



T.C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BENTONİT VE TAVUK GÜBRESİNİN TOPRAĞIN
BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ İLE HERCAI MENEKŞE
BİTKİSİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

ŞEYMA AKGÜL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ORDU 2022

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.

Şeyma AKGÜL

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

BENTONİT VE TAVUK GÜBRESİNİN TOPRAĞIN BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ İLE HERCAI MENEKŞE BİTKİSİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ŞEYMA AKGÜL

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 96 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ FUNDA IRMAK YILMAZ)

Sera koşullarında tesadüf parselleri deneme desenine uygun olacak şekilde gerçekleştirilen bu çalışmada bentonit ve tavuk gübresinin toprak özelliklerine ve bitki gelişimine etkileri incelenmiştir. Yürütülen denemede 2 kg'lık topraklara hacimsel olarak 3 farklı bentonit (%0, %2 ve %4) ve 4 farklı tavuk gübresi (%0, %2, %4 ve %8) olmak üzere 12 uygulama ortamı hazırlanmıştır. Hazırlanan ortamların performansı süs bitkisi olan hercai menekşe (*Viola tricolor* L.) yetiştirilerek test edilmiştir. 45 günlük deneme sonunda toprak solunumu bazı enzim aktiviteleri (asit fosfataz, alkalın fosfataz ve β -Glukozidaz), bazı kimyasal özellikleri (organik madde, pH, EC) ve besin maddesi içerikleri (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn) belirlenmiştir. Ayrıca hercai menekşe bitkilerinin kalite parametreleri (estetik görünüm puanı, toplam çiçek sayısı, toplam çiçek ağırlığı, bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı) ile besin maddesi konsantrasyonları (N, P, K, Ca, Fe, Cu, Zn ve Mn) incelenerek beslenme durumları saptanmıştır.

Bentonit uygulaması toprakların alkalın fosfataz enzim aktivitesini ($p<0.05$), organik madde içeriği ($p<0.05$), pH ve EC değerini, toplam N, alınabilir P, K ($p<0.05$), Ca ve Mg artırırken, asit fosfataz enzim aktivitesini, alınabilir Fe, Cu ve Mn içeriklerini azaltmıştır ($p<0.01$). Toprakların, β -Glukozidaz enzim aktivitesine, toprak solunumuna, alınabilir Zn içeriğine bentonit uygulamasının etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Ayrıca bentonit uygulaması bitkilerin toplam N konsantrasyonunu ve bitki boyunu ($p<0.05$) artırırken toplam Ca ($p<0.05$), bitki yaş ve kuru ağırlığını azaltmıştır ($p<0.01$). Bitkilerin toplam P, K, Fe, Cu, Mn, Zn konsantrasyonlarına, estetik görünüm puanı, toplam çiçek sayısı ve ağırlığına etkisi ise istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

Tavuk gübresi uygulaması toprakların alkalın fosfataz, asit fosfataz ve β -Glukozidaz enzim aktivitelerini, organik madde miktarını, EC değerini, toplam N, alınabilir P, K ve Zn içeriklerini artırırken, toprak solunumu miktarını, pH değerini, alınabilir Fe, Cu ve Mn içeriklerini azaltmıştır ($p<0.01$). Toprakların alınabilir Ca ve Mg içeriklerine etkisi ise istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Ayrıca tavuk gübresi uygulaması bitkilerin toplam N, Mn konsantrasyonlarını, toplam çiçek ağırlığını ($p<0.05$), bitki yaş ve kuru ağırlığını ($p<0.05$) artırırken toplam Ca, Fe

konsantrasyonlarını ve bitki boyunu azaltmıştır ($p<0.01$). Bitkilerin toplam P, K, Cu, Zn konsantrasyonlarına, estetik görünüm puanına ve toplam çiçek sayısına tavuk gübresinin etkisi ise istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun toprakların asit fosfataz ve β -Glukozidaz enzim aktivitelerine etkisi önemsiz bulunurken, toprak solunumunda, alkalın fosfataz enzim aktivitesinde ($p<0.05$) ve organik madde içeriğinde önemli artışlar belirlenmiştir ($p<0.01$). Toprakların pH ve EC değerleri de bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonundan önemli ölçüde etkilenecek artış göstermiştir ($p<0.01$). Toprakların makro ve mikro besin madde içerikleri incelendiğinde N, Fe, Cu, Mn ve Zn içeriklerinde istatistiksel anlamda önemli değişimler olmuştur ($p<0.01$). Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonu uygulama dozlarına bağlı olarak N ve Zn içeriklerinde artış; Fe, Cu ve Mn içeriklerinde azalma tespit edilmiştir. Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun hercai menekşe bitkisinin estetik görünüm puanı, çiçek sayısı, toplam çiçek ağırlığı, bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı gibi kalite parametrelerine etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmasına karşın bitkilerin satış kalitesini olumlu yönde etkilemiştir. Bitkilerin makro ve mikro besin konsantrasyonları incelendiğinde ise toplam N, P ve Fe ($p<0.05$) hariç diğer besin maddelerine söz konusu organik materyallerin etkisi önemsiz bulunmuştur ($p<0.01$).

Toprakların biyolojik analizlerinde en etkili doz her parametrede değişmekle birlikte, biyolojik özellikleri artıran dozlar B₂T₈ ve B₂T₄ ve B₀T₈ dozları, mikro elementlerde kontrol dozu (B₀T₀) ve B₀T₈ dozları, makro elementlerde ise B₂T₀, B₄T₀ ve B₄T₈ dozlarının olduğu belirlenmiştir.

Tüm bu bulgular ışığında toprağa bentonit ve tavuk gübresi uygulamaları toprağın verimliliğini, bitkilerin beslenmesini ve gelişimini olumlu yönde etkilediği dolayısıyla hercai menekşe bitkisi gibi süs bitkilerinin yetiştiriciliğinde kullanılabileceği sonucuna varılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitki Besin Maddesi, Enzim Aktivitesi, Bitki Kalite Parametreleri, Mikrobiyal Aktivite, Süs Bitkileri.

ABSTRACT

THE EFFECTS OF BENTONITE AND CHICKEN MANURE ON THE BIOLOGICAL PROPERTIES OF THE SOIL AND THE GROWING OF THE PANSY PLANT

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES

SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION

MASTER THESIS, 96 PAGES

(SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. FUNDA IRMAK YILMAZ)

In this study, which was carried out in accordance with the experiment design of random plots in the greenhouse conditions, were examined the effects of bentonite and chicken manure on soil properties and plant growing. In the experiment conducted, 12 application media, 3 different bentonite (0%, 2% and 4%) and 4 different chicken manure (0%, 2%, 4% and 8%), were prepared volumetrically on 2 kg soil. The performance of the prepared media was tested by growing the Pansy (*Viola tricolor* L.) which is an ornamental plant. At the end of the 45 day experiment; soil respiration, some enzyme activities (acid phosphatase, alkaline phosphatase and β -Glucosidase), soil chemical properties (organic matter, pH, EC) and nutrient contents (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn) were determined of the soil. In addition, their nutritional status was determined by investigating the quality parameters (aesthetic appearance score, total number of flowers, total flower weight, plant height, plant fresh and dry weight) and nutrient concentrations (N, P, K, Ca, Fe, Cu, Zn ve Mn) of Pansy plants.

While bentonite application increased alkaline phosphatase enzyme activity ($p<0.05$), organic matter content ($p<0.05$), pH and EC value, total N, available P, K ($p<0.05$), Ca ve Mg of the soils, it decreased acid phosphatase enzyme activity, available Fe, Cu and Mn contents ($p<0.01$). The effect of bentonite application on soil respiration, β -Glucosidase enzyme activities and available Zn content of soils was found to be statistically insignificant. In addition, while bentonite application increased total N concentration and plant height ($p<0.05$) of the plants, it decreased total Ca ($p<0.05$), plant fresh and dry weight ($p<0.01$). The effect on the total P, K, Fe, Cu, Mn, Zn concentrations, aesthetic appearance score, total number and weight of flowers of the plants was not found to be statistically significant.

While chicken manure application increased alkaline phosphatase, acid phosphatase and β -Glucosidase enzyme activities, amount of organic matter, EC value, total N, available P, K and Zn of the soils, it decreased amount of soil respiration, pH value, available Fe, Cu and Mn contents ($p<0.01$). The effect on the available Ca and Mg contents of the soils was not found to be statistically significant. In addition, while chicken manure application increased total N, Mn concentrations, total weight of flowers ($p<0.05$), plant fresh and dry weight ($p<0.05$) of the plant, it decreased total Ca, Fe concentrations and plant height ($p<0.01$). The effect of chicken manure on the

total P, K, Cu, Zn concentrations, aesthetic appearance score and total number of flowers of the plants was not found to be statistically significant.

While the effect of bentonite and chicken manure interaction on acid phosphatase and β -glucosidase enzyme activities of the soils was found to be insignificant, significant increases in soil respiration, alkaline phosphatase enzyme activity ($p < 0.05$) and organic matter content were determined ($p < 0.01$). The pH and EC values of the soils were also significantly affected and increase by the interaction of bentonite and chicken manure ($p < 0.01$). When the macro and micro nutrient contents of the soils were examined, there were statistically significant changes in the N, Fe, Cu, Mn and Zn contents ($p < 0.01$). Bentonite and chicken manure interaction depending on the application doses; an increase in N and Zn contents and a decrease in Fe, Cu and Mn contents were detected ($p < 0.01$). Although the effect of bentonite and chicken manure interaction on the quality parameters such as aesthetic appearance score, number of flowers, total flower weight, plant height, plant fresh and dry weight of the Pansy plant was found to be statistically insignificant, it positively affected the sales quality of the plants. When the macro and micronutrient concentrations of the plants were examined, the effect of these organic materials on other nutrients except N, P and Fe ($p < 0.05$) was found to be insignificant ($p < 0.01$).

Along with the most effective dose in the biological analysis of soils varies in each parameter, the doses that increase the biological properties are B₂T₈ and B₂T₄ and B₀T₈ doses, the control dose (B₀T₀) and B₀T₈ doses in microelements, and B₂T₀, B₄T₀ and B₄T₈ doses in macro elements.

In the light of all these findings, it can be concluded that bentonite and chicken manure applications to the soil positively affect the fertility of the soil, the nutrition and development of the plants, so it can be used in the cultivation of ornamental plants such as Pansy plant.

Key Words: Plant Nutrient, Enzyme Activity, Plant Quality Parameters, Microbial Activity, Ornamental Plants.

TEŞEKKÜR

Hiçbir çalışma tek kişinin ürünü değildir. Öncelikli olarak başöğretmen Mustafa Kemal ATATÜRK'e, sonrasında "Bentonit ve Tavuk Gübresinin Toprağın Biyolojik Özellikleri ile Hercai Menekşe Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkileri" adlı çalışmamın her aşamasında benden desteğini ve bilgi birikimini esirgemeyen değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Funda IRMAK YILMAZ'a minnetlerimi sunarım. Eğitim hayatım boyunca hayatıma dokunan tüm değerli öğretmenlerime ve bilgiye inancımdan dolayı, çalışmamın kaynakçasında adı geçen tüm bilim insanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Beni ben yapan, karşılıksız ve koşulsuz sevgileriyle gücüme güç katan, aldığım tüm kararlarda maddi ve manevi olarak yanımda bulunan, güvenlerini asla boşa çıkarmamak adına tüm gücümü sarf ettiğim babam Mehmet AKGÜL'e, annem Ayfer AKGÜL'e ve yanımda bulunmasının dahi yettiği hem ablam hem sırdaşım Büşra AKGÜL nezdinde tüm kardeşlerime minnetarım.

Tezimin tüm ilgililere faydalı olmasını dilerim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	IV
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER	VII
ŞEKİL LİSTESİ	IX
ÇİZELGE LİSTESİ	XI
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	XIII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1 Tavuk Gübresi ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	7
2.2 Bentonit ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	15
2.3 Süs Bitkisi Yetiştiriciliğinde Kullanılan Farklı Kökenli Organik Atıklara İlişkin Yapılan Çalışmalar.....	18
2.4 Farklı Kökenli Organik Atıkların Toprağın Biyolojik Aktivitesine Etkilerine İlişkin Yapılan Çalışmalar.....	22
3. MATERYAL ve YÖNTEM	26
3.1 Bitki Materyali.....	26
3.2 Yetiştirme Ortamında Kullanılan Materyaller.....	26
3.3 Denemenin Kurulması.....	29
3.4 Fenolojik Gözlemler ve Ölçülen Bitkisel Parametreler.....	32
3.4.1 Estetik Görünüm Puanı.....	32
3.4.2 Bitki Boyu.....	32
3.4.3 Toplam Çiçek Sayısı.....	32
3.4.4 Toplam Çiçek Ağırlığı.....	32
3.5 Bitki Örneklerinde Kullanılan Analiz Yöntemleri.....	33
3.5.1 Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığı.....	33
3.5.2 Toplam Azot (N).....	33
3.5.3 Toplam Fosfor (P), Potasyum (K), Mikro Elementler (Fe, Cu, Mn, Zn).....	33
3.6 Toprak Örneklerinde Kullanılan Analiz Yöntemleri.....	33
3.6.1 Toprak Bünyesi.....	33
3.6.2 Toprak Reaksiyonu (pH).....	33
3.6.3 Suda Eriyebilir Toplam Tuz (EC).....	33
3.6.4 Nem Tayini.....	34
3.6.5 Organik Madde.....	34
3.6.6 Toplam Azot (N).....	34
3.6.7 Alınabilir Fosfor (P).....	34
3.6.8 Alınabilir Potasyum (K), Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg).....	34
3.6.9 Alınabilir Demir (Fe), Bakır (Cu), Mangan (Mn) ve Çinko (Zn).....	34
3.6.10 Toprak Solunumu.....	34
3.6.11 Alkalin Fosfataz Enzim Aktivitesi.....	34
3.6.12 Asit Fosfataz Enzim Aktivitesi.....	35
3.6.13 β -Glukozidaz Enzim Aktivitesi.....	35
3.7 Sonuçların Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Yöntemler.....	35

4. BULGULAR ve TARTIŞMA	36
4.1 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Biyolojik zelliklerine zerine Etkisi	36
4.1.1 Toprak Solunumu.....	36
4.1.2 Alkalin Fosfataz Enzim Aktivitesi.....	37
4.1.3 Asit Fosfataz Enzim Aktivitesi	39
4.1.4 β -Glukozidaz Enzim Aktivitesi.....	41
4.2 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Kimyasal zellikleri zerine Etkisi	42
4.2.1 Organik Madde İçeriği.....	42
4.2.2 pH Değeri.....	44
4.2.3 EC Değeri.....	45
4.3 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Mikro Besin Maddesi İçeriklerine Etkisi	47
4.3.1 Alınabilir Demir (Fe) İçeriği.....	47
4.3.2 Alınabilir Bakır (Cu) İçeriği.....	48
4.3.3 Alınabilir Mangan (Mn) İçeriği	50
4.3.4 Alınabilir inko (Zn) İçeriği.....	51
4.4 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Makro Besin Maddesi İçeriklerine Etkisi	53
4.4.1 Toplam Azot (N) İçeriği.....	53
4.4.2 Alınabilir Fosfor (P) İçeriği	54
4.4.3 Alınabilir Potasyum (K) İçeriği	56
4.4.4 Alınabilir Kalsiyum (Ca) İçeriği	57
4.4.5 Alınabilir Magnezyum (Mg) İçeriği.....	59
4.5 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Mikro Besin Maddesi Konsantrasyonlarına Etkisi.....	60
4.5.1 Demir (Fe) Konsantrasyonu.....	60
4.5.2 Bakır (Cu) Konsantrasyonu	62
4.5.3 Mangan (Mn) Konsantrasyonu	63
4.5.4 Çinko (Zn) Konsantrasyonu.....	65
4.6 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Makro Besin Maddesi Konsantrasyonlarına Etkisi.....	66
4.6.1 Toplam Azot (N) Konsantrasyonu.....	66
4.6.2 Fosfor (P) Konsantrasyonu	68
4.6.3 Potasyum (K) Konsantrasyonu	69
4.6.4 Kalsiyum (Ca) Konsantrasyonu.....	70
4.7 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Gelişimine Etkisi	72
4.7.1 Estetik Görünüm Puanı	72
4.7.2 Toplam iek Sayısı	74
4.7.3 Toplam iek Ağırlığı	75
4.7.4 Bitki Boyu.....	77
4.7.5 Bitki Yaş Ağırlığı.....	78
4.7.6 Bitki Kuru Ağırlığı.....	80
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	82
6. KAYNAKLAR	87
ÖZGEÇMİŞ	96

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1 Fidelerin Dikim Sonrası Görünümü	26
Şekil 3.2 Çiçeklenme Başlangıcında Bitkilerin Genel Görünümü	30
Şekil 3.3 Çiçek Oluşumu	30
Şekil 3.4 Hasat Öncesi Bitkilerin Genel Görünümü.....	31
Şekil 3.5 Hasat Sonrası Genel Görünüm	31
Şekil 3.6 Bitkilere Fenolojik Gözlemler Yapılırken Bir Görüntü.....	32
Şekil 4.1 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprak Solununda Meydana Getirdiği Değişimler ($\text{mg CO}_2/100 \text{ g}^{-1}/\text{gün}^{-1}$).....	37
Şekil 4.2 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alkalın Fosfataz Enzim Aktivitesinde Meydana Getirdiği Değişimler ($\mu\text{g P- N g.k.t}^{-1}$).....	38
Şekil 4.3 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Asit Fosfataz Enzim Aktivitesinde Meydana Getirdiği Değişimler ($\mu\text{g P- N g.k.t}^{-1}$)	40
Şekil 4.4 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın β -Glukozidaz Enzim Aktivitesinde Meydana Getirdiği Değişimler ($\text{mg p-nitrofenol g.k.t h}^{-1}$)... ..	42
Şekil 4.5 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Organik Madde İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (%)	43
Şekil 4.6 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın pH Değerinde Meydana Getirdiği Değişimler.....	45
Şekil 4.7 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın EC Değerinde Meydana Getirdiği Değişimler (ds m^{-1})	46
Şekil 4.8 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Demir (Fe) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1})	48
Şekil 4.9 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Bakır (Cu) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1})	49
Şekil 4.10 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Mangan (Mn) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1}).....	51
Şekil 4.11 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Çinko (Zn) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1})	52
Şekil 4.12 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Toplam Azot (N) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (%)	54
Şekil 4.13 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Fosfor (P) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1})	55
Şekil 4.14 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Potasyum (K) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1}).....	57
Şekil 4.15 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Kalsiyum (Ca) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1})	58
Şekil 4.16 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Magnezyum (Mg) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1})....	60
Şekil 4.17 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Demir (Fe) Konsantrasyonunda Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1}).....	61
Şekil 4.18 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Bakır (Cu) Konsantrasyonunda Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1}).....	63

Şekil 4.19 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Mangan (Mn) Konsantrasyonunda Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1}).....	64
Şekil 4.20 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Çinko (Zn) Konsantrasyonunda Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1}).....	66
Şekil 4.21 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Azot (N) Konsantrasyonunda Meydana Getirdiği Değişimler (%).....	67
Şekil 4.22 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Fosfor (P) Konsantrasyonunda Meydana Getirdiği Değişimler (%).....	69
Şekil 4.23 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Potasyum (K) Konsantrasyonunda Meydana Getirdiği Değişimler (%).....	70
Şekil 4.24 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Kalsiyum (Ca) Konsantrasyonunda Meydana Getirdiği Değişimler (%).....	71
Şekil 4.25 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Estetik Görünüm Puanında Meydana Getirdiği Değişimler (1-10)	73
Şekil 4.26 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkilerinin Estetik Görünüm Puanlarına İlişkin Performansları	73
Şekil 4.27 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Çiçek Sayısında Meydana Getirdiği Değişimler (adet saksı ⁻¹)... ..	75
Şekil 4.28 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Çiçek Ağırlığında Meydana Getirdiği Değişimler (g saksı^{-1}).....	76
Şekil 4.29 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Boyunda Meydana Getirdiği Değişimler (cm).....	78
Şekil 4.30 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Yaş Ağırlığında Meydana Getirdiği Değişimler (g saksı^{-1})	79
Şekil 4.31 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Kuru Ağırlığında Meydana Getirdiği Değişimler (g saksı^{-1})	81

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	27
Çizelge 3.2 Bentonit ve Tavuk Gübresine Ait Özellikler	28
Çizelge 3.3 Deneme Planı	29
Çizelge 4.1 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprak Solunumu Üzerine Etkisi ($\text{mg CO}_2/100 \text{ g}^{-1}/\text{gün}^{-1}$)	36
Çizelge 4.2 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alkalın Fosfataz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkisi ($\mu\text{g P- N g.k.t}^{-1}$)	38
Çizelge 4.3 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Asit Fosfataz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkisi ($\mu\text{g P- N g.k.t}^{-1}$)	40
Çizelge 4.4 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın β -Glukozidaz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkisi ($\text{mg p-nitrofenol g.k.t h}^{-1}$)	41
Çizelge 4.5 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Organik Madde İçeriği Üzerine Etkisi (%)	43
Çizelge 4.6 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın pH Değeri Üzerine Etkisi	44
Çizelge 4.7 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın EC Değeri Üzerine Etkisi (ds m^{-1})	46
Çizelge 4.8 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Demir (Fe) İçeriğine Etkisi (mg kg^{-1})	47
Çizelge 4.9 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Bakır (Cu) İçeriğine Etkisi (mg kg^{-1})	49
Çizelge 4.10 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Mangan (Mn) İçeriğine Etkisi (mg kg^{-1})	50
Çizelge 4.11 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Çinko (Zn) İçeriğine Etkisi (mg kg^{-1})	52
Çizelge 4.12 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Toplam Azot (N) İçeriğine Etkisi (%)	53
Çizelge 4.13 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Fosfor (P) İçeriğine Etkisi (mg kg^{-1})	55
Çizelge 4.14 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Potasyum (K) İçeriğine Etkisi (mg kg^{-1})	56
Çizelge 4.15 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Kalsiyum (Ca) İçeriğine Etkisi (mg kg^{-1})	58
Çizelge 4.16 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Magnezyum (Mg) İçeriğine Etkisi (mg kg^{-1})	59
Çizelge 4.17 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Demir (Fe) Konsantrasyonuna Etkisi (mg kg^{-1})	61
Çizelge 4.18 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Bakır (Cu) Konsantrasyonuna Etkisi (mg kg^{-1})	62
Çizelge 4.19 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Mangan (Mn) Konsantrasyonuna Etkisi (mg kg^{-1})	64
Çizelge 4.20 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Çinko (Zn) Konsantrasyonuna Etkisi (mg kg^{-1})	65
Çizelge 4.21 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Azot (N) Konsantrasyonuna Etkisi (%)	67

Çizelge 4.22	Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Fosfor (P) Konsantrasyonuna Etkisi (%)	68
Çizelge 4.23	Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Potasyum (K) Konsantrasyonuna Etkisi (%)	69
Çizelge 4.24	Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Kalsiyum (Ca) Konsantrasyonuna Etkisi (%).....	71
Çizelge 4.25	Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Estetik Görünüm Puanına Etkisi (1-10)	72
Çizelge 4.26	Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Çiçek Sayısına Etkisi (adet saksı ⁻¹).....	74
Çizelge 4.27	Bentonit Ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Çiçek Ağırlığına Etkisi (adet saksı ⁻¹).....	76
Çizelge 4.28	Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Boyuna Etkisi (cm).....	77
Çizelge 4.29	Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Yaş Ağırlığına Etkisi (g saksı ⁻¹)	79
Çizelge 4.30	Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Kuru Ağırlığına Etkisi (g saksı ⁻¹)	80

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

B	:	Bentonit
°C	:	Celsius
C	:	Karbon
Ca	:	Kalsiyum
cm	:	Santimetre
CO₂	:	Karbondioksit
Cu	:	Bakır
da	:	Dekar
EC	:	Elektriksel İletkenlik
Fe	:	Demir
g	:	Gram
ha	:	Hektar
K	:	Potasyum
kg	:	Kilogram
m	:	Metre
Mg	:	Magnezyum
mg	:	Miligram
mL	:	Mililitre
mm	:	Milimetre
Mn	:	Mangan
N	:	Azot
nm	:	Nanometre
S	:	Kükürt
P	:	Fosfor
pH	:	Ortamda Bulunan H ⁺ Konsantrasyonunun Negatif Logaritması
T	:	Tavuk Gübresi
Zn	:	Çinko
µg	:	Mikrogram

1. GİRİŞ

Çiçekler, tüm tarih çağlarında sevgi ve güzelliği ifade etmiştir. Günümüzde de hızlı nüfus artışı, plansız kentleşme ve endüstrileşme var olan açık ve yeşil alanlarının hızla tükenmesine ve insanların doğaya olan özleminin artmasına neden olmuştur. İnsanların doğaya olan özlemlerini gidermek ve çevreye estetiklik, canlılık ve işlevsellik katmak için dış mekanlara amaca uygun bir şekilde peyzaj düzenlenmesi yapılması önemlidir (Saygılı ve Şirin, 2010). Süs bitkileri, peyzaj düzenleme çalışmalarının en önemli unsurlarından biridir. Bu çalışmalarda süs bitkilerinin hem çiçek rengi, yaprak rengi, kokusu, sonbahar renklenmesi gibi estetik özelliklerinden hem de toprağı tutma, gürültü ve rüzgar perdesi oluşturma, erozyonu önleme gibi işlevsel özelliklerinden yararlanılmaktadır. Estetik ve işlevsel olmalarının yanı sıra boya, bitkisel ilaç, gıda, kozmetik ve parfümeri ve benzeri endüstrilerde hammadde olarak kullanılmaları ile ülke ekonomisine de önemli katkıları bulunmaktadır (Aslan, 2018). Süs bitkilerinin ticari olarak üretimi yirminci yüzyılın başlarında değer kazanmış ve günümüzde birçok ülke, ekonomisine katkı sağlamak için süs bitkisi üretimini bir sektör haline getirmiştir. Ülkemizde ise ticari olarak 1940 yılında başlayan süs bitkisi üretimi, 2020 yılında yaklaşık 54.128 da alanda gerçekleşmiştir. 2020 yılında ülkemizde 106 milyon 156 bin dolar değerinde süs bitkisi ihracatı yapılmış ve aynı yıl dünyada ise toplam 22 milyar 223 milyon dolarlık ihracat sağlanmıştır. Dünya genelinde en önemli ihracatı gerçekleştiren ülkeler sırasıyla; Hollanda, Kolombiya, Almanya, İtalya ve Kenya'dır. Türkiye ise dünya süs bitkileri ihracatçıları içinde 23. sırada yer almaktadır (Anonim, 2021; Anonim, 2021a; Ay, 2009).

Hercai menekşe (*Viola tricolor* L.); kaya bahçeleri, dikey bahçeler ve refüjler gibi peyzaj düzenlemelerinde sık sık kullanılmaktadır. Ayrıca çiçeklerinin yenilebilir olması ile gastronomi alanında, tıbbi aromatik bitki olması ile alternatif tıp alanında kullanılmaktadır. Bu sebeple hercai menekşe, endüstriyel katma değeri yüksek bir süs bitkisidir. Violaceae familyasından olan hercai menekşe, 10-20 cm boylanabilen tek yıllık veya çok yıllık bir bitkidir. Özellikle çok renkli olan çiçekleri mor, sarı, kırmızı, mavi ve turuncunun her tonunda açabilmektedir. Tatlı bir tada sahip çiçekleri; meyve salatalarında ve kokteylerde, şekerleme olarak pasta süslemelerinde ve tereyağına renk vermek için kullanılabilir. Antioksidanın bir türü olan anthocyanin içerdiği için

sebebi ile öksürüğü kesme, idrar söktürme, kanı temizleme, damar sertliğini önleme ve deri hastalıklarına karşı koruma özelliğine de sahiptir (Türkoğlu, 2014; Deniz, 2016; Saygılı ve Şirin, 2010).

Hercai menekşe bitkisinin de içerisinde bulunduğu, dünyada yüksek ekonomik değere sahip süs bitkilerinin; çiçek rengi, yaprak alanı ve sayısı, genel görünümü, bitki ağırlığı, boyu gibi kalite ölçütlerinin yüksek değere sahip olması ve iyi bir gelişim gösterebilmeleri, yetiştirme ortamlarının özellikleri ile yakından ilişkilidir. Özellikle de saksılı süs bitkileri üretimi için yetiştirme ortamları daha büyük bir önem kazanmaktadır (Dede, 2009). Çünkü büyük miktarlarda toprağın bulunduğu bahçe ve tarlaların, olumsuz koşulları tolere edebilme kapasitesi yüksek olmaktadır. Bu sebeple belirli miktarda toprak kullanılarak üretimi gerçekleştirilen saksılı süs bitkileri için özellikle farklı oranlara sahip yetiştirme ortamları büyük bir önem taşır (Öztek, 2018). İdeal bir yetiştirme ortamı, bitki tarafından ihtiyaç duyulan su ve besin elementlerine, yüksek katyon değişimine, uygun hava-su dengesine, ısı geçirgenliğine, düşük tuz içeriğine ve uygun pH'ya sahip olması gerekmektedir. Bu özelliklere ek olarak yetiştirme ortamı olarak kullanılacak materyallerin uygun fiyatlı ve kolay temin edilebilir olması da önemlidir (Bağcı, 2007). Yüzyıllardır bitki gelişimini sağlamak ve verimliliğini arttırmak için yetiştirme ortamı olarak toprak kullanılmaktadır. Fakat üretimde uygun olmayan teknolojilerin uygulaması ve artan kimyasal gübre kullanımı; toprak verimliliğinin azalmasına, toprak strüktürünün bozulmasına ve organik madde miktarında kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenle özellikle son yıllarda toprak organik madde içeriğini arttırmak için farklı yetiştirme ortamları arayışına girilmiştir (Najafi, 2014).

Dünya çapında ortaya çıkan değişik form ve özelliklere sahip atıkların miktarı her geçen gün artmaktadır. BEPA verilerine göre, ülkemizde bir yılda açığa çıkan hayvansal atık miktarı 193 milyon 878 bin 79 ton, bitkisel atık miktarı ise 62 milyon 206 bin 754 tondur (Anonim, 2021b). Söz konusu bu atıkların geri kazanımı sağlanmadığı veya gerekli tedbirler alınmadığı takdirde hava kirliliğine, görüntü kirliliğine, patojen üremesine ve birçok probleme neden olarak insan ve çevre sağlığına olumsuz yönde etkilere sahip olmaktadır. Mısır sapı, üzüm posası, bahçe atıkları, hayvan altlıkları gibi hayvansal ve bitkisel üretim sonucu ortaya çıkan organik atıkların işlevsel bir şekilde geri dönüşümü sağlandığı takdirde, sahip olduğu organik

madde ve besin içerikleri sayesinde bitki yetiştiriciliğinde organik gübre olarak ya da yetiştirme ortamı olarak kullanılabilmektedir (Özenç ve ark., 2019; Chrysargyris, 2018). Toprağa organik atık ilavesi, uygulanan atığın cinsine ve kimyasal özelliklerine göre değişmekle birlikte toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmekte ve aynı zamanda toprağın sürdürülebilirliğini sağlamaktadır. Bu materyaller, toprak yapısını düzeltmekle birlikte birçok makro ve mikro besin elementi sağlamakta, bitkilerin besin alımını kolaylaştırmakta, mikrobiyal aktiviteyi arttırmakta, dolayısı ile bitkisel üretimden elde edilen ürünlerin kalitesini ve verimini olumlu yönde etkilemektedir (Gülser ve ark., 2015; Gümüş ve Şeker, 2014). Ayrıca organik atıkların geri dönüştürülmesi ve topraklara ilave edilmesi ile artan atık yığınlarının neden olduğu çevresel sorunların da önüne geçilmiş olunur. Saksılı süs bitkisi yetiştiriciliğinde ağaç kabukları, hindistan cevizi kabuğu lifleri, bahçe atıkları, mısır samanları, kentsel katı atık kompostları, çay atığı kompostu, orman endüstrisi atıkları, fındık zurufu ve atık mantar kompostu bitki köklerinin tutunabilmesi için dolgu maddesi olarak kullanılırken, evsel katı atık kompostu, arıtma çamuru, ahır gübresi ve tavuk gübresi besin kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bu organik atıklar amaca uygun olarak bazen saf bazen farklı oranlardaki karışımlar halinde uygulanabilmektedir (Dede ve ark., 2006).

