,51 | 1,56 | 1,57 |
|                                           |            | Alt konu (Dozlar) |      |      |      |      |      |
| Yıllar                                    | Materyal   | D0                | D1   | D2   | D3   | D4   | Ort. |
| 2020                                      | K1         | 1,73              | 1,09 | 1,59 | 1,40 | 1,38 | 1,44 |
|                                           | K2         | 2,61              | 2,41 | 1,50 | 1,37 | 3,07 | 2,19 |
|                                           | K3         | 1,80              | 1,46 | 1,44 | 1,13 | 1,35 | 1,44 |
|                                           | K4         | 2,19              | 2,85 | 2,10 | 1,59 | 1,62 | 2,07 |
|                                           | K5         | 1,45              | 1,20 | 1,35 | 1,19 | 1,21 | 1,28 |
|                                           | Ort.       | 1,96              | 1,80 | 1,60 | 1,34 | 1,72 | 1,68 |
|                                           |            | Alt konu (Dozlar) |      |      |      |      |      |
| Yıllar                                    | Materyal   | D0                | D1   | D2   | D3   | D4   | Ort. |
| 2019-2020 ort.                            | K1         | 1,67              | 1,24 | 1,64 | 1,66 | 1,43 | 1,53 |
|                                           | K2         | 1,99              | 1,99 | 1,48 | 1,33 | 2,26 | 1,81 |
|                                           | K3         | 1,68              | 1,61 | 1,42 | 1,36 | 1,50 | 1,51 |
|                                           | K4         | 2,12              | 2,30 | 1,88 | 1,49 | 1,58 | 1,87 |
|                                           | K5         | 1,46              | 1,32 | 1,51 | 1,28 | 1,43 | 1,40 |
|                                           | Ort.       | 1,79              | 1,69 | 1,59 | 1,42 | 1,64 |      |

#### 4.2.22. Mekanik stabilite (MS) (%)

Rotar elekte elde edilen mekanik stabilite (MS) (%) değeri erozyon parametresi, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.51’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının yıllara göre fark önemli çıkarken ( $p<0.05$ ), kompost materyalleri (ana konu) ve kompost dozları (alt konu) arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. CV (%), 3.60 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.49. Mekanik stabilite (MS) (%) varyans analizi

| Mekanik stabilite (MS) (%)             |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                | 1                   | 94,1437         | 94,1437            | 6,9488   | 0,018*   |
| Tekerrür[Yıl]                          | 4                   | 154,3140        | 38,5785            | 2,8475   | 0,0587   |
| Materyal (M)                           | 4                   | 113,3400        | 28,3349            | 2,0914   | 0,1295   |
| Y*M int.                               | 4                   | 15,9746         | 3,99364            | 0,2948   | 0,8771   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1) | 16                  | 216,7710        | 13,54820           | 1,5290   | 0,1101   |
| Doz (D)                                | 4                   | 19,6468         | 4,91170            | 0,5543   | 0,6964   |
| Y*D int.                               | 4                   | 81,9158         | 20,47890           | 2,3111   | 0,0648   |
| D*M int.                               | 16                  | 194,2960        | 12,14350           | 1,3704   | 0,1781   |
| Y*M*D int.                             | 16                  | 129,7660        | 8,11038            | 0,9153   | 0,555    |
| Hata (2)                               | 80                  | 708,8848        | 8,86110            |          |          |
| Genel                                  | 149                 | 1729,0524       |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )        |                     | CV (%):3,60     |                    |          |          |

Toprakta mekanik stabilite (%) ortalama değerleri, Çizelge 4.52’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında mekanik stabilite indeksi ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 83.57; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 81.98 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla yıllara göre topraktaki stabilite indeksi değişiminde azalma meydana gelmiştir ( $p<0.05$ ).

2019 yılı için, (kompost uygulanması öncesi deneme parseli) ort. toprakta mekanik stabilite (%) sonuçlarına bakılırsa, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında, yıl\*materyal interaksyionunda, fark önemsiz görülmüştür. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksyionunda, en yüksek D2 dozunda 84.42, en düşük D0 dozunda 82.29 olarak görülmektedir. Yıl\*doz\*materyal interaksyionunda, mekanik stabilite (%), K1 konusunda en yüksek

D3 dozunda 86.66, en düşük D0 dozunda 77.31; K2 konusunda en yüksek D2 dozunda 84.73, en düşük D4 dozunda 83.28; K3 konusunda en yüksek D0 dozunda 85.22, en düşük D1 dozunda 83.73; K4 konusunda en yüksek D0 dozunda 84.93, en düşük D4 dozunda 79.49; K5 konusunda en yüksek D2 dozunda 84.71, en düşük D0 dozunda 79.53 olarak bulunmuştur. 2019 yılı kompost öncesi deneme parseli topraklarında mekanik stabilite (%), maks. ve min. 86.66-77.31 aralığında, ort. olarak 83.57 olduğu görülmektedir.

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası deneme parseli) ort. mekanik stabilite (%) sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksiyonunda, en yüksek K2 konusu 83.78, en düşük K5 konusu 80.43 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda, en yüksek D4 dozunda 83.39, en düşük D2 dozunda 81.09 olduğu görülmektedir. Yıl\*doz\*materyal interaksiyonunda, mekanik stabilite (%), K1 konusunda en yüksek D0 ve D2 dozlarında 81.54, en düşük D1 dozunda 80.68; K2 konusunda en yüksek D1 dozunda 86.04, en düşük D2 dozunda 81.34; K3 konusunda en yüksek D4 dozunda 85.29, en düşük D3 dozunda 79.94; K4 konusunda en yüksek D1 dozunda 83.07, en düşük D0 dozunda 81.00; K5 konusunda en yüksek D4 dozunda 82.59, en düşük D0 dozunda 78.58 olarak bulunmuştur.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta mekanik stabilite (%) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K2 konusunun 84.03, en düşük K5 konusunun 81.52 olduğu görülmektedir. Toprakta mekanik stabilite (%) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek D4 dozunda 83.18; en düşük D0 dozunda 82.11 ve ortalama olarak 82.77 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K2 konusu D1 dozunda 85.27; en düşük K5 konusu D0 dozunda 79.05 olarak bulunmuştur.

Toprakta mekanik stabilite (%) değerlerinde, kompost uygulanmasıyla yıllara göre değişiminde azalma olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Bu çalışmada, topraktaki ıslak elemeli agregat stabilitesi (%) parametresine benzer bir şekilde, toprakta mekanik stabilite (%) değerlerinde de toprak işlemeden kaynaklı azalmanın olduğu ifade edilebilir.

Çizelge 4.50. Mekanik stabilite (MS) (%) ortalama değerleri

| Mekanik stabilite (MS) (%) ortalama değerleri |            |                   |       |       |       |       |        |
|-----------------------------------------------|------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                               | Ana konu   | Alt konu (Dozlar) |       |       |       |       |        |
| Yıllar                                        | (Materyal) | D0                | D1    | D2    | D3    | D4    | Ort.   |
| 2019                                          | K1         | 77,31             | 82,71 | 84,18 | 86,66 | 84,74 | 83,12  |
|                                               | K2         | 84,47             | 84,51 | 84,73 | 84,44 | 83,28 | 84,29  |
|                                               | K3         | 85,22             | 83,73 | 84,40 | 84,57 | 83,90 | 84,36  |
|                                               | K4         | 84,93             | 84,73 | 84,06 | 84,06 | 79,49 | 83,46  |
|                                               | K5         | 79,53             | 83,05 | 84,71 | 82,30 | 83,44 | 82,61  |
|                                               | Ort.       | 82,29             | 83,75 | 84,42 | 84,41 | 82,97 | 83,57A |
|                                               |            | Alt konu (Dozlar) |       |       |       |       |        |
| Yıllar                                        | Materyal   | D0                | D1    | D2    | D3    | D4    | Ort.   |
| 2020                                          | K1         | 81,54             | 80,68 | 81,54 | 81,14 | 81,22 | 81,22  |
|                                               | K2         | 84,52             | 86,04 | 81,34 | 81,60 | 85,40 | 83,78  |
|                                               | K3         | 84,01             | 81,48 | 80,23 | 79,94 | 85,29 | 82,19  |
|                                               | K4         | 81,00             | 83,07 | 82,54 | 82,40 | 82,45 | 82,29  |
|                                               | K5         | 78,58             | 79,89 | 79,77 | 81,33 | 82,59 | 80,43  |
|                                               | Ort.       | 81,93             | 82,23 | 81,09 | 81,28 | 83,39 | 81,98B |
|                                               |            | Alt konu (Dozlar) |       |       |       |       |        |
| Yıllar                                        | Materyal   | D0                | D1    | D2    | D3    | D4    | Ort.   |
| 2019-<br>2020 ort.                            | K1         | 79,42             | 81,69 | 82,86 | 83,90 | 82,98 | 82,17  |
|                                               | K2         | 84,50             | 85,27 | 83,03 | 83,02 | 84,34 | 84,03  |
|                                               | K3         | 84,62             | 82,60 | 82,32 | 82,25 | 84,60 | 83,28  |
|                                               | K4         | 82,97             | 83,90 | 83,30 | 83,23 | 80,97 | 82,87  |
|                                               | K5         | 79,05             | 81,47 | 82,24 | 81,82 | 83,02 | 81,52  |
|                                               | Ort.       | 82,11             | 82,99 | 82,75 | 82,84 | 83,18 |        |
| LSD yıl (0,05):1,27                           |            |                   |       |       |       |       |        |

#### 4.2.23. Toprakta CO<sub>2</sub> üretimi

Toprakta CO<sub>2</sub> üretimi (toprak solunumu) (mg CO<sub>2</sub> 24 h<sup>-1</sup> gr<sup>-1</sup>) değeri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.53'te belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının yıllara göre fark önemli çıkarken (p<0.01), kompost materyalleri (ana konu) ve kompost dozları (alt konu) arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. CV (%), 40.99 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.51. Toprakta CO<sub>2</sub> üretimi varyans analizi

| mg CO <sub>2</sub> 24 h <sup>-1</sup> gr <sup>-1</sup> |                     |                 |                    |          |          |
|--------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                                | 1                   | 0,01203         | 0,01203            | 74,8223  | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                                          | 4                   | 0,00434         | 0,00108            | 6,7460   | 0,0022** |
| Materyal (M)                                           | 4                   | 0,00077         | 0,00019            | 1,1898   | 0,3529   |
| Y*M int.                                               | 4                   | 0,00102         | 0,00025            | 1,5793   | 0,2279   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1)                 | 16                  | 0,00257         | 0,00016            | 1,0106   | 0,4548   |
| Doz (D)                                                | 4                   | 0,00085         | 0,00021            | 1,3313   | 0,2656   |
| Y*D int.                                               | 4                   | 0,00114         | 0,00028            | 1,7846   | 0,1401   |
| D*M int.                                               | 16                  | 0,00289         | 0,00018            | 1,1363   | 0,3378   |
| Y*M*D int.                                             | 16                  | 0,00226         | 0,00014            | 0,8876   | 0,5852   |
| Hata (2)                                               | 80                  | 0,01273151      | 0,000159           |          |          |
| Genel                                                  | 149                 | 0,04059719      |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)                                |                     | CV (%):40,99    |                    |          |          |

Toprakta CO<sub>2</sub> üretimi (mg CO<sub>2</sub> 24 h<sup>-1</sup> gr<sup>-1</sup>) ortalama değerleri, Çizelge 4.54'te belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında CO<sub>2</sub> üretimi (mg CO<sub>2</sub> 24 h<sup>-1</sup> gr<sup>-1</sup>) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 0.022; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 0.040 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla yıllara göre topraktaki CO<sub>2</sub> üretimi değişiminde artış meydana gelmiştir (p<0.01).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası deneme parseli) ort. CO<sub>2</sub> üretimi (mg CO<sub>2</sub> 24 h<sup>-1</sup> gr<sup>-1</sup>) sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksyonunda, en yüksek K3 konusu 0.048, en düşük K2 konusu 0.035 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksyonunda, en yüksek D2 dozunda 0.049 ve sonrasında D4 dozunda 0.041, en düşük D0 dozunda 0.034 olduğu görülmektedir. Yıl\*doz\*materyal interaksyonunda, CO<sub>2</sub> üretimi (mg CO<sub>2</sub> 24 h<sup>-1</sup> gr<sup>-1</sup>), K1 konusunda en yüksek D2 dozunda 0.043, en düşük D1 dozunda 0.030; K2 konusunda en yüksek D4 ve D1 dozlarında 0.042, en düşük D3 dozunda 0.026; K3 konusunda en yüksek D2 dozunda 0.078, en düşük D1 dozunda 0.036; K4 konusunda en yüksek D4 dozunda 0.050, en düşük D3 dozunda 0.030; K5 konusunda en yüksek D2 dozunda 0.046, en düşük D0 dozunda 0.031 olarak bulunmuştur.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta CO<sub>2</sub> üretimi (mg CO<sub>2</sub> 24 h<sup>-1</sup> gr<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K3 konusunun 0.035, en düşük K2 ve K4 konularında 0.029 olduğu görülmektedir. Toprakta CO<sub>2</sub> üretimi (mg CO<sub>2</sub> 24 h<sup>-1</sup> gr<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek D2 dozunda 0.035 ve akabinde D3 dozunda 0.031; en düşük D0 dozunda 0.028 ve ortalama olarak 0.031 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K3 konusu D2 dozunda 0.048 ve K3 konusu D3 dozunda 0.041; en düşük K4 konusu D3 dozunda 0.022 olarak bulunmuştur.

Toprakta CO<sub>2</sub> üretimi sonuçlarına bakılırsa, kompost uygulamasında ana konuları (materyaller) arasında, K3 kompostu (klinoptilollit kompostu) konusunun diğer kompost konularına göre daha önde olduğu, alt konuları (dozlar) arasında, özellikle ilkin D2 dozunda ve sonrasında D3 dozunda daha iyi sonuç verdiği söylenebilir.

Çizelge 4.52. Toprakta CO<sub>2</sub> üretimi ortalama değerleri

| mg CO <sub>2</sub> 24 h <sup>-1</sup> gr <sup>-1</sup> ortalama değerleri |            |                   |       |       |       |       |        |
|---------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                                                           | Ana konu   | Alt konu (Dozlar) |       |       |       |       |        |
| Yıllar                                                                    | (Materyal) | D0                | D1    | D2    | D3    | D4    | Ort.   |
| 2019                                                                      | K1         | 0,023             | 0,022 | 0,021 | 0,027 | 0,028 | 0,024  |
|                                                                           | K2         | 0,021             | 0,027 | 0,026 | 0,021 | 0,016 | 0,022  |
|                                                                           | K3         | 0,020             | 0,017 | 0,019 | 0,033 | 0,021 | 0,022  |
|                                                                           | K4         | 0,022             | 0,022 | 0,013 | 0,015 | 0,020 | 0,018  |
|                                                                           | K5         | 0,025             | 0,024 | 0,028 | 0,022 | 0,014 | 0,023  |
|                                                                           | Ort.       | 0,022             | 0,022 | 0,021 | 0,024 | 0,020 | 0,022B |
|                                                                           |            | Alt konu (Dozlar) |       |       |       |       |        |
| Yıllar                                                                    | Materyal   | D0                | D1    | D2    | D3    | D4    | Ort.   |
| 2020                                                                      | K1         | 0,032             | 0,030 | 0,043 | 0,041 | 0,034 | 0,036  |
|                                                                           | K2         | 0,033             | 0,042 | 0,033 | 0,026 | 0,042 | 0,035  |
|                                                                           | K3         | 0,037             | 0,036 | 0,078 | 0,050 | 0,039 | 0,048  |
|                                                                           | K4         | 0,036             | 0,038 | 0,043 | 0,030 | 0,050 | 0,039  |
|                                                                           | K5         | 0,031             | 0,039 | 0,046 | 0,045 | 0,038 | 0,040  |
|                                                                           | Ort.       | 0,034             | 0,037 | 0,049 | 0,038 | 0,041 | 0,040A |
|                                                                           |            | Alt konu (Dozlar) |       |       |       |       |        |
| Yıllar                                                                    | Materyal   | D0                | D1    | D2    | D3    | D4    | Ort.   |
| 2019-<br>2020 ort.                                                        | K1         | 0,027             | 0,026 | 0,032 | 0,034 | 0,031 | 0,030  |
|                                                                           | K2         | 0,027             | 0,034 | 0,030 | 0,024 | 0,029 | 0,029  |
|                                                                           | K3         | 0,028             | 0,026 | 0,048 | 0,041 | 0,030 | 0,035  |
|                                                                           | K4         | 0,029             | 0,030 | 0,028 | 0,022 | 0,035 | 0,029  |
|                                                                           | K5         | 0,028             | 0,032 | 0,037 | 0,034 | 0,026 | 0,031  |
|                                                                           | Ort.       | 0,028             | 0,030 | 0,035 | 0,031 | 0,030 |        |
| LSD yıl (0,01):0,004                                                      |            |                   |       |       |       |       |        |

#### 4.2.24. Toprakta mikrobiyal biyokütle karbon (MBC analizi)

Toprakta mikrobiyal biyokütle karbon (MBC) (mg CO<sub>2</sub> -C 24 h<sup>-1</sup> gr<sup>-1</sup>) değeri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.55'te belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının yıllara göre fark önemli çıkmıştır (p<0.01). Ayrıca yıl\*doz etkileşiminde fark istatistikî olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). CV (%), 29.30 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.53. Toprakta mikrobiyal biyokütle karbon varyans analizi

| Mikrobiyal biyokütle karbon (MBC)- mg CO <sub>2</sub> -C 24 h <sup>-1</sup> gr <sup>-1</sup> |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                                                                            | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                                                                      | 1                   | 2599,50         | 2599,50            | 79,3086  | <,0001** |
| Tekerrür[Yıl]                                                                                | 4                   | 1770,380        | 442,596            | 13,5032  | <,0001** |
| Materyal (M)                                                                                 | 4                   | 102,361         | 25,5901            | 0,7807   | 0,5539   |
| Y*M int.                                                                                     | 4                   | 135,205         | 33,8011            | 1,0312   | 0,4213   |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1)                                                       | 16                  | 524,432         | 32,7770            | 1,0397   | 0,4259   |
| Doz (D)                                                                                      | 4                   | 298,921         | 74,7303            | 2,3705   | 0,0593   |
| Y*D int.                                                                                     | 4                   | 412,864         | 103,2160           | 3,2741   | 0,0154*  |
| D*M int.                                                                                     | 16                  | 272,027         | 17,0017            | 0,5393   | 0,9178   |
| Y*M*D int.                                                                                   | 16                  | 501,846         | 31,3654            | 0,9949   | 0,4707   |
| Hata (2)                                                                                     | 80                  | 2521,9865       | 31,5248            |          |          |
| Genel                                                                                        | 149                 | 9139,5232       |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)                                                                      |                     | CV (%):29,30    |                    |          |          |

Toprakta mikrobiyal biyokütle karbon (MBC) (mg CO<sub>2</sub> -C 24 h<sup>-1</sup> gr<sup>-1</sup>) ortalama değerleri, Çizelge 4.56'da belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında mikrobiyal biyokütle karbon (MBC) (mg CO<sub>2</sub> -C 24 h<sup>-1</sup> gr<sup>-1</sup>) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 15.00; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 23.32 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla yıllara göre topraktaki mikrobiyal biyokütle karbon değişiminde artış meydana gelmiştir (p<0.01).

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası deneme parseli) ort. mikrobiyal biyokütle karbon (MBC) (mg CO<sub>2</sub> -C 24 h<sup>-1</sup> gr<sup>-1</sup>) sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksiyonunda, fark önemsiz çıkmakla beraber, en yüksek K5 konusu 25.20 ve akabinde K1 konusu 24.64, en düşük K2 konusu 21.41 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda fark önemli çıkmıştır, en yüksek D3 dozunda 26.55 ve sonrasında D4 dozunda 25.72, en düşük D0 dozunda 18.05 olduğu görülmektedir (p<0.05). Yıl\*doz\*materyal interaksiyonunda, mikrobiyal biyokütle karbon (MBC) (mg CO<sub>2</sub> -C 24 h<sup>-1</sup> gr<sup>-1</sup>), K1 konusunda en yüksek D3 dozunda 26.47, en düşük D0 dozunda 21.68; K2 konusunda en yüksek D3 dozunda 26.03, en düşük D4

dozunda 18.79; K3 konusunda en yüksek D3 dozunda 26.44, en düşük D0 dozunda 15.06; K4 konusunda en yüksek D4 dozunda 31.14, en düşük D2 dozunda 17.52; K5 konusunda en yüksek D4 dozunda 31.43, en düşük D0 dozunda 15.82 olarak bulunmuştur.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta mikrobiyal biyokütle karbon (MBC) ( $\text{mg CO}_2 \text{-C } 24 \text{ h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K1 konusunun 20.30, en düşük K3 konusunda 17.97 olduğu görülmektedir. Toprakta mikrobiyal biyokütle karbon (MBC) ( $\text{mg CO}_2 \text{-C } 24 \text{ h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek D3 dozunda 21.12 ve akabinde D4 dozunda 19.84; en düşük D0 dozunda 16.90 ve ortalama 19.16 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K5 konusu D4 dozunda 23.50 ve K4 konusu D3 dozunda 22.60; en düşük K3 konusu D0 dozunda 14.62 olarak bulunmuştur.

Toprakta mikrobiyal biyokütle karbon (MBC) sonuçlarına bakılırsa, kompost uygulamasında ana konuları (materyaller) arasında, K1 kompostu (biyokömür kompostu) konusunun diğer kompost konularına göre daha önde olduğu, alt konuları (dozlar) arasında, özellikle ilkin D3 dozunda ve sonrasında D4 dozunda daha iyi sonuç verdiği söylenebilir.

Çizelge 4.54. Toprakta mikrobiyal biyokütle karbon ortalama değerleri

| Mikrobiyal biyokütle karbon (MBC)- mg CO <sub>2</sub> -C 24 h <sup>-1</sup> gr <sup>-1</sup> ortalama değerleri |                     |                   |         |                         |         |         |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|---------|-------------------------|---------|---------|--------|
|                                                                                                                 | Ana konu            | Alt konu (Dozlar) |         |                         |         |         |        |
| Yıllar                                                                                                          | (Materyal)          | D0                | D1      | D2                      | D3      | D4      | Ort.   |
| 2019                                                                                                            | K1                  | 17,88             | 17,17   | 14,24                   | 15,88   | 14,61   | 15,96  |
|                                                                                                                 | K2                  | 14,65             | 17,67   | 16,67                   | 14,37   | 14,52   | 15,58  |
|                                                                                                                 | K3                  | 14,18             | 13,11   | 14,23                   | 13,74   | 13,42   | 13,74  |
|                                                                                                                 | K4                  | 15,29             | 14,88   | 17,45                   | 20,96   | 11,63   | 16,04  |
|                                                                                                                 | K5                  | 16,75             | 12,34   | 10,22                   | 13,52   | 15,56   | 13,68  |
|                                                                                                                 | Ort.                | 15,75CD           | 15,04CD | 14,56CD                 | 15,69CD | 13,95D  | 15,00B |
|                                                                                                                 |                     | Alt konu (Dozlar) |         |                         |         |         |        |
| Yıllar                                                                                                          | Materyal            | D0                | D1      | D2                      | D3      | D4      | Ort.   |
| 2020                                                                                                            | K1                  | 21,68             | 25,05   | 25,23                   | 26,47   | 24,78   | 24,64  |
|                                                                                                                 | K2                  | 18,83             | 19,71   | 23,71                   | 26,03   | 18,79   | 21,41  |
|                                                                                                                 | K3                  | 15,06             | 23,89   | 23,18                   | 26,44   | 22,48   | 22,21  |
|                                                                                                                 | K4                  | 18,88             | 23,98   | 17,52                   | 24,25   | 31,14   | 23,15  |
|                                                                                                                 | K5                  | 15,82             | 26,90   | 22,32                   | 29,54   | 31,43   | 25,20  |
|                                                                                                                 | Ort.                | 18,05C            | 23,91AB | 22,39B                  | 26,55A  | 25,72AB | 23,32A |
|                                                                                                                 |                     | Alt konu (Dozlar) |         |                         |         |         |        |
| Yıllar                                                                                                          | Materyal            | D0                | D1      | D2                      | D3      | D4      | Ort.   |
| 2019-2020 ort.                                                                                                  | K1                  | 19,78             | 21,11   | 19,73                   | 21,17   | 19,69   | 20,30  |
|                                                                                                                 | K2                  | 16,74             | 18,69   | 20,19                   | 20,20   | 16,65   | 18,50  |
|                                                                                                                 | K3                  | 14,62             | 18,50   | 18,71                   | 20,09   | 17,95   | 17,97  |
|                                                                                                                 | K4                  | 17,08             | 19,43   | 17,48                   | 22,60   | 21,38   | 19,60  |
|                                                                                                                 | K5                  | 16,28             | 19,62   | 16,27                   | 21,53   | 23,50   | 19,44  |
|                                                                                                                 | Ort.                | 16,90             | 19,47   | 18,48                   | 21,12   | 19,84   |        |
|                                                                                                                 | LSD yıl (0,01):1,98 |                   |         | LSD yıl*doz (0,05):4,08 |         |         |        |

#### 4.2.25. Toprakta β- glikosidaz aktivitesi

Toprakta β- glikosidaz enzim aktivitesi (μg p-nitrofenol h<sup>-1</sup> gr<sup>-1</sup>) değeri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.57’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının yıllara göre ve kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Kompost uygulamasının kompost dozları (alt konu) (p<0.05) ve yıl\*doz interaksyonu (p<0.01) arasındaki fark ise, istatistiki olarak önemli bulunmuştur. CV (%), 13.57 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.55. Toprakta beta enzim aktivitesi varyans analizi

| Beta Enzim Aktivitesi $\mu\text{g p-nitrofenol h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$ |                     |                 |                    |          |          |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                                                       | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Yıl (Y)                                                                 | 1                   | 3552,73         | 3552,73            | 4,4063   | 0,052    |
| Tekerrür[Yıl]                                                           | 4                   | 2265,180        | 566,295            | 0,7024   | 0,6017   |
| Materyal (M)                                                            | 4                   | 752,606         | 188,151            | 0,2334   | 0,9155   |
| Y*M int.                                                                | 4                   | 4312,510        | 1078,130           | 1,3372   | 0,299    |
| Tekerrür*Ana konu[Yıl]&Random-Hata (1)                                  | 16                  | 12900,50        | 806,281            | 4,4522   | <,0001** |
| Doz (D)                                                                 | 4                   | 2359,170        | 589,793            | 3,2568   | 0,0158*  |
| Y*D int.                                                                | 4                   | 2670,360        | 667,590            | 3,6863   | 0,0083** |
| D*M int.                                                                | 16                  | 1884,230        | 117,764            | 0,6503   | 0,8327   |
| Y*M*D int.                                                              | 16                  | 4573,570        | 285,848            | 1,5784   | 0,0941   |
| Hata (2)                                                                | 80                  | 14487,882       | 181,099            |          |          |
| Genel                                                                   | 149                 | 49758,719       |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)                                                 |                     | CV (%):13,57    |                    |          |          |

Toprakta  $\beta$ - glikosidaz enzim aktivitesi ( $\mu\text{g p-nitrofenol h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$ ) ortalama değerleri, Çizelge 4.58'de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında  $\beta$ - glikosidaz enzim aktivitesi ( $\mu\text{g p-nitrofenol h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$ ) ortalama değeri, deneme parsellerinde yıllara göre, 2019 yılı kompost uygulanması öncesinde, 94.30; 2020 yılı kompost uygulanması sonrasında, 104.04 olarak bulunmuştur. Kompost uygulanmasıyla yıllara göre fark önemli olmamakla birlikte, topraktaki  $\beta$ - glikosidaz enzim aktivitesi değişiminde artış meydana gelmiştir.

