



**T. C.**

**ORDU ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FINDIK ZURUFU VE FINDIK KABUĞUNDAN ELDE  
EDİLEN BİYOKÖMÜRÜN TOPRAK ÖZELLİKLERİ  
ÜZERİNE ETKİSİNİN GELENEKSEL  
UYGULAMALARLA KARŞILAŞTIRILMASI**

**FEYZA ŞENGÜL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**ORDU 2019**

**T.C.**  
**ORDU ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**FINDIK ZURUFU VE FINDIK KABUĞUNDAN ELDE EDİLEN  
BİYOKÖMÜRÜN TOPRAK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN  
GELENEKSEL UYGULAMALARLA KARŞILAŞTIRILMASI**

**FEYZA ŞENGÜL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ORDU 2019**

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

  
FEYZA ŞENGÜL

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

### FINDIK ZURUFU VE FINDIK KABUĞUNDAN ELDE EDİLEN BİYOKÖMÜRÜN TOPRAK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN GELENEKSEL UYGULAMALARLA KARŞILAŞTIRILMASI

FEYZA ŞENGÜL

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 79 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. Damla BENDER ÖZENÇ)

Bu çalışmada, fındık zurufu ve fındık kabuğundan elde edilen biyokömürün kumlu tın toprağın özellikleri üzerine etkisi geleneksel uygulama olan hayvan gübresi ile karşılaştırılmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre, üç organik materyal (hayvan gübresi, fındık zurufu, biyokömür), üç farklı karışım oranı (0-3- 6 ton da<sup>-1</sup>), 4 inkübasyon dönemi (30-60-90-120 gün) ve 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. İnkübasyon dönemleri sonunda toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimler incelenmiştir.

Killi tın toprağın farklı basınçlarda tuttuğu nem miktarları, toprağa 6 ton fındık zurufu uygulamasının 120 günlük inkübasyon döneminde en yüksek çıkmıştır. Toprağın havalanma porozite sınırı, makro-mikro yüzdesi, hacim ağırlığı özellikleri üzerine organik madde varlığının yeterli olmuş; makro por yüzdesi inkübasyon dönemi x uygulama dozu arttıkça artarken, toprağın mikro por yüzdesi ve hacim ağırlığı azalmıştır. Toprağın hidrolik iletkenlik ve agregat stabilitesi üzerine ise en etkili organik materyal hayvan gübresinin 6 ton uygulaması olmuştur. İnkübasyon dönemine bağlı olarak hidrolik iletkenlik değeri artarken, agregat stabilitesi 60 günlük inkübasyon döneminden sonra azalma eğilimine girmiştir.

Toprağın organik madde miktarı üzerine fındık zurufu ve hayvan gübresi aynı düzeyde etkili olurken, en yüksek toprak pH'sı biyokömür uygulamasında bulunmuştur. İnkübasyon dönemi uzadıkça hayvan gübresi organik madde kapsamını artırmış, fındık zurufu ve biyokömür uygulamalarında azalmıştır. Toprak pH ve EC'si inkübasyon dönemi x uygulama dozları arttıkça yükselmiştir. Toprağın toplam azot, yarıyıllı fosfor ve ekstrakte edilebilir potasyum içeriği üzerine inkübasyon dönemi x organik materyal x uygulama dozu etkileşimi önemli farklılıklar meydana getirmiştir. İnkübasyon döneminin uzamasına bağlı olarak toprağın toplam azot içeriği azalırken, en etkili materyal hayvan gübresi olmuştur. Yarıyıllı fosfor ve ekstrakte edilebilir potasyum kapsamı sırasıyla inkübasyonun 90. ve 60. gününe kadar artmış; sonra azalma eğilimi göstermiş, fındık zuruf materyalinin 6 ton uygulaması en etkili olmuştur.

Tüm veriler değerlendirildiğinde, fındık zurufu yüksek havalanma kapasitesi ve yarıyıllı su içeriği ile fiziksel özellikleri iyileştirdiği, yüksek organik madde, fosfor ve özellikle de potasyum içeriği ile de hayvan gübresinden daha da etkili olduğu görülmüştür. Diğer yandan, fındık kabuğundan üretilen biyokömür, toprak pH'sı dışında en az etkili materyal olmuş; bu materyalin yüksek karbon içeriği nedeniyle, etkisinin uzun vadede görülebileceği, bu nedenle daha uzun süreli çalışmalarla incelenmesi gerektiği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Organik Materyal, İnkübasyon Dönemi, Fiziksel Özellikler, Kimyasal Özellikler

## ABSTRACT

### COMPARISON WITH TRADITIONAL PRACTICES OF EFFECTS ON SOIL PROPERTIES OF HAZELNUT HUSK AND OBTAINED BIOCHAR FROM NUTSHELL

FEYZA ŞENGÜL

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED  
SCIENCES

SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION

MASTER THESIS, 79 PAGES

(SUPERVISOR: Prof. Dr. Damla BENDER ÖZENÇ)

In this study, the effect of biochar obtained from hazelnut husk and hazelnut shell on the properties of sandy loam soil were compared with the animal manure which is traditional application. Trial was carried out according to randomized parcels experimental design and three organic materials (animal manure, hazelnut husk and biochar), three different mixture ratios (0-3-6 ton da<sup>-1</sup>), four incubation periods (30-60-90-120 days) and three replicates. Changes in physical and chemical properties of soil were investigated at the end of incubation periods.

The amounts of moisture held by the clay loam soil at different pressures was the highest during the 120-day incubation period of 6 tons of hazelnut husk. The presence of organic matter for soil aeration porosity, macro-micro percentage, volume weight was sufficient; as the application dose x incubation period increased, the percentage of the macro porosity was increased, but the percentage of microspheres and the bulk density of the soil was decreased. The most effective organic material was to be 6 tons of animal manure application on the hydraulic conductivity and aggregate stability of the soil. Depending on the incubation period, the hydraulic conductivity value increased while the aggregate stability tended to decrease after 60 days of incubation. Hazelnut husk and animal manure were equally effective on the amount of organic matter of the soil, while the highest soil pH was found in biochar application. As the incubation period increased, animal manure increased the organic matter content and decreased hazelnut husk and biochar applications. The soil pH and EC increased as incubation period x application doses increased. The incubation period x application dose x organic material interaction was significant differences on the total nitrogen, available phosphorus and extractable potassium content of the soil. The total nitrogen content of the soil was decreased depending on the incubation period, the most effective material was animal manure. Available phosphorus and extractable potassium content increased respectively up to 90 and 60 days of incubation and then showed a tendency to decrease; and the most effective material was 6 tons application of hazelnut husk.

When all data were evaluated, hazelnut husk improved physical properties of soil with its high aeration capacity and available water content, and was found to be more effective than animal manure with its high organic material, phosphorus and especially potassium content. On the other hand, biochar produced from hazelnuts was the least effective material except for soil pH; due to the high carbon content of this material, its effect can be seen in the long term and therefore it is thought that it should be examined with longer studies.

**Keywords:** Organic Material, Incubation Period, Physical Properties, Chemical Properties

## TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve yazımı esnasında her türlü bilgiyi bana sağlayan, benden büyük desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Damla BENDER ÖZENÇ 've bölümdeki tüm değerli hocalarıma, sağladıkları desteklerinden ötürü teşekkür ederim.

Sera denemesinde kullandığım materyalleri bulmamı sağlamada, kurulması ve yürütülmesi aşamasında maddi manevi her durumda yanımda olan nişanlım Emre KAYA' ya teşekkür ederim. Hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen annem Emine ŞENGÜL ve kardeşlerim Emel ŞENGÜL, Bilge ŞENGÜL ve Oğuzhan ŞENGÜL' e benim güzel günlerimi görmesini istediğim ama hayatta olmayan babam İdris ŞENGÜL' e çok teşekkür ederim.

Analiz sırasında yardım gördüğüm başta Selahattin AYGÜN hocama ve Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü' ndeki Araştırma Görevlisi hocalarıma teşekkür ederim. Ayrıca analizlerimde yardım gördüğüm arkadaşlarım Murat DURMUŞ ve Semih Kutay KALECİK' e teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

<b>TEZ BİLDİRİMİ</b> .....	I
<b>ÖZET</b> .....	II
<b>ABSTRACT</b> .....	III
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	IV
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	V
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	VI
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	VIII
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	IX
<b>EKLER LİSTESİ</b> .....	X
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b> .....	6
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	16
3.1 Materyal .....	16
3.2 Yöntem .....	17
3.2.1 Denemenin Kurulması .....	17
3.3 Analiz Yöntemleri .....	18
3.3.1 Deneme Toprağına Ait Bazı Özelliklerin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler .....	18
3.3.2 Denemede Kullanılan Organik Materyal ve Hazırlanan Karışımlara Ait Bazı Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler .....	20
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA</b> .....	21
4.1 Toprak Özellikleri .....	21
4.1.1 Toprak Rutubet Karakteristikleri .....	21
4.1.2 Makro Por ve Mikro Por Yüzdesi .....	25
4.1.3 Hacim Ağırlığı .....	27
4.1.4 Hidrolik İletkenlik .....	28
4.1.5 Agregat Stabilitesi .....	30
4.2 Toprağın Kimyasal Özelliklerine Etkisi .....	32
4.2.1 Organik Madde .....	34
4.2.2 Toprak Reaksiyonu (pH) .....	36
4.2.3 Toprak Elektriksel İletkenliği (EC) .....	38
4.3 Toprağın Makro Besin Elementi İçeriklerine Etkisi .....	39
4.3.1 Toplam Azot .....	41
4.3.2 Yarıyışlı Fosfor .....	44
4.3.3 Ekstrakte Edilebilir Potasyum .....	47
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	52
<b>KAYNAKLAR</b> .....	55
<b>EKLER</b> .....	64
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	79
.....	79

## ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

<b>Şekil 4.1</b> İnkübasyon Dönemi ve Doza Göre Toprağın Havalanma Porozitesindeki Değişimler .....	23
<b>Şekil 4.2</b> İnkübasyon Dönemi ve Doz Etkileşiminin Toprağın Havalanma Porozitesi Üzerine Etkisi .....	24
<b>Şekil 4.3</b> İnkübasyon Dönemi ve Doza Göre Toprağın Makro Por (A) ve Mikro Por (B) Yüzdesindeki Değişimler.....	26
<b>Şekil 4.4.</b> İnkübasyon Dönemi ve Doz Etkileşiminin Toprağın Makro Por (A) ve Mikro Por (B) Yüzdeleri Üzerine Etkisi .....	26
<b>Şekil 4.5</b> İnkübasyon Dönemi, Doz (A), İnkübasyon Dönemi ve Doz Etkileşiminin (B) Toprağın Hacim Ağırlığı Üzerine Etkisi .....	28
<b>Şekil 4.6</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Doza Göre Toprağın Hidrolik İletkenlik Değerindeki Değişimler .....	29
<b>Şekil 4.7</b> İnkübasyon Dönemi ve Doz Etkileşiminin Toprağın Hidrolik İletkenliği Üzerine Etkisi .....	30
<b>Şekil 4.8</b> İnkübasyon Dönemi ve Organik Materyale Göre Toprağın Agregat Stabilitesi Değerindeki Değişimler.....	31
<b>Şekil 4.9</b> Organik Materyal ve Doz Etkileşiminin Toprağın Agregat Stabilitesi Üzerine Etkisi .....	32
<b>Şekil 4.10</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Doza Göre Toprağın Organik Madde Miktarındaki Değişimler .....	34
<b>Şekil 4.11</b> Organik Materyal ve Doz (A), Organik Materyal ve İnkübasyon Dönemi (B) Etkileşimlerinin Toprağın Organik Madde Kapsamına Üzerine Etkisi.....	35
<b>Şekil 4.12</b> İnkübasyon Dönemi ve Organik Materyal Göre Toprak Ph'sındaki Değişimler.....	36
<b>Şekil 4.13</b> Organik Materyal ve Doz (A), Organik Materyal ve İnkübasyon Dönemi (B), İnkübasyon Dönemi ve Doz (C) Etkileşimlerinin Toprağın Ph'sı Üzerine Etkisi.....	37
<b>Şekil 4.14</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Doza Göre Toprak EC'sindeki Değişimler.....	38
<b>Şekil 4.15</b> Organik Materyal ve Doz (A), İnkübasyon Dönemi ve Doz (B) Etkileşimlerinin Toprağın EC'si Üzerine Etkisi.....	39
<b>Şekil 4.16</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Doza Göre Toprağın Toplam Azot İçeriğindeki Değişimler .....	41
<b>Şekil 4.17</b> Uygulama Dozları ve Organik Materyal (A), Organik Materyal ve İnkübasyon Dönemi (B), İnkübasyon Dönemi ve Doz (C) Etkileşiminin Toprağın Toplam N İçeriği Üzerine Etkisi.....	43
<b>Şekil 4.18</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Doza Göre Toprağın Fosfor İçeriğindeki Değişimler .....	45



<b>Şekil 4.19</b> Uygulama Dozları ve Organik Materyal (A), Organik Materyal ve İnkübasyon Dönemi (B), İnkübasyon Dönemi ve Doz (C) Etkileşiminin Toprağın Fosfor İçeriği Üzerine Etkisi .....	46
<b>Şekil 4.20</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Doza Göre Toprağın Potasyum İçeriğindeki Değişimler .....	48
<b>Şekil 4.21</b> Uygulama Dozları ve Organik Materyal (A), Organik Materyal ve İnkübasyon Dönemi (B), İnkübasyon Dönemi ve Doz (C) Etkileşiminin Toprağın Potasyum İçeriği Üzerine Etkisi .....	49

## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

<b>Çizelge 3.1</b> Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	16
<b>Çizelge 3.2</b> Organik Materyallerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	17
<b>Çizelge 4.1</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Fiziksel Özelliklerine Etkisi.....	22
<b>Çizelge 4.2</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Bazı Kimyasal Özelliklerine Etkisi.....	33
<b>Çizelge 4.3</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Bazı Makro Besin Elementi İçeriklerine Etkisi.....	40

## SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

---

<b>%</b>	: Yüzde
<b>C</b>	: Karbon
<b>Ca</b>	: Kalsiyum
<b>Cm</b>	: Santimetre
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Karbondioksit
<b>Cu</b>	: Bakır
<b>da</b>	: Dekar
<b>EC</b>	: Elektriksel İletkenlik
<b>Fe</b>	: Demir
<b>FZ</b>	: Fındık Zurufu
<b>g</b>	: Gram
<b>HA</b>	: Hacim Ağırlığı
<b>ha</b>	: Hektar
<b>HCl</b>	: Hidroklorik Asit
<b>HK</b>	: Havalanma Kapasitesi
<b>K</b>	: Potasyum
<b>K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub></b>	: Di potasyum hidrojen fosfat
<b>KAS</b>	: Kolay Alınabilir Su
<b>kg</b>	: Kilogram
<b>kPa</b>	: Kilo Pascal Basınç Birimi
<b>Mg</b>	: Magnezyum
<b>mg</b>	: Miligram
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>Mn</b>	: Mangan
<b>N</b>	: Azot
<b>OM</b>	: Organik Madde
<b>P</b>	: Fosfor
<b>pF</b>	: Rutubet Karakteristik Değeri
<b>pH</b>	: Ortamda Bulunan H <sup>+</sup> Konsantrasyonunun Negatif Logaritması
<b>ppm</b>	: Part Per Million (Milyonda Bir Kısım)
<b>TÜİK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu

---

## EKLER LİSTESİ

### Sayfa

<b>EK 1:</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Saturasyon Yüzdesi ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları .....	65
<b>EK 2:</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın 1 Kpa Basıncıta Tuttuğu Nem Yüzdesi ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları.....	66
<b>EK 3:</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın 5 Kpa Basıncıta Tuttuğu Nem Yüzdesi ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları.....	67
<b>EK 4:</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Havalanma Porozitesi Yüzdesi ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları .....	68
<b>EK 5:</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Makro-Mikro Por Yüzdesi ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları .....	69
<b>EK 6:</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Hacim Ağırlığı ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları .....	70
<b>EK 7:</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Hidrolik İletkenlik Değeri ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları .....	71
<b>EK 8:</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Agregat Stabilite Yüzdesi ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları.....	72
<b>EK 9:</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Organik Madde İçeriği ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları.....	73
<b>EK 10:</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Ph Değeri ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları.....	74
<b>EK 11:</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın EC Değeri ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları.....	75
<b>EK 12:</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Azot İçeriği ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları.....	76
<b>EK 13:</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Fosfor İçeriği ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları.....	77
<b>EK 14:</b> İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Potasyum İçeriği ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları .....	78

## 1. GİRİŞ

Toprak yaşamın kaynağını oluşturması bakımından ekosistemin en önemli ögelerinden biridir. İnsan beslenmesindeki ve ekolojik denge içerisindeki yeri dikkate alındığında toprakların sürdürülebilir bir biçimde kullanılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Hatalı tarım tekniklerinin uygulanması toprakların bozulmasında başlıca etmenlerden biridir. Jeomorfolojik açıdan baktığımızda ülkemiz topraklarının önemli bir kısmının eğimli arazi üzerinde bulunması nedeniyle tarımsal faaliyetlerin daha bilinçli yapılması ve yapısal özelliklerinin geliştirilerek korunmalarının sağlanması gerekmektedir. Diğer taraftan, dünya nüfusunun hızla artması, insanları birim alandan daha fazla verim elde etme çabasına yöneltmiş, bu da toprakların daha yoğun kullanılması sonucunda toprak sağlığının bozulması sonucunu doğurmuş ve de toprakların sürdürülebilirliği tehlike altına girmiştir. Genellikle topraklardaki yapısal bozulmalar çok yoğun bir şekilde işlenen topraklarda toprak organik maddesinin azalmasından dolayı meydana gelmektedir (Grandy ve ark., 2002).

Günümüzde, kontrollü şartlar altında her mevsimde bitkisel üretim yapılabilmekte, yoğun toprak işlemeye bağlı olarak da sürdürülebilir kullanım için toprakların temel özelliklerinin bozulmadan devamlılığın sağlanması temel amaç olmalıdır. Toprakların temel olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerin devamlılığının sağlanmasında toprak organik madde kapsamının artırılması ya da organik madde kaynağının devamlılığı en önemli kısmı oluşturmaktadır. Organik madde, strüktür gelişimi, su ve besin elementlerinin toprakta tutulması, mikroorganizma aktivitesi gibi toprak özelliklerini etkilemektedir. Türkiye topraklarının %75.6' sının, Akdeniz bölgesi topraklarının da %75.1'inin organik madde içeriği yetersizdir (<% 2) (Pılanalı, 2001). Dolayısıyla ülkemiz koşullarında organik madde içeriği, toprak üretkenlik kapasitesini etkileyen önemli bir parametredir. Organik madde toprakların etkinliği ve üretkenliğini artırmada önemli işleve sahip olmasına rağmen, yoğun tarımsal uygulamalar toprak organik madde miktarının azalmasına neden olmaktadır (Lal, 2009). Bu nedenle, tarımsal verimliliğin uzun dönem sürdürülebilirliği için, toprak düzenleyicileri ve atıkların düzenli bir şekilde toprağa ilave edilmesi, toprak organik maddesinin korunmasını sağlayacaktır.

Toprakların sürdürülebilirliğini artırmak ve iklimsel değişimler sonucunda topraklarda karbon tutumunu artırarak atmosfere salınımı azaltmak amacıyla son yıllarda biyokömür kullanımı araştırmaları hız kazanmıştır. Biyokömür, iklim değişikliği ile mücadele etmek için basit ama güçlü bir araç olabilir. Organik maddelerin çürüme işlemi süresince, karbondioksit ve metan gibi sera gazları atmosfere salınır. Organik maddenin yanması ile C daha stabil hale gelir ve elde edilen biyokömür topraklara uygulandığında kararlı formda ve etkili bir C kaynağı sağlanmış olur (Liang ve ark., 2008). Biyokömür ince taneli, çok gözenekli bir kömür maddesidir, toprak düzenleyicisi olarak kullanılmaya olan eğilimi ile diğer kömür türlerinden ayırt edilir. Biyokömür üretmek için kullanılan organik biyokütle özel ısıtma işlemi, geniş yüzey alanı ve çok az biyolojik çürüme ile toprakta kalıcı bir özelliğe katkıda bulunmaktadır (Lehmann ve Rondon, 2006). Taze organik materyaller bitkiler ve toprak mikroorganizmalar için besin sağlarken, biyokömür besin ve suyun bitkiler tarafından alınımı artıran bir katalizör görevi görür. Diğer toprak düzenleyicileri ile kıyaslandığında, yüksek yüzey alanlı ve gözenekliliğe sahip biyokömür suyun ve besinlerin emilimi ve tutunmasını sağlar ve ayrıca yararlı mikroorganizmaların gelişmesine yönelik bir yaşam alanı oluşturmaktadır (Glaser ve ark., 2002; Lehmann ve Rondon, 2006; Warnock ve ark., 2007).

Biyokömür, organik maddelerin oksijensiz ortamda pirolizi ya da çok az oksijen ile gazlaştırma işlemiyle elde edilen yüksek karbon ve mineral madde içeren yeni ürüne verilen isimdir (Lehmann, 2007). Biyokömürün üretildiği koşullar ve kullanılan organik madenin türü, toprak ıslahında büyük oranda etkili olur (McClellan ve ark., 2007; McLaughlin ve ark., 2009). Biyokömürün en önemli kalite ölçümleri yüksek kation değişim kapasitesi, adsorbsiyon ve bileşenlerin düşük taşınabilirliğidir (Glaser ve ark., 2002; Liang ve ark., 2006; McClellan ve ark., 2007; McLaughlin ve ark., 2009). Sürdürülebilir biyokömür üretim modelinde, belediye atıkları, orman ve tarımsal atıklar yeşil atık hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Biyokömürün en yaygın kullanımı toprak içine ilave edilmesidir. Biyokömür, toprak yüzeyine diğer organik materyallerle birlikte uygulanabilir veya kompost, malç ile karıştırılarak uygulanabilir; ya da ince öğütülmüş sıvı bir bulamaç şeklinde elle veya makine ile serilerek uygulanabilir. Kompostun bileşeni olarak biyokömür sinerjik etkilere sahip olabilir; mikrobiyal aktiviteyi artırır, kompostlama süresince besin kayıplarını azaltır

(Dias ve ark., 2010). Çalışmalarda, biyokömürün toprağa karıştırıldıktan sonra zaman ilerledikçe bitki gelişimini iyileştirici yönde önemli etkiler yaptığı ifade edilmiştir (Cheng ve ark., 2006; Major ve ark., 2010). Toprağa biyokömür uygulanması; gübre ihtiyacını yaklaşık %10 oranında azalma, toprak asitliğini giderme, toprak reaksiyonunu artırma, alüminyum toksitesini azaltma, yararlı mantar hiflerini artırarak, toprağın biyolojik yapısını düzenleme, topraktaki mevcut besinleri tutma (N,P,K), C mineralizasyonunu artırma, azot fiksasyonunu dengeleme ve katyon değişim kapasitesini %50 artırma ve toprak geçirgenliğini yükseltme gibi hem fiziksel, kimyasal hem de biyolojik özellikler üzerine uzun vadede etkisi olduğu belirtilmiştir (Jeffery ve ark., 2011). Geniş C/N oranı nedeniyle organik maddelerin zor ayrışmasını önlemek açısından da gerekli ölçüde topraklara mineral madde verilmesi ve bu oranının dengelenmesi açısından son derece önem taşımaktadır.

Ülkemizde en önemli organik madde kaynağı ahır gübresidir (Bayındır ve ark., 2004). Hayvansal gübreler, toprak için değerli bir besin madde sağlayıcı ve toprak şartlarını düzenleyicidir. Uygun bir şekilde olgunlaştırılıp toprağa uygulandığında ticari gübrelere göre daha iyi ve ekonomik bir besin maddesi sağlayıcısıdır. Hayvan gübreleri organik madde içeriği bakımından zengin olan bir gübredir ve bu sayede toprağın su tutma kapasitesini artırdığı gibi toprağa önemli ölçüde azot, fosfor, potasyum ve sülfür gibi besin elementlerini sağlarlar (Kacar ve Katkat, 2009). Hayvan gübreleri, bitkilerin ve toprak canlılarının gelişimini hızlandırır. Yüksek katyon değişim kapasitesi özelliği ile bitki besin maddelerinin toprakta tutulmasına yardımcı olur ve olabilecek aşırı tuzluluk ve pH değişimlerine karşı toprakta tamponluk oluşturur. Bitkiler ve toprak mikroorganizmaları için vitamin, hormon ve gelişim düzenleyici madde kaynağı olarak hizmet eder. Toprak mikroorganizmalarına karbon ve enerji kaynağı olarak görev yapar. Toprak özellikleri ve bitki gelişimine pek çok katkısı olan böyle bir kaynaktan günümüzde maalesef çok yetersiz düzeyde yararlanılmaktadır. Naderi ve ark., (2016) tarafından, organik maddece fakir topraklarda yapılan sürüm işlemlerinin toprak organik maddesini azalttığı, hayvan gübresi ve azotlu gübre uygulamalarının toprak organik madde miktarını artırmada etkili olduğu ve sürümün olumsuz etkilerini azalttığı bildirilmiştir.

Tarımsal araziler üzerine yeterli kalitede organik atıkların kullanım eğiliminde bir potansiyel görülmektedir (Khai ve ark., 2008; González ve ark., 2010; De Lucia ve

Cristiano, 2015). Bitkisel atıkların toprağa sağlamış oldukları organik madde miktarları atık miktarına, bitki tür ve çeşidine, yetiştirme şekli ve iklimsel koşullara bağlı olarak değişmekte, bu nedenle toprağa sağlayacakları bitki besin maddesi ve organik madde miktarları da değişmektedir (Di Blassi ve ark., 1997). Tarımda kullanılan girdi miktarları ve üretilen hasat atıkları (sap, saman, sera bitki atıkları, fındık zurufu vb) veya tarımsal sanayi atık materyalleri (melas, bira sanayi atıkları, gül işleme atıkları vb) de artış göstermiştir. Son yıllarda çevresel kirliliğin önlenmesi ve atıkların değerlendirilmesi amacıyla bitkisel üretim sonucunda oluşan hasat atıklarının veya hammaddesi tarımsal ürün olan pek çok fabrikasyon atığının tarımsal üretimde girdi olarak kullanılması yaygınlaşmıştır. Yeşil olanları, kentsel katı veya gıda işleme sanayi atıkları ve hayvan gübresi gibi organik atıklar kompost üretimi için uygundur (Stellacci ve ark., 2013; Rinaldi ve ark., 2014). Bu materyallerin topraklara ilavesi ile organik madde ve bitki besin maddesi kaynağı olabileceğini veya belli oranlarda karışımlar ile yetiştirme ortamı olarak değerlendirilmektedir. Bu tür organik maddeler toprak organik madde miktarı üzerine ve besin içeriği üzerine hemen etkili olması yanında (Hojjati ve Nourbakhsh, 2007) özellikle de fiziksel toprak kalitesini artırmaktadır (De Lucia ve ark., 2013). Zare ve ark., (2010) organik atık uygulamalarının toprak hidrolik iletkenliği ve su tutma kapasitesini artırdığını; toplam porozite üzerine doğrudan etkili olmayıp, ancak biopor yüzdesinin artışıyla, kaba por ağlarının devamlılığı sağlanmasına bağlı olarak havalanma ve drenaj gibi olayları belirleyen por büyüklük dağılımını iyileştirdiği (Marinari ve ark., 2000; Alaoui ve ark., 2011) ifade etmişlerdir.