Hayvan dışkılarının bitkisel üretimde gübre olarak kullanılması çok eski zamanlara dayanmaktadır. Nitekim hayvansal kaynaklı gübreler arasında tavuk dışkısından elde edilen gübreler, içeriğinde bulunan yüksek azot, fosfor, potasyum ve organik madde miktarı ile ön plana çıkmaktadır (Eleroğlu ve Yıldırım, 2014). Tavuk yetiştiriciliği, özellikle son yıllarda dünyada ve ülkemizde önemli bir artış göstermiş ve bir sektör haline gelmiştir. Tavukçuluk sektörünün büyümesine paralel olarak gübre maddesi olan dışkı miktarında da artış meydana gelmiştir. Bir tavuğun yılda ortalama olarak 60-70 kg arasında dışkı ürettiği bilinmektedir (Taban ve ark., 2013). Her yıl fazla miktarda açığa çıkan tavuk dışkılarının yanlış depolanması ya da gelişi güzel bir şekilde tarımda kullanılması, çevre kirliliğini de beraberinde getirmiştir. Tavuk gübresi yüksek kuru madde miktarına, az nem içeriğine ve önemli miktarda makro ve mikro besin elementlerine sahiptir (Kurt, 2019). Tavuk gübresi kontrollü bir şekilde kompostlandıktan sonra kullanıldığında bitkiler için zengin bir besin kaynağı olmakta ve aynı zamanda toprağın fiziksel, kimyasal özelliklerini ve biyolojik aktivitelerini

iyileştirmektedir. Bitkisel üretimde belirli oranlarda tavuk gübresi uygulanmasının verim ve kaliteyi olumlu yönde etkilediği birçok çalışma tarafından kanıtlanmıştır (Antonious ve ark., 2020; Özenç, 2004). Süs bitkisi üretiminde bitkisel ve hayvansal üretim sonucu oluşan organik gübre ve atıklarının yanı sıra temini kolay olabilecek ve üretimin gerçekleştirildiği bölgeye özgü olan perlit, leonardit ve bentonit gibi bazı organik kökenli atıklar da toprağa ilave edilerek yetiştirme ortamı olarak kullanılabilir. Bentonit, magnezyum ve alüminyum açısından zengin volkanik küf ve lavların kimyasal ayrışması sonucu oluşan ve ağırlıklı olarak montmorillonit kil minerali içeren gözenekli, yumuşak ve açık renkli bir madendir. Ülkemiz, jeolojik yapısı sebebi ile yüksek bir bentonit potansiyeline sahiptir. Ülkemizde önemli bentonit yatakları ise Ordu, Edirne, Ankara, Çanakkale, Kütahya, Eskişehir, Çankırı, Balıkesir, Tokat, Konya ve Çorum illerinde bulunmaktadır (Yücel ve Gül, 2018; Avcı, 2009). Dünya genelinde toplam bentonit rezervinin yaklaşık 2 milyar ton olduğu, Türkiye’de ise yaklaşık 340 milyon ton olduğu bilinmektedir (Anonim, 2021c). Bentonitin sulu ve bazı organik ortamlarda hacimce şişmesi, su ile karıştırıldığında kolloidal özellik göstermesi, yüksek bağlayıcılığa ve plastisiteye sahip olması nedeni ile çok farklı alanlarda kullanılabilir. Başlıca kullanım alanı sondaj sektörü olmak üzere; pelet yapımı, ilaç sanayisi, gıda sanayisinde ağartma işlerinde, kağıt ve plastik sanayisinde katkı maddesi olarak, hayvan yemi katkı maddesi, çimento sanayisi, seramik sanayisi, petrol rafinasyonu, gübre yapımı ve toprak ıslahı, kedi atlığı üretimi ve benzeri birçok farklı endüstriyel alanlarda kullanılabilir. Bentonitin sahip olduğu tane boyu ve şekli, yüzey alanı ve kimyası, katyon değiştirme kapasitesi, rengi, plastisite indeksi, viskozitesi, absorpsiyon ve adsorpsiyon yeteneği gibi özellikleri kullanım alanlarını büyük ölçüde etkilemektedir (Erdil, 2019). Genel olarak Ankara ve Tokat illerinde bulunan rezervler; sondaj sektöründe, Ordu, Balıkesir, Eskişehir, Kütahya, Edirne illerinde bulunan rezervler; yağların ağartılması, kağıt ve deterjan üretiminde, Çankırı, Çanakkale, Çorum illerinde bulunan rezervler ise döküm sanayisinde kullanılmaya uygun niteliktedir (Avcı, 2009).

Bentonit, magnezyum ve alüminyum açısından zengin volkanik küf ve lavların kimyasal ayrışması sonucu oluşan ve ağırlıklı olarak montmorillonit kil minerali içeren gözenekli, yumuşak ve açık renkli bir madendir. Ülkemiz, jeolojik yapısı sebebi ile yüksek bir bentonit potansiyeline sahiptir. Ülkemizde önemli bentonit yatakları ise Ordu, Edirne, Ankara, Çanakkale, Kütahya, Eskişehir, Çankırı, Balıkesir, Tokat, Konya ve Çorum illerinde bulunmaktadır (Yücel ve Gül, 2018; Avcı, 2009). Dünya genelinde toplam bentonit rezervinin yaklaşık 2 milyar ton olduğu, Türkiye’de ise yaklaşık 340 milyon ton olduğu bilinmektedir (Anonim, 2021c). Bentonitin sulu ve bazı organik ortamlarda hacimce şişmesi, su ile karıştırıldığında kolloidal özellik göstermesi, yüksek bağlayıcılığa ve plastisiteye sahip olması nedeni ile çok farklı alanlarda kullanılabilir. Başlıca kullanım alanı sondaj sektörü olmak üzere; pelet yapımı, ilaç sanayisi, gıda sanayisinde ağartma işlerinde, kağıt ve plastik sanayisinde katkı maddesi olarak, hayvan yemi katkı maddesi, çimento sanayisi, seramik sanayisi, petrol rafinasyonu, gübre yapımı ve toprak ıslahı, kedi atlığı üretimi ve benzeri birçok farklı endüstriyel alanlarda kullanılabilir. Bentonitin sahip olduğu tane boyu ve şekli, yüzey alanı ve kimyası, katyon değiştirme kapasitesi, rengi, plastisite indeksi, viskozitesi, absorpsiyon ve adsorpsiyon yeteneği gibi özellikleri kullanım alanlarını büyük ölçüde etkilemektedir (Erdil, 2019). Genel olarak Ankara ve Tokat illerinde bulunan rezervler; sondaj sektöründe, Ordu, Balıkesir, Eskişehir, Kütahya, Edirne illerinde bulunan rezervler; yağların ağartılması, kağıt ve deterjan üretiminde, Çankırı, Çanakkale, Çorum illerinde bulunan rezervler ise döküm sanayisinde kullanılmaya uygun niteliktedir (Avcı, 2009).

Geniş bir kullanım alanına sahip olan bentonitin yüksek su tutma ve katyon değiştirme kapasitesi, tarımda kullanımı açısından da önemli rol oynamasına neden olmaktadır. Günümüzde çıplak arazilerin restorasyonunda, yüksek tuzlu kıyı arazilerin

ıslahında ve kurak arazilerde bitki büyümesini destekleme çalışmalarında bentonit bir toprak iyileştirme tekniği olarak kullanılmaktadır. Toprağa ilave edilen bentonit; herbisitleri ve antibiyotikleri hareketsizleştirir, toprağın besin maddesi ve su tutma yeteneğini artırır, tuzluluğu azaltır, kuraklık stresini azaltır, toprağın havalanmasını sağlar, ağır metalleri topraktan uzaklaştırır, dolayısı ile toprak verimliliğini önemli ölçüde artırır (Datta ve ark., 2020; Mi ve ark., 2018). Ayrıca bentonit sayesinde bitkiye, suyun ve toprakta bulunan gübrenin dengeli ve verimli bir şekilde verilmesi sağlanır (İpekoğlu ve ark., 1997). Yapılan birçok çalışma bentonitin toprağın fizyokimyasal özelliklerini iyileştirdiği, biyolojik aktiviteyi ve mahsul verimini arttırdığı bildirilmiştir (Mi ve ark., 2021; Zhang ve ark., 2020; Alghamdi ve ark., 2018). Bentonitin doğal toprak düzenleyicisi olarak kullanımı; dünyada ve ülkemizde çok miktarda rezevinin bulunması ve düşük maliyeti nedeni ile ekonomik açıdan da ilgi çekmektedir.

Toprağın; dinamik kalmasında ve fiziksel, kimyasal, biyolojik özelliklerinin olumlu yönde gelişmesinde topraktaki canlıların özellikle de mikroorganizmaların rolü büyüktür. Mikroorganizmalar, topraktaki bitki ve hayvan atıklarını parçalayarak enerji ve karbon ihtiyaçlarını karşılarlar. Bunun yanı sıra toprakta organik formda bulunan bitki besin elementlerini bitkilerin yararlanabileceği yani inorganik forma çevirirler (Kara ve Penezoğlu, 2000). Mikroorganizmalar topraktaki tüm bu faaliyetlerini hücre içine veya dışına salgıladıkları enzimler sayesinde gerçekleştirir. Hücre dışına salgılanan enzimlerin birçoğu toprakta bulunan humin ve kil maddeleri gibi toprağın organik ve anorganik kolloidleri tarafından adsorbe edilmektedir. Bu sayede enzimler aktivitelerini kaybetmemekte ve çevresel etkilere karşı dayanıklı hale gelmektedir (Şartlan, 2013). Söz konusu enzimler; C, N, P ve S gibi besin döngülerinin devamlılığı, mikroorganizmaların yaşam süreçleri, toprak strüktürünün oluşumu ve organik atıkların dekompozisyonu ve benzeri sayısız reaksiyonların biyolojik katalizörleridir (Tunç, 2006). Her toprağın kendine özgü enzim aktivite seviyesi vardır. Organik atıkların toprağa ilavesi ile enzim aktivitesi önemli ölçüde etkilenmektedir. Bu atıklar birçok enzim içerebilmekte ve aynı zamanda topraktaki mikrobiyal aktiviteyi de hızlandırabilmektedir (Tavahı, 2011). Enzimlerin çeşitleri ve aktiviteleri; toprak reaksiyonuna, sıcaklığa, neme, toprakta kalan artıkların miktarına ve niteliğine, çevre şartlarına, organik ve inorganik gübrelere miktarına ve çeşidine,

toprağın işlenmesine, ekim nöbetine, bitki örtüsüne ve benzeri özelliklere bağlı olarak değişir (Sarapatka, 2003). Mikroorganizmaların; topraktaki sayısı, dağılımı ve enzim aktivitelerinin ölçülmesi ile toprağın biyolojik özellikleri saptanabilmektedir. Bu bağlamda topraktaki enzim aktivitelerinin tayin edilmesi, o toprağın verimliliği hakkında bilgi edinmesine olanak sağlamaktadır (Antonious ve ark., 2020; Mi ve ark., 2018; Irmak Yılmaz, 2009).

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde yaygın olarak bulunan ve toprak ışlahında önemli bir yeri olan bentonit ile organik atık olan tavuk gübresinin toprağın bazı biyolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkilerini incelemek ve en uygun uygulama oranlarını belirlemektir. Ayrıca peyzaj düzenlemelerinde sıklıkla kullanılan, ticari bir değere sahip olan hercai menekşe bitkisinin gelişiminde bentonit ve tavuk gübresinin etkilerini belirlemek ve söz konusu bitkinin yetiştiriciliğini arttırmak amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Tavuk Gübresi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Erel (1996) farklı dozlarda uyguladığı tavuk gübresinin; toprağın verimliliği, biyolojik aktivitesi ve yulaf bitkisinin gelişimi üzerine etkilerini laboratuvar koşullarında araştırmıştır. 84 günlük deneme sonunda, artan dozlarda tavuk gübresi uygulamasına paralel olarak; toprak solunumu, EC değeri, dehidrogenaz enzim aktivitesi, N, Fe ve Zn kapsamı artmıştır. Fakat C/N oranında, Cu kapsamında ve pH'da azalma görülmüştür. Ayrıca artan dozlarda tavuk gübresi uygulaması, yulaf bitkisinin N, P, K, Ca içeriğini arttırarak verim artışını sağlamıştır.

İnal ve ark., (1996) farklı yöntemler ile yetiştirilmiş olan tavuklardan elde edilen ve birbirlerinden farklı sürelerde bekletilen beş farklı tavuk gübresinin besin içeriklerini ve kimyasal bileşimlerini incelemiştir. Sonuç olarak, tavuk gübrelerinin uygun kuru madde ve yüksek bitki besin elementi içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca tavuk gübresinin hem yem olarak hayvan beslemede hem de gübre olarak tarımda kullanılabilirliğini vurgulamışlardır.

Güler (2004) tavuk gübresinin domates bitkisinin verimine etkisini araştırdığı çalışmada; 0, 200, 400, 800, 1000 kg da⁻¹ dozlarında tavuk gübresi ve 15 kg da⁻¹ N, 5 kg da⁻¹ P₂O₅ ve 20 kg da⁻¹ K₂O dozlarında kimyasal gübre kullanmıştır. Araştırma sonucunda domateste en fazla verimi NPK gübre uygulaması vermiş, bunu tavuk gübresinin 600 kg da⁻¹ dozu izlemiştir. Sonuç olarak domates yetiştiriciliğinde hiçbir inorganik gübre kullanılmadan, tavuk gübresinin 600 kg da⁻¹ dozunun yeterli olabileceği vurgulanmıştır.

Alagöz ve ark., (2006) sera koşullarında yaptıkları bir çalışmada toprağa 3 farklı dozda işlenmiş tavuk gübresi, çöp kompostu ve leonardit uygulamışlardır. 7 aylık inkübasyon sonunda uygulamalar, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine farklı düzeylerde etkiler göstermiştir. Sonuç olarak, her üç materyalin toprağa ilavesi ile toprağın organik madde miktarı, toplam azot içeriği, pH'sı, EC değeri (leonardit hariç) ve katyon değiştirme kapasitesini artırmıştır. Bu bağlamda, farklı kökenlere sahip organik materyallerin uygulanmasının, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirdiği bildirilmiştir.

Dede ve ark., (2006) torf kullanımına alternatif geliştirmek amacıyla yaptıkları çalışmada; mısır sapı, kentsel katı atık, fındık zurufu ve tavuk gübresi kullanarak İmpatiens bitkisi yetiştirmişlerdir. Çalışmada tavuk gübresi ve kentsel katı atık kompostu besin sağlayıcısı, torf, mısır sapı ve fındık zurufu yetiştirme ortamında ana bileşen olacak şekilde 9 farklı yetiştirme ortamı hazırlanmıştır. İnkübasyon sonunda ortamların toprağın fiziksel, kimyasal özelliklerine ve bitki gelişimine etkisi incelenmiştir. Uygulanan tavuk gübresi ve kentsel katı atık kompostu, İmpatiens bitkisinin boyunu ve çiçeklenmesini olumlu yönde etkilemiştir. Bitki gelişimine en büyük etkiyi %25 torf + %50 mısır sapı + %25 tavuk gübresi karışımı sağlamıştır. Ayrıca torfa %25 oranında tavuk gübresi ve kentsel katı atık kompostu ile %50 oranında mısır sapı ve fındık zurufunun karışırılması gerekli fiziksel ve kimyasal parametreleri sağladığı bildirilmiştir. Sonuç olarak, torfun yerine söz konusu organik materyallerinin kullanılabileceği ortaya koyulmuştur.

Kocabaş ve ark., (2007) yürüttükleri çalışmada tavuk gübresi, sığır gübresi ve koyun gübresinin Adaçayı bitkisinin besin içeriğine ve uçucu yağ oranına etkisini incelemişlerdir. Söz konusu gübrelerle tekli ve birbiriyle kombinasyonlu olacak şekilde 7 farklı ortam hazırlamışlardır. Çalışma sonuçlarına göre tüm uygulamalar bitkinin N, P, K içeriğini ve uçucu yağ oranını artırmıştır. N içeriğine ve uçucu yağ oranına tavuk gübresi + koyun gübresi olarak hazırlanan ortam; P içeriğine koyun gübresi + sığır gübresi ortamı, K içeriğine ise tekli olarak uygulanan tavuk gübresinin bulunduğu ortam en yüksek etkiyi göstermiştir. Bitkinin Fe, Ca, Mg ve Zn içerikleri ise kontrolde en yüksek değerlere ulaşmıştır.

Ercan (2008) sera koşullarında yaptığı çalışmada, toprağa 4 farklı doz tavuk gübresi ve 2 farklı doz zeolit uygulayarak Oğulotu bitkisi yetiştirmiştir. Söz konusu materyallerin toprak özelliklerine ve Oğulotunun kalite parametrelerine olan etkisi incelenmiştir. Çalışma sonunda, 200 g saksı⁻¹ tavuk gübresi + 100 g saksı⁻¹ zeolit + ½ N (sıvı) ve 200 g saksı⁻¹ tavuk gübresi + 100 g saksı⁻¹ zeolit + ½ N (re) olacak şekilde hazırlanan yetiştirme ortamları, Oğulotu bitkisinin kalite parametrelerine en iyi etkiyi göstermiştir. Ayrıca uygulama dozları arttıkça toprağın organik madde, toplam N, yarayışlı P, makro ve mikro besin element içerikleri de artmıştır.

Garg ve Bahl (2008) yaptıkları çalışmada yeşil gübrenin, bitki atıklarının, tavuk gübresinin ve çiftlik gübresinin toprağa ilave edilmesi ile mısır bitkisinin P alımına ve toprağın alkalın fosfataz enzim aktivitesine etkilerini değerlendirmişlerdir. Deneme sonunda en yüksek alkalın fosfataz enzim aktivitesini tavuk gübresi uygulaması sağlamıştır ve bunu sırasıyla çiftlik gübresi, yeşil gübre ve bitki atıkları takip etmiştir. Toprak P içeriğine de en büyük etkiyi tavuk gübresi göstermiş ve toprak P içeriği ile alkalın fosfataz enzim aktivitesi arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca mısır bitkisinin P içeriği en yüksek tavuk gübresi uygulamasında tespit edilmiştir.

Dikinya ve Mufwanzala (2010) farklı toprak gruplarına tavuk gübresi uygulamasının toprağın kimyasal özelliklerine ve ıspanak bitkisinin verimine etkisini araştırmışlardır. Bu bağlamda Luvisol, Calcisol ve Arenosol toprak gruplarına %5, %10, %20 ve %40 oranlarında tavuk gübresi uygulamışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, tavuk gübresi ıspanak bitkisinde verimi artırmış, fakat %40 oranı neredeyse bitkide ölüme neden olmuştur. Bitkinin N içeriği ise tüm toprak gruplarında tavuk gübresi uygulama oranı arttıkça önemli derecede azalmıştır.

Çetin ve Gür (2011) laboratuvar koşullarında yürüttükleri çalışmada; tavuk gübresi, sığır gübresi, çöp kompostu, kanalizasyon çamuru ve mantar komposu kullanarak bu materyallerin toprağın agregat stabilitesine, azot mineralizasyonuna ve toprak solunumuna etkilerini incelemiştir. Sonuçlara göre toprağın agregat stabilitesine en önemli etkiyi mantar kompostu göstermiş, bunu tavuk gübresi izlemiştir. Toprağın azot mineralizasyonunda organik atıklara ve inkübasyon sürelerine bağlı olarak artmalar ve azalmalar görülmüştür. Toprağın toprak solunumunda ise inkübasyon sonunda en büyük etkiyi tavuk gübresi uygulaması göstermiştir.

Sönmez ve Kaplan (2011) yaptıkları çalışmada farklı organik atıkları kompostlaştırarak Karanfil bitkisinin gelişimini incelemişlerdir. Tavuk gübresi, sığır gübresi, karanfil atığı ve mantar atığı kompostu kullanarak hazırladıkları yetiştirme ortamları şu şekildedir: %75 karanfil atığı + %25 mantar kompostu, %50 karanfil atığı + %50 mantar kompostu, %25 karanfil atığı + %75 mantar kompostu, %50 karanfil atığı + %25 mantar kompostu + %25 tavuk gübresi, %50 karanfil atığı + %25mantar

kompostu + %25 sığır gübresi, %25 karanfil atığı + %25 mantar kompostu + %25 sığır gübresi + %25 kanatlı hayvan gübresi, %100 tavuk gübresi, %100 sığır gübresi, %100 karanfil atığı ve %100 mantar atığı kompostu. Araştırma sonuçlarına göre, tüm ortamlar Karanfil bitkisinin kuru madde içeriğini arttırmış, en büyük etkiyi ise %50 karanfil atığı + %25 mantar kompostu + %25 tavuk gübresi ve %25 karanfil atığı + %75 mantar kompostu ortamları göstermiştir. Bitkinin makro ve mikro besin içeriklerinde (Mn hariç) tüm uygulamalarda artış olurken, N içeriğine en büyük etkiyi %25 karanfil atığı + %75 mantar kompostu; P ve Zn içeriğine %100 sığır gübresi ve %100 mantar atığı kompostu; K, Cu içeriğine %100 tavuk gübresi ve %100 mantar atığı kompostu; Ca içeriğinin %100 tavuk gübresi; Fe içeriğine ise %50 karanfil atığı + %25 mantar kompostu + %25 kanatlı hayvan gübresi ortamlar en iyi etkiyi göstermiştir.

Detpiratmongkol ve ark., (2014) farklı dozlarda tavuk gübresini, domuz gübresini ve sığır gübresini toprağa ilave ederek Hint ekinezyası bitkisinin verimine etkisini incelemişlerdir. Söz konusu gübreler toprağa 2.5, 5, 7.5, 10 ve 12.5 ton ha⁻¹ dozlarında uygulanmıştır. Deneme sonunda tavuk gübresi uygulaması en yüksek bitki boyu, bitki kuru ağırlığı, yaprak alanı indeksini sağlamıştır. Ayrıca uygulama dozları ile paralel olarak verim parametre değerleri de artmıştır.

Tavalı ve ark., (2014) tarla koşullarında gerçekleştirdikleri çalışmada, vermikompostun ve tavuk gübresinin, yazlık kabak bitkisinin gelişimine etkilerini incelemişlerdir. Bu bağlamda toprağa; 100 kg da⁻¹, 200 kg da⁻¹ ve 400 kg da⁻¹ olmak üzere üç farklı doz vermikompost, 300 kg da⁻¹ ve 600 kg da⁻¹ olacak şekilde iki farklı tavuk gübresi uygulanmıştır. Deneme sonunda; uygulamalara bağlı olarak pH azalma, EC ve organik madde miktarında artış görülmüştür. Toprağın besin içeriklerine bakıldığında ise uygulama dozlarına bağlı olarak artış olmuştur. Ayrıca 400 kg da⁻¹ vermikompost, 300 kg da⁻¹ ve 600 kg da⁻¹ tavuk gübresi uygulamaları yazlık kabağın verimine ve kalitesine en yüksek etkiyi göstermiştir.

Çaycı ve ark., (2017) yürüttükleri çalışmada tavuk gübresinin taze ve kompost halinde toprağa uygulanmasının toprağın bazı özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaç ile; toprağa %0, %1, %2, %3 ve %4 oranların tavuk gübresi uygulayarak 90 günlük inkübasyona bırakmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre; hem taze tavuk gübresi

hem de kompostlaşmış tavuk gübresinin uygulama oranları arttıkça toprağın EC değeri, organik C ve toplam N içeriği de artmıştır.

Kobierski ve ark., (2017) yürüttükleri çalışmada 10 yıl boyunca tavuk gübresi ile gübrelenen toprakların kimyasal özelliklerinin yanı sıra enzim aktivitesini değerlendirmişlerdir. Deneme sonunda tavuk gübresi, toprakların pH, kation değiştirme kapasitesini, organik C, Zn içeriğini özellikle de P ve K içeriğini önemli derecede artırmıştır. Tavuk gübresinin enzim aktivitesine olan etkisi incelendiğinde ise en yüksek artış alkalın fosfataz enziminde yaşanmış bunu sırasıyla asit fosfataz, katalaz ve dehidrogenaz enzimleri izlenmiştir. Ayrıca çalışmada asit fosfataz enzim aktivitesi ile fosfor ve organik C arasında; organik C ile K içeriği pozitif bir korelasyon olduğu bildirilmiştir.

Erdal ve ark., (2018) koyun, devekuşu, güvercin, tavuk, bıldırcın, at, keçi, keklük, inek ve deve olmak üzere 10 farklı hayvan gübresini artan dozlarda toprağa uygulayarak, bu gübrelerin domates bitkisinin gelişimine ve verimine etkilerini incelemiştir. Sera koşullarında gerçekleştirdikleri çalışmada, dekara 0, 1, 2 ve 4 ton olacak şekilde 2 kg'lık saksılara söz konusu gübreleri uygulamışlardır. Deneme sonunda bitkinin kuru madde miktarını; 1 ton da⁻¹ olarak uygulanan hayvan gübreleri artırmış, 2 ton da⁻¹ ve 4 ton da⁻¹ uygulaması ise azaltmıştır. Hayvan gübreleri arasında en büyük artışı, tavuk ve keçi gübreleri sağlamıştır. Farklı hayvan gübrelerinin domates bitkisinin besin içerikleri incelendiğinde kontrol ile karşılaştırıldığında bütün gübre uygulamaları genellikle besin içeriklerini artırmıştır. Deve, güvercin, devekuşu, keklük ve koyun gübrelerinin artan dozları bitkide fosfor artışında; keklük, bıldırcın ve deve gübrelerinin artan dozları bitkide demir artışında; bıldırcın, tavuk, keklük, koyun ve keçi gübrelerinin artan dozları bitkide çinko artışında en etkili olmuştur.

Sönmez ve ark., (2019) sera koşullarında gerçekleştirdikleri çalışmada, tavuk gübresinin domatesin gelişimine, kalitesine ve verimine olan etkisini incelemiştir. Toprağa 0 kg da⁻¹, 600 kg da⁻¹ ve 1200 kg da⁻¹ olacak şekilde tavuk gübresi ilave edilmiştir. Araştırma sonunda, 600 kg da⁻¹ tavuk gübresi uygulaması meyvenin verimi açısından en etkili sonucu vermiştir. Meyve ve bitkinin besin içeriği dikkate alındığında ise en yüksek değerler, 1200 kg da⁻¹ tavuk gübresi uygulamasında görülmüştür. Tavuk gübresinin uygulama dozları meyvede; Cu, Ca ve Mn elementleri

hariç diğeri besin elementlerini farklı düzeyde etkilemiştir. Bitki besin içeriğine bakıldığında ise Cu, Zn, Ca ve Mg elementleri hariç diğeri besin elementleri üzerine farklı dozlarda tavuk gübresi uygulaması etkili olmuştur. Çalışmada kimyasal gübre kullanımına karşılık olarak 600 kg da⁻¹ dozunda tavuk gübresi kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Kılıç ve Sönmez (2019) toprağa artan dozlarda vermikompost, tavuk gübresi, çiftlik gübresi ve leonardit ilave ederek marul bitkisi yetiştirmişlerdir. Uygulanan materyallerin bitki gelişimine ve toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine olan etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonunda toprağın pH'sına, EC'sine ve besin içeriğine en önemli etkiyi tavuk gübresinin ve çiftlik gübresinin gösterdiği belirtilmiştir. Uygulama dozu açısından incelendiğinde ise genel olarak doz etkileri önemli bulunmuş ve 200 kg da⁻¹ ve 300 kg da⁻¹ doz uygulamaları öne çıkmıştır.

Üçok ve ark., (2019) yaptıkları çalışmada, solucan gübresi ve tavuk gübresinin marul bitkisinin besin içeriklerine, kalitesine ve verimine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaç ile tavuk gübresi, solucan gübresi, kimyasal gübre, tavuk gübresi + kimyasal gübre, solucan gübresi + kimyasal gübre olmak üzere 5 farklı ortam hazırlanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, marul bitkisinin ortalama baş ağırlığı ile verimi açısından en iyi etkiyi tavuk gübresi + kimyasal gübre uygulaması, en yüksek N içeriği kimyasal gübrenin uygulandığı ortamlar, en yüksek P içeriği kontrolde, en yüksek K, Ca ve Mg değerleri tavuk gübresi uygulamasında görülmüştür. Çalışma sonunda bu değerler dikkate alınarak marul yetiştiriciliğinde tavuk gübresinin ve solucan gübresinin kimyasal gübreye alternatif olamayacağını ve verimlilik açısından tavuk gübresinin kimyasal gübre ile birlikte kullanılması tavsiye edilmiştir.

Ateş ve ark., (2019) tavuk gübresi, ahır gübresi, solucan gübresi ve 15-15-15 kompoze gübre olmak üzere doğal ve yapay gübrelerin, Albion çileğinin verimine etkilerini araştırmışlardır. Tavuk gübresinden 50 g saksı⁻¹ ve 100 g saksı⁻¹, ahır gübresinden 50 g saksı⁻¹ ve 100 g saksı⁻¹, solucan gübresinde 2 g saksı⁻¹ ve 4 g saksı⁻¹ ile 15-15-15 kompoze gübreden de 1 g saksı⁻¹ ve 2 g saksı⁻¹ olacak şekilde 9 farklı yetiştirme ortamı hazırlanmıştır. 81 gün süren çalışma sonunda; bitkinin gövde yaş ağırlığını kontrol ile karşılaştırıldığında 4 g saksı⁻¹ solucan gübresi %96,8 oranında, 50 g saksı⁻¹ tavuk gübresi ise %152 oranında artışa sebep olmuştur. Fakat tavuk

gübresinin uygulama dozu arttıkça bitkinin yaprak sayısında gövde boyunda, klorofil düzeyinde, kök boyunda ve gövde yaş ağırlığında azalma görülmüştür. Çalışmada, 15-15-15 kompoze gübre kullanımının yerine tavuk gübresinin ve solucan gübresinin kullanılabilceği vurgulanmıştır.

Agbede ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada biyokömür ve tavuk gübresinin toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine ve Cocoyam bitkisinin verimine ve kalitesine etkilerini incelemişlerdir. Bu amaç ile; 0, 10, 20 ve 30 ton ha⁻¹ dozlarında biyokömürün ve 0 ve 7.5 ton ha⁻¹ dozlarında tavuk gübresinin tekli ve kombinasyonlu dozları toprağa uygulanmıştır. 2 yıllık deneme sonunda hem biyokömür hem de tavuk gübresi toprağın organik madde içeriğini, pH'sını, N, P, K, Ca ve Mg besin içeriklerini önemli derecede artırmıştır. 30 ton ha⁻¹ biyokömür + 7.5 ton ha⁻¹ tavuk gübresi kombinasyonu ise tüm uygulamalar arasında en yüksek değerleri göstermiştir. Cocoyam bitkisinin besin içeriklerine bakıldığında; tavuk gübresinin 7.5 ton ha⁻¹ dozunun tek başına uygulanması kontrole kıyaslandığında N içeriğini %69, P içeriğini %169, K içeriğini %31, Ca içeriğini %54 ve Mg içeriğini %70 oranında artırmıştır. Biyokömürün 30 ton ha⁻¹ uygulam dozu ise N içeriğini %67, P içeriğini %117, K içeriğini %82, Ca içeriğini %137 ve Mg içeriğini %92 oranında artırmıştır. 30 ton ha⁻¹ biyokömür + 7.5 ton ha⁻¹ tavuk gübresi kombiasyonu ise toprakta olduğu gibi bitki besin elementi içeriğine de en etkili olan ortam olmuştur. Aynı zamanda her iki materyal de bitkinin verimini ve kalitesini önemli derecede artırmıştır.

Antonious ve ark., (2020) tavuk gübresi, at gübresi, solucan gübresi, kanalizasyon çamuru, ticari inorganik gübre ve ticari organik gübre materyallerin ve bu materyallere %10 oranında ilave edilen biyokömürün toprağa uygulanması ile enzim aktivitelerindeki değişimleri incelemişlerdir. 4 aylık inkübasyon sonunda uygulanan materyaller; üreaz, invertaz, alkalın fosfataz ve asit fosfataz enzim aktivitelerine önemli etkiler göstermiştir. Üreaz enzim aktivitesini at gübresi 2.2 kat, tavuk gübresi 3.4 kat, kanalizasyon çamuru 7 kat, solucan gübresi 88 kat artırmıştır. İntervaz enzim aktivitesinde en etkili uygulamalar tavuk gübresinin ve at gübresinin hem tekli hem de biyokömürlü kombinasyonları olmuştur. Asit fosfataz enzim aktivitesinde en etkili uygulama kanalizasyon çamuru ve kanalizasyon çamuru + biyokömür olmuş ve kontroller ile karşılaştırıldığında sırasıyla %8.3 ve %17.7 oranında artırmıştır. Alkalın fosfataz enziminde ise uygulamalar arasında önemli farklılıklara

yoktur. Fakat tavuk gübresi uygulaması dört ay sonunda alkalın fosfataz enzim aktivitesini %18 oranında artırmıştır.

Kuziemska ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada tavuk gübresi, sığır gübresi, mantar kompostu ve farklı bakır dozlarının toprak enzim aktivitesine etkilerini araştırmışlardır. 3 yıllık deneme sonunda bakırın tüm uygulama dozları üreaz ve dehidrogenaz enzim aktivitesinin azalmasına neden olmuştur. Tavuk gübresi, sığır gübresi ve mantar kompostu üreaz enzim aktivitesini benzer oranlarda artırmış, fakat inkübasyon süresi arttıkça söz konusu enzimde düşüş yaşanmıştır. Asit fosfataz enzim aktivitesini bakır dozları, sığır gübresi ve tavuk gübresi artırmış, mantar kompostu ise önemli ölçüde etkili olmamıştır. Alkalın fosfataz enzim aktivitesinin de ise 200 ve 300 mg Cu kg⁻¹ uygulamalarında azalmış, mantar kompostu uygulamasında artmış, tavuk gübresi ve sığır gübresinin hiçbir etkisi olmamıştır.

Azmi ve ark., (2020) tavuk gübresinin incir ağacına ve toprak verimliliğine etkisini inceledikleri çalışmada, kumlu bir toprağa %0, %10, %20, %30 ve %50 oranında tavuk gübresi uygulamıştır. 3 aylık deneme sonunda tavuk gübresi toprağın kum yüzdesini azaltmış, silt ve kil oranını arttırmıştır. Tüm uygulamalar toprağın organik C, makro ve mikro element içeriği arttırmıştır. Ayrıca tavuk gübresi uygulaması ile toprağın C/N oranı önemli ölçüde düşmüştür. İncir ağacının yaprağının besin içerikleri incelendiğinde tavuk gübresi uygulaması N, P, K, Mg, Ca ve Fe içeriğini farklı düzeylerde arttırmıştır. Cu, Zn ve Mn içeriğine ise önemli bir etki göstermemiştir. Aynı zamanda gelişim parametreleri olan meyve sayısında, bitki boyunda, gövde çevresinde, yaprak sayısında ve dal sayısında artışlara neden olmuştur. Sonuçlar dikkate alınarak tavuk gübresinin en etkili uygulama oranının %30 olduğu bildirilmiştir.

Ye ve ark., (2020) yürüttükleri çalışmada domuz gübresinin, tavuk gübresinin ve organik gübrenin (domuz gübresi ve yaprak ile kompostlaştırılmış) toprağın fizikokimyasal özelliklerine ve bakteriyel topluluğuna etkilerini araştırmışlardır. Toprağa tavuk gübresi ve organik gübre ilavesi ile toprağın toplam N içeriğini, toplam P içeriğini ve bakteri zenginliği önemli derece artmıştır.

2.2 Bentonit ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Makadi ve ark., (2007) yaptıkları çalışmada 0, 10, 20 ve 30 ton ha⁻¹ bentonit uygulanmasının ve toprağın N-gereksinimine göre su veya biyogaz ürünü ile sulanmasının enzim aktivitelerine etkisini incelemiştir. Çalışma sonunda her iki materyalinde toprağa ilave edilmesi mahsul verimini arttırmıştır.