2019 yılı için, (kompost uygulanması öncesi deneme parseli) ort.  $\beta$ - glikosidaz enzim aktivitesi ( $\mu\text{g p-nitrofenol h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$ ) sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyalleri) uygulamasında, yıl\*materyal interaksyonunda, fark önemsiz çıkmakla beraber, en yüksek K1 konusunda 103.10, en düşük K3 konusu 89.14 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksyonunda fark önemli çıkmıştır ve en yüksek D3 dozunda 100.19, en düşük D4 dozunda 85.64 olduğu görülmektedir (p<0.01). Yıl\*doz\*materyal interaksyonunda,  $\beta$ - glikosidaz enzim aktivitesi ( $\mu\text{g p-nitrofenol h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$ ), K1 konusunda en yüksek D3 dozunda 105.28, en düşük D0 dozunda 97.77; K2 konusunda en yüksek D1 dozunda 104.01, en düşük D4 dozunda 93.33; K3 konusunda en yüksek D3 dozunda 98.63, en düşük D2 dozunda 82.64; K4 konusunda en yüksek D3 dozunda 103.56, en düşük D4

dozunda 67.22; K5 konusunda en yüksek D0 dozunda 107.34, en düşük D4 dozunda 75.04 olarak bulunmuştur. 2019 yılı kompost öncesi deneme parseli topraklarında  $\beta$ -glukosidaz enzim aktivitesi ( $\mu\text{g p-nitrofenol h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$ ), maks. ve min. 107.34-67.22 aralığında, ortalama olarak 94.30 olduğu görülmektedir.

2020 yılı için, (kompost uygulandıktan 1 yıl sonrası deneme parseli) ort.  $\beta$ -glukosidaz enzim aktivitesi ( $\mu\text{g p-nitrofenol h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$ ) sonuçlarına bakılırsa, kompost ana konuları (materyal) uygulamasında, yıl\*materyal interaksiyonunda, fark önemsiz çıkmakla beraber, en yüksek K4 konusu 111.13 ve akabinde K5 konusu 111.04, en düşük K2 konusu 98.65 olarak görülmektedir. Kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, yıl\*doz interaksiyonunda fark önemli çıkmıştır, en yüksek D3 dozunda 113.37 ve sonrasında D2 dozunda 106.85, en düşük D0 dozunda 95.38 olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Yıl\*doz\*materyal interaksiyonunda,  $\beta$ -glukosidaz enzim aktivitesi ( $\mu\text{g p-nitrofenol h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$ ), K1 konusunda en yüksek D3 dozunda 108.55, en düşük D4 dozunda 93.75; K2 konusunda en yüksek D3 dozunda 106.06, en düşük D4 dozunda 94.72; K3 konusunda en yüksek D3 dozunda 114.24, en düşük D1 dozunda 91.82; K4 konusunda en yüksek D2 dozunda 119.23, en düşük D0 dozunda 100.35; K5 konusunda en yüksek D4 dozunda 134.07, en düşük D0 dozunda 88.83 olarak bulunmuştur.

2019-2020 yılı (2 yıllık ortalama), toprakta  $\beta$ -glukosidaz enzim aktivitesi ( $\mu\text{g p-nitrofenol h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost ana konuları (materyal) uygulamaları arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K1 konusunun 100.92, en düşük K3 konusunda 94.88 olduğu görülmektedir. Ancak, sonuçlardan anlaşılabileceği üzere, yıllara göre toprakta  $\beta$ -glukosidaz enzim aktivitesinde net olarak; K1 (-4.36) ve K2 (-0.80) kompost konularında azalışın söz konusu olduğu; K3 (+11.48), K4 (+20.76) ve K5 (+21.60) kompost konularında artışın olduğu söylenebilir. Dolayısıyla sırasıyla  $K5>K4>K3>K2>K1$  şeklinde bir dizilim söz konusu olmaktadır.

Toprakta  $\beta$ -glukosidaz enzim aktivitesi ( $\mu\text{g p-nitrofenol h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında fark önemli bulunduğu ( $p<0.05$ ), en yüksek D3 dozunda 106.78 ve akabinde D2 dozunda 99.05; en düşük D4 dozunda 95.57 ve ortalama 99.17 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K4 konusu D3 dozunda 111.15 ve K4 konusu D2 dozunda 107.43; en düşük K4 konusu D4 dozunda 89.01 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.56. Toprakta beta enzim aktivitesi ortalama değerleri

| Beta Enzim Aktivitesi $\mu\text{g p-nitrofenol h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$ ortalama değerleri |                     |                   |         |                         |           |          |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|---------|-------------------------|-----------|----------|--------|
|                                                                                            | Ana konu            | Alt konu (Dozlar) |         |                         |           |          |        |
| Yıllar                                                                                     | (Materyal)          | D0                | D1      | D2                      | D3        | D4       | Ort.   |
| 2019                                                                                       | K1                  | 97,77             | 104,45  | 104,60                  | 105,28    | 103,37   | 103,10 |
|                                                                                            | K2                  | 101,23            | 104,01  | 96,14                   | 102,56    | 93,33    | 99,45  |
|                                                                                            | K3                  | 86,81             | 88,42   | 82,64                   | 98,63     | 89,23    | 89,14  |
|                                                                                            | K4                  | 98,96             | 86,50   | 95,63                   | 103,56    | 67,22    | 90,37  |
|                                                                                            | K5                  | 107,34            | 96,65   | 77,30                   | 90,91     | 75,04    | 89,45  |
|                                                                                            | Ort.                | 98,42BCD          | 96,01CD | 91,26DE                 | 100,19BCD | 85,64E   | 94,3   |
|                                                                                            |                     | Alt konu (Dozlar) |         |                         |           |          |        |
| Yıllar                                                                                     | Materyal            | D0                | D1      | D2                      | D3        | D4       | Ort.   |
| 2020                                                                                       | K1                  | 94,59             | 98,27   | 98,52                   | 108,55    | 93,75    | 98,73  |
|                                                                                            | K2                  | 97,95             | 94,80   | 99,71                   | 106,06    | 94,72    | 98,65  |
|                                                                                            | K3                  | 95,16             | 91,82   | 107,77                  | 114,24    | 94,13    | 100,62 |
|                                                                                            | K4                  | 100,35            | 106,53  | 119,23                  | 118,73    | 110,81   | 111,13 |
|                                                                                            | K5                  | 88,83             | 104,06  | 109,01                  | 119,24    | 134,07   | 111,04 |
|                                                                                            | Ort.                | 95,38DE           | 99,1BCD | 106,85AB                | 113,37A   | 105,5ABC | 104,04 |
|                                                                                            |                     | Alt konu (Dozlar) |         |                         |           |          |        |
| Yıllar                                                                                     | Materyal            | D0                | D1      | D2                      | D3        | D4       | Ort.   |
| 2019-<br>2020 ort.                                                                         | K1                  | 96,18             | 101,36  | 101,56                  | 106,92    | 98,56    | 100,92 |
|                                                                                            | K2                  | 99,59             | 99,40   | 97,92                   | 104,31    | 94,03    | 99,05  |
|                                                                                            | K3                  | 90,99             | 90,12   | 95,20                   | 106,43    | 91,68    | 94,88  |
|                                                                                            | K4                  | 99,66             | 96,51   | 107,43                  | 111,15    | 89,01    | 100,75 |
|                                                                                            | K5                  | 98,09             | 100,36  | 93,16                   | 105,08    | 104,55   | 100,25 |
|                                                                                            | Ort.                | 96,90B            | 97,55B  | 99,05B                  | 106,78A   | 95,57B   |        |
|                                                                                            | LSD doz (0,05):6,91 |                   |         | LSD yıl*doz (0,01):9,78 |           |          |        |

### 4.3. Bitki Analiz Sonuçları

2020 yılı Eylül ayında bitki hasat işleminde alınan bitki örneklerinin analizleri gerçekleştirilmiştir. JMP programında bitki analiz sonuçlarının verileri, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseni dikkate alınarak istatistikî analizleri 3 tekerrürün ortalaması alınarak yapılmıştır. Verilerde varyans analizi uygulanmıştır. Deneme parsellerinde bitki analiz sonuçlarının, 1 yıllık bitki verilerinin istatistiki olarak değerlendirilmesinde, 5 farklı kompost konusunun, 5 farklı dozunda (0, 1, 2, 3, 4 ton da<sup>-1</sup>), 3 tekerrürlü olarak, materyal (ana konu), doz (alt konu), doz\*materyal interaksiyonunda F değerleri hesaplanmış, CV (%) değerleri tespit edilmiş, LSD testine göre gruplandırmaları yapılmış ve ortalama değerleri hesaplanmıştır.

#### 4.3.1. Bitkide yaş biyokütle verimi (kg da<sup>-1</sup>)

Bitkide yaş biyokütle verimi (kg da<sup>-1</sup>) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.59'da belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Kompost uygulamasının kompost dozları (alt konu) arasındaki fark ise, istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). CV (%), 13.51 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.57. Bitkide yaş biyokütle verimi varyans analizi

| Yaş biyokütle verimi (kg da <sup>-1</sup> ) |                     |                 |                    |          |          |
|---------------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                           | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                                    | 2                   | 7466648,0       | 3733324,0          | 2,2272   | 0,1702   |
| Materyal (M)                                | 4                   | 11300000,0      | 2832732,0          | 1,6900   | 0,2444   |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1)                 | 8                   | 13400000,0      | 1676212,0          | 0,7760   | 0,6259   |
| Doz (D)                                     | 4                   | 47400000,0      | 11900000,0         | 5,4913   | 0,0013** |
| D*M int.                                    | 16                  | 17000000,0      | 1061292,0          | 0,4913   | 0,9369   |
| Hata (2)                                    | 40                  | 86402153,0      | 2160054,0          |          |          |
| Genel (C. Total)                            | 74                  | 183035905,0     |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)                     |                     | CV (%): 13,51   |                    |          |          |

Bitkide yaş biyokütle verimi (kg da<sup>-1</sup>) ortalama değerleri, Çizelge 4.60'da belirtilmiştir. Bitkide yaş biyokütle verimi (kg da<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K4 konusunun 11,411.43, en düşük K1 konusunda 10,441.43 olduğu görülmektedir.

Bitkide yaş biyokütle verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek D3 dozunda 12,006.00 ve akabinde D4 dozunda 11,445.24; en düşük D0 dozunda 9,850.48 ve ortalama 10,876.72 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K3 konusu D3 dozunda 12,968.10 ve K5 konusu D4 dozunda 12,495.24; en düşük K3 konusu D0 dozunda 9,097.62 olarak bulunmuştur.

Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide yaş biyokütle veriminde artışın uyumlu olduğu ve maksimum verimin D3 dozunda olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

Yaş biyokütle veriminde, kontrole göre en yüksek K3 konusu (klinoptilolit kompostu) D3 ( $3 \text{ ton da}^{-1}$ ) dozunda 12.968,10 olduğu ve verimde % 42.54 bir artışın olduğu görülmüştür. Bu parametrede diğer kompost konularında kontrole göre, D3 ( $3 \text{ ton da}^{-1}$ ) dozunda, sırasıyla K1 (biyokömür kompostu) konusunda 11.142,86 olduğu ve verimde % 12.50, K2 (leonardit kompostu) konusunda 11.185,71 olduğu ve verimde % 8.95, K4 (ilave materyal olmayan kompost) konusunda 12.304,76 olduğu ve verimde % 19.24, K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunda 12.428,57 olduğu ve verimde % 28.60 bir artışın olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.58. Bitkide yaş biyokütle verimi ortalama değerleri

| Yaş biyokütle verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ) |                   |            |             |           |             |          |
|----------------------------------------------|-------------------|------------|-------------|-----------|-------------|----------|
| Ana konu                                     | Alt konu (Dozlar) |            |             |           |             |          |
| (Materyal)                                   | D0                | D1         | D2          | D3        | D4          | Ort.     |
| K1                                           | 9904,76           | 9619,05    | 10195,24    | 11142,86  | 11345,24    | 10441,43 |
| K2                                           | 10266,67          | 10400,00   | 10157,14    | 11185,71  | 10476,19    | 10497,14 |
| K3                                           | 9097,62           | 9485,71    | 11057,14    | 12968,10  | 11376,19    | 10796,95 |
| K4                                           | 10319,05          | 11038,10   | 11861,91    | 12304,76  | 11533,33    | 11411,43 |
| K5                                           | 9664,29           | 10271,43   | 11323,81    | 12428,57  | 12495,24    | 11236,67 |
| Ort.                                         | 9850.48 C         | 10162.86 C | 10919.05 BC | 12006.00A | 11445.24 AB |          |
| LSD <sub>Doz</sub> (0,01): 1084.64           |                   |            |             |           |             |          |

Bu çalışmaya benzer bir şekilde, Doan ve ark., (2015), yapmış oldukları bir çalışmada, bamboodan elde edilen biyokömür kullanılarak biyokömür + olgun kompost kombinasyonunda mısır bitkisinde bitki büyümesini ve verimini artırdığını söylemektedir. Qayyum ve ark., (2017), yapmış oldukları bir çalışmada, bahçe turbasından elde edilen biyokömür kullanılarak biyokömür bazlı kompost

kombinasyonunda mısır bitkisi yerine buğday bitkisinde verim üzerine etkisinde tahıl verimini % 27'ye kadar artırdığını bildirmektedir. Başka bir benzer, Oldfield ve ark., (2018), yapmış oldukları bir çalışmada, meşe kalıntısından elde edilen biyokömür kullanılarak biyokömür bazlı kompost kombinasyonunda mısır bitkisi yerine üzüm bitkisinde verim üzerine etkisinde mineral gübre uygulamasına kıyasla verimin %50'i artırdığını bildirmektedir.

Kayahan (2013), silajlık mısır bitkisinde artan dozlarda (N0 (0 kg N), N1 (10 kg N), N2 (20 kg N), N3 (30 kg N), N4 (40 kg N) azot dozu denemesinde verim, kuru madde içeriği değerlerini incelemiştir. N4 azot dozu uygulamasında verimde, kuru madde içeriğinde değerlerinde sırasıyla, 4118.42 kg da<sup>-1</sup>, % 37.69 olarak elde ettiğini söylemiştir.

#### 4.3.2. Bitkide kuru biyokütle verimi (kg da<sup>-1</sup>)

Bitkide kuru biyokütle verimi (kg da<sup>-1</sup>) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.61'de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Kompost uygulamasının kompost dozları (alt konu) arasındaki fark ise, istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). CV (%), 13.78 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.59. Bitkide kuru biyokütle verimi varyans analizi

| Kuru biyokütle verimi (kg da <sup>-1</sup> ) |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                            | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                                     | 2                   | 446643,0        | 223321,0           | 1,1744   | 0,3571   |
| Materyal (M)                                 | 4                   | 683869,0        | 170967,0           | 0,8991   | 0,5075   |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1)                  | 8                   | 1521206,0       | 190151,0           | 1,2376   | 0,3031   |
| Doz (D)                                      | 4                   | 3878890,0       | 969723,0           | 6,3115   | 0,0005** |
| D*M int.                                     | 16                  | 1857443,0       | 116090,0           | 0,7556   | 0,7223   |
| Hata (2)                                     | 40                  | 6145772,0       | 153644,0           |          |          |
| Genel (C. Total)                             | 74                  | 14533824,0      |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)                      |                     | CV (%): 13,78   |                    |          |          |

Bitkide kuru biyokütle verimi (kg da<sup>-1</sup>) ortalama değerleri, Çizelge 4.62'de belirtilmiştir. Bitkide kuru biyokütle verimi (kg da<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost

uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K5 konusunun 3010.25, en düşük K3 konusunda 2722.66 olduğu görülmektedir.

Bitkide kuru biyokütle verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek D3 dozunda 3150.56 ve akabinde D4 dozunda 3032.28; en düşük D0 dozunda 2535.22 ve ortalama 2843.72 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K3 konusu D3 dozunda 3369.46 ve K5 konusu D4 dozunda 3332.60; en düşük K3 konusu D1 dozunda 2153.61 olarak bulunmuştur.

Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide kuru biyokütle veriminde artışın uyumlu olduğu ve maksimum verimin D3 dozunda olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

Çizelge 4.60. Bitkide kuru biyokütle verimi ortalama değerleri

| Kuru biyokütle verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ) |                   |            |            |           |            |         |
|-----------------------------------------------|-------------------|------------|------------|-----------|------------|---------|
| Ana konu                                      | Alt konu (Dozlar) |            |            |           |            |         |
| (Materyal)                                    | D0                | D1         | D2         | D3        | D4         | Ort.    |
| K1                                            | 2534,06           | 2737,96    | 2685,70    | 2928,98   | 3147,26    | 2806,79 |
| K2                                            | 2703,85           | 2821,13    | 2685,82    | 2951,75   | 2884,50    | 2809,41 |
| K3                                            | 2283,28           | 2153,61    | 2874,71    | 3369,46   | 2932,25    | 2722,66 |
| K4                                            | 2514,35           | 2781,63    | 3007,13    | 3179,47   | 2864,78    | 2869,47 |
| K5                                            | 2640,55           | 2806,30    | 2948,68    | 3323,12   | 3332,60    | 3010,25 |
| Ort.                                          | 2535.22 D         | 2660.13 CD | 2840.41 BC | 3150.56 A | 3032.28 AB |         |
| LSD <sub>Doz</sub> (0,01): 289.28             |                   |            |            |           |            |         |

#### 4.3.3. Bitkide kuru madde oranı (%)

Bitkide kuru madde oranı (%) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.63'de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının kompost materyalleri (ana konu), kompost dozları (alt konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. CV (%), 6.16 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.61. Bitkide kuru madde oranı varyans analizi

| Kuru madde oranı (%)        |                     |                 |                    |          |          |
|-----------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı           | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                    | 2                   | 8,76669         | 4,38335            | 0,5580   | 0,5931   |
| Materyal (M)                | 4                   | 49,56260        | 12,39070           | 1,5775   | 0,27     |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1) | 8                   | 62,83820        | 7,85478            | 3,0229   | 0,0094   |
| Doz (D)                     | 4                   | 4,66060         | 1,16515            | 0,4484   | 0,7729   |
| D*M int.                    | 16                  | 44,75600        | 2,79725            | 1,0765   | 0,4069   |
| Hata (2)                    | 40                  | 103,93776       | 2,59844            |          |          |
| Genel (C. Total)            | 74                  | 274,52193       |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)     |                     | CV (%): 6,16    |                    |          |          |

Bitkide kuru madde oranı (%) ortalama değerleri, Çizelge 4.64'de belirtilmiştir. Bitkide kuru madde oranı (%) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K1 konusunun 26.89, en düşük K4 konusunda 25.17 olduğu görülmektedir.

Bitkide kuru madde oranı (%) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek D4 dozunda 26.54, en düşük D0 dozunda 25.77 ve ortalama 26.17 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksyonuna bakılırsa, en yüksek K1 konusu D1 dozunda 28.46 ve K1 konusu D4 dozunda 27.73; en düşük K3 konusu D1 dozunda 22.84 olarak bulunmuştur.

Kompost uygulamasında istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte, doz oranı arttıkça kuru madde oranında kısmen artışın olduğu söylenebilir. Ayrıca kompost konularında K1 kompost (biyokömür kompostu) konusunda diğer konulara göre kuru madde oranı biraz yüksek olduğu ifade edilebilir.

Çizelge 4.62. Bitkide kuru madde oranı ortalama değerleri

| Kuru madde oranı (%) |                   |       |       |       |       |       |
|----------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ana konu             | Alt konu (Dozlar) |       |       |       |       |       |
| (Materyal)           | D0                | D1    | D2    | D3    | D4    | Ort.  |
| K1                   | 25,70             | 28,46 | 26,31 | 26,26 | 27,73 | 26,89 |
| K2                   | 26,26             | 27,06 | 26,34 | 26,38 | 27,66 | 26,74 |
| K3                   | 25,23             | 22,84 | 26,05 | 26,00 | 25,78 | 25,18 |
| K4                   | 24,32             | 25,33 | 25,54 | 25,80 | 24,84 | 25,17 |
| K5                   | 27,35             | 27,27 | 26,10 | 26,89 | 26,67 | 26,86 |
| Ort.                 | 25,77             | 26,19 | 26,07 | 26,27 | 26,54 |       |

#### 4.3.4. Bitki boyu (cm)

Bitki boyu (cm) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.65’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Kompost uygulamasının kompost dozları (alt konu) arasındaki fark ise, istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). CV (%), 3.39 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.63. Bitki boyu varyans analizi

| Bitki boyu (cm)                     |                     |                 |                    |          |          |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                   | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                            | 2                   | 441,167         | 220,583            | 0,7233   | 0,5143   |
| Materyal (M)                        | 4                   | 787,833         | 196,958            | 0,6459   | 0,6453   |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1)         | 8                   | 2439,670        | 304,958            | 1,9962   | 0,072    |
| Doz (D)                             | 4                   | 2507,830        | 626,958            | 4,1039   | 0,0070** |
| D*M int.                            | 16                  | 2521,330        | 157,583            | 1,0315   | 0,4468   |
| Hata (2)                            | 40                  | 6110,833        | 152,771            |          |          |
| Genel (C. Total)                    | 74                  | 14808,667       |                    |          |          |
| * ( $p < 0.05$ ), ** ( $p < 0.01$ ) |                     | CV (%): 3,39    |                    |          |          |

Bitkide boy (cm) ortalama değerleri, Çizelge 4.66’da belirtilmiştir. Bitkide boy (cm) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K5 konusunun 369.50, en düşük K2 konusunda 360.33 olduğu görülmektedir.

Bitkide boy (cm) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek aynı grupta yer alan D4 dozunda 370.83 ve akabinde D3 dozunda 370.00; en düşük D0 dozunda 356.67 ve ortalama 364.53 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K5 konusu D3 dozunda 387.50 ve K5 konusu D2 dozunda 379.17; en düşük K2 konusu D0 dozunda 350.83 olarak bulunmuştur.

Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide boy ölçümünde artışın uyumlu olduğu ve maksimum boyun D4 dozunda olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

Çizelge 4.64. Bitki boyu ortalama değerleri

| Bitki boyu (cm)                 |                   |          |          |        |         |        |
|---------------------------------|-------------------|----------|----------|--------|---------|--------|
| Ana konu                        | Alt konu (Dozlar) |          |          |        |         |        |
| (Materyal)                      | D0                | D1       | D2       | D3     | D4      | Ort.   |
| K1                              | 360,83            | 362,50   | 369,17   | 370,83 | 370,83  | 366,83 |
| K2                              | 350,83            | 355,00   | 356,67   | 367,50 | 371,67  | 360,33 |
| K3                              | 354,17            | 356,67   | 363,33   | 365,00 | 377,50  | 363,33 |
| K4                              | 353,33            | 367,50   | 363,33   | 359,17 | 370,00  | 362,67 |
| K5                              | 364,17            | 352,50   | 379,17   | 387,50 | 364,17  | 369,50 |
| Ort.                            | 356.67C           | 358.83BC | 366.33AB | 370.0A | 370.83A |        |
| LSD <sub>Doz</sub> (0,01): 9.12 |                   |          |          |        |         |        |

#### 4.3.5. Bitki gövde çapı (mm)

Bitkide gövde çapı (mm) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.67’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Kompost uygulamasının kompost dozları (alt konu) arasındaki fark ise, istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). CV (%), 6.51 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.65. Bitki gövde çapı varyans analizi

| Bitki gövde çapı (mm)       |                     |                 |                    |          |          |
|-----------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı           | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                    | 2                   | 0,63760         | 0,31880            | 0,1727   | 0,8445   |
| Materyal (M)                | 4                   | 12,05350        | 3,01338            | 1,6323   | 0,2571   |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1) | 8                   | 14,76900        | 1,84613            | 0,6317   | 0,7462   |
| Doz (D)                     | 4                   | 65,62490        | 16,40620           | 5,6141   | 0,0011** |
| D*M int.                    | 16                  | 48,58070        | 3,03630            | 1,0390   | 0,44     |
| Hata (2)                    | 40                  | 116,89337       | 2,92233            |          |          |
| Genel (C. Total)            | 74                  | 258,55911       |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)     |                     | CV (%): 6,51    |                    |          |          |

Bitkide gövde çapı (mm) ortalama değerleri, Çizelge 4.68'de belirtilmiştir. Bitkide gövde çapı (mm) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K3 konusunun 26.57, en düşük K2 konusunda 25.54 olduğu görülmektedir.

Bitkide gövde çapı (mm) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek D3 dozunda 27.57 ve akabinde D4 dozunda 26.56; en düşük D0 dozunda 24.65 ve ortalama 26.27 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K4 konusu D3 dozunda 28.35 ve K1 konusu D3 dozunda 28.06; en düşük K1 konusu D0 dozunda 23.55 olarak bulunmuştur.

Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide gövde çapı ölçümünde artışın uyumlu olduğu ve maksimum gövde çapının D3 dozunda olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

Çizelge 4.66. Bitki gövde çapı ortalama değerleri

| Bitki gövde çapı (mm)           |                   |        |        |        |         |       |
|---------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|---------|-------|
| Ana konu                        | Alt konu (Dozlar) |        |        |        |         |       |
| (Materyal)                      | D0                | D1     | D2     | D3     | D4      | Ort.  |
| K1                              | 23,55             | 26,75  | 26,32  | 28,06  | 25,88   | 26,11 |
| K2                              | 24,95             | 24,53  | 23,94  | 27,49  | 26,81   | 25,54 |
| K3                              | 25,37             | 26,43  | 27,12  | 26,62  | 27,33   | 26,57 |
| K4                              | 25,70             | 26,26  | 26,96  | 28,35  | 25,49   | 26,55 |
| K5                              | 23,70             | 27,26  | 27,18  | 27,31  | 27,31   | 26,55 |
| Ort.                            | 24,65C            | 26,25B | 26,30B | 27,57A | 26,56AB |       |
| LSD <sub>Doz</sub> (0,01): 1,26 |                   |        |        |        |         |       |

#### 4.3.6. Yaprak alan indeksi (LAI)

Bitkide yaprak alan indeksi (LAI) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.69’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Kompost uygulamasının kompost dozları (alt konu) arasındaki fark ise, istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). CV (%), 3.60 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.67. Yaprak alan indeksi varyans analizi

| Yaprak alan indeksi (LAI)           |                     |                 |                    |          |          |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                   | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                            | 2                   | 0,41513         | 0,20757            | 3,2386   | 0,0932   |
| Materyal (M)                        | 4                   | 0,49650         | 0,12412            | 1,9367   | 0,1977   |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1)         | 8                   | 0,51272         | 0,06409            | 2,2987   | 0,0395*  |
| Doz (D)                             | 4                   | 2,35273         | 0,58818            | 21,0959  | <,0001** |
| D*M int.                            | 16                  | 0,34292         | 0,02143            | 0,7687   | 0,709    |
| Hata (2)                            | 40                  | 1,11525         | 0,02788            |          |          |
| Genel (C. Total)                    | 74                  | 5,23526         |                    |          |          |
| * ( $p < 0.05$ ), ** ( $p < 0.01$ ) |                     | CV (%): 3,6     |                    |          |          |

Bitkide yaprak alan indeksi (LAI) ortalama değerleri, Çizelge 4.70’de belirtilmiştir. Bitkide yaprak alan indeksi (LAI) değerlerinde, kompost uygulamasının

ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K4 konusunun 4.77, en düşük K2 konusunda 4.56 olduğu görölmektedir.