Fındık zurufu; fındık meyvesini dıştan saran, başlangıçta yeşil renkli olan ve hasat olumunda tabandan başlayarak sarımsı kırmızı ya da kırmızımsı kahverengi renkli bir bitki dokusudur. Fındık zurufu, harman yerlerinde ayıklama makineleri ile fındıktan ayrılmaktadır. Fındık yetiştiriciliğinde hasat sonunda 1 kg yaş fındıktan yaklaşık 1/3 oranında kuru kabuklu fındık elde edilmekte ve 1/5 oranında da kuru zuruf arta kalmaktadır. Yıllara göre ürün verimi ve buna bağlı olarak atık miktarı değişmekle beraber, her yıl ortalama 500.000 ton civarında tarımsal atık olarak ortaya çıkmaktadır (Aygün, 2015). Dünya fındık üretiminin yaklaşık olarak %80'inin ülkemizde üretildiği düşünüldüğünde bu atıkların değerlendirilmesinin fındık üreticileri ve ülke ekonomisi açısından oldukça önemli olduğu göz ardı edilmemelidir. Doğada kendi halinde



yaklaşık iki yıl gibi bir sürede çürümesine karşın, mikrobiyal biyoteknolojik tekniklerle aerobik olarak yaklaşık 2 ay gibi kısa bir süre içerisinde kompostlanabilmektedir. Bu husus, üreticiler tarafından tarım alanlarında kullanımı tercih edilmeyen ve çoğu zaman hasat sonunda atık olarak kalan fındık zuruğunun kompostlanması sonunda, tekrar topraklara organik madde ve besin maddesi kaynağı olarak geri dönüşümünün sağlanabileceği sonucunu ortaya koymaktadır (Bender Özenç ve Yılmaz, 2010; Aygün, 2015).

Fındık zuru kompostunun bileşimi çiftlik gübresine yakın ya da daha zengindir (Çalışkan ve ark., 1997). Toprağa bitki besin elementlerini kazandırmakla kalmayıp aynı zamanda toprağın fiziksel özelliklerini de iyileştirmektedir (Zeytin ve Baran, 2003; Bender Özenç, 2005). Fındık zuru, çiftlik gübresi, tavuk gübresi ve torfun fındık bahçelerinde kullanımının araştırıldığı bir çalışmada; zuru kompostunun doğal yapısında yer alan organik öğelerin ayrışmaya daha dirençli olduğu, en iyi bitki gelişiminin 1500–3000 kg/da fındık zuru kullanımıyla elde edildiği bildirilmiştir (Özenç, 2004). Topraklara atık fındık zuru kompostu uygulaması özellikle organik madde artışı ile birlikte toprağın birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin gelişmesini sağlamış, toprakta mikrobiyal faaliyetler büyük oranda artmış, toprağın tamponlama kapasitesini artırarak kimyasal toprak özelliklerinden pH, elektriksel iletkenlik, değişebilir katyonların miktarı, organik madde ve toplam azot içeriğini; fiziksel özelliklerden agregat stabilitesi, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi ve solma noktasını; biyolojik özelliklerden toprak solunumu ve biyo-kütle içeriğini artırmıştır (Biol ve Bender Özenç, 2011; Aygün, 2015; İslam, 2016).

Bu çalışmanın amacı, fındık hasat atığı olan zuruftan elde edilen kompost ile fındık kabuğundan üretilen biyokömürün topraklara ilavesinin toprakların temel fiziksel ve kimyasal özellikler ile bazı besin elementi içerikleri üzerine ne gibi düzenleme meydana getirdiği geleneksel organik madde kaynağı olarak hayvan gübresi kullanımı ile karşılaştırılmasıdır. Bu şekilde, bölgemiz ve de ülkemiz için önemli bir atık potansiyeli olan fındık zuru ve kabuğunun değerlendirilmesinin yaygınlaştırılmasında bilimsel bir yaklaşım sunmak amaçlanmış olup, bu atıkların kompost ve/veya biyokömür yapımı için gerekli işletmelerin kurulmasında dikkati çekmek, bölge ve ülke ekonomisine katkı sağlamış olacağını düşünmekteyiz.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Biswas ve Khosla, (1971) ahır gübresi uygulamasının alüviyal ve lateritik topraklar üzerindeki etkisi incelenmiş ve topraklardaki agregasyonun ahır gübresi ilavesi ile arttığı belirtilmiştir.

Tiarks ve ark., (1974); Yalçuk ve Munsuz, (1982); MacRae ve Mehuys, (1985); Pikul ve Allmaras, (1986) toprağa ilave edilen organik materyal uygulamasının toprakta bulunan organik madde miktarını arttırdığı buna bağlı olarak toprağın geçirgenliği ve agregat stabilitesinin arttığı tespit edilmiştir.

Ergene, (1987) toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine organik madde miktarı önemli derecede etki eder. Toprağın su tutma kapasitesinin artması iyi bir yapı kazanması, agregatların stabil hale gelmesi, hava ile dolu kaba gözeneklerin oluşması ve iyi tav durumunun korunması gibi fiziksel özellikler ile toprakların katyon değişim kapasitesinin artması toprakta bulunan organik madde miktarına bağlıdır. Bitki besin elementleri organik maddenin ayrışmasıyla açığa çıkar. Bu nedenle, toprağın verimliliği açısından organik madde önemli rol oynamaktadır.

Canpolat, (1992) toprak örneğine (0-10 cm), çiftlik gübresi ve buğday samanını beş farklı şekilde uygulamış ve 45 günlük uygulama süresi sonunda agregat stabilitesini tespit etmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, uygulama miktarına bağlı olarak, toprakların organik maddesi, agregat stabilitesi ve geçirgenlik değerlerinde artış sağlanmıştır.

Özdemir, (1993) laboratuvar koşulları altında yürütülen çalışmada, topraklara ilave edilen ahır gübresi, buğday samanı, fiğ samanı ve çöp kompostu gibi organik artıklar, toprakların suya dayanıklı agregatlar miktarını, strüktürel stabilitesi değerleri istatistiksel olarak önemli düzeyde artırmış, dispersiyon oranı, erozyon oranı, geçirgenlik oranı ve toprak aşınım faktörü değerini istatistiksel olarak önemli düzeyde azaltmış, bazı fiziksel ve mekaniksel özelliklerin iyileşmesine ve erozyona karşı duyarlılıklarının azalmasına neden olduğunu belirtmiştir.

Erkol ve ark., (1993) yürüttükleri çalışmada farklı yerlerden alınan topraklara değişik miktarlarda organik artık karıştırılıp 12 hafta bekletilmiştir. Bu inkübasyon süresi

sonucunda ahır gübresi gibi diğer organik artıkların erozyona karşı direnci artırdığı ve strüktürü iyileştirdiği tespit edilmiştir.

Brohi ve ark., (1995) topraktaki azotun %99'undan fazlası, fosforun %33-37'si, kükürdün %75'i toprak organik maddesinde bulunduğundan, organik madde topraktaki makro ve mikro bitki besin elementlerinin doğrudan kaynağıdır ve besin maddesi ihtiyaçlarının önemli kısmını karşılar. Bununla beraber, P, Fe, Mn, Ca, K, Mg elementlerinin yararlılıklarını artırdığı belirtilmiştir.

Darwish ve ark., (1995); Hati ve ark., (2006); Bandyopadhyay ve ark. (2010) toprak tipine bağlı olarak, toprakların fiziksel özelliklerini etkileyen, iyileştirme özelliğine sahip olan maddenin hayvan gübresi olduğunu belirtmişlerdir.

Canbolat ve ark., (1996) fiziksel özellikleri kötü olan kumlu toprağa artan düzeylerde organik materyal ilavesiyle, agregat stabilitesi hariç organik madde miktarı ve birçok fiziksel özellikte pozitif etkiye neden olurken, toprak neminin korunmasında da önemli bir role sahip olduğu gözlemlenmiştir. Kumlu topraklarda, organik materyal uygulamasının gerekliliği fiziksel özelliklerin iyileşmesi ve toprağa uygulanan suyun yararlılığını artırabilmek için toprağa organik materyal uygulanmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Kacar ve ark., (1996); Sönmez ve ark, (2002); Kütük ve Çaycı (2005) her bir bitkisel atığın organik madde kaynağı olarak olabileceğini ifade etmişlerdir.

Çalışkan ve ark., (1997) fındık zurufunun içerisine belirli oranlarda üre (%46 N) ile çiftlik gübresi ekleyerek yaptıkları kompostların bileşiminin, eklenen materyale göre farklılık gösterdiği ve çiftlik gübresinden daha zengin olduğu, organik madde ve besin maddesi kaynağı olarak kullanılabilceğini belirtmişlerdir.

Gajdos, (1997) kompost ve çiftlik gübresinin toprağa ve ürüne etkisi araştırılmış çalışmalar sonucunda ürün artışını kompostla değişmediğini veya daha fazla arttığını belirtmiştir.

Páre ve ark., (1999) çalışmalarında, kuru ağırlık dikkate alarak taze ve olgunlaştırılmış hayvan gübresini toprağa uygulayarak üç yıllık bir inkübasyon uygulaması sonunda yapılan analizlerde organik maddenin topraklardaki agregasyonu iyileştirdiği ve organik madde oranının arttığını tespit etmişlerdir.

Erdal ve Tarakçıoğlu, (2000) alışmalarında çay atığı, tütün tozu, findık zurufu ve ahır gübresi gibi organik madde kaynaklarının mısır bitkisi gelişimi ve kimi besin maddesi içerikleri üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Bu nedenle 2 ton/da olacak şekilde toprağa organik madde karıştırıp 3 ay süre ile tarla kapasitesinde sulanarak inkübasyona bırakılmış ve mısır bitkisi yetiştirmişlerdir. Sonuç olarak toprağa ilave edilen organik maddeye bağlı olarak bitki kuru ağırlığı ile bitkinin N, P, K, Fe, Cu, Zn konsantrasyonlarının değişik düzeylerde artışlar gösterdiği ve istatikselsel olarak önemli seviyelerde gerçekleştiğini belirlemişlerdir.

Peşken, (2001) findık zurufu ile yaptığı bir denemede, findık zurufu, saman ve kepek ortamında bazı kayın mantarlarının en yüksek verimi verdiğini saptamış ve ortamların findık zurufu ile hazırlanmasının daha ekonomik olacağını belirtmiştir.

Özenç ve alışkan, (2001) alışmalarında findığın verim ve kalitesi üzerine findık zuruf kompostunun etkilerini araştırmışlardır. Denemede zurufun etkilerinin görebilmek amacıyla; bitkinin ihtiyacına göre mineral gübreleme, artan dozlarda çiftlik gübresi + mineral gübre, artan dozlarda çiftlik gübresi ve yine artan dozlarda findık zurufu uygulamaları yapılmıştır. Sonuç olarak toprağın organik madde kapsamının artırdığı ve oluşan organik bileşiklerin, çiftlik gübresinde gerçekleşen organik ayrışmadan daha yavaş ve ayrışmaya daha dirençli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, findık zurufunun iç gücü, zaman ve ekonomik olarak avantajlar sağladığı belirlenmiştir.

etin, (2002) araştırmasında killi tın yapıdaki toprağa uygulanan farklı organik atıkların (p kompostu, mantar kompostu, arıtma çamuru, tavuk gübresi ve sığır gübresi) bitki gelişimi ve toprak verimliliğine etkilerini araştırmıştır. Denemede toprağa 0, 4, 8, 12, 16, 32 ve 45 günlük inkübasyon uygulanması sonucunda, organik atıkların çeşit ve miktarına bağlı olarak toprağın agregat stabilitesi gibi özellikleri artırırsı etki sağlamıştır.

Yılmaz, (2002) tarafından yapılan araştırmada değişik kökenlere sahip, katı humik asit, sıvı humik asit, ahır gübresi, tavuk gübresi, çöp kompostu, melas, pamuk kspesti gibi organik materyaller kullanılmıştır. Materyallerin sıvı olanları sulama suyu ile birlikte katı olanları ise toprağa karıştırılarak sera ortamında uygulanmıştır. Uygulama

sonucunda toprağın agregat oluşum ve stabilitesindeki değişim artan yönde ve organik materyallerin etkin kullanılması ile geliştirilebileceği belirlenmiştir.

Noguera ve ark., (2003) bitki yetiştirme ortamlarında kullanılan materyaller sulama ve beslenme programlarını etkileyen faktörlerdir. Kullanılan materyallerin partikül büyüklük dağılımı por büyüklük dağılımını etkileyerek; hava - su dengesini yani nem düzeyini belirler. Materyallerin kimyasal özellikleri ise besin elementi değişimini etkilemektedir. Ancak kimyasal özellikler üzerine partikül büyüklük dağılımının etkisiyle ilgili fiziksel özelliklere göre daha az bilgi bulunduğu bildirilmiştir.

Zeytin ve Baran, (2003) fındık zurufunun toprakların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Farklı fraksiyonlara sahip fındık zuruf kompostunu farklı tekstüre sahip iki toprağa karıştırarak kullanmış ve toprağa ilave edilen fındık zurufunun inkübasyon süresine bağlı olarak, her iki toprağın, hidrolik iletkenlik, toplam porozite ve makro gözenek oranını artırdığını göstermiştir.

Bayındır ve ark., (2004) ülkemiz şartlarında organik madde miktarı, toprak üretkenliğini etkileyen önemli etkidir. Ahır gübresi ülkemiz için en önemli organik madde kaynağıdır.

Özenç, (2004) fındık zurufu, çiftlik gübresi, tavuk gübresi ve torfu fındık bahçelerine uyguladığı bir çalışmada; fındık zurufunun yapısındaki organik öğelerin ayrışmaya daha dirençli olduğu ve bitki gelişimi için en iyi sonucu fındık zurufu kullanımı ile elde edildiğini belirtmiştir.

Yılmaz ve Alagöz, (2005) farklı yapıda olan soya küspesi, pamuk küspesi ve ahır gübresini toprağa uygulayarak, toprağın agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Farklı dozlarda, yedi aylık inkübasyon sonunda; soya küspesi ve ahır gübresi uygulamaları istatistiksel olarak önemli olmazken, pamuk küspesi önemli etki meydana getirmemiştir. Kullanılan organik materyallerin daha farklı inkübasyon sürelerinde farklı bünyeye sahip topraklarda da denenip araştırılmasının daha faydalı olacağı düşünülmektedir.

Gökoğlu, (2005) çalışmada, çiftlik gübresi, bira fabrika atığı ve tavuk gübresi gibi organik materyallerin ve jipsin birlikte uygulanmasının alkali bir toprağın ıslahındaki etkinliğini araştırmıştır. Araştırmasından elde edilen sonuçlara göre toprak

solüsyonunun EC değeri başlangıç toprağına göre yüksek bulunmuştur. %50 Jips + organik materyal uygulamaları hidrolik iletkenliğı az da olsa arttırmıştır.

Özdemir ve ark., (2005) yaptığı çalışmada, killi ve asit karakterli toprağına uygulanan organik ve inorganik kökenli düzenleyiciler ile 10 hafta inkübasyona tabi tutulmuştur. Uygulama, kireçleme miktarına bağılı olarak toprakların pH, KDK ve organik madde miktarlarına olumlu yönde etki etmişlerdir. Ayrıca uygulamalar sonucu tarla kapasitesi ve solma noktası gibi fiziksel özelliklerin iyileştiğı belirlenmiştir. Uygulama sonucu dispersiyon oranı düşmüş ve aşınmaya karşı dayanıklılık önemli seviyede artmıştır.

Alagöz ve ark., (2006) değışik kökene sahip işlenmiş tavuk gübresi, çöp kompostu, işlenmiş leonardit gibi organik materyalin toprağına farklı dozlarda uygulanması ile toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Yapılan uygulama sonucunda, kullanılan organik materyallerin düzenli şekilde kullanılması ile etkileri araştırılan özelliklerinin iyileştirilebileceğinin mümkün olduğu tespit edilmiştir.

Bender Özenç, (2006) yetiştirme ortamı olarak fındık zurufunun kullanılabileceğini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Fındık zuruf kompostunun agregat büyüklüğüne bağılı olarak, kaba fraksiyonların (2–4 mm ve 4–6.35 mm) toprakların fiziksel özellikleri, ince fraksiyonların (0-2 mm ve 2-4 mm) ise toprakların kimyasal özellikleri üzerine daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu organik materyalin toprağına ilave edilecek etkili dozlarının %4 ve %8'lik dozlar olduğu saptanmıştır.

Özenç ve ark., (2006) toprağına farklı düzeylerde fındık zuruf kompostu, peat, çiftlik gübresi ve tavuk gübresi ilavesinin, toprak organik maddesi miktarını arttırdığını ve toprağına ilave edilen bu ortamlardan en etkili olanları fındık zuruf kompostu ve çiftlik gübresi olduğunu belirlemişlerdir.

Pastor-Villegas ve ark., (2006) biyokömürün okaliptüs ağacından elde edileni, diğer odunlardan elde edilenlere göre daha yüksek karbon içeriğine ve iyi bir poroziteye sahip olduğunu saptamışlardır.

Lehmann ve Rondon, (2006); Kolb ve ark. (2009) ve Jeffery ve ark. (2011) 'na göre farklı materyallerden farklı uygulamalar yapılarak elde edilen biyokömürlerin toprak düzenleyici olarak değerlendirildiğinde toprağına sağlamış olduğu faydalar birinci olarak; biyokömürün toprağına uygulanması ile besin maddelerinin topraktan

yıkanmasını engellemiş, toprak KDK' sını artırmış, biyokömürün özelliğine bağlı olarak toprak pH'sını olumlu olarak değiştirmiş, toprağın su tutma kapasitesinin arttığı tespit edilmiştir.

Rondon ve ark., (2007) yaptıkları bir çalışmada, Eucalyptus deglupta'dan elde edilen biyokömürün; pH değeri dahil içeriğinin zengin olduğu belirlenmiştir.

Steiner ve ark., (2007); Major ve ark., (2010); Petter ve ark., (2012) biyokömürün özellikle organik maddesi hızlı bir biçimde ayrışan tropik iklim kuşağında önemli bir toprak düzenleyicisi rolü üstlenebileceğini göstermektedir.

Warnock ve ark., (2007); Steiner ve ark., (2008) tarafından biyokömürün toprak ile karıştırılmasıyla topraktaki organik madde içeriğinin artmış olduğu belirtilmiştir.

Bender Özenç ve Özenç, (2008) fındık zuruf kompostu ve organik düzenleyicilerin kullanıldığı killi tın bünyedeki bir toprak üzerine, kısa zamandaki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, uygulanan organik materyallerin ve dozlarının toprağın fiziksel özellikleri üzerine olumlu etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Özellikle fındık zuruf kompostu kullanımında 75 ton/ha uygulaması daha etkili olmuş, ayrıca kompostun etkisinin diğer yıl daha net şekilde görüldüğünü açıklamışlardır.

Çıkman, (2008) Harran ovasında sulu koşullarda tarımsal atıklardan elde edilen kompost uygulamasının toprakların tarla kapasitesi, toprak bünyesi, strüktürü, organik madde içeriği ve toplam gözeneklilik gibi birçok etken ile ilişkisini araştırmıştır. Tarla kapasitesindeki su tutma kapasitesinde olumlu artış sağlandığını gözlemlemiştir. Topraklarda tarla kapasitesini etkileyen en önemli faktörler; toprak bünyesi, organik madde, toprak bünyesi ve toprak strüktürü olduğundan belirtilen artışın beklenen bir durum olduğunu da ayrıca belirtmiştir.

Gülser ve İç, (2008) kil, tın ve kum bünyeli topraklara organik madde kaynağı olarak tütün atığı uygulaması ile topraklarda pH ve hacim ağırlığı değerlerinde azalmalar, elektriksel iletkenlik, organik karbon, agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenlik değerlerinde ise önemli seviyede artışlara sebep olduğunu belirtmiştir. Tütün atığı uygulaması ile toprakların organik karbon ve elektriksel iletkenlik değerlerinde önemli artışlar, kil bünyeli toprakta ise ortalama ağırlıklı çap, agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenlik değerlerinde artışlar sağlamıştır. Yapılan araştırmada birçok toprak özelliklerinin tütün atığı kullanımı ile önemli seviyede iyileşme tespit edilmiştir.

Kacar ve Katkat, (2009) hayvansal kaynaklı gübreler, toprak yapısını düzenleyici ve iyi bir organik madde kaynağıdır. Kurallarına uygun bir biçimde olgunlaştırılıp toprağa uygulandığında kimyasal gübrelere göre daha iyi ve ekonomik bir besin maddesi kaynağıdır. Hayvan gübreleri içeriği bakımından organik maddece zengin bir gübredir ve toprağa önemli derecede azot (N), fosfor (P), potasyum (K) ve sülfür (S) gibi besin elementlerini sağlayarak toprağın su tutma kapasitesini arttırmaktadır.

Gaunt ve ark., (2009) yaptıkları çalışmada, biyokömür uygulaması ile toprak biyolojik aktivitesi artmakta ve böylece karbondioksit üretiminin, bununla birlikte ise biyokömürün mineralizasyonun arttığını tespit etmişlerdir. Biyokömür uygulaması ile atmosferde karbondioksit konsantrasyonunu azaltmasında etkili olduğu da belirtilmiştir.

Lehman ve ark., (2009) biyokömür ve buğdaydan elde edilen anızı birlikte uygulayıp sonuçlarını takip ettikleri çalışmada, sadece biyokömür uygulaması toprağın karbondioksit üretimini kontrol uygulamasına göre artırmadığı belirlenmiştir. Buğday anızın tek ve biyokömür ile birlikte kullanımı ise karbondioksit üretiminin kontrole göre göze çaracak şekilde arttığı, en iyi artış ise buğday anızı ile biyokömürün birlikte kullanıldığı uygulamadan elde edildiği belirtilmiştir.

Birol ve Bender Özenç, (2010) tarafından yapılan araştırmada fındık zurufu kompostunun killi tınlı toprağın içerdiği nem değerine ve makro-mikro por gözenekleri üzerine olumlu şekilde etki ettiği ifade edilmiştir.

Özyazıcı ve ark., (2010) tarafından, yöreye özgü organik artık olan fındık zurufunun (yeni ve kompost hali) organik tarım da sürekli olarak kullanılan organik ticari gübrelerin yerine kullanılma durumunu ve bazı toprak özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla bir araştırma yürütülmüştür. Organik gübreler, hasat sonrasında alınıp analizi yapılan toprakların pH, fosfor ve potasyum içeriklerine önemli, organik madde içeriğine ise çok önemli etki etmiştir. Organik ticari gübre, kompost fındık zurufu + organik ticari gübre, taze fındık zurufu + organik ticari gübre, uygulamaları arasında pH ve organik madde değeri bakımından önemli istatistiksel fark bulunamamıştır. En yüksek pH ve organik madde değerleri, fındık zurufu (yeni) uygulamasında belirlenmiştir.



Turgut ve Aksakal, (2010) tarafından toprağa uygulanan fiğ samanı ve ahır gübresinin toprağın strüktürel dayanıklılığı ile erozyona duyarlılığı incelenmiştir. İncelenen toprak özelliklerinde olumlu yönde değişikliklerin oluştuğu gözlemlenmiştir. Kullanılan organik atıklardan fiğ samanının, ahır gübresinden daha etkili olduğu bulunmuştur.

Çıtak ve ark., (2011) tarafından farklı dozlarda vermikompost ve ahır gübresi (AG) uygulamasının toprak verimliliği üzerine etkisi araştırılmıştır. Sonuç olarak, AG'li uygulamaların açık üstünlüğü saptanmıştır. pH değeri etkilenmeyip, EC ve OM seviyeleri önemli düzeyde artışlar göstermiştir.

Barik, (2011) çalışmasında ahır gübresi ve şeker pancarı küspesi ilavesinin toprakların fiziksel özellikleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Toprak örnekleri 6 ay süresince tarla kapasitesine yakın nemde inkübasyona bırakılmış, süre sonunda analiz edilerek başlangıç değerleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre; incelenmiş fiziksel özellikler her iki organik materyal uygulamasında paralel olarak artış görülmüştür. Fakat şeker pancarı küspesi uygulaması ahır gübresi uygulamasına oranla daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Çaycı ve ark., (2011) organik gübreler, bitki besin elementleri, organik madde ve yararlı mikroorganizmaları ihtiva ederler. Bu sebepten dolayı organik gübreler çok yönlü etki etmektedirler. Ayrıca organik gübreler toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine olumlu etkide bulduklarını belirtmişlerdir.

Çetin ve Gür, (2011) toprağa karıştırılan çeşitli organik atıkların toprağın azot içeriği, karbondioksit üretimi ve agregat stabilitesi üzerine olan etkilerini araştırmak amacıyla toprağa mantar kompostu, çöp kompostu, sığır gübresi, tavuk gübresi ve kanalizasyon çamuru ilave etmişlerdir. Saksı denemesi biçiminde yapılan bu araştırmada saksılara toprak ve organik atıklar karıştırılmıştır. Denemede 0, 4, 8, 12, 16, 32 ve 45 günlük inkübasyon sonucunda çeşitli analizler yapılmış ve inkübasyon süresine ayrıca doza bağlı olarak azot mineralizasyonunun arttığı belirlenmiştir. Toprağın fiziksel özelliği olan agregat stabilitesi arttırmada en az etkiyi çiftlik gübresi etki etmiştir.

Jeffery ve ark., (2011) biyokömürün fiziksel yapısı olan yüzey alanı ve gözenek yapısının artması ile uygulama yapılan topraktaki katyon değişim kapasitesi değerinde olumlu değişikliğe sebep olduğunu belirlemişlerdir.

Konca ve Uzun, (2012) hayvansal gübrelerin toprak ve çevre üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Hayvansal gübreler azot fosfor ve potasyum gibi besin elementlerini toprağa sağladıkları gibi bitkinin gelişimini sağlayabileceği uygun toprak yapısı meydana getirmektedir. Bu uygun yapıyı sağlamada bilinen yanlışlardan uzakta uygun yöntemlerle toprağın olgunlaştırılmış hayvan gübreleri ile gübrenmesi toprak özelliklerini pozitif yönde etki etmekte ve içerdiği zengin besin maddesi ile bitkilerin gelişimine katkıları sağlamaktadır.

Shenbagavalli ve Mahimairaja, (2012) Hindistan'da pH değeri 8.42 olan bir toprağa prosopis ağaçlarından elde edilen biyokömürü farklı miktar ve 90 gün sürede uygulayıp inkübasyona bırakmışlardır. Deneme sonuçlarında; uygulama dozuna göre pH'yı 7.92 değerine düşürmüş, kation değişim kapasitesini ise arttırmış olduğunu belirtmişlerdir.

Schulz ve ark., (2014) topraklara uygulanan biochar ile kompost gibi organik gübreler uygulandığında toprakların karbon tutunumu, bitki gelişimini teşvik ettiği ve toprak verimliliğini sağladığını belirtmişlerdir. Sera koşullarında yaptıkları çalışmada kompost kullanımının bitki gelişimi karbon, azot, pH ve besin elementi miktarı en az biochar miktarında da olumlu artırıcı yönde olduğunu bildirmişlerdir.

Özdemir ve ark., (2015) çalışmalarında organik madde (çiftlik gübresi, çeltik kavuzu ve kentsel atık) uygulamalarına bağlı olarak erozyona duyarlılık ve toprak kaybı arasındaki ilişkileri incelenmiştir. Deneme sonucunda topraklara uygulanmış organik maddelerin toprakların aşınmaya karşı dayanıklılığını artırdığı ve toprak kayıplarını azalttığı belirlenmiştir.

