SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI BİTKİ ARTIKLARININ BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİ VE BAZI BAKLAGİL YEM BİTKİLERİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ade SUMIAHADI

DOKTORA TEZİ

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Temmuz-2021
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ade SUMIAHADI tarafından hazırlanan "Farklı Bitki Artıklarının Bazı Toprak Özellikleri ve Bazı Baklagil Yem Bitkilerinin Gelişimi Üzerine Etkileri" adlı tez çalışması 02/07/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkieri Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Başkan Prof. Dr. Mehmet HAMURCU	……..
Danışman Prof. Dr. Ramazan ACAR	……..
Üye Prof. Dr. Ahmet TAMKOÇ	……..
Üye Prof. Dr. Şükrü DURSUN	……..
Üye Prof. Dr. Harun BAYTEKİN	……..

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Sait GEZGİN
FBE Müdürü

Bu tez çalışması S.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından 19201003 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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

İmza

Ade SUMIAHADI

Tarih: 02.07.2021

ÖZET

DOKTORA TEZİ

FARKLI BİTKİ ARTIKLARININ BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİ VE BAZI BAKLAGİL YEMBİTKİLERİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ade SUMIAHADI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ramazan ACAR

2021, 230 Sayfa

Jüri:
Prof. Dr. Mehmet HAMURCU
Prof. Dr. Ramazan ACAR
Prof. Dr. Ahmet TAMKOÇ
Prof. Dr. Şükrü DURSUN
Prof. Dr. Harun BAYTEKİN

Organik madde, toprağın en önemli bileşenlerinden biridir. Organik madde, toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerini iyileştirir. Organik madde ilavesi, toprak organik maddesinin kullanılabilirliğini ve sürdürülebilirliğini sağlamak için gereklidir. Organik madde kaynaklarından biri olarak bitki artıkları toprak organik madde ilavesi için kullanılabilmektedir. Tarımsal endüstrilerin artıkları, yıllık toplam biyokütle üretiminin önemli kısımlarından biri ve bu artıklar, toprak organik maddesinin önemli bir kaynağıdır. Bu araştırma ile beş farklı endüstriyel işlemden geçmiş olan bitkiye ait artıkların toprağa uygulanmasının toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile üç baklagil yem bitkisinin gelişimi üzerindeki etkilerinin incelemesini amaçlanmaktadır.

Deneme, Tarla Bitkileri Bölümünün serasında Faktöriyel Deneme Deseni'ne göre 6 müamele ve 4 tekerrür ile yapılmıştır. Müameleler, beş farklı bitkisel artık (buğday kepeği, ayçiçeği küspesi, soya küspesi, kolza küspesi ve pamuk küspesi) ve kontrol (sadece toprak)'dür. Yetiştirilen bitki materiyali olarak üç farklı baklagil yem bitkisi (yem bezelyesi, yaygın fiğ ve koca fiğ) kullanılmıştır. Deneme iki yetiştirme dönemi olup ikinci yetiştirme döneminde organik maddeler ilave edilmeksizin birinci yetiştirme döneminde hazırlanan aynı ekim yataklarına aynı bitkilerin ekimleri yapılmıştır. Ölçümler, her yetiştirme döneminin hasat sonunda tekrarlanmıştır. Ölçümler, bitki büyüme parametreleri, Rhizobium aktivitesi parametreleri, bitkide kimyasal özelliklerinin analizi ve toprağın özelliklerinin analizi olmak üzere dört ana başlık şekilde yapılmıştır.