Bitkide yaprak alan indeksi (LAI) değeriinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek aynı grupta yer alan D4 dozunda 4.86 ve akabinde D3 dozunda 4.82; en düşük D0 dozunda 4.39 ve ortalama 4.64 olduğu görölmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K3 konusu D4 dozunda 5.05 ve K4 konusu D4 dozunda 5.02; en düşük K5 konusu D0 dozunda 4.26 olarak bulunmuştur.

Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide yaprak alan indeksi (LAI) değeriindeki artışın uyumlu olduğu ve optimum yaprak alan indeksi (LAI), D4 dozunda olduğu görölmektedir ( $p<0.01$ ).

Çizelge 4.68. Yaprak alan indeksi ortalama değeri

| Yaprak alan indeksi (LAI)       |                   |        |       |       |       |      |
|---------------------------------|-------------------|--------|-------|-------|-------|------|
| Ana konu                        | Alt konu (Dozlar) |        |       |       |       |      |
| (Materyal)                      | D0                | D1     | D2    | D3    | D4    | Ort. |
| K1                              | 4,31              | 4,45   | 4,66  | 4,75  | 4,75  | 4,59 |
| K2                              | 4,39              | 4,58   | 4,49  | 4,69  | 4,64  | 4,56 |
| K3                              | 4,46              | 4,51   | 4,61  | 4,84  | 5,05  | 4,70 |
| K4                              | 4,55              | 4,60   | 4,75  | 4,94  | 5,02  | 4,77 |
| K5                              | 4,26              | 4,40   | 4,59  | 4,86  | 4,83  | 4,59 |
| Ort.                            | 4,39C             | 4,51BC | 4,62B | 4,82A | 4,86A |      |
| LSD <sub>Doz</sub> (0,01): 0,12 |                   |        |       |       |       |      |

Tunalı ve ark., (2012), yaptıkları bir çalışmada, farklı azot dozlarının (0, 24, 32, 40 ve 48 (kg da<sup>-1</sup>), bazı dane mısır çeşitlerinde klorofil içeriği ve yaprak alan indeksi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Mısır bitkisinin R2 gelişme döneminde, artan dozlarda azot uygulamalarında sırasıyla klorofil içeriği 30.7, 38.5, 43.3, 46.4, 49.1 ve yaprak alan indeksi değeri ise, 2.7, 3.6, 4.0, 4.4 ve 4.4 olarak bulunduğunu ifade etmiştir.

#### 4.3.7. Yaprak klorofil içeriği (%)

Bitkide yaprak klorofil içeriği (%) değeri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.71’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Kompost uygulamasının kompost dozları (alt konu) arasındaki fark ise, istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). CV (%), 6.15 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.69. Yaprak klorofil içeriği varyans analizi

| Yaprak klorofil içeriği (%) |                     |                 |                    |          |          |
|-----------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı           | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                    | 2                   | 47,9627         | 23,9813            | 0,9090   | 0,4408   |
| Materyal (M)                | 4                   | 121,1220        | 30,2804            | 1,1477   | 0,4007   |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1) | 8                   | 211,0640        | 26,3830            | 2,5535   | 0,0238*  |
| Doz (D)                     | 4                   | 417,2300        | 104,3080           | 10,0956  | <,0001** |
| D*M int.                    | 16                  | 84,1416         | 5,2589             | 0,5090   | 0,9272   |
| Hata (2)                    | 40                  | 413,2779        | 10,3319            |          |          |
| Genel (C. Total)            | 74                  | 1294,7981       |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)     |                     | CV (%): 6,15    |                    |          |          |

Bitkide yaprak klorofil içeriği (%) ortalama değerleri, Çizelge 4.72’de belirtilmiştir. Bitkide yaprak klorofil içeriği (%) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K5 konusunun 54.60, en düşük K1 konusunda 51.04 olduğu görülmektedir.

Bitkide yaprak klorofil içeriği (%) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemli bulunduğu (p<0.01), en yüksek D4 dozunda 55.39 ve akabinde D3 dozunda 53.49; en düşük D0 dozunda 48.44 ve ortalama 52.27 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksyonuna bakılırsa, en yüksek K5 konusu D4 dozunda 57.74 ve K5 konusu D3 dozunda 56.41; en düşük K4 konusu D0 dozunda 46.73 olarak bulunmuştur.

Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide yaprak alan indeksine benzer bir şekilde, yaprak klorofil içeriği (%) değerlerinde de artışın uyumlu olduğu ve optimum yaprak klorofil içeriği (%), D4 dozunda olduğu görülmektedir (p<0.01).

Çizelge 4.70. Yaprak klorofil içeriği ortalama değerleri

| Yaprak klorofil içeriği (%)     |                   |        |         |         |        |       |
|---------------------------------|-------------------|--------|---------|---------|--------|-------|
| Ana konu                        | Alt konu (Dozlar) |        |         |         |        |       |
| (Materyal)                      | D0                | D1     | D2      | D3      | D4     | Ort.  |
| K1                              | 47,65             | 49,43  | 53,00   | 52,03   | 53,07  | 51,04 |
| K2                              | 47,89             | 51,77  | 55,21   | 53,22   | 54,20  | 52,46 |
| K3                              | 48,65             | 49,75  | 49,07   | 53,03   | 55,94  | 51,29 |
| K4                              | 46,73             | 51,08  | 53,17   | 52,75   | 56,02  | 51,95 |
| K5                              | 51,28             | 53,31  | 54,28   | 56,41   | 57,74  | 54,60 |
| Ort.                            | 48,44D            | 51,07C | 52,95BC | 53,49AB | 55,39A |       |
| LSD <sub>Doz</sub> (0,01): 2,37 |                   |        |         |         |        |       |

Naeem ve ark., (2018), yapmış oldukları bir çalışmada, buğday samanından elde edilen biyokömür kullanılarak biyokömür + olgun kompost kombinasyonunda mısır bitkisi bitkisinde yaprak klorofil içeriğini artırdığını bildirmektedir.

#### 4.3.8. Bitkide Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)

Bitkide normalize edilmiş bitki örtüsü indeksi (NDVI) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.73’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Kompost uygulamasının kompost dozları (alt konu) arasındaki fark ise, istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). CV (%) değeri oldukça düşük ve 2.12 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.71. Bitkide NDVI varyans analizi

| Bitkide NDVI                        |                     |                 |                    |          |          |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                   | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                            | 2                   | 0,00150         | 0,00075            | 1,4024   | 0,3005   |
| Materyal (M)                        | 4                   | 0,00243         | 0,00061            | 1,1389   | 0,404    |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1)         | 8                   | 0,00427         | 0,00053            | 1,9803   | 0,0743   |
| Doz (D)                             | 4                   | 0,03020         | 0,00755            | 27,9995  | <,0001** |
| D*M int.                            | 16                  | 0,00191         | 0,00012            | 0,4421   | 0,9599   |
| Hata (2)                            | 40                  | 0,01078627      | 0,00027            |          |          |
| Genel (C. Total)                    | 74                  | 0,05109715      |                    |          |          |
| * ( $p < 0.05$ ), ** ( $p < 0.01$ ) |                     | CV (%): 2,12    |                    |          |          |

Bitkide normalize edilmiş bitki örtüsü indeksi (NDVI) ortalama değerleri, Çizelge 4.74'te belirtilmiştir. Bitkide normalize edilmiş bitki örtüsü indeksi (NDVI) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K5 ve K1 konularında 0.78, en düşük K3 konusunda 0.76 olduğu görülmektedir.

Bitkide normalize edilmiş bitki örtüsü indeksi (NDVI) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek aynı grupta yer alan D4 dozunda 0.80 ve akabinde D3 dozunda 0.79; en düşük D0 dozunda 0.74 ve ortalama 0.77 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K5 konusu D4 dozunda 0.80, K5 konusu D3 dozunda 0.80 ve K1 konusu D4 dozunda 0.80; en düşük K3 konusu D0 dozunda 0.73 olarak bulunmuştur.

Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide yaprak klorofil içeriği ile, NDVI değerlerinde de artışın uyumlu ve benzer bir şekilde olduğu ve optimum NDVI ölçümünün, D4 dozunda olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

Çizelge 4.72. Bitkide NDVI ortalama değerleri

| Bitkide NDVI                    |                   |       |       |       |       |      |
|---------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| Ana konu                        | Alt konu (Dozlar) |       |       |       |       |      |
| (Materyal)                      | D0                | D1    | D2    | D3    | D4    | Ort. |
| K1                              | 0,75              | 0,77  | 0,78  | 0,79  | 0,80  | 0,78 |
| K2                              | 0,74              | 0,77  | 0,77  | 0,79  | 0,79  | 0,77 |
| K3                              | 0,73              | 0,74  | 0,77  | 0,78  | 0,80  | 0,76 |
| K4                              | 0,74              | 0,76  | 0,77  | 0,79  | 0,80  | 0,77 |
| K5                              | 0,74              | 0,78  | 0,79  | 0,80  | 0,80  | 0,78 |
| Ort.                            | 0,74D             | 0,76C | 0,78B | 0,79A | 0,80A |      |
| LSD <sub>Doz</sub> (0,01): 0,01 |                   |       |       |       |       |      |

Kayahan (2013), silajlık mısır bitkisinde çiçeklenme döneminde artan dozlarda (N0 (0 kg N), N1 (10 kg N), N2 (20 kg N), N3 (30 kg N), N4 (40 kg N) azot dozu denemesinde NDVI değerlerini incelemiştir. Artan dozlarda azot dozu uygulamasında sırasıyla NDVI değerlerinde 0.713, 0.846, 0.880, 0.935 ve 0.932 olarak elde ettiğini söylemiştir.

#### 4.3.9. Yaprakta azot (N) (%)

Bitkide yaprakta azot (N) içeriği (%) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.75'te belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının kompost materyalleri (ana konu) ve kompost dozları (alt konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. CV (%), 11.80 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.73. Yaprakta azot varyans analizi

| Yaprakta azot (%)           |                     |                 |                    |          |          |
|-----------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı           | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                    | 2                   | 1,84160         | 0,92080            | 10,4469  | 0,0059** |
| Materyal (M)                | 4                   | 0,20085         | 0,05021            | 0,5697   | 0,6923   |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1) | 8                   | 0,70512         | 0,08814            | 2,7955   | 0,0147*  |
| Doz (D)                     | 4                   | 0,20468         | 0,05117            | 1,6229   | 0,1873   |
| D*M int.                    | 16                  | 0,37690         | 0,02356            | 0,7471   | 0,7307   |
| Hata (2)                    | 40                  | 1,2611946       | 0,03153            |          |          |
| Genel (C. Total)            | 74                  | 4,5903546       |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)     |                     | CV (%): 11,80   |                    |          |          |

Bitkide yaprakta azot içeriği (%) ortalama değerleri, Çizelge 4.76'da belirtilmiştir. Bitkide yaprakta azot içeriği (%) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K3 konusunda 1.58 ve sonrasında K4 konusunda 1.55, en düşük K1 konusunda 1.44 olduğu görülmektedir.

Bitkide yaprakta azot içeriği (%) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında, doz arttıkça azot miktarının arttığını ancak farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek D4 dozunda 1.59 ve akabinde D3 dozunda 1.52; en düşük D0 dozunda 1.43 ve ortalama 1.50 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek sırasıyla K5 konusu D3 dozunda 1.71, K4 konusu D4 dozunda 1.71 ve K3 konusu D2 dozunda 1.67; en düşük K5 konusu D0 dozunda 1.34 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.74. Yaprakta azot ortalama değerleri

| Yaprakta azot (%) |                   |      |      |      |      |      |
|-------------------|-------------------|------|------|------|------|------|
| Ana konu          | Alt konu (Dozlar) |      |      |      |      |      |
| (Materyal)        | D0                | D1   | D2   | D3   | D4   | Ort. |
| K1                | 1,40              | 1,39 | 1,44 | 1,41 | 1,58 | 1,44 |
| K2                | 1,42              | 1,46 | 1,44 | 1,36 | 1,59 | 1,45 |
| K3                | 1,48              | 1,63 | 1,67 | 1,62 | 1,50 | 1,58 |
| K4                | 1,50              | 1,49 | 1,53 | 1,50 | 1,71 | 1,55 |
| K5                | 1,34              | 1,43 | 1,47 | 1,71 | 1,56 | 1,50 |
| Ort.              | 1,43              | 1,48 | 1,51 | 1,52 | 1,59 |      |

Jones (2001), tarafından yürütülen bir çalışmada, mısır bitkisi koçan yaprağında azot (N), (%) 2.93 olarak bulunmuşken, bu çalışmada en yüksek K3 konusunda bitkinin yaprağında azot (N), %1.58 olarak bulunmuştur.

Jones ve ark., (1991), yapmış olduğu bir çalışmada mısır bitkisinde, püskül oluşum döneminde alınan koçan yapraklarının analiz sonuçlarına göre belirlenen yeterlilik sınıfına ait değerler verisinde N (%), <2.00-2.60 arası noksan; 2.70-4.0 arası yeterli;>4.0 ise fazla olarak tanımlanmıştır. Buna göre bu çalışmada K3 konusunda bitki yaprağında azot (N), noksan sınıfında yer aldığı görülmüştür.

Ercan, (2008), farklı dozda tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit) uygulamalarının oğulotu (*M. Officinalis* L.) bitkisinin toplam azot içeriğine etkisi çalışmasında, uygulamalar arasındaki farklılıkların bitkinin azot içeriğine etkisinin % 1 olasılık düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Toplam azot içeriği parametresine ait en yüksek değeri, % 2.66 ile TGK<sub>4</sub> + Z<sub>2</sub>+ ½ N (Sıvı) uygulaması, bunu yine aynı grup içerisinde yer alan sırasıyla % 2.63 ve % 2.60 değerleri ile TGK<sub>4</sub> + Z<sub>2</sub>+ ½ N (Üre) ve TGK<sub>3</sub> + Z<sub>2</sub>+ ½ N (Sıvı) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değer ise % 1.01 ile kontrol uygulaması ile elde edilmiştir. İstatistiki olarak artan tavuk gübresi kompostu ve zeolit dozları ile bitkinin azot değeri arasında güvenilir bir ilişki saptandığını belirtmiştir.

#### 4.3.10. Yaprakta fosfor

Bitkide yaprakta fosfor içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.77’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Kompost

uygulamasının kompost dozları (alt konu) arasındaki fark ise, istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). CV (%), 10.67 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.75. Yaprakta fosfor varyans analizi

| Yaprakta fosfor ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) |                     |                 |                    |          |          |
|-----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                       | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                                | 2                   | 1331504,0       | 665752,0           | 24,4520  | 0,0004** |
| Materyal (M)                            | 4                   | 149207,0        | 37301,8            | 1,3700   | 0,3258   |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1)             | 8                   | 217815,0        | 27226,9            | 2,1414   | 0,054    |
| Doz (D)                                 | 4                   | 151592,0        | 37898,1            | 2,9807   | 0,0303*  |
| D*M int.                                | 16                  | 188410,0        | 11775,6            | 0,9262   | 0,548    |
| Hata (2)                                | 40                  | 508580,9        | 12714,5            |          |          |
| Genel (C. Total)                        | 74                  | 2547109,1       |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )         |                     | CV (%): 10,67   |                    |          |          |

Bitkide yaprakta fosfor içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) ortalama değerleri, Çizelge 4.78’te belirtilmiştir. Bitkide yaprakta fosfor içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K5 konusunda 1132.61, en düşük K2 konusunda 1015.23 olduğu görülmektedir.

Bitkide yaprakta fosfor içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.05$ ), en yüksek aynı grupta yer alan sırasıyla D1 dozunda 1093.90, D3 dozunda 1083.08, D4 dozunda 1074.74 ve D2 dozunda 1062.45; en düşük D0 dozunda 969.13 ve ortalama olarak 1056.66 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K5 konusu D3 dozunda 1270.34, K5 konusu D2 dozunda 1156.78 ve K5 konusu D1 dozunda 1153.28; en düşük K3 konusu D0 dozunda 929.83 olarak bulunmuştur.

Bitkide yaprakta fosfor içeriği değerleri incelendiğinde, K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunun diğer kompost konularına göre daha fazla fosfor içerdiği söylenebilir.

Çizelge 4.76. Yaprakta fosfor ortalama değerleri

| Yaprakta fosfor (mg kg <sup>-1</sup> ) |                   |          |          |          |          |         |
|----------------------------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|---------|
| Ana konu                               | Alt konu (Dozlar) |          |          |          |          |         |
| (Materyal)                             | D0                | D1       | D2       | D3       | D4       | Ort.    |
| K1                                     | 1029,83           | 1065,95  | 1101,52  | 1092,82  | 1116,18  | 1081,26 |
| K2                                     | 968,82            | 1051,77  | 950,22   | 960,29   | 1145,04  | 1015,23 |
| K3                                     | 929,83            | 1113,07  | 1055,12  | 1082,59  | 991,81   | 1034,48 |
| K4                                     | 956,76            | 1085,44  | 1048,59  | 1009,34  | 998,43   | 1019,71 |
| K5                                     | 960,42            | 1153,28  | 1156,78  | 1270,34  | 1122,23  | 1132,61 |
| Ort.                                   | 969,13B           | 1093,90A | 1062,45A | 1083,08A | 1074,74A |         |
| LSD Doz (0,05): 83,22                  |                   |          |          |          |          |         |

Jones, (2001), tarafından yürütülen bir çalışmada, mısır bitkisi koçan yaprağında fosfor (P), (%) 0.22 olarak bulmuşken, bu çalışmada en yüksek K5 konusunda bitkinin yaprağında fosfor (P), 1132.61 mg kg<sup>-1</sup> (% 0.11) olarak bulunmuştur.

Jones ve ark., (1991), yapmış olduğu bir çalışmada mısır bitkisinde, püskül oluşum döneminde alınan koçan yapraklarının analiz sonuçlarına göre belirlenen yeterlilik sınıfına ait değerler verisinde fosfor (P) (%), 0.15-0.24 arası noksan; 0.25-0.50 arası yeterli; 0.51-0.80 ise fazla olarak tanımlanmıştır. Buna göre bu çalışmada bitki yaprağında fosfor (P), ana konular arasında en yüksek K5 konusunda (tavuk gübresi kompostu) olmasına rağmen, bu konuda noksan sınıfın da altında yer aldığı görülmüştür.

Ercan, (2008), farklı dozda tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit) uygulamalarının oğulotu (*M. Officinalis* L.) bitkisinin toplam fosfor içeriğine etkisi çalışmasında, uygulamalar arasındaki farklılıkların bitkinin toplam fosfor içeriğine etkisinin % 1 olasılık düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Tavuk gübresi kompostu ve zeolitin farklı kombinasyonlarda uygulanması ile yetiştirilen oğulotu (*M. officinalis* L.) bitkisindeki en yüksek fosfor miktarı % 0.56 değeri ile TGK<sub>4</sub> + Z<sub>2</sub>+ ½ N (Sıvı) uygulamasından elde edilirken, en düşük miktar ise % 0.12 değeri ile kontrol uygulamasından elde ettiğini belirtmiştir.

#### 4.3.11. Yaprakta potasyum

Bitkide yaprakta potasyum içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.79'da belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Kompost

uygulamasının kompost dozları (alt konu) arasındaki fark ise, istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). CV (%), 7.46 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.77. Yaprakta potasyum varyans analizi

| Yaprakta potasyum ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) |                     |                 |                    |          |          |
|-------------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                         | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                                  | 2                   | 11400000,0      | 5704791,0          | 2,9941   | 0,107    |
| Materyal (M)                              | 4                   | 18100000,0      | 4514069,0          | 2,3691   | 0,1391   |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1)               | 8                   | 15200000,0      | 1905371,0          | 3,1801   | 0,0069** |
| Doz (D)                                   | 4                   | 9534322,0       | 2383580,0          | 3,9782   | 0,0083** |
| D*M int.                                  | 16                  | 14000000,0      | 874501,0           | 1,4596   | 0,1641   |
| Hata (2)                                  | 40                  | 23966189        | 599155,0           |          |          |
| Genel (C. Total)                          | 74                  | 92201344,0      |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )           |                     | CV (%): 7,46    |                    |          |          |

Bitkide yaprakta potasyum içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) ortalama değerleri, Çizelge 4.80'de belirtilmiştir. Bitkide yaprakta potasyum içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K1 konusunda 10,979.75 ve K5 konusunda 10,905.01, en düşük K3 konusunda 9,745.13 olduğu görülmektedir.

Bitkide yaprakta potasyum içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek aynı grupta yer alan sırasıyla D4 dozunda 10,857.03, D3 dozunda 10,578.03, D1 dozunda 10,350.48 en düşük D0 dozunda 9,775.37 ve ortalama olarak 10,378.36 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K5 konusu D3 dozunda 11,679.68 ve K5 konusu D4 dozunda 11,607.77 ve K1 konusu D3 dozunda 11,457.03; en düşük K3 konusu D0 dozunda 9,127.29 olarak bulunmuştur.

Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide yaprakta potasyum içeriğinde artışın olduğu ve en yüksek D4 dozunda olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Bitkide yaprakta potasyum içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerleri incelendiğinde, K1 (biyokömür kompostu) ve K5 (tavuk gübresi kompostu) konularında diğer kompost konularına göre daha yüksek potasyum içerdiği söylenebilir.

Çizelge 4.78. Yaprakta potasyum ortalama değerleri

| Yaprakta potasyum (mg kg <sup>-1</sup> ) |                   |           |            |           |           |          |
|------------------------------------------|-------------------|-----------|------------|-----------|-----------|----------|
| Ana konu                                 | Alt konu (Dozlar) |           |            |           |           |          |
| (Materyal)                               | D0                | D1        | D2         | D3        | D4        | Ort.     |
| K1                                       | 9778,61           | 11209,86  | 11276,27   | 11457,03  | 11176,97  | 10979,75 |
| K2                                       | 10075,77          | 10582,81  | 10784,62   | 10041,56  | 9888,64   | 10274,68 |
| K3                                       | 9127,29           | 9665,05   | 9138,30    | 9521,17   | 11273,84  | 9745,13  |
| K4                                       | 9538,96           | 9786,09   | 10082,40   | 10190,69  | 10337,94  | 9987,22  |
| K5                                       | 10356,22          | 10508,60  | 10372,79   | 11679,68  | 11607,77  | 10905,01 |
| Ort.                                     | 9775,37B          | 10350,48A | 10330,88AB | 10578,03A | 10857,03A |          |
| LSD Doz (0,01): 571,24                   |                   |           |            |           |           |          |

Jones (2001), tarafından yürütülen bir çalışmada, mısır bitkisi koçan yaprağında potasyum (K), (%) 1.22 olarak bulmuşken, bu çalışmada en yüksek K1 konusunda bitkinin yaprağında potasyum (K), 10,979.75 mg kg<sup>-1</sup> (% 1.09) olarak bulunmuştur.

Jones ve ark., (1991), yapmış olduğu bir çalışmada mısır bitkisinde, püskül oluşum döneminde alınan koçan yapraklarının analiz sonuçlarına göre belirlenen yeterlilik sınıfına ait değerler verisinde potasyum (K) (%), 1.00-1.60 arası noksan; 1.70-3.0 arası yeterli; 3.1-5.0 ise fazla olarak tanımlanmıştır. Buna göre bu çalışmada K1 konusunda bitki yaprağında potasyum (K), noksan sınıfında yer almaktadır.

Ercan, (2008), farklı dozda tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit) uygulamalarının oğulotu (*M. Officinalis* L.) bitkisinin toplam potasyum içeriğine etkisi çalışmasında, uygulamalar arasındaki farklılıkların bitkinin potasyum içeriğine etkisinin % 1 olasılık düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Bitkinin potasyum içeriğine ait veriler değerlendirildiğinde en yüksek değer % 2.57 değeri ile TGK<sub>3</sub> + Z<sub>2</sub> + ½ N (sıvı) uygulaması ile elde edilirken, en düşük değer % 0.96 ile TGK<sub>2</sub> + Z<sub>1</sub> + ½ N (üre) uygulaması ile elde ettiğini belirtmiştir.

#### 4.3.12. Yaprakta kalsiyum

Bitkide yaprakta kalsiyum içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.81’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının kompost materyalleri (ana konu) ve kompost dozları (alt konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. CV (%), 8.59 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.79. Yaprakta kalsiyum varyans analizi

| Yaprakta kalsiyum (mg kg <sup>-1</sup> ) |                     |                 |                    |          |          |
|------------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                        | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                                 | 2                   | 2074089         | 1037045            | 4,5961   | 0,0469*  |
| Materyal (M)                             | 4                   | 2501908         | 625477             | 2,7721   | 0,1025   |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1)              | 8                   | 1805079         | 225635             | 0,7429   | 0,6535   |
| Doz (D)                                  | 4                   | 2141454         | 535363             | 1,7627   | 0,1555   |
| D*M int.                                 | 16                  | 4753719         | 297107             | 0,9782   | 0,4968   |
| Hata (2)                                 | 40                  | 12148726        | 303718             |          |          |
| Genel (C. Total)                         | 74                  | 25424974        |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)                  |                     | CV (%): 8,59    |                    |          |          |

Bitkide yaprakta kalsiyum içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) ortalama değerleri, Çizelge 4.82'de belirtilmiştir. Bitkide yaprakta kalsiyum içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K5 konusunda 6652.90 ve sonrasında K1 konusunda 6609.70, en düşük K2 konusunda 6209.43 olduğu görülmektedir.

Bitkide yaprakta kalsiyum içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek D3 dozunda 6630.29; en düşük D2 dozunda 6137.33 ve ortalama 6417.22 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek sırasıyla K5 konusu D3 dozunda 7119.59, K1 konusu D3 dozunda 7062.11; en düşük K4 konusu D2 dozunda 5763.04 olarak bulunmuştur.

Bitkide yapraktaki potasyum içeriğine benzer bir şekilde, kalsiyum içeriği değerleri incelendiğinde, K5 (tavuk gübresi kompostu) ve K1 (biyokömür kompostu) konularında diğer kompost konularına göre daha yüksek kalsiyum içerdiği söylenebilir.

Çizelge 4.80. Yaprakta kalsiyum ortalama değerleri

| Yaprakta kalsiyum (mg kg <sup>-1</sup> ) |                   |         |         |         |         |         |
|------------------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ana konu                                 | Alt konu (Dozlar) |         |         |         |         |         |
| (Materyal)                               | D0                | D1      | D2      | D3      | D4      | Ort.    |
| K1                                       | 6306,42           | 6269,09 | 6817,26 | 7062,11 | 6593,61 | 6609,70 |
| K2                                       | 6324,54           | 6293,19 | 5849,83 | 6203,13 | 6376,45 | 6209,43 |
| K3                                       | 6612,95           | 6497,99 | 6042,49 | 6263,25 | 5828,27 | 6248,99 |
| K4                                       | 6523,29           | 6723,92 | 5763,04 | 6503,35 | 6311,75 | 6365,07 |
| K5                                       | 6207,25           | 6951,32 | 6214,02 | 7119,59 | 6772,34 | 6652,90 |
| Ort.                                     | 6394,89           | 6547,10 | 6137,33 | 6630,29 | 6376,48 |         |

Jones (2001), tarafından yürütülen bir çalışmada, mısır bitkisi koçan yaprağında kalsiyum (Ca), (%) 0.48 olarak bulunmuşken, bu çalışmada en yüksek K5 konusunda bitkinin yaprağında kalsiyum (Ca), 6652.90 mg kg<sup>-1</sup> (% 0.66) olarak bulunmuştur.