Kara, (2016) Çalışmasında farklı organik atıklardan biyokömür üretimi gerçekleştirmiş, meydana gelen biyokömürleri toprağa uygulayarak bitki parametreleri ve toprak yapısı üzerine olumlu etkileri sebep olduğunu tespit etmiştir.

Özdemir ve Durmuş, (2016) çöp kompostu, tütün işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostunu asit, nötr ve alkalin pH değerinde topraklara uygulayarak, sera ve laboratuvar koşullarında agregat stabilitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Topraklara uygulanan organik maddelerin çeşidine ve uygulama dozuna bağlı olarak agregat stabilitesi değerinde artış gözlemlenmiş ve erozyona karşı direnç arttığını tespit etmişlerdir.

İslam, (2016) yaptığı araştırmasında; fındık zurufundan elde edilen kompostun toprakların mekaniksel özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Elde edilen sonuçlarda; toprak kalitesi ve sağlığı için gerekli olan organik maddenin devamlılığını sağlamada fındık zurufu kompostunun kullanılması, değerlendirilmesinin gerektiğini bildirmiştir.

Zamani ve ark., (2016) toprakların fiziksel , kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkilerini belirlemek için farklı dozlarda organik atık olarak atık çamur ile katı atık kompostu uygulamışlardır. Uygulama sonucu her iki atığın toprak organik madde, hacim yoğunluğunu azalttığı belirlenmiştir. Atık çamur uygulamaları fiziksel özellikleri olumsuz etkilerken, katı atık kompostu su tutma ve doymuş hidrolik iletkenliğini olumlu etkileyerek artırmıştır.

Namlı ve ark., (2017) tavuk altığı ve fındık kabuğundan elde edilen biyokömürünün topraklara uygulamalarının, toprak özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla çalışma yapmışlardır. Hasat bitiminden sonra alınan toprak analizleri sonucuna göre, uygulanmış olan biyokömürlerin, topraktaki organik madde, azot, kireç, pH, EC, iz elementleri üzerinde önemli etkisi bulunmamış, fakat fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum kapsamalarını önemli seviyede artırmıştır. Her iki biyokömürün tek kullanımından ziyade kimyasal gübrelerle birlikte uygulanması bitki gelişimi ve toprak özellikleri üzerinde daha fazla etkili olduğu görülmüştür.

Karaaslan, (2017) farklı sürelerde olgunlaştırılmış, farklı tane büyüklüğündeki fındık zurufunun toprak özellikleri ve biber bitkisini gelişimi üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmasında 1 ve 2 yıl bekletilmiş fındık zurufu, iki farklı tane büyüklüğü (2 mm ve 4 mm), dört farklı karışım oranı (0-3-6-8 ton da<sup>-1</sup>) ve 4 tekerrür kullanarak araştırmasını sürdürmüştür. Çalışma sonucunda, toprağa fındık zurufu atıklarının karıştırılması, toprakta nem ve havalanma kapasitesini arttırmıştır. Toprağa karıştırılan 2 mm tane çapına sahip atıklar kolay alınabilir su içeriğini arttırırken, 4 mm tane çapına sahip atıkların kullanılması ise toprağın havalanma kapasitesini arttırmıştır. Toprağın fiziksel özellikleri üzerine 2 yıl bekletilmiş atık daha çok etkili olmuştur.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliğinde, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne ait yüksek tünel araştırma serasında yürütülmüş olan denemede, kumlu tın bünyeye sahip olan toprak (0-20 cm) kullanılmıştır. Organik materyal olarak fındık zurufu (FZ), bölgede yetiştirilen fındık bitkisinin hasat sonrası 4 yıl bekletilmiş yığınlarından, hayvan gübresi (HG) üreticiden alınmıştır. Biyokömür, özel bir firmada fındık kabuğundan üretilmiş; 380° C’de, sistemden yanıcı gazlar da dahil olmak üzere gaz çıkışının bitimine kadar 270dk devam etmiştir.

Deneme kurulmadan önce, toprağın bazı fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır (Çizelge 3.1). Deneme toprağı, kumlu tın bünyeli olup, yüksek doygunluk yüzdesi yeterli havalanma porozitesi oldukça hızlı su iletkenliğı ve düşük agregat stabilitesine sahiptir. Toprak reaksiyonu hafif alkalın olup, düşük organik madde içeriğı ve tuzluluk sorunu bulunmamaktadır.

**Çizelge 3.1** Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Özellikler		
% Kum	55	
% Silt	30	Kumlu tın
% Kil	15	
Hacim ağırlığı (HA, g cm <sup>-3</sup> )	1.32	
Saturasyon Yüzdesi (SY, %)	52.21	Yüksek
Havalanma porozitesi (HP, %)	13.4	Yeterli
Hidrolik iletkenlik (Hİ, cm h <sup>-1</sup> )	7.54	Oldukça hızlı
Agregat stabilitesi (AS, %)	18.9	Düşük
Organik madde (OM, %)	1.08	Az
pH (1:2.5)	8.14	Hafif alkalın
EC (1:2.5) (µS m <sup>-1</sup> )	313	Tuzsuz
Toplam N (%)	0.096	Az
Yarayışlı P (mg kg <sup>-1</sup> )	7.2	Az
Ekstrakte Edilebilir K(mg kg <sup>-1</sup> )	43.6	Çok az

Denemede kullanılan hayvan gübresi, fındık zurufu ve biyokömüre ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 3.2’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.2 Organik Materyallerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri**

	HA (g cm <sup>-3</sup> )	0 1 5			HK	KAS	OM	pH (1:3)	EC (μS m <sup>-1</sup> )	N	P	K
		(kPa)										
HG	0.27	69	40	29	29	11	58.3	6.96	1168	1.09	1553	6133
FZ	0.17	76	50	33	26	17	64.8	6.51	102	0.32	1045	29442
BK	0.36	49	15	10	34	5	98.0	6.95	200	0.07	165	377

HG: Hayvan Gübresi, FZ: Fındık Zurufu, BK: Biyokömür, HK: Havalanma Kapasitesi;  
KAS: Kolay Alınabilir Su İçeriği

Kullanılan materyaller düşük hacim ağırlığı, yüksek doygunluk ve organik madde içeriği, hafif asidik ve nötr toprak reaksiyonu sahip olup tuzluluk sorunu bulunmamaktadır. Hayvan gübresi ve biyokömür yüksek havalanma kapasitesine karşılık düşük kolay alınabilir su içeriğine sahiptir. Fındık zurufu ise havalanma kapasitesi ve kolay alınabilir su içeriği bakımından ideal sınır değerlerine yakındır. Verdonck ve ark., (1984), ideal bir büyüme için bir substratın %20 - 25 havalanma kapasitesi, %20 - 30 kolay alınabilir su içeriği sahip olması gerektiğini belirtmişlerdir.

### 3.2 Yöntem

#### 3.2.1 Denemenin Kurulması

Deneme kurulmadan önce toprak, 4 yıllık fındık zurufu ve hayvan gübresi sera içerisinde kurutulmuş ve 4 mm’ lik elekten elenmiştir. Denemenin amacına uygun bir şekilde; toprak örneği, fındık zurufu, hayvan gübresi ile biyokömür ağırlık cinsinden değişik oranlarda karıştırılarak çeşitli ortamlar hazırlanmıştır. Karışım oranları 1 dekar toprağa karıştırılan materyal miktarları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Hazırlanan karışımlar şöyledir:

(HG)	Toprak ( Kontrol)	(FZ)	(BK)
Toprak + 3 ton da <sup>-1</sup>	Toprak + 3 ton da <sup>-1</sup>	Toprak + 3 ton da <sup>-1</sup>	Toprak + 3 ton da <sup>-1</sup>
Toprak + 6 ton da <sup>-1</sup>	Toprak + 6 ton da <sup>-1</sup>	Toprak + 6 ton da <sup>-1</sup>	Toprak + 6 ton da <sup>-1</sup>

Deneme, 2017 yılı Nisan ayında sera koşullarında kurulmuştur. Tesadüf parselleri deneme desenine göre üç organik materyal (fındık zurufu, hayvan gübresi, biyokömür), üç karışım oranı (0 ton da<sup>-1</sup>, 3 ton da<sup>-1</sup>, 6 ton da<sup>-1</sup>), 4 inkübasyon dönemi

(30 gün, 60 gün, 90 gün ve 120 gün) ve 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür (108 saksı). Denemede hava kuru 3 kg toprak alan saksılar kullanılmıştır. Uygulama oranlarına göre toprağa karıştırılacak materyal miktarı hesaplandıktan sonra bir kap içerisinde toprakla iyice karıştırılıp saksılara doldurulmuş ve nemlendirilmiştir. Her inkübasyon dönemi için ayrı gruplar oluşturulmuştur. İnkübasyon sürecince saksıların nemi kontrol edilmiş ve gerektiğinde tamamlanmıştır. Organik materyallerin toprak özellikleri üzerine zamana bağlı olarak meydana gelen değişimleri ortaya koymak amacıyla her inkübasyon döneminde gruplara ait saksılardan toprak örnekleri alınmış ve analiz için Ordu Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Laboratuvarına götürülmüştür.

### **3.3 Analiz Yöntemleri**

#### **3.3.1 Deneme Toprağına Ait Bazı Özelliklerin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler**

##### **Tekstür**

Hidrometre yöntemi (Bouyoucos, 1951) ve Tekstür üçgeni ile (Soil Survey Staff, 1951) belirlenmiştir.

##### **Hacim Ağırlığı**

Hacmi bilinen örnek kabına alınan bozulmamış materyallerin fırın kuru ağırlıklarının toplam hacme bölünmesiyle, Blake ve Hartge, (1986)'da belirtildiği şekilde tespit edilmiştir.

##### **Havalanma Porozitesi**

Suyla doygunluk durumunda tutulan nem değerinden, 5 kPa basınç altında tutulan nem değerinin çıkarılmasıyla hesaplanmıştır (Munsuz, 1982).

##### **Hidrolik İletkenlik**

Bir hidrolik yük altında bulunan belirli kalınlıktaki toprak sütununun gözeneklerinden birim zamanda hacim olarak geçen suyun ölçülmesi esasına dayanan sabit düzeyli su geçirgenlik seti ile belirlenmiştir (Demiralay 1993).

### **Toprak Reaksiyonu (pH) Ve Tuzluluk (Elektriksel İletkenlik)**

Saturasyon çamurunda ve 1:2.5 oranındaki toprak-su karışımında hidrojen iyon aktivitesinin, pH-metre yardımıyla potansiyometrik olarak ölçülmesiyle; elektriği geçirmeye karşı olan direncin ölçülmesiyle saptanmıştır (U. S. Salinity Lab. Staff, 1954).

### **Organik Madde**

Walkley-Black ıslak yakma yöntemiyle toprakta bulunan karbonun saptanması ve buradan organik madde miktarlarının hesaplanması Nelson ve Sommers (1982)'da belirtildiği şekilde yapılmıştır.

### **Agregat Stabilitesi**

Islak eleme yöntemi ile, çapları 1-2 mm arasında olan toprak fraksiyonları, 0.250 mm elek açıklığına sahip bir elek üzerine aktarılıp, bu elek, "Yoder tipi" ıslak eleme aletine bağlanıp, elek içeriği 5 dakika su içerisinde ıslatılacak ve 5 dakika da su içerisinde elenecektir. Elek üzerinde kalan suya dayanıklı agregatlar miktarı, gerçek toprak agregatlar miktarına oranlanarak agregat stabilitesi değerleri % olarak ifade edilmiştir (Demiralay, 1993).

### **Toplam N**

Kjeldahl yöntemi ile (Bremner, 1965)'ya göre belirlenmiştir.

### **Yarayışlı Fosfor**

Bitkiye yarayışlı fosfor Olsen ve ark. (1954)' a göre spektrofotometrik olarak Kacar (2009) tarafından aktarılan yöntemle yapılmıştır.

### **Ekstrakte Edilebilir Potasyum**

Toprakta bulunan potasyumu 1N NH<sub>4</sub>CH<sub>3</sub>COO (pH 7.0) çözeltisi ile açığa çıkararak çözeltiliye geçen potasyumun fleymfotometrede okunması esasına göre yapılmıştır (Knudsen ve ark., 1982).

### **3.3.2 Denemede Kullanılan Organik Materyal ve Hazırlanan Karışımlara Ait Bazı Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler**

#### **Hacim Ağırlığı**

1 kPa basınç altına maruz bırakılan organik materyallerde De Boodt ve ark. (1973) tarafından belirtilen formül ile hesaplanarak belirlenmiştir.

#### **Organik Madde**

(550 ± 25°C)'de 4 saat süreyle yakılması ve organik madde kayıplarının % olarak fırın kuru ağırlık üzerinden hesaplanması esasına dayanan, kuru yakma yöntemiyle, DIN 11542, (1978)'e göre saptanmıştır.

#### **pH ve Tuzluluk (Elektriksel İletkenlik)**

1:3 oranındaki organik materyal-saf su karışımında hidrojen iyon aktivitesinin, pH-metre yardımıyla potansiyometrik olarak ölçülmesiyle; elektriksel akıma karşı direncin ölçülmesiyle saptanmıştır (Gabriels ve Verdonck, 1992).

#### **Kolay Alınabilir Su Yüzdesi**

1 kPa basınç altında tutulan hacimsel su miktarından, 5 kPa basınç altında tutulan hacimsel su miktarının çıkartılarak hesaplanmasıyla belirlenmiştir (De Boodt ve ark., 1973).

#### **Havalanma Porozitesi**

Toplam gözenek hacminden, 1 kPa basınç altında tutulan hacimsel su miktarının çıkartılmasıyla hesaplanarak belirlenmiştir (De Boodt ve ark., 1973).

#### **Saturasyon Yüzdesi**

Organik materyallerin 0 kPa basınç altındaki suyla doygunluk değerlerinin, toplam poroziteyi vermesi esasına göre belirlenmiştir (Munsuz, 1982).

#### **Makro ve Mikro Por**

Toplam poroziteden (0 kPa), 5 kPa basınç altında tutulan hacimsel su miktarının çıkarılması makro por, toplam poroziteden, makro por miktarının çıkarılması suretiyle mikro por yüzdeleri hesaplanmıştır (Munsuz, 1982).



## **4. BULGULAR ve TARTIŞMA**

### **4.1 Toprak Özellikleri**

Deneme toprağı kumlu tın bünyeli olması nedeniyle hacim ağırlığı bakımından uygun, yüksek geçirgenlik ve havalanma kapasitesine sahiptir. Buna karşılık agregat stabilitesi, organik madde miktarı oldukça düşüktür (Çizelge 3.1). Genel olarak toprağın yetiştiricilik için yetersiz olduğu söylenebilir. Bu nedenle, fiziksel ve temel kimyasal özelliklerinin düzenlenmesi için en kolay yol olan organik materyallerin kullanımı değerlendirilmiştir. Hayvan gübresi, geleneksel organik madde kaynağıdır. Ancak, hayvancılığın giderek azalması hayvan gübresinin bulunabilirliğini azaltmış, fiyatının da yükselmesine neden olmuştur. Bu nedenle, artık günümüzde birçok bitkisel artık organik madde kaynağı olarak değerlendirilmesi için çalışmalar yapılmaktadır. Bu gibi artık ve atıkların, bölgesel olarak da değerlendirilmesi, bu sorunun çözümünde ayrıca önemli olmaktadır. Fındık zurufu, bölgenin en önemli ürünü olup, hasat sonunda yüksek miktarlarda kuru ve kabuklu artıkları açığa çıkmaktadır. Bu atıklar ya yakacak olarak kullanılmakta, ya da yakılarak ortadan kaldırılmakta, yani değerlendirilmemektedir. Denemede kullanılan fındık zurufu ve fındığın kabuğundan üretilen biyokömür, düşük hacim ağırlığı, uygun pH ve yüksek organik madde kapsamı ile organik madde kaynağı olabilecek niteliktedir. Ayrıca, fındık zurufu havalanma kapasitesi ve kolay alınabilir su içeriğı gibi fiziksel özellikleri bakımından ideal değerlerde olup, biyokömür ise yüksek havalanma kapasitesine karşılık su içeriğine sahip bir materyaldir (Çizelge 3.2). Bu özellikleri nedeniyle toprak düzenleyicisi olarak değerlendirilebilecek materyallerdir.

#### **4.1.1 Toprak Rutubet Karakteristikleri**

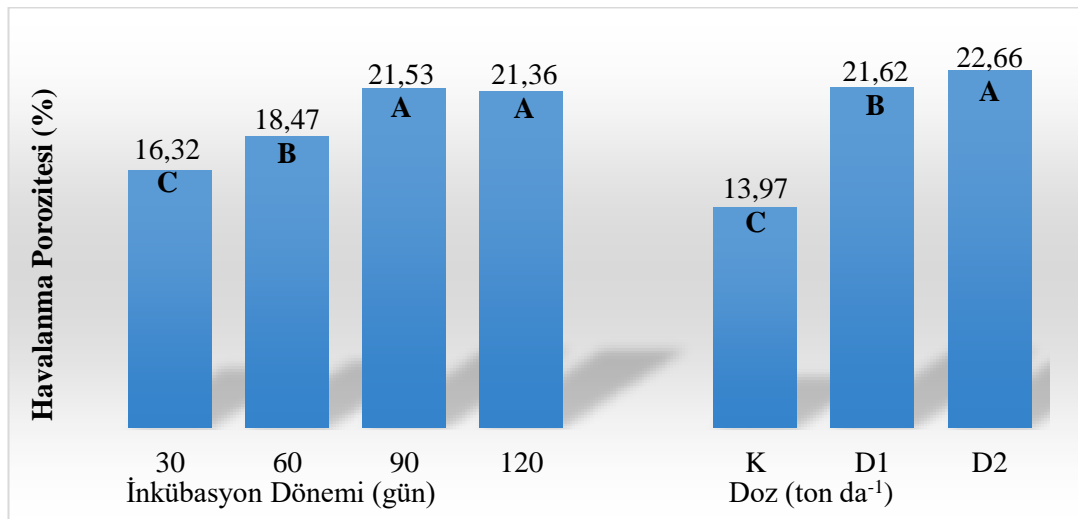
Farklı inkübasyon dönemi ve farklı organik materyallerin toprağına karıştırılmasıyla elde edilen ortamların incelenen bazı fiziksel özelliklerine ait ortalama veriler Çizelge 4.1' de sunulmuştur.

**Çizelge 4.1** İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Fiziksel Özelliklerine Etkisi

İnkübasyon Dönemi (gün)	Materyal	Rutubet Değerleri (% $\theta$ )			Havalanma Porozitesi (%)	Makropor (%)	Mikropor (%)	Hacim Ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> )	Hidrolik İletkenlik (cm h <sup>-1</sup> )	Agregat Stabilitesi (%)
		kPa								
		0	1	5						
30	Kontrol	51.81 lm	45.72 cg	39.10 ad	12.70	24.49	75.51	1.29	8.81	23.03
	HG-3	56.63 fl	45.97 cf	39.40 ac	17.23	30.39	69.61	1.03	10.15	24.44
	HG-6	58.31 ej	47.71 ad	40.53 ab	17.77	30.47	69.53	1.03	10.76	25.69
	FZ-3	57.50 fk	46.53 af	39.81 ab	17.69	30.65	69.35	1.10	9.22	22.32
	FZ-6	59.66 dı	47.51 ae	39.81 ab	19.85	33.27	66.72	1.06	9.71	22.74
	BK-3	57.08 fk	47.16 ae	39.45 ac	17.62	30.87	69.13	1.09	8.63	15.27
	BK-6	57.84 fk	46.88 ae	39.27 ac	18.57	32.07	67.93	1.07	8.91	16.75
60	Kontrol	55.09 hl	48.46 ac	40.92 ab	14.17	25.61	74.39	1.26	9.67	25.30
	HG-3	61.51 bg	48.12 ac	40.26 ab	19.17	34.54	65.45	1.03	13.80	26.97
	HG-6	61.69 bf	48.93 ab	41.12 ab	20.52	33.34	66.65	1.02	12.52	27.99
	FZ-3	59.84 dı	47.83 ad	39.82 ab	20.02	33.43	66.56	1.00	12.42	26.28
	FZ-6	57.92 fk	43.72 fh	35.72 cf	22.20	38.32	61.68	1.00	11.19	29.30
	BK-3	56.38 gl	45.75 cg	37.21 be	19.17	34.00	65.99	1.03	10.59	22.59
	BK-6	57.64 fk	46.17 bf	37.12 be	20.52	35.62	64.38	1.01	10.83	27.52
90	Kontrol	48.92 m	41.58 h	34.30 eg	14.62	29.79	70.20	1.08	10.59	20.20
	HG-3	57.54 fk	42.99 gh	32.82 fh	24.73	42.83	57.16	1.00	14.71	29.50
	HG-6	55.95 hl	41.18 h	30.55 gh	25.41	45.38	54.62	1.00	13.50	28.70
	FZ-3	60.26 ch	44.77 eg	35.22 df	25.04	41.54	58.45	1.01	12.41	22.66
	FZ-6	64.19 ad	49.05 a	37.67 ae	26.52	41.27	58.72	1.03	13.59	27.40
	BK-3	54.78 il	41.47 h	30.76 gh	24.02	43.87	56.13	1.02	12.16	22.60
	BK-6	53.44 jm	46.08 cf	29.29 h	24.15	45.84	54.86	1.00	12.80	20.60
120	Kontrol	53.00 km	45.05 dg	38.61 ad	14.39	27.15	72.85	1.05	12.17	16.80
	HG-3	64.67 ad	47.16 ae	40.69 ab	23.98	37.08	62.91	0.98	16.11	21.45
	HG-6	65.13 ac	47.12 ae	40.40 ab	24.72	37.87	62.12	0.93	16.97	23.65
	FZ-3	66.04 ab	47.89 ac	41.25 a	24.79	37.44	62.56	0.96	16.58	16.10
	FZ-6	67.28 a	47.39 ae	40.57 ab	26.71	39.69	60.30	0.82	18.89	17.43
	BK-3	63.41 ae	41.54 h	39.55 ac	23.82	37.65	62.35	0.94	14.52	14.53
	BK-6	64.23 ad	46.02 cf	39.28 ac	24.95	38.84	61.16	0.92	14.91	15.23

Toprağın farklı basınçlarda tuttuğu nem içeriklerini ifade eden rutubet karakteristik değerleri, inkübasyon dönemi, organik materyal ve uygulama dozlarının etkileşimine bağlı olarak istatistiksel  $p < 0.01$  düzeyinde önemli farklılıklar (EK 1, EK 2, EK 3, EK 4) göstermiştir. Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi, inkübasyon dönemi uzadıkça toprağın tuttuğu nem miktarları artmıştır. Aynı şekilde, toprağa uygulanan materyallerin dozu arttıkça saturasyon değerinde artış meydana gelmiştir. Uygulanan organik materyalin çeşidine göre de bu basınçta tutulan nem miktarı değişmiş, fındık zurufu en etkili materyal olurken, bunu hayvan gübresi ve biyokömür izlemiştir. Noguera ve ark., (2003), yetiştirme ortamı olarak kullanılan materyallerin nem düzeyini belirlediği, Lehmann ve Rondon, (2006), biyokömürün toprağın su tutma kapasitesini artırdığı, Birol ve Bender Özenç, (2010), fındık zurufu kompostunun toprağın içerdiği nem değerine ve makro-mikro por gözenekleri üzerine olumlu şekilde etki ettiği ifade edilmiştir. Tüm faktörlerin etkileşimi dikkate alındığında, toprağa 6 ton  $da^{-1}$  uygulanan fındık zurufunun 120 günlük inkübasyon döneminde saturasyon yüzdesi ve havalanma porozite sınırı yüksek çıkmıştır. Fındık zurufunun bu etkisi beklenen bir sonuçtur. Çizelge 3.1’de gösterildiği gibi, fındık zurufu en yüksek saturasyon yüzdesine sahip olup, onu hayvan gübresi ve biyokömür izlemiştir. Dolayısıyla, materyallerin özellikleri toprağa yansımıştır. Biyokömür uygulamalarının toprakların nem kapasitesi bakımından hayvan gübresi ile rekabet ettiği de görülmüştür.

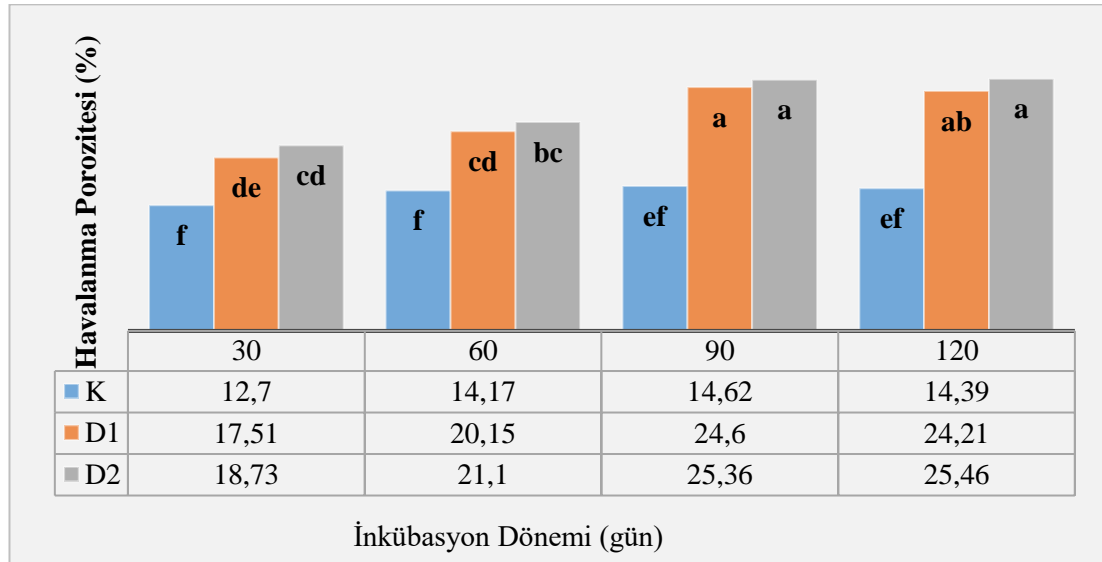
Toprağın havalanma porozitesi üzerine inkübasyon dönemi ve uygulama dozları önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 İnkübasyon Dönemi ve Doza Göre Toprağın Havalanma Porozitesindeki Değişimler

Buna göre, başlangıçta %16.32 olan havalanma porozitesi, inkübasyon dönemi uzadıkça %21.36-%21.52' e çıkmış; %30-39'luk bir artış meydana gelmiştir. İstatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte fındık zuru, hayvan gübresi ve biyokömürden daha etkili olmuştur. Uygulama dozlarına bağlı olarak, doz miktarı arttıkça havalanma porozitesi de artmıştır. Kontrole göre %55-%62 oranında artış meydana gelmiştir.

Diğer taraftan, toprağın havalanma kapasitesi üzerine, inkübasyon döneminin etkisi uygulanan dozlara bağlı olarak etkili olmuş, bu etkileşim istatistiki olarak ( $p < 0.01$ ) önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 4.2). Şekilden de görüleceği üzere, inkübasyon dönemi ve uygulama dozu arttıkça, toprağın havalanma kapasitesi artmıştır. En yüksek havalanma kapasitesi 120 günlük inkübasyon döneminde toprağa 6 ton  $da^{-1}$  (%25.46) uygulamada belirlenmiştir. Kontrole göre % 100'lük bir artış meydana gelmiştir. Bunu aynı dozun 90 günlük inkübasyon dönemi (%25.36) ile aynı dönemin 3 ton uygulaması (%24.6) izlemiştir. Rakamsal olarak ilk veri en yüksek çıkmakla birlikte, istatistiksel olarak toprağa 3 ton uygulaması 90 günlük inkübasyon dönemi yeterli bulunmuştur.