Araştırmada, bazı küspeler uygulanmasının kullanılan üç baklagil yem bitkileri gelişimi üzerine (yem bezelyesi, yaygın fiğ ve koca fiğ) fitotoksisite etkisi görülmektedir. Bazı küspeler uygulanması, tüm bitkilerin gelişimini (çıkış, kök uzunluğu ve kuru kök ağırlığı) engellemiş ve farklı zamanlarda bitkilerin sararması, solması ve ölmesine neden olmuştur. Ayrıca küspeler uygulanması, bitkilerin nodül sayısını de engellemiştir. Kullanılan bitki artıkları (buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tuhumu küspesi), bazı toprak özelliklerini (organik madde, P_2O_5 ve K_2O içerikleri, pH değeri ve satürasyon)

iyileştirmiştir. Ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen topraklarda en yüksek organik madde ve K_2O içerikleri tespit edilmişken (sırasıyla %1.35 ve 103.33 kg/da) buğday kepeği ile muamele edilen topraklarda ise en yüksek P_2O_5 içeriği (17.48 kg/da) tespit edilmiştir.

Kullanılan bitki artıkları (buğday kepeği, pamuk tohum küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi), bitkilerin gelişimini iyeleştirmiştir. Buğday kepeği, her iki yetiştirme döneminde bitki gelişimi parametrelerinin en yüksek sonuçları vermiş olup en uygun bitki artığı olmuştur. İkinci yetiştirme döneminde, buğday kepeği ile muamele edilen bitkilerin yaş ve kuru toprak üstü bitki ağırlıkları ve ayrıca yaş ve kuru kök ağırlıkları sırasıyla 24.56, 4.70, 2.86 ve 0.58 g olarak bulunmuştur. Buğday kepeği ile muamele edilen bitkilerinde de 115.45 nodül tespit edilmiştir. Ayrıca, kullanılan bitki artıkları, bitkilerin bazı makro ve mikro besin elementleri alımını arttırmıştır. İkinci yetiştirme döneminde, ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen bitkilerde en yüksek N içeriği (%3.69), buğday kepeği ile muamele edilen bitkilerde en yüksek P içeriği (%0.22) ve pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen bitkilerde en yüksek K içeriği (%3.81) tespit edilmiştir. Bununla birlikte, bitkilerin bazı mikroelementleri (Cu, Zn, Cr, Ni, Pb ve Co) alımı, kontrol muamelesinde daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bitksel endüstriyel artıklar, kepek, küspe, organik gübreleme, organik madde, Rhizobium.

ABSTRACT

DOCTORAL THESIS

EFFECTS OF PLANT RESIDUE AMENDMENT ON SOME SOIL PROPERTIES AND THE GROWTH OF SOME LEGUME FORAGE CROPS

Ade SUMIAHADI

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN FIELD CROPS

Advisor: Prof. Dr. Ramazan ACAR

2021, 230 Pages

Jury:
Prof. Dr. Mehmet HAMURCU
Prof. Dr. Ramazan ACAR
Prof. Dr. Ahmet TAMKOÇ
Prof. Dr. Şükrü DURSUN
Prof. Dr. Harun BAYTEKİN

Organic matter is one of the most important components of the soil. Organic matter improves the chemical, physical and biological properties of the soil. The addition of organic matter is necessary to ensure the availability and sustainability of soil organic matter. As one of the organic matter sources, plant residues can be used for soil organic matter addition. The residues of agricultural industries are an important part of the total annual biomass production and are an important source of soil organic matter. This research aims to examine the effects of the application of five different industrial plant residues on the physical and chemical properties of the soil and the growth and development of three legume forage crops.

The experiment was conducted in the Greenhouse of the Field Crops Department with 6 treatments and 4 repetitions according to the Factorial Experimental Design. Treatments are five different vegetable residues (wheat bran, sunflower seed oilcake, soybean oilcake, rapeseed oilcake, and cottonseed oilcake) and control (soil only). Three different forage legumes (forage pea, common vetch, and Narbon vetch) were used as the cultivated plant materials. The experiment consisted of two growing seasons and the same plants were planted in the same planting beds in the second growing season without adding organic substances to the growing medium prepared in the first growing season. Measurements were repeated at the harvest time at end of each growing season. Measurements were made in four main parameters, they were: plant growth parameters, Rhizobium activity parameters, analysis of plant chemical concentrations, and analysis of soil properties.