Szedler ve ark., (2008) toprağa bentonit uygulamasının toprak enzim aktivitelerine, Collembolla varlığına ve toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkilerini incelemek üzere, toprağa 0, 5, 10, 15 ve 20 ton ha⁻¹ dozlarında bentonit uygulamışlardır. 3 yıl sonra ise tüm topraklara 250 kg ha⁻¹ hayvan gübresi uygulanmıştır. Bentonitin toprağa ilave edilmesinden 4 yıl sonra ise ortamlar arasında toprağın fiziksel ve kimyasal parametrelerinde istatistiksel bir farklılık görülmemiştir. Collembolla varlığında ise 10 ve 15 ton ha⁻¹ bentonit dozlarında, diğer ortamlar ile kıyaslandığında %50 oranında artış görülmüştür. Ayrıca katalaz enzim aktivitesi uygulamalara bağlı olarak artış yaşanmış, dehidrogenaz ve intervaz enzim aktivitelerinde ise istatistiksel bir fark olmamıştır.

Baker ve ark., (2011) ağır metalle kirlenmiş topraklara sığır gübresi kompostu, bentonit ve kireç materyallerinin etkilerini incelemek amacıyla 7 farklı yetiştirme ortamında darı bitkisi yetiştirmişlerdir. Hazırladıkları ortamlar şu şekildedir; Kontrol (1), 45 Mg ha⁻¹ sığır gübresi kompostu (2), 269 Mg ha⁻¹ sığır gübresi kompostu (3), 45 Mg ha⁻¹ sığır gübresi kompostu + 11.2 Mg ha⁻¹ kireç (4), 269 Mg ha⁻¹ sığır gübresi kompostu + 11.2 Mg ha⁻¹ kireç (5), 45 Mg ha⁻¹ sığır gübresi kompostu + 11.2 Mg ha⁻¹ kireç + 50 g kg⁻¹ bentonit (6), 269 Mg ha⁻¹ sığır gübresi kompostu + 11.2 Mg ha⁻¹ kireç + 50 g kg⁻¹ bentonit (7). Deneme sonunda, yüksek oranda sığır gübresi kompostu kullanılan topraklarda daha yüksek pH, bakteri ve mantar toplulukları, arilsüfataz, fosfataz ve β-glukozidaz enzim aktiviteleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda ağır metallerle kirlenmiş topraklara 269 Mg ha⁻¹'e kadar organik madde ilavesinin, mikrobiyal aktivite ve biyokütle için önemli olduğu bildirilmiştir.

Czaban ve Siebielec (2013) kumlu bir toprağa 0, 3, 6 ve 12 kg m⁻² dozlarında uygulanan bentonitin, 30 yıl sonraki etkilerini incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, kontrol toprağı ile kıyaslandığında bentonit eklenen topraklar daha yüksek pH değeri ve Mg içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Dozlar dikkate alındığında ise en

yüksek dozda bentonit uygulanan toprakta daha fazla P, K, Ca, Mg, Zn ve Mn içeriğine ve kation değişim kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Hassan ve Mahmoud (2013) kumlu bir toprağa belli oranlarda zeolit ve bentonit ilave ederek, bu materyallerin hem toprağı iyileştirme kabiliyetlerini hem de mısır ve bakla bitkilerinin verimine etkilerini incelemişlerdir. Bu amaç ile; bakla ve daha sonra mısır ekimi gerçekleştirilecek olan alana ilk önce bentonit uygulaması daha sonra zeolit uygulaması yapılmıştır. Uygulama zeolit ve bentonit oran 1:10 olacak şekilde 0, 1.5, 2 ve 2.5 ton ha⁻¹ olarak gerçekleştirilmiştir. 2 yıl süren deneme sonuçlarına göre, zeolit-bentonit karışımının uygulama dozları arttıkça; toprağın EC, pH, sodyum adsorbsiyon oranı, toplam gözeneklilik ve su tutma kapasitesi de artmıştır. Ayrıca her iki bitkinin de bitki boyu ve diğer verim parametreleri uygulama dozlarıyla birlikte artmıştır. Bunlara ek olarak, kumlu toprak yapısına sahip deneme toprağı uygulamalar sonucunda tınlı kum sınıfına girmiştir.

Alghamdi ve ark., (2018) yaptıkları bir çalışmada bentonit, kompost ve biyokömürü kumlu toprağa ilave ederek, toprağın fiziksel özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Hazırladıkları 8 farklı yetiştirme ortamının uygulama dozları şu şekildedir: Kontrol, %3 bentonit (T1), %3 kompost (T2), %3 biyokömür (T3), %1.5 bentonit + %1.5 biyokömür (T4), %1.5 bentonit + %1.5 kompost (T5), %1.5 biyokömür + %1.5 kompost (T6) ve %1 bentonit + %1 biyokömür + %1 kompost (T7). İnkübasyon sonunda; toprağın pH, EC ve organik madde değerleri dikkate alındığında en iyi ortamın T7 (%1 bentonit + %1 biyokömür + %1 kompost) olduğu görülmüştür.

Mi ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada bentonit ilavesinin toprağın enzim aktivitesini kısa ve uzun vadede incelemişlerdir. Toprağa bir kez 0, 6, 12, 18, 24, 30 Mg ha⁻¹ dozlarında bentonit uygulayarak 5 yıl boyunca katalaz, intervaz, üreaz ve alkalın fosfataz enzim aktivitelerine etkisini incelenmiştir. Sonuçlara göre; 5 yılın tamamı için bentonit uygulaması dört enzim içinde önemli olmuştur. Uygulama dozu arttıkça enzim aktivitelerinde de artış yaşanmıştır. Yıllar dikkate alındığında enzim aktiviteleri üzerine ilk 3 yıl 18 Mg ha⁻¹ dozu, 4. yıl 24 mg⁻¹ dozu, 5. yılda ise 30 Mg ha⁻¹ dozu daha etkili olmuştur. Ayrıca 5. yılın sonunda bentonit uygulamaları kontrol ile kıyaslandığında katalaz enzim aktivitesini %42, intervaz enzim aktivitesini %46, üreaz enzim aktivitesini %58 ve alkalın fosfataz aktivitesini %50 oranında artış

sağlamıştır. Çalışma sonunda, bentonit ile toprak mikroorganizmaları arasında güçlü bir ilişki olduğu bildirilmiştir.

Abd-elgwad (2019) kumlu toprağa 0, 3, 6, 9 Mg ha⁻¹ dozlarında bentonit ile *Bradyrhizobium sp.* ve *Azospirillum brasilense* mikrobiyal aşılamanın tek ve kombinasyonlu olarak uygulanmasının toprak enzim aktivitesine ve börüce bitkisinin kalite ve verim parametrelerine etkisini araştırmıştır. Deneme sonuçlarına göre, tüm tekli uygulamalar arasından bitki boyuna, dal sayısına, bitki kuru ve yaş ağırlığına en büyük etki bentonitin en yüksek uygulama dozu (9 Mg ha⁻¹) göstermiştir. Kombinasyonlu uygulamalara bakıldığında ise 9 Mg ha⁻¹ bentonit + *Bradyrhizobium sp.* + *Azospirillum brasilense* mikrobiyal aşılamanın birkilte uygulandığı ortam bitkinin vejetatif büyümesinde daha etkili olmuştur. Ayrıca bentonitin 9 Mg ha⁻¹ dozu uygulaması toprağın nitrojenaz ve dehidrojenaz enzim aktivitesini artırmasının yanı sıra bitkinin tohumunu, saman verimini ve 100 tohum ağırlığını da önemli derecede etkilenmiştir. Çalışma sonunda, kumlu toprağa bentonit ve mikrobiyal aşı uygulamasının bitki ve toprak verimliliğini iyileştirdiği vurgulanmıştır.

Mi ve ark., (2020) bentonitin toprak düzenleyici olarak kullanılabilirliğini araştırdıkları çalışmada, toprağa 0, 6, 12, 18, 24, 30 Mg ha⁻¹ dozlarında bentonit uygulamışlardır. 5 yıl süren deneme sonunda bentonit uygulamasının toprağın tarla su tutma kapasitesini, bitki kuru ağırlığını, fotosentez parametrelerini, darı çıkış oranını ve kalitesini artırdığı belirlenmiştir. 24 Mg ha⁻¹ dozu bitkinin fotosentez parametrelerine en iyi etkiyi gösterirken, 18 Mg ha⁻¹ dozu bitkinin tahıl kalitesinde etkili olmuştur. Ayrıca çalışmada, yarı kurak bölgelerde darı üretimini geliştirmek amacıyla toprağa bentonit uygulamasının kolay ve etkili sonuçlara sahip olduğunu vurgulanmıştır.

Datta ve ark., (2020) NPK, sığır gübresi ve bentonitin toprağın mikrobiyal özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu amaç ile, NPK (1), NPK + sığır gübresi (50 ton ha⁻¹) (2), NPK + bentonit (6 ton ha⁻¹) (3) ve NPK + sığır gübresi (50 ton ha⁻¹) + bentonit (6 ton ha⁻¹) (4) olmak üzere 4 farklı ortam hazırlanmıştır. 3 yıllık inkübasyon sonunda bentonitin tek başına uygulanması toprağın mikrobiyal özelliklerinde artış veya azalışa neden olurken, sığır gübresi ile birlikte toprağa uygulanması toprak mikroorganizma sayısını ve aktivitesini artırmıştır.

Mi ve ark., (2021) bentonit ilavesinin toprağın biyokimyasal özellikleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, toprağa 0, 6, 12, 18, 24 ve 30 Mg ha⁻¹ dozlarında bentonit ilave edilerek darı bitkisi yetiştirmişlerdir. 5 yıllık inkübasyon süresi sonunda toprağın organik C içeriği %1-15, toplam N içeriği %1-19 ve toplam P içeriği %0-17 oranları arasında artış gözlenmiştir. Aynı zamanda mikrobiyal C üretimi %5-50, mikrobiyal N üretimi %3-42 ve mikrobiyal P üretimi %3-34 arasında artış olmuştur. Bentonit dozları dikkate alındığında ise denemenin ilk yılı 18 Mg ha⁻¹ dozu, beşinci yılda 30 Mg ha⁻¹ dozu en büyük etkiyi göstermiştir.

2.3 Süs Bitkisi Yetiştiriciliğinde Kullanılan Farklı Kökenli Organik Atıklara İlişkin Yapılan Çalışmalar

Abad ve ark., (2001) saksılı süs bitkisi üretiminde yetiştirme ortamı olarak kullanılabilir olacak değişik kökenli organik katı atıkları araştırmışlar ve elde ettikleri veriler ışığında iki veritabı oluşturmuşlardır. 105 adet materyalden oluşan birinci veritabanında bu materyallerin kullanılabilirliği, oluşum noktaları, yönetim giderleri ve maliyetleri belirlenmiştir. 63 adet materyalden oluşan ikinci veritabanında ise bu materyallerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri incelenmiş ve saksılı süs bitkisi yetiştiriciliğinde kullanılabilirlikleri değerlendirilmiştir.

Erdoğan (2004) bira fabrikası atığı, torf ve perlit materyallerinden 6 farklı yetiştirme ortamı hazırlayarak Primula bitkisi yetiştirmiştir. Sera koşullarında gerçekleştirdiği çalışmada; yetiştirme ortamlarının toprağın bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkisinin yanı sıra Primula bitkisinin gelişimine olan etkileri de incelemiştir. Sonuçlara göre, %12.5 bira fabrikası atığı + %62.5 torf + %25 perlit ve %25 bira fabrikası atığı + %50 torf + %25 perlit kullanarak hazırlanan yetiştirme ortamları, Primula bitkisinin görünüm değerleri yönünden en iyi sonucu vermiştir. En yüksek çiçek sürgünü, ortalama çiçek ağırlığı ve toplam çiçek sayısı gibi diğer kalite parametrelerinde ise en iyi sonuç %12.5 bira fabrikası atığı + %62.5 torf + %25 perlit oranında hazırlanan ortamdan elde edilmiştir. Bitkinin beslenme durumuna bakıldığında ise ortamda bira fabrikası atığının varlığı bitkide N ve P içeriğini düşürmüştür; Mn, Zn ve Cu içeriklerinde ise bira fabrikası atığının oranı arttıkça artış gözlenmiştir.

Meral (2006) yosun torfuna ek olarak coco peat ve çay atığının süs bitkisi yetiştiriciliğinde kullanılabilirliği incelenmiştir. Araştırmada coco peat ve çay atığının

%10, %20, %30 ve %40 oranında toprağa ilave edilmesi ile söz konusu materyallerin toprak özelliklerine etkisinin yanı sıra Begonya bitkisinin verim ve kalitesine etkisi de incelenmiştir. Sonuçlara göre, %40 coco peat ve %40 çay atığı uygulaması Begonya bitkisinde yakın değerlere sebep olmuş ve tüm ortamlardaki bitkiler satılabilir kaliteye ulaşmıştır.

Gülser ve ark., (2010) organik materyallerden hazırlanan yetiştirme ortamlarında kullanılan materyallerin Kadife çiçeğinin gelişimine, kalitesine ve besin içeriğine etkisini incelemiştir. Bu amaç ile çiftlik gübresi, güvercin gübresi ve torf kullanarak 7 farklı ortam hazırlanmıştır. Araştırma sonucunda, kontrol ile karşılaştırıldığında torf uygulaması bitkinin boyunu, kök uzunluğunu ve ağırlığını, güvercin gübresi ise bitkinin çiçeklenme durumunu artırmıştır. Dozlar dikkate alındığında, genelde yüksek doz organik materyal uygulaması kontrole kıyasla bitkinin besin içeriğini artırmıştır. Çalışma sonunda, güvercin gübresinin Kadife çiçeğinde çiçeklenmeyi, torfun ise büyümeyi teşvik ettiği bildirilmiştir.

Lazcano ve Dominguez (2010) vermikompostun süs bitkisi olan hercai menekşe ve Çuha yetiştiriciliğinde kullanılabilirliğini incelemiştir. Sera koşullarında gerçekleştirdikleri çalışmada saksılara %5, %15 ve %25 oranında vermikompost ilave edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, %25 oranında vermikompost kullanımı bitkilerde ölüme neden olmuştur. Bu yüzden, vermikompostun toprağa uygulanmasında ekim sistemine dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Bağcı ve ark., (2011) sera koşullarında yürüttükleri çalışmada yosun torfu, saz torfu, hindistancevizi tozu materyallerini kullanarak hazırladıkları yetiştirme ortamlarında Çuha (Primula) bitkisi yetiştirmişlerdir. Araştırma sonunda bitkisel kalite parametreler dikkate alındığında en iyi sonucu; %50 hindistancevizi tozu + %50 yosun torfu, %25 hindistancevizi tozu + %75 yosun torfu ve %100 yosun torfu kullanılarak hazırlanan yetiştirme ortamları vermiştir.

Çiçek ve ark., (2012) atık mantar kompostunun Krizantemin bitkisinin gelişimi üzerine etkisini araştırmak amacı ile; taze mantar kompostu, olgun mantar kompostu, organik toprak ve perlit kullanarak 13 farklı yetiştirme ortamı hazırlamışlardır. İnkübasyon sonunda Krizantemi bitkisinin yaş ağırlığı, çiçek sayısı ve ana sürgün sayısı parametrelerinde yetiştirme ortamları arasında fark görülmemiştir. Bitki boyu,

çiçek ağırlığı, kök yaş-kuru ağırlığı ve tomurcuk sayısı gibi diğer bitki gelişim parametrelerinde ise en az iki ortam arası fark olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçları değerlendirildiğinde, %12.5 ve %25 oranında taze mantar kompostununun, %25 ve %50 oranında ise olgun mantar kompostunun yetiştirme ortamı olarak kullanılabilceği bildirilmiştir.

Gupta ve ark., (2014) yaptıkları çalışmada inek gübresinden ve inek gübresi ile evsel atık kompostu karışımından elde edilen iki farklı vermikompostun Kadife çiçeği yetiştiriciliğinde kullanılabilirliğini incelemiştir. 60 gün süren çalışmada 7 farklı ortam hazırlanmıştır. İnkübasyon sonunda, vermikompost uygulaması; bitkinin boyunu, tomurcuk sayısını, çiçek sayısını artırmıştır. Çalışmada, uygun oranlarda vermikompost uygulamasının Kadife çiçeğinin kalitesi üzerine olumlu etkileri olduğu vurgulanmıştır.

Demirkan ve ark., (2014) yaptıkları çalışmada, atık su arıtma çamurunun süs bitkisi olan Yer açelyasının gelişimi ve çiçeklenmesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Toprağa 0, %25, %50 ve %75 oranında atık su arıtma çamuru ilave edilmiştir. İnkübasyon sonunda Yer açelyasının çiçek sayısı, toprak üstü yaş ve kuru ağırlığı, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu ile kök yaş ve kuru ağırlığı ölçülmüştür. Sonuçlara göre; sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı ile toprak üstü yaş ve kuru ağırlığına ait en yüksek değerler, toprak + %75 atık su arıtma çamuru olarak hazırlanan yetiştirme ortamında tespit edilmiştir. Çiçek sayısına en büyük etkiyi ise toprak + %25 atık su arıtma çamuru ortamı göstermiştir.

Najafi (2014) süs bitkisi yetiştirme ortamı olarak torf ve fındık dış kabuğu atığı kullanmış ve bu materyallerin toprak özelliklerine ve Primula bitkisinin gelişimine etkisini incelemiştir. Sera denemesi olarak gerçekleştirilen çalışmada, %100 torf, %75 torf + %25 fındık dış kabuğu atığı, %50 torf + %50 fındık dış kabuğu atığı, %25 torf + %75 fındık dış kabuğu atığı ve %100 fındık dış kabuğu atığı olacak şekilde 5 farklı ortam hazırlanmıştır. Deneme sonunda bitkinin kalite parametreleri dikkate alındığında bitkinin estetik görünüm puanında, bitki yaş ağırlığında en etkili ortam %100 fındık dış kabuğu atığı; sürgün sayısında %25 torf + %75 fındık dış kabuğu atığı, bitki kuru ağırlığında, çiçek sayısında, çiçek ağırlığında, bitki boyunda, yaprak sayısında ve taç genişliğinde %50 torf + %50 fındık dış kabuğu atığı olduğu

görülmektedir. Bitkinin besin element içerikleri dikkate alındığında ise en yüksek Mg, Ca ve Na içeriğinde %100 Torf, P içeriğinde %75 torf + %25 fındık dış kabuğu atığı, N, K içeriğinde %25 torf + %75 fındık dış kabuğu atığı ortamının etkili olduğu görülmektedir. Çalışma sonunda Primula bitkisi için en iyi yetiştirme ortamının %50 fındık dış kabuğu atığı ile hazırlanan ortam olduğu bildirilmiştir.

Akat ve ark., (2015) arıtma çamurunun, süs bitkisi olan Limonium sinuatum 'Compindi White' bitkisinin gelişimi ve verimi üzerine etkilerini incelemiştir. Toprağa 0, %25, %50, %75 ve %100 oranlarda arıtma çamuru uygulanmıştır. Çalışma sonunda, %50 ve %75 oranlarında arıtma çamuru kullanılarak hazırlanan ortamlarda çiçek sayısı, çiçek sapı kalınlığı ve uzuluğu ile yaprak sayısı en yüksek değerleri göstermiştir. Çalışmada toprağa farklı dozlarda arıtma çamuru ilavesinin bitkide verimi artırdığı bildirilmiştir.

Eker (2016) sera koşullarında gerçekleştirdiği çalışmada; vermikompostun, çöp kompostunun, inek gübresinin ve koyun gübresinin Menekşe, Çuha ve Sıklamen bitkilerinin gelişimine etkilerini araştırmıştır. Bu amaçla, her materyal toprağa ayrı ayrı %0, %5, %10, %25, ve %50 oranlarında uygulanmıştır. Çalışma sonuçları, bitkilerin besin içerikleri bakımından en büyük etkiyi koyun gübresi göstermiştir. Uygulama dozları açısından bakıldığında ise bitkiler %62 oranında kontrol topraklarında en iyi gelişimi göstermiştir.

Chrysargyris ve ark., (2018) yaptıkları bir çalışmada süs bitkileri yetiştiriciliğinde torfa alternatif olması amacıyla, kağıt atığı ve zeytin atığını yetiştirme ortamı olarak değerlendirmişlerdir. %100 torf, %90 torf + %10 zeytin atığı, %70 torf + %30 zeytin atığı, %60 torf + %20 zeytin atığı + %20 kağıt atığı olmak üzere hazırladıkları yetiştirme ortamında; Petunya, Matthilo ve Kadife çiçeği yetiştirmişlerdir. İnkübasyon sonunda %30 oranına kadar zeytin atığı kullanımının, Petunya ve Kadife çiçeği yetiştiriciliği için torfa alternatif olabileceği, Matthiola bitkisi için ise sadece %10'a kadar zeytin atığı kullanımının alternatif olabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışmada zeytin atığı ile kağıt atığının aynı yetiştirme ortamında kullanılmaması gerektiği tavsiye edilmiştir.

Tarakçıoğlu ve ark., (2019) sera koşullarında gerçekleştirdikleri çalışmada, fındık zürufu, ahır gübresi ve fındık kabuğundan elde ettikleri biyokömürü kullanarak

toprağa 0, 3 ve 6 ton da⁻¹ olacak şekilde uygulamışlardır. 30, 60, 90, ve 120 gün olmak üzere 4 farklı inkübasyon süresi sonunda, kullandıkları organik materyallerin; toprağın organik maddesi, makro ve mikro element içeriği ve pH'sı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Sonuçlara göre; fındık zurufu, ahır gübresi ve biyokömür uygulama dozları arttıkça buna paralel olarak toprağın organik madde, N, P ve K içeriğinde de artış gözlenmiştir. Ayrıca fındık zurufu uygulaması hariç diğer uygulamalar ile birlikte toprak pH'sı da artmıştır. İnkübasyon süreleri dikkate alındığında ise inkübasyon süresi arttıkça toprağın organik madde, N, Cu, Fe, Mn ve Zn içeriği azalmış, P ve K içeriği ise sırasıyla 90 ve 60 günlük inkübasyon sonuna kadar artış göstermiştir. Fakat 90 ve 120 günlük inkübasyon sürelerinde ahır gübresi uygulaması toprağın organik madde içeriğini arttırmıştır.

2.4 Farklı Kökenli Organik Atıkların Toprağın Biyolojik Aktivitesine Etkilerine İlişkin Yapılan Çalışmalar

Kara (1996) laboratuvar koşullarında gerçekleştirdiği çalışmada; tütün atığı, çiftlik gübresi ve mineral gübre kullanarak 7 farklı yetiştirme ortamı hazırlamıştır. Söz konusu materyallerin toprağın biyolojik özelliklerine, N içeriğine ve buğday bitkisinin gelişimi üzerine etkisini incelemiştir. Çalışma sonunda, tütün atığının; toprağın dehidrogenaz enzim aktivitesini, toprak solunumunu ve N içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Toprakta meydana gelen bu artış buğday bitkisinin kuru ağırlığını da artırmıştır. Ayrıca toprağa uygulanan 2 ton da⁻¹ çiftlik gübresi ile 4 ton da⁻¹ tütün atığı toprağın biyolojik aktivitesine benzer etkiler gösterdiği belirtilmiştir.

Albiach ve ark., (2000) kentsel katı atık, vermikompost, humik asit, koyun gübresi ve arıtma çamuru kullanarak 6 farklı ortam hazırlamışlar ve bu materyallerin toprağın biyolojik özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. 4 ve 5 yıllık inkübasyon süresi sonunda tüm materyaller mikrobiyal biyomas içeriğini ve toprağın dehidrogenaz, üreaz, alkalın fosfomonoesteraz, arilsülfataz ve fosfodiesteraz enzim aktivilerini artırmıştır. Bu artışta kentsel katı atık en etkili olurken humik asit ve vermikompost uygulaması en az etkiyi göstermiştir.

Kablan (2005) sera koşullarında gerçekleştirdiği çalışmada, toprağa ilave edilen farklı organik atıkların, toprağın ve mısır bitkisinin rizosfer bölgesinin biyolojik özellikleri üzerine etkilerini incelemek üzere bitkili ve bitkisiz iki farklı deneme kurmuştur. Bu amaç ile her iki deneme toprağına da buğday sapı, fındık zurufu, tütün

fabrikasyon atığı ve çay atığı uygulamıştır. Deneme sonunda, hasat etme süresi arttıkça her iki denemede de toprağın toprak solunumu artmıştır. Ayrıca, hasat sonrası organik atık ilave edilen toprakların mikrobiyal biomas kapsamı, üreaz, dehidrogenaz ve arilsülfataz enzim aktivitelerinde de kontrole göre artış gözlenmiştir. Bu artışlar bitki köklerinin bulunduğu ortamlarda daha fazla olmuştur. Uygulamalar dikkate alındığında ise biyolojik özellikleri en fazla arttıran, C/N oranı diğer atıklara göre daha dar olan tütün fabrikasyon atığı ve çay atığı olmuştur.

Toptaş (2005) tütün tozunun ve mantar kompostunun toprağın fosfor mineralizasyonuna, fosfataz enzim aktivitesine, toplam fosfor ve yarayışlı fosfor içeriğine, organik madde kapsamına, pH ve EC değerleri üzerine etkilerini araştırmıştır. 90 günlük inkübasyon sonucunda, asit ve alkalın fosfataz enzim aktivitesini en yüksek değeri, mantar kompostu ve tütün tozunun %4 ve %8'lik uygulamalarında tespit edilmiştir. Tütün tozu, mantar kompostuna kıyasla enzim aktivitesini artırmada daha etkili olmuştur. Zamana bağlı olarak tüm uygulamalarda alkalın fosfataz enzim aktivitesinde azalma görülmüştür. İki organik materyal de toprağın toplam fosfor içeriğini 15. günden sonra zamana ve doza bağlı olarak arttırmıştır. Aynı şekilde her iki materyal de EC değerini, toprağın yarayışlı fosfor ve organik madde içeriğini doza bağlı olarak artırmış, organik madde içeriğinde tütün tozu, yarayışlı fosfor içeriğinde ise mantar kompostu daha etkili olmuştur. Toprağın pH'sı ise artan tütün tozuna bağlı olarak azalmıştır.

Arcak ve ark., (2011) yaptıkları çalışmada ince, kaba, kompost ve zenginleştirilmiş kompost olacak şekilde 4 farklı çay atığının toprağın enzim aktivitesine ve nitrifikasyonu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu amaç ile; 200 gr'lık saksılara %2.5 ve %5 oranında çay atıkları uygulanmış ve 1, 7, 14 ve 28 günlük inkübasyona bırakılmıştır. Çalışma sonunda üreaz enzim aktivitesi ince ve kaba çay atıklarının uygulandığı ortamda inkübasyon süresi boyunca artmış, fakat 28. günde azalma görülmüştür. Alkalın fosfataz enzim aktivitesinde en yüksek etkiyi 28. günde %5 oranında uygulanan ince çay atığı göstermiştir. NH^{+4} -N konsantrasyonu tüm çay atığı uygulamalarında ve inkübasyon süresine bağlı olarak azalırken, NO^{-3} -N miktarında ise dozlara ve zamana bağlı olarak artış yaşanmıştır.

Cevheri ve Küçük (2017) laboratuvar koşullarında saksı denemesi olarak yürüttükleri bir çalışmada, güvercin gübresi ve buğday anızı materyallerini kullanarak bakla bitkisi yetiştirmişlerdir. İnkübasyon sonunda kullanılan materyallerin bitki gelişimi ile toprağın; katalaz, alkalın fosfataz, glukozidaz enzim aktivitesini ve mikrobiyal biyomas karbon içeriğine etkilerini incelemişlerdir. Sonuçlara göre, güvercin gübresi ve buğday anızı uygulaması, kontrolle karşılaştırıldığında toprak solunumunu, toprak enzim aktivitesini(katalaz enzimi hariç), bitki kök ağırlığını ve bakla boyunu artırmıştır.

Fornea ve Belda (2018) zeytin atıkları ve orman atıklarından üretilen iki farklı biyokömürün ve orman atıklarından üretilen hidrokömürün, süs bitkisi olan Petunya ve Portakal nergisi yetiştiriciliğinde kullanılabilirliğini incelemişlerdir. İnkübasyon sonunda toprağa orman atıklarından üretilen hidrokömür uygulanması toprağın su tutma kapasitesini ve toprak solunumunu artırmıştır. Zeytin atıklarından üretilen biyokömürün toprağa uygulanması içeriğinde bulunan yüksek tuz nedeni ile bitkilerde düşük kaliteye neden olmuştur. Orman atıkları kullanılarak üretilen biyokömür ise bitkiler için en iyi hava-su dengesini ve uygun EC değeri göstermiştir. Araştırma sonunda ortamda %25 oranında orman atıklarından elde edilen biyokömürün kullanılması bitkiler için en uygun performansı sağladığı bildirilmiştir. Bununla birlikte çalışmada, zeytin atıklarından elde edilen biyokömür ve orman atıklarından elde edilen hidrokömürün yetiştirme ortamı olarak kullanılmadan önce iyileştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Irmak Yılmaz ve Kurt (2018) yaptıkları çalışmada biyokömür ve vermikompostun toprak enzim aktivitesine etkilerini incelenmişlerdir. Bu amaçla kontrol, %100 biyokömür, %100 vermikompost, %75 biyokömür + %25 vermikompost, %25 biyokömür + %75 vermikompost ve %50 biyokömür + %50 vermikompost olacak şekilde 6 farklı ortam hazırlanmıştır. 20, 40 ve 60 gün olacak şekilde 3 farklı inkübasyon süresi sonunda; toprak solunumunda ortamlar arası istatistiksel anlamda farklılık görülmezken, 20 ve 40 günlük inkübasyon süresinde artış olmuştur. Mikrobiyal biyomas-C içeriği her iki materyalde de olumlu yönde etkilenmiştir. Dehidrogenaz enzim aktivitesinde %100 biyokömür olarak hazırlanan ortam etkili olurken, inkübasyon süreleri arasında istatistiksel anlamda fark görülmemiştir. Üreaz enzim aktivitesi %100 biyokömür bulunan ortamda ve 60 günlük

inkübasyon süresinde en yüksek değere ulaşmıştır. Arilsülfataz enzim aktivitesi %50 biyokömür + %50 vermikompost olarak hazırlanan ortamda 60 günlük inkübasyon süresinde etkili olmuştur. Toprak organik maddesinde ise %100 biyokömür ortamında 40 günlük inkübasyon sonunda en yüksek artış görülmüştür. Çalışma sonunda, C/N oranı yüksek olan biyokömürün, C/N oranı dar olan vermikompost ile karıştırarak kullanılmasının toprağın biyolojik özellikleri açısından daha uygun olabileceği vurgulanmıştır.

Özenç ve ark., (2019) 0, 3 ve 6 ton da⁻¹ dozlarında toprağa uyguladıkları fındık kabuğundan elde edilen biyokömürün ve fındık zurufunun toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine etkisini incelemiştir. 4 aylık inkübasyon süresi sonunda, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde (pH hariç) fındık zurufunun 6 ton da⁻¹ dozu etkili olmuş ve doz artışına paralel olarak hacim ağırlığı hariç tüm özelliklerde de artış gözlenmiştir. Toprağın organik madde ve besin içeriğinde inkübasyon süresine bağlı olarak artma veya azalma yaşanmıştır. Genel olarak organik madde ve N içeriği inkübasyon süresine bağlı olarak azalmış, P içeriği inkübasyonun üçüncü ayında, K inkübasyonun ikinci ayında ve Fe, Cu, Mn ve Zn içerikleri inkübasyonun birinci ayında daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Toprağın biyolojik özellikleri dikkate alındığında ise β -glukozidaz enzim aktivitesinde fındık zurufu; toprak solunumu, biyomas-C üretiminde ve arilsülfataz enzim aktivitesinde biyokömür daha etkili olmuştur. Çalışma sonunda, hem biyokömürün hem de zurufun toprak düzenleyicisi olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Bitki Materyali

Saksı denemesi olarak yürütülen bu çalışmada, hercai menekşe (*Viola tricolor* L.) bitkisi köklenmiş olarak fide boyutunda kullanılmıştır. Fideler, üretim ve satış firması olan Altınordu Peyzaj Sanayi Tic. Ltd. Şti.'den temin edilmiştir.



Şekil 3.1 Fidelerin Dikim Sonrası Görünümü

3.2. Yetiştirme Ortamında Kullanılan Materyaller

Sera koşullarında gerçekleşen denemede kullanılan toprak kumlu-tın bünyeye sahip olup, 2 mm'lik elekten geçirilerek deneme için hazır hale getirilmiştir. Deneme toprağına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 3.1'de gösterilmiştir. Çizelge 3.1'de de görüleceğı gibi deneme toprağı nötr (7.07) yapıda ve tuzluluk (0.07) sorunu bulunmamaktadır.

Çizelge 3.1 Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Bünye	Kumlu Tın
Kum (%)	64.20
Kil (%)	16.70
Silt (%)	19.10
pH	7.07
EC (ds/m)	0.07
Organik madde (%)	0.68
Organik C (%)	0.39
Toplam N (%)	0.06
Alınabilir P (mg kg⁻¹)	11.00
Alınabilir K (mg kg⁻¹)	127.20
Alınabilir Mg (mg kg⁻¹)	158.20
Alınabilir Ca (mg kg⁻¹)	5529
Alınabilir Fe (mg kg⁻¹)	19.60
Alınabilir Cu (mg kg⁻¹)	1.80
Alınabilir Mn (mg kg⁻¹)	14.70
Alınabilir Zn (mg kg⁻¹)	0.43

Denemede organik materyal olarak kullanılan tavuk gübresi Antalya ilinde bulunan Toru Bahçe firmasından, bentonit ise Ordu ilinde bulunan Bentaş Bentonit A.Ş firmasından temin edilmiştir. Bentonit ve tavuk gübresine ait bazı özellikler Çizelge 3.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.2 Bentonit ve Tavuk Gübresine Ait Özellikler

Materyal	pH	EC (%)	Organik Madde (%)	Kireç (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg kg⁻¹)	Cu (mg kg⁻¹)	Mn (mg kg⁻¹)	Zn (mg kg⁻¹)
Bentonit	8.97	0.05	5.87	3.12	0.67	0.0003	0.14	4.04	0.92	6.85	1.25	4.59	0.46
Tavuk Gübresi	6.86	0.57	38.23	-	1.72	1.090	0.98	2.14	0.55	895	59	325	317

3.3 Denemenin Kurulması

Deneme, 21 Kasım 2020 tarihinde Ordu Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne ait araştırma serasında tesadüf parselleri deneme desenine uygun olacak şekilde kurulmuştur. Çalışma; 12 uygulama konusu 4 tekerrürlü olacak şekilde 2 kg'lık 48 saksı ile gerçekleştirilmiştir. Toprak örnekleri bentonit ve tavuk gübresinin farklı oranlarda karıştırılmasıyla birbirinden ayrı uygulama konuları hazırlanmıştır. Topraklara %0, %2 ve %4 oranlarında 3 farklı bentonit uygulaması ve %0, %2, %4 ve %8 oranlarında 4 farklı tavuk gübresi uygulanmıştır. Bentonit ve tavuk gübresi ile toprak homojen olacak şekilde karıştırıldıktan sonra her saksıda 1 adet, toplamda ise 48 adet hercai menekşe bitkisinin dikimi gerçekleştirilmiştir. Fidelerin dikimden hemen sonra toprak can suyu ile nemlendirilmiştir.