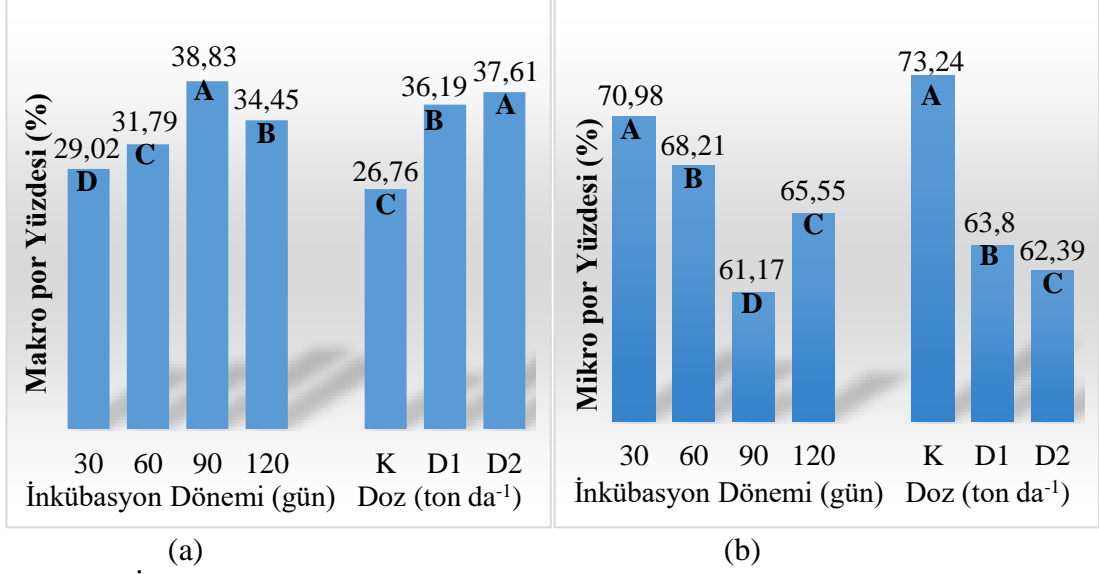
Şekil 4.2 İnkübasyon Dönemi ve Doz Etkileşiminin Toprağın Havalanma Porozitesi Üzerine Etkisi

Toprağın havalanma kapasitesi üzerine, inkübasyon dönemlerinde doza bağlı olarak meydana gelen artışlar, 30 günlük dönemde %46, 60 günlük dönemde %49, 90 günlük dönemde %73 ve 120 günlük dönemde %83 oranında bulunmuştur. Roldan ve ark. (1994), organik düzenleyicilerin toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi için

gerekliliğini belirtmişlerdir. Karaaslan (2017), farklı sürelerde olgunlaştırılmış, farklı tane büyüklüğündeki fındık zurufunun toprağa karıştırılması, toprakta nem ve havalanma kapasitesini arttırdığını ve en az 2 yıl bekletilen atıkların daha etkili olduğunu ifade etmiştir.

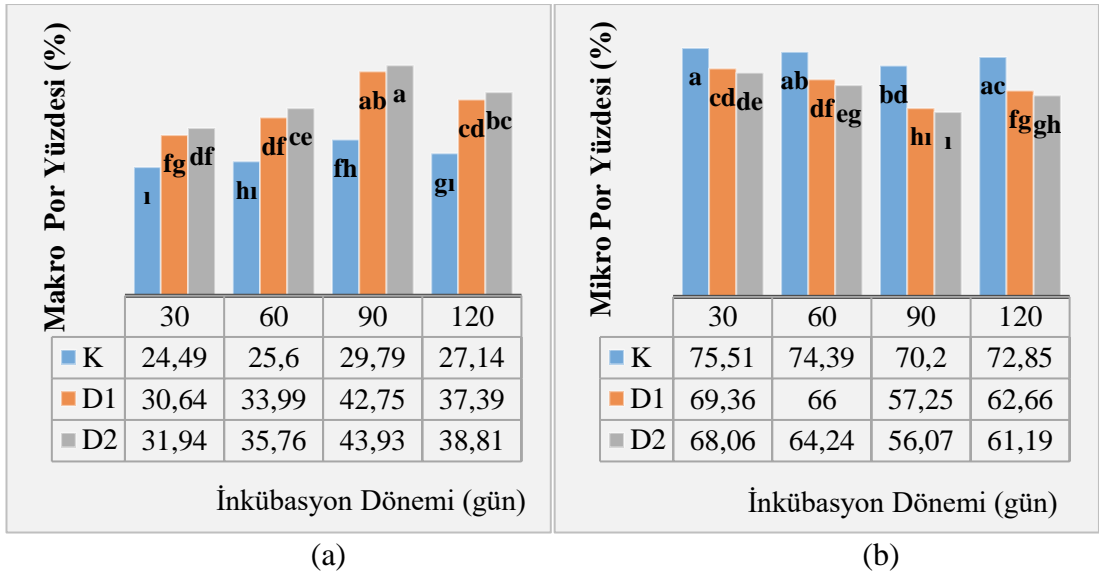
#### **4.1.2 Makro Por ve Mikro Por Yüzdesi**

Toprağın makro ve mikro por yüzdeleri üzerine inkübasyon dönemi, organik materyaller ve uygulama dozları istatistiksel olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli farklılıklar (EK 5) meydana getirmiş; makro-mikro por yüzdelere ait ortalama veriler Çizelge 4.1' de sunulmuştur. İnkübasyon dönemine bağlı olarak toprağın makro por yüzdesi artarken, mikro por yüzdesi azalmıştır. 30 günlük inkübasyon döneminde toprağın makro-mikro por yüzdeleri %29.02-70.98 olurken, 90 günlük dönemde %38.83-61.17 bulunmuş, makro porlarda %34'lük bir artış, mikro porlarda %16'lık azalma meydana gelmiştir. 120 günlük inkübasyon döneminde makro porda azalma, mikro porda ise artma eğilimine girmiştir. İstatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte, makro por yüzdesinde biyokömür, mikro por yüzdesinde ise hayvan gübresi daha etkili olmuştur (Şekil 4.3a, Şekil 4.3b). Biyokömürün havalanma kapasitesi diğer materyallerden daha yüksek olup (Çizelge 3.2), toprağın makro por yüzdesine yansımıştır. Uygulama dozlarına bağlı olarak, doz miktarı arttıkça toprağın makro porları artarken, mikro por yüzdesi azalmıştır. Makro porda kontrole göre %35-%41 oranında artış; mikro porda %15-%17 oranında azalma meydana gelmiştir. Zeytin ve Baran (2003), fındık zurufunun toprakta su iletkenliği, su tutma kapasitesi ve makro por miktarı değerlerinde inkübasyon süresi ve tane çapına bağlı olarak artışa neden olduğu belirtilmiştir.



Şekil 4.3 İnkübasyon Dönemi ve Doza Göre Toprağın Makro Por (A) ve Mikro Por (B) Yüzdesindeki Değişimler

Diğer taraftan, toprağın makro-mikro por yüzdesi üzerine, inkübasyon döneminin etkisi uygulanan dozlara bağlı olarak etkili olmuş, bu etkileşim istatistiki olarak ( $p < 0.05$ ) önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 4.4a, Şekil 4.4b). Şekil 4.4a’da görüleceği üzere, inkübasyon dönemi ve uygulama dozu arttıkça, toprağın makro por yüzdesi artmıştır. En yüksek 90 günlük inkübasyon döneminde toprağa 6 ton da<sup>-1</sup> (%43.93) uygulamasında belirlenmiş; kontrole göre %79’luk bir artış meydana gelmiştir. Bunu aynı inkübasyon döneminin 3 ton uygulaması (%42.75) izlemiştir.

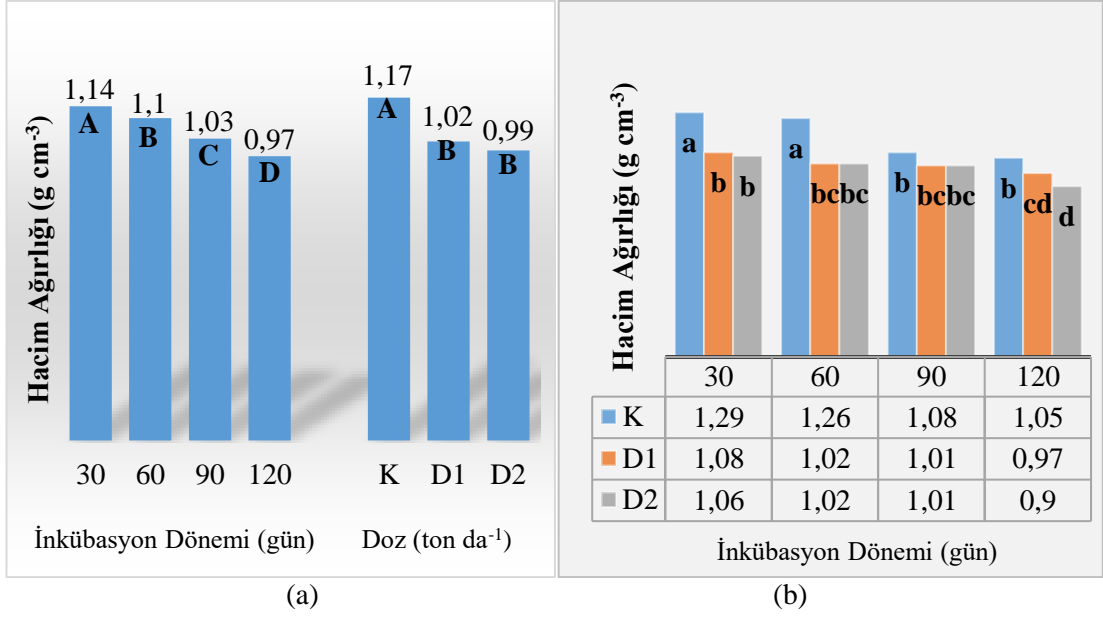


Şekil 4.4. İnkübasyon Dönemi ve Doz Etkileşiminin Toprağın Makro Por (A) ve Mikro Por (B) Yüzdeleri Üzerine Etkisi

Toprağın makro por yüzdesi üzerine, inkübasyon dönemlerinde doza bağlı olarak meydana gelen artışlar, 30 günlük dönemde %30, 60 günlük dönemde %40, 90 günlük dönemde %47 ve 120 günlük dönemde %43 oranında bulunmuştur. Şekil 4.4b' den de görüleceği üzere, inkübasyon dönemi ve uygulama dozu arttıkça, toprağın mikro por yüzdesi azalmıştır. Başlangıç döneminde kontrol uygulamasında (%75.51) en yüksek değer elde edilmiş olup, en düşük 90 günlük inkübasyon döneminde toprağa 6 ton da<sup>-1</sup> (%56.07) uygulamasında belirlenmiştir. Kontrole göre %35'lik bir azalma meydana gelmiştir. Toprağın mikro por yüzdesi üzerine, inkübasyon dönemlerinde doza bağlı olarak 30 günlük dönemde %11, 60 günlük dönemde %16, 90 günlük dönemde %25 ve 120 günlük dönemde %19 oranında düşme meydana gelmiştir.

#### **4.1.3 Hacim Ağırlığı**

Toprağın hacim ağırlığı üzerine inkübasyon dönemi, organik materyaller ve uygulama dozları istatistiksel olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli farklılıklar (EK 6) meydana getirmiş; toprağın hacim ağırlığına ait ortalama veriler Çizelge 4.1' de sunulmuştur. İnkübasyon dönemine bağlı olarak toprağın hacim ağırlığı azalmıştır. 30 günlük inkübasyon döneminde toprağın hacim ağırlığı  $1.14 \text{ g cm}^{-3}$  olurken, 120 günlük dönemde  $0.97 \text{ g cm}^{-3}$  bulunmuş, hacim ağırlığında %18'lik azalma meydana gelmiştir. İstatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte, hacim ağırlığında biyokömür, hayvan gübresi ve fındık zurufundan daha etkili olmuştur. Biyokömürün hacim ağırlığı diğer materyallerden daha yüksek olup (Çizelge 3.2), bu etki toprağa yansımıştır. Uygulama dozlarına bağlı olarak, doz miktarı arttıkça toprağın hacim ağırlığında azalmıştır. Kontrole göre %15-%18 oranında azalma meydana gelmiştir (Şekil 4.5a). Ayrıca, toprağın hacim ağırlığı üzerine, inkübasyon döneminin etkisi uygulanan dozlara bağlı olarak etkili olmuş, bu etkileşim istatistiki olarak ( $p < 0.01$ ) önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 4.5b).



**Şekil 4.5** İnkübasyon Dönemi, Doz (A), İnkübasyon Dönemi ve Doz Etkileşiminin (B) Toprağın Hacim Ağırlığı Üzerine Etkisi

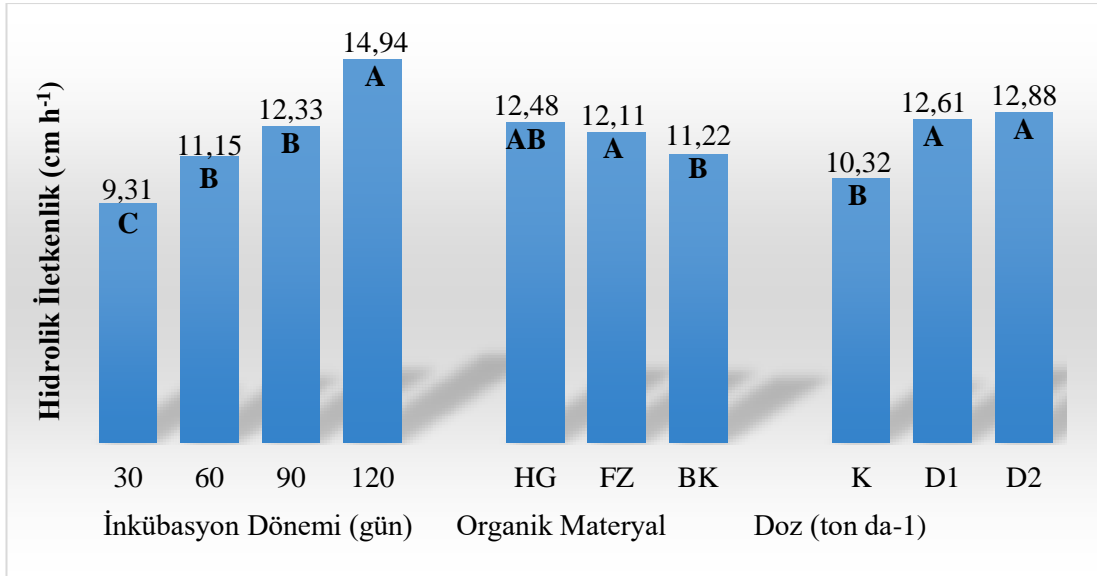
Şekilden de görüleceği üzere, inkübasyon dönemi ve uygulama dozu arttıkça, toprağın hacim ağırlığı da azalmıştır. Çelik ve ark., (2004), kullanılan kompost ve ahır gübresi uygulamalarının toprak hacim ağırlığını azalttığını belirtmişlerdir. Başlangıç döneminde kontrol uygulamasında  $1.29 \text{ g cm}^{-3}$  ile en yüksek değer elde edilmiş olup, en düşük 120 günlük inkübasyon döneminde toprağa  $6 \text{ ton da}^{-1}$  ( $0.90 \text{ g cm}^{-3}$ ) uygulamasında belirlenmiş; kontrole göre %43'lük bir azalma meydana gelmiştir. Toprağın hacim ağırlığı üzerine, inkübasyon dönemlerinde doza bağlı olarak 30 günlük dönemde %22, 60 günlük dönemde %26, 90 günlük dönemde %7 ve 120 günlük dönemde %17 oranında düşme meydana gelmiştir. Masood ve ark. (2014), toprağa farklı dozlarda hayvan gübresi uygulaması ile 8 haftalık inkübasyon sonunda yapılan analizlerde, toprak hacim ağırlığı ve toprak pH' sına etkisi ters orantılı olup, hayvan gübresi miktarı arttıkça hacim ağırlığının azaldığını belirlemişlerdir.

#### 4.1.4 Hidrolik İletkenlik

Toprağın hidrolik iletkenliği üzerine inkübasyon dönemi, organik materyaller ve uygulama dozları istatistiksel olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli farklılıklar (EK 7) meydana getirmiş; hidrolik iletkenlik değerlerine ait ortalama veriler Çizelge 4.1' de sunulmuştur. İnkübasyon dönemine bağlı olarak toprağın hidrolik iletkenliği artmıştır. 30 günlük inkübasyon döneminde toprağın hidrolik iletkenliği  $9.31 \text{ cm h}^{-1}$  olurken,

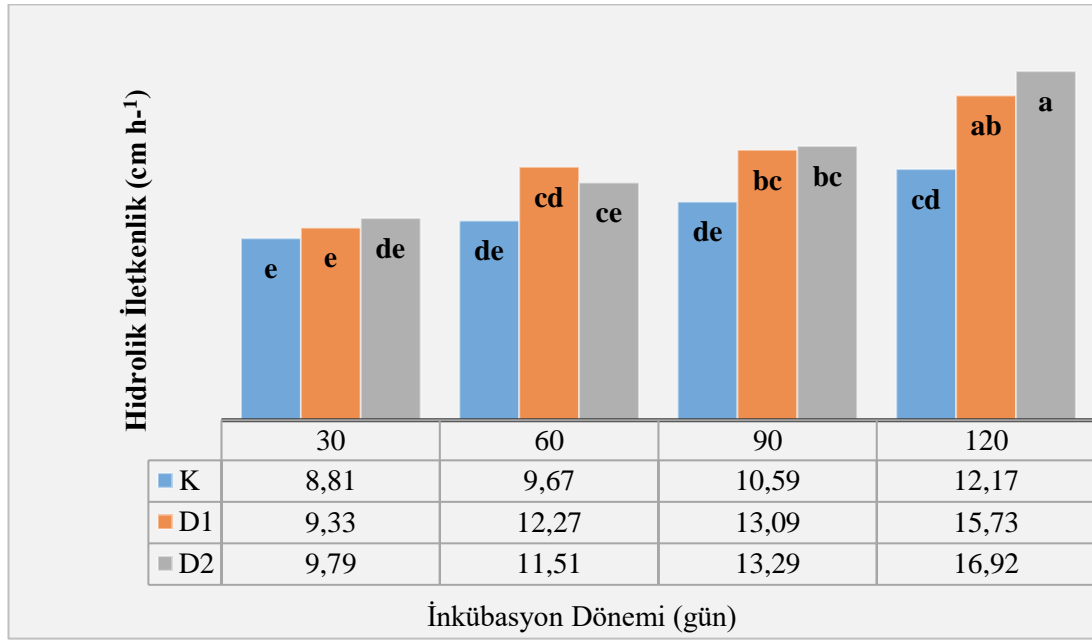


120 günlük dönemde 14.94 cm h<sup>-1</sup> yükselmiş, hidrolik iletkenlikte %60'lık artış meydana gelmiştir. Uygulanan organik materyalin çeşidine göre de bu özellik değişmiş, hayvan gübresi (12.48 cm h<sup>-1</sup>) en etkili materyal olurken, bunu fındık zurufu (12.11 cm h<sup>-1</sup>) ve biyokömür (11.22 cm h<sup>-1</sup>) izlemiştir. Hayvan gübresi, fındık zurufu ve biyokömüre göre toprağın hidrolik iletkenliği sırasıyla %3 ila %11 daha etkili olmuştur. Ayrıca, uygulama dozlarına bağlı olarak, doz miktarı arttıkça toprağın hidrolik iletkenliği de artmıştır. Materyal uygulanmayan toprağın hidrolik iletkenlik değeri 10.32 cm h<sup>-1</sup> olurken, doz artıkça sırasıyla 12.61 cm h<sup>-1</sup> ve 12.88 cm h<sup>-1</sup> olarak bulunmuş; kontrole göre dozlar arasında istatistiksel olarak bir fark çıkmamıştır. Uygulama dozları kontrole göre %25-%22 oranında artış sağlamıştır (Şekil 4.6).



**Şekil 4.6** İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Doza Göre Toprağın Hidrolik İletkenlik Değerindeki Değişimler

Toprağın hidrolik iletkenlik değeri, inkübasyon dönemi x uygulama dozlarının etkisine göre değişmiş; istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli farklılıklar meydana gelmiştir (Şekil 4.7). Başlangıç döneminde kontrol uygulamasında 8.81 cm h<sup>-1</sup> ile en düşük değer elde edilmiş olup, en yüksek 120 günlük inkübasyon döneminde toprağa 6 ton da<sup>-1</sup> uygulamasında 16.92 cm h<sup>-1</sup> olarak bulunmuş; kontrole göre %92'lik bir artış meydana gelmiştir. Toprağın hidrolik iletkenliği üzerine, inkübasyon dönemlerinde doza bağlı olarak 30 günlük dönemde %11, 60 günlük dönemde %27, 90 günlük dönemde %25 ve 120 günlük dönemde %39 oranında artış meydana gelmiştir.



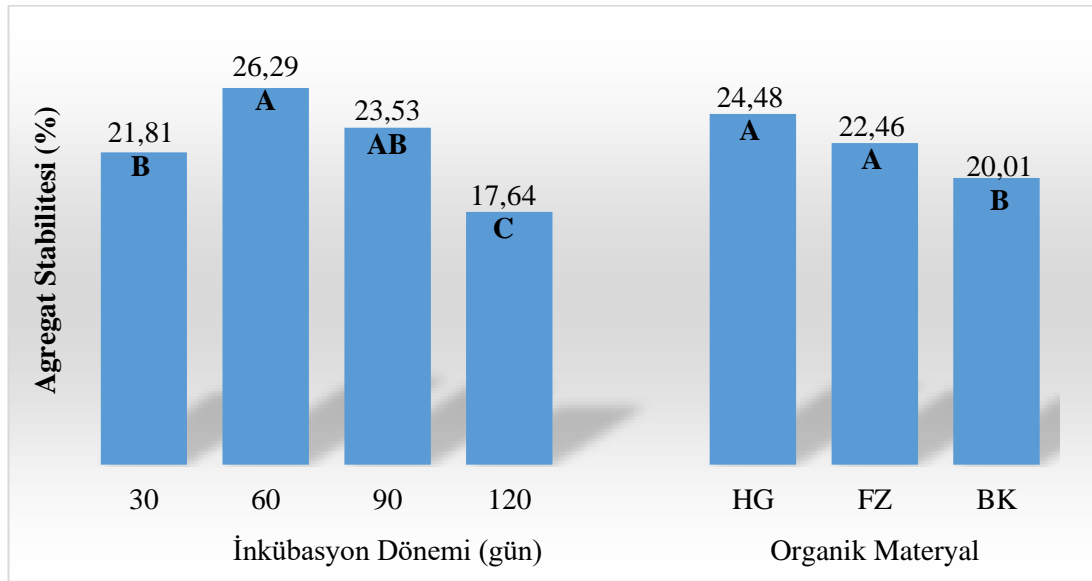
**Şekil 4.7** İnkübasyon Dönemi ve Doz Etkileşiminin Toprağın Hidrolik İletkenliği Üzerine Etkisi

Deneme toprağı hidrolik iletkenlik özelliğı bakımından oldukça hızlı sınıfında yer almakla birlikte, organik materyallerin ilavesi geçirgenliğı de artırmıştır. Bu artışın, toprağın havalanma porozitesi ve makro por yüzdesindeki artışa bağılı olarak meydana geldiğı düşünölmektedir. Bandyopadhyay ve ark. (2010), organik düzenleyicilerin toprağı ilave edilmesiyle, agregatlaşmanın bir sonucu olarak hidrolik iletkenlik değerinde artış meydana geldiğini açıklamışlardır. Zeytin ve Baran, (2003), fındık zurufunun toprakların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Farklı fraksiyonlara sahip fındık zuruf kompostunu farklı tekstüre sahip iki toprağı karıştırarak kullanmış ve toprağı ilave edilen fındık zurufunun inkübasyon süresine bağılı olarak, hidrolik iletkenlik, toplam porozite ve makro gözenek oranını artırdığını göstermiştir.

#### 4.1.5 Agregat Stabilitesi

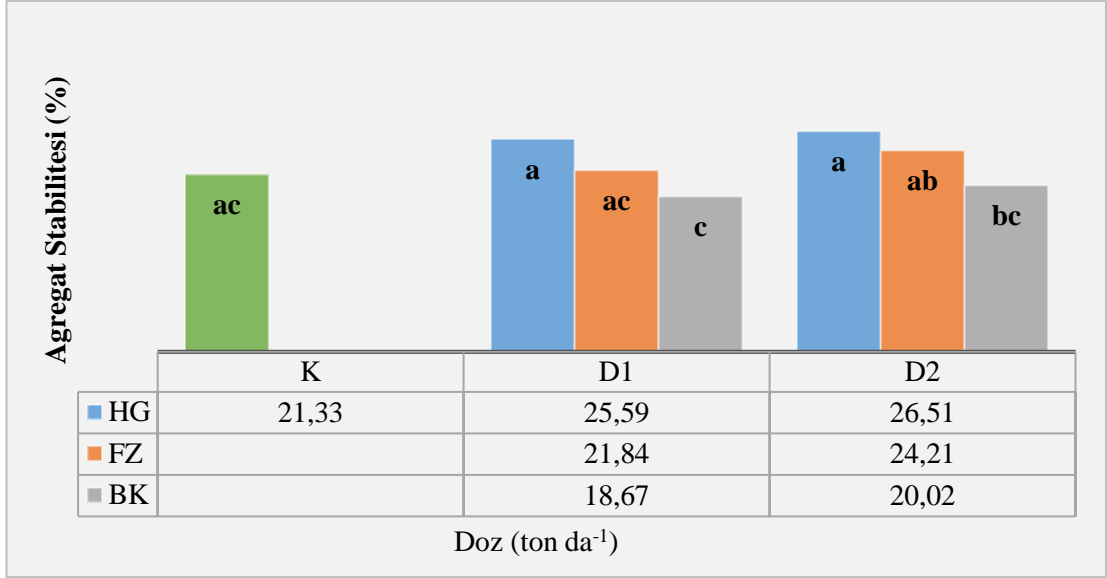
Toprağın agregat stabilitesi üzerine inkübasyon dönemi, organik materyaller ve uygulama dozları istatistiksel olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli farklılıklar (EK 8) meydana getirmiş; toprağın agregat stabilitesine ait ortalama veriler Çizelge 4.1' de sunulmuştur. Toprağın agregat stabilitesi 60 günlük inkübasyon dönemine kadar artmış, sonra azalma eğilimi göstermiştir. 30 günlük inkübasyon döneminde toprağın

agregat stabilitesi %21.81 olurken, 60 günlük dönemde %28.26 olarak en yüksek bulunmuş, agregat stabilitesinde %30'luk artış meydana gelmiştir. 90 günlük dönemde agregat stabilitesi %23.53 olup birinci dönemden yüksek olurken, 120 günlük inkübasyon döneminde %17.64 ile başlangıç döneminin de altına düşmüştür. Uygulanan organik materyalin çeşidine göre de bu özellik değişmiş, hayvan gübresi (%24.48) en etkili materyal olurken, bunu fındık zurufu (%22.46) ve biyokömür (%20.01) izlemiştir. Fındık zurufu, hayvan gübresi ve biyokömüre göre toprağın agregat stabilitesi sırasıyla %8-22 daha etkili olmuştur (Şekil 4.8).