Jones ve ark., (1991), yapmış olduğu bir çalışmada mısır bitkisinde, püskül oluşum döneminde alınan koçan yapraklarının analiz sonuçlarına göre belirlenen yeterlilik sınıfına ait değerler verisinde kalsiyum (Ca) (%), 0.10-0.20 arası noksan; 0.21-1.0 arası yeterli;>1.0 ise fazla olarak tanımlanmıştır. Buna göre bu çalışmada K5 konusunda bitki yaprağında kalsiyum (Ca), yeterli sınıfında yer almaktadır.

Ercan, (2008), farklı dozda tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit) uygulamalarının oğulotu (*M. Officinalis* L.) bitkisinin toplam kalsiyum içeriğine etkisi çalışmasında, uygulamalar arasındaki farklılıkların bitkinin kalsiyum içeriğine etkisinin % 1 olasılık düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Bitkinin kalsiyum içeriği ile ilgili olarak en yüksek değer, % 3.21 ile TGK<sub>2</sub> + ½ N (sıvı) uygulaması ile en düşük kalsiyum miktarını ise, % 0.19 ile TGK<sub>4</sub>+ Z<sub>2</sub>+ ½ N (sıvı) uygulaması ile elde ettiğini belirtmiştir.

Kacar ve Katkat (2007) yaptıkları çalışmada, bitkilerde kalsiyum miktarının % 0.2-3.0 arasında değiştiğini, çoğu bitkiler için yeterli kalsiyum miktarının % 0.3-1.00 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

#### 4.3.13. Yaprakta magnezyum

Bitkide yaprakta magnezyum içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.83'te belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının

kompost materyalleri (ana konu) ve kompost dozları (alt konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. CV (%), 10.92 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.81. Yaprakta magnezyum varyans analizi

| Yaprakta magnezyum (mg kg <sup>-1</sup> ) |                     |                 |                    |          |          |
|-------------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                         | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                                  | 2                   | 522336,0        | 261168,0           | 1,8589   | 0,2173   |
| Materyal (M)                              | 4                   | 648604,0        | 162151,0           | 1,1541   | 0,3983   |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1)               | 8                   | 1123964,0       | 140495,0           | 2,5229   | 0,0253*  |
| Doz (D)                                   | 4                   | 162002,0        | 40500,5            | 0,7273   | 0,5786   |
| D*M int.                                  | 16                  | 1415897,0       | 88493,6            | 1,5891   | 0,1171   |
| Hata (2)                                  | 40                  | 2227519,4       | 55688,0            |          |          |
| Genel (C. Total)                          | 74                  | 6100323,1       |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)                   |                     | CV (%): 10,92   |                    |          |          |

Bitkide yaprakta magnezyum içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) ortalama değerleri, Çizelge 4.84'te belirtilmiştir. Bitkide yaprakta magnezyum içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K5 konusunda 2331.96 ve sonrasında K3 konusunda 2154.54, en düşük K2 konusunda 2050.14 olduğu görülmektedir.

Bitkide yaprakta magnezyum içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek D1 dozunda 2208.31; en düşük D2 dozunda 2076.38 ve ortalama 2160.64 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek sırasıyla K5 konusu D4 dozunda 2720.99, K5 konusu D3 dozunda 2442.40; en düşük K2 konusu D4 dozunda 1917.62 olarak bulunmuştur.

Bitkide yapraktaki potasyum, kalsiyum içeriğine benzer bir şekilde, magnezyum içeriği değerleri incelendiğinde K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunda diğer kompost konularına göre daha yüksek magnezyum içerdiği söylenebilir.

Çizelge 4.82. Yaprakta magnezyum ortalama değerleri

| Yaprakta magnezyum (mg kg <sup>-1</sup> ) |                   |         |         |         |         |         |
|-------------------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ana konu                                  | Alt konu (Dozlar) |         |         |         |         |         |
| (Materyal)                                | D0                | D1      | D2      | D3      | D4      | Ort.    |
| K1                                        | 2165,71           | 2110,70 | 2145,70 | 2077,64 | 2124,09 | 2124,77 |
| K2                                        | 2308,93           | 2049,45 | 2046,23 | 1928,47 | 1917,62 | 2050,14 |
| K3                                        | 2224,05           | 2403,67 | 2088,74 | 2056,35 | 1999,88 | 2154,54 |
| K4                                        | 2170,52           | 2129,79 | 2043,40 | 2237,97 | 2127,22 | 2141,78 |
| K5                                        | 2090,67           | 2347,93 | 2057,81 | 2442,40 | 2720,99 | 2331,96 |
| Ort.                                      | 2191,98           | 2208,31 | 2076,38 | 2148,57 | 2177,96 |         |

Jones (2001), tarafından yürütülen bir çalışmada, mısır bitkisi koçan yaprağında magnezyum (Mg), (%) 0.39 olarak bulmuşken, bu çalışmada en yüksek K5 konusunda bitkinin yaprağında magnezyum (Mg), 2331.96 mg kg<sup>-1</sup> (% 0.23) olarak bulunmuştur.

Jones ve ark., (1991), yapmış olduğu bir çalışmada mısır bitkisinde, püskül oluşum döneminde alınan koçan yapraklarının analiz sonuçlarına göre belirlenen yeterlilik sınıfına ait değerler verisinde magnezyum (Mg) (%), 0.10-0.19 arası noksan; 0.20-1.0 arası yeterli; >1.0 ise fazla olarak tanımlanmıştır. Buna göre bu çalışmada K5 konusunda bitki yaprağında magnezyum (Mg), yeterli sınıfında yer almaktadır.

Ercan, (2008), farklı dozda tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit) uygulamalarının oğulotu (*M. Officinalis* L.) bitkisinin toplam magnezyum içeriğine etkisi çalışmasında, en yüksek değer % 1.32 değerle TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (sıvı) uygulaması ile elde etmiştir. Bunu sırasıyla aynı grup içerisinde yer almış olan, % 1.05, % 1.06 ve % 1.08 değerleri ile TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>2</sub> + ½ N (üre), TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>2</sub>, TGK<sub>4</sub> + Zeolit<sub>1</sub> + ½ N (sıvı) uygulamaları takip etmiştir. En düşük magnezyum değeri ise %0.19 ile kontrol uygulamasından elde ettiğini belirtmiştir.

Bitkiler tarafından magnezyum Mg<sup>2+</sup> iyonu formunda alınır. Bitkilerde bulunan magnezyum miktarı genellikle % 0.02-2.5 arasında değiştiği bildirilmektedir (Kacar ve İnal 2008).

#### 4.3.14. Yaprakta sodyum

Bitkide yaprakta sodyum içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.85'te belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının

kompost materyalleri (ana konu) ve kompost dozları (alt konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. CV (%), 6.46 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.83. Yaprakta sodyum varyans analizi

| Yaprakta sodyum (mg kg <sup>-1</sup> ) |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                               | 2                   | 436,3760        | 218,1880           | 2,6800   | 0,1286   |
| Materyal (M)                           | 4                   | 239,4430        | 59,8607            | 0,7353   | 0,5932   |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1)            | 8                   | 651,3150        | 81,4144            | 1,9544   | 0,0782   |
| Doz (D)                                | 4                   | 57,8989         | 14,4747            | 0,3475   | 0,8442   |
| D*M int.                               | 16                  | 474,0280        | 29,6267            | 0,7112   | 0,7661   |
| Hata (2)                               | 40                  | 1666,2798       | 41,6570            |          |          |
| Genel (C. Total)                       | 74                  | 3525,3398       |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)                |                     | CV (%): 6,46    |                    |          |          |

Bitkide yaprakta sodyum içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) ortalama değerleri, Çizelge 4.86'da belirtilmiştir. Bitkide yaprakta sodyum içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K2 konusunda 102.87 ve sonrasında K1 konusunda 101.12, en düşük K4 konusunda 97.95 olduğu görülmektedir.

Bitkide yaprakta sodyum içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek D3 dozunda 101.57; en düşük D1 dozunda 99.14 ve ortalama 99.98 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek sırasıyla K2 konusu D3 dozunda 107.81, K2 konusu D0 dozunda 107.70; en düşük K4 konusu D1 dozunda 96.25 olarak bulunmuştur.

Bitkide yapraktaki sodyum içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerleri incelendiğinde, K2 (leonardit kompostu) diğer kompost konularına göre daha yüksek yaprakta sodyum içerdiği söylenebilir.

Güneş ve ark., (2007), bitkilerin sodyum içeriklerinin % 0.004-2 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada Kacar ve Katkat (2007), bitkilerin sodyum içeriklerinin genellikle % 0.01-10.0 (100-100000 mg kg<sup>-1</sup>) arasında değiştiğini bildirmiştir.

Bu çalışmada en yüksek K2 konusunda 102.87 mg kg<sup>-1</sup> (% 0.010) olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.84. Yaprakta sodyum ortalama değerleri

| Yaprakta sodyum (mg kg <sup>-1</sup> ) |                   |        |        |        |        |        |
|----------------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ana konu                               | Alt konu (Dozlar) |        |        |        |        |        |
| (Materyal)                             | D0                | D1     | D2     | D3     | D4     | Ort.   |
| K1                                     | 97,13             | 101,00 | 100,58 | 102,12 | 104,78 | 101,12 |
| K2                                     | 107,70            | 96,45  | 100,21 | 107,81 | 102,17 | 102,87 |
| K3                                     | 97,34             | 103,74 | 96,67  | 97,73  | 97,99  | 98,70  |
| K4                                     | 97,82             | 96,25  | 98,99  | 98,16  | 98,53  | 97,95  |
| K5                                     | 98,19             | 98,26  | 100,08 | 102,03 | 97,65  | 99,24  |
| Ort.                                   | 99,64             | 99,14  | 99,31  | 101,57 | 100,22 |        |

Ercan, (2008), farklı dozda tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit) uygulamalarının oğulotu (*M. Officinalis* L.) bitkisinin toplam sodyum içeriğine etkisi çalışmasında, uygulamalar arasındaki farklılıkların bitkinin sodyum içeriğine etkisinin % 1 olasılık düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Bitkinin sodyum içeriğine ait veriler değerlendirildiğinde en yüksek değer, % 0.15 ile TGK<sub>4</sub> uygulamasından elde edilirken en düşük değerler aynı istatistik grubunda yer alan % 0.04 değeri ile TGK<sub>2</sub> + Z<sub>1</sub> ve yine % 0.04 değeri ile TGK<sub>3</sub> + Z<sub>1</sub> + ½ N(sıvı) uygulamalarından elde ettiğini belirtmiştir.

#### 4.3.15. Yaprakta demir

Bitkide yaprakta demir içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.87’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının kompost materyalleri (ana konu) ve kompost dozları (alt konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. CV (%), 16.05 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.85. Yaprakta demir varyans analizi

| Yaprakta demir (mg kg <sup>-1</sup> ) |                     |                 |                    |          |          |
|---------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                     | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                              | 2                   | 4406,99         | 2203,50            | 3,4467   | 0,0833   |
| Materyal (M)                          | 4                   | 3403,72         | 850,930            | 1,3310   | 0,3377   |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1)           | 8                   | 5114,45         | 639,307            | 1,0064   | 0,4466   |
| Doz (D)                               | 4                   | 2147,6          | 536,900            | 0,8452   | 0,505    |
| D*M int.                              | 16                  | 11756,5         | 734,781            | 1,1567   | 0,3416   |
| Hata (2)                              | 40                  | 25409           | 635,225            |          |          |
| Genel (C. Total)                      | 74                  | 52238,268       |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)               |                     | CV (%): 16,05   |                    |          |          |

Bitkide yaprakta demir içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) ortalama değerleri, Çizelge 4.88’de belirtilmiştir. Bitkide yaprakta demir içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K5 konusunda 166.40 ve sonrasında K1 konusunda 163.54, en düşük K2 konusunda 148.87 olduğu görülmektedir.

Bitkide yaprakta demir içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek D3 dozunda 165.42; en düşük D2 dozunda 151.52 ve ortalama 157.04 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek sırasıyla K5 konusu D3 dozunda 210.75, K1 konusu D1 dozunda 194.38; en düşük K3 konusu D4 dozunda 140.43 olarak bulunmuştur.

Bitkide yapraktaki demir içeriği değerleri incelendiğinde, yapraktaki potasyum, kalsiyum, magnezyum içeriklerine benzer bir şekilde, K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunda diğer kompost konularına göre daha yüksek demir içerdiği söylenebilir.

Çizelge 4.86. Yaprakta demir ortalama değerleri

| Yaprakta demir (mg kg <sup>-1</sup> ) |                   |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ana konu                              | Alt konu (Dozlar) |        |        |        |        |        |
| (Materyal)                            | D0                | D1     | D2     | D3     | D4     | Ort.   |
| K1                                    | 157,05            | 194,38 | 152,30 | 157,27 | 156,72 | 163,54 |
| K2                                    | 158,82            | 143,56 | 153,72 | 143,71 | 144,54 | 148,87 |
| K3                                    | 156,36            | 163,65 | 144,84 | 158,38 | 140,43 | 152,73 |
| K4                                    | 146,05            | 153,97 | 156,24 | 157,00 | 154,90 | 153,63 |
| K5                                    | 149,42            | 150,56 | 150,52 | 210,75 | 170,77 | 166,40 |
| Ort.                                  | 153,54            | 161,22 | 151,52 | 165,42 | 153,47 |        |

Jones (2001), tarafından yürütölen bir çalışmada, mısır bitkisi koçan yaprağında demir (Fe), 96 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulmuşken, bu çalışmada en yüksek K5 konusunda bitkinin yaprağında demir (Fe) 166.40 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.

Jones ve ark., (1991), yapmış olduğu bir çalışmada mısır bitkisinde, püsköl oluşum döneminde alınan koçan yapraklarının analiz sonuçlarına göre belirlenen yeterlilik sınıfına ait değerler verisinde demir (Fe) (mg kg<sup>-1</sup>), 10-20 arası noksan; 21-250 arası yeterli; 251-350 ise fazla olarak tanımlanmıştır. Buna göre bu çalışmada K5 konusunda bitki yaprağında demir (Fe), yeterli sınıfında yer almaktadır.

Ercan, (2008), farklı dozda tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klineptilolit) uygulamalarının oğulotu (*M. Officinalis* L.) bitkisinin toplam demir içeriğine etkisi çalışmasında, uygulamalar arasındaki farklılıkların bitkinin demir içeriğine etkisinin % 1 olasılık düzeyinde önemli olduğu görölmektedir. En yüksek demir değeri, 234.7 mg kg<sup>-1</sup> ile TGK<sub>4</sub> + Z<sub>2</sub>+ ½ N (Sıvı) uygulaması vermiştir, bunu 214.3 mg kg<sup>-1</sup> değeri ile TGK<sub>4</sub> + Z<sub>2</sub> uygulaması takip etmiştir ve en düşük demir değeri ise 34.67 mg kg<sup>-1</sup> ile NPK uygulamasından elde ettiğini belirtmiştir.

Kacar ve Katkat (2007) yaptıkları araştırmada, bitkide demirin 10-1000 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişen miktarlarda bulunduğunu, bitki için yeterli demir miktarının 50-250 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu ve 50 mg kg<sup>-1</sup>'dan az demir içeren bitkilerde ise, noksanlık belirtilerinin ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

#### 4.3.16. Yaprakta bakır

Bitkide yaprakta bakır içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.89'da belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının

kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Kompost uygulamasının kompost dozları (alt konu) arasındaki fark ise, istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). CV (%), 15.68 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.87. Yaprakta bakır varyans analizi

| Yaprakta bakır ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                               | 2                   | 6,75377         | 3,37688            | 1,0143   | 0,405    |
| Materyal (M)                           | 4                   | 5,91338         | 1,47835            | 0,4440   | 0,7743   |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1)            | 8                   | 26,63480        | 3,32935            | 3,9431   | 0,0016** |
| Doz (D)                                | 4                   | 20,59010        | 5,14753            | 6,0964   | 0,0006** |
| D*M int.                               | 16                  | 17,61790        | 1,10112            | 1,3041   | 0,242    |
| Hata (2)                               | 40                  | 33,77419        | 0,84435            |          |          |
| Genel (C. Total)                       | 74                  | 111,28409       |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )        |                     | CV (%): 15,68   |                    |          |          |

Bitkide yaprakta bakır içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) ortalama değerleri, Çizelge 4.90'da belirtilmiştir. Bitkide yaprakta bakır içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K5 konusunda 6.42, en düşük K2 konusunda 5.69 olduğu görülmektedir.

Bitkide yaprakta bakır içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek aynı grupta yer alan sırasıyla D3 dozunda 6.51, D4 dozunda 6.48, en düşük D0 dozunda 5.32 ve ortalama olarak 5.86 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek sırasıyla, K5 konusu D3 dozunda 7.76, K5 konusu D1 dozunda 7.03 ve K5 konusu D4 dozunda 6.99; en düşük K1 konusu D1 dozunda 4.46 olarak bulunmuştur.

Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide yaprakta bakır içeriğinde artışın olduğu ve en yüksek D3 dozunda olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Bitkide yaprakta bakır içeriği değerleri incelendiğinde, K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunda diğer kompost konularına göre daha yüksek bakır içerdiği söylenebilir.

Çizelge 4.88. Yaprakta bakır ortalama değerleri

| Yaprakta bakır (mg kg <sup>-1</sup> ) |                   |       |       |       |       |      |
|---------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| Ana konu                              | Alt konu (Dozlar) |       |       |       |       |      |
| (Materyal)                            | D0                | D1    | D2    | D3    | D4    | Ort. |
| K1                                    | 5,58              | 4,46  | 5,86  | 6,60  | 6,06  | 5,71 |
| K2                                    | 5,52              | 5,16  | 5,00  | 6,15  | 6,61  | 5,69 |
| K3                                    | 5,58              | 5,70  | 5,22  | 5,96  | 6,16  | 5,72 |
| K4                                    | 5,31              | 5,04  | 5,78  | 6,08  | 6,59  | 5,76 |
| K5                                    | 4,60              | 7,03  | 5,71  | 7,76  | 6,99  | 6,42 |
| Ort.                                  | 5,32B             | 5,48B | 5,51B | 6,51A | 6,48A |      |
| LSD Doz (0,01): 0,68                  |                   |       |       |       |       |      |

Jones (2001), tarafından yürütülen bir çalışmada, mısır bitkisi koçan yaprağında bakır (Cu), 9 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulmuşken, bu çalışmada en yüksek K5 konusunda bitkinin yaprağında bakır (Cu) 6.42 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.

Jones ve ark., (1991), yapmış olduğu bir çalışmada mısır bitkisinde, püskül oluşum döneminde alınan koçan yapraklarının analiz sonuçlarına göre belirlenen yeterlilik sınıfına ait değerler verisinde bakır (Cu) (mg kg<sup>-1</sup>), 2-5 arası noksan; 6-20 arası yeterli; 21-70 ise fazla olarak tanımlanmıştır. Buna göre bu çalışmada K5 konusunda bitki yaprağında bakır (Cu), yeterli sınıfında yer almaktadır.

Ercan, (2008), farklı dozda tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit) uygulamalarının oğulotu (*M. Officinalis* L.) bitkisinin toplam bakır içeriğine etkisi çalışmasında, en yüksek bakır değeri ile sırasıyla, 26.50 mg kg<sup>-1</sup> ve 26.17 mg kg<sup>-1</sup> ile TGK<sub>4</sub> + Z<sub>2</sub>+ ½ N (Sıvı) ve TGK<sub>4</sub> + Z<sub>2</sub> uygulamaları vermiştir. En düşük bakır değeri, 4.83 mg kg<sup>-1</sup> ile kontrol uygulamasından elde ettiğini belirtmiştir.

Mengel ve Kirkby (1982), bakırın bitkiler tarafından çok küçük miktarlarda alındığını ve bitkilerin bakır içeriği, genellikle 2-20 mg kg<sup>-1</sup> (KM) arasında olduğunu bildirmişlerdir.

#### 4.3.17. Yaprakta mangan

Bitkide yaprakta mangan içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.91’de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Kompost uygulamasının kompost dozları (alt konu) arasındaki fark ise, istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). CV (%), 16.55 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.89. Yaprakta mangan varyans analizi

| Mangan (mg kg <sup>-1</sup> ) |                     |                 |                    |          |          |
|-------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı             | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                      | 2                   | 48,0517         | 24,0258            | 0,1860   | 0,8338   |
| Materyal (M)                  | 4                   | 571,3410        | 142,8350           | 1,1056   | 0,4169   |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1)   | 8                   | 1033,5600       | 129,1950           | 3,3698   | 0,0048** |
| Doz (D)                       | 4                   | 604,3780        | 151,0940           | 3,9410   | 0,0087** |
| D*M int.                      | 16                  | 1076,0100       | 67,2507            | 1,7541   | 0,0753   |
| Hata (2)                      | 40                  | 1533,5618       | 38,3390            |          |          |
| Genel (C. Total)              | 74                  | 4866,9055       |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)       |                     | CV (%): 16,55   |                    |          |          |

Bitkide yaprakta mangan içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) ortalama değerleri, Çizelge 4.92’de belirtilmiştir. Bitkide yaprakta mangan içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K5 konusunda 41.75, en düşük K2 konusunda 34.45 olduğu görülmektedir.

Bitkide yaprakta mangan içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemli bulunduğu (p<0.01), en yüksek sırasıyla D3 dozunda 41.51, D4 dozunda 39.66, en düşük D0 dozunda 33.63 ve ortalama olarak 37.41 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksyonuna bakılırsa, en yüksek sırasıyla, K5 konusu D3 dozunda 52.70, K5 konusu D4 dozunda 47.73 ve K5 konusu D1 dozunda 46.57; en düşük K5 konusu D0 dozunda 28.10 olarak bulunmuştur.

Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide yaprakta mangan içeriğinde artışın olduğu ve en yüksek D3 dozunda olduğu görülmektedir (p<0.01). Bitkide yaprakta mangan içeriği değerleri incelendiğinde, yaprakta bakır içeriğine benzer bir şekilde, K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunda diğer kompost konularına göre daha yüksek mangan içerdiği söylenebilir.

Çizelge 4.90. Yaprakta mangan ortalama değerleri

| Mangan (mg kg <sup>-1</sup> ) |                   |         |         |        |         |       |
|-------------------------------|-------------------|---------|---------|--------|---------|-------|
| Ana konu                      | Alt konu (Dozlar) |         |         |        |         |       |
| (Materyal)                    | D0                | D1      | D2      | D3     | D4      | Ort.  |
| K1                            | 33,78             | 30,39   | 36,53   | 39,07  | 40,61   | 36,08 |
| K2                            | 33,78             | 36,04   | 32,14   | 36,88  | 33,41   | 34,45 |
| K3                            | 34,40             | 36,11   | 33,36   | 37,33  | 35,26   | 35,29 |
| K4                            | 38,12             | 34,64   | 41,66   | 41,56  | 41,30   | 39,46 |
| K5                            | 28,10             | 46,57   | 33,67   | 52,70  | 47,73   | 41,75 |
| Ort.                          | 33,63C            | 36,75BC | 35,47BC | 41,51A | 39,66AB |       |
| LSD Doz (0,01): 4,57          |                   |         |         |        |         |       |

Jones (2001), tarafından yürütülen bir çalışmada, mısır bitkisi koçan yaprağında mangan (Mn), 73 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulmuşken, bu çalışmada en yüksek K5 konusunda bitkinin yaprağında mangan (Mn) 41.75 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.

Jones ve ark., (1991), yapmış olduğu bir çalışmada mısır bitkisinde, püskül oluşum döneminde alınan koçan yapraklarının analiz sonuçlarına göre belirlenen yeterlilik sınıfına ait değerler verisinde mangan (Mn) (mg kg<sup>-1</sup>), 10-19 arası noksan; 20-200 arası yeterli; 201-300 ise fazla olarak tanımlanmıştır. Buna göre bu çalışmada K5 konusunda bitki yaprağında mangan (Mn), yeterli sınıfında yer almaktadır.

Ercan, (2008), farklı dozda tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit) uygulamalarının oğulotu (*M. Officinalis* L.) bitkisinin toplam mangan içeriğine etkisi çalışmasında, farklı uygulama konularının deneme bitkisinin mangan içeriğine %1 düzeyinde önemli etkisinin olduğu görülmektedir. Bitkinin en yüksek mangan düzeyi aynı grup içerisinde yer alan 253.3 mg kg<sup>-1</sup> değeri ile TGK<sub>4</sub> + Z<sub>2</sub>+ ½ N (Sıvı) uygulaması ve 245.5 mg kg<sup>-1</sup> değeri ile TGK<sub>4</sub> + Z<sub>2</sub>+ ½ N (Üre) uygulamasından elde edilirken en düşük mangan miktarı ise aynı grup içerisinde yer almış olan 28.50 mg kg<sup>-1</sup> ve 30.83 mg kg<sup>-1</sup> ile kontrol ve Zeolit<sub>1</sub> uygulamalarından elde ettiğini belirtmiştir.

#### 4.3.18. Yaprakta çinko

Bitkide yaprakta çinko içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.93'de belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının kompost materyalleri (ana konu) arasındaki fark (p<0.05) ve kompost dozları (alt konu) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). CV (%), 18.49 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.91. Yaprakta çinko varyans analizi

| Yaprakta çinko ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) |                     |                 |                    |          |          |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                      | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                               | 2                   | 21,0803         | 10,5402            | 0,6938   | 0,5274   |
| Materyal (M)                           | 4                   | 295,0760        | 73,7689            | 4,8555   | 0,0278*  |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1)            | 8                   | 121,5430        | 15,1929            | 2,0841   | 0,0605   |
| Doz (D)                                | 4                   | 237,6800        | 59,4201            | 8,1508   | <,0001** |
| D*M int.                               | 16                  | 189,3740        | 11,8358            | 1,6236   | 0,1069   |
| Hata (2)                               | 40                  | 291,6027        | 7,2901             |          |          |
| Genel (C. Total)                       | 74                  | 1156,3557       |                    |          |          |
| * ( $p<0.05$ ), ** ( $p<0.01$ )        |                     | CV (%): 18,49   |                    |          |          |

Bitkide yaprakta çinko içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) ortalama değerleri, Çizelge 4.94'te belirtilmiştir. Bitkide yaprakta çinko içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.05$ ), en yüksek K5 konusunda 18.17, en düşük K3 konusunda 12.81 olduğu görülmektedir.

Bitkide yaprakta çinko içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek aynı grupta yer alan sırasıyla D4 dozunda 17.17, D3 dozunda 15.98, en düşük D0 dozunda 12.08 ve ortalama olarak 14.60 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek sırasıyla, K5 konusu D4 dozunda 24.40, K5 konusu D3 dozunda 20.57 ve K5 konusu D1 dozunda 18.60; en düşük K5 konusu D0 dozunda 10.94 olarak bulunmuştur.

Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide yaprakta çinko içeriğinde artışın olduğu ve en yüksek D4 dozunda olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

Bitkide yaprakta çinko içeriği değerleri incelendiğinde, yaprakta mangan, bakır içeriğine benzer bir şekilde, K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunda diğer kompost konularına göre daha yüksek çinko içerdiği söylenebilir.