Çizelge 3.3 Deneme Planı

Yetiştirme ortamları	Saksı numaraları			
	I*	II	III	IV
1- %0 Bentonit + %0 Tavuk gübresi (B ₀ T ₀)	1	2	3	4
2- %0 Bentonit + %2 Tavuk gübresi (B ₀ T ₂)	5	6	7	8
3- %0 Bentonit + %4 Tavuk gübresi (B ₀ T ₄)	9	10	11	12
4- %0 Bentonit + %8 Tavuk gübresi (B ₀ T ₈)	13	14	15	16
5- %2 Bentonit + %0 Tavuk gübresi (B ₂ T ₀)	17	18	19	20
6- %2 Bentonit + %2 Tavuk gübresi (B ₂ T ₂)	21	22	23	24
7- %2 Bentonit + %4 Tavuk gübresi (B ₂ T ₄)	25	26	27	28
8- %2 Bentonit + %8 Tavuk gübresi (B ₂ T ₈)	29	30	31	32
9- %4 Bentonit + %0 Tavuk gübresi (B ₄ T ₀)	33	34	35	36
10- %4 Bentonit + %2 Tavuk gübresi (B ₄ T ₂)	37	38	39	40
11- %4 Bentonit + %4 Tavuk gübresi (B ₄ T ₄)	41	42	43	44
12- %4 Bentonit + %8 Tavuk gübresi (B ₄ T ₈)	45	46	47	48

* Paraleller

24 Kasım 2020 tarihinde dikimle beraber temel gübreleme olarak K₂HPO₄ 100 ppm P/saksı ve 125 ppm K/saksı ve Ca(NO₃)₂ formunda 100 ppm N/saksı gübrelere uygulanmıştır. Deneme süresi boyunca toprağın nemine ve hava koşullarına göre çeşme suyu ile sulama yapılmıştır.



Şekil 3.2 Çiçeklenme Başlangıcında Bitkilerin Genel Görünümü



Şekil 3.3 Çiçek Oluşumu

45 günlük deneme süresi sonunda 4 Ocak 2021 tarihinde pazarlanabilir boyuta ulaşan hercai menekşelerin çiçek sayısı, bitki boyu, estetik görünüm puanı gibi fenolojik gözlemleri Erdoğan (2004)'nın belirttiği şekilde yapılmıştır. Daha sonra toprağın hemen üzerinden hasat makası ile kesilip, hassas terazi yardımı ile hem çiçeklerinin hem de bitkinin yaş ağırlığı tartılmıştır. Bitkinin gövde ve yaprakları 2 defa çeşme suyu 1 defa saf su ile yıkandıktan sonra 48 saat 65-70 °C'ye ayarlı hava dolaşimli kurutma dolabında kurutulmuş ve sonra kuru ağırlıkları ölçülmüştür.

Kurutulmuş bitki örnekleri öğütölüp ağzı kilitli saklama poşetlerine konularak analizler için saklanmıştır. Topraklar ise bitki köklerinden arındırılıp 2 mm'lik eleklerden elenmiştir. Toprak örnekleri ağzı kilitli saklama poşetlere koyularak +4°C'de buzdolabında analizler için saklanmıştır.



Şekil 3.4 Hasat Öncesi Bitkilerin Genel Görünümü



Şekil 3.5 Hasat Sonrası Genel Görünüm



Şekil 3.6 Bitkilere Fenolojik Gözlemler Yapılırken Bir Görüntü

3.4 Fenolojik Gözlemler ve Ölçülen Bitkisel Parametreler

3.4.1 Estetik Görünüm Puanı

Hasat öncesinde üç kişiden oluşan bir jürinin bitkilerin çiçeklenme, saksıyı doldurma ve benzeri ölçütleri baz alarak 1-10 arasında puan vermesi ile belirlenmiştir (Erdoğan, 2004).

3.4.2 Bitki Boyu

Hasat öncesinde cetvel yardımıyla toprak yüzeyinden itibaren bitkinin en yüksek noktasının ölçülmesiyle saptanmıştır (Erdoğan, 2004).

3.4.3 Toplam Çiçek Sayısı

Hasat öncesinde her saksıdaki çiçeklerin tek tek sayılması ile saptanmıştır (Erdoğan, 2004).

3.4.4 Toplam Çiçek Ağırlığı

Hasat sırasında bir saksıda bulunan çiçeklerin toplanıp hassas terazide tartılması ile saptanmıştır (Erdoğan, 2004).

3.5 Bitki Örneklerinde Kullanılan Analiz Yöntemleri

3.5.1 Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığı

Hasattan hemen sonra çiçeklerden arındırılan bitki hassas terazi yardımıyla tartılarak yaş ağırlığı belirlenmiştir. Bitkiler 2 defa çeşme suyu 1 defa saf su ile yıkandıktan sonra 48 saat 65-70 °C'ye ayarlı kurutma dolabında kurutulmuş ve sonra kuru ağırlıkları ölçülmüştür.

3.5.2 Toplam Azot (N)

Kacar ve İnal (2008) tarafından açıklanan ilkeler doğrultusunda Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir.

3.5.3 Toplam Fosfor (P), Potasyum (K), Mikro Elementler (Fe, Cu, Mn, Zn)

Etüvde kurutulmuş ve yaprak değirmeninde öğütülmüş olan yaprak örneklerinden 0,2 tartılarak 550 °C kül fırında yakılmasıyla elde edilmiş ve kül rengini almış yaprak örnekleriyle yapılmıştır. Bu örneklerin üzerine 2 ml 1/2' lik HCl eklenecek ve 18 ml saf su ile 20 ml'ye tamamlanmıştır. Örnekler daha sonra filtre kâğıdından süzülerek okuma yapmaya hazır hale getirilecektir. Çözelti halindeki örneklerin atomik absorpsiyon ve spektrofotometre ile okumaları yapılmıştır (Chapman ve ark., 1961).

3.6 Toprak Örneklerinde Kullanılan Analiz Yöntemleri

3.6.1 Toprak Bünyesi

Toprak içerisindeki taneciklerinin büyüklüklerine göre %kum, %silt ve %kil miktarının, 40. saniye ve 2. saatte Bouyoucos hidrometre ile ölçülmüştür. Daha sonra tekstür üçgeni esas alınarak tekstür sınıfı belirlenmiştir (Bouyoucos, 1951).

3.6.2 Toprak Reaksiyonu (pH)

Toprak örneği ile saf suyun 1:2.5 oranında karışımının çalkalama makinesinde 5 dakika çalkalanmasından sonra, ortamda oluşan hidrojen iyon miktarı cam elektrotlu pH-metre yardımıyla ölçülmüştür (Richard, 1954).

3.6.3 Suda Eriyebilir Toplam Tuz (EC)

Toplam tuz, örneklerin saf ile belirli oranda karıştırılması suretiyle hazırlanan süspansiyondaki birim hacimden geçen elektrik, cam elektrotlu elektriksel iletkenlik aleti ile ölçülmüştür (Richard, 1954).

3.6.4 Nem Tayini

Belirli bir miktardaki toprak örneğindeki nem, ağırlık esasına göre belirlenmiştir (Allmaras ve Gardner, 1956).

3.6.5 Organik Madde

Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ile yaş yakılarak organik karbon değeri bulunmuş (Rauterberg and Kremkus, 1951) ve bu değer Van Benmelen Faktörü olan 1.724 ile çarpılarak hesaplanmıştır (Black, 1965).

3.6.6 Toplam Azot (N)

Modifiye makro kjeldahl yöntemine göre salisilik-sülfirik asit karışımıyla yaş yakılan ve destilasyon işlemiyle borik asit indikatör karışımına alınan örnekler H_2SO_4 ile titre edilmiştir (Bremmer, 1965).

3.6.7 Alnabilir Fosfor (P)

Toprak örneğinde bulunan fosfor $NaHCO_3$ ile açığa çıkarılarak, spektrofotometrede mavi renk yoğunluğuna göre belirlenmiştir (Olsen ve ark., 1954)

3.6.8 Alnabilir Potasyum (K), Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg)

Toprak örnekleri nötr 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilerek atomik absorpsiyon spektrofotometrede okunmasıyla belirlenmiştir (Jackson, 1958).

3.6.9 Alnabilir Demir (Fe), Bakır (Cu), Mangan (Mn) ve Çinko (Zn)

DTPA ile ekstrakte edilen toprak örneklerinden elde edilen süzükte bu elementler atomik absorpsiyon spektrofotometrede belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978).

3.6.10 Toprak Solunumu

0,1 N KOH çözeltisi kullanılarak ve $27^\circ C$ 'de 24 saat inkübasyon süresi sonunda 0,1 N HCl ile geri titre ederek saptanmıştır (Isermeyer, 1952).

3.6.11 Alkalın Fosfataz Enzim Aktivitesi

Tamponlanmış p-nitrofenil fosfat çözeltisi ilaveli toprakların 1 saat $37^\circ C$ 'de inkübasyonundan sonra ortaya çıkan fosfomonoesterazların pH=11 olan NaOH ile renklendirilmesi sonucu 400 nm'de fotometrik olarak ölçülmesi ile bulunmuştur (Tabatabai ve Bremmer, 1969; Eivazi ve Tabatabai, 1977).

3.6.12 Asit Fosfataz Enzim Aktivitesi

Tamponlanmış p-nitrofenil fosfat çözeltisi ilaveli toprakların 1 saat 37°C'de inkübasyonundan sonra ortaya çıkan fosfomonoesterazların pH=6.5 olan NaOH ile renklendirilmesi sonucu 400 nm'de fotometrik olarak ölçülmesi ile belirlenmiştir (Tabatabai ve Bremmer, 1969; Eivazi ve Tabatabai, 1977).

3.6.13 β-Glukozydaz Enzim Aktivitesi

1 g toprak örneği üzerine 0,25 mL toluen, 4 mL TRIS (hidroksimetil) aminomethan tampon çözeltisi (pH, 12) ve 1 mL 0.05 M p-nitrophenyl β-D-glucopyranoside çözeltisi (substrat çözeltisi) ilave edilip karışım 37 ° C'de 1 saat süre ile inkübe edilmiş, inkübasyon sonunda açığa çıkan p-nitrophenol spektrofotometrik olarak 410 nm dalga boyunda belirlenmiş ve sonuç mg p-nitrofenol g.k.t h⁻¹ olarak ifade edilmiştir.

3.7 Sonuçların Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Yöntemler

Çalışmada elde edilen sonuçların JUMP paket programı ile varyans analizleri yapılmış, önemli bulunan sonuçlar LSD testine göre gruplandırılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi

4.1.1 Toprak Solunumu

Toprağa bentonit ve tavuk gübresi ilavesinin; toprak solunumu üzerine etkisine ait değerler Çizelge 4.1’de, uygulama dozlarının toprakta meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.1’de gösterilmektedir. Topraktaki toprak solunumu miktarında, bentonit ve tavuk gübresinin uygulama dozlarına bağlı olarak artma ve azalmalar görülmüştür. Toprağa bentonitin ilave edilmesinin toprak solunumuna etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Ancak bentonitin uygulama dozu arttıkça toprak solunumunda azalmalar yaşanmıştır. Tavuk gübresinin toprağa ilavesi ise toprak solunumuna etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuş ve uygulama dozlarına bağlı olarak toprak solunumu miktarında artışlar olmuştur. Buna göre tavuk gübresinin toprak solunumu değerleri 0.29-0.52 mg CO₂/100 g⁻¹/gün⁻¹ arasında değişmiş ve en etkili doz %8’lik tavuk gübresi dozu olarak belirlenmiştir. Ayrıca %8 dozu en düşük doz olan kontrol uygulamasına göre 1.8 kat artmıştır. Karşılaşılan bu durum topraklara eklenen organik gübrelemenin toprakta mikroorganizmaların rahat değerlendirilebilir C kaynağı olması ve toprakta mikrobiyal biyomas-C miktarını artırdığı şeklinde açıklanabilir (Hassink ve ark., 1991; Irmak Yılmaz ve Kurt, 2018).

Çizelge 4.1 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprak Solunumu Üzerine Etkisi (mg CO₂/100 g⁻¹/gün⁻¹)

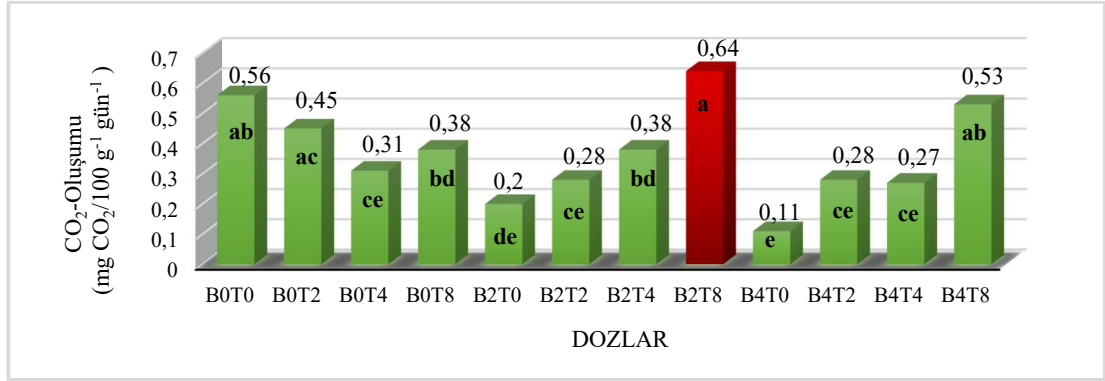
Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	0.56 ab	0.45 a-c	0.31 c-e	0.38 b-d	0.42
%2	0.20 de	0.28 c-e	0.38 b-d	0.64 a	0.38
%4	0.11 e	0.28 c-e	0.27 c-e	0.53 ab	0.30
Ortalama	0.29 B	0.34 B	0.32 B	0.52 A	
LSD B	Ö.d				
LSD TG	0.06056*				
LSD B×TG	0.1049*				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun ise toprak solunumuna etkisi istatistiksel olarak %1 oranında önemli bulunmuştur. Şekil 4.1 incelendiğinde deneme topraklarındaki toprak solunumu değerleri 0.11-0.64 mg CO₂/100 g⁻¹/gün⁻¹ arasında

değiştirdiği görülmektedir. Dozlar arasında en yüksek etkiyi B₂T₈, en düşük etkiyi ise B₄T₀ uygulamaları göstermiştir. Bu değerler dikkate alındığında kontrol toprağı olan B₀T₀ ile en yüksek değere sahip olan uygulama dozu arasında yaklaşık 1.1 kat artışın meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 4.1 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprak Solunumunda Meydana Getirdiği Değişimler (mg CO₂/100 g⁻¹/gün⁻¹)

Toprak solunumunu toprak canlıları ve bitki kökleri tarafından sağlamaktadır. Bu sebeple toprak solunumu, biyolojik aktivitenin göstergesi olarak kabul edilmektedir (Kara, 1996; Hepşen, 2004). Çetin ve Gür (2011) değişik kökenli organik atıklar ile gerçekleştirdikleri çalışmada toprağın toprak solunumuna en büyük etkiyi tavuk gübresinin gösterdiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada Cevheri ve Küçük (2017) güvercin gübresi ve buğday anızının toprağı ilavesi ile toprak solunumunun arttığı bildirilmiştir. Kara (1996) tütün fabrikasyon atığının toprağın biyolojik özellikleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmada inkübasyonun ilk 10 günlük döneminde toprak solunumunu arttığını daha sonra ise toprak solunumunun azalmaya başladığını bildirmiştir. Mevcut çalışmamızda da toprak solunumu azalmanın nedeni toprağı uygulanan söz konusu materyallerin mikroorganizma tarafından kısa sürede parçalandığı ve 45 günlük deneme sonunda ise zor parçalanabilir kısımlarının kalması olabilir.

4.1.2 Alkalin Fosfataz Enzim Aktivitesi

Toprağı farklı dozlarda bentonit ve tavuk gübresi ilavesinin; toprağın alkalin fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkisine ait değerler Çizelge 4.2’de, uygulama dozlarının toprakta meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.2’de gösterilmektedir. Toprağı bentonit uygulanması alkalin fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel anlamda %5 oranında önemli bulunmuştur. Bentonit uygulaması toprakların enzim

aktivitesini artırıcı etki göstermiş ve en yüksek değer 24.15 $\mu\text{g P- N g.k.t}^{-1}$ ile %2 bentonit uygulamasında belirlenmiştir. Tavuk gübresi uygulaması da alkalın fosfataz enzim aktivitesini artırmış ve en yüksek değer %4 ve %8'lik uygulama dozlarında belirlenmiştir. Tavuk gübresinin bu etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur.

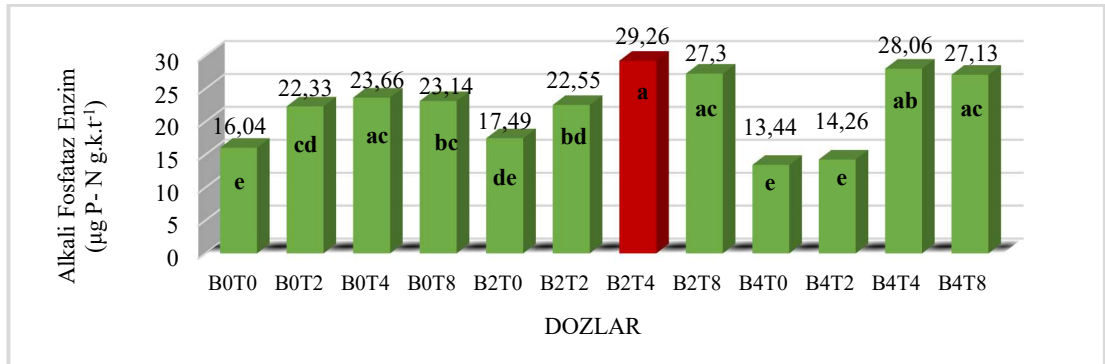
Çizelge 4.2 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alkalın Fosfataz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkisi ($\mu\text{g P- N g.k.t}^{-1}$)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	16.04 e	22.33 cd	23.66 a-c	23.14 bc	21.29 B
%2	17.49 de	22.55 b-d	29.26 a	27.30 a-c	24.15 A
%4	13.44 e	14.26 e	28.06 ab	27.13 a-c	20.72 B
Ortalama	15.66 C	19.71 B	27.00 A	25.86 A	
LSD B	1.38163**				
LSD TG	1.59537*				
LSD B×TG	2.76326**				

*İstatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemlidir

Alkalın fosfataz enzim aktivitesine bentonit ve tavuk gübresi interaksyonunun etkisi ise istatistiksel anlamda %5 oranında önemli bulunmuştur. Şekil 4.2 incelendiğinde görüleceği gibi bentonit ve tavuk gübresi interaksyonunu uygulama dozlarına bağlı olarak topraktaki alkalın fosfataz enzim aktivitesini artırıcı yönde etkilemektedir. Dozlar arasında en yüksek etkiyi 29.26 $\mu\text{g P- N g.k.t}^{-1}$ değeri ile B₂T₄, en düşük etkiyi ise 13.44 $\mu\text{g P- N g.k.t}^{-1}$ değeri ile B₄T₀ uygulamalarının gösterdiği tespit edilmiş, söz konusu en yüksek değere sahip uygulama dozu ile kontrol toprağı olan B₀T₀ arasında yaklaşık 1.8 kat artış yaşanmıştır.



Şekil 4.2 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alkalın Fosfataz Enzim Aktivitesinde Meydana Getirdiği Değişimler ($\mu\text{g P- N g.k.t}^{-1}$)

Toprakta fosfataz enzimlerinin ana kaynakları bitkiler ve mikroorganizmalardır. Toprakta fosfor noksanlığında bitki kökleri ve mikroorganizmalar fosfatın çözünürlüğünü ve mobilizasyonunun yoğunlaştırabilmek için fosfataz enzimlerini attırır. Fosfataz aktivitesi toprağın durumunu yansıtması sebebiyle iyi bir toprak kalite göstergesi olarak kabul edilmektedir (Adetunji ve ark., 2017). Mi ve ark., (2018) bentonit ile alkalın fosfataz enzim aktivitesi arasında güçlü bir pozitif ilişki olduğunu ve bu sayede bentonitin toprak sağlığını koruduğunu belirtmiştir. Benzer çalışmalarda da organik maddelerin toprağa uygulanması ile alkalın fosfataz enzim aktivitesinin arttığı bildirilmiştir (Arcak ve ark., 1997; Toptaş, 2005; Garg and Bahl, 2008; Albiach ve ark., 2000; Kobierski ve ark., 2017). Araştırmamızda da bentonit ve tavuk gübresi uygulamaları alkalın fosfataz enzim aktivitesini olumlu yönde etkilemiştir.

4.1.3 Asit Fosfataz Enzim Aktivitesi

Toprağa farklı dozlarda bentonit ve tavuk gübresi uygulanmasının; toprağın asit fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkisine ait değerler Çizelge 4.3'te, uygulama dozlarının toprakta meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.3'te gösterilmektedir. Bentonit uygulamasının asit fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuş ve bentonit uygulanması enzim aktivitesini azaltmıştır. Asit fosfataz enzim aktivitesine tavuk gübresinin etkisi ise istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuş ve uygulama dozlarına bağlı olarak enzim aktivitesi artmıştır. Toprak pH değeri, fosfatazın sentez oranını etkilemektedir. Toprak pH değeri arttıkça asit fosfataz aktivitesi azalırken, alkalın fosfataz aktivitesi artar (Adetunji ve ark., 2017). Bu bağlamda tavuk gübresinin arttırıcı etki, bentonitin ise sınırlandırıcı etki göstermesi bu şekilde açıklanabilir.

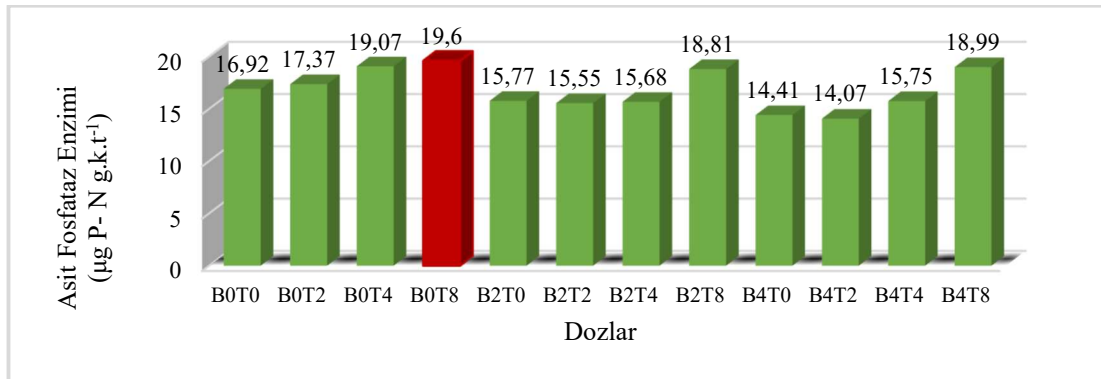
Çizelge 4.3 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Asit Fosfataz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkisi ($\mu\text{g P- N g.k.t}^{-1}$)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	16.92	17.37	19.07	19.60	18.24 A
%2	15.77	15.55	15.68	18.81	16.45 B
%4	14.41	14.07	15.75	18.99	15.81 B
Ortalama	15.70 B	15.66 B	16.83 B	19.13 A	
LSD B	0.61053*				
LSD TG	0.70498*				
LDS B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonu ile asit fosfataz enzim aktivitesi arasındaki ilişki istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Ancak, Şekil 4.3 incelendiğinde uygulama dozları arasında en yüksek etkiyi $19.60 \mu\text{g P- N g.k.t}^{-1}$ ile B_0T_8 , en düşük etkiyi ise $14.07 \mu\text{g P- N g.k.t}^{-1}$ ile B_4T_2 uygulama dozunun gösterdiği görülmektedir. Kontrol toprağı olan B_0T_0 ile en yüksek artış sağlayan uygulama dozu arasında yaklaşık 1.2 kat artış yaşanmıştır.



Şekil 4.3 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Asit Fosfataz Enzim Aktivitesinde Meydana Getirdiği Değişimler ($\mu\text{g P- N g.k.t}^{-1}$)

Baker ve ark., (2011) ağır metal ile kirlenmiş toprağı bentonit ve sığır gübresi uyguladıkları çalışmalarında bentonitin, sığır gübresi ile birlikte kullanıldığında mikrobiyal aktivitenin artışında daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Kuziemska ve ark., (2020) üç yıl süren inkübasyon süresinde tavuk gübresinin asit fosfataz enzim aktivitesini artırdığı sonucuna varmışlardır. Başka bir çalışmada ise Kızılkaya ve ark., (1998) asit fosfataz enzim aktivitesinin toprağın organik madde içeriğı ile güçlü bir ilişkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Bulgularımızda da tavuk gübresinin mikrobiyal

aktiviteyi uyardığı ve dolayısıyla asit fosfataz enzim aktivitesini artırdığı görülmektedir.

4.1.4 β -Glukozidaz Enzim Aktivitesi

Bentonit ve tavuk gübresinin toprağa farklı dozlarda uygulanmasının toprağın β -Glukozidaz enzim aktivitesi üzerine etkisine ait değerler Çizelge 4.4'te, uygulama dozlarının toprakta meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.4'te gösterilmektedir. Bentonit uygulanmasının β -Glukozidaz enzim aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Tavuk gübresi uygulamasının β -Glukozidaz enzim aktivitesine etkisi ise istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuş ve uygulama dozlarına bağlı olarak tavuk gübresi enzim aktivitesini artırmıştır.

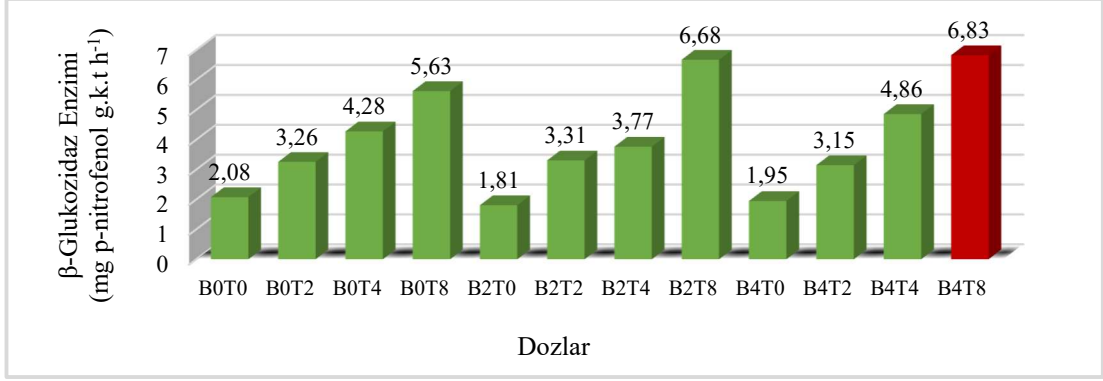
Çizelge 4.4 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın β -Glukozidaz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkisi (mg p-nitrofenol g.k.t h⁻¹)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	2.08	3.26	4.28	5.63	3.81
%2	1.81	3.31	3.77	6.68	3.89
%4	1.95	3.15	4.86	6.83	4.20
Ortalama	1.95 D	3.24 C	4.30 B	6.38 A	
LSD B	Ö.d				
LSD TG	0.27276*				
LSD B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresinin interaksiyonunun β -Glukozidaz enzim aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Ancak, Şekil 4.4 incelendiğinde görüleceği gibi en yüksek etkiyi 6.83 mg p-nitrofenol g.k.t h⁻¹ ile B₄T₈, en düşük etkiyi ise 1.81 mg p-nitrofenol g.k.t h⁻¹ ile B₂T₀ uygulama dozları göstermektedir. Kontrol toprağı olan B₀T₀ ile karşılaştırıldığında en yüksek artış gösteren uygulama dozu arasında yaklaşık 3.3 kat artış olmuş ve enzim aktivitesi, organik materyallerin uygulama dozlarından olumlu yönde etkilenmiştir.



Şekil 4.4 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın β -Glukozidaz Enzim Aktivitesinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg p-nitrofenol g.k.t h⁻¹)

Adetunji ve ark., (2017) β -Glukozidaz enziminin topraktaki organik madde miktarına bağlı olarak arttığı dolayısıyla bu enzimin toprak kalitesinin göstergesi olabileceğini bildirmişlerdir. Bu sebeple bentonitin organik madde miktarının tavuk gübresine oranla daha düşük olması nedeniyle tek başına uygulanan topraklarda β -Glukozidaz enzim aktivitesi daha az belirlenmiştir. Zhang ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada bentonitin toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirerek mikrobiyal aktiviteyi etkileyeceği sonucuna varmışlardır. Benzer bir çalışmada Datta ve ark., (2020) bentonitin toprağa tek başına uygulanmasının enzim aktivitesinde azalmalara neden olabileceğini bu nedenle bentonit ve organik gübrelerin birlikte kullanılmasının toprak özellikleri açısından daha etkili ve sürdürülebilir bir yol olabileceğini bildirmişlerdir. Bulgularımız da bentonitin organik bir gübre olan tavuk gübresi ile birlikte toprağa ilave edilmesinin söz konusu enzim aktivitelerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

4.2 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

4.2.1 Organik Madde İçeriği

Toprağa bentonit ve tavuk gübresi ilavesinin, toprağın organik madde içeriği üzerine etkisine ait veriler Çizelge 4.5'te, uygulama dozlarının toprakta meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.5'te gösterilmektedir. Bentonit uygulamasının toprakların organik madde içeriğine etkisi istatistiksel anlamda %5 oranında önemli bulunmuştur. Bentonitin uygulama dozları toprağın organik madde içeriğini önemli düzeyde etkilemiş ve artırmıştır.

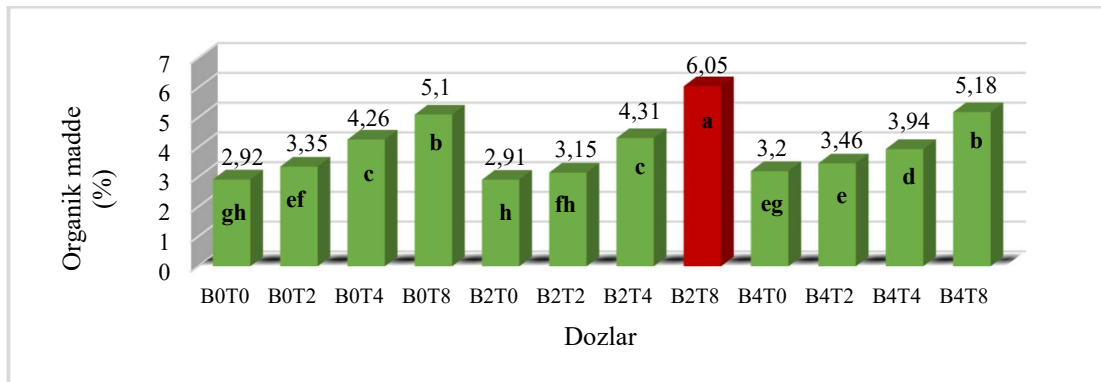
Çizelge 4.5 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Organik Madde İçeriği Üzerine Etkisi (%)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	2.92 gh	3.35 ef	4.26 c	5.10 b	3.91 B
%2	2.91 h	3.15 f-h	4.31 c	6.05 a	4.10 A
%4	3.20 e-g	3.46 e	3.94 d	5.18 b	3.94 B
Ortalama	3.01 D	3.32 C	4.17 B	5.44 A	
LSD B	0.06943**				
LSD TG	0.08017*				
LDS B×TG	0.13886*				

*İstatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemlidir

Toprağa tavuk gübresi uygulamasının organik madde içeriğine etkisi ise istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Tavuk gübresinin uygulama dozlarına paralel olarak toprakların organik madde içeriği artmıştır. Tavuk gübresinin organik madde içeriğinin bentonite oranla daha yüksek olması kaynaklı toprakların organik madde içeriğini artırmada tavuk gübresi daha etkili olmuştur. Bentonit ve tavuk gübresinin interaksiyonunun toprağın organik madde içeriğine etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Şekil 4.5 incelendiğinde görüleceği gibi toprakların organik madde içerikleri %2.91-6.05 arasında değişmektedir. Uygulama dozları arasında en yüksek organik madde içeriği B₂T₈ dozunda, en düşük içerik ise B₂T₀ dozunda belirlenmiştir. En yüksek etkiyi gösteren B₂T₈ uygulama dozu ile kontrol toprağı arasında yaklaşık 2.1 kat artış yaşanmıştır.