**Şekil 4.8** İnkübasyon Dönemi ve Organik Materyale Göre Toprağın Agregat Stabilitesi Değerindeki Değişimler

Uygulama dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte, doz miktarı arttıkça agregat stabilitesi değeri artmıştır. Ayrıca, toprağın agregat stabilitesi üzerine, organik materyallerin etkisi uygulanan dozlara bağlı olarak etkili olmuş, bu etkileşim istatistiki olarak ( $p < 0.05$ ) önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 4.9).



**Şekil 4.9** Organik Materyal ve Doz Etkileşiminin Toprağın Agregat Stabilitesi Üzerine Etkisi

Şekilden de görüleceği üzere toprağın agregat stabilitesi, organik materyallerin uygulama dozu arttıkça artmıştır. Organik materyal uygulanmayan kontrol grubunda agregat stabilitesi %21.33 olurken hayvan gübresinin 3 ton ve 6 ton uygulamaları en yüksek agregat stabilite değerlerini vermiş, bunu fındık zurufunun 6 ton uygulaması takip etmiş, biyokömür uygulamaları kontrol grubundan düşük çıkmıştır. Hayvan gübresi uygulamaları ile agregat stabilitesinde %24 fındık zurufu uygulamaları ile %14' lük artış sağlanmış, biyokömür uygulamaları ile %6'lık bir azalma meydana gelmiştir. Canpolat, (1992), çiftlik gübresi ve buğday samanının uygulandığı araştırmasında 45 günlük inkübasyon sonunda uygulama dozuna bağlı olarak, toprakların organik maddesi, agregat stabilitesi ve geçirgenlik değerlerinde artış sağlandığını belirtmiştir. Özdemir ve Durmuş, (2016), çöp kompostu, tütün işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostu uygulanan toprakların agregat stabilitesi değerinde artış olduğu ve erozyona karşı direncin arttığını ifade etmişlerdir.

#### 4.2 Toprağın Kimyasal Özelliklerine Etkisi

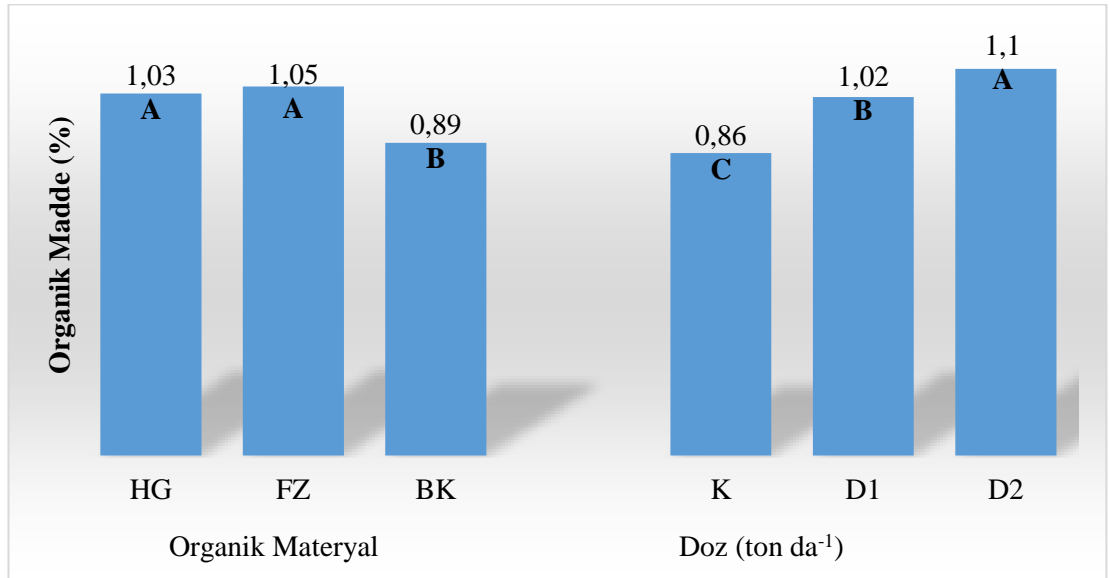
Farklı inkübasyon dönemi ve farklı organik materyallerin toprağa karıştırılmasıyla elde edilen ortamların incelenen bazı kimyasal özelliklerine ait veriler Çizelge 4.2' de sunulmuştur.

**Çizelge 4.2** İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Bazı Kimyasal Özelliklerine Etkisi

	Materyal (M)	Doz (D, ton da <sup>-1</sup> )	İnkübasyon Dönemi (İD, gün)				(M) Ort.	
			30	60	90	120		
Organik Madde (%)	Kontrol	0	0.90	0.85	0.86	0.82		
	Hayvan Gübresi	3	1.01	1.02	1.12	1.16	1.03 A	
		6	1.07	1.10	1.20	1.27		
	Fındık Zurufu	3	1.24	1.08	1.12	0.98	1.04 A	
		6	1.38	1.16	1.20	1.12		
	Biyokömür	3	0.97	0.94	0.88	0.76	0.89 B	
		6	0.97	0.97	1.01	0.79		
		(İD) Ort.		1.04	0.98	0.99	0.95	
		(D) Ort		0.85 C	1.02 B	1.10 A		
	pH	Kontrol	0	7.94	8.01	8.06	8.07	
Hayvan Gübresi		3	7.84	7.98	8.07	8.24	8.04 B	
		6	7.93	8.03	8.04	8.20		
Fındık Zurufu		3	7.94	7.92	7.94	8.04	7.96 C	
		6	7.87	7.86	7.88	7.95		
Biyokömür		3	8.03	8.03	8.05	8.27	8.08 A	
		6	8.03	8.05	8.08	8.28		
		(İD) Ort.		7.94 C	7.99 B	8.03 B	8.13 A	
		(D) Ort		8.02	8.03	8.02		
EC (µS m <sup>-1</sup> )		Kontrol	0	303	317	326	344	
	Hayvan Gübresi	3	360	362	508	513	393 B	
		6	361	366	428	528		
	Fındık Zurufu	3	469	502	523	576	491 A	
		6	555	624	669	682		
	Biyokömür	3	313	322	339	405	340 C	
		6	300	317	383	408		
		(İD) Ort.		363 C	383 C	425 B	461 A	
		(D) Ort.		322 C	433 B	468 A		

#### 4.2.1 Organik Madde

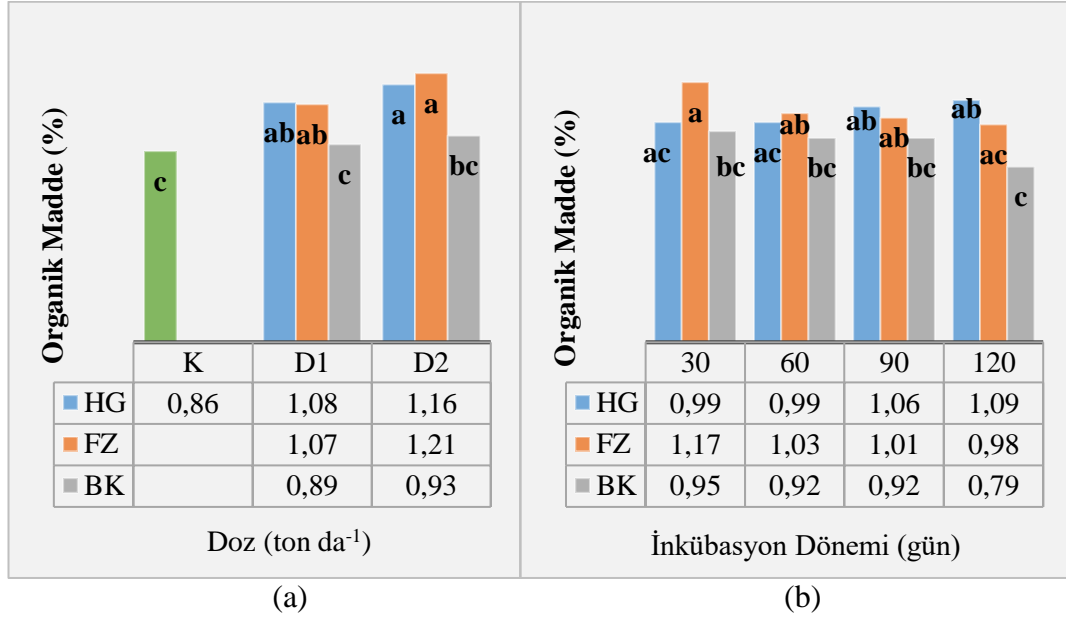
Toprağın organik madde miktarı üzerine inkübasyon dönemi, organik materyaller ve uygulama dozları önemli farklılıklar (EK 9) meydana getirmiş; toprak organik maddesine ait ortalama veriler Çizelge 4.2' de sunulmuştur. Toprağın organik madde miktarı istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte ayrışma süresine bağlı olarak azalmıştır. Uygulanan organik materyalin çeşidine göre de toprağın organik madde içeriği değişmiş, fındık zurufu (%1.05) en etkili materyal olurken, bunu hayvan gübresi (%1.03) ve biyokömür (%0.89) izlemiştir. Fındık zurufunun hayvan gübresiyle eşdeğer etkiye sahip olduğu da görülmüştür. Fındık zurufu, hayvan gübresi ve biyokömüre göre toprağın organik madde içeriğine sırasıyla %2 ila %18 daha etkili olmuştur. Fındık zurufu diğer materyallere göre daha yüksek organik madde içeriğine sahip olup (Çizelge 3.2), toprakta da bu etki görülmüştür. Ayrıca, uygulama dozlarının miktarı arttıkça toprak organik madde miktarı da artmıştır. Kontrol grubundaki toprakların organik madde kapsamı %0.86, 3 ton da<sup>-1</sup> uygulama ile %1.01, 6 ton da<sup>-1</sup> uygulama ile %1.10 olarak bulunmuştur. Kontrol uygulamasına göre organik madde miktarı %18-%30 oranında yükselmiştir (Şekil 4.10).



**Şekil 4.10** İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Doza Göre Toprağın Organik Madde Miktarındaki Değişimler

Diğer yandan, toprağın organik madde kapsamı üzerine, materyallerin etkisi uygulanan dozlara ve inkübasyon dönemine bağlı olarak etkili olmuş, bu etkileşimler istatistiki olarak ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ ) önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 4.11a,

Şekil 4.11b). Şekil 4.11a' da görüleceği üzere, toprağın organik madde kapsamı fındık zurufunun 6 ton uygulamasında (%1.21) en yüksek olup, 6 ton hayvan gübresi uygulaması da (%1.16) benzer etkiyi göstermiştir. Bu iki materyal kontrol grubu ile karşılaştırıldığında %41-35' lik artışlar sağlamıştır.



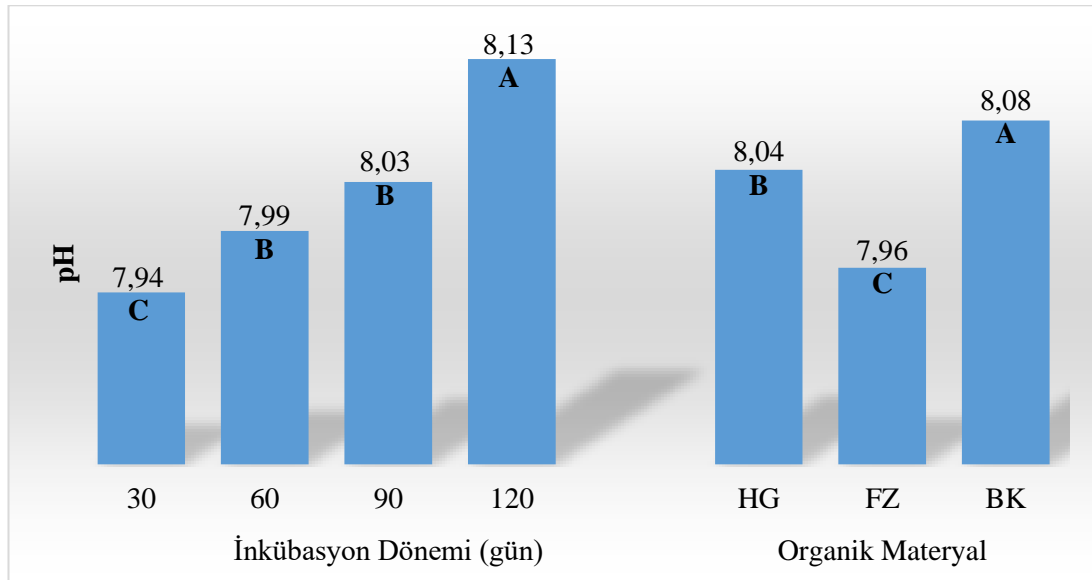
**Şekil 4.11** Organik Materyal ve Doz (A), Organik Materyal ve İnkübasyon Dönemi (B) Etkileşimlerinin Toprağın Organik Madde Kapsamına Üzerine Etkisi

Organik materyal ve inkübasyon etkileşiminin görüleceği Şekil 4.11b' ye göre, hayvan gübresinin etkisi inkübasyon dönemi uzadıkça toprağın organik madde kapsamını artırmış, döneme bağlı olarak 90 ve 120 günlük dönemlerde %7-10'luk artış sağlamıştır. Hayvan gübresi yanmış olduğu için, inkübasyon dönemi süresince kolay ayrışarak daha etkili olmasından kaynaklanmaktadır. Fındık zurufu ve biyokömür uygulamaları ile toprak organik madde kapsamı inkübasyon süresi uzadıkça azalmıştır. En yüksek toprak organik madde miktarı fındık zurufunun 30 günlük inkübasyon döneminde elde edilmiştir. Fındık zurufu ve biyokömür yüksek karbon içeriği nedeniyle inkübasyon süresince mikroorganizmalar tarafından ayrıştırıldığı için, yüksek organik madde kapsamına sahip olmalarına rağmen etkileri toprakta hemen görülememiştir. Kacar ve ark., (1996), Sönmez ve ark., (2002), Kütük ve Çaycı (2005), organik madde kaynağı olarak her bitkisel atığın kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Tiarks ve ark., (1974); Yalçuk ve Munsuz, (1982); MacRae ve Mehuys, (1985); Pikul ve Allmaras, (1986), toprağa karıştırılan organik materyalin toprakta bulunan organik madde miktarını arttırdığı, bununla birlikte toprağın geçirgenliği ve

agregat stabilitesinin de arttığı açıklanmıştır. İslam, (2016), fındık zurufunun organik maddenin devamlılığı için gerektiğini bildirmiştir.

#### 4.2.2 Toprak Reaksiyonu (pH)

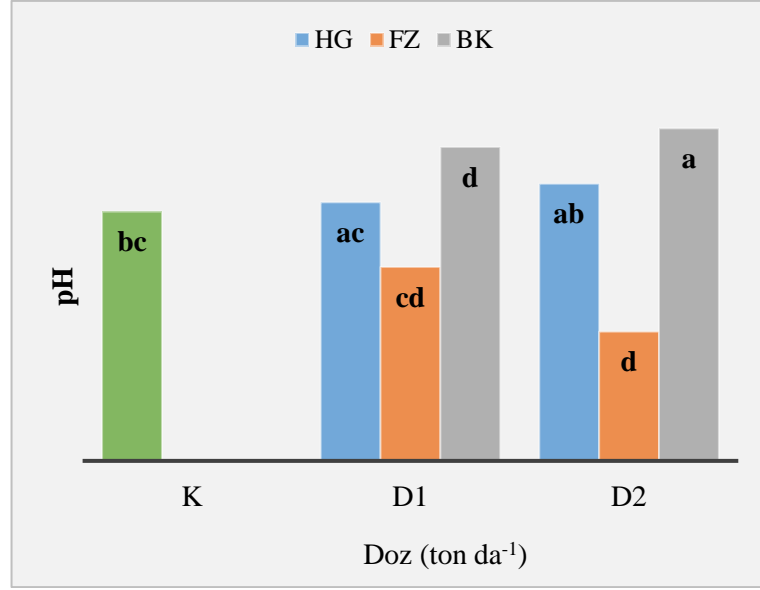
Toprağa uygulanan materyallerin toprak reaksiyonu üzerine inkübasyon dönemi, organik materyaller ve uygulama dozları istatistiksel olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli farklılıklar (EK 10) meydana getirmiş; pH' ya ait ortalama veriler Çizelge 4.2' de sunulmuştur. İnkübasyon dönemine bağlı olarak ilk dönemde 7.94 olan pH %2' lik artışla 8.13'e çıkmıştır. Ayrıca uygulanan organik materyalin çeşidine göre de toprak pH' sı değişmiş, en düşük fındık zurufu uygulamasında (7.96), en yüksek biyokömür uygulamasında (8.13) bulunmuştur (Şekil 4.12). Fındık zurufu diğer materyallerden daha düşük pH' ya sahip olması (Çizelge 3.2), bu bulguları desteklemektedir.



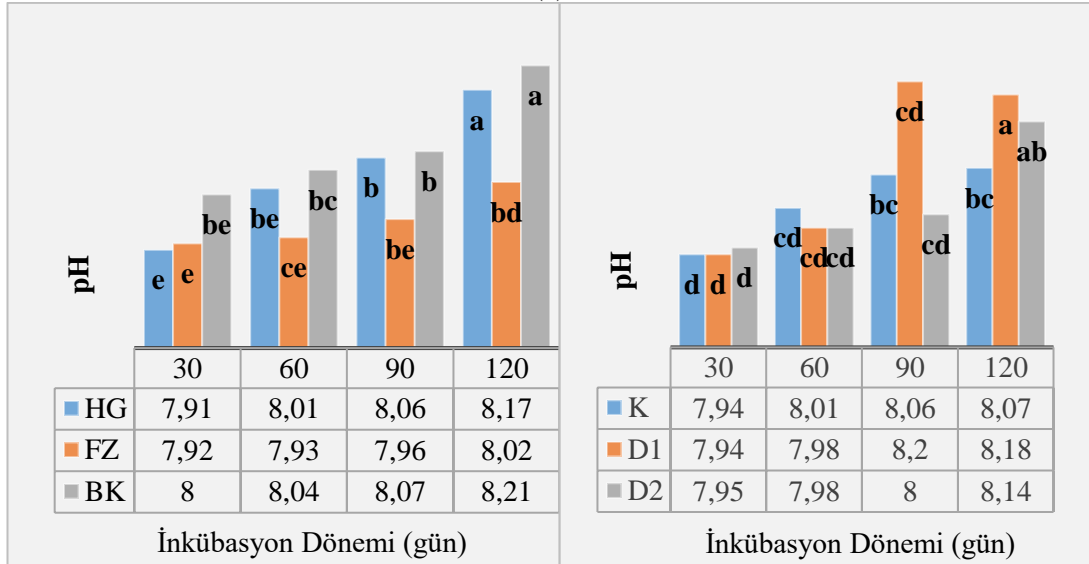
**Şekil 4.12** İnkübasyon Dönemi ve Organik Materyal Göre Toprak Ph'sındaki Değişimler

Diğer yandan, toprağın pH' sı üzerine materyaller ile uygulama dozları arasında ( $p < 0.05$ ), inkübasyon dönemleri ile materyaller ve uygulama dozları arasındaki ( $p < 0.01$ ) etkileşimler istatistiki olarak farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 4.13a, Şekil 4.13b, Şekil 4.13c). Şekilde 4.13a'da görüleceği üzere, toprak pH' sı biyokömürün 6 tonluk uygulamada (8.11) en yüksek olup, hayvan gübresi uygulama dozları takip etmiştir.

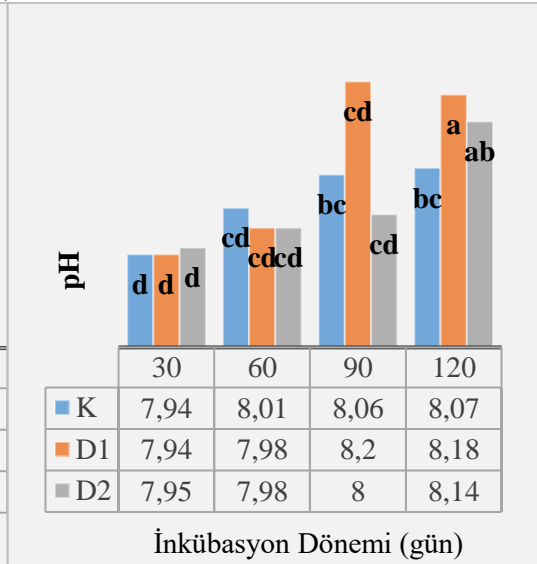




(a)



(b)



(c)

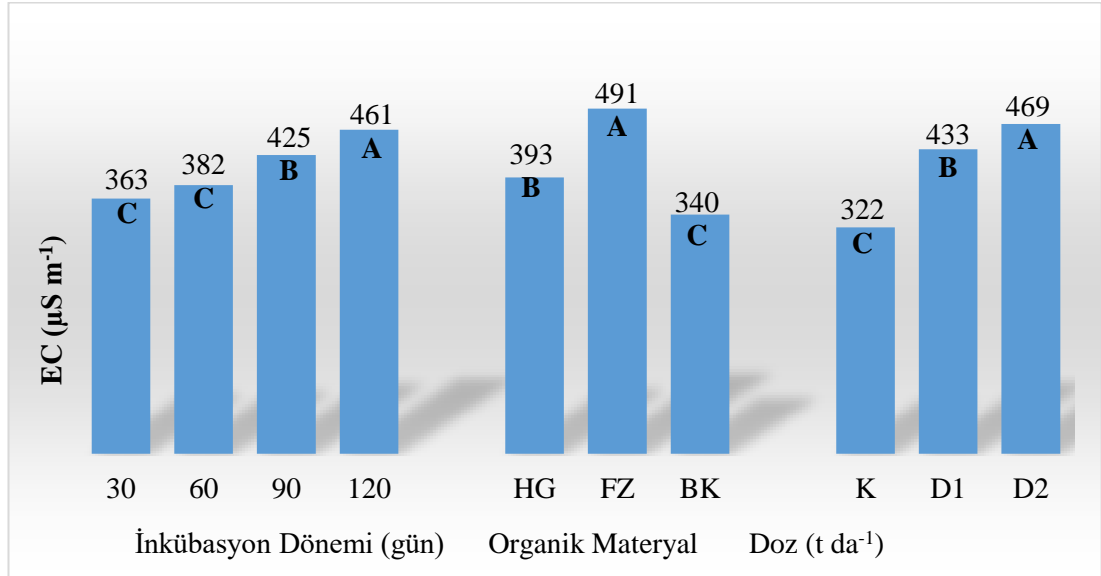
**Şekil 4.13** Organik Materyal ve Doz (A), Organik Materyal ve İnkübasyon Dönemi (B), İnkübasyon Dönemi ve Doz (C) Etkileşimlerinin Toprağın Ph'sı Üzerine Etkisi

Tüm materyaller inkübasyon süresi uzadıkça toprak pH' sını artırmış, en yüksek artış biyokömür (8.21) ve hayvan gübresi (8.17) uygulanan topraklarda 120 günlük inkübasyon döneminde bulunmuştur. Bu materyallerin uygulanması ile topraklarda %3'lük artış görülmüştür (Şekil 4.13b). Uygulama dozlarının etkisi de inkübasyon dönemi uzadıkça artmış; 3 ton uygulamanın 120 günlük inkübasyonda en yüksek pH değeri elde edilmiştir (Şekil 4.13c). Shenbagavalli ve Mahimairaja, (2012) tarafından, biyokömürün uygulama dozlarına bağlı olarak toprak pH' sını düşürdüğü tespit

edilmiştir. Özyazıcı ve ark. (2010), topraklarda en yüksek pH ve organik madde değerleri, fındık zurufu uygulaması yapılan topraklarda belirlendiği açıklamıştır.

### 4.2.3 Toprak Elektriksel İletkenliği (EC)

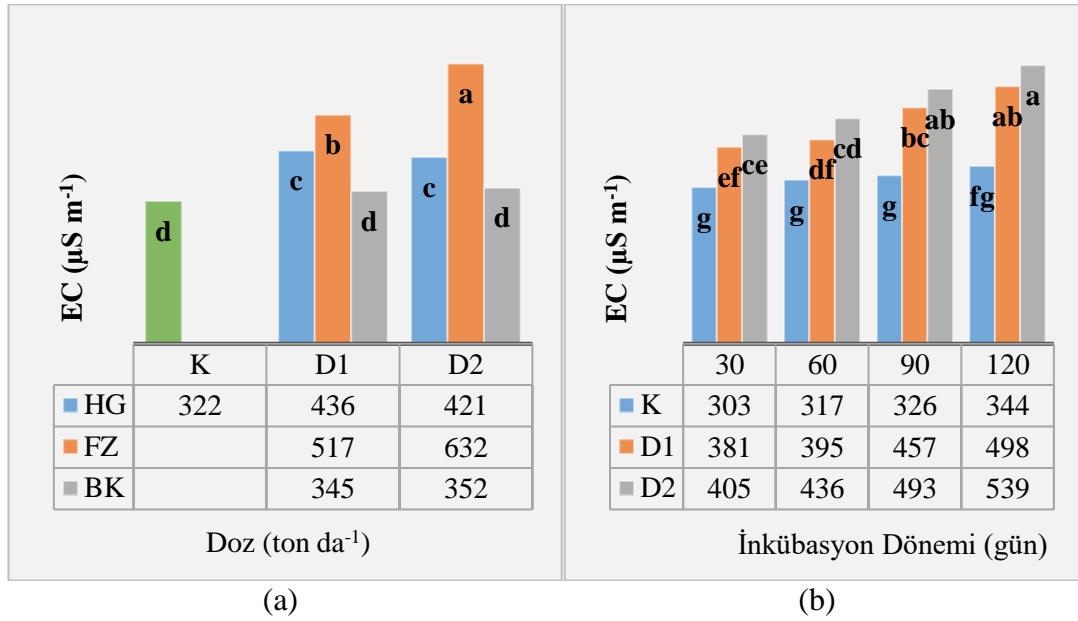
Toprağa uygulanan materyallerin toprağın elektriksel iletkenliği üzerine inkübasyon dönemi, organik materyaller ve uygulama dozları istatistiksel olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli farklılıklar meydana getirmiş (EK 11), EC değerine ait ortalama veriler Çizelge 4.2' de sunulmuştur. Elektriksel iletkenlik değeri inkübasyon dönemine bağlı olarak artmış; ilk dönemde  $363 \mu\text{S m}^{-1}$  olan EC değeri %27' lik artışla  $460 \mu\text{S m}^{-1}$  e çıkmıştır. Ayrıca uygulanan organik materyalin çeşidine göre de toprak EC' si değişmiş, en düşük biyokömür ( $340 \mu\text{S m}^{-1}$ ), en yüksek fındık zurufu uygulamalarında ( $491 \mu\text{S m}^{-1}$ ) bulunmuştur. Materyallerin uygulama dozu arttıkça EC değeri artmış, %34-45 oranında artışa neden olmuştur (Şekil 4.14).