In the study, the phytotoxicity effect of some oilcakes application on the growth of the three legume forage crops used (forage pea, common vetch, and Narbon vetch) was observed. Application of some oilcakes inhibited the growth of all plants (emergence, root length, and dry root weight) and caused the plants to turn yellow, wither and die at different times. The application of oilcakes also inhibited the nodulation of the plants. The plant residues used in this study (wheat bran, cottonseed oilcake, and sunflower seed oilcake) improved some soil properties (organic matter, P_2O_5 and K_2O contents, pH value, and saturation). Soils treated with sunflower seed oilcake had the highest organic matter and K_2O contents

by 1.35% and 103.33 kg/da, respectively, while soils treated with wheat bran had the highest P_2O_5 content by 17.48 kg/da.

These plant residues (wheat bran, cottonseed oilcake, and sunflower seed oilcake) also improved the growth of the plants. Wheat bran gave the highest results in plant growth parameters in both first and second growing seasons and made it the most suitable plant residue among plant residues used in this study. In the second growing season, fresh and dry shoot and roots of plants treated with wheat bran was 24.56, 4.70, 2.86 and 0.58 g, respectively. Plants treated with wheat bran produced the highest number of root nodules by 115.42 nodüles in the seocnd growing season. In addition, these plant residues increased the plant uptake of some macro and microelement nutrients. In the second growing season, plants treated with sunflower seed oilcake had the highest N content by 3.69%, plants treated with wheat bran had the highest P content by %0.22 and plants treated with cottonseed oilcake had the highest K content by %3.81. However, the plant uptake of metal microelements (Cu, Zn, Cr, Ni, Pb and Co) was significantly higher in the control treatment than in the plant residue treatments.

Keywords: Bran, industrial plant residue, oilcake, organic fertilization, organic matter, Rhizobium.

ÖNSÖZ

Bitkisel endüstiyel artıkların toprağın özelliklerinin iyileştirilmesi için organik madde kaynağı olarak önemli bir potansiyele sahip olacağı kabul edilebilir. Dünyanın bazı ülkelerinde, bitkisel endüstiyel artıklar farklı amaçlara kullanılmaktadır. Ancak, Türkiye'de bu tip artıkların ana kullanımı hayvan yemi olarak bilinmektedir. Bundan dolayı, bitkisel endüstiyel artıkların uygulanmasının toprağın organik madde ve diğer özelliklerinin iyileştirilmesi ve bitki gelişimi üzerinde etkileri hakkında Türkiye'de fazla bilgi bulunamamaktadır. Araştırmamızın sonuçları, bu artıkların uygulanmasının toprak özellikleri iyileştirmesi, bitki büyümesi, bitkilerin besin alımı ve rizobiyal faaliyetler üzerindeki etkileri hakkında önemli bilgiler ilave edeceği tespit edilmiştir.

Araştırmanın başlangıcından bir tez haline gelinceye kadar her aşamasında bilgi, ilgi, yardım ve desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Ramazan ACAR hocama, bitki tohumları desteğini ve çalışmalarımın her aşamasında bilgi ve imkân sağlayan Sayın Prof. Dr. Ahmet TAMKOÇ hocama ve çalışmalarında her türlü bilgi ve tecrübelerini eksik etmeyen Sayın Prof. Dr. Mehmet HAMURCU hocama teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Hayatımın her döneminde özellikle de bu zorlu süreçte bana maddi ve manevi desteğini esirgemeyen Endonezya'daki aileme ve Cakarta Muhammadiyah Üniversitesi (Universitas Muhammadiyah Jakarta) Ziraat Fakültesi'ne teşekkürlerimi sunuyorum.