Şekil 4.5 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Organik Madde İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (%)

Sonuçlarımıza benzer şekilde Ercan (2008) artan tavuk gübresine bağlı olarak organik madde miktarında artış olduğunu bildirmiştir. Başka bir çalışmada Sönmez ve ark., (2019) toprağa tavuk gübresi ilavesi ile organik madde miktarının %35-40

oranında arttığı sonucuna varmışlardır. Alghamdi ve ark., (2018) ise bentonit, biyokömür ve kompostun farklı dozları ile hazırladıkları ortamlar arasında toprağın organik madde içeriğinde en yüksek artışı %1 bentonit + %1 biyokömür + %1 kompost ortamı sağlamıştır. Bulgulardan ve bu çalışmadan da anlaşılacağı gibi toprağa bentonit ve organik gübrenin birlikte uygulanması organik madde miktarını artırmada daha etkili olmuştur.

4.2.2 pH Değeri

Farklı dozlarda toprağa ilave edilen bentonit ve tavuk gübresinin toprağın pH değeri üzerine etkisine ait veriler Çizelge 4.6'da, uygulama dozlarının toprakta meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.6'da gösterilmektedir. Bentonit uygulamasının toprakların pH değerlerine etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Bentonit, toprakların pH değerlerini arttırıcı etki göstermiştir. Tavuk gübresi uygulamasının toprakların pH değerine etkisi ise istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuş ve pH değerlerini düşürmüştür. Ancak uygulamalar ve dozları fark etmeksizin tüm topraklar alkalın özellik göstermiştir.

Çizelge 4.6 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın pH Değeri Üzerine Etkisi

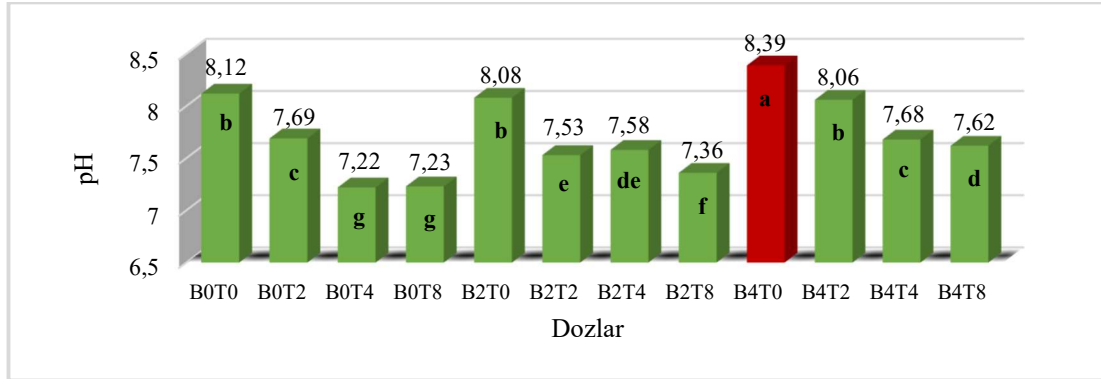
Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	8.12 b	7.69 c	7.22 g	7.23 g	7.56 C
%2	8.08 b	7.53 e	7.58 de	7.36 f	7.64 B
%4	8.39 a	8.06 b	7.68 c	7.62 d	7.94 A
Ortalama	8.20 A	7.76 B	7.50 C	7.40 D	
LSD B	0.01425*				
LSD TG	0.01645*				
LDS B×TG	0.0285*				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresinin interaksiyonu ile pH değerindeki değişimler arasındaki ilişki istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Şekil 4.6 incelendiğinde görüleceği gibi toprakların pH değerlerinin 7.22-8.39 arasında değişmektedir. En düşük değer B₀T₄'de, en yüksek değer ise B₄T₀ uygulama dozunda belirlenmiş; kontrol toprağı ile en yüksek pH değerine sahip uygulama dozu arasında 0.27 birim artış belirlenmiştir. Kontrol toprağı olan B₀T₀ ile karşılaştırıldığında bentonit ile tavuk gübresinin B₄T₀ uygulama dozu hariç diğer tüm uygulama

dozlarında pH değerini düşürmüştür. Bentonitin pH değeri hafif alkali sınıfına girdiği için bentonit dozu yüksek olan B₄T₀ dozunda artışa sebep olmuştur.



Şekil 4.6 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın pH Değerinde Meydana Getirdiği Değişimler

Tavalı ve ark., (2014) yaptıkları çalışmada tavuk gübresinin ve vermikompostun toprağın pH değerini istatistiksel anlamda %5 oranında önemli olduğunu ve azalttığını bildirmiştir. Hassan ve Mahmoud (2013) toprağa bentonit-zeolit karışımı uyguladıktan sonra pH değerinin arttığı sonucuna varmışlardır. Mevcut çalışmamızda da tavuk gübresinin toprağa ilave edilmesi pH değerini düşürürken, bentonitin ilave edilmesi ise pH değerini yükseltmiştir. Bu sebeple uygulama dozları arasında en yüksek pH değeri B₄T₀'de, en düşük pH değeri ise B₀T₄ uygulama dozunda görülmektedir (Şekil 4.6).

4.2.3 EC Değeri

Toprağa bentonit ve tavuk gübresi ilavesinin toprağın EC değeri üzerine etkisine ait veriler Çizelge 4.7'de, uygulama dozlarının toprakta meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.7'de gösterilmektedir. Bentonit uygulaması toprağın EC değerini artırmış ve bu etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Tavuk gübresi uygulamasının toprağın EC değerine etkisi ise %1 oranında önemli bulunmuştur. Tavuk gübresinin yüksek tuz içeriğine sahip olması sebebiyle toprakların EC değerini önemli derecede artırmıştır. EC değerindeki artışların tavuk gübresindeki yüksek tuz içeriğinden kaynaklandığı yapılan birçok çalışmada da görülmektedir (Erel., 1996; Çaycı ve ark., 2017).

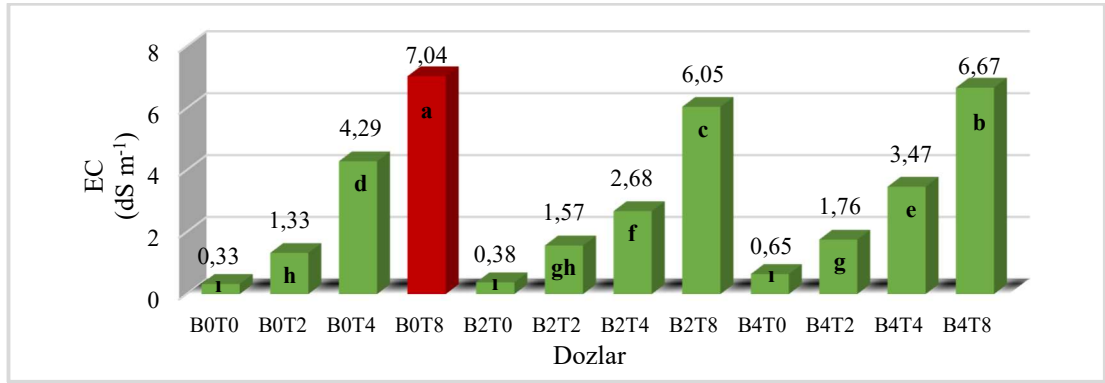
Çizelge 4.7 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın EC Değeri Üzerine Etkisi (dS m⁻¹)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	0.33 _i	1.33 _h	4.29 _d	7.04 _a	3.25 A
%2	0.38 _i	1.57 _{gh}	2.68 _f	6.05 _c	2.67 B
%4	0.65 _i	1.76 _g	3.47 _e	6.67 _b	3.14 A
Ortalama	0.45 D	1.55 C	3.48 B	6.59 A	
LSD B	0.08604*				
LSD TG	0.09935*				
LDS B×TG	0.17209*				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonu ile EC değeri arasındaki ilişki istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Hem bentonit hem de tavuk gübresi toprağın EC değerinin artırma eğilimde olmasına karşın bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunda bentonitin, tavuk gübresinin bu etkisini sınırlandırdığı söylenebilir. Şekil 4.7 incelendiğinde görüleceği gibi; en yüksek EC değeri 7.04 dS m⁻¹ ile B₀T₈ uygulama dozunda, en düşük ise 0.33 dS m⁻¹ ise B₀T₀'da yani kontrol toprağında görülmektedir.



Şekil 4.7 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın EC Değerinde Meydana Getirdiği Değişimler (dS m⁻¹)

Sonuçlar dikkate alındığında tavuk gübresinin %8'lik uygulama dozlarında toprakların tuzluluğunu önemli derecede artırmasına rağmen bitkilerin satış kalitesini azaltacak bir etkiye bulunmamıştır. Villarino ve Mattson (2011) içerisinde hercai menekşenin de bulunduğu 14 farklı süs bitkisinin tuzluluğa toleranslarını araştırdıkları bir çalışmada 7 dS m⁻¹'e kadar bitkilerin tuzluluğa maruz kalmasının büyük bir kayıba neden olmadığını belirtmişlerdir. Datta ve ark., (2020) ise tuzlu toprağın ıslahında bentonit uygulamasının tuz giderimini başarılı bir şekilde hızlandırdığını ve tuz

içeriğini azalttığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde bentonit uygulaması tuz içeriği yüksek olan tavuk gübresinin tuz içeriğini azaltıcı bir yönde etki yaptığını görmekteyiz.

4.3 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Mikro Besin Maddesi İçeriklerine Etkisi

4.3.1 Alınabilir Demir (Fe) İçeriği

Bentonit ve tavuk gübresi uygulamalarının toprağın alınabilir demir içeriğine etkisine ait veriler Çizelge 4.8’de, uygulama dozlarının toprakta meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.8’de gösterilmektedir. Bentonit uygulamasının demir içeriğine etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Bentonitin varlığı, toprakların demir içeriğini azaltmıştır. Tavuk gübresi uygulaması ise bentonitte olduğu gibi demir içeriğini azaltmış ve istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur.

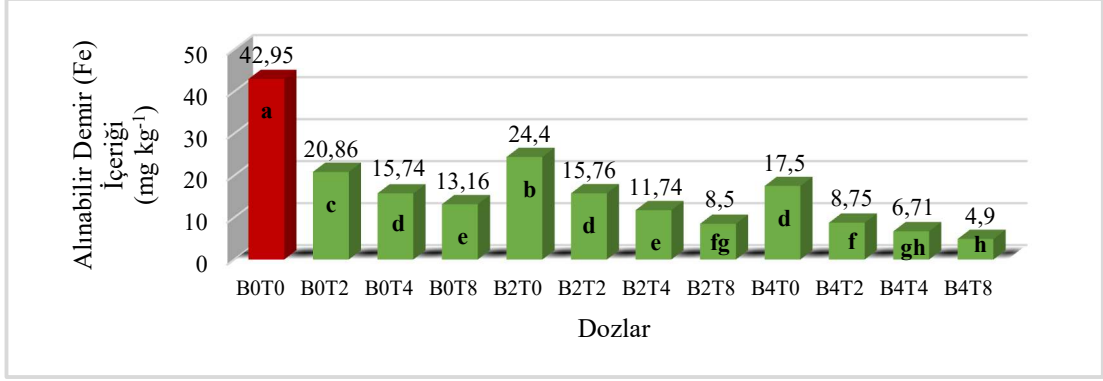
Çizelge 4.8 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Demir (Fe) İçeriğine Etkisi (mg kg⁻¹)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	42.95 a	20.86 c	15.74 d	13.16 e	23.18 A
%2	24.40 b	15.76 d	11.74 e	8.50 fg	15.10 B
%4	17.50 d	8.75 f	6.71 gh	4.90 h	9.46 C
Ortalama	28.28 A	15.12 B	11.40 C	8.85 D	
LSD B	0.49181*				
LSD TG	0.5679*				
LSD B×TG	0.98363*				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi etkileşimi ile toprağın alınabilir demir içeriği arasındaki ilişki istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Şekil 4.8 incelendiğinde görüleceği gibi bentonit ve tavuk gübresi etkileşimi toprağın demir içeriğini azaltmıştır. Söz konusu organik materyallerin uygulama dozları arttıkça, demir içeriğinde azalma daha fazla olmuştur. Bu bağlamda en yüksek demir içeriği 42.95 mg kg⁻¹ ile kontrol toprağında yani B₀T₀’da, en düşük demir içeriği ise 4.9 mg kg⁻¹ ile bentonit ve tavuk gübresinin en yüksek dozda uygulandığı B₄T₈’de belirlenmiştir.



Şekil 4.8 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Demir (Fe) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg⁻¹)

Horuz ve ark., (2016) toprak pH değerinin, demir yarıyışlılığını etkileyen en önemli faktörlerden birisi olduğunu ve pH değerinin artmasına bağlı olarak demirin çözünürlülüğünün azaldığını bildirmişlerdir. Tarakçıoğlu ve ark., (2019) tarafından bildirilen Güzel ve ark., (1992)'nin organik gübre uygulamasının toprağın özelliklerini iyileştirerek demirin yarıyışlılığını artırdığını ancak mikrobiyal aktivitenin artmasıyla yüksek düzeyde üretilen CO₂'in HCO₃'e dönüşmesi sonucu organik maddenin olumsuz yönde etkide bulunabileceğini belirtmişlerdir. Mevcut çalışmamızda toprakta alınabilir demirin söz konusu materyallerin ilavesi ile azalması bu şekilde açıklanabilir. Ayrıca bentonitin adsorbsiyon özelliğine sahip olması da bu konuda oldukça önemli bir etkiye sahiptir. Bulgularımıza göre toprakların alınabilir demir içeriği Lindsay ve Norwell (1978) tarafından 'fazla' olarak nitelendirilen değerler içerisinde yer almaktadır.

4.3.2 Alınabilir Bakır (Cu) İçeriği

Farklı dozlarda uygulanan bentonit ve tavuk gübresinin toprağın alınabilir bakır içeriğine etkisine ait veriler Çizelge 4.9'da, uygulama dozlarının toprakta meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.9'da gösterilmektedir. Bentonit uygulanmasının toprakların alınabilir bakır içeriğine etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuş ve bentonit uygulanmasıyla toprakların bakır içeriği azalmıştır. Tavuk gübresi de toprakların alınabilir bakır içeriğine azaltıcı etkide bulunmuştur. Tavuk gübresinin bu azaltıcı etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur.

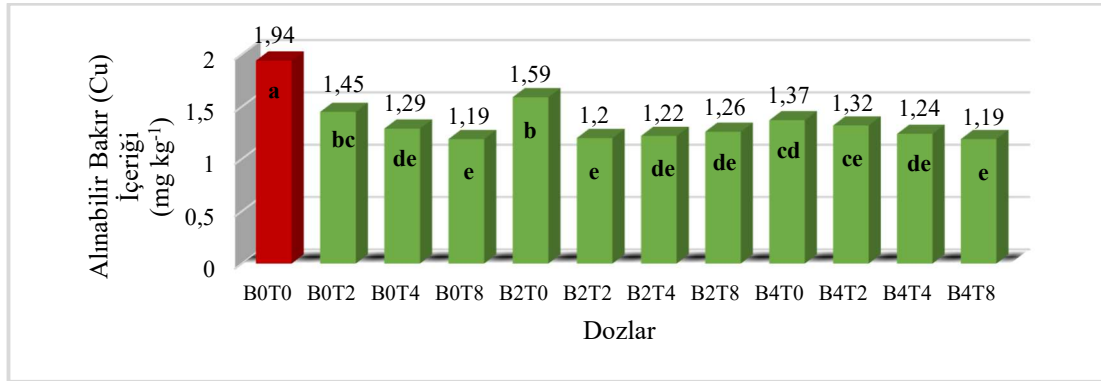
Çizelge 4.9 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Bakır (Cu) İçeriğine Etkisi (mg kg^{-1})

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	1.94 a	1.45 bc	1.29 de	1.19 e	1.47 A
%2	1.59 b	1.20 e	1.22 de	1.26 de	1.32 B
%4	1.37 cd	1.32 c-e	1.24 de	1.19 e	1.28 B
Ortalama	1.63 A	1.32 B	1.25 BC	1.21 C	
LSD B	0.03694*				
LSD TG	0.04265*				
LSD B×TG	0.07387*				

*İstatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemlidir

Toprağın alınabilir bakır içeriğine bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun yaptığı etki istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Şekil 4.9 incelendiğinde görüleceği gibi toprağın bakır içeriği en yüksek 1.94 mg kg^{-1} ile kontrol toprağı olan B_0T_0 'da, en düşük ise 1.19 mg kg^{-1} ile B_0T_8 ve B_4T_8 uygulama dozlarında belirlenmiştir. Bu değerler dikkate alındığında bentonit ve tavuk gübresinin hem tekli hem de birlikte uygulanması toprağın alınabilir bakır içeriğini düşürdüğü sonucuna varılmaktadır.



Şekil 4.9 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Bakır (Cu) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1})

Erel (1996) farklı dozlarda uyguladığı tavuk gübresinin bakır içeriğini azalttığı sonucuna varmıştır. Tarakçioğlu ve ark., (2019) fındık zurufu, ahır gübresi ve biyokömür kullandıkları çalışmalarında inkübasyon süresine bağlı olarak toprakların ekstrakte edilebilir bakır içeriğinin azaldığını bildirmiştir. Bolat ve Kara (2017) organik maddece zengin topraklarda, bakırın organik maddeye çok güçlü bir şekilde bağlanması nedeniyle topraklarda bakır noksanlığının görülebileceğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmamızda söz konusu materyaller sonucu toprakta alınabilir bakır

içeriğinin azalması bu şekilde açıklanabilir. Ayrıca tüm toprakların bakır içeriği Follet ve Lindsay (1970)'nin belirttiği 'yeterli' düzeyindedir.

4.3.3 Alınabilir Mangan (Mn) İçeriği

Hercai menekşe yetiştiriciliğinde kullanılan bentonit ve tavuk gübresinin toprağın alınabilir mangan içeriğine etkisine ait veriler Çizelge 4.10'da, uygulama dozlarının toprakta meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.10'da gösterilmektedir. Bentonit ve tavuk gübresi uygulamalarının toprakların alınabilir mangan içeriğine etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Her iki organik materyalde toprakların alınabilir mangan içeriğini düşürmüştür.

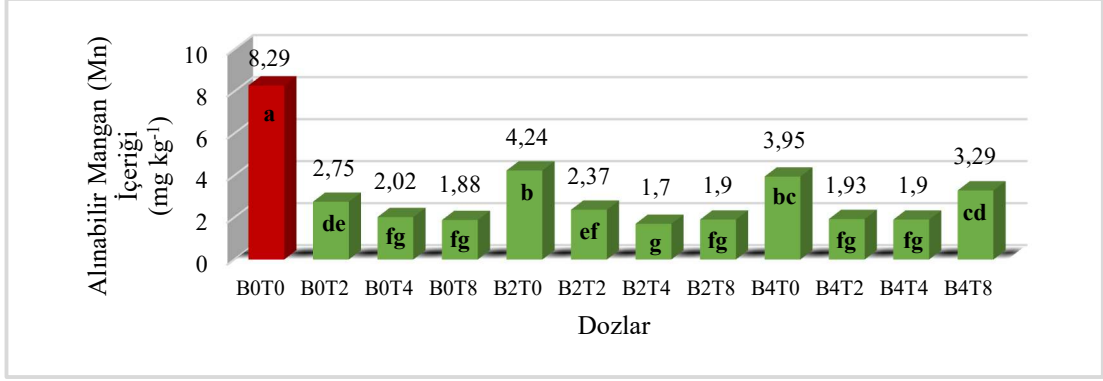
Çizelge 4.10 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Mangan (Mn) İçeriğine Etkisi (mg kg⁻¹)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	8.29 a	2.75 de	2.02 fg	1.88 fg	3.74 A
%2	4.24 b	2.37 ef	1.70 g	1.90 fg	2.55 B
%4	3.95 bc	1.93 fg	1.90 fg	3.29 cd	2.77 B
Ortalama	5.50 A	2.35 B	1.87 C	2.36 B	
LSD B	0.16199*				
LSD TG	0.18705*				
LDS B×TG	0.32397*				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresinin interaksyonu ile toprağın alınabilir mangan içeriği arasındaki ilişki istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Bentonit ve tavuk gübresinin birlikte toprağa ilave edilmesi demir ve bakırda olduğu gibi mangan içeriğini de düşürmüştür. Şekil 4.10 incelendiğinde görüleceği gibi toprakların alınabilir mangan içerikleri 1.70-8.29 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. En yüksek alınabilir mangan içeriği kontrol toprağı olan B₀T₀'da belirlenirken en düşük içerik B₂T₄ uygulama dozunda belirlenmiştir.



Şekil 4.10 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Mangan (Mn) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg⁻¹)

Toprakta manganın çözünürlüğü kum bünyeli ve yüksek pH değerine sahip topraklarda azalmaktadır (Yerli ve ark., 2020). Kara (1996) tavuk gübresini artan dozlarda kullandığı çalışmasında tavuk gübresi inkübasyon süresine bağlı olarak toprakların mangan içeriğini düşürmüştür. Mevcut çalışmamızda toprakların mangan içeriğinin uygulamalara bağlı olarak azalması, toprakların pH değerinin yüksek olmasından ve bentonitin adsorbsiyon özelliğine sahip olmasından kaynaklanabilir. Sillanpää (1990) toprakların mangan içeriğinin 4 mg kg⁻¹'den daha az değerleri 'çok az', 4-14 mg kg⁻¹ arasındaki değerleri ise 'az' olarak nitelendirmiştir. Bulgularımıza göre B₀T₀ ve B₂T₀ topraklarının mangan içeriği az, diğer toprakların mangan içeriği ise çok azdır.

4.3.4 Alınabilir Çinko (Zn) İçeriği

Bentonit ve tavuk gübresi uygulamalarının toprağın alınabilir çinko içeriğine etkisine ait veriler Çizelge 4.11'de, uygulama dozlarının toprakta meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.11'de gösterilmektedir. Bentonit uygulanmasının toprağın alınabilir çinko içeriğine etkisi önemsiz bulunurken tavuk gübresinin etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Tavuk gübresinin artan dozlarına bağlı olarak toprakların çinko içerikleri önemli derecede artmıştır. Tavuk gübresinin %8'lik uygulama dozu kontrol dozu ile karşılaştırıldığında alınabilir çinko içeriğini yaklaşık 6.6 kat artırmıştır.

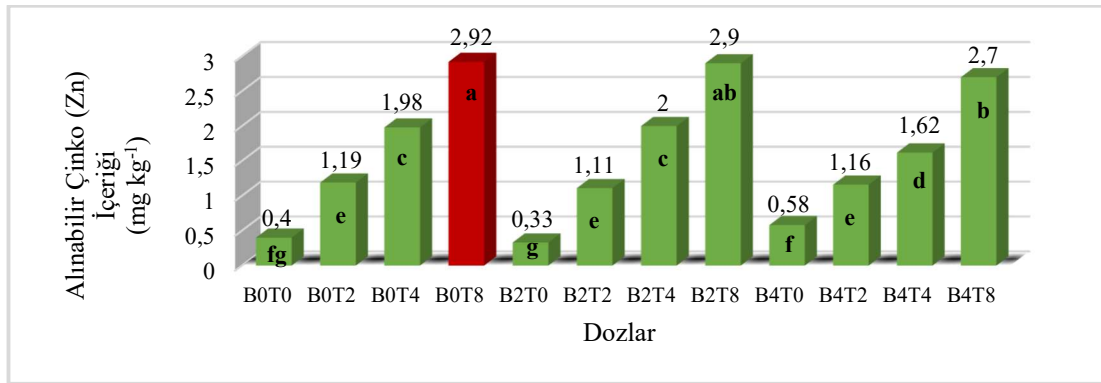
Çizelge 4.11 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Çinko (Zn) İçeriğine Etkisi (mg kg^{-1})

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	0.40 fg	1.19 e	1.98 c	2.92 a	1.62
%2	0.33 g	1.11 e	2.00 c	2.90 ab	1.57
%4	0.58 f	1.16 e	1.62 d	2.70 b	1.51
Ortalama	0.43 D	1.15 C	1.86 B	2.83 A	
LSD B	Ö.d				
LSD TG	0.06109*				
LSD B×TG	0.10581*				

*İstatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemlidir

Toprağın alınabilir çinko içeriği ile bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonu arasındaki ilişki istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Şekil 4.11 incelendiğinde görüleceği gibi bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonu toprakların çinko içeriğini olumlu yönde etkilemiş ve artırmıştır. En yüksek çinko içeriği 2.92 mg kg^{-1} ile B₀T₈'de en düşük ise 0.33 mg kg^{-1} ile B₂T₀ uygulama dozlarında belirlenmiştir. Kontrol toprağına karşılaştırıldığında en yüksek içeriğe sahip uygulama dozunda yaklaşık 7.3 kat artış olmuştur.



Şekil 4.11 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Çinko (Zn) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1})

Tavalı ve ark., (2014) toprağına uygulanan vermikompost ve tavuk gübresinin toprağın çinko içeriğini artırdığını belirtmişlerdir. Czaban ve Siebielec (2013) ise toprağına farklı dozlarda bentonit uyguladıkları çalışmalarında en yüksek dozda uygulanan bentonitin toprağın çinko içeriğini artırmada daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Bulgularımız bu çalışmalar ile uyum içindedir.

4.4 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Makro Besin Maddesi İçeriklerine Etkisi

4.4.1 Toplam Azot (N) İçeriği

Hercai menekşe yetiştiriciliğinde farklı dozlarda uygulanan bentonit ve tavuk gübresinin toprağın toplam azot içeriğine etkisine ait veriler Çizelge 4.12’de, uygulama dozlarının toprakta meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.12’de gösterilmektedir. Bentonit uygulanmasının toprağın toplam azot içeriğine etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Bentonit, toprakların azot içeriğini olumlu yönde etkilemiştir ve en yüksek değer %0.12 ile %4 bentonit uygulamasında belirlenmiştir. Tavuk gübresi uygulamasının, toprağın toplam azot içeriğine etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Tavuk gübresinin artan dozlarına bağlı olarak toprakların azot içeriği önemli düzeyde artmış ve en yüksek içerik %0.18 ile %8’lik tavuk gübresi uygulamasında belirlenmiştir. Kontrol dozu ile karşılaştırıldığında %8 tavuk gübresi uygulama dozu uygulanan toprakta yaklaşık 3 kat artış olmuştur.

Çizelge 4.12 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Toplam Azot (N) İçeriğine Etkisi (%)

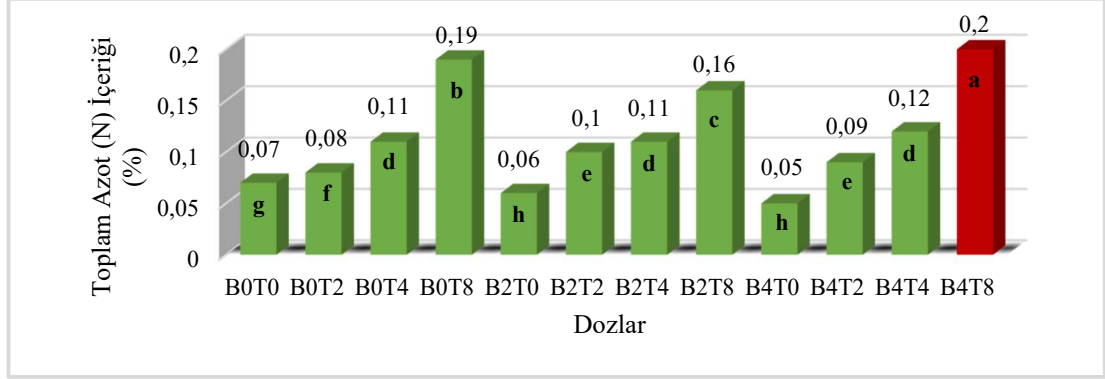
Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	0.07 g	0.08 f	0.11 d	0.19 b	0.11 A
%2	0.06 h	0.10 e	0.11 d	0.16 c	0.10 B
%4	0.05 h	0.09 e	0.12 d	0.20 a	0.12 A
Ortalama	0.06 D	0.10 C	0.11 B	0.18 A	
LSD B	0.00169*				
LSD TG	0.00195*				
LDS B×TG	0.00338*				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun toprağın toplam azot içeriği üzerine yaptığı etki istatistiksel anlamda %1 önemli bulunmuştur. Şekil 4.12 incelendiğinde görüleceği gibi toprağın azot içeriği %0.05-0.2 arasında değişmektedir. En yüksek toprak azot içeriği; bentonit ile tavuk gübresinin en yüksek oranlarda bulunduğu B₄T₈’de, en düşük içerik ise bentonitin en yüksek oranda bulunduğu ve tavuk gübresinin olmadığı B₄T₀ dozunda görülmektedir. Kontrol toprağı olan B₀T₀ ile en yüksek azot içeriğine sahip olan uygulama dozu arasında yaklaşık 2.9 kat artış yaşanmıştır. Tavuk gübresinin hem tek başına hem de bentonit ile uygulanması

toprağın azot içeriğini belirgin bir şekilde artırmıştır. Bentonitin ise tek başına uygulanması kontrol toprağına kıyasla azot içeriğini düşürürken, tavuk gübresi ile birlikte kullanılması azot içeriğini artırmıştır.



Şekil 4.12 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Toplam Azot (N) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (%)

Kılıç ve Sönmez (2019) artan dozlarda tavuk gübresi kullanımının toprağın azot içeriğini de paralel olarak artırdığını bildirmişlerdir. Benzer bir çalışmada Dede ve ark., (2006) İmpatiens bitkisinin yetiştirme ortamı olarak tavuk gübresini kullandıkları çalışmada tavuk gübresinin toprak azot içeriğini artırdığı sonucuna varmışlardır. Ye ve ark., (2020) tavuk gübresinin toprağın azot içeriğini önemli derecede etkilediğini ve artış sağladığını belirtmişlerdir. Bulgularımız bu çalışmalar ile uyum içerisindedir.

4.4.2 Alınabilir Fosfor (P) İçeriği

Toprağına farklı dozlarda uygulanan bentonit ve tavuk gübresinin toprağın alınabilir fosfor içeriğine etkisine ait veriler Çizelge 4.13'te, uygulama dozlarının toprakta meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.13'te gösterilmektedir. Bentonit uygulaması toprağın alınabilir fosfor içeriğine etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Bentonit, toprağın alınabilir fosfor içeriğini olumlu yönde etkilemiş ve en yüksek değer 94 mg kg^{-1} ile %2 bentonit uygulamasında elde edilmiştir. %4 bentonit uygulanan toprakta ise kontrol toprağına kıyasla daha düşük fosfor içeriği tespit edilmiştir. Tavuk gübresi uygulaması ile toprağın alınabilir fosfor içeriği arasındaki ilişki istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Tavuk gübresinin yüksek fosfor içeriğine sahip olması sebebiyle toprağın fosfor içeriğini de artırmış; kontrol toprağına kıyasla yaklaşık 5.9 kat artış yaşanmıştır.

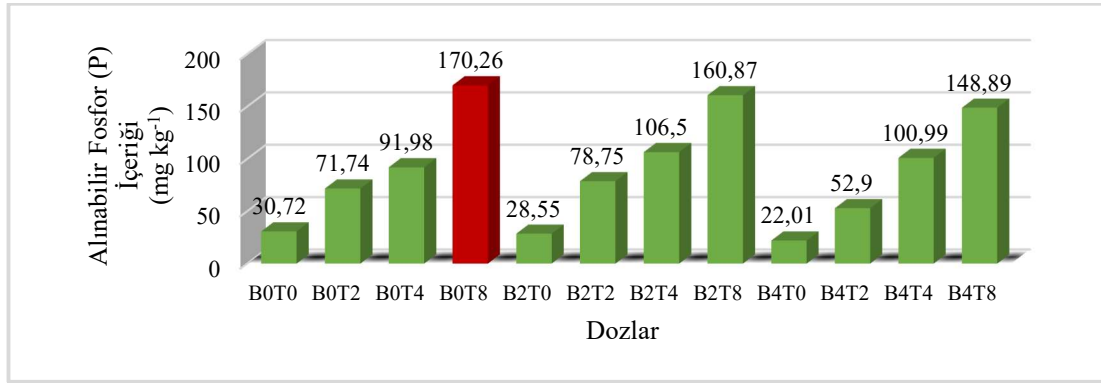
Çizelge 4.13 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Fosfor (P) İçeriğine Etkisi (mg kg^{-1})

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	30.72	71.74	91.98	170.26	91 A
%2	28.55	78.75	106.5	160.87	94 A
%4	22.01	52.90	100.99	148.89	81 B
Ortalama	27 D	68 C	100 B	160 A	
LSD B	3.89731*				
LSD TG	4.50022*				
LSD B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun toprağın fosfor içeriği üzerine yaptığı etki istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Ancak, Şekil 4.13 incelendiğinde görüleceği gibi toprağın alınabilir fosfor içeriğinde en yüksek artış; tavuk gübresinin tek başına ve en yüksek oranda uygulandığı $170.26 \text{ mg kg}^{-1}$ ile B_0T_8 'de görülmektedir. En düşük toprak fosfor içeriği ise 22.01 mg kg^{-1} ile B_4T_0 dozunda belirlenmiştir. Bentonit ve tavuk gübresinin interaksiyonunda, bentonitin tavuk gübresinin toprakların fosfor içeriğini artırma etkisini sınırlandırdığı görülmektedir.



Şekil 4.13 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Fosfor (P) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1})

Toprakta fosfor fiksasyonuna toprak pH'sı, toprakta bulunan kil tipi ve miktarı, kireç ve organik madde miktarı gibi etmenler etki eder. Toprak fosforu alkalın koşullarda Ca ve Mg ile reaksiyona girerek elverişsiz duruma geçer (Bilen ve Sezen, 1993). Mevcut çalışmamızda bentonitin alkalın özellik göstermesi ve içeriğinde bulunan yüksek Ca ve Mg içeriği nedeniyle toprakta bulunan fosforun fiksasyona uğrayarak toprakların alınabilir fosfor içeriğini düşmesi bu şekilde açıklanabilir. Özenç (2004) iki yıl süren çalışmasında züruf, peat, çiftlik gübresi ve tavuk gübresi

olmak üzere dört farklı kökenli organik materyal kullanmış ve çalışma sonunda toprağın fosfor içeriğini en fazla arttıran materyalin tavuk gübresi olduğu sonucuna varmıştır. Benzer şekilde Kobierski ve ark., (2017) on yıl boyunca yürüttükleri çalışmada tavuk gübresi ile gübrelenen toprakların fosfor içeriğinin önemli derecede arttığını bildirmiştir. Bulgularımız söz konusu çalışmalar ile uyum içindedir.