**Şekil 4.14** İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Doza Göre Toprak EC' sindeki Değişimler

Diğer yandan, toprağın EC' si üzerine, materyaller ile uygulama dozları ve inkübasyon dönemi ile doz etkileşimleri istatistiki olarak ( $p < 0.01$ ) önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 4.15a, Şekil 4.15b). Şekil 4.15a' da görüleceği üzere, toprak EC' si fındık zurufunun 6 ton uygulamasında ( $632 \mu\text{S m}^{-1}$ ) en yüksek olup, aynı materyalin 3 ton uygulaması ve hayvan gübresi ile biyokömür uygulamaları takip etmiştir.

Uygulama dozlarının etkisi inkübasyon dönemi uzadıkça artmış; 6 ton uygulamanın 120 günlük inkübasyonunda en yüksek EC değeri elde edilmiştir.



**Şekil 4.15** Organik Materyal ve Doz (A), İnkübasyon Dönemi ve Doz (B) Etkileşimlerinin Toprağın EC'si Üzerine Etkisi

Gülser ve İç, (2008), tütün atığı uygulamasının toprakların organik karbon ve elektriksel iletkenlik değerlerinde önemli artışlar sağladığı ifade edilmiştir. Fındık zurufu kompostu uygulamasının toprağın tamponlama kapasitesini artırarak kimyasal toprak özelliklerinden pH, elektriksel iletkenlik, değişebilir katyonların miktarı, organik madde ve toplam azot içeriğini; fiziksel özelliklerden agregat stabilitesi, hacim ağırlığını olumlu etkilediği yapılan çalışmalarda da bildirilmiştir (Biol ve Bender Özenç, 2011; Aygün, 2015; İslam, 2016).

### 4.3 Toprağın Makro Besin Elementi İçeriklerine Etkisi

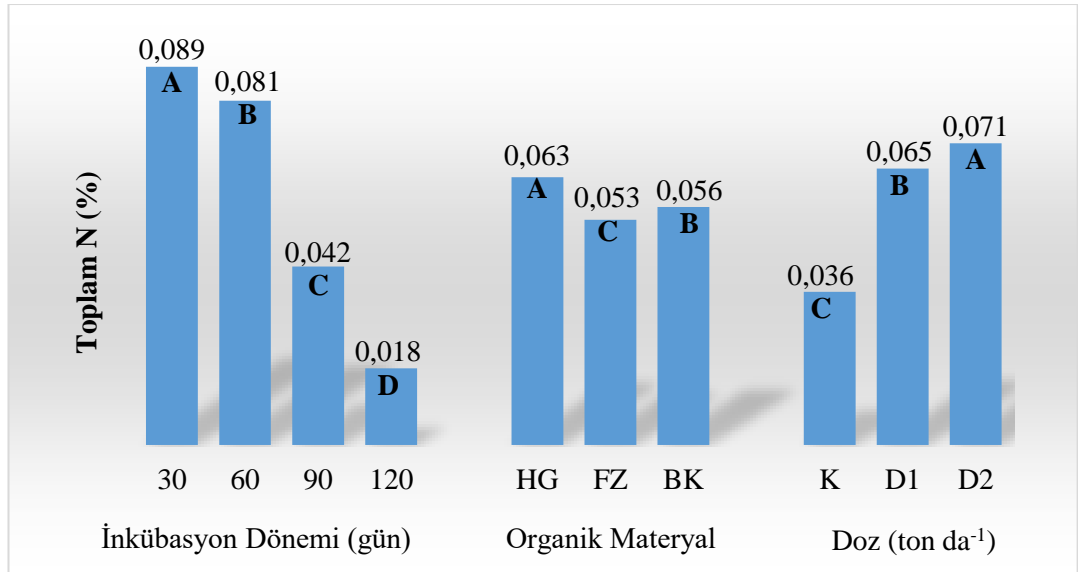
Farklı inkübasyon dönemi ve farklı organik materyallerin toprağa karıştırılmasıyla elde edilen ortamların incelenen bazı makro besin elementi içeriklerine ait ortalama veriler Çizelge 4.3' de verilmiştir. İncelenen özellikler ayrı başlıklar halinde sunulmuştur

**Çizelge 4.3** İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Bazı Makro Besin Elementi İçeriklerine Etkisi

	Materyal (M)	Doz (D, ton da <sup>-1</sup> )	İnkübasyon Dönemi (İD, gün)				(M) Ort.	
			30	60	90	120		
Toplam N (%)	Kontrol	0	0.073 gh	0.054 ı	0.012 kl	0.007 l		
	Hayvan Gübresi	3	0.097 ad	0.102 ac	0.063 hı	0.026 j	0.063 A	
		6	0.107 a	0.105 ab	0.079 fg	0.027 j		
	Fındık Zurufu	3	0.092 be	0.087 df	0.026 j	0.021 jk	0.053 C	
		6	0.108 a	0.101 ac	0.029 j	0.029 j		
	Biyokömür	3	0.086 df	0.084 eg	0.073 gh	0.019 kl	0.056 B	
		6	0.089 cf	0.085 dg	0.074 gh	0.020 jk		
		(İD) Ort.		0.089 A	0.081 B	0.042 C	0.018 D	
		(D) Ort.		0.036 C	0.065 B	0.071 A		
	P (mg kg <sup>-1</sup> )	Kontrol	0	4.17 f	4.36 f	5.00 ef	4.93 ef	
Hayvan Gübresi		3	5.78 ef	6.21 ef	10.62 bd	7.86 df	7.24 B	
		6	5.85 ef	10.14 bd	11.79 bc	10.14 bd		
Fındık Zurufu		3	8.71 ce	10.57 bd	11.50 bd	10.79 bd	10.22 A	
		6	12.07 bc	18.00 a	18.86 a	13.72 b		
Biyokömür		3	5.14 ef	5.11 ef	5.78 ef	5.36 ef	5.12 C	
		6	5.43 ef	5.31 ef	5.46 ef	5.43 ef		
		(İD) Ort.		6.16 C	7.60 B	8.78 A	7.56 B	
		(D) Ort.		4.61 C	7.79 B	10.18 A		
K (mg kg <sup>-1</sup> )		Kontrol	0	31.10 jk	44.67 hı	12.72 n	11.25 n	
	Hayvan Gübresi	3	46.02 gı	64.57 de	22.1 kn	14.3 mn	34.20 B	
		6	53.82 eh	66.15 d	24.1 km	19.65 ln		
	Fındık Zurufu	3	85.68 c	99.03 b	36.18 ij	30.64 j-l	61.66 A	
		6	133.50 a	143.63 a	61.93 d-f	49.56 gh		
	Biyokömür	3	38.23 ij	51.76 f-h	16.5 mn	15.1 mn	29.69 C	
		6	45.08 gı	55.77 dg	20.4 kn	13.7 mn		
		(İD) Ort.		55.07 B	68.32 A	24.37 C	19.64 D	
		(D) Ort.		24.93 C	43.34 B	57.27 A		

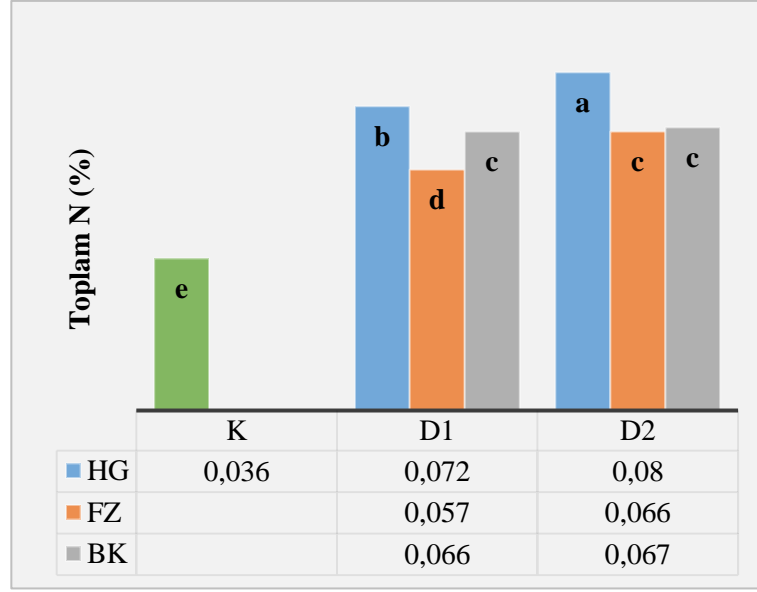
### 4.3.1 Toplam Azot

Toprağa uygulanan materyallerin toprağın toplam azot üzerine inkübasyon dönemi, organik materyaller ve uygulama dozları istatistiksel olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli farklılıklar meydana getirmiş (EK 12), toplam azota ait ortalama veriler Çizelge 4.3’ de sunulmuştur. Toprağın toplam azot miktarı inkübasyon dönemine bağlı olarak azalmış; ilk dönemde %0.089 olan toplam azot miktarı ayrışmanın artmasına bağlı olarak %9 ila %394 oranında azalmıştır. Uygulanan organik materyalin çeşidine göre de toprakta toplam azot içeriği değişmiş, hayvan gübresi (%0.063) en etkili materyal olurken, bunu fındık zurufu (%0.056) ve biyokömür (%0.053) uygulamaları izlemiştir. Hayvan gübresi, fındık zurufu ve biyokömüre göre toprağın toplam azot içeriği üzerine %12 ve %19 oranında daha etkili olmuştur. Hayvan gübresi diğer materyallere göre daha yüksek toplam azot içeriğine sahip olup (Çizelge 3.2), toprakta da bu etkisi ortaya çıkmıştır. Özyazıcı ve ark. (2010), Namlı ve ark. (2017), farklı yapıda organik gübre ve materyallerin toprakların toplam azot içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca, toprağa uygulanan materyal miktarı arttıkça toprağın toplam azot miktarı da artmıştır. Kontrol grubundaki toprakların toplam azot kapsamı %0.036 olurken, 3 ton uygulama ile %0.065, 6 ton uygulama ile %0.071 olarak bulunmuştur. Uygulama dozlarına bağlı olarak toplam azot miktarları kontrole sırasıyla %81 ve %97 oranında yükselmiştir (Şekil 4.16).

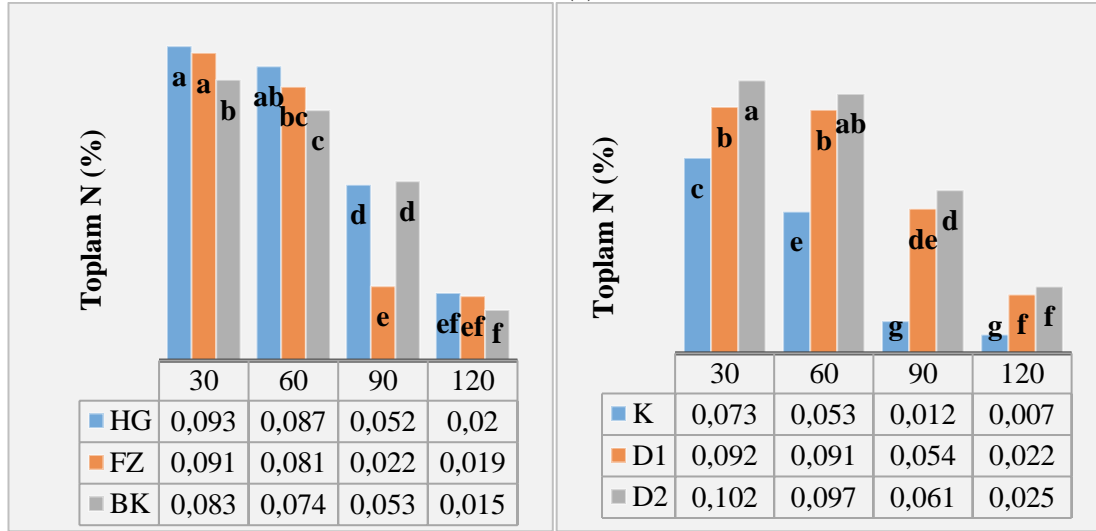


Şekil 4.16 İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Doza Göre Toprağın Toplam Azot İçeriğindeki Değişimler

Diğer yandan, toprakta toplam azot içeriği üzerine materyaller ile uygulama dozları arasındaki etkileşim istatistiki olarak ( $p < 0.01$ ) önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 4.17a). Şekil 4.17a' da görüleceği üzere toprağın toplam azot miktarı, hayvan gübresinin 6 ton uygulamasının yapıldığı toprakta en yüksek çıkmış (%0.08); bunu aynı materyalin 3 ton uygulaması (%0.072) izlemiştir; biyokömür uygulamaları bunları takip etmiştir. Fındık zurufunun 3 ton uygulamasında en düşük azot miktarı (%0.057) bulunmuştur. Materyallerin uygulama dozlarının etkileri kontrole göre karşılaştırıldığında, sırasıyla hayvan gübresinde %100-122, fındık zurufunun %58-83, biyokömürün %83-86 'lık artışlar meydana gelmiştir. Ancak, uygulama dozları arasında bir kıyaslama yapılırsa, hayvan gübresinin %11, fındık zurufunun %16, biyokömürün %2 düzeyinde etkili olduğu, doz bazında fındık zurufu dozlarının daha fazla artış sağladığı da ortaya çıkmıştır. Yine, toprakta toplam azot üzerine inkübasyon döneminin etkisi dozlara ve materyallere bağlı olarak değişmiş, bu etkileşimler istatistiki olarak ( $p < 0.01$ ) düzeyinde önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 4.17b, Şekil 4.17c). Tüm materyallerde inkübasyon süresi uzadıkça toprakta toplam azot azalmış, 60 günlük inkübasyon süresinde hayvan gübresi uygulamasında %7, fındık zurufu ve biyokömür de %12'lik bir azalma söz konusu olurken, bu dönemden sonra keskin bir düşüş meydana gelmiştir. En düşük azot içerikleri 120 günlük inkübasyon döneminde biyokömür (0.015), fındık zurufu (%0.019) ve hayvan gübresi (%0.02) sıralamasında bulunmuştur (Şekil 17b). Uygulama dozlarının etkisi de inkübasyon dönemi uzadıkça azalmış; 120 günlük inkübasyon dönemi sonunda toplam azot içeriğinde kontrol grubunda 10 kat, 3 ve 6 ton uygulamalarda 4 katlık bir azalma meydana gelmiştir. (Şekil 17c). Candemir ve Gülser (2011), yaptıkları çalışmada organik atıkların toprağın  $\text{NO}_3\text{-N}$  içeriğini fındık zurufu hariç kontrolün üzerinde arttırdığını, inkübasyon süresi arttıkça  $\text{NO}_3\text{-N}$  içeriğinin önemli miktarda azaldığını belirtmişlerdir.



(a)



(b)

(c)

**Şekil 4.17** Uygulama Dozları ve Organik Materyal (A), Organik Materyal ve İnkübasyon Dönemi (B), İnkübasyon Dönemi ve Doz (C) Etkileşiminin Toprağın Toplam Azot İçeriği Üzerine Etkisi

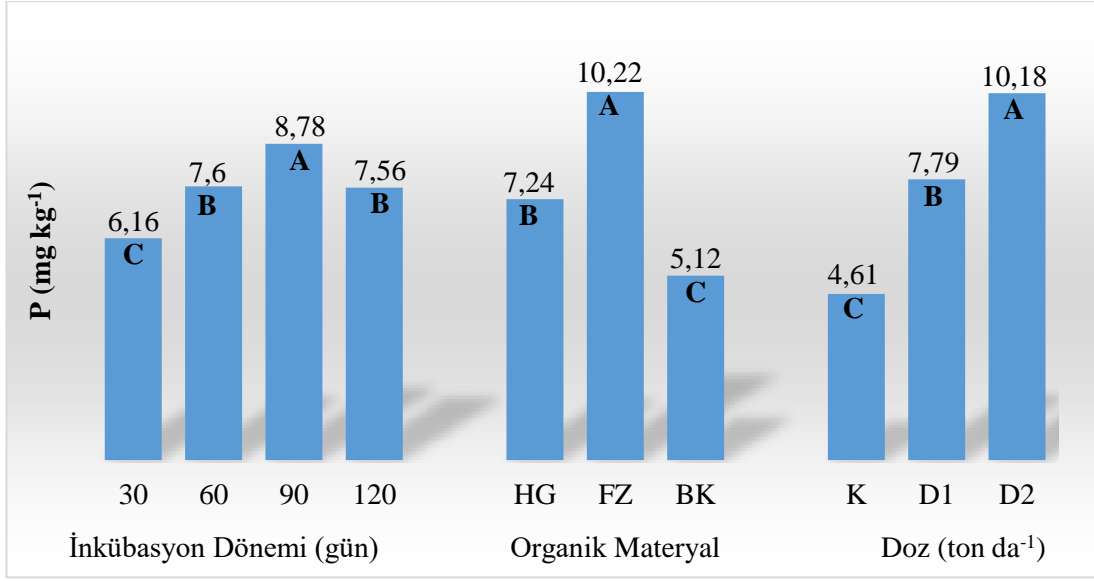
Toprağın toplam azot içeriği üzerine tüm uygulamaların etkisi incelendiğinde, inkübasyon dönemi, materyaller ve uygulama dozlarının etkileşimi önemli farklılıklar meydana getirmiş, bu farklılıklar istatistiksel olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Çizelge 4.3'deki ortalama azot içeriklerine bakıldığında, hiçbir uygulamanın yapılmadığı koşullarda toprağın azot içeriği %0.073 iken, inkübasyonun ilk döneminde (30 günlük) hayvan gübresi ve fındık zurufunun 6 ton uygulandığı topraklarda sırasıyla %0.107 ve %0.108 en yüksek azot miktarı bulunmuş, toprak azot içeriği %47 düzeyinde artmıştır. Biyokömür uygulamalarında azot içeriğinin düşük

çıkması, yüksek karbon içeriğine bağlı olarak beklenen bir durumdur. İnkübasyon süresinin uzamasına bağlı olarak azot miktarlarında azalma meydana gelmiş; 60 günlük dönemde %2-6 düzeyinde bir kayıp meydana gelirken, 90 günlük dönemden itibaren keskin bir azalma ortaya çıkmıştır. Bu azalmanın nedeni, hayvan gübresinin ayrışabilirliğinin yüksek olmasına karşılık, diğer materyallerin karbon içeriğinin yüksekliğine bağlı olarak ayrışabilirliğinin düşük olması nedeniyle mikroorganizmalar belli bir dönemden sonra azot kaynağı olarak topraktaki azotu kullanmasının bir sonucudur. Karaca (2016), fındık zurufu uygulamasının topraklarda toplam azot içeriğini inkübasyon süresine bağlı olarak azalttığını belirtmiştir. Tian ve ark. (2016), biyokömürün genellikle düşük miktarda inorganik azot içerdiğini, aslında arazi çalışması sonuçlarının mineral gübrelerle beraber uygulandığında verim ve bitki gelişimine sinerjistik etkide bulunduğunu bildirmiştir.

#### **4.3.2 Yarayışlı Fosfor**

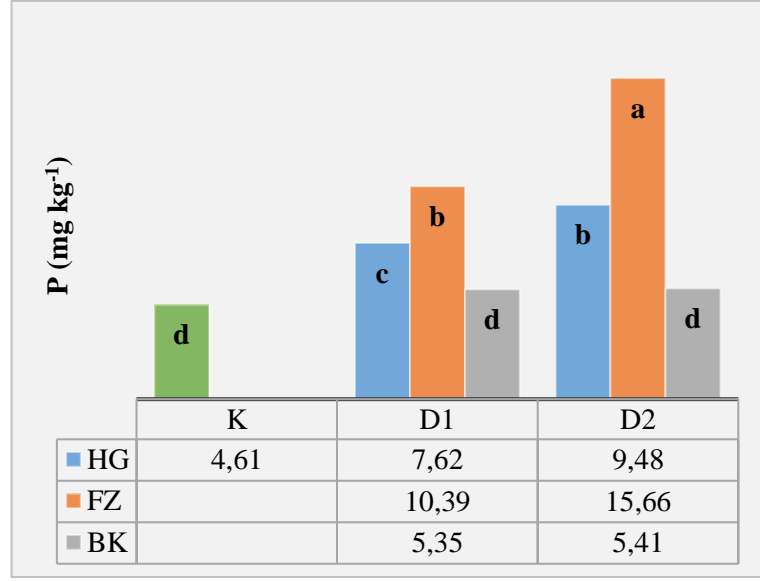
Toprağa uygulanan materyallerin toprağın fosfor içeriği üzerine inkübasyon dönemi, organik materyaller ve uygulama dozları istatistiksel olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli farklılıklar meydana getirmiş (EK 13), yarayışlı fosfor içeriğine ait ortalama veriler Çizelge 4.3' de sunulmuştur. Toprağın fosfor içeriği inkübasyon dönemine bağlı olarak artmış, 90 günlük inkübasyon döneminde  $8.76 \text{ mg kg}^{-1}$  ile en yüksek bulunmuş, başlangıca göre %45' lik bir artış meydana gelmiş; devam eden inkübasyon ile azalma eğilime girmiştir (Şekil 4.18). Uygulanan organik materyalin çeşidine göre de toprağın fosfor içeriği değişmiş, fındık zurufu ( $10.22 \text{ mg kg}^{-1}$ ) en etkili materyal olurken, bunu hayvan gübresi ( $7.24 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve biyokömür ( $5.12 \text{ mg kg}^{-1}$ ) izlemiştir. Fındık zurufu, hayvan gübresi ve biyokömüre göre toprağın fosfor içeriğine sırasıyla %41 ve %99 düzeyinde daha etkili olmuştur. Özenç ve Çaycı (2005), artan dozlarda farklı organik materyallerin toprakların yarayışlı fosfor içeriğini arttırdığını denemenin yarayışlı fosfor içeriklerini en fazla tavuk ve çiftlik gübrelerinin arttırdığını belirtmiştir. Ayrıca, toprağa uygulanan materyal miktarı arttıkça toprağın fosfor miktarı da artmıştır. Kontrol grubundaki toprakların fosfor kapsamı  $4.61 \text{ mg kg}^{-1}$ , 3 ton uygulama ile  $7.79 \text{ mg kg}^{-1}$ , 6 ton uygulama ile  $10.18 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Uygulama dozlarına bağlı olarak toprak fosfor miktarı kontrole göre sırasıyla %69 ve %108 oranında yükselmiştir.



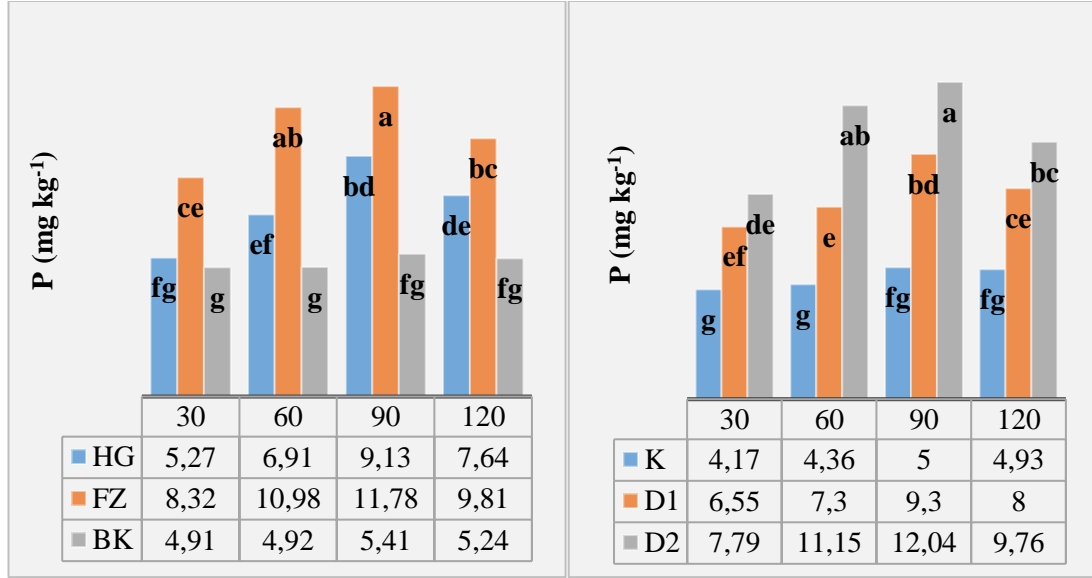


**Şekil 4.18** İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Doza Göre Toprağın Fosfor İçeriğindeki Değişimler

Diğer yandan, toprağın fosfor içeriği üzerine materyaller ile dozlar, materyaller ile inkübasyon dönemi ve uygulama dozları ile inkübasyon dönemleri arasındaki etkileşimler istatistiksel olarak ( $p < 0.01$ ) önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 4.19a, Şekil 4.19b, Şekil 4.19c). Şekil 4.19a' da görüleceği üzere toprağın fosfor miktarı, fındık zurufunun 6 ton uygulamasının yapıldığı toprakta en yüksek çıkmış ( $15.66 \text{ mg kg}^{-1}$ ); bunu aynı materyalin ve hayvan gübresinin 3 ton uygulamaları ( $10.39 \text{ mg kg}^{-1}$ ,  $9.48 \text{ mg kg}^{-1}$ ) izlemiştir; kontrolden sonra en düşük fosfor içerikleri her iki biyokömür uygulamalarında bulunmuştur. Yine, Şekil 4.19 b'de görüleceği üzere, tüm materyallerde 90 günlük inkübasyon dönemi boyunca toprakta fosfor miktarı artmıştır. Fındık zurufu uygulamalarında  $11.78 \text{ mg kg}^{-1}$ , hayvan gübresinde  $9.13 \text{ mg kg}^{-1}$  ve biyokömür  $5.41 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Başlangıç dönemi ile kıyaslandığında fındık zurufu uygulamalarıyla %42, hayvan gübresi uygulaması ile %73, biyokömür uygulamaları ile %11 'lik bir artış meydana gelmiştir. Özenç ve Çaycı (2005), Hargreaves ve ark., (2009), Özyazı ve ark., (2010), Garcia ve ark., (2010) farklı yapıdaki organik materyallerin topraklarda bitkiye yararlı P kapsamını arttırdığını belirtmişlerdir.