Çizelge 4.92. Yaprakta çinko ortalama değerleri

| Yaprakta çinko (mg kg <sup>-1</sup> ) |                   |        |                      |        |        |         |
|---------------------------------------|-------------------|--------|----------------------|--------|--------|---------|
| Ana konu                              | Alt konu (Dozlar) |        |                      |        |        |         |
| (Materyal)                            | D0                | D1     | D2                   | D3     | D4     | Ort.    |
| K1                                    | 12,97             | 12,36  | 14,04                | 14,95  | 15,31  | 13,93B  |
| K2                                    | 12,47             | 12,36  | 12,97                | 12,67  | 14,02  | 12,90B  |
| K3                                    | 11,64             | 12,72  | 12,23                | 13,58  | 13,87  | 12,81B  |
| K4                                    | 12,37             | 13,71  | 13,64                | 18,11  | 18,24  | 15,22AB |
| K5                                    | 10,94             | 18,60  | 16,32                | 20,57  | 24,40  | 18,17A  |
| Ort.                                  | 12,08B            | 13,95B | 13,84B               | 15,98A | 17,17A |         |
| LSD Mat. (0,05): 3,28                 |                   |        | LSD Doz (0,01): 1,99 |        |        |         |

Jones (2001), tarafından yürütülen bir çalışmada, mısır bitkisi koçan yaprağında çinko (Zn), 22 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulmuşken, bu çalışmada en yüksek K5 konusunda bitkinin yaprağında çinko (Zn) 18.17 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.

Jones ve ark., (1991), yapmış olduğu bir çalışmada mısır bitkisinde, püskül oluşum döneminde alınan koçan yapraklarının analiz sonuçlarına göre belirlenen yeterlilik sınıfına ait değerler verisinde çinko (Zn) (mg kg<sup>-1</sup>), 15-24 arası noksan; 25-100 arası yeterli; 101-150 ise fazla olarak tanımlanmıştır. Buna göre bu çalışmada bütün kompost konularında bitki yaprağında çinko (Zn), noksan sınıfında yer almaktadır.

Ercan, (2008), farklı dozda tavuk gübresi kompostu (TGK) ve zeolit (klinoptilolit) uygulamalarının oğulotu (*M. Officinalis* L.) bitkisinin toplam çinko içeriğine etkisi çalışmasında, uygulamalar arasındaki farklılıkların bitkinin çinko içeriğine etkisinin %1 olasılık düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. (*M. Officinalis* L.) bitkisinin en yüksek çinko değeri, 179.2 mg kg<sup>-1</sup> ile yine TGK<sub>4</sub> + Z<sub>2</sub>+ ½ N (Sıvı) uygulamasından elde edilirken en düşük çinko miktar ise 15.17 mg kg<sup>-1</sup> değeri ile kontrol uygulamasından elde ettiğini belirtmiştir.

#### 4.3.19. Yaprakta bor

Bitkide yaprakta bor içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.95'te belirtilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, kompost uygulamasının kompost materyalleri (ana konu) ve kompost dozları (alt konu) arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. CV (%), 19.64 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.93. Yaprakta bor varyans analizi

| Yaprakta bor (mg kg <sup>-1</sup> ) |                     |                 |                    |          |          |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Varyasyon Kaynağı                   | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Prob > F |
| Tekerrür                            | 2                   | 4554,61         | 2277,31            | 19,8840  | 0,0008** |
| Materyal (M)                        | 4                   | 365,183         | 91,2957            | 0,7971   | 0,5593   |
| Tek*Anakonu Random-Hata (1)         | 8                   | 916,236         | 114,5290           | 1,2921   | 0,2752   |
| Doz (D)                             | 4                   | 237,868         | 59,4669            | 0,6709   | 0,616    |
| D*M int.                            | 16                  | 617,476         | 38,5922            | 0,4354   | 0,9625   |
| Hata (2)                            | 40                  | 3545,66         | 88,6420            |          |          |
| Genel (C. Total)                    | 74                  | 10237,034       |                    |          |          |
| * (p<0.05), ** (p<0.01)             |                     | CV (%): 19,64   |                    |          |          |

Bitkide yaprakta bor içeriği ortalama değerleri, Çizelge 4.96'da belirtilmiştir. Bitkide yaprakta bor içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek sırasıyla, K3 konusunda 49.91 ve K1 konusunda 49.73, en düşük K4 konusunda 44.19 olduğu görülmektedir.

Bitkide yaprakta bor içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek D3 dozunda 50.24; en düşük D4 dozunda 45.34 ve ortalama 47.94 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek sırasıyla K3 konusu D3 dozunda 53.89, K1 konusu D0 dozunda 53.79; en düşük K4 konusu D4 dozunda 37.77 olarak bulunmuştur.

Bitkide yapraktaki bor içeriği değerleri incelendiğinde, K3 (klinoptilolit kompostu) konusunda diğer kompost konularına göre daha yüksek bor içeriğine sahip olduğu ifade edilebilir. Yaprakta bor içeriğinin yüksek olmasındaki nedeni sulama suyundan geldiği düşünülmüştür.

Çizelge 4.94. Yaprakta bor ortalama değerleri

| Yaprakta bor (mg kg <sup>-1</sup> ) |                   |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ana konu                            | Alt konu (Dozlar) |       |       |       |       |       |
| (Materyal)                          | D0                | D1    | D2    | D3    | D4    | Ort.  |
| K1                                  | 53,79             | 47,68 | 49,41 | 50,14 | 47,61 | 49,73 |
| K2                                  | 47,21             | 45,25 | 48,58 | 50,18 | 42,11 | 46,67 |
| K3                                  | 42,17             | 53,52 | 52,16 | 53,89 | 47,80 | 49,91 |
| K4                                  | 40,58             | 51,19 | 43,79 | 47,61 | 37,77 | 44,19 |
| K5                                  | 48,73             | 48,16 | 48,33 | 49,36 | 51,43 | 49,20 |
| Ort.                                | 46,50             | 49,16 | 48,45 | 50,24 | 45,34 |       |

Jones (2001), tarafından yürütülen bir çalışmada, mısır bitkisi koçan yaprağında bor (B), 11 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulmuşken, bu çalışmada en yüksek K3 konusunda bitkinin yaprağında bor (B) 49.91 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.

Jones ve ark., (1991), yapmış olduğu bir çalışmada mısır bitkisinde, püskül oluşum döneminde alınan koçan yapraklarının analiz sonuçlarına göre belirlenen yeterlilik sınıfına ait değerler verisinde bor (B) (mg kg<sup>-1</sup>), 2-4 arası noksan; 5-25 arası yeterli; 26-60 ise fazla olarak tanımlanmıştır. Buna göre bu çalışmada K3 konusunda bitki yaprağında bor (B), fazla sınıfında yer almaktadır.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1. Kompost Analiz Sonuçların Değerlendirilmesi ve Öneriler

Karapınar ÇEAM arazisinde, kompostlaştırma işlemi öncesinde 4 eşit bitki yığını (ayçiçeği ve mısır artıkları- sırasıyla 1/3 oranında) oluşturulmuştur. Akabinde her bitki yığına eşit miktarda tavuk gübresi ilavesi yapılmıştır. Kompost yığınlarının C/N oranları yaklaşık olarak 25/1 olarak ayarlanmıştır. Sonra konularına göre ağırlıkça % 10 (kuru madde) zenginleştirilmiş materyallerin ilavesi sağlanmıştır.

Kompost 1 (K1)-kompost + %10 biyokömür,

Kompost 2 (K2)-kompost + %10 leonardit,

Kompost 3 (K3)-kompost + %10 klinoptilolit,

Kompost 4 (K4)-kompost (ilave materyal olmayan kompost) oluşturulmuştur. 4 kompost konusu haricinde içeriğinde bitki yığını olmayan Kompost 5 (K5) (sadece tavuk gübresi kompostu) konusu olmak üzere 5 farklı kompost konusunda kompostlaştırma işlemleri yürütülmüştür. Kompostlaştırma işlemi 09.07.2019-25.10.2019 tarihleri arasında 109 gün boyunca devam etmiştir. Bu çalışmada kompost konularının analiz sonuçları ve değerlendirilmesi Çizelge 5.1’de özetlenmiş bir şekilde belirtilmiştir.

Çizelge 5.1. Kompostlaştırmada kompost konuları arasında değerlendirme

| Kompost süresince kompost konuları arasında değerlendirilmesi |                                    |                                   |                                                                                                          |                                        |                                         |                             |                                                                                                                                                               |                                                 |                                                                                    |                       |           |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kompost konuları ve parametreler                              | Sıcaklık ort. °C<br>16 günlük için | Sıcaklık ort. °C<br>6 günlük için | Nem ort. %                                                                                               | pH                                     | EC dS m <sup>-1</sup>                   | Tuzluluğu tutma etkinliği % | Renk                                                                                                                                                          | HA g m <sup>-3</sup>                            | Porozite %                                                                         | C/N (Nihai kompostta) | N kaybı % | OMK % (Nihai kompostta) | Elementler-ppm (Nihai kompostta)                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| K1 (%10 biyokömür kompostu)                                   | 16 gün ort.<br>55.58 °C            |                                   | Nemi diğer kompost konularına göre daha fazla tutmuştur. Kompost süresince nem %57.42 arasında olmuştur. | kompost başı 7.98<br>kompost sonu 9.16 | kompost başı 12.04<br>kompost sonu 4.66 | 61.30                       |                                                                                                                                                               | HA diğer kompost konularına göre daha düşüktür. | Porozite değerinde ilkin K2 sonra K1 diğer kompost konularına göre daha yüksektir. | 15.56                 | 12.86     | 54                      | Kompostlaşma ile bütün elementel konsantrasyonda yaklaşık iki kat artış olmuştur.                                                                                                                                                                                                                |
| K2 (%10 leonardit kompostu)                                   | 16 gün ort.<br>54.18 °C            | 6 gün ort.<br>62.21 °C            | Kompost süresince nem% 54.02                                                                             | kompost başı 7.78<br>kompost sonu 8.47 | kompost başı 12.67<br>kompost sonu 4.90 | 61.33                       |                                                                                                                                                               |                                                 |                                                                                    | 11.66                 | 4.58      | 71                      | Kompostlaşma ile bütün elementel konsantrasyonda yaklaşık iki kat artış olmuştur. K2 kompostunda, Fe diğer kompost konulara göre yüksektir. (1899.8 ppm)                                                                                                                                         |
| K3 (%10 klinoptilolit kompostu)                               | 14 gün ort.<br>52.79 °C            | 6 gün ort.<br>60.98 °C            | Kompost süresince nem %55.97                                                                             | kompost başı 8.38<br>kompost sonu 8.60 | kompost başı 11.10<br>kompost sonu 4.15 | 62.61                       | Renk değişiminde bütün kompost konularında nihai halinde siyahlaşma olmuştur. Bu parametrede ilkin K2 sonra K1 kompostunda daha hızlı siyahlaşma görülmüştür. |                                                 |                                                                                    | 10.88                 | 24.03     | 59                      | Kompostlaşma ile bütün elementel konsantrasyonda yaklaşık iki kat artış olmuştur. K3 kompostunda, Al diğer kompost konulara göre yüksektir. (3318.4 ppm)                                                                                                                                         |
| K4 (ilave materyal olmayan kompost)                           | 16 gün ort.<br>54.27 °C            |                                   | Kompost süresince nem %57.36                                                                             | kompost başı 8.65<br>kompost sonu 9.30 | kompost başı 13.29<br>kompost sonu 6.99 | 47.40                       |                                                                                                                                                               |                                                 |                                                                                    | 11.76                 | 13.62     | 54                      | Kompostlaşma ile bütün elementel konsantrasyonda yaklaşık iki kat artış olmuştur. K4 kompostunda, makro K ve Mg elementleri diğer kompost konulara göre yüksektir. (sırasıyla %2.98, % 0.53)                                                                                                     |
| K5 (sadece tavuk gübresi kompostu)                            | 11 gün ort.<br>54.32 °C            |                                   | Nemi diğer kompost konulara göre daha düşük tutmuştur. Kompost süresince nem %39.85 arasında olmuştur.   | kompost başı 7.40<br>kompost sonu 9.21 | kompost başı 22.06<br>kompost sonu 7.16 |                             |                                                                                                                                                               | HA diğer kompost konulara göre daha yüksektir.  |                                                                                    | 9.68                  | 62.01     | 71                      | Kompostlaşma ile bütün elementel konsantrasyonda yaklaşık iki kat artış olmuştur. K5 kompostunda, B, Cu, Mn, Na, Zn (sırasıyla 51.29 ppm, 61.31 ppm, 562.85 ppm, 3326.9 ppm, 386.46 ppm) ve makro Ca, K, P elementleri diğer kompost konulara göre yüksektir. (sırasıyla %12.48, % 2.96, % 1.73) |

Kompost analiz verileri değerlendirildiğinde, sıcaklık değerlerine bakılırsa sırasıyla K3 (Klinoptilolit kompost) ve K2 (leonardit kompost) en hızlı bir şekilde süreci tamamladığı ve olgunlaşma gösterdiği görülmektedir. K5 (tavuk gübresi kompost) en geç olgunlaştığını sıcaklığını kaybetmediğini göstermektedir. Nem değerlerinde bakacak olursak, K1 (biyokömür kompost) konusunda nemi en iyi tutulduğu ve nemin en yüksek olduğu görülmektedir. K5 (sadece tavuk gübresi kompostu) konusunda nemin en düşük derecede seyrettiği görülmektedir. pH değeri, K2 (leonardit kompost) ve K3 (klinoptilolit kompost) konusunda diğer konulara göre daha düşük ve 8.5'e yakın olmuştur. Kompost yığınlarında kompostlaştırma süreciyle birlikte

zamanla EC değeriinde azalmalar ve iyileşmeler görülmüştür. Özellikle K3 (klinoptilolit kompost) konusunda 4'e ( $\text{dS m}^{-1}$ ) yakın olduğu görülmüştür. Tuzluluk tutma etkinliğinde açısından değerlendirildiğinde sırasıyla, K3 (klinoptilolit kompost) konusunda % 62.61, K2 (leonardit kompost) konusunda % 61.33, K1 (biyokömür kompost) konusunda % 61.30, K4 (ilave materyal olmayan kompost) konusunda % 47.40 olarak bulunmuştur.

Kompost konularında C/N değişimlerine bakılacak olursa, K3 (klinoptilolit kompost) C/N oranı 10.89 ve K2 (leonardit kompost) C/N oranı 11.66 olduğu ve bu kompost konularında daha olgun kompostlaştırmanın sağlandığı görülmüştür. Kompost konularında azot (% N) kaybı açısından bakıldığında, en çok N kaybı K5 (tavuk gübresi kompostu)'te, diğerlerine göre 2.63 kat daha fazla olmuştur. Diğer kompost konularında K5 (tavuk gübresi kompostu) konusuna göre azot kaybının daha az olduğu ortaya çıkmıştır. En az N kaybı, K2 (leonardit kompost) ve K1 (biyokömür kompost) konularında olmuştur. Bu çalışmada, kompost uygulamalarında total N kaybındaki azalma açısından değerlendirildiğinde sırasıyla, K2 (leonardit kompost) konusunda % 4.58, K1 (biyokömür kompost) konusunda % 12.86, K3 (klinoptilolit kompost) konusunda % 24.03 olduğu görülmüştür ve nihai kompostun azot yönünden gübre değerini kullanılan materyallerin zenginleştirmiş olduğu görülmüştür.

OMK (%), organik madde kaybı, en yüksek K5 (tavuk gübresi kompostu) ve K2 (leonardit kompost) konusunda olmuştur. OMK (%), en az ise, K1 (biyokömür kompost) konusunda olmuştur. Burada K1 (biyokömür kompost) organik madde kaybının az olmasının nedeni biyokömürün mikroorganizmalar tarafından ayrışmasına karşı olan dayanım, dirençten kaynaklanmaktadır. Renk değişimindeyse, en çok hızlı siyahlaşan K2 (leonarditli kompost) ve K1 (biyokömürlü kompost) olduğu görülmüştür. Genelde kompost konularında benzer bir şekilde HA'da artış; porozite değerlerinde azalmalar görülmüştür. Kompostlaştırma periyodu boyunca kompost konularında poroziteye bakıldığında K5 (tavuk gübresi kompostu) hariç diğer kompostlarda % porozitede azalmalar gözükmemektedir. Bütün kompost konularında benzer bir şekilde bitki besin element konsantrasyonunda artışlar görülmektedir.

Bütün değerlendirmeler ışığında özetle şunu söyleyebiliriz ki, kompostlaştırma süresi boyunca 5 farklı kompost konusunda, sıcaklık parametresi açısından K2 (leonardit kompost) ve K3 (klinoptilolit kompost) kompost konularının daha iyi olduğu, kompostlaştırma sürecini daha hızlı bir şekilde tamamladığını ve olgunlaştığını

görülmektedir. C/N değerlendirmesindeyse, K2 (leonardit kompost) ve K3 (klinoptilolit kompost), yüksek adsorblama özelliği ve azotu tutması, komposttaki porozitesi yüksek oluşundan ve dolayısıyla havayı ve suyu iyi tutması, havalandırmayı artırıp daha iyi fermentasyon sağlanması nedeniyle kompost oluşumunda daha iyi ve daha düşük C/N oranını verdiği görülmüştür. Ayrıca K1 (biyokömür kompost) konusunda nemin daha iyi tutulduğu, azot kaybının az olduğu ve mikroorganizmalar tarafından ayrışmaya karşı dirençli olmasından dolayı organik madde kaybının da az olduğu görülmüştür.

Taze tavuk gübrelerinin doğrudan kullanımında önemli sorunlardan biri taze tavuk gübresinin kendisine özgü rahatsız edici kokusu ve tuz oranının yüksek olmasıdır. Bu çalışmada başlangıçta kompost yığınındaki kötü kokunun kompostlama süresi içinde giderek azaldığı, kompostlamaya son verilen 109 gün süre sonunda ise hemen hemen hiç kokunun kalmadığı ve tuzluluk gideriminin sağlandığı görülmektedir.

Tavuk gübresinin kompostlaşmasında biyokömür, klinoptilolit ve leonardit kullanımının değerlendirilmesi konusunda çalışma yürütmüş araştırmacıların bulguları, sonuçları ve değerlendirilmesi sırasıyla Çizelge 5.2, Çizelge 5.3'te görülmektedir.

Çizelge 5.2. Tavuk gübresi kompostunda biyokömür kullanımına bir bakış

| Tavuk gübresi kompostunda biyokömür katkı malzemelerinin kullanımına bir bakış                              |                                                                           |       |                                                                              |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| S.No                                                                                                        | Kompost materyal                                                          | Skala | Biyokömür elde edinimi kaynağı                                               | Biyokömür dozu          | Kompost prosesinde biyokömürün etkisi                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kaynaklar                        |
| 1                                                                                                           | Kanatlı atık, şeker kamışı samanı (5:1 dw) C/N: 10/1                      | Tarla | Yeşil atık ve kanatlı atık- (550 °C)                                         | %10 (dw)                | Kompostun biyokömürle iyileştirilmesiyle total N (%51) ve NH <sub>3</sub> (%60) kaybı azaldı ve nihai kompostun gübre değerini artırdı                                                                                                                                                                                                        | Agvarko-Mintah ve ark. (2017)    |
| 2                                                                                                           | Yumurta tavuğu gübresi, talaş (1.1:1 dw) C/N: 22.5/1                      | Lab   | Mısır sapı, bambu, odunsu, yumurta tavuğu gübresi, hindistan cevizi          | %10 (fw)                | Biyokömür ilavesiyle sırasıyla NH <sub>3</sub> ve CH <sub>4</sub> uçuculuğu %21.5-38.5 ve %6.1-22.2 azaldı.                                                                                                                                                                                                                                   | Chen ve ark. (2017a,b)           |
| 3                                                                                                           | Tavuk gübresi, arpa samanı (3.5:1 dw) C/N: 8/1                            | Lab   | Sert ağaç (%80) ve yumuşak ağaç (%20)- (500-700 °C)                          | %27 (dw)                | Biyokömür ilavesi düşük ve yüksek hava akış oranlarında, toplam sera gazı emisyonları sırasıyla %32 ve %27 azaldı.                                                                                                                                                                                                                            | Chowdhury ve ark. (2014)         |
| 4                                                                                                           | Tavuk gübresi, talaş (3:2 v/v) C/N: 20/1                                  | Lab   | Pirinç samanı ve mantar                                                      | %5 (dw)                 | Kontrol deneylerinde, antibiyotige dirençli genlerin ortalama uzaklaştırma oranları ve patojenik bakteriler sırasıyla 0.86 log ve %57.1'dir.                                                                                                                                                                                                  | Cui ve ark. (2016)               |
| 5                                                                                                           | Tavuk gübresi, buğday samanı (1:0.4 fw) C/N: 25/1                         | Lab   | Odun talaşı                                                                  | %5,10 (fw)              | Biyokömürün maks. miktarıyla kompost materyalinde 2 günde maks. Sıcaklığa ulaştı. (72.1 °C) Biyokömürle iyileştirilmiş kompost materyali Termofilik sıcaklık periyodu 3-4 gün daha da kısaldı. Biyokömür ilavesiyle C-CO <sub>2</sub> emisyonları arttı (%6.9-7.4).                                                                           | Czekala ve ark. (2016)           |
| 6                                                                                                           | Tavuk gübresi, talaş (1:1 fw) C/N: 22.5                                   | Tarla | Eucalyptus grandis (300–450 °C)                                              | %50 (fw)                | Hacim artırıcı olarak biyokömür kullanımı, talaş ile kıyaslandığında 210 günlük kompostun humifikasyon indeksini %53 oranında artırmıştır.                                                                                                                                                                                                    | Dias ve ark. (2010)              |
| 7                                                                                                           | Tavuk gübresi, buğday samanı (6.8 fw) C/N: 25:1                           | Pilot | Bamboo biyokömürü                                                            | %0, 2, 4, 6, 8, 10 (dw) | Biyokömürün artan bir dozu, göreceli bolluğu artırdı ancak mantar topluluğunun çeşitliliğini azalttı. Sıcaklık, pH ve C/N oranı, mantar topluluğu ile korelasyonları önemli görülmüştür.                                                                                                                                                      | Duan ve ark. (2019)              |
| 8                                                                                                           | Tavuk gübresi, buğday samanı (10:1 fw) C/N: 20:1                          | Lab   | Toz ve taneli pirinç samanı biyokömür, toz ve granül bamboo biyokömürü, (ns) | %10 (fw)                | Granül bamboo biochar, toz bambu (4025), toz pirinç samanı (6148) ve taneli pirinç samanı (6197) biyokömürler ile karşılaştırıldığında, en düşük CH <sub>4</sub> ve N <sub>2</sub> O emisyonlarına sahiptir (GWP: 3058). Bununla birlikte, granül bamboo biyokömürü, en yüksek birikim NH <sub>3</sub> emisyonlarına (957 mg/kg VS) sahiptir. | He ve ark. (2019)                |
| 9                                                                                                           | Tavuk gübresi, buğday samanı (1:0.4 fw) C/N: 25:1                         | Lab   | Söğüt talaşı biyokömürü- (350 °C)                                            | %5, 10 (fw)             | Biyokömürün %5 ve %10'luk ilavesiyle sırasıyla NH <sub>3</sub> emisyonları %30 ve %44 azaldı. Biyokömür ilavesi compost pH'sında bir etki oluşturmadı.                                                                                                                                                                                        | Janczak ve ark. (2017)           |
| 10                                                                                                          | Tavuk gübresi, sert ağaç talaşı, (ns)                                     | Lab   | Pirinç kabuğu biyokömürü (gazlaştırma)                                       | %10, 20, 30 (dw)        | %20 biochar ilavesi, N <sub>2</sub> O emisyonları piktte %60'lık bir düşüşe neden oldu. %20 biochar ilavesiyle, nihai kompost ürünlerinde NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N ve NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N içerikleri sırasıyla %67.3 ve %66.7 arttı.                                                                                       | Jia ve ark. (2016)               |
| 11                                                                                                          | Siğir veya tavuk gübresi, elma püresi, pirinç samanı, pirinç kepeği, (ns) | Tarla | Sert ağaç ağaç yaprakları - (400-600 °C)                                     | %10 (dw)                | Biyokömür ilavesi termofilik faz boyunca sıcaklık artışına etki etmedi. 12 haftalık kompostlaştırmadan sonra, gram pozitif (ısıya dirençli), gram negatif (ısıya daha az dayanıklı) bakterilere oranı artmış, bu da sürecin sonunda gram pozitif bakterilerin aktif bir rol oynadığını düşündürmektedir.                                      | Jindo ve ark. (2012)             |
| 12                                                                                                          | Tavuk gübresi, buğday samanı C/N: 20:1                                    | Pilot | Bamboo biyokömürü, (ns)                                                      | %5, 10, 20 (fw)         | %10 biochar ilavesi, organik madde bozulmasını geliştirdi ve amonyak ve sera gazı emisyonlarını azalttı. Aşırı biyokömür ilavesi (%10 üzeri), aşırı su kaybı ve ısı kaybından dolayı kompost prosesini olumsuz etkiledi.                                                                                                                      | Liu ve ark. (2017)               |
| 13                                                                                                          | Koyun gübresi, zeytin değirmeni atıkları (1.2:1 dw) C/N: 17:1             | Tarla | Çalı meşesi odunu (650 °C)                                                   | %4 (dw)                 | Biyokömür, olgun kompostta NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> konsantrasyonunu artırdı ve azot kaybını %15 azalttı. N <sub>2</sub> O emisyonlarına etki etmedi.                                                                                                                                                                                     | López-Cano ve ark. (2016)        |
| 14                                                                                                          | Tavuk gübresi, arpa samanı (3.5:1 dw) C/N: 6.5:1                          | Pilot | Çalı meşesi (650 °C)                                                         | %3 (dw)                 | En yüksek sıcaklıklar, yaklaşık 60 °C (kontrol) ve 65 °C (biyokömür ile muamelede) olmuştur. %3 biyokömür ilavesi, büyük topakların oluşumunu azalttı ve küçük parçacıkların oranını artırdı (<25 mm). Biochar'ın toplam N kaybı veya gaz emisyonları üzerinde bir etkisi olmadı.                                                             | Sánchez-García ve ark. (2015)    |
| 15                                                                                                          | Kanatlı atık                                                              | Pilot | Çam ağacı talaşı (400 °C)                                                    | %5,20 (fw)              | Kontrol, 2. haftada en yüksek sıcaklığa (59 °C) ulaştı. Biochar ile uygulamada, 1. haftada en yüksek sıcaklığa ulaştı (65 °C) bu da daha hızlı bir ayırmayı göstermektedir. Biochar ile muamelede, kontrole kıyasla daha düşük amonyak emisyonlarına (%64 daha az) ve toplam N kayıpları (%52 daha az) sahiptir.                              | Steiner ve ark. (2010)           |
| 16                                                                                                          | Tavuk gübresi, domates sapları C/N: 25:1                                  | Tarla | ns                                                                           | 1%                      | Termofilik faza giriş daha kısa süre (5-7 günlük süre)ye kıyasla 3 gün), daha yüksek sıcaklık (50 °C'ye kıyasla 56 °C) ve daha uzun termofilik faz (4 güne kıyasla 6 gün) Biyochar zeolit ve bataklik turbasına göre mikrobiyal topluluk çeşitliliğinde önemli etki oluşturdu.                                                                | Wei ve ark. (2014)               |
| 17                                                                                                          | Tavuk gübresi, mısır ve ayçiçek atık (2.6:3:1 dw) C/N: 25/1               | Tarla | İğde budaması biyokömürü- (450 °C)                                           | %10 (dw)                | Kompostun biyokömürle iyileştirilmesiyle total N kayıbdaki azalma (%12.86), toplam azot tutma (% 87.14) ve nihai kompostun gübre değerini zenginleştirdi. Ayrıca tuz alımına etkinliği, K1 (biyokömür kompostu) %61.30 olarak bulunmuştur.                                                                                                    | Bu tez çalışması, Mücevher, 2022 |
| NOT: (dw: dry weight, fw: fresh weight), ns: Piroлиз sıcaklığı veya karışım bu makalede ifade edilmemiştir. |                                                                           |       |                                                                              |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |

Çizelge 5.3. Tavuk gübresi kompostunda zeolit, leonardit kullanımına bir bakış

| Tavuk gübresi kompostunda zeolit ve leonardit katkı malzemelerinin kullanımına bir bakış                    |       |                                                                     |                           |                                                                                                                                                                                                                                                |                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Kompost materyal                                                                                            | Skala | Zeolit elde edimini kaynağı                                         | Zeolit dozu               | Kompost prosesinde katkı malzemesinin etkisi                                                                                                                                                                                                   | Kaynaklar                         |
| 1 Sığır gübresi                                                                                             |       | zeolit                                                              | %10 (fw)                  | Azot korunumu üzerindeki etkisinde (kontrolle göre), toplam azotu %16 artırmıştır.                                                                                                                                                             | Khodaejoghian ve ark. (2010)      |
| 2 Arıtma çamuru, buğday samanı                                                                              |       | zeolit ve kireç                                                     | %10, 15, 30 (fw), %1 (dw) | Azot korunumu üzerindeki etkisinde (kontrolle göre), sırasıyla, toplam azotu %41.12, 43.17, 50.34 artırmıştır.                                                                                                                                 | Awasthi ve ark. (2016)            |
| 3 Süt ineği çamuru, talaş                                                                                   |       | zeolit                                                              | %6.25 (fw)                | Azot korunumu üzerindeki etkisinde (kontrolle göre), amonyak (NH <sub>3</sub> ), %50.00 azalmıştır.                                                                                                                                            | Lefcourt ve Meisinger (2001)      |
| 4 Gıda atık, talaş                                                                                          |       | zeolit, MgO (0.05 M/kg), K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (0.1 M/kg) | %10 (ns)                  | Azot korunumu üzerindeki etkisinde (kontrolle göre), amonyak (NH <sub>3</sub> ), %18 azalmıştır.                                                                                                                                               | Chan ve ark. (2016)               |
| 5 Evsel katı atık                                                                                           |       | Doğal zeolit, Mg-modifiye zeolit                                    | %15, 15 (fw)              | Azot korunumu üzerindeki etkisinde (kontrolle göre), amonyum (NH <sub>4</sub> ) sırasıyla %64.5, 109.7 artmıştır.                                                                                                                              | Taheri-Soudejani ve ark. (2019)   |
| 6 Tavuk gübresi                                                                                             | Lab   | Doğal zeolit, perlit, ponza, vermikülit                             | %10, 10, 10, 10 (dw)      | Proses sonunda uçucu organik bileşikler giderme (ayırma/tutma) etkinliği sırasıyla, %79.73, 54.59, 88.22, 61.53 olarak bulunmuştur.                                                                                                            | Turan ve ark. (2009)              |
| Tavuk gübresi                                                                                               | Lab   | Doğal zeolit                                                        | %5,10 (v:v)               | Kompost prosesi sonunda doğal zeolit tuz alımına etkinliği sırasıyla, %66.64, 88.92 olarak bulunmuştur.                                                                                                                                        | Turan (2008)                      |
| 7 Tavuk gübresi, mısır ve ayçiçek atık (2.6:3:1 dw) (C/N: 25/1)                                             | Tarla | klinoptilolit                                                       | %10 (dw)                  | Kompostun biyokömürle iyileştirilmesiyle total N kayındaki azalma (%24.03), toplam azot tutma (% 75.97) ve nihai kompostun gübre değerini zenginleştirdi. Ayrıca tuz alımına etkinliği, K3 (klinoptilolit kompostu) %62.61 olarak bulunmuştur. | Bu tez çalışması, Mütcevher, 2022 |
| Kompost materyal                                                                                            | Skala | Leonardit elde edimini kaynağı                                      | Leonardit dozu            | Kompost prosesinde katkı malzemesinin etkisi                                                                                                                                                                                                   | Kaynaklar                         |
| 1 Tavuk gübresi, mısır ve ayçiçek atık (2.6:3:1 dw) (C/N: 25/1)                                             | Tarla | leonardit                                                           | %10 (dw)                  | Kompostun leonarditle iyileştirilmesiyle total N kayındaki azalma (%4.58), toplam azot tutma (% 95.42) ve nihai kompostun gübre değerini zenginleştirdi. Ayrıca tuz alımına etkinliği, K2 (leonardit kompostu) %61.33 olarak bulunmuştur.      | Bu tez çalışması, Mütcevher, 2022 |
| NOT: (dw: dry weight, fw: fresh weight), ns: Piroliz sıcaklığı veya karışım bu makalede ifade edilmemiştir. |       |                                                                     |                           |                                                                                                                                                                                                                                                |                                   |

## 5.2. Toprak Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve Öneriler

Bu çalışmada 5 farklı kompost konusunda kompostlaştırma işlemi sona erdikten sonra arazi şartlarında Karapınar deneme sahasında tarla denemesi yürütülmüştür. 5 farklı kompost konusunda 5 farklı dozunda (0, 1, 2, 3, 4 ton da<sup>-1</sup>) 3 tekerrürlü olacak şekilde çakılı denemede kurulmuştur. Denemede kompost uygulamalarının toprak üzerindeki etkileri ortaya konulmuştur. Kompost uygulamalarının toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerindeki etkilerinin analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

### 5.2.1. Toprakların fiziksel özelliklerine etkisi açısından değerlendirilmesi

Kompost uygulanmasıyla toprakta suyla doygunluk (%) miktarında, su tutma kapasitesinde artışın olduğu görülmektedir (p<0.05). Kompost uygulanmasıyla yıllara göre topraktaki agregat stabilitesi değişiminde azalma meydana gelmiştir (p<0.01). 2019 yılında kompost uygulaması öncesi deneme parsellerinden alınan toprak örnekleri arazinin ham toprak verilerini oluşturmaktadır. Akabinde deneme parsellerinde kompostun serilmesi ve makinayla karıştırılması işlemleri gerçekleştirilmiştir. Kompostun toprağa karıştırılması sonrası, inkübasyon işlemi sonrası, 2020 yılında

tohum ekimi öncesi toprak hazırlığı ve ekim işlemleri gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla 2 kez makinayla toprak işleme ve tarla hazırlığı işlemleri olması nedeniyle toprak gevşek hale getirilmiş, toprağın agregatlaşma özelliği azaltılmıştır. Bu nedenle bitki hasat işlemi sonrası deneme parsellerinden alınan toprak örneklerinde agregat stabilitesinde (%) azalmalar meydana gelmiştir. Ancak kompost dozları arttıkça topraktaki agregat stabilitesinin de artmış olduğu görülmektedir ( $p < 0.05$ ). Diğer çalışmalarda, agregat stabilitesi organik maddenin toprağa ilavesi ve ayrışmasına bağlı olarak devamlı bir değişim içerisinde. Organik madde içeriği arttıkça stabilite de artmaktadır. Topraktaki organik maddenin agregat ıslanılabilirliğini azaltarak, agregat şişmesini azaltarak, hapsedilmiş havanın parçalayıcı etkisini azaltarak ve agregatların mevcut sağlamlığını artırarak agregat stabilitesini artırdığını ifade etmiştir (Demiralay, 1977; Özdemir, 1991). Birçok araştırmacı toprakların organik karbon değerleri ile agregat stabiliteyi arasında pozitif ilişkiler belirlemişlerdir (Tisdall ve Oades, 1982; Rasiyah ve ark., 1993; Gülser, 2005).

Bu çalışmada, toprakta mekanik stabilite (%) değerlerinde, kompost uygulanmasıyla yıllara göre değişiminde azalma olduğu görülmüştür ( $p < 0.05$ ). Topraktaki ıslak elemeli agregat stabilitesi (%) parametresine benzer bir şekilde, toprakta mekanik stabilite (%) değerlerinde de toprak işlemeden kaynaklı azalmanın olduğu ifade edilebilir. Ayrıca topraktaki agregatlaşmanın sağlanabilmesi için uzun yıllar gerektiren bir sürecin olması gerekmektedir.

Kompost uygulandıktan sonra yıllara göre, topraktaki 0-10 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) değişiminde artış olduğu görülmüştür ( $p < 0.01$ ). Kompost uygulandıktan sonra yıllara göre, topraktaki 10-20 cm derinlikte hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) değişiminde azalma meydana gelmiştir ( $p < 0.05$ ). Kompost dozlarındaki artışa bağlı olarak, toprakta 0-10 ve 10-20 cm derinliklerinde hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) değerlerinde azalma meydana gelmiştir ( $p < 0.01$ ). Benzer bir çalışmada, topraklara organik madde içeriğinin artırılması için organik materyal uygulaması toprak hacim ağırlığını düşürmektedir (Caravaca ve ark., 2003).

### **5.2.2. Toprakların kimyasal özelliklerine etkisi açısından değerlendirilmesi**

Kompost uygulanmasıyla toprak reaksiyonu pH'da, elektriksel iletkenlik (EC)'de, organik maddede, alınabilir fosfor, alınabilir potasyum, alınabilir kalsiyum,

alınabilir magnezyum, alınabilir sodyum miktarlarında ( $p<0.01$ ) ve kireç içeriğinde ( $p<0.05$ ) bir artış olduğu görülmektedir.

Kompost uygulanmasıyla toprakta bitki tarafından alınabilir fosfor miktarında artış olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Toprakta bitki tarafından alınabilir fosfor değerini incelersek, K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunda diğer kompost konularına göre oldukça yüksek olduğu, K1 (biyokömür kompost) konusunda, diğer kompost konularına göre daha düşük olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Bunun nedeni olarak, biyokömürün topraktaki fosforu fikse ettiği söylenebilir.

Kompost uygulanmasıyla toprakta ekstrakte edilebilir mikro elementler (Fe, Cu, Mn ve Zn) miktarlarında bir artış ( $p<0.01$ ) olduğu görülmektedir. Toprakta ekstrakte edilebilir çinko değerini incelersek, K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunda diğer kompost konularına göre oldukça yüksek olduğu görülmüştür ( $p<0.01$ ). K1 (biyokömür kompost) konusunda, diğer kompost konularına göre daha düşük olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Toprakta bitki tarafından alınabilir fosfor içeriği ile bitki tarafından alınabilir çinko içeriğinin benzer bir gelişme gösterdiği söylenebilir.

Kompost uygulanmasıyla toprakta toplam karbon miktarında artış olduğu görülürken ( $p<0.01$ ); toplam azot miktarında azalma olduğu ortaya çıkmıştır ( $p<0.01$ ). Burada topraktaki toplam azotun bitki tarafından neredeyse tamamına yakınını kullandığını söylemek mümkündür. Kitta ve ark., (2002) ve Hidaka ve ark., (2004) tarafından yapılan bir araştırmada, tavuk gübresi kompostundaki azotun bitkiler tarafından kolaylıkla yararlanılabilir formda olduğu bildirilmektedir. Bu durum çalışmanın doğruluğunu teyit etmektedir.

Kompost uygulanmasıyla toprakta karbon/azot (C/N) oranında ve topraktaki katyon değişim kapasitesindeki değişimde artış olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

### **5.2.3. Toprakta biyolojik özelliklerine etkisi açısından değerlendirilmesi**

Kompost uygulanmasıyla yıllara göre topraktaki CO<sub>2</sub> üretimi ve mikrobiyal biyokütle karbon değişiminde artış meydana gelmiştir ( $p<0.01$ ).

Toprakta CO<sub>2</sub> üretim sonuçlarına bakılırsa, kompost uygulamasında ana konuları (materyaller) arasında, K3 (klinoptilolit kompostu) konusu diğer kompost konularına göre daha önde olduğu, alt konular (dozlar) arasında, özellikle D2 (2 ton da<sup>-1</sup>) dozunda ve sonra D3 (3 ton da<sup>-1</sup>) dozunda daha iyi sonuç verdiği söylenebilir.

Toprakta mikrobiyal biyokütle karbon (MBC) sonuçlarına bakılırsa, kompost uygulamasında ana konuları (materyaller) arasında, K1 (biyokömür kompostu) konusunun diğer kompost konularına göre daha önde olduğu, alt konuları (dozlar) arasında, özellikle D3 (3 ton da<sup>-1</sup>) dozunda ve sonra D4 (4 ton da<sup>-1</sup>) dozunda daha iyi sonuç verdiği söylenebilir.

Kompost uygulanmasıyla yıllara göre fark önemli olmamakla birlikte, topraktaki  $\beta$ - glikosidaz enzim aktivitesi değişiminde artış meydana gelmiştir. Toprakta  $\beta$ - glikosidaz enzim aktivitesi ( $\mu\text{g p-nitrofenol h}^{-1} \text{ gr}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost konularının dozları arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.05$ ), en yüksek D3 (3 ton da<sup>-1</sup>) dozunda 106.78 ve ortalama olarak 99.17 olduğu görülmektedir. Doz\*materyal interaksiyonuna bakılırsa, en yüksek K4 (ilave materyal olmayan kompost) konusunda D3 (3 ton da<sup>-1</sup>) dozunda 111.15 olarak bulunmuştur.

### **5.3. Bitki Analiz Sonuçların Değerlendirilmesi ve Öneriler**

Bu çalışmada kompost uygulamalarının mısır bitkisinin fizyolojik, verim ve verim unsurları değerleri ve bitki besin maddesi kapsamı üzerindeki etkilerinin analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

#### **5.3.1. Bitkide hasat öncesi fizyolojik ölçümlere etkisi açısından değerlendirilmesi**

Bitkide yaprak alan indeksi (LAI) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K4 (ilave materyal olmayan kompost) konusunda 4.77 olduğu görülmektedir. Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide yaprak alan indeksi (LAI) değerlerindeki artışın uyumlu olduğu ve optimum yaprak alan indeksi (LAI), D4 (4 ton da<sup>-1</sup>) dozunda olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

Bitkide yaprak klorofil içeriği (%) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunun 54.60 olduğu görülmektedir. Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide yaprak alan indeksine benzer bir şekilde, yaprak klorofil içeriği ve NDVI değerlerinde de artışın uyumlu olduğu ve optimum D4 (4 ton da<sup>-1</sup>) dozunda olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

### 5.3.2. Bitkide hasat sonrası verim ve verim unsurlarına etkisi açısından değerlendirilmesi

Bitkide yaş biyokütle verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K4 (ilave materyal olmayan kompost) konusunun 11,411.43, en düşük K1 (biyokömür kompostu) konusunda 10,441.43 olduğu görülmektedir. Bitkide yaş biyokütle verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek D3 (3 ton  $\text{da}^{-1}$ ) dozunda 12,006.00 ve akabinde D4 (4 ton  $\text{da}^{-1}$ ) dozunda 11,445.24; en düşük D0 dozunda 9,850.48 olduğu görülmektedir. Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide yaş ve kuru biyokütle verimlerinde artışın uyumlu olduğu ve maksimum verimin D3 (3 ton  $\text{da}^{-1}$ ) dozunda olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Yaş biyokütle veriminde, kontrole göre en yüksek K3 konusu (klinoptilolit kompostu) D3 (3 ton  $\text{da}^{-1}$ ) dozunda 12.968,10 olduğu ve verimde % 42.54 bir artışın olduğu görülmüştür.

Bitkide kuru biyokütle verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunun 3010.25, en düşük K3 (klinoptilolit kompostu) konusunda 2722.66 olduğu görülmektedir. Bitkide kuru biyokütle verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost uygulamasının alt konuları (dozlar) arasında farkın önemli bulunduğu ( $p<0.01$ ), en yüksek D3 (3 ton  $\text{da}^{-1}$ ) dozunda 3150.56 ve akabinde D4 (4 ton  $\text{da}^{-1}$ ) dozunda 3032.28; en düşük D0 dozunda 2535.22 olduğu görülmektedir.

Bitkide boy (cm) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunun 369.50 olduğu görülmektedir. Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide boy ölçümünde artışın uyumlu olduğu ve maksimum boyun D4 (4 ton  $\text{da}^{-1}$ ) dozunda olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ). Bitkide gövde çapı (mm) değerlerindeyse, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K3 (klinoptilolit kompostu) konusunun 26.57 olduğu görülmektedir. Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide gövde çapı ölçümünde artışın uyumlu olduğu ve maksimum gövde çapının D3 (3 ton  $\text{da}^{-1}$ ) dozunda olduğu görülmektedir ( $p<0.01$ ).

### 5.3.3. Bitkide hasat sonrası bitki besin element kapsamlarına etkisi açısından değerlendirilmesi

Bitkide yaprakta toplam azot içeriği (%) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K3 (klinoptilolit kompostu) konusunda 1.58 ve sonrasında K4 (ilave materyal olmayan kompost) konusunda 1.55 olduğu görülmektedir. Yaprakta toplam fosfor içeriği (ppm) değerlerindeyse, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K5 konusunda 1132.61 ppm (% 0.11) olduğu görülmektedir.

Bitkide yaprakta toplam potasyum içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek K1 (biyokömür kompostu) konusunda 10,979.75 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) (% 1.09) ve K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunda 10,905.01 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) (% 1.09) olduğu görülmektedir. Kompost dozlarında artışla birlikte bitkide yaprakta potasyum içeriğinde artışın olduğu ve en yüksek D4 (4 ton  $\text{da}^{-1}$ ) dozunda olduğu görülmektedir ( $p < 0.01$ ).

Bitkide yapraktaki demir içeriği (Fe) ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerleri incelendiğinde, yapraktaki potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) içeriklerine benzer bir şekilde, K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunda diğer kompost konularına göre daha yüksek demir içerdiği söylenebilir.

Bitkide yaprakta çinko içeriği (Zn) ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerleri incelendiğinde, yaprakta mangan (Mn), bakır (Cu) içeriğine benzer bir şekilde, K5 (tavuk gübresi kompostu) konusunda diğer kompost konularına göre daha yüksek çinko içerdiği söylenebilir.

Bitkide yaprakta bor içeriği (B) ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerlerinde, kompost uygulamasının ana konuları (materyal) arasında farkın önemsiz bulunduğu, en yüksek sırasıyla, K3 (klinoptilolit kompostu) konusunda 49.91 ve K1 (biyokömür kompostu) konusunda 49.73 olduğu görülmektedir. Bitkide yapraktaki bor içeriği (ppm) değerleri incelendiğinde, K3 (klinoptilolit kompostu) konusunda diğer kompost konularına göre daha yüksek bor içeriğine sahip olduğu ifade edilebilir.

#### 5.4. Genel Değerlendirme, Sonuç ve Öneriler

Bu tez çalışmasında tüm veriler dikkate alındığında, kompost ana konusunda en iyi uygulamanın kompostlaştırma işleminde sıcaklık parametrelerinde en hızlı bir şekilde kompostlaşma sürecini tamamlayan, C/N oranında en iyi olgunlaşmayı gösteren, tavuk gübresinin içeriğindeki tuzluluğu gidermede % 62.61 ile en iyi etkinlik gösteren K3 (klinoptilolit kompostu) konusu olmuştur. Ayrıca mısır bitkisinin yaş biyokütle veriminde kompost ana konusunda en iyi uygulamanın K3 (klinoptilolit kompostu) konusunda ve alt konu dozlar açısından ele alındığında optimum dozun D3 dozunda (3 ton da<sup>-1</sup>), % 42.54 verimde bir artışın sağlandığı görülmüştür.

Ülkemizde kompost uygulamalarıyla organik artıklardan elde edilen organik gübre elde etme potansiyeli oldukça yüksektir. Türkiye’de yılda tarımsal artık potansiyeli olarak, mısır bitkisi artığında 2,497,821 ton iken, ayçiçek bitkisi artığında 1,151,527 ton; TR 52 (Konya, Karaman) Bölgesi’nde, tarımsal artık potansiyeli olarak mısır bitkisi artığında 517,555 ton, ayçiçek bitkisi artığında 121,536 ton olarak hesaplanmıştır. Türkiye’de toplamda yaklaşık olarak 10,000,000 ton yıl<sup>-1</sup> yaş tavuk gübresi miktarı olduğu tahmin edilmektedir. TR 52 (Konya, Karaman) Bölgesi’nde, 210,000 ton yıl<sup>-1</sup> yaş tavuk gübresi miktarı olduğu tahmin edilmektedir.

Bu tez çalışmasında, kullanılan tavuk gübresi, mısır ve ayçiçek artıkları (sırasıyla 2.6:3:1 kuru madde, C/N 25/1) oranları ve kompost başı ve sonu itibarıyla organik madde kaybının yaklaşık 2.5/1 olarak dikkate alınır, Ülkemizde takribi olarak 3 milyon ton kompost (mısır artığı, ayçiçeği artıkları ve tavuk gübresinden) ve 3 milyon ton kompost (sadece tavuk gübresinden) olmak üzere toplamda yaklaşık 6 milyon ton yıl<sup>-1</sup> nihai kompost miktarı olduğu hesaplanmıştır. TR 52 (Konya, Karaman) Bölgesi’nde, mısır artığı, ayçiçeği artıkları ve tavuk gübresinden elde edilen yaklaşık olarak 300,000 ton yıl<sup>-1</sup> nihai kompost miktarı hesaplanmıştır. Tarım arazisinde dekara 1 ton kompost uygulandığını düşünürsek, Ülkemiz için, 6 milyon da (600,000 ha); TR 52 (Konya, Karaman) Bölgesi için, 300,000 da (30,000 ha) bir tarım arazisinin gübre ihtiyacını karşılayabileceği ortaya konulmuştur. Bu yolla organik artıkların kompostlaştırılmasıyla organik gübre elde edilmesine olanak sağlayacaktır ve kimyasal gübre kullanımını azaltmada çok büyük katkılar oluşturacaktır ve Ülke ekonomisini ve çiftçimizin refah düzeyini de artıracaktır. Ayrıca çevresel açıdan tuzluluk yönünden sorunlu olan tavuk gübresinin kompost yoluyla tuzluluğunun giderilmesi, azot kaybının azaltılması ve tavuk gübresinin içeriğinin bitki tarafından alınabilir bitki besin element

yönünden zenginleştirilmesiyle toprakta gübre olarak kullanımıyla, toprak kalitesinin iyileştirilmesine ve tarımsal bitkisel üretimin artırılmasına çok büyük katkılar sağlayacaktır.

Bu tez çalışmasında açık yığın ortamda kompostlaştırma işlemleri yürütülmüştür. Konya Kapalı Havzasında (KKH), daha geniş arazilerde organik artıkların değerlendirildiği ve geri kazandırıldığı, entegreli kompost üretim tesislerinin işletilmesi ve organik artıkların ekonomik katkıya dönüştürülmesi gerekmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

Abalı, İ., Taysun, A., Doğan, O., Önmez, O., Çanga, M., 1986. Orta Anadolu Bölgesinde Rüzgâr Erozyonu Oluşumu ve Alınacak Önlemler Rehberi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Genel Yayın no: 54, Rehber no: 9, Ankara.

Abrol, I. P., Yadav, J.S.P. and Massoud, F.I. 1988. “Salt- affected soils and their management”, FAO, Rome.

Agazzi A ve Pirola (2000). Fundamentals methods and future trends of environmental microwave sample preparation. Microchemical journal 67: 337-341.

Agegehu, G., Bass, A.M., Nelson, P.N., Muirhead, B., Wright, G., Bird, M.I., 2015. Biochar and biochar-compost as soil amendments: effects on peanut yield, soil properties and greenhouse gas emissions in tropical North Queensland, Australia. Agric. Ecosyst. Environ. 213, 72–85.

Aggelides, S.M., Londra, P.A., 2000. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. Bioresource Technology 71 (3), 253-259.

Ağca N., M. Aydın, S. Aslan, Ş. Kılıç 2001. Effects of Compost Produced From Municipal Solid Wastes on Soil Properties and Crop Yield: C Properties Due to the Application of Compost. Soil Science Society of Turkey. Adana.

Agyarko-Mintah, E., Cowie, A., Van Zwieten, L., Singh, B.P., Smillie, R., Harden, S., Fornasier, F., 2017. Biochar lowers ammonia emission and improves nitrogen retention in poultry litter composting. Waste Manage. 61, 129–137.

Akça, E. 2001. Determination of the Soil Development in Karapınar Erosion Control Station Following Rehabilitation. University of Çukurova, Institute of Natural and Applied Sciences. Doctoral Thesis. Adana. 195 P.

Alagöz, Z., E. Yılmaz ve F. Öktüren. 2006. Organik Materyal İlavesinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri. Akdeniz Üniv. Zir. Fak. Der. 19(2), s. 245-254.

Alagöz, Z. ve Yılmaz, E. 2009. “Effects of different sources of organic matter on soil aggregate formation and stability: A laboratory study on a Lithic Rhodoxeralf from Turkey”, Soil & Tillage Research, 103, 419-424.

Alçiçek, A., M. Bozkurt, K. Özkan, A. Altan, M. Çabuk, Y. Akbaş ve Ö. Altan. 1998. Tavukçulukta Doğal Zeolit Kullanımı II., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt. 35, s. 17-24 No: 1-2-3 ISSN 1018-6651 İzmir.

Allen, S.J., Whitten, J.L., Murray, M. and Duggan, O. 1997. The adsorption of pollutants by peat, lignite and activated chars. Journal of Chemistry Technological Biotechnol, 68, 442–52.

Altan, A., Ö. Altan, A. Alçiçek, M. Nalbant ve Y. Akbaş.1998. Tavukçulukta Doğal Zeolit Kullanımı I., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt. 35, No.1-2-3, s.916 ISSN 1018-6651, İzmir.

Altınbaş, M., Arıkan, O., Demir, İ., Yıldız, Ş., Öztürk, Ç., Öztürk, İ., 2007. Karışık Evsel Katı Atıkların Kompostlaştırılması: İstanbul Örneği, Türkiye 2007, AB Sürecinde Türkiye’de Katı Atık Yönetimi ve Çevre Sorunları Sempozyumu, YTÜ, İstanbul.

Al-Widyan, M.I, Nassim, AL-A. and Hamid, AL-J., 2005. Effect of Composted Olive Cake on Soil Physical Properties. Communications in Soil Science and Plant Analysis, Vol. 36: 1199. 1212.

Ananda, M.G., M.R. Ananda, V.C. Reddy and M.Y.A. Umar. 2006. Nitrogen Balance and Micronutrient Status in Post Harvest Soils Paddy Groundnut Cropping System as Influenced by Different Organic Sources. Environment and Ecology 245: 112-114.

Anaç D., B. Okur, Y. Tüzel, S. Toksöz, 1999. Organik Tarımda Kompost Kullanımının Domates Üretimi ve Toprağın Fiziksel Özellikleri Üzerine Olan Etkileri. (Araştırma) Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bahçe Bölümü Bornova İzmir.

Anapalı, Ö., A. Hanay, M. Canbolat, 1996. Tuzlu-Sodyumlu Toprakların Islahından Sonraki Dönemde Organik Atık Materyal Uygulamasının Etkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 27(1):13-30.