4.4.3 Alınabilir Potasyum (K) İçeriği

Hercai menekşe yetiştiriciliğinde toprağa uygulanan bentonit ve tavuk gübresinin toprağın alınabilir potasyum içeriğine etkisine ait veriler Çizelge 4.14'te, uygulama dozlarının toprakta meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.14'te gösterilmektedir. Bentonit ve tavuk gübresi uygulamaları toprakların alınabilir potasyum içeriğine etkisi istatistiksel anlamda sırasıyla %5 ve %1 oranında önemli bulunmuş ve artırmışlardır. Kontrol toprağına karşılaştırıldığında toprakların potasyum içeriklerini bentonit yaklaşık 1.2 kat artırırken, daha yüksek potasyum içeriğine sahip olması sebebiyle tavuk gübresi yaklaşık 4.2 kat artırmıştır.

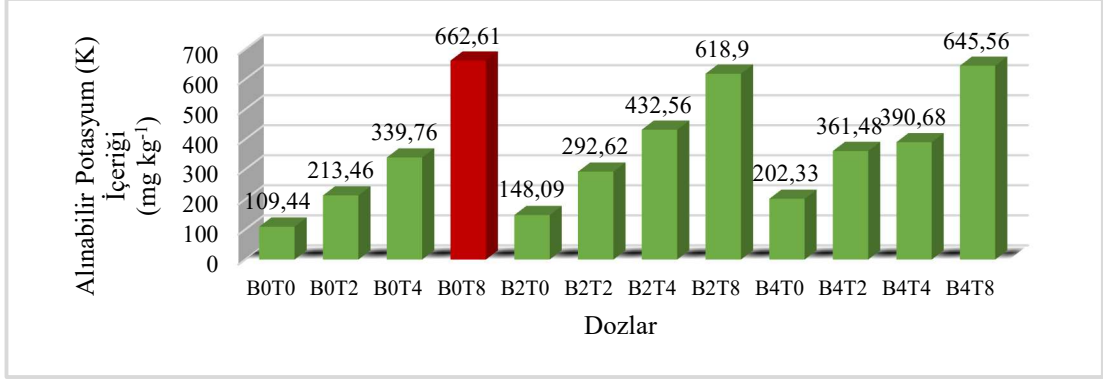
Çizelge 4.14 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Potasyum (K) İçeriğine Etkisi (mg kg⁻¹)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	109.44	213.46	339.76	662.61	331 B
%2	148.09	292.62	432.56	618.9	373 AB
%4	202.33	361.48	390.68	645.56	400 A
Ortalama	153 D	289 C	388 B	642 A	
LSD B	23.9149**				
LSD TG	27.6145*				
LSD B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun toprağın alınabilir potasyum içeriği üzerine yaptığı etki istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Ancak, Şekil 4.14 incelendiğinde görüleceği gibi bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun uygulama dozları toprağın potasyum içeriğini olumlu yönde etkilemiştir. Sonuçlara göre toprağın potasyum içeriği en düşük 109.44 mg kg⁻¹ ile kontrol toprağında yani B₀T₀'da, en yüksek ise 662.61 mg kg⁻¹ ile B₀T₈ uygulama dozunda tespit edilmiştir.



Şekil 4.14 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Potasyum (K) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg⁻¹)

Kobierski ve ark., (2017) yürüttükleri çalışmada on yıl boyunca tavuk gübresi uygulanan çalışmada toprağın potasyum içeriğinde önemli artışlar yaşandığı bildirilmiştir. Benzer başka bir çalışmada Çıtak ve ark., (2011) organik gübrenin toprağa ilave edilmesiyle potasyum içeriğinin önemli düzeyde artırdığını bildirmiştir. Czaban ve Siebielec (2013) kumlu toprağa artan dozlarda uyguladıkları bentonitin otuz yıl sonraki etkilerini inceledikleri çalışmada bentonitin uygulama dozlarına paralel olarak toprakların potasyum içeriğini artırdığını bildirmiştir. Sonuçlar bu çalışmalar ile uyum içindedir. Bentonit ve tavuk gübresi uygulamaları toprakların alınabilir potasyum içeriğini artırmıştır.

4.4.4 Alınabilir Kalsiyum (Ca) İçeriği

Toprağa farklı dozlarda uygulanan bentonit ve tavuk gübresinin toprağın alınabilir kalsiyum içeriğine etkisine ait veriler Çizelge 4.15'te, uygulama dozlarının toprakta meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.15'te gösterilmektedir. Yüksek kalsiyum içeriğine sahip olması sebebiyle bentonit uygulaması toprağın alınabilir kalsiyum içeriğini olumlu yönde etkilemiş ve artırmıştır. Kontrol toprağına kıyasla yaklaşık 1.4 kat artış sağlamıştır. Bentonitin bu etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Tavuk gübresi uygulaması ise toprağın alınabilir kalsiyum içeriğine etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

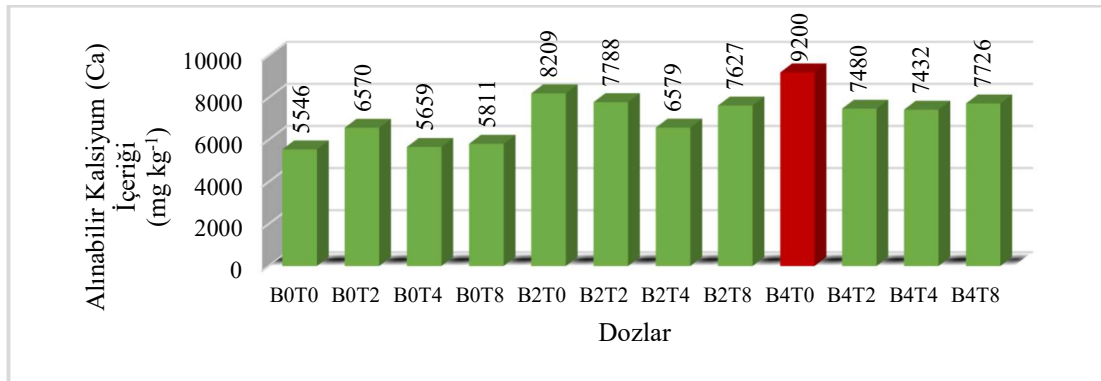
Çizelge 4.15 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Kalsiyum (Ca) İçeriğine Etkisi (mg kg^{-1})

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	5546	6570	5659	5811	5896 B
%2	8209	7788	6579	7627	7551 A
%4	9200	7480	7432	7726	7960 A
Ortalama	7652	7280	6556	7055	
LSD B	609.6*				
LSD TG	Ö.d				
LSD B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun toprağın kalsiyum içeriği üzerine yaptığı etki istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Ancak, Şekil 4.15 incelendiğinde görüleceği gibi kontrol toprağı ile karşılaştırıldığında bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonu kalsiyum içeriğini olumlu yönde etkilediği görülmektedir. En yüksek artış ise $9200.11 \text{ mg kg}^{-1}$ ile B₄T₀ uygulama dozunda tespit edilmiş ve kontrol toprağına kıyasla yaklaşık 1.7 kat artırmıştır.



Şekil 4.15 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Kalsiyum (Ca) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1})

Tavalı ve ark., (2014) yürüttükleri çalışmada tavuk gübresi ve vermikompostun toprağın kalsiyum kapsamına etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu sonucuna varmışlardır. Czaban ve Siebielec (2013) bentonitin toprak özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, en yüksek dozda bentonit uygulanan toprakta daha fazla Ca içeriğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma söz konusu çalışmalar ile uyum içerisindedir.

4.4.5 Alınabilir Magnezyum (Mg) İçeriği

Farklı dozlarda uygulanan bentonit ve tavuk gübresinin toprağın alınabilir magnezyum içeriğine etkisine ait veriler Çizelge 4.16'da, uygulama dozlarının toprakta meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.16'da gösterilmektedir. Bentonit uygulaması ile toprağın alınabilir magnezyum içeriği arasındaki ilişki istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Bentonit, toprağın magnezyum içeriğini artırmış ve en yüksek değer 188 mg kg⁻¹ ile %2 bentonit uygulamasında belirlenmiştir. Tavuk gübresi uygulamasının toprağın alınabilir magnezyum içeriğine etkisi ise istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Etkisinin önemsiz bulunmasına rağmen toprakların magnezyum içeriğini olumlu yönde etkilemiştir.

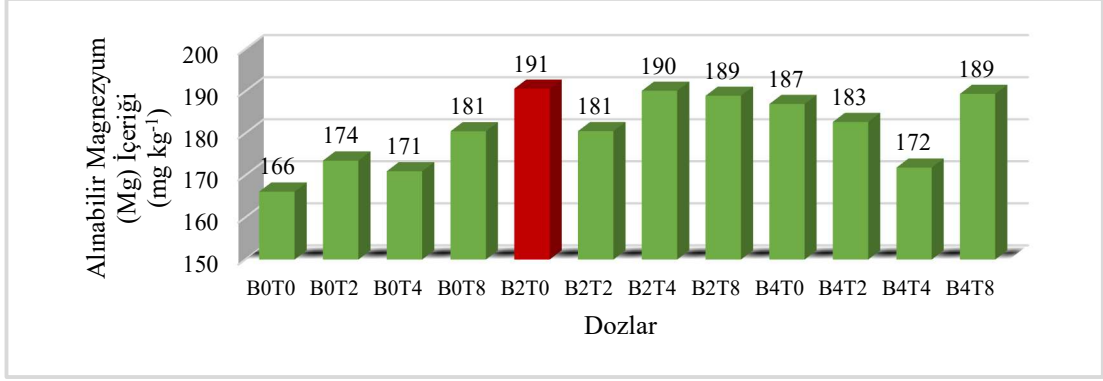
Çizelge 4.16 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Magnezyum (Mg) İçeriğine Etkisi (mg kg⁻¹)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	166	174	171	181	173 B
%2	191	181	190	189	188 A
%4	187	183	172	189	183 A
Ortalama	181	179	178	186	
LSD B	3.77735*				
LSD TG	Ö.d				
LSD B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun toprağın magnezyum içeriği üzerine yaptığı etki istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Ancak, Şekil 4.16 incelendiğine görüleceği gibi uygulama dozları arasında en yüksek magnezyum içeriği 190.64 mg kg⁻¹ ile B₂T₀'da, en düşük ise 166.15 mg kg⁻¹ ile kontrol toprağı olan B₀T₀'da tespit edilmiş; kontrol toprağına kıyasla toprağın magnezyum içeriğinde yaklaşık 1.1 kat artış yaşanmıştır. Sonuç olarak bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonu toprağın magnezyum içeriğini yükseltmiştir.



Şekil 4.16 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Toprağın Alınabilir Magnezyum (Mg) İçeriğinde Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg⁻¹)

Czaban ve Siebielec (2013) toprağa 4 farklı dozda uygulanan bentonitin otuz yıl sonraki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda en yüksek dozda bentonit uygulanan toprakta daha yüksek magnezyum içeriği tespit etmişlerdir. Birçok çalışmada tavuk gübresinin toprağın makro ve mikro besin madde içeriklerini artırdığı dolayısıyla toprak verimliliğine katkı sağladığı bildirilmiştir (Agbede ve ark., 2020; Azmi ve ark., 2020). Söz konusu çalışmalarda olduğu gibi bulgularımızda bentonit ve tavuk gübresinin toprağın besin maddesi içeriklerini artırdığını göstermektedir.

4.5 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Mikro Besin Maddesi Konsantrasyonlarına Etkisi

4.5.1 Demir (Fe) Konsantrasyonu

Toprağa farklı dozlarda uygulanan bentonit ve tavuk gübresinin hercai menekşe bitkilerinin toplam demir konsantrasyonuna etkisine ait veriler Çizelge 4.17’de, uygulama dozlarının bitkilerin demir konsantrasyonunda meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.17’de gösterilmektedir. Bentonit uygulamasının hercai menekşenin toplam demir konsantrasyonuna etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunurken tavuk gübresinin etkisi %1 oranında önemli bulunmuştur. Tavuk gübresi uygulanan topraklarda yetişen bitkinin toplam demir konsantrasyonu kontrol bitkisine kıyasla daha az tespit edilmiştir.

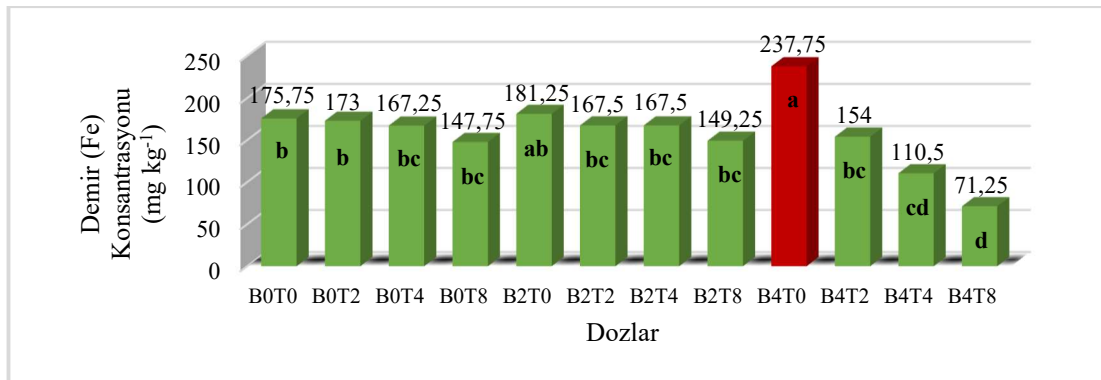
Çizelge 4.17 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Demir (Fe) Konsantrasyonuna Etkisi (mg kg^{-1})

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	175.75 b	173.00 b	167.25 bc	147.75 bc	165.94
%2	181.25 ab	167.50 bc	167.50 bc	149.25 bc	166.38
%4	237.75 a	154.00 bc	110.50 cd	71.25 d	143.38
Ortalama	198.25 A	164.83 AB	148.41 BC	122.75 C	
LSD B	Ö.d				
LSD TG	16.8619*				
LDS B×TG	29.2057**				

*İstatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun hercai menekşe bitkisinin demir konsantrasyonu üzerine etkisi istatistiksel anlamda %5 oranında önemli bulunmuştur. Şekil 4.17 incelendiğinde görüleceği gibi tavuk gübresi ve bentonit interaksiyonunda yetiştirilen bitkilerin demir konsantrasyonlarının daha az olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple en yüksek demir konsantrasyonu $237.75 \text{ mg kg}^{-1}$ ile B₄T₀'de, en düşük demir konsantrasyonu ise 71.25 mg kg^{-1} ile B₄T₈ uygulama dozunda tespit edilmiştir. Kontrol toprağında yetiştirilen hercai menekşe bitkisi ile karşılaştırıldığında en yüksek demir konsantrasyonuna sahip hercai menekşe bitkisi arasında yaklaşık 1.4 kat artış yaşanmıştır.



Şekil 4.17 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Demir (Fe) Konsantrasyonunda Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg^{-1})

Demir, bitkilerin büyümesi ve gelişimi için önemli bir rol oynayan mikro besin elementidir. Gelişme ortamının yüksek pH değeri, yüksek kireç düzeyi, düşük organik madde içeriği, yetersiz havalanma, yüksek ve düşük sıcaklık gibi birçok faktöre sahip olması sebebiyle bitkilerce demirin alınabilirliği zorlaşmaktadır (Akat ve ark., 2013).

Mevcut çalışmamızda bentonit ve tavuk gübresinin uygulanmasına bağlı olarak bitkilerin demir konsantrasyonunun azalması söz konusu faktörler kaynaklı topraktaki alınabilir demirin azalması olabilir. Kocabaş ve ark., (2007) tavuk gübresi, sığır gübresi ve koyun gübresinin Adaçayı bitkisinin besin içeriğine etkisini inceledikleri çalışmalarında uygulama dozlarına bağlı olarak bitkinin demir içeriğinin azaldığı sonucuna varmışlardır. Jones ve ark., (1991) süs bitkilerinin için demir optimum düzeyinin 50-200 ppm arasında olduğunu ifade etmişlerdir. Bu durumda B₄T₀ uygulama dozunda yetiştirilen hercai menekşe bitkisinin demir konsantrasyonu optimum düzeyin üstünde, diğer tüm uygulama dozlarında yetiştirilen bitkilerin ise optimum düzey içerisinde yer aldığı görülmektedir. Deneme süresi boyunca ve sonunda bentonit ve tavuk gübresi uygulamalarında yetiştirilen bitkilerdeki demirin kontrol bitkisine kıyasla az olmasına karşın bitkilerde demir eksikliğine dair bir belirtinin olmaması bu şekilde açıklanabilir.

4.5.2 Bakır (Cu) Konsantrasyonu

Toprağa farklı dozlarda uygulanan bentonit ve tavuk gübresinin hercai menekşe bitkilerinin toplam bakır konsantrasyonuna etkisine ait veriler Çizelge 4.18'de, uygulama dozlarının bitkilerin bakır konsantrasyonunda meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.18'de gösterilmektedir. Hem bentonit hem de tavuk gübresi uygulamalarının hercai menekşe bitkisinin toplam bakır konsantrasyonuna etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.18 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Bakır (Cu) Konsantrasyonuna Etkisi (mg kg⁻¹)

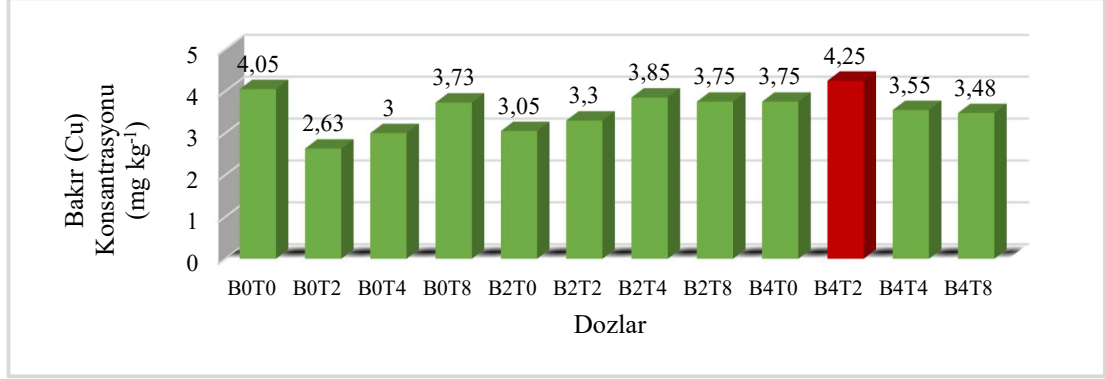
Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	4.05	2.63	3.00	3.73	3.35
%2	3.05	3.30	3.85	3.75	3.49
%4	3.75	4.25	3.55	3.48	3.76
Ortalama	3.62	3.40	3.47	3.65	
LSD B	Ö.d				
LSD TG	Ö.d				
LDS B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonu ile hercai menekşe bitkisinin toplam bakır konsantrasyonu arasındaki ilişki istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur.

Ancak, Şekil 4.18 incelendiğinde görüleceği gibi en yüksek bakır konsantrasyonu 4.25 mg kg⁻¹ ile B₄T₂'de, en düşük bakır konsantrasyonu ise 2.63 mg kg⁻¹ ile B₀T₂ uygulama dozunda yetiştirilen bitkilerde tespit edilmiştir. Kontrol toprağında yetiştirilen hercai menekşe bitkisine kıyasla bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun B₄T₂ uygulama dozu hariç diğer tüm uygulama dozlarında bitkinin bakır konsantrasyonunu düşürmüştür.



Şekil 4.18 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Bakır (Cu) Konsantrasyonunda Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg⁻¹)

Bakır bitkilerde protein sentezi, solunum ve klorofil üretiminde etkin bir rol oynayan bitki besin elementidir. Toprakta bulunan organik maddenin bakır elementini sıkı bir şekilde tutması sebebiyle topraktaki bakırın alınabilirliği güçleşmektedir (Bolat ve Kara, 2017). Çalışmada bentonit ve tavuk gübresi uygulamalarının bitkinin bakır konsantrasyonuna etkisi istatistiksel anlamda önemsiz olmasına rağmen bakır konsantrasyonunun azalması da organik kökenli olan tavuk gübresinden kaynaklanmaktadır. Sönmez ve ark., (2019) yürüttükleri çalışmada tavuk gübresinin domates bitkisinin bakır içeriğine etkisi önemsiz bulunmuşlardır. Ayrıca sonuçlarımız Jones ve ark., (1991)'in 'yeterli düzey' olarak nitelendirdiği bakır konsantrasyonu içerisinde yer almaktadır. Bu sebeple bitkilerde bakır noksanlığı görülmemiştir.

4.5.3 Mangan (Mn) Konsantrasyonu

Toprağa farklı dozlarda uygulanan bentonit ve tavuk gübresinin hercai menekşe bitkilerinin toplam mangan konsantrasyonuna etkisine ait veriler Çizelge 4.19'da, uygulama dozlarının bitkilerin mangan konsantrasyonunda meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.19'da gösterilmektedir. Bentonit uygulamasının hercai menekşe bitkilerin toplam mangan konsantrasyonuna etkisi istatistiksel anlamda önemli

bulunmamıştır. Tavuk gübresi uygulamasının ise bitkilerin mangan konsantrasyonuna etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. En yüksek etkiyi 76.88 mg kg⁻¹ ile %8 tavuk gübresi uygulaması göstermiştir.

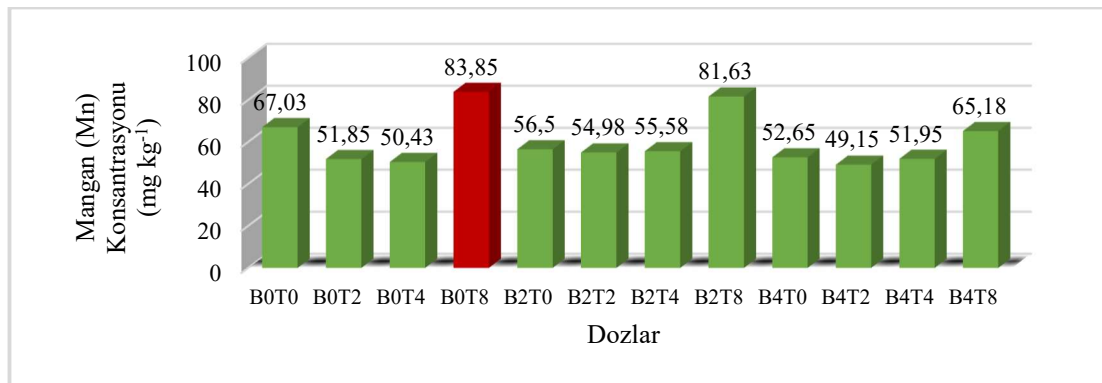
Çizelge 4.19 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Mangan (Mn) Konsantrasyonuna Etkisi (mg kg⁻¹)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	67.03	51.85	50.43	83.85	63.29
%2	56.50	54.98	55.58	81.63	62.17
%4	52.65	49.15	51.95	65.18	54.73
Ortalama	58.73 B	52.00 B	52.65 B	76.88 A	
LSD B	Ö.d				
LSD TG	4.71161*				
LDS B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun bitkilerin mangan konsantrasyonuna etkisi ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ancak, Şekil 4.19 incelendiğinde görüleceği gibi kontrol toprağında yani B₀T₀'da yetiştirilen hercai menekşe bitkisine karşılaştırıldığında bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun B₀T₈ ve B₂T₈ uygulama dozları hariç diğer tüm uygulama dozlarında bitkinin mangan konsantrasyonunu düşürmüştür. En yüksek mangan konsantrasyonu 83.85 mg kg⁻¹ ile B₀T₈'de, en düşük mangan konsantrasyonu ise 49.15 mg kg⁻¹ ile B₄T₂ uygulama dozunda yetiştirilen hercai menekşe bitkisinde görülmektedir.



Şekil 4.19 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Mangan (Mn) Konsantrasyonunda Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg⁻¹)

Sonuçlar dikkate alındığında tavuk gübresinin %8 uygulama dozu mangan konsantrasyonunu olumlu yönde etki gösterirken, bentonitin varlığı bu etkiyi

sınırlandırdığı söylenebilmektedir. Bu durum bentonitin adsorbsiyon özelliğine sahip olması ve toprağın pH değerini yükseltmesi sebebiyle toprakta bulunan manganın bitkilerce alınabilirliğini engellemesinden kaynaklanabilir. Bulgularımız Jones ve ark., (1991) süs bitkileri için ‘optimum düzey’ olarak nitelendirdiği mangan konsantrasyonu içerisinde yer almaktadır. Bu sebeple uygulama dozları fark etmeksizin hercai menekşe bitkilerinin hiçbirinde mangan noksanlığı görülmemiştir.

4.5.4 Çinko (Zn) Konsantrasyonu

Toprağa farklı dozlarda uygulanan bentonit ve tavuk gübresinin hercai menekşe bitkilerinin toplam çinko konsantrasyonuna etkisine ait veriler Çizelge 4.20’de, uygulama dozlarının bitkilerin çinko konsantrasyonunda meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.20’de gösterilmektedir. Hem bentonit hem de tavuk gübresi uygulamalarının hercai menekşe bitkilerinin toplam çinko konsantrasyonuna etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

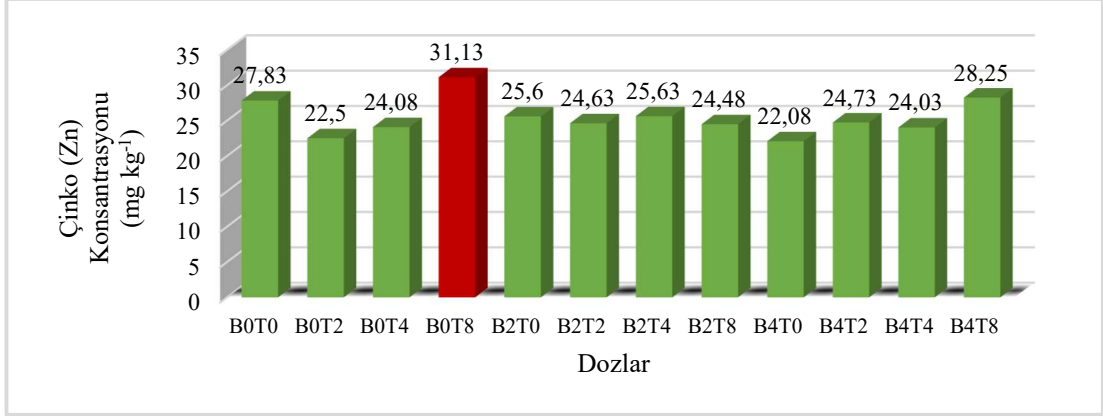
Çizelge 4.20 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Çinko (Zn) Konsantrasyonuna Etkisi (mg kg^{-1})

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	27.83	22.50	24.08	31.13	26.38
%2	25.60	24.63	25.63	24.48	25.08
%4	22.08	24.73	24.03	28.25	24.77
Ortalama	25.17	23.95	24.58	27.95	
LSD B	Ö.d				
LSD TG	Ö.d				
LDS B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksyonu ile bitkilerin çinko konsantrasyonu arasındaki ilişki istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Ancak, Şekil 4.20 incelendiğinde görüleceği gibi kontrol toprağında yetiştirilen hercai menekşe bitkisine kıyasla bentonit ve tavuk gübresi interaksyonu B_0T_8 ve B_4T_8 uygulama dozları hariç diğer tüm uygulama dozları bitkinin çinko konsantrasyonunu düşürmüştür. En yüksek çinko konsantrasyonu 31.13 mg kg^{-1} ile B_0T_8 ’de, en düşük çinko konsantrasyonu ise 22.08 mg kg^{-1} ile B_4T_0 uygulama dozunda yetiştirilen hercai menekşe bitkisinde görülmektedir.



Şekil 4.20 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Çinko (Zn) Konsantrasyonunda Meydana Getirdiği Değişimler (mg kg⁻¹)

Sönmez ve ark., (2019) tavuk gübresinin domates bitkisinin çinko içeriğine istatistiksel anlamda etkili olmadığını belirtmişlerdir. Jones ve ark., (1991) süs bitkilerinin çinko içeriğinin optimum olarak 25-200 ppm arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Bulgularımıza göre bazı bitkilerin çinko konsantrasyonları optimum düzey altında kalmasına rağmen hiçbir bitkide çinko noksanlığı görülmemiştir.

4.6 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Makro Besin Maddesi Konsantrasyonlarına Etkisi

4.6.1 Toplam Azot (N) Konsantrasyonu

Toprağa farklı dozlarda uygulanan bentonit ve tavuk gübresinin hercai menekşe bitkilerinin toplam azot konsantrasyonuna etkisine ait veriler Çizelge 4.21’de, uygulama dozlarının bitkilerin azot konsantrasyonunda meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.21’de gösterilmektedir. Bentonit uygulamasının hercai menekşe bitkilerinin toplam azot konsantrasyonları üzerine etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuş ve bitkilerin azot konsantrasyonu olumlu yönde etkilemiştir. En yüksek azot konsantrasyonu 3.51 mg kg⁻¹ ile %4 bentonit uygulamasında tespit edilmiştir. Tavuk gübresi uygulaması ile bitkilerin azot konsantrasyonu arasındaki ilişki istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Tavuk gübresinin uygulama dozlarına paralel olarak bitkilerin azot konsantrasyonu artmış ve en yüksek değer 3.86 ile %8’lik uygulama dozunda belirlenmiştir.

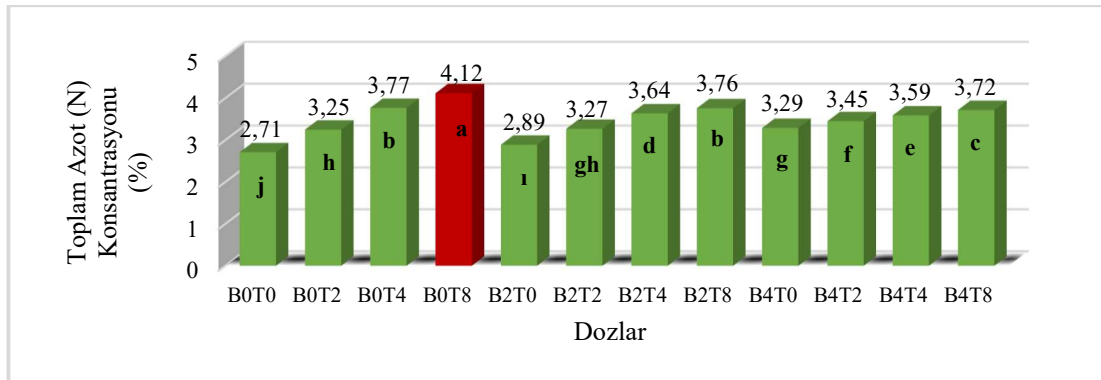
Çizelge 4.21 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Azot (N) Konsantrasyonuna Etkisi (%)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	2.71 j	3.25 h	3.77 b	4.12 a	3.46 B
%2	2.89 i	3.27 gh	3.64 d	3.76 b	3.39 C
%4	3.29 g	3.45 f	3.59 e	3.72 c	3.51 A
Ortalama	2.96 D	3.32 C	3.67 B	3.86 A	
LSD B	0.0088*				
LSD TG	0.01017*				
LSD B×TG	0.01761*				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun bitkilerin toplam azot konsantrasyonu üzerine etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Bitkilerin azot konsantrasyonunu artırmada bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonu da etkili olmuştur. Tavuk gübresinin azot içeriğinin bentonite kıyasla daha yüksek olması sebebiyle bu artırmada tavuk gübresi daha etkili olmuştur. Şekil 4.21 incelendiğinde görüleceği gibi bitkilerin azot konsantrasyonu %2.71-4.12 arasında değişmektedir. Kontrol toprağında yani B₀T₀'da yetiştirilen hercai menekşenin azot konsantrasyonu en düşük iken B₀T₈ uygulama dozunda yetiştirilen hercai menekşenin azot konsantrasyonu en yüksektir. Azot konsantrasyonu bakımında bu iki uygulama arasında yaklaşık 1.5 kat artış yaşanmıştır.



Şekil 4.21 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Azot (N) Konsantrasyonunda Meydana Getirdiği Değişimler (%)

Agbede ve ark., (2020) Cocoyam bitkisi ile gerçekleştirdikleri çalışmanın sonunda toprağa tavuk gübresi uygulamasının bitkinin azot içeriğini kontrole kıyasla %69 oranında artırdığını bildirmişlerdir. Benzer başka çalışmalarda Sönmez ve ark., (2019) domates bitkisinde; Erel (1996) ise yulaf bitkisinin azot içeriğinin tavuk gübresi

dozlarına bağı olarak arttığını bildirmişlerdir. Bulgular bu çalışmalar ile uyum içindedir ve değerler Poole ve ark., (1981)'nin saksıda yetiştirilen süs bitkilerinin azot konsantrasyonu için 'optimum düzey' olarak nitelendirdiği aralık içerisinde.