(a)



(b)

(c)

**Şekil 4.19** Uygulama Dozları ve Organik Materyal (A), Organik Materyal ve İnkübasyon Dönemi (B), İnkübasyon Dönemi ve Doz (C) Etkileşiminin Toprağın Fosfor İçeriği Üzerine Etkisi

Fındık zurufu uygulamalarıyla en yüksek fosfor miktarı elde edilse de hayvan gübresinin topraktaki fosfor içeriğine etkisinin daha fazla olduğu görülmüştür ki, bu materyalin fosfor içeriği diğerlerinden daha yüksektir (Çizelge 3.2). Aynı şekilde, uygulama dozlarının etkisi inkübasyon dönemine bağlı olarak değişmiş, 90 günlük inkübasyon dönemindeki 6 ton uygulamanın en etkili doz olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.19c' den de görüleceği üzere en etkili olan inkübasyon dönemine göre toprak fosfor miktarı, kontrol grubunda %20' lik bir artış meydana gelirken, 3 ton uygulamada %42,

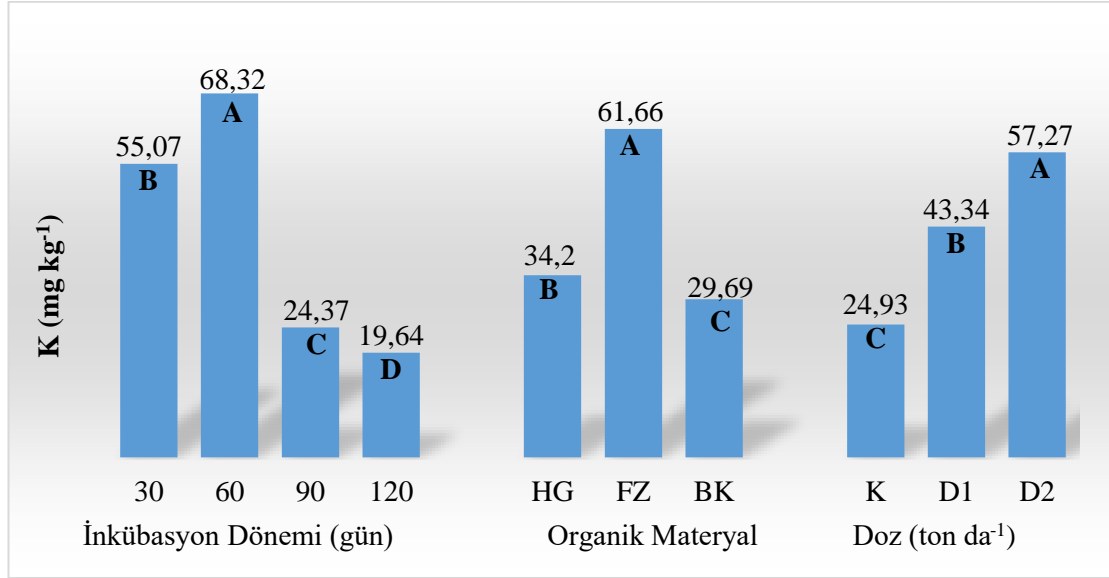
6 ton uygulamada ise %55 oranında artmış; en yüksek doz uygulaması ile kontrol grubuna göre %189 'luk bir artış belirlenmiştir.

Toprağın yarayışlı fosfor içeriği üzerine tüm uygulamaların etkisi incelendiğinde ise, inkübasyon dönemi, materyaller ve uygulama dozlarının etkileşimi önemli farklılıklar meydana getirmiş, bu farklılıklar istatistiksel olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Çizelge 4.3'deki ortalama fosfor içeriklerine bakıldığında, hiçbir uygulamanın yapılmadığı koşullarda toprağın fosfor içeriği  $4.17 \text{ mg kg}^{-1}$  iken, 90 günlük inkübasyonun döneminde ve fındık zurufunun 6 ton uygulandığı topraklarda  $18.86 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak en yüksek fosfor miktarı bulunmuş, toprak fosfor içeriği 4.5 kat artmıştır. Karaca (2016), toprakların yarayışlı fosfor içeriğinin uygulanan fındık zuruf kompostu ile arttığı, ancak altı aylık inkübasyondan sonra azaldığını belirtmişlerdir. Biyokömür uygulamaları ile kontrolden sonra daha yüksek değerler elde edilmiş, toprağın fosfor miktarına etkisinin fazla olmadığı görülmüştür. Major ve ark. (2010), toprağa karıştırılan biyokömürün zamanla bitki gelişimini iyileştirici yönde önemli etkiler yapabileceği açıklanmıştır. Toprağın fosfor içeriğinin artması, uygulanan organik materyal kaynaklarının organik madde miktarına bağlı olarak, bağlı fosforun açığa çıkması ile mümkün olabileceği ifade edilmiştir (Namlı ve ark., 2017). Yine Kacar ve Katkat (2007) tarafından, immobil element olan fosfor elementi, organik kökenli materyallerin ayrışma mekanizmaları sonucunda yarayışlı hale geçtiği ifade edilmiştir.

#### **4.3.3 Ekstrakte Edilebilir Potasyum**

Toprağa uygulanan materyallerin toprağın potasyum içeriği üzerine inkübasyon dönemi, organik materyaller ve uygulama dozları istatistiksel olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli farklılıklarmeydana getirmiş (EK 14), ortalama potasyum değerlerine ait veriler Çizelge 4.3' de sunulmuştur. Toprağın potasyum içeriği, 60 günlük inkübasyon döneminde  $68.32 \text{ mg kg}^{-1}$  ile en yüksek bulunmuş, başlangıca göre %24' lük bir artış meydana gelmiş; devam eden inkübasyon ile azalma eğilime girmiş, 120 günlük dönem sonunda 3.5 kat azalmıştır (Şekil 4.20). Uygulanan organik materyalin çeşidine göre de toprağın potasyum içeriği değişmiş, fındık zurufu ( $61.66 \text{ mg kg}^{-1}$ ) en etkili materyal olurken, bunu hayvan gübresi ( $34.20 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve biyokömür ( $29.69 \text{ mg kg}^{-1}$ ) izlemiştir. Fındık zurufu, hayvan gübresi ve biyokömüre göre toprağın potasyum

içeriğinde sırasıyla %80 ve %107 düzeyinde daha fazla etkili olmuştur. Fındık zurufu sahip olduğu potasyum içeriği ile dikkat çeken bir materyaldir. Kacar ve Katkat, (1998), fındık zurufu kompostunun azot ve fosfor değerleri yetersiz, potasyum ve mikro element değerlerinin fazla olduğunu ifade etmişlerdir.

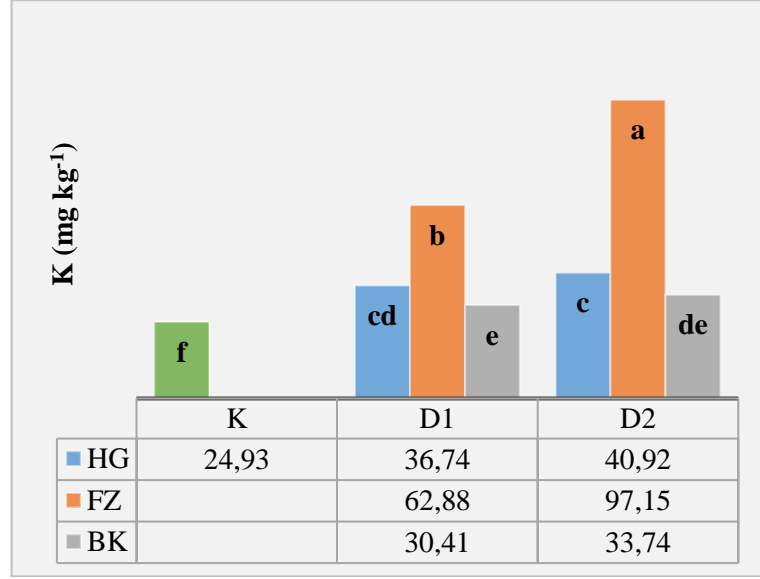


**Şekil 4.20** İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Doza Göre Toprağın Potasyum İçeriğindeki Değişimler

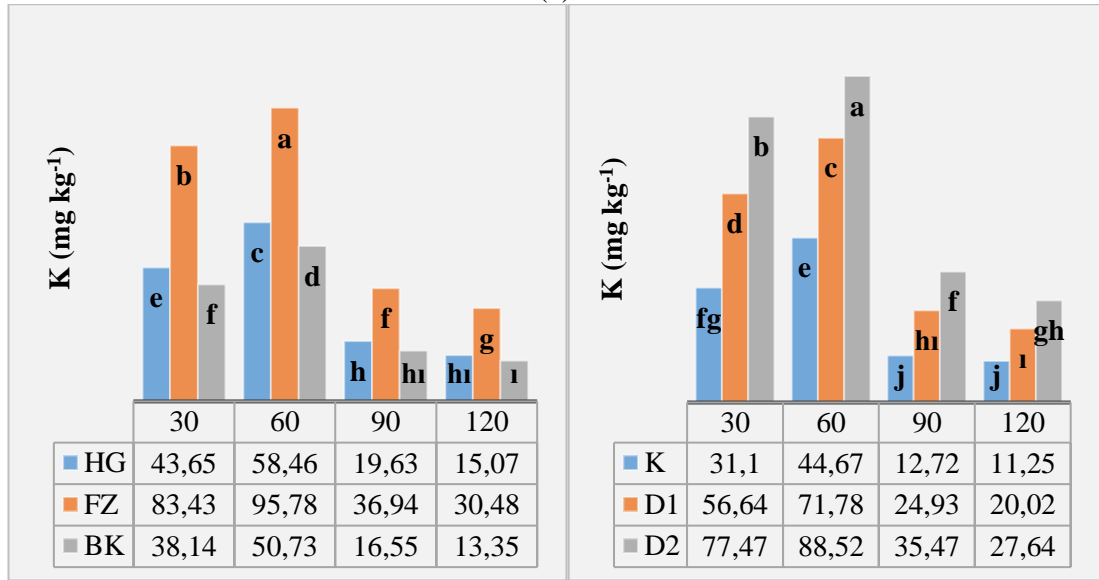
Ayrıca, toprağa uygulanan materyal miktarı arttıkça toprağın potasyum miktarı artmıştır. Kontrol grubundaki toprakların fosfor kapsamı  $24.93 \text{ mg kg}^{-1}$ , 3 ton uygulama ile  $43.34 \text{ mg kg}^{-1}$ , 6 ton uygulama ile  $57.27 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Uygulama dozlarına bağlı olarak toprak potasyum miktarı kontrole göre sırasıyla %74 ve %130 oranında yükselmiştir. Toprağa uygulanan organik materyal uygulamalarının, toprağın potasyum kapsamlarını arttırdığına dair araştırmalar yapılmıştır (Özenç ve Çaycı, 2005; Hargreaves ve ark., 2009; Özyazı ve ark., 2010; Asri ve ark., 2013; Gülser ve ark., 2015).

Diğer yandan, toprağın potasyum içeriği üzerine organik materyaller ile uygulama dozları, materyaller ile inkübasyon dönemi ve uygulama dozları ile inkübasyon dönemleri arasındaki etkileşimler istatistiki olarak ( $p < 0.01$ ) önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 4.21a, Şekil 4.21b, Şekil 4.21c). Şekil 4.21a' da görüleceği üzere toprağın potasyum miktarı, fındık zurufunun 6 ton uygulamasının yapıldığı toprakta en yüksek çıkmış ( $97.15 \text{ mg kg}^{-1}$ ); bunu aynı materyalin 3 ton uygulaması ( $62.88 \text{ mg kg}^{-1}$ ) izlemiştir; kontrolden sonra en düşük potasyum içerikleri her iki

biyokömür uygulamalarında bulunmuştur. Uygulama dozlarına göre materyallerin etkisi fındık zurufunda %152-289, hayvan gübresinde %47-64, biyokömürde %22-35 oranında olmuştur. Yine, Şekil 4.21b' de görüleceği üzere, tüm materyallerde 60 günlük inkübasyon dönemi boyunca toprakta potasyum miktarı artmıştır. Fındık zurufu uygulamalarında 95.78 mg kg<sup>-1</sup>, hayvan gübresinde 58.46 mg kg<sup>-1</sup> ve biyokömür 50.73 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.



(a)



(b)

(c)

**Şekil 4.21** Uygulama Dozları ve Organik Materyal (A), Organik Materyal ve İnkübasyon Dönemi (B), İnkübasyon Dönemi ve Doz (C) Etkileşiminin Toprağın Potasyum İçeriği Üzerine Etkisi

Başlangıç dönemi ile kıyaslandığında fındık zurufu uygulamalarıyla %14, hayvan gübresi uygulaması ile %34, biyokömür uygulamaları ile %33 'lük bir artış meydana gelmiştir. Burada da yine benzer bir etki görülmektedir. Fındık zurufu materyalinin potasyum içeriğinin yüksek olması nedeniyle (Çizelge 3.2), toprağın potasyum içeriğini artırdığı, ancak diğer organik materyallerin inkübasyon süresine bağlı olarak etkilerinin daha yüksek olduğu bulunan bir diğer sonuç olmuştur. Aynı şekilde, uygulama dozlarının etkisi inkübasyon dönemine bağlı olarak değişmiş, 60 günlük inkübasyon döneminde 6 ton uygulamanın en etkili doz olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.21c' den de görüleceği üzere en etkili olan inkübasyon dönemi, kontrol grubuna göre %184 'lük bir artış sağlamıştır. Yooyen ve ark., (2015) toprağa artan dozda uygulanan biyokömürün toprak K ve P kapsamını kontrol uygulamasına göre arttırdığı tespit edilmiştir. Jha ve ark., (2016) artan dozlarda uygulanan biyokömürün toprağın K kapsamının arttığını, uygulanan inkübasyon süresinin 6. günden sonra 90. güne kadar hafif bir azalma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir.

Toprağın potasyum içeriği üzerine tüm uygulamaların etkisi incelendiğinde, inkübasyon dönemi, materyaller ve uygulama dozlarının etkileşimi önemli farklılıklar meydana getirmiş, bu farklılıklar istatistiksel olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Çizelge 4.3'deki toprağın ortalama potasyum içeriklerine bakıldığında, hiçbir uygulamanın yapılmadığı koşullarda potasyum içeriği  $31.10 \text{ mg kg}^{-1}$  iken, 30 ve 60 günlük inkübasyon döneminde fındık zurufunun 6 ton uygulandığı topraklarda sırasıyla  $133.50-143.63 \text{ mg kg}^{-1}$  ile en yüksek potasyum miktarları bulunmuş, toprak potasyum içeriği 4.5 kat artmıştır. Alagöz ve ark., (2006), toprağa uygulanan organik materyallerin toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirdiğini, besin elementlerinin alınabilirliğini ve besin maddesi miktarlarının artırdığını tespit etmişlerdir. Çalışma da kullanılan toprak oldukça yetersiz potasyum içeriğine sahip olması, hayvan gübresi ve zuruf materyallerinin mikroorganizmalar tarafından parçalanabilmesi nedeniyle hızla artmış, özellikle de fındık zurufunun oldukça yüksek potasyum içeriği ile etkisi toprağa çabuk yansımıştır. Diğer taraftan, ilerleyen inkübasyon dönemiyle birlikte bu besin elementinin bir kısmı mikroorganizmalar tarafından tüketildiği, bir kısmının ise yararlısız olarak toprakta tutulduğu düşünülmektedir. Biyokömür uygulamalarının bu besin elementi üzerine etkisi yine en az olmuştur. Biyokömür yüksek karbon içeriği nedeniyle mikroorganizma faaliyetlerinde en az kullanılabilen materyal olmuş,

ayırışma ile birlikte ilerleyen dönemlerde de topraktaki yarayışlı potasyum mikroorganizmalar tarafından kullanılmıştır. Rehman ve Razaq (2017) uygulanan biyokömürün toprağın K kapsamını arttırdığını belirtmişlerdir. Namlı ve ark., (2017) biyokömür uygulamasının toprağın değişebilir K kapsamını arttırdığını ancak bu artışın çok belirgin olmadığını tespit etmişlerdir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sera ortamında yürütülen çalışmada, kumlu tın toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine fındık zurufu ve fındık kabuğundan elde edilen biyokömürün etkisi geleneksel uygulama olan hayvan gübresi ile karşılaştırılmıştır. Hayvan gübresi ve biyokömür yüksek havalanma kapasitesine karşılık düşük kolay alınabilir su içeriğine sahiptir. Fındık zurufu ise havalanma kapasitesi ve kolay alınabilir su içeriği bakımından ideal sınır değerlerine yakınlığı görülmüştür.

Deneme toprağı kumlu-tın bünyeye sahip olup, yüksek doyguluk, yeterli havalanma porozitesi, hızlı su iletkenliğı ve düşük agregat stabilitesine sahiptir. Toprağın farklı basınçlarda tuttuğı nem miktarı inkübasyon dönemi uzadıkça artmış; uygulama dozu arttıkça saturasyon değerinde de artış meydana gelmiştir. Toprağın saturasyon yüzdesi, uygulanan organik materyalin çeşidine göre değışmiş, fındık zurufu en etkili olurken bu sıralamayı hayvan gübresi ve biyokömür izlemiştir; toprağı 6 ton da<sup>-1</sup> uygulanan fındık zurufunun 120 günlük inkübasyon döneminde saturasyon yüzdesi en yüksek çıkmıştır. Toprağın havalanma porozitesi, makro-mikro por yüzdesi, hacim ağırlığı özellikleri üzerine, toprağı ilave edilen organik materyalin çeşidi önemli olmayıp, sadece organik madde varlığının bu özellikleri iyileştirmede yeterli olduğu belirlenmiştir. Toprağın havalanma porozitesi üzerine, inkübasyon dönemlerinde doza bağılı olarak meydana gelen artışlar, 30 günlük dönemde %46, 60 günlük dönemde %49, 90 günlük dönemde %73 ve 120 günlük dönemde %83 oranında bulunmuştur. İnkübasyon süresinin uzaması ile materyallerin ayrışmasının artması sonucu tane büyüklüğünün küçülmesiyle birlikte gözeneklilik oranının artmasının bir sonucu olarak tutulan su miktarının arttığı söylenebilir. Suyun topraktan kolay alınabilmesi bitki gelişimi için gerekli enerjinin az kullanıldığı, dolayısıyla bitki verimliliğinin artmasının sonucunu doğurmaktadır. Bu nedenle, düşük tansiyonlarda tutulan su bitki gelişimi için önemli bir faktördür.

Yine, toprağın makro por yüzdesi inkübasyon dönemine bağılı olarak artarken, mikro por yüzdesi azalmıştır. İstatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte, makro por yüzdesinde biyokömür, mikro por yüzdesinde ise hayvan gübresi daha etkili olmuştur. Biyokömürün havalanma kapasitesi diğerlerinden yüksek olup, uygulama dozu miktarı arttıkça toprağın makro porları artarken, mikro por yüzdesi azalmıştır.



Toprağın makro-mikro por yüzdesi üzerine, inkübasyon döneminin etkisi uygulanan dozlara bağlı olarak etkili olmuş, inkübasyon dönemi ve uygulama dozu arttıkça, toprağın makro por yüzdesi artmıştır. Diğer taraftan, inkübasyon dönemi ve uygulama dozu arttıkça, toprağın mikro por yüzdesi azalmıştır. İstatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte, hacim ağırlığında ise biyokömür, hayvan gübresi ve fındık zurufundan daha etkili olmuştur. Biyokömürün hacim ağırlığı diğer materyallerden daha yüksek olup, bu etki toprağa yansımıştır. Uygulama dozlarına bağlı olarak, doz miktarı arttıkça toprağın hacim ağırlığında azalmıştır. Kontrole göre %15-%18 oranında azalma meydana gelmiştir.

Deneme toprağı hidrolik iletkenlik özelliğı bakımından oldukça hızlı sınıfında yer almaktadır. Toprağın hidrolik iletkenlik ve agregat stabilitesi üzerine, organik materyalin türü önemli olup, hayvan gübresi uygulamaları bu iki özellikte en etkili olduğu belirlenmiştir. Hayvan gübresi uygulamaları hidrolik iletkenlik üzerine fındık zurufuna göre %3, biyokömüre göre %11, agregat stabilitesi üzerine ise aynı sıralamayla %9 ve %22 oranında daha etkili olmuştur. Bu iki özellikte fındık zurufunun biyokömür uygulamalarına göre sırasıyla %11 ve %12 oranında daha fazla etkisi bulunduğu belirlenmiş; 6 ton uygulamaları en yüksek değerler elde edilmiştir. İnkübasyon döneminin uzamasına bağlı olarak hidrolik iletkenlik değeri artarken, agregat stabilitesi 60 günlük inkübasyon döneminden sonra azalma eğilimine girmiştir. Bu artışın, toprağın havalanma porozitesi ve makro por yüzdesindeki artışa bağlı olarak meydana geldiğı düşünülmektedir.

Artan dozlarda uygulanan materyaller toprağın organik madde miktarını kontrol uygulamasına göre %18-%30 oranında arttırmıştır. Bu artış organik madde çeşidine göre değışmiş; fındık zurufu ve hayvan gübresi aynı düzeyde etkili olurken, biyokömür daha az etkilemiştir. İnkübasyon dönemi uzadıkça hayvan gübresi uygulaması organik madde kapsamını artırmış, fındık zurufu ve biyokömür uygulamaları ile organik madde kapsamı azalmıştır. Bunun nedeni olarak, fındık zurufu ve biyokömürün yüksek karbon içeriğine sahip olmasına rağmen etkileri toprakta hemen görülememiştir. Yine, toprağın pH ve EC' si, uygulanan organik materyalin çeşidine ve inkübasyon süresinin uzamasına göre değışmiş; en düşük pH, fındık zurufu uygulamasında, en yüksek biyokömür uygulamasında bulunmuştur. En yüksek toprak

pH'sı biyokömürün 6 tonluk uygulamasında (8.11) bulunmuştur. Toprağın elektriksel iletkenliği üzerine inkübasyon dönemi ve uygulama dozları arttıkça yükselmiştir.

Toprağın toplam azot, yarayışlı fosfor ve ekstrakte edilebilir potasyum içeriği üzerine inkübasyon dönemi x organik materyal x uygulama dozu etkileşimi önemli farklılıklar meydana getirmiştir. İnkübasyon döneminin uzamasına bağlı olarak toprağın toplam azot içeriği azalırken, yarayışlı fosfor ve ekstrakte edilebilir potasyum kapsamı sırasıyla inkübasyonun 90. ve 60. gününe kadar artmış; sonra azalma eğilimi göstermiştir. Organik materyal ve uygulama dozuna göre, üzerine en etkili materyal hayvan gübresi olmuş, 6 ton hayvan gübresi uygulaması ile fındık zurufu ve biyokömür uygulamalarına göre toprağın toplam azot içeriği %21 ve %20 oranında artmıştır. Diğer yandan, bitkiye yarayışlı fosfor, ekstrakte edilebilir potasyum miktarını üzerine fındık zuruf materyali uygulamaları en etkili olmuş; fındık zurufunun 6 ton uygulaması ile hayvan gübresi ve biyokömüre göre toprağın fosfor içeriğine %65, potasyum içeriğine %75 oranında daha etkili olmuştur.

Sonuç olarak, fındık zurufu, incelenen hem fiziksel hem de kimyasal özellikler bakımından hayvan gübresi ile rekabet edecek düzeyde bir materyal olduğu görülmüştür. Yüksek havalanma kapasitesi ve yarayışlı su içeriği nedeniyle, fiziksel özellikleri iyileştirdiği, yüksek organik madde, fosfor ve özellikle de potasyum içeriği ile de temel besinlerin topraktaki yarayışlılığının artmasında hayvan gübresinden daha da etkili olduğu görülmüştür. Günümüzde hayvansal atıkların gittikçe azalması, buna karşın önemli bir atık potansiyeli olan fındık zurufunun, hem toprak fiziksel koşullarının düzenlenmesi amacıyla hem de toprağa organik madde kaynağı olarak bitki beslenmesi bakımından değerlendirilmesi önerilmektedir. Diğer yandan, fındık kabuğundan üretilen biyokömür, toprak pH'sı dışında toprak özellikleri üzerine en az etkisi olan materyal olmuş; bir kömür çeşidi olan bu materyalin yüksek karbon içeriğine sahip olması, etkisinin uzun vadede görülebileceği, bu nedenle daha uzun süreli çalışmalarla incelenmesi gerektiği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Alagöz, Z., & Yılmaz, E. (2005). Organik materyal uygulamasının toprağın agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 131-138.
- Alagöz, Z., Yılmaz, E., & Öktüren, F. (2006). Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2), 245-254.
- Alaoui, A., Lipiec, J., & Gerke, H. H. (2011). A review of the changes in the soil pore system due to soil deformation: a hydrodynamic perspective. *Soil Till Res.* 115–116:1–15.
- Asri, F. Ö., Özkan, C. F., Demirtaş, E. I., & Arı, N. (2013). Effects of organic and chemical fertilizer on soil properties and nutrient up take of cucumber. *Soil Water Journal*, 2 (1), 337-342.
- Aygün, S. (2015). Fındık zurufu kompostunun toprak kalitesi üzerine etkisi . Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 91s, Ordu
- Bandyopadhyay, K. K., Misra, A. K., Ghosh, P. K., & Hati, K. M. (2010). Effect of integrated use of farmyard manure and chemical fertilizers on soil physical properties and productivity of soybean. *Soil and Tillage Research*, 110(1), 115-125.
- Barik, K. (2011). Ahır gübresi ve pancar küspesi ilavesinin toprağın bazı özelliklerine olan etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42 (2), 133-138.
- Bayındır, Ş., Şahin, S., & Uysal, F. (2004). Türkiye’de Çiftlik Gübresi Kullanım Potansiyeli. *Türkiye 3.Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre*, 11–13 Ekim, 2004. ss 735.
- Bender Özenç, D. (2005). Usage of hazelnut husk compost as a growing medium. *Proceedings of the Sixth International Congress on Hazelnut, Tarragona-Reus, Spain, Acta Hort.*, 686:309-31.
- Bender Özenç, D. (2006). Effects of composted hazelnut husk on growth of tomato plants. *Compost Science & Utilization*, vol. 14, No. 4, 271–275.
- Bender Özenç, D., & Özenç, N. (2008). Short-term effects of hazelnut husk compost and organic amandment applications on clay loam soil. *Compost Science & Utilization*, Vol. 16, No. 3, 192–199.
- Birol, Y., & Bender Özenç, D. (2011). Fındık zuruf kompostunun sıkıştırılmış killi tınlı bir toprağın fiziksel özellikleri üzerine etkisi. *Prof. Dr. Nuri Munsuz Ulusal Toprak ve Su Sempozyumu*, 25-27 Mayıs, 77-85, Ankara.
- Biswas, T. D. & B. K. Khosla, (1971). Building up of organic matter status of soil and its relation to the soil physical properties. *Indian Soc. of Soil Sci.* 1, 831-841.
- Blake, G. R., Hartge, K. H. (1986). Bulk density, Particle density. In: *Methods of Soil*

- Analysis. Part I, ASA-SSSA, Madison, WI, 363-382.
- Bouyoucos, G. D. (1951). Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil. *Agronomy Journal*, (9);434-438.
- Bremner, J. M. (1965). Methods of soil analysis part II. Chemical and Microbiological Properties. In.ed. C.A.Balack American Soc.of Agronomy.Inc.Pub.Agron Series. No:9 Madison USA.
- Brohi, A. R., Aydeniz, A., & Karaman, M. R. (1995). Toprak Verimliliği. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:5, Kitaplar Serisi:5, Tokat, 1995.
- Çalışkan, N., Koç, N., Kaya, A., & Şenses, T. (1996). Fındık Zurufundan Kompost Elde Edilmesi. Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Sonuç Raporu., 41 s., Giresun.
- Canbolat, M. Y. (1992). Toprağa organik materyal ilavesinin toprağın organik maddesi, agregat stabilitesi ve geçirgenliği üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2), 113-123.
- Canbolat, M., Hanay, A., & Anapalı, Ö. (1996). Aralık ilçesi rüzgar erozyon alanı sorunlu topraklarına organik materyal uygulamasının etkileri. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi* 27 (3), 448-460.
- Candemir, E., & Gülser, C. (2011). Effects of different agricultural wastes on soil quality index of cley and loamy sand fields. *Commun. Soil Sci.Plant Analysis* 42 (1), 13-28. doi: 10.1080/ 00103624.2011.528489.
- Çaycı, G., Kütük, C., & Soba, M. R. (2011). Broiler Gübresinin Türk Tarımı için Önemi ve Kullanımı. 1. Uluslararası Beyaz Et Kongresi Bilimsel Programı.
- Celik, I., Ortas, I., & Kilic, S. (2004). Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a chromoxerert soil. *Soil Tillage Res.* 78, 59-67.
- Çetin, Ü. (2002). Çeşitli organik atıkların tarım topraklarında kullanılabilirliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Konya.
- Çetin, Ü., & Gür, K. (2011). Çeşitli organik atıkların toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkisi. *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(3), 9-16.
- Cheng H, Xu W, Liu J, Zhao Q, He Y, Chen G. (2007). Application of composted sewage sludge (CSS) as a soil amendment for turfgrass growth. *Ecol Eng.* 29:96-104.
- Cheng, C- H, Lehmann, J., Thies, J. E., Burton, S. D., Engelhard, M. H. 2006. Oxidation of black carbon by biotic and abiotic processes. *Organic Geochemistry*, 37:1477-1488.
- Çıkman, E., & Yarba, M. M. (2008). Determination of plant protection problems encountered in vegetable production area in Harran plain and potential remedies . *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (1), 7-12.

- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F., & Yaşın, S. (2011). Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea var. L.*) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Derim Dergisi*, 28(1), 56-69.
- De Boodt, M., Verdonck, O., & Cappaert, I. (1973). Method for measuring the water release curve of organic substrates. *Proc. Sym. Artificial Media in Horticulture*, 2054-2062.
- De Lucia, B., & Cristiano, G. (2015). Composted amendment affects soil quality and hedges performance in the Mediterranean urban landscape. *Compost Sci Util.* 23:48–57.
- De Lucia, B., Cristiano, G., Vecchiotti, L., Rea, E., & Russo, G. (2013). Nursery growing media: agronomic and environmental quality assessment of sewage sludge-based compost. *Appl Environ Soil Sci.* Article ID 565139.
- Demiralay, İ. (1993). *Toprak Fiziksel Analizleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, Erzurum, 131 s.
- Di Blasi, C., Tanzi, V., & Lanzetta, M. (1997). A Study of the Production of Agricultural Residues in Italy. *Biomass and Bioenergy Vol. 12 No.5 pp.* 321–331.
- Dias, B. O., Silva, C. A., Higashikawa, F. S., Roig, A., & Sanchez-Monedero, M. A. (2010). Use of biochar as bulking agent for the composting of poultry manure; effect on organic matter degradation and humification. *Bioresource Technology*, 101:1239–1246.
- DIN 11542. 1978. *Torf für Gartenbau und Landwirtschaft*. Germany.
- Erdal, İ., & Tarakçoğlu, C. (2000). Değişik organik materyallerin mısır bitkisinin (*Zea Mays L.*) gelişimi ve mineral madde içeriği üzerine etkisi. *OMÜ. Zir. Fak. Dergisi*, 15(2), 80-85.
- Ergene, A. (1987). *Toprak Biliminin Esasları*. Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Yayın No: 635.
- Erkol, İ., Demirci, N., Şentürk, M., Ulusu, F., & Çoban, A. (1993). Toprağa Karıştırılan Organik Artıkların Toprağın Strüktürü ve Aşımına duyarlılığı Üzerine Etkileri. *Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi, Erzurum (Yayınlanmamış)*.
- Gabriels, R., & Verdonck, O. (1992). Reference methods for analysis of compost. In: *Composting and compost quality assurance criteria.*, 173-183.
- Gajdos, R. (1997). Product-Oriented Composting: from open to closed bioconversion systems. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Agraria (Sweden)*, No: 68.
- Garcia, S., Rodriguez, J., Vera, J., & Schrevens, E. (2010). Effect of compost application on soil chemical and biological properties under potato crop in the Mantaro Valley Peru. *Anadolu Tarım Bil. Der.*, 25 (2), 89-93.

- Gaunt, J., & Cowie, A. (2009). Biyokömür, Greenhouse Gas Accounting and Emissions Trading. *Biokömür for Environmental Management: Science and Technology*, p. 317-340-- ISBN:9781844076581 – Earthscan.
- Glaser, B., Lehmann, J., & Zech, W. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal-a review. *Biology and Fert.of Soils*, 35: 219-230. doi:10.1007/s00374-002-0466-4
- Gökoğlu, B. (2005). Organik materyal kullanımının alkali bir toprağın bazı ıslah göstergeleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Toprak Anabilim Dalı, Ankara.
- González, M., Gomez, E., Comese, R., Quesada, M., & Conti M. (2010). Influence of organic amendments on soil quality potential indicators in an urban horticultural system. *Bioresour Technol.* 101:8897–8901.
- Grandy, A. S., Porter, G. A., & Erich, M. S. (2002). Organic amendment and rotation crop effects on the recovery of soil organic matter and aggregation in potato cropping systems. *Soil Science Society of America Journal* 66: 1311-1319.
- Gülser, C., & İç, S. (2008). Tütün atığının farklı bünyeli toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2), 104-109.
- Gülser, C., Kızılkaya, R., Aşkın, T., & Ekberli, I. (2015). Changes in soil quality by compost and hazelnut husk applications in a hazelnut orchard. *Compost Science and Utilization*, 23, 135-141. doi:10.1080 / 1065657X.2015.1013584
- Hagreaves, J. C., Adl, M. S., & Warmon, T. R. (2009). The effects of municipal solid waste compost and compost tea on mineral element uptake and fruit quality of strawberries. *Compost Science&Utilization*, 17 (2), 85-94. doi: 10.1080/1065657X.2009.10702406.
- Hojjati, S., & Nourbakhsh, F. (2007). Effects of cow manure and sewage sludge on the activity and kinetics of L-glutaminase in soil. *Biol Fert Soil.* 43: 491–494.
- İslam, E. (2016). Fındık zurufu kompostunun toprak mekaniksel özellikleri üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi. Ordu Ünivesitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Jeffery, S., Verheijen F. G. A., Van der Velde, M., & Bastos A. C. (2011). A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems Environment* 144 (1), 175–187.
- Jha, P., Neenu, S., Rashmi, I., Meena, B. P., Jatav, R. C., Lakaria, B. L., Biswas, A. K., Singh, M. & Patra, A. K. (2016). Ameliorating effects of leucaena biochar on soil acidity and exchangeable ions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 47:10, 1252-1262. doi:10.1080/00103624.2016.1166380.
- Kacar, B., & Katkat, A. V. (1998). Bitki besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:127, VİPAŞ Yayınları: 3., 595 s., Bursa.
- Kacar, B., & Katkat, A. V. (2007). Bitki besleme. Nobel Yayın No:849, Üçüncü baskı, 659s, Ankara.

- Kacar, B., Taban, S., & Kütük, A. C. (1996). Çay Atıklarının Zenginleştirilmiş Organik Gübreye Dönüştürülerek Kullanılması Araştırma Geliştirme Uygulama Projesi. Kesin Rapor, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Rize.
- Kara, R. S. (2016). Farklı organik materyallerden elde edilen biyokömürün fiziksel ve kimyasal özellikleri ile biyokömür ve biyokömürle birlikte arıtılmış karasu uygulamasının bitkisel üretimde kullanım olanakları. Yüksek lisans tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, İzmir.
- Karaaslan, M. (2017). Farklı sürelerde olgunlaştırılan fındık zurufunun toprak özellikleri ve biber bitkisinin gelişimi üzerine etkileri. Yüksek lisans tezi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Karaca, E. (2016). Fındık zurufu kompostunun toprakların ve fındık bitkisi yapraklarının besin maddesi içerikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 80s, Ordu.
- Khai, N. M., Ha, P. Q., Vinh, N. C., Gustafsson, J. P., & Öborn, I. (2008). Effects of biosolids application on soil chemical properties in peri-urban agricultural systems. *VNU J Sci Earth Sci.* 24: 202–212.
- Knudsen, D., Peterson, G. A., & Pratt, P. F. (1982). Lithium, sodium and potassium. methods of soil analysis. Part II., ASA-SSSA, WI, 225-245.
- Kolb, S. E., Fermanich, K. J., & Dornbush, M. E. (2009). Effect of charcoal quantity on microbial biomass and activity in temperate soils. *Soil Science Society of America Journal*, 73(4), 1173-1181.
- Konca, Y., & Uzun, O. (2012). Hayvansal gübrelerin toprak ve çevre üzerine olan etkileri. Erciyes Üniversitesi 4th Congress of Soil Scientists of Azerbaijan, Bakü, 23-25 Mayıs 2012, vol.2, no.1, pp.0-0
- Kütük, C., & Çaycı, G. (2005). Effect of Beer Factory Sludge On Yield Components Of Wheat And Some Soil Properties. [http://toprak.org.tr/isd/isd\\_57.htm](http://toprak.org.tr/isd/isd_57.htm).
- Lal, R. (2009). Soils and food sufficiency. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29,113-133.
- Lehmann, J. (2007). Bio-energy in the black. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5 (7): 381-387. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[381:BITB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[381:BITB]2.0.CO;2).
- Lehmann, J., & Rondon, M. (2006). Biochar soil management on highly weathered soils in the humid tropics. In: N. Uphoff et al. (eds.), *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems*. Florida: CRC Press, Taylor and Francis Group. p. 517-530.
- Lehmann, J., Czimczik, C., Laird, D., & Sohi, S. (2009). Stability of biochar in soil. In: *Biochar for Environmental Management: Science and Technology.*, pp. 183–206.
- Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Sohi, S., Thies, J. E., Skjemstad, J. O., Luizao, F.J., Engelhard, M.H., Neves, E. G., & Wirrick, S. (2008). Stability of

biomass-derived black carbon in soils. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 72: 6096-6078.

- Major, J., Rondon, M., Molina, D., Riha, S.J., & Lehmann, J. (2010). Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol. *Plant and soil*, 333(1-2), 117-128.
- Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B., & Grego, S. (2000). Influence of organic and mineral fertilisers on soil biological and physical properties. *Bioresour Technol.* 72: 9–17.
- Masood, S., Naz, T., Javed, M. T., Ahmed, I., Ullah, H., & Iqbal, M. (2014). Effect of short-term supply of farmyard manure on maize growth and soil parameters in pot culture. *Archives of Agronomy and Soil Science*, Vol. 60, No. 3, 337–347.
- McClellan, A.T., Deenik, J., Uehara, G., & Antal, M. (2007). Effects of flashed carbonized macadamia nutshell charcoal on plant growth and soil chemical properties. 80 (100), 120. <https://www.ctahr.hawaii.edu/deenikj/Downloads/Research2014/pdf>.
- McLaughlin, H., Anderson, P. S., Shields, F. E. and Reed, T. B. (2009). All biochars are not created equal, and how to tell them apart. *Proceedings of the North American Biochar Conference, Boulder, Colorado, 8/2009*. . [www.biocharinternational.org/sites/default/files/All-Biochars--Version2--Oct2009.pdf](http://www.biocharinternational.org/sites/default/files/All-Biochars--Version2--Oct2009.pdf)
- Munsuz, N. (1982). *Toprak-Su İlişkileri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:798, Ders Kitabı:221, 241 s.
- Namlı, A., Akça, M., & Akça, H. (2017), Tarımsal atıklardan elde edilen biyokömürün buğday bitkisini gelişimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5(1), 39-47.
- Nelson, D. W., & Sommers, L. E. (1982). Total carbon, organic carbon and soil organic matter. In: *Methods of Soil Analysis, Part II, ASA-SSSA, Madison, WI*, 539-579.
- Noguera, P., Abad, M., Puchades, R., Maquieira, A., & Noguera, V. (2003). Influence of particle size on physical and chemical properties of coconut coir dust as container medium. *Communications In Soil Science and Plant Analysis*, 34, 593-605.
- Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S., & Dean, L. A. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *U.S. Dept. Of Agric. Cir. 939*. Washington DC.
- Özdemir, N. (1993). Toprağa karıştırılan organik atıkların toprağın bazı özellikleri ile strüktürel dayanıklılığı üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1), 75-90.
- Özdemir, N., & Kop Durmuş, Ö. T. (2016). Organik düzenleyicilerin asit, nötr ve



- alkalin toprakların agregat stabilitesi üzerine etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 4 (1), 22-26.
- Özdemir, N., Öztürk, E., & Kop Durmuş, Ö. (2015). Erozyona duyarlılık ve toprak kaybı arasındaki ilişkiler. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 30, 182-188.
- Özenç D. B., Özenç N., & Çaycı G. (2006). Effects of Different Organic Materials on Soil pH and Available phosphorus and cation Exchange capacity. 18 th international soil meeting (ism) on soil sustaining life on earth, managing soil and technology, Şanlıurfa, Turkey.
- Özenç, D. B., & Yılmaz, F. I. (2010). Use of effective microorganism for rapid composting of hazelnut husk and tea wast". International Soil Science Congress on "Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality", May 26-28, pp.595-603. Ondokuz Mayıs University Samsun-Turkey, 2010.
- Özenç, N., & Çalışkan, N. (2001). Effect of husk compost on hazelnut yield and quality. Proceedings of The Fifty International Congress on Hazelnut, Acta Horticulturae, 556, 559-566.
- Özenç, N., & Çaycı, G. (2005). The effects of Hazelnut Husk and other organic materials on Hazelnut yield some soil properties and quality Acta Horticulturae. 686, 297-307s.
- Özenç, N., 2004. Fındık zurufu ve diğer organik materyallerin fındık tarımı yapılan toprakların özellikleri ve ürün kalitesi üzerine etkileri. Ankara Üniversitesi fen bilimleri enstitüsü doktora tezi. (Basılmamış).
- Özyazıcı, G., Özdemir, O., Özyazıcı, M. A., Üstün, Y. G., & Turan, A. (2010). Bazı organik materyallerin toprak düzenleyicilerin organik fındık yetiştiriciliğinde verim ve toprak özelliklerine etkileri. Organik Tarım Sempozyumu, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü , Samsun.
- Pare, T., Dinel, H., Moulin, A. P., & Townley-Smith, L. (1999). Organic Matter Quality and Structural Stability of a Black Chernozemic Soil Under Different Manure and Tillage Practices. *Geoderma*, pp: 311-326.
- Pastor-Villegas, J., Pastor-Valle, J. F., Meneses Rodríguez, J. M., & García, M. (2006). Study of commercial wood charcoals for the preparation of carbon adsorbents. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, Vol. 76, 103-108.
- Peşken, A. (2001). Fındık Zurufundan Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının *Pleurotus sajorcaju* Mantarının Verimine ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. *Bahçe* 30 (1-2), 37-43.
- Petter, F. A., Madari, B. E., Silva, M. A. S. D., Carneiro, M. A. C., Carvalho, M. T. D. M., Júnior, M., Hur, B., & Pacheco, L. P. (2012). Soil fertility and upland rice yield after biochar application in the Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(5), 699-706.
- Pılanalı, N. (2001). Tezek Bir Yakıt Değildir, O Toprak İçin Bir Kandır. *Hasad Dergisi* Yıl:16 Sayı: 190, 16-18.

- Rehman, H. A. & Razzaq, R. (2017). Benefits of biochar on the agriculture and environment. *Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 4:3. doi:10.41722380-2391.1000207.
- Rinaldi, S., De Lucia, B., Salvati, L., & Rea, E. (2014). Understanding complexity in the response of ornamental rosemary to different substrates: a multivariate analysis. *Sci Hortic*. 176:218–224.
- Rondon, M. A., Lehmann J., Ramirez J., & Hurtado, M. (2007). Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with bio-char additions. *Biology and Fertility of Soils*, vol 43, 699–708.
- Schulz, H., Dunst, G., & Glase, B. (2014). No effect level of co-composted biochar on plant growth and soil properties in greenhouse experiment. *Agronomy*, 4, 34-51.
- Shenbagavalli, S., & Mahimairaja, S. (2012). Characterization and effect of biochar on nitrogen and carbon dynamics in soil. *I.J.A.B.R.*, Vol, 2(2), 249-255.
- Sönmez, S., Kaplan, M., Orman, Ş., & Sönmez, İ. (2002). Antalya-Kumluca Yöresi Domates Seralarında Hasat Sonrası Bitkisel Atıklarla Kaldırılan Besin Maddeleri Miktarları Ve Bu Atıkların Değerlendirilmesi İle İlgili Öneriler. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 19– 25.
- Steiner, C., Keshav, C. D., Garcia, M., Forster, B., & Zech., W. (2008). Charcoal and smoke extract stimulate the soil microbial community in a highly weathered Xanthic Ferralsol. *Pedobiologia*, 51, 359-356.
- Steiner, C., Teixeira, W. G., Lehmann, J., Nehls, T., de Macêdo, J. L. V., Blum, W. E., & Zech, W. (2007). Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant and soil*, 291(1-2), 275-290.
- Stellacci, A. M., Cristiano, G., Rubino, P., De Lucia, B., & Cazzato, E. (2013). Nitrogen uptake, nitrogen partitioning and N-use efficiency of container-grown Holm oak (*Quercus ilex* L.) under different nitrogen levels and fertilizer sources. *Int J Food Agric Environ*. 11:132–137.
- Tian, J., Wang, J., Dippold, M., Gao, Y., Blagodatskaya, E., & Kuzyakov, Y. (2016). Biochar affects soil organic matter cycling and microbial functions but does not alter microbial community structure in a paddy soil. *Science of the Total Environment* 556, 89–97. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.010>.
- Tiarks, A. E., Mazurak, A. P., & Chesnin, L. (1974). Physical Properties of Soil Associated With Heavy Application of Manure from Cattle Feedlots. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 38 (5), 826-830.
- Turgut, B., & Aksakal, E. (2010). Fiğ samanı ve ahır gübresi uygulamalarının toprak aşınım parametreleri üzerine etkileri. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11(1), 1-10.
- U.S. Salinity Laboratory Staff. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and*

- saline and alkali soils, Agri.Handbook N0: 60, USA.
- U.S. Soil Survey Staff. (1951). Soil survey manual U.S. Department Agriculture Handbook, U.S. Government Printing Office Washington, No. 18.
- Warnock, D. D., Lehmann, J., Kuyper, T. W., & Rillig, M. C. (2007). Mycorrhizal responses to biochar in soil-concepts and mechanisms. *Plant Soil*, 300, 9–20.
- Yılmaz, E. (2002). Değişik kökenli organik materyallerin toprakta agregat oluşumu ve stabilitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı.
- Yooyen, J., Wijitkosum, S., & Sriburi, T. (2015). Increasing yield of soybean by adding biochar. *Journal of Environmental Research and Development*, 9 (4): 1066-1074
- Zamani, J., Afyuni, M., Sephrnia, N., & Schulin, R. (2016). Opposite effects two organic wastes on the physical quality of an agricultural soil. *Archives of Agronomy and Soil Science*, Vol. 62, No:3, 413-427.
- Zare, M., Afyuni, M., & Abbaspour, K. C. (2010). Effects of biosolids application on temporal variations in soil physical and unsaturated hydraulic properties. *J. Residuals Sci. Technol.* 7:227–235.
- Zeytin, S. (2000). Fındık zürufunun toprakların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı. Ankara.
- Zeytin, S., & Baran, A. (2003). Influences of composted hazelnut husk on some physical properties of soils. *Bioresource Technology*, 88(3), 241–244. [http://doi.org/10.1016/S0960-8524\(03\)00005-1](http://doi.org/10.1016/S0960-8524(03)00005-1)

# **EKLER**

## EKLER

**EK 1:** İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Saturasyon Yüzdesi ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F
İnkübasyon Dönemi (İD)	3	624.6352	81.8042**
Materyal (M)	2	98.4638	19.3427**
Doz (D)	2	1449.7462	284.7949**
İD x M	6	101.0171	6.6148**
İD x D	6	227.3981	14.8904**
M x D	4	53.9561	5.2997**
İD x M x D	12	84.7736	2.7756**
HATA	72	183.2577	
TOPLAM	107	2823.2478	

\*\* işaretli değerler % 1 düzeyinde önemlidir.

**EK 2: İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın 1 kpa Basıncıta Tuttuğu Nem Yüzdesi ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F
İnkübasyon Dönemi (İD)	3	317.78016	140.7068**
Materyal (M)	2	23.48811	15.6001**
Doz (D)	2	17.06105	11.3314**
İD x M	6	71.23732	15.7712**
İD x D	6	63.73626	14.1106**
M x D	4	11.81596	3.9239**
İD x M x D	12	90.59424	10.0283**
HATA	72	54.20293	
TOPLAM	107	649.91603	

\*\* işaretli değerler % 1 düzeyinde önemlidir.

**EK 3: İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın 5 kpa Basınçta Tuttuğu Nem Yüzdesi ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F
İnkübasyon Dönemi (İD)	3	800.97019	177.4209**
Materyal (M)	2	44.14516	14.6677**
Doz (D)	2	7.21079	2.3959
İD x M	6	78.78161	8.7254**
İD x D	6	68.47610	7.5840**
M x D	4	22.74061	3.7779**
İD x M x D	12	80.35761	4.4500**
HATA	72	108.3485	
TOPLAM	107	1211.0305	

\*\* işaretli değerler % 1 düzeyinde önemlidir.

**EK 4: İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Havalanma Porozitesi Yüzdesi ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F
İnkübasyon Dönemi (İD)	3	505.4309	39.9830**
Materyal (M)	2	13.2162	1.5682
Doz (D)	2	1621.9360	192.4589**
İD x M	6	4.5659	0.1806
İD x D	6	123.6488	4.8907**
M x D	4	14.6811	0.817
İD x M x D	12	5.3241	0.1053
HATA	72	303.3878	
TOPLAM	107	2592.1907	

\*\* işaretli değerler % 1 düzeyinde önemlidir.



**EK 5: İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Makro-Mikro Por Yüzdesi ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F
İnkübasyon Dönemi (İD)	3	1411.0713	56.2228**
Materyal (M)	2	4.7828	0.2859
Doz (D)	2	2504.4513	149.6812**
İD x M	6	32.7915	0.6533
İD x D	6	145.9193	2.9070*
M x D	4	12.4641	0.3725
İD x M x D	12	46.8152	0.4663
HATA	72	602.3483	
TOPLAM	107	4760.6438	

\*\* ve \* işaretli değerler % 1 ve % 5 düzeyinde önemlidir.

**EK 6:** İnkübasyon dönemi, organik materyal ve uygulama dozlarının toprağın hacim ağırlığı ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F
İnkübasyon Dönemi (İD)	3	0.45856778	57.6889**
Materyal (M)	2	0.00153180	0.2891
Doz (D)	2	0.66407513	125.3134**
İD x M	6	0.01452539	0.9143
İD x D	6	0.13144917	8.2683**
M x D	4	0.00293759	0.2772
İD x M x D	12	0.01866233	0.5869
HATA	72	0.1907753	
TOPLAM	107	1.4825345	

\*\* işaretli değerler % 1 düzeyinde önemlidir.

**EK 7: İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Hidrolik İletkenlik Değeri ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F
İnkübasyon Dönemi (İD)	3	450.71183	51.1589**
Materyal (M)	2	30.29492	5.1580**
Doz (D)	2	143.77356	24.4790**
İD x M	6	11.48819	0.6520
İD x D	6	43.94104	2.4938*
M x D	4	17.96335	1.5292
İD x M x D	12	12.99667	0.3688
HATA	72	211.44073	
TOPLAM	107	922.61030	

\*\* ve \* işaretli değerler % 1 ve %5 düzeyinde önemlidir.

**EK 8: İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Agregat Stabilite Yüzdesi ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F
İnkübasyon Dönemi (İD)	3	1061.4355	19.8537**
Materyal (M)	2	360.1538	10.1048**
Doz (D)	2	95.6044	2.6824
İD x M	6	77.2603	0.7226
İD x D	6	153.3557	1.4342
M x D	4	186.8003	2.6205*
İD x M x D	12	82.3321	0.2850
HATA	72	1283.1081	
TOPLAM	107	3300.0502	

\*\* ve \* işaretli değerler % 1 ve %5 düzeyinde önemlidir.

**EK 9: İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Organik Madde İçeriği ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F
İnkübasyon Dönemi (İD)	3	0.1089239	1.9989
Materyal (M)	2	0.5130030	14.1214**
Doz (D)	2	1.1139526	30.6637**
İD x M	6	0.2954729	2.7112*
İD x D	6	0.0220510	0.2023
M x D	4	0.2841708	3.9112**
İD x M x D	12	0.1584278	0.7268
HATA	72	1.3078100	
TOPLAM	107	3.8038121	

\*\* ve \* işaretli değerler % 1 ve % 5 düzeyinde önemlidir.

**EK 10: İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Ph Değeri ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F
İnkübasyon Dönemi (İD)	3	0.51103241	40.1773**
Materyal (M)	2	0.25363519	29.9111**
Doz (D)	2	0.00357963	0.4221
İD x M	6	0.07549815	2.9678*
İD x D	6	0.07868704	3.0932**
M x D	4	0.15548704	9.1683**
İD x M x D	12	0.05289074	1.0396
HATA	72	0.3052667	
TOPLAM	107	1.4360769	

\*\* ve \* işaretli değerler % 1 ve % 5 düzeyinde önemlidir.

**EK 11: İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın EC Değeri ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F
İnkübasyon Dönemi (İD)	3	154475.14	45.2778**
Materyal (M)	2	422358.91	185.6946**
Doz (D)	2	418143.35	183.8412**
İD x M	6	12186.28	1.7859
İD x D	6	30414.72	4.4574**
M x D	4	269167.54	59.1712**
İD x M x D	12	19771.28	1.4488
HATA	72	81881.3	
TOPLAM	107	1408398.5	

\*\* işaretli değerler % 1 düzeyinde önemlidir.

**EK 12: İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Azot İçeriği ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F
İnkübasyon Dönemi (İD)	3	0.08911558	1933.792**
Materyal (M)	2	0.0166785	54.2881**
Doz (D)	2	0.02465452	802.4979**
İD x M	6	0.00492778	53.4659**
İD x D	6	0.00338356	36.7113**
M x D	4	0.00105570	17.1814**
İD x M x D	12	0.00275400	14.9403**
HATA	72	0.00110600	
TOPLAM	107	0.12866499	

\*\* işaretli değerler % 1 düzeyinde önemlidir.



**EK 13: İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Fosfor İçeriği ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F
İnkübasyon Dönemi (İD)	3	92.47964	22.5462**
Materyal (M)	2	472.61425	178.8324**
Doz (D)	2	562.37851	205.6587**
İD x M	6	40.15102	4.8943**
İD x D	6	41.79321	5.0945**
M x D	4	320.26802	58.5601**
İD x M x D	12	41.92440	2.553**
HATA	72	98.4428	
TOPLAM	107	1670.0519	

\*\* işaretli değerler % 1 düzeyinde önemlidir.

**EK 14:** İnkübasyon Dönemi, Organik Materyal ve Uygulama Dozlarının Toprağın Potasyum İçeriği ile İlgili Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F
İnkübasyon Dönemi (İD)	3	45210.843	1331.927**
Materyal (M)	2	21550.819	952.3421**
Doz (D)	2	18942.392	837.0743**
İD x M	6	3663.035	53.9572**
İD x D	6	3121.689	45.9830**
M x D	4	14503.166	320.4513**
İD x M x D	12	2341.554	17.2457**
HATA	72	814.65	
TOPLAM	107	110148.15	

\*\* işaretli değerler % 1 düzeyinde önemlidir.

## ÖZGEÇMİŞ

<b>Kişisel Bilgiler</b>	
Adı Soyadı	FEYZA ŞENGÜL
Doğum Yeri	SUŞEHİRİ / SİVAS
Doğum Tarihi	25.10.1991
Uyruğu	T.C.
Telefon	05393760058
E-Posta Adresi	<a href="mailto:sengulfeyza5828@gmail.com">sengulfeyza5828@gmail.com</a>
<b>Eğitim Bilgileri</b>	
<b>Lisans</b>	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme
Mezuniyet Yılı	15.06.2014
<b>Yüksek Lisans</b>	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Programı	
Mezuniyet Tarihi	