Anderson, J. P. E., 1982. Soil respiration. In. Page, A.L. (Ed.), Methods of soil analysis. Part 2, Chemical and microbiological properties. Vol. 9, 2nd edition. ASA-SSAA, Madison, Wisconsin, USA. pp. 831-871.

Anderson, J.P.E., Domsch, K. H. 1978. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil, Soil Biology and Biochemistry 10: 215-221.

Anonim (2018). Çölleşme/Arazi Tahribatı ve Kuraklıkla Mücadele Raporu ve İstatistikleri, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim, (2020a). Aga çeşidi, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/misir/menu/23/misir>, Erişim tarihi: 21.02.2022

Anonim, (2020b). Bitkisel üretim çiftçi rehberi, Mısır. Konya Şeker. <https://konyaseker.com.tr/Upload/Files/misir.pdf>, Erişim tarihi: 10.02.2022

Anonim (2021). What is zeolite, La Roca Magica, <https://www.rotamining.com/what-is-zeolite/> Erişim Tarihi: 25.12.2021

AOAC (2005). pH of Peat. AOAC Official Methods of Analysis 973. 04. Fertilizers Chapter 2, p37.

Aparna, C., Saritha, P., Himabindu, V. and Anjaneyulu, Y., 2007. Techniques for the evaluation of maturity for composts of industrially contaminated lake sediments, Waste Management, article in press.

Arikan, O. A., 2003. Farklı Tipte Organik Katı Atıkların Havalı ve Havasız Ortamlarda Kompostta Dönüştürülmesi, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Awasthi, M.K., Wang, Q., Chen, H., Wang, M., Awasthi, S.K., Ren, X., Cai, H., Li, R., Zhang, Z., 2016. In-vessel co-composting of biosolid: Focusing on mitigation of greenhouse gases emissions and nutrients conservation. Renew. Energy 1–10.

Aydeniz, A. ve A.R. Brohi, 1991. Gübreler ve Gübreleme. C.Ü. Ziraat Fak. Yay. No:10, Ders Kitabı:3, Tokat.

Aydın, M., Şener, O., Sermenli, T., Özkan, A., Aslan, S., Ağca, N., Doğan, K., Tiryakioğlu, M., Mavi, K., Kılıç, Ş., 2000. Use of Composted Municipal Solid Wastes to Improve Soil Properties and to Increase Crop Yield. Proceedings of International Symposium on Desertification. 13-17 June, Konya/Turkey, pp: 329-332.

Aydın M., O. Şener, T. Sermenli, A. Özkan, S. Aslan, N. Ağca, K. Doğan, M. Tiryakioğlu, K. Mavi, Ş. Kılıç., 2001. Use of Composted Municipal Solid Wastes to Improve Soil Properties and to inc Yield. Soil Science Society of Turkey. Adana.

Bahtiyar, M., 1981. Çöp kompostu miktar ve çeşitlerinin ağır, orta ve hafif bünyeli toprakların bazı fiziksel özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları (20-109). Erzurum.

Barral Salvia, M. T., Menduina, A. M., Seijo, Y. C., Viqueira, F. D., 2007. Assesment of municipal solid waste compost quality using standarized methods before preparation of plant growth media, Waste Management ve Research, 25, 99-108.

Başçetinçelik, A., Öztürk, H.H., Karaca, C., Kacıra, M., Ekinci, K., Kaya, D., Baban, A., 2005, Interim Report Of Exploitation Of Agricultural Residues in Turkey. Life 03 Tcy/ Tr /000061.

Bates, R.L. and Jackson, J.A. (1980) Glassary of Geology. 2nd Edition, American Geological Institute, Virginia.

Bates TE (1993). Soil Handling and Preparation. P. 19-24. In: R. Burt (ed.) Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No: 42, Version: 4.0. Natural Resources Conservation Service.

Baziramakenga, R., R.R. Simar and R. Lalande. 2001. Effect of De- Inking Paper Sludge Compost Application on Soil Chemical and Biological Properties. Canadian Journal of Soil Science, 81, 561-575.

Bender, D., Erdal, İ., Dengiz, O., Gürbüz, M. ve Tarakçıoğlu, C., 1998. Farklı Organik Materyallerin Killi Bir Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri, International Symposium On Arid Region Soil. International Agrohydrology Research And Training Center, Menemen, İzmir, 506-510 s.

Bernal, M.P., Albuquerque, J.A., Moral, R., 2009. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. Rev. Bioresour. Technol. 100 (22), 5444-5453.

Bot, A., Benites, J., 2005. The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food and production. In: FAO Soils Bulletin (FAO), no. 80 / FAO, Rome (Italy). Land and Water Development Div. 78 p.

Benbi, D.K., Biswas, C.R., Bawa, S.S., Kumar, K., 1998. Influence of farmyard manure, inorganic fertilizers and weed control practices on some soil physical properties in a long term experiment. Soil Use and Management 14: 52-54.

Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. Bulk Density In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 1, Physical and Mineralogical Methods, 2nd Edition, Agronomy Monograph No.9, Soil Science Society of America, Madison, WI, pp. 363-375. doi.org/10.1002/gea.3340050110.

Bonazzi, G., Vialli, L. And Piccinini, S.,1990. Controlling ammonia emissions at composting plants, Biocycle, 31 ,68-71.

- Boparai, B.S., Yadvinder, S., Sharma, B.D., 1992. Effect of green manure on physical properties of soil and growth of rice-wheat and maize-wheat cropping system. *Agrophus* 6: 95-101.
- Bowman, D. C., J. L. Paul, and R. M. Carlson (1988). A method to exclude nitrate from Kjeldahl digestion of plant tissues. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.*, 19:205-213.
- Cabrera, M.L. and S.C. Chiang, 1994. Water Content Effect on Denitrification and Ammonia Volatilization in Poultry Litter. *Soil Sci. Am. J.* 58: 811-816.
- Camcı Çetin, S., Ekinçi, K., Haktanır, K., 2004. Kompost Yapım Tekniği (Çağrılı bildiri) 3. Ulusal Gübre Kongresi, 11-13 Ekim 2004, Tokat.
- Campbell, C. R., and K. Whitfield (1991). A rapid open vessel procedure for microwave digestion of plant tissue for analysis by ICP emission spectroscopy. Personal Communication. In: Campbell, C. R. And C. O. Plank (1992). Sample preparation. *Plant Analysis Reference Procedures for the Southern Region of the United States. Southern Cooperative Series Bulletin* 368. URL: <http://www.cropsoil.uga.edu/oplank/~sera368.pdf>.
- Canbolat, M., 1992. Toprağa organik materyal ilave edilmesinin toprağın organik maddesi, agregat stabilitesi ve geçirgenliği üzerine etkileri Atatürk Üniv.Zir.Fak.Der. 23 (2), 113-123.
- Canbolat, M.Y., Demiralay, İ., 1995. The relationships among aggregate stability, briquette bulk density and model of rapture of organic material added soil. İlhan Akalan Soil and Environment Symposium. 5-8 October 1995. Ankara.
- Candemir F. 2005. "Organik atıkların toprak kalite indeksleri ve nitrat azotu üzerine etkileri", Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü.
- Caravaca, F., Lax, A., Albaladejo, J., 2001. Soil aggregate stability and organic matter in clay and fine silt fraction in urban refuse-amended semiarid soils. *Soil Science Society of America Journal* 65: 1235, 1238.
- Caravaca, F., Alguacil, M.M., Figueroa, D., Barea, J.M., Roldan, A., 2003. Reestablishment of *Retama sphaerocarpa* as a target species for reclamation of soil physical and biological properties in a semi-arid mediterranean area. *Forest Ecology and Management* 182: 49-58.

- Castaldi F., Pelosi, F., Pascucci, S., Casa, R., 2017. Assessing the potential of images from unmanned aerial vehicles (UAV) to support herbicide patch spraying in maize, *Precision Agric* (2017) 18:76–94, DOI 10.1007/s11119-016-9468-3.
- Chan, M.T., Selvam, A., Wong, J.W.C., 2016. Reducing nitrogen loss and salinity during “struvite” food waste composting by zeolite amendment. *Bioresour. Technol.* 200, 838–844.
- Chaney, K., Swift, R.S., 1984. The influence of organic matter on aggregate stability in some British soils. *J. Soil. Sci.* 35, 223-230.
- Chapman, H. D. 1965. Cation exchange capacity. In *Methods of Soil Analysis* (Edited by Black, C. A.) Part 2, pp. 891-901. Number 9 in the series *Agronomy: Am. Inst. Agronomy*, Madison, Wisconsin.
- Chepil, 1957. W.S. Erosion of Soil By Wind. *The Yearbook of Agriculture*, USDA., 308-314.
- Chepil, W.S. 1950. Properties of soil which influence wind erosion. II. Dry aggregate structure as an index of erodibility. *Soil Science* 69: 403-414.
- Chepil, W. S. 1962. A Compact rotary sieve and the importance of dry sieving in physical soil analysis. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 26: 4-6.
- Chen, W., Liao, X., Wu, Y., Liang, J.B., Mi, J., Huang, J., Zhang, H., Wu, Y., Qiao, Z., Li, X., Wang, Y., 2017a. Effects of different types of biochar on methane and ammonia mitigation during layer manure composting. *Waste Manage.* 61, 506–515.
- Chenu, C., Bissonnais, Y. L., Arrouays, D., 2000. Organic Matter Influence on Clay Wettability and Soil Aggregate Stability, *Soil Science Society of America Journal* 64(4):1479-1486.
- Chollak, T. ve Rosenfeld, P. 1998. Guidelines for landscaping with compost-amended soils, Prepared for: City of Redmond Public Works.
- Chowdhury, M.A., de Neergaard, A., Jensen, L.S., 2014. Potential of aeration flow rate and bio-char addition to reduce greenhouse gas and ammonia emissions during manure composting. *Chemosphere* 97, 16–25.
- Christopher, T.B.S., 1996. Stabilizing effect of organic matter. <http://www.agri.upm.cdu.my/jst/resources/as/om-fractions.html>

- Church, N., 2001. Effect of organic farming on soil nutrients and structure. <http://acad.carleton.edu/curricular/GEOL/classes/geo258/studentwork/Chruch.html>
- Cgaul, P. J., Swizenbaum, M.S., 1996. BioCycle, vol. 37, no. 12, pp. 44–47.
- Cooperband, L., 2004. Paper Mill Sludge and Compost Effects on Soil Properties and Potato Production. Department of Soil Science, University of Wisconsin-Madison.
- Courtney, R.G., Mullen, G.J., 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. *Waste Manage.* 99, 2913-2918.
- Cui, E., Wu, Y., Zuo, Y., Chen, H., 2016. Effect of different biochars on antibiotic resistance genes and bacterial community during chicken manure composting. *Bioresour. Technol.* 203, 11–17.
- Curran PJ, Dungan JL, Gholz HL (1990). Exploring the relationship between reflectance red edge and chlorophyll content in slashpine. *Tree Physiology* 7: 33–48.
- Czekala, W., Malin'ska, K., Cáceres, R., Janczak, D., Dach, J., Lewicki, A., 2016. Cocomposting of poultry manure mixtures amended with biochar - The effect of biochar on temperature and C-CO<sub>2</sub> emission. *Bioresour. Technol.* 200, 921–927.
- Çalışkan N., Koç N., Kaya A. ve Şenses, T. 1996. “Fındık zurufundan kompost elde edilmesi bunun verim ve kaliteye etkileri. 1. aşama: Fındık zurufundan kompost elde edilmesi”, Sonuç Raporu, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Giresun.
- Çaycı, G., Sözüdoğru Ok, S., Temiz, Ç., 2015. Taze ve Kompost Edilmiş Etlik Tavuk Gübrelerinin Toprak Agregasyonu ve Bazı Karbon Formlarına Etkileri, TÜBİTAK program kodu 1002, proje kodu: 213O206, Mart 2015, Ankara.
- Çelebi, H. 1981. Iğdır Devlet Üretme Çiftliği Arazisinde Rüzgâr Erozyonuna İlişkin Araştırmalar, Atatürk Üni. Yay. No: 578, Ziraat Fak. Yay. No: 262 Araştırma Serisi No: 173, Erzurum.
- Çelik I., I. Ortas., S. Kilic., 2004. Effects of Compost, Mycorrhiza, Manure and Fertilizer on Some Physical Properties of a Chromoxerert Soil. *Soil Till. Res.* 78(1), 59-67.

Çelik, İ., Ortaş, İ., 2009. Uzun dönemli organik gübreleme ve mikoriza kullanımının nitrat sızanmasına ve toprak sıkışmasına etkileri, TÜBİTAK Hızlı Destek projesi, Sonuç Raporu, TÜBİTAK Proje No: 107O903, Şubat, 2009.

Çimen, F., Sözüdoğru, Ok, S. Kayran, C., Demirci, Ş., Özenç, D. B. and Özenç, N. 2007. "Characterization of humic materials extracted from hazelnut husk and hazelnut husk amended soils", Biodegradation, 18 (3): 295-301.

de Bertoldi M, Vallini G, Pera A: 1983. The biology of composting: a review. Waste Manag Res.1: 157–176.

Depel, G., Polat, H., Çaycı, G., Demir, Z., Koca, C., 2019. Çeltik kavuzlu tavuk gübresinin kompostlanması ve tarımda kullanıma olanaklarının araştırılması, proje sonuç raporu, Proje no. TAGEM/TSKAD/14/A13/P04/02, Şubat, Ankara.

Demiralay, İ., 1977. Toprak Fiziği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu, Erzurum.

Demir Z., (2012). Çeltik kavuzu kompostunun bitki su tüketimi ve toprak kalitesine etkileri. (Doktora tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Ana Bilim Dalı, Samsun.

Demirtaş, E. I., Arı, N., Özkan, C. F., Öktüren Asri, F., 2016. Domates yetiştiriciliğinde kentsel katı atık kompost kullanımının verim kalite ve ağır metal kirliliği üzerine etkileri, Derim, 2016, 33 (1):144-158.

Dias, B.O., Silva, C.A., Higashikawa, F.S., Roig, A., Sánchez-Monedero, M.A., 2010. Use of biochar as bulking agent for the composting of poultry manure: Effect on organic matter degradation and humification. Bioresour. Technol. 101, 1239–1246.

Doan, T.T., Henry-Des-Tureaux, T., Rumpel, C., Janeau, J.L., Jouquet, P., 2015. Impact of compost, vermicompost and biochar on soil fertility, maize yield and soil erosion in northern vietnam: A three year mesocosm experiment. Sci. Total Environ. 514, 147–154.

Duan, Y., Awasthi, S.K., Chen, H., Liu, T., Zhang, Z., Zhang, L., Awasthi, M.K., Taherzadeh, M.J., 2019. Evaluating the impact of bamboo biochar on the fungal community succession during chicken manure composting. Bioresour. Technol. 272, 308–314.

- Eivazi, F., Tabatabai, M.A., 1988. Glucosidases and galactosidases in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 20: 601-606. Soil Enzymes. In: *Methods of Soil Analysis. Part 2. Microbiological and Biochemical Properties*. Pp 775-833. 1994. R. W. Weaver et al., Editors. S. H. Mickelson.
- Ekinci, K., Camcı, S.Ç., Akbolat, D., Atılğan, A. ve Onursal, E. 2004. “Kompost oluşumuna etkili faktörler üzerine bir araştırma”, Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim 2004, Tokat, s: 793-804.
- Elliot, E.T., 1986. Aggregate structure and carbon, nitrogen and phosphorous in native and cultivated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50, 627-633.
- EPA 3051A, 2007. Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils, and Oils, part of Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods, United States Environmental Protection Agency (EPA), February 2007.
- Epstein, E., 1997. *The Science of Composting*. Technomic Publishing Company, Inc. Lancaster, Basel.
- Epstein, E., 2011. *Industrial Composting: Environmental Engineering and Facilities Management*, CRC Tailor & Francis Group Press, Boca Raton.
- Ercan F. M., (2008), Tavuk Gübresi Kompostu Ve Zeolit (Klinoptilolit)’ın Toprak Özellikleri Ve Oğulotu (*Melissa Officinalis L.*)’Nun Gelişmesi Üzerine Etkileri, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Toprak Ana Bilim Dalı, Bursa.
- Erdin, E. 1981. Atık suların Sulamada Kullanılması. Su Kimyası ve Teknolojisindeki Son Gelişmeler Semineri. 8-12 Haziran, AKM, Konak- İZMİR.
- Filella I, Serrano L, Serra J, Penuelas J., 1995. Evaluating wheat nitrogen status with canopy reflectance indices and discriminant analysis. *Crop Science* 35: 1400–1405.
- Fischer, R. A., 2001, Selection Traits for Improving Yield Potential. *Application of Physiology in Wheat Breeding*, In, Eds, p. 148-159.
- Flaig, W., Nagar, B., Sochtig, H., Tictjen, C., 1977. Organic materials and soil productivity. *FAO Soil Bulletin*. No.35. Rome, Italy.
- Flowers, M., Lal, R., 1998. Axle load and tillage effect on soil physical properties and soybean grain yield on a mollic ochraqualf in northwest Ohio. *Soil Till. Res.* 48, 21-35.

- Gajdos, R. (1997). Effects of two composts and seven commercial cultivation media on germination and yield. *Compost Science & Utilization*, 5: 16–37.
- Gee G.W., Bauder J.W., 1986. Particle Size Analysis. In: A. Clute (Eds.) *Methods Of Soil Analysis. Part I. Agronomy No. 9. Am. Soc. Of Agron., Madison, Wisconsin, USA.*
- Gençoğlan, C., Yazar, A., 1999. Çukurova Koşullarında Yetiştirilen I. Ürün Mısır Bitkisinde İnfrared Termometre Değerlerinden Yararlanılarak Bitki Su Stresi İndeksi (CWSI) ve Sulama Zamanının Belirlenmesi. *Turk. J. Agric. For.* 23, 87-96.
- Gençoğlan, C., Altunbey, H., Gençoğlan, S., 2006. Response of Green Bean (*P. Vulgaris* L.) to Subsurface Drip İrrigation and Partial RootzoneDrying Irrigation. *Agricultural water management*, 84(3): 274-280.
- Gençsoy, E. B. 2010. Farklı katkı maddelerinin kompost kalitesi üzerine etkileri, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 258 s., İstanbul.
- Gerzabek, M.H., Ullah, S.M. 1990. Influence of fulvic and humic asit on Cd and Nitotoxicity to Zea Mays (L.). *Boden Cultur*, 41 (2): 115-124.
- Ghose, M.K. 2002. Complete Physico-Chemical Treatment for Coke Plant Effulents. *Water Research*, V: 36: 1127-1134
- Gonzales, R.F., Cooperband, L.R., 2002. Compost effects on soil physical properties and field nursery production. *Compost Science and Utilization* 10(3): 226-237.
- Goyal, S., Dhull, S.K. and Kapoor, K.K. 2005. “Chemical and biological changes during composting of different organic wastes and assessment of compost maturity”, *Bioresource Technology* 96: 1584-1591.
- Grant, R.F., 1997. Changes in soil organic matter under different tillage and rotation: mathematical modelling in ecosys, *Soil Sci. Soc. Am.* 61: 1159–1175.
- Griffiths, E. and Jones, D. 1965. “Microbiological aspects of soil structure. I. Relationships between organic amendments, microbial colonization and changes in aggregate stability”, *Plant Soil* 23, 23-28.
- Groneman, A.F. 1968. The soils of the wind erosion control camp area, Karapınar, Turkey. Ph D. Thesis, Agric Univ. Wageningen, Netherlands, 160.

- Guerrero, C., Gomez, I., Solera, J.M., Moral, R., 2000. Effect of solid waste compost on microbiological and physical properties of a burnt forest soil in field experiments. *Biol. Fert. Soils*. 32, 410-414.
- Güçdemir, İ. 2006. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi, Güncelleştirilmiş ve genişletilmiş baskı. Toprak Gübre ve Su Kaynakları merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Genel yayın no:213, Teknik yayın No: T69 Ankara.
- Güler S., 2001. Kompostlaştırılmış Materyallerin Tarımda Kullanımı. Türkiye II. Ekolojik Tarım Sempozyumu 14-16 Kasım. Antalya. 353-362 s.
- Gülser, C., 2005. Effect of forage cropping treatments on soil structure and relationships with fractal dimensions. *Geoderma* 131: 33-44.
- Gümüş İ., (2011), taze ve olgunlaşmış tavuk gübresinin biyo-fiziksel yararlılığına zeolit kullanımının etkisi belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Doktora tezi, 186 s., 2011.
- Güneş, A., M. Alpaslan, A. İnal (2007). Bitki besleme ve gübreleme (4. Baskı). A.Ü. Ziraat Fak. Yayın No. 1551, Ders kitabı: 504.
- Güvenir Ö., 2005. Synthesis and Characterization of Clinoptilolite, Ms Thesis, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 191 s.
- Hachicha, S., M. Chtourou, K. Medhioub, E. Ammar., 2006. Compost of poultry manure and olive mill wastes as an alternative fertilizer. *Agron. Sustain. Dev.* 26, pp. 135– 142.
- Hamoda, M. F., Abu Qdais, H. A. and Newham, J., 1998. Evaluation of municipal solid waste composting kinetics, *Resources, Conservation and Recycling*, 23(4), 209-223.
- Hamza, M.A., Anderson, W.K., 2002. Improving soil fertility and crop yield on a clay soil in Western Australia. *Aust. J. Agr. Res.* 53, 615-620.
- Hanay, A., Yardımcı, N., 1992. Çöp Kompostu ve Ahır Gübresinin Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Toprak-Su İlişkilerine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 16(1), 91-102.
- Hardy, V., Klaus, F and Thomas, T., 1993. Quality physical characteristics nutriment content heavy metals and organic chemicals in biogenic waste compost, *Compost Sci. Util.*, 69-87.

Hati, K.M., Swarup, A., Singh, D., Misra, A.K., Ghosh, P.K., 2006. Long-term continuous cropping, fertilization, and manuring effects on physical properties and organic carbon content of a sandy loam soil. *Aust. J. Soil Res.* 44, 487-495.

Haug R.T., 1980. *Compost engineering: principles and practice*. Michigan: Ann Arbor Science Publishers.

Haug, R.T., 1993. *The Practical Handbook of Compost Engineering*, Lewis Publishers, Boca Raton.

He, X., Yin, H., Han, L., Cui, R., Fang, C., Huang, G., 2019. Effects of biochar size and type on gaseous emissions during pig manure/wheat straw aerobic composting: Insights into multivariate-microscale characterization and microbial mechanism. *Bioresour. Technol.* 271, 375–382.

Herity, L., 2003. A study of the quality of waste derived compost in Ireland, The Composting Association, Ireland.

Hidaka, H., S. Niizuma, M.Osawa, S. Kuba. 2004. Rapid Methode for Evaluation of Available Nitrogen in Poultry Manures. *Jpn. J. Soil Sci., Plant Nutr.*, 75, 21-28.

Hoitink, H. A. J. and Keener, H. M., 1992. *Science and Engineering of Composting*, Renaissance Publications, Ohio, pp. 728.

Hofman, G., 1973. Critical study of the instability of soil aggregates and the influence on the soil physical properties (in Dutch). Doctor (PhD) thesis in the Agricultural Sciences, Ghent University, Gent, Belgium.

Ikomo, H. 2005. Estimation of Potantial Supply of Livestock Waste Compost on Replace Chemical Fertilizer Use in Japan Based on 2000 Census of Agriculture. *JARQ*, 39, 83-89.

Inglezakis, V. J.; Pouloupoulos, S. G., 2006. *Adsorption, Ion Exchange and Catalysis, Design of Operations and Environmental Applications*, Elsevier: The Netherlands.

İnal A., Sözüdoğru S., Erden, D., 1996. Tavuk gübresinin içeriği ve gübre değeri, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 1996, 2 (3) 45-50.

Jackson, M.L. 1962. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall Inc. 183 p.

Janczak, D., Malin' ska, K., Czekala, W., Cáceres, R., Lewicki, A., Dach, J., 2017. Biochar to reduce ammonia emissions in gaseous and liquid phase during composting of poultry manure with wheat straw. *Waste Manage.* 66, 36–45.

Jeris J. S, Regan R. W. 1973a. Controlling environmental parameters for optimum composting. Part 1. Experimental procedures and temperatures. *Compost Sci* 1973, 14: 10–15.

Jeris J. S. Regan, R. W. 1973b. Controlling environmental parameters for optimum composting. Part II: Moisture, free air space and recycle. *Compost Science* March / April.

Jia, X., Wang, M., Yuan, W., Shah, S., Shi, W., Meng, X., Ju, X., Yang, B., 2016. N<sub>2</sub>O emission and nitrogen transformation in chicken manure and biochar cocomposting. *Trans. ASABE* 59, 1277–1283.

Jindo, K., Sánchez-Monedero, M.A., Hernández, T., García, C., Furukawa, T., Matsumoto, K., Sonoki, T., Bastida, F., 2012. Biochar influences the microbial community structure during manure composting with agricultural wastes. *Sci. Total Environ.* 416, 476–481.

Johnson, G.A., Davis, J.G., Qian, Y.L., Doesken, K.C., 2006. Topdressing turf with composted manure improves soil quality and protects water quality. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70(6), 2114-2121.

Jones, J. B. Jr. (1967). Interpretation of plant analysis for several agronomic crops. In: *Soil testing and plant analysis part II. Plant analysis.* Soil Science Society of America, Inc, Publisher Madison, Wisconsin, USA.

Jones, J. B., Jr., B. Wolf, and H. A. Mills (1991). *Plant analysis handbook*, pp. 23-26. Micro-macro publishing, Athens, GA.

Jones, J.B., Jr. (2001). *Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis*, pp. 1-357. CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC, Newyork.

Kacar, B., 1994. *Toprak Analizleri Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri.* Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3, 81 s, Ankara.

Kacar, B., 2014. *Kolay uygulanabilir bitki analizleri kitabı*, Nobel Yayınları, 1. Basım, Mayıs, 2014. Ankara.

- Kacar, B., ve Katkat, A. V. (2007). Bitki besleme (2. Baskı). Nobel yayınevi. Ankara.
- Kacar B., İnal A. (2008). Bitki analizleri. Nobel yayın no: 1241, Fen Bilimleri: 63. Nobel yayınları dağıtım Ltd. Şti. Ankara.
- Karacan, T. N., Özaytekin, H. H., Dedeoğlu, M., 2016. Orta Anadolu'da Yarı Kurak İklim Şartları Altında Ana Materyale Bağlı Olarak Bazı Verimlilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi, Çukurova Tarım Gıda Bil. Der., 31(3): 61-71, 2016.
- Kammann, C.I., Schmidt, H.-P., Messerschmidt, N., Linsel, S., Steffens, D., Müller, C., Koyro, H.-W., Conte, P., Joseph, S., 2015. Plant growth improvement mediated by nitrate capture in co-composted biochar. Sci. Rep. 5, 11080.
- Kashmanian, R. M., Spencer, R. L. (1993). "Cost considerations of municipal sold waste compost - production versus market price." Compost Science & Utilization 1(1): 20-36.
- Kavdır, Y., Turhan, H., Camcı Çetin, S., Kavdır, İ., Genç, L., Killi, D., 2009. Zeytin katı atığının (prina) toprağa doğrudan ve kompost yapılarak uygulanmasının, agregat stabilizasyonu ve bitki gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi, Sonuç Raporu, TÜBİTAK Proje No: 106O371.
- Kayahan, N., 2013. Uzaktan algılama kullanılarak silajlık mısır veriminin tahminlenmesi, Yüksek lisans Tezi, Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kayıkçıoğlu H. H., Okur N., 2012. Deri sanayi arıtma çamurunun kompostlaştırılması sırasındaki biyokimyasal değişiklikler ve oluşan kompostun kalitesi, Anadolu, J. of AARI 22 (2) 2012, 59-68 MFAL.
- Keener, H.M., Dick, W.A., Hoitink, H.A.J., 2000. Composting and beneficial utilization of composted by-product materials. Chapter 10. pp.315-341. In: J.F. Power ve ark.. (eds.). Beneficial uses of agricultural, industrial and municipal by-products. Soil Science of America. Madison, Wisconsin.
- Kenneth, R.O., Jones, R.L., 1988. Effects of scrubber sludge on soil and dredged sediment aggregation and porosity. Soil Sci. Soc. Am. J. 145(1), 63-66.
- Khaleel, R., Reddy, K.R., Overcash, M.R., 1981. Changes in soil physical properties due to organic waste applications: A review. Journal of Environmental Quality 10: 133-141.