4.6.2 Fosfor (P) Konsantrasyonu

Toprağa farklı dozlarda uygulanan bentonit ve tavuk gübresinin hercai menekşe bitkilerinin toplam fosfor konsantrasyonuna etkisine ait veriler Çizelge 4.22'de, uygulama dozlarının bitkilerin fosfor konsantrasyonunda meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.22'de gösterilmektedir. Bentonit ve tavuk gübresi uygulamalarının hercai menekşe bitkilerinin toplam fosfor konsantrasyonuna etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

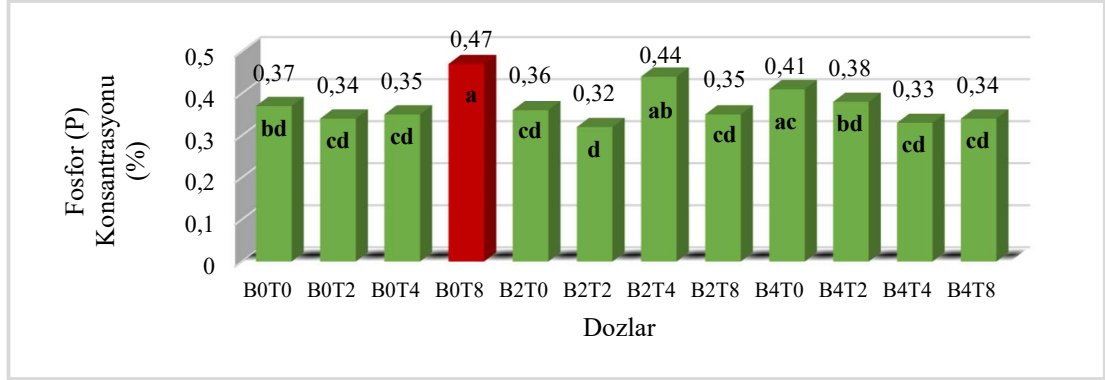
Çizelge 4.22 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Fosfor (P) Konsantrasyonuna Etkisi (%)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	0.37 b-d	0.34 cd	0.35 cd	0.47 a	0.38
%2	0.36 cd	0.32 d	0.44 ab	0.35 cd	0.37
%4	0.41 a-c	0.38 b-d	0.33 cd	0.34 cd	0.36
Ortalama	0.38	0.35	0.37	0.38	
LSD B	Ö.d				
LSD TG	Ö.d				
LDS B×TG	0.03968*				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonu ile bitkilerin fosfor konsantrasyonları arasındaki ilişki istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Şekil 4.22 incelendiğinde görüleceği gibi en yüksek fosfor konsantrasyonu %0.47 ile B₀T₈ uygulama dozunda belirlenirken, en düşük fosfor konsantrasyonu %0.32 ile B₂T₂ uygulama dozunda yetişen hercai menekşe bitkilerinde görülmektedir. Fosfor konsantrasyonu bakımından en yüksek konsantrasyona sahip hercai menekşe bitkisi ile kontrol toprağı olan B₀T₀'da yetişen hercai menekşe bitkisi arasında yaklaşık 1.3 kat artış yaşanmıştır.



Şekil 4.22 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Fosfor (P) Konsantrasyonunda Meydana Getirdiği Değişimler (%)

Sönmez ve ark., (2019) domates bitkisinde; Üçok ve ark., (2019) marul bitkisinde; Garg ve Bahl (2008) ise mısır bitkisinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında tavuk gübresinin bitkilerin fosfor içeriğini artırdığı sonucuna varmışlardır. Araştırma bu çalışmalar ile uyum içindedir ve tavuk gübresinin en yüksek dozda kullanılması hercai menekşe bitkisinin fosfor konsantrasyonunu artırmaktadır. Ayrıca Poole ve ark., (1981) tarafından süs bitkilerinin fosfor içeriği için ‘optimum düzey’ olarak nitelendirilen %0.15 ile %30 değerlerinin üstünde tespit edilmiştir.

4.6.3 Potasyum (K) Konsantrasyonu

Toprağa farklı dozlarda uygulanan bentonit ve tavuk gübresinin hercai menekşe bitkilerinin toplam potasyum konsantrasyonuna etkisine ait veriler Çizelge 4.23’te, uygulama dozlarının bitkilerin potasyum konsantrasyonunda meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.23’te gösterilmektedir. Hem bentonit hem de tavuk gübresi uygulamalarının hercai menekşe bitkisinin toplam potasyum konsantrasyonuna etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

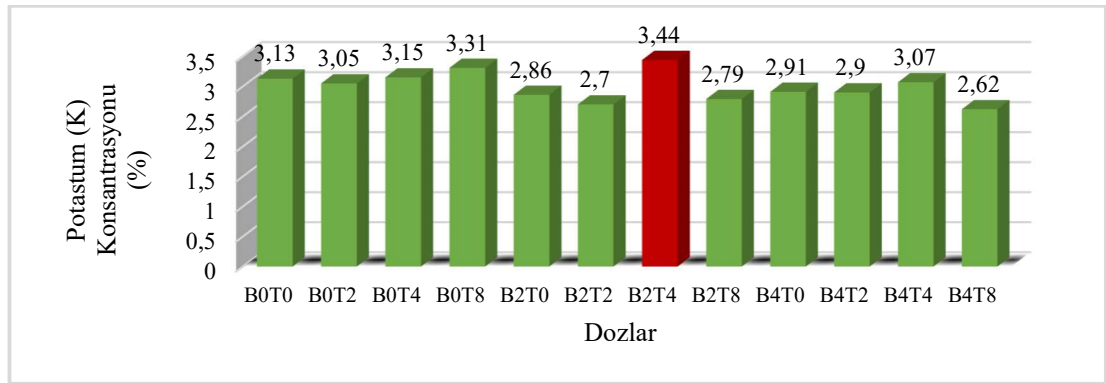
Çizelge 4.23 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Potasyum (K) Konsantrasyonuna Etkisi (%)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	3.13	3.05	3.15	3.31	3.16
%2	2.86	2.70	3.44	2.79	2.94
%4	2.91	2.90	3.07	2.62	2.88
Ortalama	2.97	2.88	3.22	2.91	
LSD B	Ö.d				
LSD TG	Ö.d				
LDS B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun bitkilerin potasyum konsantrasyonuna etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Ancak, Şekil 4.23 incelendiğinde görüleceği gibi bitkilerin potasyum konsantrasyonları %3.44-2.62 arasında değişmektedir. En yüksek konsantrasyon B₂T₄ uygulama dozunda yetiştirilen hercai menekşe bitkisinde belirlenmiştir. Bu uygulama dozu ile kontrol toprağında yetiştirilen hercai menekşe bitkisinin potasyum konsantrasyonu arasında yaklaşık 1.1 kat artış olmuştur. En düşük potasyum konsantrasyonu ise B₄T₈ ortamında yetiştirilen hercai menekşe bitkisinde tespit edilmiştir.



Şekil 4.23 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Potasyum (K) Konsantrasyonunda Meydana Getirdiği Değişimler (%)

Erdal ve ark., (2018) domates bitkisinin potasyum içeriğine toprağa uygulanan tavuk gübresinin önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Poole ve ark., (1981) süs bitkilerinde %1.5 ile %5 arasında potasyum içeriğine sahip olmasını ‘optimum düzey’ olarak belirtmişlerdir. Bu durumda tüm uygulama dozlarında yetiştirilen hercai menekşelerin potasyum konsantrasyonları optimum düzeydedir.

4.6.4.Kalsiyum (Ca) Konsantrasyonu

Toprağa farklı dozlarda uygulanan bentonit ve tavuk gübresinin hercai menekşe bitkilerinin toplam kalsiyum konsantrasyonuna etkisine ait veriler Çizelge 4.24’te, uygulama dozlarının bitkilerin kalsiyum konsantrasyonunda meydana getirdiği değişimler ise Şekil 4.24’te gösterilmektedir. Bentonit uygulamasının hercai menekşe bitkisinin toplam kalsiyum konsantrasyonuna etkisi %5 oranında önemli bulunmuştur. Bentonit uygulanan topraklarda yetiştirilen bitkilerde kontrol bitkisine kıyasla daha az kalsiyum konsantrasyonu tespit edilmiştir. Tavuk gübresi uygulaması ile bitkilerin toplam kalsiyum konsantrasyonu arasındaki ilişki istatistiksel anlamda %1

oranında önemli bulunmuştur. Tavuk gübresi bitkilerin kalsiyum konsantrasyonunu kontrol bitkisine göre düşürmüştür. Tavuk gübresinin uygulama dozunun artması ile bitkilerin kalsiyum konsantrasyonlarının artmasına karşın yine de kontrol bitkisinden daha yüksek değerlere ulaşmamıştır.

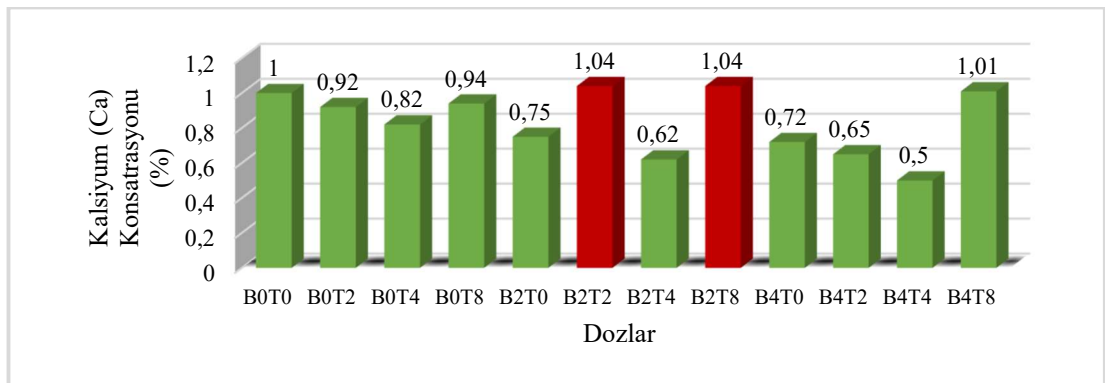
Çizelge 4.24 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Kalsiyum (Ca) Konsantrasyonuna Etkisi (%)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	1.00	0.92	0.82	0.94	0.92 A
%2	0.75	1.04	0.62	1.04	0.87 AB
%4	0.72	0.65	0.50	1.01	0.72 B
Ortalama	0.82 AB	0.87 A	0.65 B	1.00 A	
LSD B	0.07875**				
LSD TG	0.09093*				
LSD B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun bitkilerin kalsiyum konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Ancak, Şekil 4.24 incelendiğinde görüleceği gibi hercai menekşe bitkilerinin kalsiyum konsantrasyonları %0.5-1.04 arasında değişmektedir. Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun hercai menekşe bitkisinin kalsiyum konsantrasyonuna etkisinin önemsiz bulunmasına karşın en yüksek kalsiyum konsantrasyonunu B₂T₂ ve B₂T₈ uygulama dozları, en düşük konsantrasyonu ise B₄T₄ uygulama dozu göstermiştir.



Şekil 4.24 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Kalsiyum (Ca) Konsantrasyonunda Meydana Getirdiği Değişimler (%)

Kocabaş ve ark., (2007) tavuk gübresi, sığır gübresi ve koyun gübresinin Adaçayı bitkisinin besin içeriğine etkisini incelediği çalışmalarında en yüksek

kalsiyum içeriğini kontrol bitkisinde belirlemiştir. Bu durumun gübreleme ile daha fazla gelişen bitkilerde kalsiyumun seyrelmeye uğrayabileceğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmamızda da bentonit ve tavuk gübresi uygulanan bitkilerin daha az kalsiyum konsantrasyonuna sahip olması bu şekilde açıklanabilir. Jones ve ark., (1991) süs bitkilerinin optimum düzeyde kalsiyum içeriğinin %0.6-4.5 olarak belirtmişlerdir. Bulgularımıza göre B₄T₄ uygulama dozu hariç diğer tüm uygulama dozları optimum düzeyde kalsiyum konsantrasyonuna sahiptir.

4.7 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Gelişimine Etkisi

4.7.1 Estetik Görünüm Puanı

Süs bitkilerinin gelişim parametrelerinden biri olan estetik görünüm puanı üzerine bentonit ve tavuk gübresinin etkilerine ait veriler Çizelge 4.25'te, bitkide meydana getirdikleri değişimler ise Şekil 4.25'te gösterilmektedir. Bentonit ve tavuk gübresi uygulamalarının hercai menekşe bitkilerinin estetik görünüm puanları üzerine etkileri istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

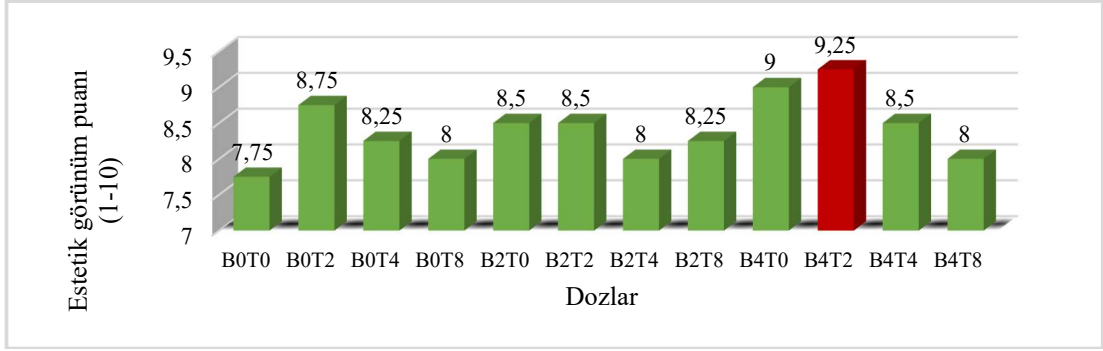
Çizelge 4.25 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Estetik Görünüm Puanına Etkisi (1-10)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	7.75	8.75	8.25	8.00	8.19
%2	8.50	8.50	8.00	8.25	8.31
%4	9.00	9.25	8.50	8.00	8.69
Ortalama	8.42	8.83	8.25	8.08	
LSD B	Ö.d				
LSD TG	Ö.d				
LSD B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Hercai menekşe bitkisinin estetik görünüm puanına bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Önemsiz bulunmasına karşın bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonu bitkilerin görünüşlerini olumlu yönde etkilemiştir. Şekil 4.25 incelendiğinde görüleceği gibi en yüksek estetik görünüm puanı alan 9.25 puan ile B₄T₂'da, en düşük ise 7.75 puan ile kontrol toprağında yani B₀T₀ uygulama dozlarında yetiştirilen hercai menekşe bitkileri olmuştur.



Şekil 4.25 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Estetik Görünüm Puanında Meydana Getirdiği Değişimler (1-10)



Şekil 4.26 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkilerinin Estetik Görünüm Puanlarına İlişkin Performansları

Meral (2006) Begonya bitkisinin; Çiçek (2010) ve Öz (2019) ise Primula bitkisinin estetik görünüm puanı üzerine farklı yetiştirme ortamlarının etkisini araştırmışlardır. Söz konusu araştırmalar sonunda yetiştirme ortamlarının estetik görünüm puanı üzerine ayrımlı bir etkisinin olmadığını belirlenmiştir. Mevcut

çalışmamızda da uygulanan organik materyallerin hercai menekşe bitkilerinin estetik görünüm puanlarında önemli farklılıklara neden olmamıştır. Belirlenen farklılıklar ise tesadüfen kaynaklanmakta ve istatistiksel anlamda önem taşımamaktadır.

4.7.2 Toplam Çiçek Sayısı

Süs bitkilerinin gelişim parametrelerinden biri olan toplam çiçek sayısı üzerine bentonit ve tavuk gübresinin etkilerine ait veriler Çizelge 4.26’da, bitkide meydana getirdikleri değişimler ise Şekil 4.27’de gösterilmektedir. Bentonit ve tavuk gübresi uygulamalarının hercai menekşe bitkilerinin toplam çiçek sayısı üzerine etkileri istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Söz konusu organik materyallerin etkisi önemsiz bulunmasına karşın bitkilerin çiçek sayılarını olumlu yönde etkilemiştir.

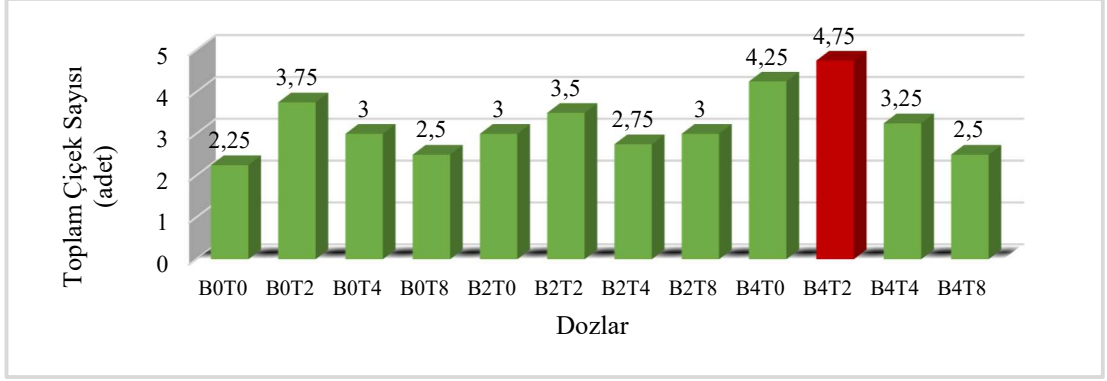
Çizelge 4.26 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Çiçek Sayısına Etkisi (adet saksı⁻¹)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	2.25	3.75	3.00	2.50	2.88
%2	3.00	3.50	2.75	3.00	3.06
%4	4.25	4.75	3.25	2.50	3.69
Ortalama	3.17	4.00	3.00	2.67	
LSD B	Ö.d				
LSD TG	Ö.d				
LDS B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonun hercai menekşe bitkisinin toplam çiçek sayısı üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Ancak, Şekil 4.27 incelendiğinde görüleceği gibi en fazla çiçek sayısına sahip olan B₄T₂’de, en az ise kontrol toprağında yetişen hercai menekşe bitkilerinde görülmektedir.



Şekil 4.27 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Çiçek Sayısında Meydana Getirdiği Değişimler (adet saksı⁻¹)

Bulgularımıza benzer olarak Bademkiran ve ark., (2018) sıvı ve katı olmak üzere iki farklı solucan gübresinin Nergis bitkisinin, Çiçek ve ark., (2021) ise farklı yetiştirme ortamlarının hercai menekşe bitkisinin çiçek sayısına etkisini istatistiksel anlamda önemli olmadığı sonucuna varmışlardır. Dede ve ark., (2006) ise yürüttükleri çalışmada tavuk gübresi ve kentsel katı atık kompostun İmpatiens bitkisinin boyunu ve çiçeklenmesini olumlu yönde etkilemiştir. Bulgularımız bu çalışmalar ile uyum içindedir.

4.7.3 Toplam Çiçek Ağırlığı

Süs bitkilerinin gelişim parametrelerinden biri olan toplam çiçek ağırlığı üzerine bentonit ve tavuk gübresinin etkilerine ait veriler Çizelge 4.27'de, bitkide meydana getirdikleri değişimler ise Şekil 4.28'de gösterilmektedir. Bentonit uygulamasının hercai menekşe bitkilerinin toplam çiçek ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Tavuk gübresi uygulamasının ise bitkilerin toplam çiçek ağırlıklarına etkisi istatistiksel anlamda %5 oranında önemli bulunmuş ve olumlu yönde etkilemiştir. En yüksek ağırlık 2.72 g saksı⁻¹ ile %2 tavuk gübresi uygulamasında tespit edilmiştir.

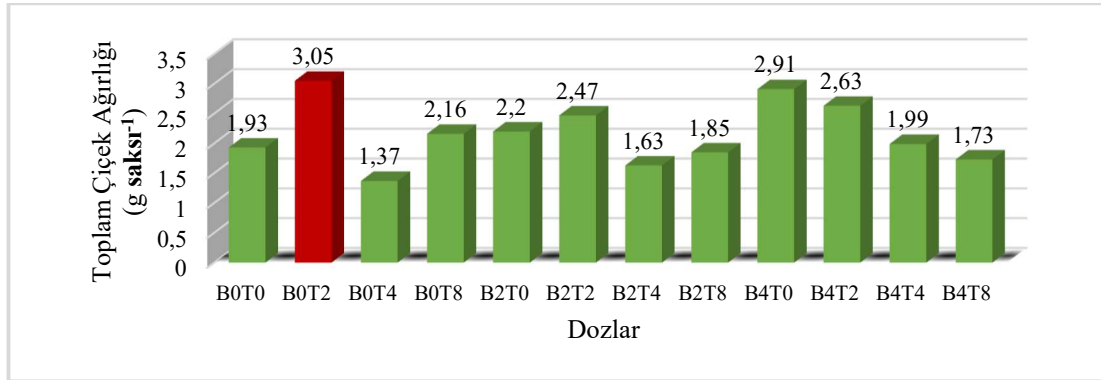
Çizelge 4.27 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Çiçek Ağırlığına Etkisi (g saksı⁻¹)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	1.93	3.05	1.37	2.16	2.13
%2	2.20	2.47	1.63	1.85	2.04
%4	2.91	2.63	1.99	1.73	2.32
Ortalama	2.34 AB	2.72 A	1.66 B	1.91 B	
LSD B	Ö.d				
LSD TG	0.38329**				
LSD B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bitkilerin toplam çiçek ağırlığı üzerine bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonun etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Ancak, Şekil 4.28 incelendiğinde görüleceği gibi B₀T₂ uygulama dozunda yetiştirilen hercai menekşenin toplam çiçek ağırlığının en fazla olduğu, B₀T₄ uygulama dozunda yetiştirilenin ise en az ağırlığa sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4.28 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Toplam Çiçek Ağırlığında Meydana Getirdiği Değişimler (g saksı⁻¹)

Najafi (2014) fındık dış kabuğu uyguladıkları ortamda yetiştirilen Primula bitkisinde daha yüksek ortalama çiçek ağırlığı tespit etmiştir. Mevcut çalışmamızda söz konusu materyallerin bitkilerin toplam çiçek ağırlığını artırması oldukça önemlidir. Çünkü hercai menekşe bitkisi çiçekleri ile ön plana çıkan bir süs bitkisidir. Bu yüzden hercai menekşe bitkisinin çiçek özellikleri ekonomik değere sahip olabilmesi için önemlidir. Bitkilerin çiçek ağırlığının fazla olması ise bitkilerin daha büyük ve gösterişli çiçek oluşturduğunun kanıtıdır.

4.7.4 Bitki Boyu

Süs bitkilerinin gelişim parametrelerinden biri olan bitki boyu üzerine bentonit ve tavuk gübresinin etkilerine ait veriler Çizelge 4.28’de, bitkide meydana getirdikleri değişimler ise Şekil 4.29’da gösterilmektedir. Bentonit uygulaması ile bitki boyu arasındaki ilişki istatistiksel anlamda %5 oranında önemli bulunmuştur. Bentonitin %2 uygulama dozu bitkilerin boyunu olumlu yönde etkilemiştir. Tavuk gübresi uygulamasının da bitki boyuna etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Tavuk gübresinin artan dozları bitki boyuna olumsuz etkide bulunmuştur.

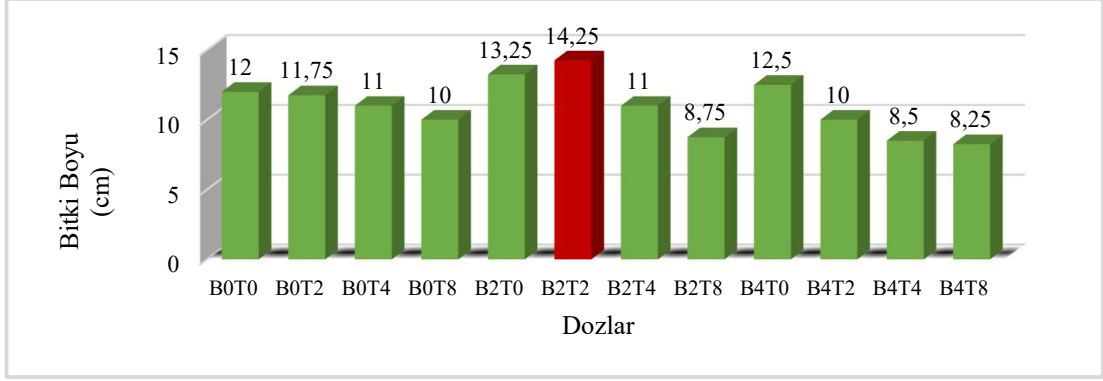
Çizelge 4.28 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Boyuna Etkisi (cm)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	12.00	11.75	11.00	10.00	11.19 AB
%2	13.25	14.25	11.00	8.75	11.81 A
%4	12.50	10.00	8.50	8.25	9.81 B
Ortalama	12.58 A	12.00 A	10.17 B	9.00 B	
LSD B	0.73539**				
LSD TG	0.84916*				
LDS B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun bitki boyuna etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Ancak, Şekil 4.29 incelendiğinde görüleceği gibi hercai menekşe bitkilerinin boyları 8.25-14.25 cm arasında değişmektedir. Bitki boyunu uzatmada en etkili uygulama dozu B₂T₂ olurken, en az etkiyi ise B₄T₈ göstermektedir.



Şekil 4.29 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Boyunda Meydana Getirdiği Değişimler (cm)

Meral (2006) yürüttüğü çalışmada coco peat ve çay atığının Begonya bitkisinin boyuna etkisinin önemsiz olduğu sonucuna varmıştır. Abd-elgwad (2019) ise toprağa bentonit uygulamasının börüce bitkisinin boyuna en büyük etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Benzer başka bir çalışmada Hassan ve Mahmoud (2013) zeolit ve bentonitin uygulama dozları ile birlikte bitki boyunun ve diğer verim parametrelerinin arttığını bildirmişlerdir. Ateş ve ark., (2019) ise tavuk, küçükbaş ve soluncan gübrelere kullandıkları çalışmada tavuk gübresinin uygulama dozunun artması ile birlikte Albion çileğinin boyunda azalmalar olduğu sonucuna varmışlardır. Mevcut çalışmamızda toprağa farklı dozlarda uygulanan bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun hercai menekşe bitkisinin boyuna ayrımlı bir etki yapmamasına karşın bentonit uygulamalarında bitkilerin boyunda kısmen artmalar, tavuk gübresi uygulamalarında ise azalmalar görülmüştür.

4.7.5 Bitki Yaş Ağırlığı

Süs bitkilerinin gelişim parametrelerinden biri olan bitki yaş ağırlığı üzerine bentonit ve tavuk gübresinin etkilerine ait veriler Çizelge 4.29'da, bitkide meydana getirdikleri değişimler ise Şekil 4.30'da gösterilmektedir. Bentonit uygulaması ile bitki yaş ağırlığı arasındaki ilişki istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Bitkilerin yaş ağırlığı bentonit uygulaması ile azalmıştır. Tavuk gübresi uygulaması ile bitki yaş ağırlığı arasındaki ilişki de istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Tavuk gübresi uygulaması ise bitkilerin yaş ağırlığını olumlu yönde etkilemiş ve en yüksek ağırlık 18.12 g saksı⁻¹ ile %2 tavuk gübresi uygulama dozunda tespit edilmiştir.

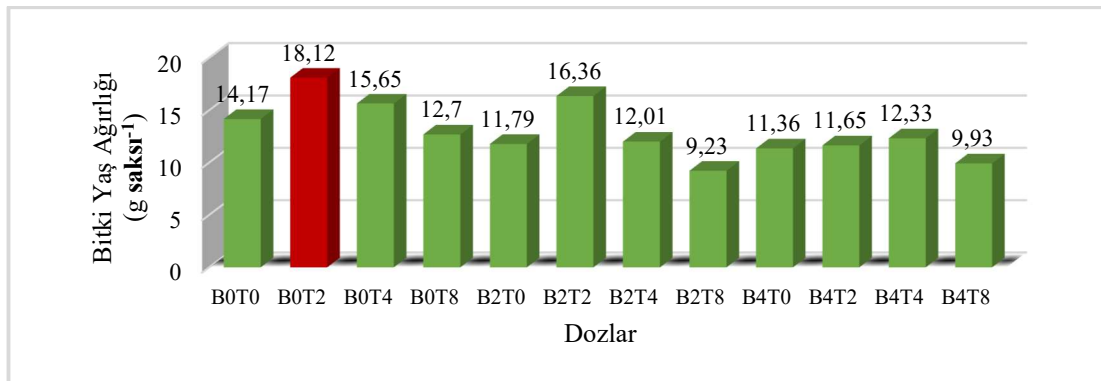
Çizelge 4.29 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Yaş Ağırlığına Etkisi (g saksı⁻¹)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	14.17	18.12	15.65	12.70	15.16 A
%2	11.79	16.36	12.01	9.23	12.35 B
%4	11.36	11.65	12.33	9.93	11.32 B
Ortalama	12.44 BC	15.38 A	13.33 AB	10.62 C	
LSD B	0.95897*				
LSD TG	1.10732*				
LDS B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun bitki yaş ağırlığına etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Ancak, Şekil 4.30 incelendiğinde B₀T₂ uygulama dozunda yetişen hercai menekşenin 18,12 g saksı⁻¹ en yüksek ağırlığa, B₂T₈ uygulama dozunda ise 9.23 g saksı⁻¹ ile en düşük ağırlığa sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4.30 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Yaş Ağırlığında Meydana Getirdiği Değişimler (g saksı⁻¹)

Ateş ve ark., (2019) tavuk gübresinin de içinde bulunduğu organik materyallerin Albion çileğinin verimine etkilerini araştırdıkları çalışmada tavuk gübresinin uygulama dozu arttıkça bitkinin gövde yaş ağırlığında azalma görülmüştür. Bağcı (2007) yosun ve coco peat kullanarak hazırladığı yetiştirme ortamların Onbiray bitkisinin yaş ağırlığına istatistiksel anlamda etkili bulunmuştur. Çiçek (2010) değişik yetiştirme ortamlarının Primula bitkisinin yaş ve kuru ağırlığında önemli farklılıklara neden olmadığını bildirmiştir. Bulgularımıza göre de tavuk gübresinin ve bentonitin artan dozları bitkilerin yaş ağırlığını azaltmış, bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonu ise bitkiler arasında önemli bir farklılık oluşturmamıştır.

4.7.6 Bitki Kuru Ağırlığı

Süs bitkilerinin gelişim parametrelerinden biri olan bitki kuru ağırlığı üzerine bentonit ve tavuk gübresinin etkilerine ait veriler Çizelge 4.30'da, bitkide meydana getirdikleri değişimler ise Şekil 4.31'de gösterilmektedir. Bentonit uygulaması ile bitki kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Bitkilerin kuru ağırlığı bentonit uygulaması ile azalmıştır. Tavuk gübresi uygulaması ile bitki kuru ağırlığı arasındaki ilişki de istatistiksel anlamda %5 oranında önemli bulunmuştur. Tavuk gübresinin %2 uygulama dozu bitkilerin kuru ağırlığını olumlu yönde etkilemiştir. Fakat tavuk gübresinin artan dozları ile birlikte bitki kuru ağırlığında azalmalar tespit edilmiştir.

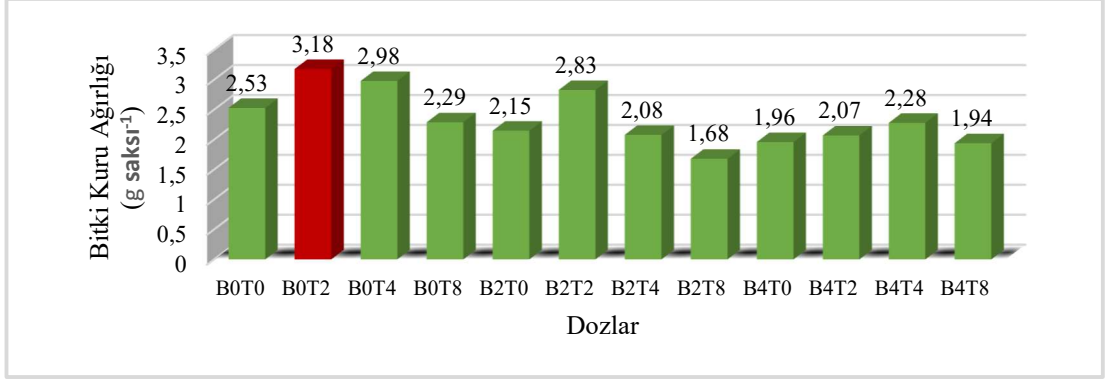
Çizelge 4.30 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Kuru Ağırlığına Etkisi (g saksı⁻¹)

Bentonit	Tavuk Gübresi				Ortalama
	%0	%2	%4	%8	
%0	2.53	3.18	2.98	2.29	2.74 A
%2	2.15	2.83	2.08	1.68	2.18 B
%4	1.96	2.07	2.28	1.94	2.06 B
Ortalama	2.21 BC	2.69 A	2.45 AB	1.97 C	
LSD B	0.18633*				
LSD TG	0.21516**				
LSD B×TG	Ö.d				

*İstatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemlidir

** İstatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Bitki kuru ağırlığına bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Ancak, Şekil 4.30 incelendiğinde B₀T₂ uygulama dozunda yetişen hercai menekşenin 3.18 g saksı⁻¹ en yüksek ağırlığa, B₂T₈ uygulama dozunda ise 1.68 g saksı⁻¹ ile en düşük ağırlığa sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4.31 Bentonit ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Hercai Menekşe Bitkisinin Kuru Ağırlığında Meydana Getirdiği Değişimler (g saksı⁻¹)

Meral (2006) yosun peat ve çay atığı kullandığı çalışmada atıkların farklı özelliklere sahip olması sebebiyle en yüksek yaş ve kuru ağırlığını kontrol toprağında yetiştirilen Begonya bitkide tespit etmiştir. Kara ve Erel (1996) toprağa tavuk gübresinin 2 ve 4 ton/da uygulamasının yulaf bitkisinin kuru ağırlığını artırdığını 6 ton/da ise azaldığını bildirmiştir. Mevcut çalışmamızda da bitkilerin yaş ve kuru ağırlığının bentonit uygulamasında ve %8 tavuk gübresi uygulamasında azalmasının nedeninin hazırlanan ortamların fiziksel ve kimyasal özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bitkisel üretimde verim ve kalitenin artırılması için toprak verimliliğinin korunması ve bitkilerce gerekli optimum koşulların sağlanması önemlidir. Bu doğrultuda bilinçsizce kullanılarak insan ve çevre sağlığını olumsuz yönde etkileyen kimyasal gübreler yerine; organik kökenli, bitkisel ve hayvansal atıklardan oluşan doğa ile uyumlu, uygulandıkları toprağın verimlilik özelliklerine katkıda bulunan doğal toprak düzenleyicileri tercih edilmelidir. Araştırmada doğal toprak düzenleyicilerinden olan bentonit ve tavuk gübresi ile hazırlanan 12 farklı uygulama dozunun; toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkisi ile bitki gelişimine etkileri araştırılmıştır. Bu amaç ile dünyada yüksek ekonomik değere sahip ve gelişmeye açık bir üretim sahası olan süs bitkisi kategorisinde yer alan hercai menekşe bitkisi kullanılmıştır. Söz konusu süs bitkisinin kalite parametreleri ve bitki besin madde konsantrasyonları incelenmiştir. Sera koşullarında saksı denemesi olarak gerçekleştirilen çalışmaya ait sonuçlar aşağıdaki gibi değerlendirilmektedir.