- khodaeijoghan, A., Ghalavand, A., Aghaalikhani, M., Gholamhoseini, M., Dolatabadian, A., 2010. Comparison among different integrated nutrition management for soil micro and macro elements after winter wheat harvesting and yield. *Not. Sci. Biol.* 2, 107.
- Kızılkaya, R., Tarakçıoğlu, C., Aşkın, T., Şahin, N., 2014. Atık fındık zurufunun mikrobiyal biyoteknolojik teknikler ile kompostlanması, TÜBİTAK – TOVAG 1001 projesi, proje no: 111O698, Mayıs 2014, Samsun.
- Kirchmann, H., and E. Witter. 1989. Ammonia volatilization during aerobic and anaerobic manure decomposition. *Plant and Soil.* 115: 35–41.
- Kithome, M., Paul, J. W. And Bomke, A.A., 1999. Reducing nitrogen losses during simulated composting of poultry manure using adsorbents or chemical amendments, *Journal of Environmental Quality*, 28 (1), 194-202.
- Kitta, Y., M. Shigezumi, T. Mizuochi. 2002. Relationships Between Nitrogen Components and Nitrogen Mineralization Rates of Caged Layer Manures. *Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.* 73, 263-269.
- Kocasoy, G. 1994. Arıtma çamuru ve katı atık ve kompost örneklerinin analiz yöntemleri. Boğaz içi Üniversitesi, İstanbul, 109 ss.
- Kozłowski, T.T., 1999. Soil compaction and growth of woody plants, *Scand. J. For. Res.* 14, pp. 596–619.
- Köksaldı, V. 1999. Gördes ve Yenikent Zeolitlerinin Temel Tarımsal Özellikleri ve Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanım Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bil. Ens., Toprak Anabilim Dalı, 70 sh., Ankara.
- Krueger, R.G., Gilham, N.W. and Coggin, J.H.JR., 1973. *Introduction to microbiology.* The Macmillan, Co., New York.
- Kutluca, M., 2007. Hümk asitlerin metal tutma ve ligand değiştirme özelliklerinin incelenmesi, Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı, Konya.
- Kulah, G. 2011. Klinoptilolit Minerali Analiz Sonuç Raporu, Kimya Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Temmuz, 2011.

Külcü R. and Yaldız, O. 2003. The Effect of FAS parameter on composting of grass and leaf wastes, 21<sup>th</sup> National Agricultural Mechanization Congress, 3-5 September, Konya, Turkey.

LECO Corporation. 2003. Truspec carbon/nitrogen determinator. Leco Corporation 3000. Lakeview Avenue, St Joseph, M1 49085-2396, USA.

Lefcourt, A.M., Meisinger, J.J., 2001. Effect of adding alum or zeolite to dairy slurry on ammonia volatilization and chemical composition. *J. Dairy Sci.* 84, 1814–1821.

Leroy, B.L.M., Herath, H.M.S.K., Sleutel, S., De Neve, S., Gabriels, D., Reheul, D., Moens, M., 2008. The quality of exogenous organic matter: short-term effects on soil physical properties and soil organic matter fractions. *Soil Use Manage.* 24(2), 139-147.

Le Villio, M., Arrouays, D., Deslais, W., Clergeot, D., Droussin, J and Le Bissonnais, Y., 2004. Interest of the Compost as a Source of Organic Matter to Restore and Maintain Physical Properties of French Soils. Symposium No: 57, Paper No. 1529.

Lindsay, W. L. and Norvell, W. A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper, *Soil Sci. Soc. Am. J.* (42), 421-428.

Liu, N., Zhou, J., Han, L., Ma, S., Sun, X., Huang, G., 2017. Role and multi-scale characterization of bamboo biochar during poultry manure aerobic composting. *Bioresour. Technol.* 241, 190–199.

Lopez, M.J., Elorrieta, M.A., Vargas-Garcia, M.C., Soares-Estrela, F., Moreno, J., 2002. *Bioresour. Technol.*, vol. 81, no. 1, pp. 123–129.

López-Cano, I., Roig, A., Cayuela, M.L., Albuquerque, J.A., Sánchez-Monedero, M.A., 2016. Biochar improves N cycling during composting of olive mill wastes and sheep manure. *Waste Manage.* 49, 553–559.

Loué, A. (1968) Diagnostic Petiolaire de Prospection. Etudes Sur la Nutrition et la Fertilisation Potassiques de la Vigbe Societe Commerciale des Potasses d'Alsace Services Agroomiques.31- 41.

Madejon, E., Diaz, M. J., Lopez, R., Cabrera, F., 2001. Co-composting of sugarbeet vinasse: influence of the organic matter nature of the bulking agents used, *Bioresource Technology* 76 (2001) 275-278.

Mahimairaja, S., Bolan, N.S., Hedley, M.J., McGregor, A.N., 1994. Losses and transformations of nitrogen during composting of poultry manure with different amendments: an incubation experiment. *Biores. Technol.* 47, 265-273.

Martins, O., and T. Dewes, 1992. Loss of nitrogenous compounds during composting of animal wastes, *Bioresource Technology*, 42 (2), 103-111.

Martin, P.J., Stephens, W., 2001. The potential for biomass production on restored landfill caps, ed: Bullard, M.J., Christian, D.G., Knight, J.D., Lainsbury, m.A., Parker., S.R., *Aspects of Applied Biology*, 65, Pp. 337-344.

Mathers, A.C., Steward, B.A., 1980. The effect of feedlot manure on soil physical and chemical properties. In: *Livestock Waste: A Renewable Resource. Proceedings of the fourth International symposium on livestock waste. American Society of Agricultural Engineers St. Joseph, Michigan.* pp.159-162.

Mazurak, A.P. (1968) *Toprak Fiziği Ders Notları. Nebraska Üniversitesi, Lincoln Nebraska.*

Mbagwu JSC ve Bazzoffi P (1989).Effect of antecedent matric potential on the stability of soil aggregates subjected to cyclic freezing and thawing as evaluated by three structural indices. *Soil echnol.* 2 (1), 59-70.

Mengel, K., E.A. Kirkby. 1982. *Principles of Plant Nutrition.* IPI. Bern- Switzerland.

McCoy, E.L., 1998. Sand and organic amendments influences on soil physical properties related to turf establishment. *Agronomy Journal* 90: 411-419.

Mihundu R. L., Menas W., Esther N., 2013. Composting of selected organic wastes from peri-urban areas of Harare, Zimbabwe, *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, Volume2, Article number: 14 (2013).

Miller, F.C. and M.S. Finstein. 1985. Materials Balance in the Composting of Sewage Sludge as Affected by Process Control Strategy. *J. Water Pollut. Control Fed.* 57:122-127.

Miller, J. J., Bremer, E. B., Beasley, W., Drury, C. F., Zebarth, B. J. and Larney, F. J. 2012. "Long-term effect of fresh and composted cattle manure on the size and nutrient composition of dry-sieved soil aggregates", *Can. J. Soil Sci.* 92: 673683.

Misra RV, Roy RN, Hiraoka H., 2003. *On-farm composting methods.* Rome: FAO.

- Moebius B. N., van Es H. M., Schindelbeck R. R., Idowu O. J., Clune D. J., Thies, J. E., 2007. Evaluation of laboratory measured soil properties as indicators of soil physical quality, *Soil Science*, November 2007, Vol. 172. No. 11. Printed in USA.
- Mohaibes, M., Heinonen-Tanski, H., 2004. *Bioresour. Technol.*, vol. 95, no. 3, pp. 245–254.
- Moran JA, Mitchell AK, Goodmanson G, Stockburger KA (2000). Differentiation among effects of nitrogen fertilization treatments on conifer seedlings by foliar reflectance: a comparison of methods. *Tree Physiology* 20: 1113–1120.
- Muir, J. P., Sanderson, M. A., Ocumpaugh, W. R., Jones, R. M. ve Reed, R. L., 2001, Biomass production of ‘alamo’ switchgrass in response to nitrogen, phosphorus, and row spacing *Agronomy Journal*, 93 (4), 896-901.
- Mücevher O., Akbaş F., Bağcı M. & Şeker, C., 2018. Erozyona uğramış alanların ıslahı için iğde budama artıklarının kompostlaştırılması ve biyokömür üretimi-Karapınar Örneği, Sözlü Sunum, VI. Uluslararası KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, 26 Ekim 2018, Konya.
- Naeem, M.A., Khalid, M., Aon, M., Abbas, G., Amjad, M., Murtaza, B., Khan, W.-u.-D., Ahmad, N., 2018. Combined application of biochar with compost and fertilizer improves soil properties and grain yield of maize. *J. Plant Nutr.* 41, 112–122.
- Neklyudov, A.D., Ivankin, A.N., 2003. *Ekologicheskie osnovy proizvodstv: vzaimosvyaz' ekologii, khimii ibiotekhnologii* (Ecological Bases of Production: Relationship between Ecology, Chemistry, and Biotechnology), Moscow: MGUL.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p. 539-579. In A.L. Page (Ed.) *Methods of Soil Analysis*. 2nd Ed. Asa Monogr. 9(2). Amer. Soc. Agron. Madison, Wip.
- Nyamangara, J., Gotosa, J., Mpofu, S.E., 2001. Cattle manure effects on structural stability and water retention capacity of a granitic sandy soil in Zimbabwe. *Soil and Tillage Research* 62: 157-162.
- Oldfield, T.L., Sikirica, N., Mondini, C., López, G., Kuikman, P.J., Holden, N.M., 2018. Biochar, compost and biochar-compost blend as options to recover nutrients and sequester carbon. *J. Environ. Manage.* 218, 465–476.

- Ogden, C. B., H. M. van Es, and R. R. Schindelbeck. 1997. Miniature rain simulator for field measurement of soil infiltration. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61: 1041–1043.
- Ohu, J.O., Raghavan, G.S.V., McKyes, E., 1985 . Peatmoss effect on the physical and hydraulic characteristics of compacted soils. *Transactions of the ASAE* 28(2): 420-424.
- Okur, M., Demiryurek, M., Taysun, A., 2007. Karapınar rüzgâr erozyon sahasında rüzgarla hareket eden sediment miktarı ile yüksekliğinin yıl içerisinde dağılımı ve toprak özellikleri ile kuru agregatlar arasındaki ilişki üzerine mevsimsel etkisi. Proje No: TAGEM-BB-TOPRAKSU-2007/30.
- Okur, M., Demiryurek, M., Taysun, A., Okur, O., 2008. Karapınar rüzgâr erozyon sahasında toprak özellikleri kuru agregat yüzdeleri ve toprak taşınımı üzerine mevsimsel etkinin belirlenmesi. DSİ IV. Bölge müdürlüğü Konya kapalı havzası yer altı suyu ve kuraklık konferansı 2008. Konya.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. & Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate US Dept. Agric. Cric. 939.
- Onursal, E. 2006. “Gül işleme atıklarının kompostlaştırılmasında optimum C/N oranlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma”. Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Tarım Makineleri Anabilim dalı, Isparta.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan. H., 1993. Toprak bilimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No. 73, Ders Kitapları Yayın No: 16, Adana.
- Özbek H, Z. Kaya, H. Gök H. Kaptan 1995. Toprak Bilimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 73 Ders Kitapları yayın no 1016 580-584. Adana.
- Özdemir, N., 1991. Toprağın strüktürel dayanıklılığının ve erozyona karşı duyarlılığının mevsimsel değişimi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 25(3): 319-326.
- Özenç, N, and Çaycı, G. 2005. “The effects of hazelnut husk and the other organic materials on hazelnut yield, some soil and quality properties”, *Proceeding of The Sixth International Congress on Hazelnut, Tarragona-Reus, Spain, Acta Horticulturae*, 686, 297-307.
- Özenç, D., Özenç, N. ve Çaycı, G. 2006. Effect of different organic materials on soil pH and available phosphorus and cation exchange capacity. 18th International Soil Meeting (ISM) on “Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology”, May 22-26, *Proceedings Vol: I*, pp. 420-425, Şanlıurfa, Turkey.

Öztürk, M., 2005. Hayvan Çiftliklerinde Kompost Üretimi. <http://www.cevreorman.gov.tr/moz15.htm>.

Peoples, M.B. and J.R. Freney. 1995. Minimizing Gaseous Losses of Nitrogen. In: P.E. Bacan (eds). Nitrogen Fertilization in the Environment. Marcel Dekker, Inc. New York, p. 565-602.

Poincelot, R.P., 1977. The biochemistry of composting. In Composting of Municipal Residues and Sludges. Proceeding of the 1977 National Conference, Rockville, MD.

Rao, S. B. N. ; Krishna, N. ; Prasad, J. R. ; Raghavan, G. V., 1995. Evaluation of nutritional quality of some fibrous resources by *in vitro* and nylon bag techniques in goats. Indian J. Anim. Nutr., 12 (2): 85-9.

Rasiah, V., Kay, B.D., Perfect, E., 1993. New mass based model for estimating fractal dimensions of soil aggregates. Soil Science Society of America Journal 57: 891-895.

Reddy, M.S., 1991. Effects of soil amendments on the hardening of red sandy loams (chalka soils) of Andhra Pradesh. Ann. Agric. Res. 12, 174-176.

Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils: Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture Handbook 60, 160 p. 1954.

Richardson AD, Duigan SP, Berlyn GP (2002) An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. New Phytologist 153: 185–194.

Roger, T. H. 1993. T. The Practical Handbook of Compost Engineering., Roger Tim Haug CRC Press.

Roldan, A., Garcia-Orenes, F., Lax, A., 1994. An incubation experiment to determine factors involving aggregation changes in an arid soil receiving urban refuse. Soil Biology and Biochemistry 26: 1699-1707.

RYNK, R., 1992. On Farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Ithaca, New York. 186 p. USA.

Qayyum, M.F., Liaquat, F., Rehman, R.A., Gul, M., ul Hye, M.Z., Rizwan, M., Rehaman, M.Z.U., ur Rehaman, M.Z., 2017. Effects of co-composting of farmmanure and biochar on plant growth and carbon mineralization in an alkaline soil. Environ. Sci. Pollut. Res. 24, 26060–26068.

Sağlam, M., Öztürk, H.S. ve Özkan, İ. 2004. “The use of the composted banana plant wastes as a soil amendment material”, International Soil Congress (ISC) on ‘Natural Resource Management for Sustainable Development’ 7-10 Haziran, 2004. Erzurum, Türkiye, A.12, 70-77.

Sánchez-García, M., Albuquerque, J.A., Sánchez-Monedero, M.A., Roig, A., Cayuela, M.L., 2015. Biochar accelerates organic matter degradation and enhances N mineralisation during composting of poultry manure without a relevant impact on gas emissions. *Bioresour. Technol.* 192, 272–279.

Sauerback, D.R. 1982. “Influence of crop rotations, manurial treatment and soil tillage on the organic matter content of German soils”, In: Boels, D., Davies, D.B., Johnston, A.E. (Eds) *Soil Degradation Proceedings of the ECC Seminar*, Wageningen, Netherlands, pp:163-179.

Schwarzenegger, A., and Adams, L. S., 2007. *Compost Use for Landscape and Environmental Enhancement*, California Integrated Waste Management Board.

Sellami F., R. Jarboui, S. Hachicha, K. Medhioub and E. Ammar., 2008. Co composting of oil exhausted olive-cake, poultry manure and industrial residues of agro-food activity for soil amendment, *Bioresour. Technol.* 99: 1177–1188.

Sharpley, A. and S. Rekolainen. 1997. Phosphorus in Agriculture and its Environmental Implications. In: Tunney, H. (Ed.) *Phosphorus Loss to Water from Agriculture*. P. 1-71. Cambridge, UK: CAB International Press.

Shiralipour, A., McConnell, D.B., Smith, W.H., 1992. Physical and chemical properties of soils as affected by municipal solid waste compost application. *Biomass and Bioenergy* 3: 261-266.

Singh, G. and Singh, O. P. 1993. “Effect of tillage practices and fertility on yield and economics of linseed growth after rice, *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 63.647-648.

Skopp, M.J. 2000. Physical Properties of Primary Particals. In: Sumner, M.E. (E.d), *Handbook of Soil Science*. CRC Press, New York, p. A3- A16.

Soil Survey Staff., 2006. *Keys to Soil Taxonomy*, 10th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

- Soane, B.D., van Ouwerkerk, C. (Eds.), 1994. Soil Compaction in Crop Production, Developments in Agricultural Engineering Series, vol. 11. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands, Pp. 662.
- Spaccini, R., Mbagwu, J.S.C., Igwe, C.A., Conte, P. ve Piccolo, A., 2004. Carbohydrates and aggregation in lowland soil of Nigeria as influenced by organic inputs. *Soil and Tillage Research*, 75: 161-172
- Steiner, C., Das, K.C., Melear, N., Lakly, D., 2010. Reducing nitrogen loss during poultry litter composting using biochar. *J. Environ. Qual.* 39, 1236.
- Stumm, W. 1992. Chemistry of the Solid-Water Interface. Wiley Interscience, New York.
- Suess, M. J. 1985. Katı atık yönetimi. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, Ankara, 207 ss.
- Şimşekli, N., 2012. Karapınar rüzgâr erozyonunu önleme alanının sürdürülebilir arazi/toprak yönetimi planının geleneksel yapının perspektifinde geliştirilmesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Arkeometri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Adana.
- Tabatabai, M.A., 1982. Soil enzymes. In: Page, A.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis*, Part 2. American Society of Agronomy, pp. 903–948.
- Taheri Soudejani, H., Heidarpour, M., Shayannejad, M., Shariatmadari, H., Kazemian, H., Afyuni, M., 2019. Composts containing natural and Mg-modified zeolite: the effect on nitrate leaching, drainage water and yield. *Clean. - Soil, Air, Water* 1–9.
- Talashilkar, S.C., Kadrekar, S.B., 1984. Effect of soil amendments on manat soil of Konkan. *Indian Journal of Agricultural Research* 18 (4): 232-234.
- Tanugur, I. 2009. Besi tavuğu kümes atıklarının farklı katı malzemeleriyle aerobik kompostlaştırılması, Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 93 s., İstanbul.
- Tejada, M. ve Gonzales, J.L., 2006. Relationships between erodibility and erosion in a soil treated with two organic amendments. *Soil and Tillage Research*, 91: 186- 198.
- Tejada M., Gonzalez J.L., García-Martínez A.M., Parrado J. (2008) Application of a green manure and green manure composted with beet vinasse on soil restoration: Effects on soil properties, *Bioresource Technol.* 99, 4949–4957.

Tejada, M., Gonzales, J.L., 2008. Influence of two organic amendments on the soil physical properties, soil loses, sediment and runoff water quality. *Geoderma*, 145, 325-334.

TMECC (2001). US Composting Council and US Department of Agriculture (2001) Test methods for the examination of composting and compost. (TMECC) Thompson W.H. (ed.) <http://compostingcouncil.org/tmecc/>. (Erişim tarihi 10.02. 2022).

Thomas, G. W., 1982, "Exchangeable Cations. Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties", Second Edition. A.L. Page (editor). *Agronomy*, No. 9, Part 2, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI: 159-165.

Tiquia, M. S., Tam, F.Y. N. 2001. Characterization and composting of poultry litter in forced-aeration piles. *Process Biochemistry* vol 37: pp 869-880.

Tiquia, S.M., J.H.C. Wan, N.F.Y. Tam. 2001. Extra Cellular Enzyme Profiles During Co-Composting of Poultry Manure and Yard Trimmings. *Process Biochemistry*, 36, 813-820.

Tirlok, S., Nagarajarao, Y., Sadaphal, M.N., 1980. Effect of legumes on physical properties of soil in mixed cropping with maize. *Indian Journal of Argonomy* 25(4): 592-599.

Tisdal, J.M., Oades, J.M. 1980. "The effect of crop rotation on aggregation in a redbrown earth", *Aust. J. Soil Res.*18,423-433.

Tisdall, J.M., Oades J.M., 1982. Organic matter and water –stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science* 33: 141-163.

Tittarelli, F. and S. Canalı. 2002. Maintaining Soil Organic Fertility for a Sustainable Development of Agriculture. *Proc. Of Workshop Biological Treatment of Biodegradable Waste*.

Topçuoğlu, B., M.K. Önal, N. Arı 2001. Toprağa Kentsel Katı Atık Kompostu ve Kentsel Atık su Arıtma Çamuru Uygulamalarının Sera Domatesinde Kuru Madde Miktarı ve Bazı Bitki Besin İçerikleri Üzerine Etkisi. GAP II. Tarım Kongresi 24-26 Ekim, Şanlıurfa.

Topraksu, 1975. Toprak istatistik bülteni. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü, Ankara.

- Torri, K. 1974. Utilization of Sedimentary Zeolites in Japan. Seminar on the Occurrence, Origin and Utilization of Sedimentary Zeolites in the Circums Pacific Region, U.S. Japan Cooperative Science Program, California, p.441-450.
- Tosun, İ., Gönüllü, T. ve Günay, A. 2003. “Gül İşleme Endüstrisinden Kaynaklanan Posaların Kompostlaşabilirliğinin Araştırılması”, YTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü Proje No: 22-05-02-01.
- Trautmann, N., Olynciw, E. 2003. Compost microorganisms. <http://cfe.cornell.edu/compost/microorg.html>. (Accessed July 2003).
- Tunalı, M. M., Çarpıcı, E. B., Çelik, N., 2012. Farklı azot dozlarının bazı mısır çeşitlerinde klorofil içeriği, yaprak alan indeksi ve tane verimi üzerine etkileri, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 5 (1): 131-133, 2012.
- Tuncay, H., 1994. Toprak fiziği uygulama kılavuzu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Teksir No. 29. İzmir.
- Turan, N. G. ve Ergun, O. N., 2007. Ammonia uptake by natural zeolite in municipal solid waste compost, Environmental Progress, 26(2), 149-156.
- Turan, G., 2008. The effects of natural zeolite on salinity level of poultry litter compost, Bioresource Technology, 99, 2097-2101.
- Turan, N.G., Akdemir, A., Ergun, O.N., 2009. Removal of volatile organic compounds by natural materials during composting of poultry litter. Bioresour. Technol. 100, 798-803.
- Tüzüner, A. 1990. Toprak ve Su Analizi El Kitabı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1995. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara
- Warman, P.R., J.M. Cooper 2000a. Fertilization of a Mixed Forage Crop With Fresh and Composted Chicken Manure and NPK Fertilizer. Effects on Dry Matter Yield and Soil and Tissue N, P and K. Canadian Journal of Soil Science 80, 337-344.
- Warman, P.R., J.M. Cooper 2000b. Fertilization of a Mixed Forage Crop With Fresh and Composted Chicken Manure and NPK Fertilizer. Effects on Dry Matter Yield and Soil and Tissue Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Zn and Mn. Canadian Journal of Soil Science 80, 345-352.

- Watson D. J. (1947). Comparative Physiological Studies on the Growth of Field Crops: I. Variation in Net Assimilation Rate and Leaf Area between Species and Varieties, and within and between Years. *Annals of Botany*, 11, 41-76.
- Weber, J., Karczewska, A., Drozd, J., Licznar, M., Licznar, S., Jamroz, E., Kocowicz, A., 2007. Agricultural and ecological aspects of a sandy soil as affected by the application of municipal solid waste composts. *Soil Biol. Biochem.* 39, 1294-1302.
- Wei, L., Shutao, W., Jin, Z., Tong, X., 2014. Biochar influences the microbial community structure during tomato stalk composting with chicken manure. *Bioresour. Technol.* 154, 148–154.
- Whalen, J.K., Chang, C., Clayton, G.W., Carefoot, J.P., 2000. Cattle manure amendments can increase the pH of acid soils. *Soil Science Society of America Journal* 64: 962- 966.
- Witter, E., and J. Lopez-Real. 1988. Nitrogen losses during the composting of sewage sludges, and the effectiveness of clay soil, zeolite, and compost in adsorbing the volatilized ammonia. *Biological Wastes.* 23: 279–294.
- Wong, J. W. C., Wang, X., Selvam, A., 2017. Improving Compost Quality by Controlling Nitrogen Loss During Composting, *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering Solid Waste Management*, 2017, Pages 59-82.
- Wortmann, C.S, Shapiro, C.A., 2008. The effects of manure application on soil aggregation. *nutr. Cycl. Agroecosyst.* 80(2), 173-180.
- WRB. 2006. World Reference Base for Soil Resources– A framework for international classification, correlation and communication. *Intern. World Soil Resources Reports* 103, FAO, Rome.
- Van Es, H. M., R. R. Schindelbeck, A. Melkonian, B. N. Moebius, and O. J. Idowu. 2007. Assessment of soil aggregate stability using small rainfall simulators. *Department of Crop and Soil Sciences Research Series* 06-01, Cornell University, Ithaca, NY.
- Vuorinen, A.H. and Saharinen, M.H., 1997. Evolution of microbiological and chemical parameters during manure and straw co-composting in a drum composting system, *Elsevier Applied Science, Collago*, pp. 141-168.

- Yılmaz, E., Alagöz, Z., 2005. Organik materyal uygulamasının toprağın agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2005, 18(1), 131-138.
- Yetgin S., 2006. ‘Investigation of Fuel Oxygenate Adsorption on Clinoptilolite Rich Natural Zeolite’, Ms Thesis, İzmir Institute of Technology.
- Youngs, R.W. and Frost, C.M. 1963. Humic acids from leonardite- a soil conditioner and organic fertilizer. Ind. Engineering Chemical., 55, 95–99
- Yurtsever, N. (1984). Deneysel İstatistik Metotları, TOKB, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, No:623, Ankara.
- Yüksel, O. 2012. “Çöp kompostunun xerofluvent topraklarda fiziksel özelliklere etkisi”, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (2), 92-97.
- Zhang, H., 1994. Organic matter incorporation affects mechanical properties of soil aggregates. Soil Till. Res. 31, 263-275.
- Zebarth, B.J., Neilsen, G. H., Hogue, E., Neilsen, D., 1999. Influence of organic waste amendments on selected soil physical and chemical properties. Canadian Journal of Soil Science 79 (3), 501-504.
- Zengin, M., Gökmen, F. ve Gezgin, S. 2010. “Meyve bahçelerinde organik çöp kompostu kullanımı”, Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. 24(3): 109-117.
- Zhiyi, F. and Saskatchewan, R., 2004. A fuzzy inference system for synthetic evaluation of compost maturity and stability, MSc Thesis, Environmental System Engineering University, Regina.
- Zibilske, L. M. 1998. Composting of organic wastes. pp. 482 –498. In Principles and Applications of Soil Microbiology. Sylvia, D.M., J.J. Fuhrmann, P.G. Hartel and D.A. Zuberer. (Eds.). Upper Saddle River, NJ. Prentice Hall.