Toprağın biyolojik özellikleri dikkate alındığında toprak solunumu miktarına bentonit uygulamasının etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmazken, tavuk gübresi uygulaması ile bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi %1 oranında önemli bulunmuştur. Kontrol toprağı ile karşılaştırıldığında toprak solunumu B₂T₈ uygulama dozu hariç diğer tüm uygulama dozlarında daha az belirlenmiştir. Alkalın fosfataz enzim aktivitesi üzerine bentonit uygulaması ile bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi istatistiksel anlamda %5, tavuk gübresi uygulamasının ise %1 oranında önemli bulunmuştur. Söz konusu organik materyaller alkalın fosfataz enzim aktivitesini artırmıştır. En yüksek değer B₂T₄ uygulama dozunda belirlenmiştir. Asit fosfataz enzim aktivitesi üzerine bentonit ve tavuk gübresi uygulamalarının etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunurken, bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi önemli bulunmamıştır. Kontrol toprağı ile karşılaştırıldığında bentonit uygulaması ile asit fosfataz enzim aktivitesi azaltmıştır. Tavuk gübresi uygulaması ise enzim aktivitesini olumlu yönde etkileyerek artırmıştır. En yüksek değer B₀T₈ uygulama dozunda tespit edilmiştir. β -Glukozidaz enzim aktivitesi üzerine tavuk gübresi uygulamasının etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunurken, bentonit uygulaması ile bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Söz konusu materyallerin uygulanması toprakların β -Glukozidaz enzim

aktivitesini uygulama dozlarına bağı olarak artırmıştır. En yüksek değer B₄T₈ uygulama dozunda belirlenmiştir.

Toprağın kimyasal özellikleri dikkate alındığında organik madde içeriği üzerine bentonit uygulamasının etkisi istatistiksel anlamda %5, tavuk gübresi uygulaması ile bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi ise %1 oranında önemli bulunmuştur. Söz konusu materyaller toprakların organik madde içeriğini artırmıştır. En yüksek değer B₂T₈ uygulam dozunda belirlenmiştir. Toprak pH değerine söz konusu uygulamaların etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Tavuk gübresi toprakların pH değerini azaltırken bentonit artırmıştır. Yine de tüm topraklar alkalın özellik göstermiştir. Toprak EC değerine söz konusu uygulamaların etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Tavuk gübresinin içeriğinde bulunan yüksek tuz içeriği sebebiyle uygulandığı toprağın EC değerini dikkate değer bir şekilde artırmıştır. Fakat çalışmamızda hercai menekşe bitkilerinde tuz kaynaklı bir problem yaşanmamıştır. Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunda ise bentonit, tavuk gübresinin bu arttırıcı etkisini kısmen sınırlandırmıştır.

Toprakların mikro besin maddesi içerikleri incelendiğinde alınabilir demir, bakır ve mangan içeriğine söz konusu uygulamaların etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Kontrol toprağı ile karşılaştırıldığında tüm uygulama dozları toprakların alınabilir demir, bakır ve mangan içeriğini azaltmıştır. Alınabilir çinko içeriğine ise tavuk gübresi uygulaması ile bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunurken bentonit uygulamasının etkisi önemsiz bulunmuştur. Tavuk gübresinin uygulama dozları arttıkça toprakların çinko içeriği de artmıştır. En yüksek içerik B₀T₈ uygulama dozunda belirlenmiştir.

Toprakların makro besin maddesi içerikleri incelendiğinde ise toplam azot içeriğine söz konusu uygulamaların etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuş ve toprakların azot içeriklerinde önemli derecede artışlar olmuştur. En yüksek değer B₄T₈ uygulama dozunda belirlenmiştir. Alınabilir fosfor içeriğine bentonit ile tavuk gübresi uygulamasının etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunurken, bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi önemli bulunmamıştır.

Tavuk gübresi uygulaması ile toprakların fosfor içeriği artmıştır. Bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunda ise bentonit, tavuk gübresinin bu artırıcı etkisini sınırlandırılmıştır. En yüksek fosfor içeriği B₀T₈ uygulama dozunda tespit edilmiştir. Alınabilir potasyum içeriğine bentonit uygulamasının istatistiksel anlamda etkisi %5, tavuk gübresi uygulamasının %1, bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Kontrole kıyasla tüm uygulama dozları potasyum içeriğini artırmıştır. En yüksek içerik ise B₀T₈ uygulama dozunda belirlenmiştir. Alınabilir kalsiyum ve magnezyum içeriklerine bentonit uygulamasının etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunurken tavuk gübresi uygulaması ile bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi önemli bulunmamıştır. Bentonit uygulaması toprakların kalsiyum ve magnezyum içeriğini önemli derecede artırmıştır. En yüksek kalsiyum içeriği B₄T₀'de, en yüksek magnezyum içeriği ise B₂T₀ uygulama dozlarında tespit edilmiştir.

Hercai menekşe bitkilerinin mikro besin maddesi konsantrasyonları incelendiğinde bitkilerin demir konsantrasyonuna tavuk gübresi uygulamasının etkisi istatistiksel anlamda %1, bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun %5, bentonit uygulamasının etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Tavuk gübresinin varlığı bitkilerin demir konsantrasyonunu azaltmıştır. En yüksek konsantrasyon B₄T₀ uygulama dozunda belirlenmiştir. Bitkilerin bakır ve çinko konsantrasyonlarına, uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur. Bitkilerin mangan konsantrasyonuna ise tavuk gübresi uygulaması %1 oranında önemli bulunurken bentonit uygulaması ile bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Tavuk gübresinin %8 uygulama dozu mangan konsantrasyonunu artırmış ve en yüksek konsantrasyon B₀T₈ uygulama dozunda belirlenmiştir.

Hercai menekşe bitkilerinin makro besin maddesi konsantrasyonları incelendiğinde bitkilerin azot konsantrasyonuna söz konusu uygulamalarının etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Kontrol toprağında yetiştirilen bitki ile karşılaştırıldığında tüm uygulama dozları bitkilerin azot konsantrasyonunu artırmıştır. En yüksek konsantrasyon B₀T₈ uygulama dozunda yetiştirilen bitkide belirlenmiştir. Bitkilerin fosfor konsantrasyonuna bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunurken, bentonit uygulaması ile tavuk gübresi uygulamasının etkisi önemsiz bulunmuştur. En yüksek

konsantrasyon B₀T₈ uygulama dozunda yetiştirilen bitkide tespit edilmiştir. Bitkilerin potasyum konsantrasyonuna söz konusu uygulamaların etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Bitkilerin kalsiyum konsantrasyonuna bentonit uygulamasının etkisi istatistiksel anlamda %5 oranında, tavuk gübresi uygulamasının etkisi %1 oranında, bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonu ise önemsiz bulunmuştur. Kontrol bitkisi ile karşılaştırıldığında bentonit uygulaması ve tavuk gübresi uygulamasında yetiştirilen bitkilerde daha az kalsiyum konsantrasyonu tespit edilmiştir. En yüksek konsantrasyon ise B₂T₂ ve B₂T₈ uygulama dozunda yetiştirilen bitkilerde tespit edilmiştir.

Hercai menekşe bitkisinin gelişimi incelendiğinde estetik görünüm puanına, toplam çiçek sayısına söz konusu uygulamaların etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. En düşük puanı kontrol bitkisi alırken, B₄T₂ uygulama dozunda yetiştirilen bitki en yüksek puanı almıştır. Benzer şekilde en az çiçek sayısı kontrol bitkisinde, en yüksek çiçek sayısı ise B₄T₂ uygulama dozunda yetiştirilen bitkide tespit edilmiştir. Bitkilerin toplam çiçek ağırlığına tavuk gübresi uygulamasının etkisi istatistiksel anlamda %5 oranında önemli bulunurken, bentonit uygulaması ile bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Tavuk gübresi uygulaması bitkilerin çiçek ağırlığını olumlu yönde etkilemiş ve artırmıştır. En yüksek çiçek ağırlığı B₀T₂ uygulama dozunda yetiştirilen bitkide tespit edilmiştir. Bitki boyuna bentonit uygulamasının etkisi istatistiksel anlamda %5 oranında, tavuk gübresi uygulamasının etkisi %1 oranında önemli bulunurken, bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Bentonit uygulaması bitki boyunu olumlu yönde etkilerken tavuk gübresi uygulamasının yüksek dozları olumsuz yönde etkilemiştir. En yüksek boy B₂T₂ uygulama dozunda yetiştirilen bitkide belirlenmiştir. Bitki yaş ağırlığına bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmazken bentonit uygulaması ve tavuk gübresi uygulamasının etkisi istatistiksel anlamda %1 oranında önemli bulunmuştur. Bitki kuru ağırlığına ise bentonit ve tavuk gübresi interaksiyonunun etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmazken bentonit uygulamasının etkisi %1, tavuk gübresi uygulamasının etkisi ise istatistiksel anlamda %5 oranında önemli bulunmuştur. Bentonit uygulaması bitki yaş ve kuru ağırlığını olumsuz yönde etkilemiştir. Tavuk gübresi uygulaması ise olumlu yönde etkilerken artan uygulama dozları ile birlikte bitkilerin yaş ve kuru ağırlıkları

azalmıştır. En yüksek yaş ve kuru ağırlık B₀T₂ uygulama dozunda yetiştirilen bitkide belirlenmiştir.

Tüm bu sonuçlar ışığında; betonit ve tavuk gübresinin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilediği ve dolayısıyla toprak verimliliğini arttırdığı söylenebilmektedir. Fakat, sonuçlar incelendiğinde bentonitin tek başına kullanılmasından ziyade tavuk gübresi ile birlikte kullanılması toprak özelliklerini iyileştirmede daha etkili olacağı sonucuna varılabilmektedir. Tavuk gübresinin ise yüksek tuz içeriğine sahip olması ile uygulandığı toprağın tuz içeriğini önemli derecede artırması dikkat edilmesi gereken bir noktadır. Bu sebeple toprağın tuzlanma riskini göz önünde bulundurarak tavuk gübresinin %8 uygulama dozunun kullanılması riskli bir durumdur. Çalışmamızda farklı uygulama dozlarının, bitkilerin gelişim parametrelerini olumlu yönde etkilemesi ve büyük farklılıklara neden olmaması bentonit ve tavuk gübresinin süs bitkisi yetiştiriciliğinde rahatlıkla kullanılabileceklerini göstermektedir. Söz konusu organik materyallerin süs bitkisi yetiştiriciliğinde kullanılması, bitkinin satış kalite parametrelerini artıracak gibi ülke ekonomisine de katkı sağlayabilecektir. Hercai menekşe bitkisi, peyzaj düzenlemelerinde estetik açıdan kullanılmasının yanı sıra gastronomi ve alternatif tıp alanında da kullanılmaktadır. Bu sebeple bitkinin besin maddesi açısından yüksek olması önem arz etmektedir. Bu bağlamda B₂T₄ uygulama dozunun; toprağın verimliliğini, bitkilerin beslenmesini ve gelişimini olumlu yönde etkilediği ve hercai menekşe bitkisi gibi süs bitkilerinin yetiştiriciliğinde kullanılabileceği sonucuna varılabilmektedir. Ancak bu uygulama dozunun faydalı olabilmesi için; söz konusu materyallerin uygulanacağı toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iyi bilinmesi ve yetiştirilmek istenen bitkinin besin gereksinimlerinin iyi bilinmesi gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abad, M., Noguera, P. & Bures, S. (2001). National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresource Technology*, 77(2), 197-200.
- Abd-elgwad, SA. (2019). Effect of microbial inoculation and bentonite amendments on growth, enzyme activity and yield of cowpea cultivated in sandy soil. *Environment, Biodiversity and Soil Security*, 3, 63-72.
- Adentunji, AT., Lewu, FB., Mulidzi, R. & Ncube, B. (2017). The biological activities of β -glucosidase, phosphatase and urease as soil quality indicators: a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17(3), 794-807.
- Agbede, TM., Odoja, AS., Bayode, LN., Omotehinse, PO. & Adepehin, I. (2020). Effects of biochar and poultry manure on soil properties, growth, yield and quality of cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* Schott) grown in sandy soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(7), 932-947.
- Akat, H., Altunlu, H., Esetlili, BÇ., Akat Ö., Demirkan, GÇ. & Yokaş, İ. (2013). Farklı demir dozlarının *Limonium sinuatum* bitkisinde gelişim, verim ve kalite üzerine etkisi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 13-18.
- Akat, H., Demirkan, GÇ., Akat, Ö., Yağmur, B. & Yokaş, İ. (2015). Arıtma çamuru uygulamalarının *Limonium sinuatum* 'Compindi White' çeşidinde bitki gelişimi, verim ve çiçek kalitesi üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(1), 107-114.
- 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.
- Albiach, R., Canet, R., Pomares, F. & Ingelmo, F. (2000). Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil. *Bioresource Technology*, 75, 43-48.
- Alghamdi, AG., Aly, AA., Al-Omran, AM. & Alkhasha, A. (2018). Impact of biochar, bentonite, and compost on physical and chemical characteristics of a sandy soil. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(21), 1-8.
- Allmaras, RR. & Gardner, CO. (1956). Soil sampling for moisture determination in irrigation experiments. 1. *Agronomy Journal*, 48(1), 15-17.
- Anonim, (2021). Süs Bitkileri Üretimi 2020. Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK), Yayın No: 33737, Ankara.
- Anonim, (2021a). 2021 Dünya süs bitkileri sektörü araştırma raporu. <http://www.susbitkileri.org.tr/images/d/library/3eb447db-fcfc-4dd0-b1c6-64452d190e05.pdf>-(Erişim Tarihi: 20.10.2021)
- Anonim, (2021b). Bitkisel ve hayvansal atık miktarı. Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (BEPA). Ankara.

- Anonim, (2021c). Türkiye bentonitlerinden teknolojik ürünler elde edilmesi. <https://www.ikmib.org.tr/tr/faaliyetlerimiz-ar-ge-proje-pazari-temelkimyasall-ar-ve-diger-sektor-projeleri-2011-yili-projeleri-turkiye-bentonitlerinden-teknolojik-urunler-elde-edilmesi.html>-(Erişim Tarihi:27.10.2021).
- Antonious, GF., Turley, ET. & Dawood, MH. (2020). Monitoring soil enzymes activity before and after animal manure application. *Agriculture*, 10(5), 166.
- Arcak, S., Kütük, AC., Haktanir, K. & Çaycı, G. (2011). Çay atıklarının toprakta enzim aktivitesi ve nitrifikasyon üzerine etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(1), 261-266.
- Aslan, H. (2018). Endüstriyel değer taşıyan süs bitkilerinin belirlenmesi ve peyzajda kullanımları. *Mesleki Bilimler Dergisi*, 7 (2), 34-46.
- Ateş, K., Demirkıran, AR. & İnik, O. (2019). Toprağa bazı doğal ve yapay gübre ilavelerinin çilek bitkisinin verim parametreleri üzerine olan etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 8(2), 23-28.
- Avcı, SB. (2009). Soda ve MgO ile aktiflendirilmiş aratip bentonitlerin sondaj ve döküm bentoniti karakteristiklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Ay, S. (2009). Süs bitkileri ihracatı, sorunları ve çözüm önerileri: yalova ölçeğinde bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C.14, 423-443.
- Azmi, FM., Tajudin, NS., Shahari, R. & Amri, CNAC. (2020). planted on bris soil effected by chicken manure amendments. *Journal Clean WAS (JCleanWAS)*, 4(2), 46-50.
- Bademkiran, F., Çığ, A. & Türkoğlu N. (2018). Nergis (*Narcissus* cv. 'Royal Connection') bitkisinin gelişimi üzerine katı ve sıvı solucan gübresi dozlarının etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4), 676–684.
- Bağcı, S. (2007). Hindistan cevizi lif atığı ve peat esaslı yetistirme ortamlarında Onbiray (*Primula*) bitkisinin gelişimi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Ankara.
- Bağcı, S., Çaycı, G. & Kütük, C. (2011). Growth of primula plant in coir dust and peat-based growing media. *Journal of Plant Nutrition*, 34, 909–919.
- Baker, LR., White, PM. & Pierzynski, GM. (2011). Changes in microbial properties after manure, lime, and bentonite application to a heavy metal-contaminated mine waste. *Applied soil ecology*, 48(1), 1-10.
- Bilen, S. & Sezen, Y. (1993). Toprak reaksiyonunun bitki besin elementleri elverişliliği üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2).
- Bolat, İ. & Kara, Ö. (2017). Bitki besin elementleri: Kaynakları, işlevleri, eksik ve fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 218-228.
- Bouyoucos, GJ. (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. 1. *Agronomy journal*, 43(9), 434-438.

- Bremmer, JM. (1965). Total nitrogen. Methods of soil analysis. *Agronomy*, 9, 1149-1178.
- Cevheri, C. & Küçük, Ç. (2017). Bazı organik materyallerin toprağın biyolojik özellikleri ve bakla gelişimine etkisi. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, ICAE - IWCB 2017 Özel Sayı. 199-2004.
- Chrysargyris, A., Antoniou, O., Tzionis, A., Prasad, M. & Tzortzakis, N. (2018). Alternative soilless media using olive-mill and paper waste for growing ornamental plants. *Environmental Science and Pollution Research International*, 25(36), 35915-35927.
- Czaban, J. & Siebielec, G. (2013). Effects of bentonite on sandy soil chemistry in a long-term plot experiment (II); Effect on pH, CEC, and macro and micronutrients. *Polish Journal of Environmental Studies*, 22(6).
- Çaycı, G., Temiz, C. & Ok, SS. (2017). The effects of fresh and composted chicken manures on some soil characteristics. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48(13), 1528-1538.
- Çetin, Ü. & Gür, K. (2011). Çeşitli organik atıkların toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 25(3), 9-16.
- 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*, 2011, 28(1):56-69.
- Çiçek, N. (2010). Sakarya-Akgöl organik toprağının bitki yetiştirme ortamında kullanımı. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ankara.
- Çiçek, N., Bilgili, B., Yücedağ, C. & Kahya, M. (2021). Hercai menekşenin gelişim ve kalite parametreleri üzerine fındık zürufunun olgunlaşma zamanı ile besin çözeltisinin etkileri. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 119-125.
- Çiçek, N., Kütük, C., Arıcı, YK. & Bilgili, BC. (2012). Krizantem (*Chrysanthemum morifolium*)'in gelişim parametreleri üzerine farklı atık mantar kompostu ile hazırlanan değişik yetiştirme ortamlarının etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (2), 68-75.
- Datta, R., Holatko, J., Latal, O., Hammerschmidt, T., Elbl, J., Pecina, V., ... & Brtnicky, M. (2020). Bentonite-based organic amendment enriches microbial activity in agricultural soils. *Land*, 9(8), 258.
- Dede, HÖ., Köseoğlu, G., Özdemir, S. & Çelebi, A. (2006). Effects of organic waste substrates on the growth of impatiens. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30, 375-381.
- Dede, ÖH. (2009). Fındık zürufu ve arıtma çamuru karışımından süs bitkisi yetiştirme ortamı geliştirilmesi. Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya.

- Demirkan, GÇ., Akat, H. & Yokaş, İ. (2014). Atık su arıtma çamurunun *Clarkia amoena* (Yer Açelyası) türünde bitki gelişimi ve çiçeklenme üzerine etkisi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2), 49-58.
- Deniz, MU. (2016). Tıbbi ve Aromatik Bitki Olarak Değerlendirilen Süs Bitkileri. *VI. Süs Bitkisi Kongresi Bildiriler Kitabı*, 283-290.
- Detpiratmongkol, S., Ubolkerd, T. & Yoosukyingstaporn, S., (2014). Effects of chicken, pig and cow manures on growth and yield of Kalmegh (*Andrographis paniculata* Nees). *Journal of Agricultural Technology*, 10(2): 475-482.
- Dikinya, O. & Mufwanzala, N. (2010). Chicken manure-enhanced soil fertility and productivity: Effects of application rates. *Journal of soil science and environmental management*, 1(3), 46-54.
- Eivazi, F. & Tabatabai, MA. (1977). Phosphatases in soils. *Soil biology and biochemistry*, 9(3), 167-172.
- Eker, M. (2016). Vermikompost ve diğer bazı organik gübrelerin farklı dış mekân süs bitkilerinin gelişimine etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Eleroğlu, H. & Yıldırım, A. (2014). Yeni bir teknoloji ile kurutulmuş tavuk dışkısının mikrobiyolojik ve kimyasal yapısının belirlenmesi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 11(1), 28-34.
- Ercan, FM. (2008). Tavuk gübresi kompostu ve zeolit (klinoptilolit)'in toprak özellikleri ve oğulotu (*Melissa officinalis L.*)'nun gelişimi üzerine etkileri. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Bursa.
- Erdal, İ., Küçükyumuk, Z., Şimşek, K., Basir, M. & Baysal, GD. (2018). Farklı Hayvan Gübrelerinin Domatesin Gelişimi ve Mineral Beslenmesine Etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 295-302.
- Erdil, A. (2019). Asitle aktive edilmiş bentonite uygulanan amonyum azotunun çeltiğin gelişim ve azot beslenmesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Samsun.
- Erdoğan, A. (2004). Bira fabrikası atığının Pirimulanın yetişme ortamında kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Ankara.
- Erel, A. (1996). Tavuk gübresinin toprağın biyolojik aktivitesi ve bazı verimlilik özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Samsun.
- Follet, RH. & Lindsay, WL. (1970). Profile distribution of zinc, iron, manganese and copper in Colorado soils. *Tech. Bull.*, 110.
- Fornea, F. & Belda, RM. (2018). Biochar versus hydrochar as growth media constituents for ornamental plant cultivation. *Scientia Agricola*, 75(4), 304-312.

- Garg, S. & Bahl GS. (2008) Phosphorus availability to maize as influenced by organic manures and fertilizer P associated phosphatase activity in soils. *Bioresource Technology*, 99 (13), 5773-5777.
- Gupta, R., Yadav, A. & Garg, VK. (2014). Influence of vermicompost application in potting media on growth and flowering of marigold crop. *Int J Recycl Org Waste Agricult*, 47(3),1-7.
- Güler, S. (2004). Tavuk gübresi ve inorganik gübre uygulamasının domateste verim, kalite ve yaprağın besin element içeriği üzerine etkileri. *Derim*, 21(1), 21-29.
- Gülser, C., Kızılkaya, R., Askın, T. & Ekberli, I. (2015). Changes in soil quality by compost and hazelnut husk applications in a hazelnut orchard. *Compost Science & Utilization*, 23(3), 135-141.
- Gülser, F., Çığ, A. & Sönmez, F. (2010). Bazı organik materyallerin Kmeraadife çiçeğinde (*Tagetes erecta* F1 Antigua Orange) bitki gelişimine, çiçeklenme kalitesine ve besin elementi içeriğine etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, Özel Sayı, 671-675.
- Gümüş, İ. & Şeker, C. (2014). Farklı organik gübrelerin mısır-buğday ekim nöbetinde buğdayın verimine bakiye etkileri. *Toprak Su Dergisi*, 3(1), 1-5.
- Hassan AZA. & Mahmoud, AWM. (2013). The combined effect of bentonite and natural zeolite on sandy soil properties and productivity of some crops. *Topclass Journal of Agricultural Research*, 1(3), 23.
- Hassink, J., Lebbink G. & Van Veen, JA. 1991. Microbial biomass and activity of a reclaimed-polder soil under a conventional or a reduced-input farming system. *Soil Biology and Biochemistry*, 23(6):507-513.
- Hepşen, FŞ. (2004). Farklı düzeylerde atık çamur uygulamasının toprağın ve solucan (*Lumbricus terrestris* L.) dışkısının biyolojik özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Samsun.
- Horuz, A., Korkmaz, A., Akınoğlu, G. & Boz, E. (2016). Bitkilerde demir klorozunun nedenleri ve giderilme yöntemleri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(1), 32-42.
- Isermeyer, H. (1952). Estimation of soil respiration in closed jars. *Method in applied soil microbiology and biochemistry. Academy, London*, 214-216.
- İnal, A., Sözüdoğru, S. & Erden, D. (1996). Tavuk gübresinin içeriği ve gübre değeri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(3), 45-50.
- İpekoğlu, B., Kurşun İ., Bilge Y. & Barut, A. (1997). Türkiye bentonit potansiyeline genel bir bakış. 2. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, 16-17 Ekim, İzmir.
- Irmak Yılmaz, F. (2009). Bafra ovası tarım topraklarının mikrobiyolojik ve biyokimyasal özellikleri ile bazı efektif grupların aktivitelerinin saptanması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, İzmir.

- Irmak Yılmaz, F. & Kurt, S. (2018). Biyokömür ve vermikompost uygulamalarının toprağın bazı biyolojik özellikleri üzerine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6(2), 143-150.
- Jackson, M. (1958). Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Jones, JB., Wolf, B. & Mills, HA. (1991). Plant Analysis Handbook, Micro, Macro, Publishing Inc. Georgia, USA.
- Kablan, N. (2005). Farklı organik atıkların toprak ve mısır (*Zea mays indendata*) bitkisinin rizosfer bölgesindeki biyolojik özellikler üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Samsun.
- Kacar, B. & Inal, A. (2008). Plant analysis. *Nobel Pres*, 1241, 891.
- Kara, E. (1996). Tütünün fabrikasyon atıklarının toprağın biyolojik aktivitesi ve azot kazancına etkisi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 100-111.
- Kara, EE. & Penezoğlu, M. (2000). Yeşil gübrelemenin toprağın biyolojik aktivitesi ve organik madde içeriğine etkisi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 10(1).
- Kara, EE. & Erel, A. (1999). Tavuk gübresinin bazı toprak özelliklerine ve yulaf kuru bitki ağırlığına etkisi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 9(2).
- Kılıç, B. & Sönmez, İ. (2019). Farklı organik gübre ve dozlarının toprak özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 91-96.
- Kızılkaya, R., Arcak, S., Horuz, A. & Karaca, A. (1998). Çeltik tarımı yapılan toprakların enzim aktiviteleri üzerine toprak özelliklerinin etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4(3), 797-804.
- Kobierski, M., Bartkowiak, A., Lemanowicz, J. & Piekarczyk, M. (2017). Impact of poultry manure fertilization on chemical and biochemical properties of soils. *Plant, Soil and Environment*, 63(12), 558-563.
- Kocabaş, I., Sönmez, İ., Kalkan, H. & Kaplan, M. (2007). Farklı organik gübrelerin adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)'nin uçucu yağ oranı ve bitki besin maddeleri içeriğine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 105-110.
- Kurt, Z. (2019). Bazı organik (at ve tavuk) gübrelerin toprağın biyolojik özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Erzurum.
- Kuziemska, B., Wysokiński, A. & Trębicka, J. (2020). The effect of different copper doses and organic fertilisation on soil's enzymatic activity. *Plant, Soil and Environment*, 66(2), 93-98.

- Kütük, C., Topçuoğlu, B. & Çaycı, G. (1998). The effect of different growing media on growth of croton (*Codiaeum variegatum 'Petra'*) plant. *M. Sefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil*, 21, 24.
- Lazcano C. & Dominguez J. (2010). Effects of vermicompost as a potting amendment of two commercially-grown ornamental plant species. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(4), 1260-1270.
- Lindsay, WL. & Norvell, W. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil science society of America journal*, 42(3), 421-428.
- Makadi, M., Tomócsik, A., Orosz, V., Bogdányi, Z. & Biró, B. (2007). Effect of a biogas-digestate and bentonite on some enzyme activities of the amended soils. *Cereal Research Communications*, 35(2), 741-744.
- Meral, N. (2006). İki farklı organik atığın begonya (*Begonia*) bitkisinin gelişimi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Ankara.
- Mi, J., Gregorich, EG., Xu, S., McLaughlin, NB. & Liu, J. (2020). Effect of bentonite as a soil amendment on field water-holding capacity, and millet photosynthesis and grain quality. *Scientific Reports*, 10(1), 1-11.
- Mi, J., Gregorich, EG., Xu, S., McLaughlin, NB., Ma, B. & Liu, J. (2021). Changes in soil biochemical properties following application of bentonite as a soil amendment. *European Journal of Soil Biology*, 102, 103251.
- Mi, J., Gregorich, EG., Xu, S., McLaughlin, NB. & Liu, J. (2018). Effects of a one-time application of bentonite on soil enzymes in a semi-arid region. *Canadian Journal of Soil Science*, 98(3), 542-555.
- Najafi, M. (2014). Fındık dış kabuğu atığının süs bitkisi yetiştirme ortamında kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ankara.
- Olsen, SR., Cole, CV., Watanabe FS. & Dean LA. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *U.S. Dept. of Agric. Cir.* 936.
- Öz, K. (2019). Fındık zurufu ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının Çuha (*Primula vulgaris*) bitkisinin gelişimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Özenç, DB., Yılmaz, FI., Tarakçıoğlu, C. & Aygün, S. (2019). Fındıktan üretilen atıkların toprağın fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 7-13.
- Özenç, N. (2004). Fındık zurufu ve diğer organik materyallerin fındık tarımı yapılan toprakların özellikleri ve ürün kalitesi üzerine etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Ankara.
- Öztekin, MH. (2018). Organik atıkların süs bitkisi yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya.

- Poole, RT., Conover, CA. & Joiner, JN. (1981). Soils and potting mixtures. Foliage plant production. Prentice Hall. Inc., Englewood Cliffs, N.J., USA.
- Rauterberg, E. & Kremkus, F. (1951). Bestimmung von gesamthumus und alkalilöslichen humusstoffen im boden. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, 54(3), 240-249.
- Richard, LA. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *United States Department of Agriculture Handbook*, 60, 94.
- Sarapatka, B. (2003). Phosphatase activities (ACP, ALP) in agroecosystem soils. 396.
- Saygılı, L. & Şirin, U. (2010). Çiçekleri yenilebilen süs bitkisi türleri. *IV. Süs Bitkisi Kongresi Bildiriler Kitabı*, 594-602.
- Sillanpää, M. (1990). Micronutrient assessment at the country level: an international study. 63.
- Sönmez, İ. & Kaplan, M. (2011). The effects of some agricultural wastes composts on carnation cultivation. *African Journal of Agricultural Research*, 6(16), 3936-3942.
- Sönmez, İ., Maltaş, AŞ., Sarıkaya, HŞ., Doğan, A. & Kaplan, M. (2019). Tavuk gübresi uygulamalarının domates (*Solanum lycopersicum L.*) gelişimi ve verim üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(1), 101-107.
- Szedler, B., Makadi, M., Szegi, T., Tomocsik, A. & Simon, B. (2008). Biological and agronomic indicators of the impact of fieldscale bentonite application. *Cereal Research Communications*, 36, 911-914.
- Şartlan, H. (2013). Hayvansal kompost ve biyogaz atıklarının toprak enzim aktivitesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Tokat.
- Taban, S., Turan, MA. & Katkat, AV. (2013). Tarımda organik madde ve tavuk gübresi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 10(1), 9-13.
- Tabatabai, MA. & Bremner, JM. (1969). Use of p-nitrophenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity. *Soil biology and biochemistry*, 1(4), 301-307.
- Tarakçıoğlu, C., Özenç, DB., Yılmaz, FI., Kulaç, S. & Aygün, S. (2019). Fındık kabuğundan üretilen biyokömürün toprağın besin maddesi kapsamı üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(1), 107-117.
- Tavali, İE., İlker, UZ. & Orman, Ş. (2014). Vermikompost ve tavuk gübresinin yazlık kabağın (*Cucurbita pepo L. cv. Sakız*) verim ve kalitesi ile toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2).
- Tavali, İE. (2011). Vermikompost kullanımının sera koşullarında kıvırcık marul (*Lactuca sativa var. crispa*)’da toprak verimliliği ile fide üretimi, verim ve kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Antalya

- Toptaş, D. (2005). İki farklı substratın toprak fosfataz enzim aktivitesine ve fosfor ineralizasyonuna etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Ana Bilim Dalı. Ankara.
- Tunç, G. (2006). Organik tarımda kullanılan bazı gübrelerin topraktaki mikrobiyal aktivite üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, İzmir.
- Türkoğlu, M. (2014). Trakya Bölgesi'nde bulunan *Viola* l. türleri üzerinde morfolojik, anatomik ve palinolojik araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Edirne.
- Uyangöz, R., Çetin, Ü. & Karaarslan, E. (2004). Çeşitli organik materyallerin buğday bitkisinin mineral madde alımı üzerine etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 18(34), 20-27.
- Üçok Z., Demir, H., Sönmez, İ. & Polat, E. (2019). Farklı organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata (Lactuca sativa L. var. crispa) verim, kalite ve bitki besin elementi içeriklerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 63-68.
- Villarino, GH. & Mattson, NS. (2011). Assessing Tolerance to Sodium Chloride Salinity in Fourteen Floriculture Species. *Horttechnology*, 21(5), 539- 545.
- Ye, C., Huang, S., Sha, C., Wu, J., Cui, C., Su, J., ... & Xue, J. (2020). Changes of bacterial community in arable soil after short-term application of fresh manures and organic fertilizer. *Environmental Technology*, 1-11.
- Yerli, C., Çakmakçı, T., Şahin, U. & Tüfenkçi, Ş. (2020). Ağır metallerin toprak, bitki, su ve insan sağlığına etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 9(Özel Sayı), 103-114.
- Yücel, MB. & Gül, Ö. (2018). Dünyada ve Türkiye'de bentonit. <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/img/Bentonit.pdf>-(Erişim Tarihi: 27.10.2021).
- Zhang, H., Chen, W., Zhao, B., Phillips, LA., Zhou, Y., Lapen, DR. & Liu, J. (2020). Sandy soils amended with bentonite induced changes in soil microbiota and fungistasis in maize fields. *Applied Soil Ecology*, 146, 103378.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Şeyma AKGÜL
Doğum Yeri	Gümüşhane
Doğum Tarihi	06.04.1996
Uyruğu	T.C.
Telefon	05382759968
E-Posta Adresi	seyma_akgul@hotmail.com



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Ankara Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Peyzaj Mimarlığı
Mezuniyet Yılı	03.09.2018
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	