Doktora çalışmam boyunca burs desteği sağlayan Türkiye Cumhuriyeti Yurtdışı Türkler ve Akraba Topluluklar Başkanlığı'na (YTB), tezimin yürütülmesinin finansal desteğini sağlayan S.Ü. BAP Koordinatörlüğü'ne (19201003 nolu proje), S.Ü. Ziraat Fakültesi Dekanlığı'na ve Tarla Bitkileri Bölümü Başkanlığı'na teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın her aşamasında yardım ve desteği sağlayan Arş. Gör. Dr. Nur KOÇ KOYUN'a; sera çalışmalarında yardım eden Zulfa AZZAHRA, Siti Mustaqimatud DIYANAH, Luthfy RAMIZ, Saras ALFIASARI ve diğer dostlarıma teşekkür ederim.

Ade SUMIAHADI
KONYA-2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **vi**

ÖNSÖZ ..... **viii**

İÇİNDEKİLER ..... **ix**

ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xi**

ŞEKİL LİSTESİ ..... **xvi**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **4**

2.1. Kullanılan Bitki Artıklarının Özellikleri 4
2.1.1. Buğday kepeği 4
2.1.2. Pamuk tohumu küspesi 4
2.1.3. Ayçiçeği tohumu küspesi 5
2.1.4. Kolza/kanola tohumu küspesi 6
2.1.5. Soya tohumu küspesi 7
2.2. Kullanılan Bitki Artıklarının Uygulanması 8

3. MATERYAL VE YÖNTEM **30**

3.1. Materyal.. 30
3.2. Yöntemler 30
3.2.1. Araştırmanın zamanı ve tesisi 30
3.2.2. Toprak özellikleri analizi 31
3.2.3. Deneme deseni 31
3.2.4. Kültür işlemleri 32
3.2.4.1. Ekim yataklarının hazırlanması ve denemenin kurulması 32
3.2.4.2. Rhizobium aşılanması 32
3.2.4.3. Birinci yetiştirme döneminde bitki ekimi 32
3.2.4.4. Birinci yetiştirme döneminde bitki bakımı 32
3.2.4.5. Birinci yetiştirme döneminde bitki hasadı 33
3.2.4.6. İkinci yetiştirme döneminde bitki ekimi 33
3.2.4.7. İkinci yetiştirme döneminde bitki bakımı 33
3.2.4.8. İkinci yetiştirme döneminde bitki hasadı 33
3.2.5. Denemede incelenen özellikler 33
3.2.5.1. Toprak özelliklerinin analizi 34
3.2.5.2. Bitki gelişme parametreleri 34
3.2.5.3. Rhizobium aktivite parametreleri 35
3.2.5.4. Bitkide kimyasal içeriklerin analizi 35
3.2.6. İstatistiksel analizler ve değerlendirmeler 36

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 38

4.1. Araştırmanın Genel Durumu 38
4.2. Toprak Özelliklerinin Analizi 42
4.2.1. Satürasyon 42
4.2.2. Organik madde 45
4.2.3. Potasyum (K_2O) 50
4.2.4. Fosfor (P_2O_5) 55
4.2.5. Kireç 61
4.2.6. Toplam tuz 64
4.2.7. pH 67
4.3. Bitki Gelişimi Parametreleri 42
4.3.1. Çıkış oranı 72
4.3.2. Toprak üstü bitki boyu 78
4.3.3. Ana dal sayısı 84
4.3.4. Kök uzunluğu 87
4.3.5. Yaş kök ağırlığı 92
4.3.6. Kuru kök ağırlığı 97
4.3.7. Yaş toprak üstü bitki ağırlığı 101
4.3.8. Kuru toprak üstü bitki ağırlığı 107
4.4. Rhizobium Aktivitesi Parametreleri 116
4.4.1. Nodül sayısı 116
4.4.2. Aktif nodül sayısı 120
4.5. Bitkide Kimyasal İçeriklerin Analizi 123
4.5.1. Azot [N] 123
4.5.2. Fosfor [P] 129
4.5.3. Potasyum [K] 135
4.5.4. Kalsiyum [Ca] 141
4.5.5. Magnezyum [Mg] 146
4.5.6. Kükürt [S] 150
4.5.7. Mangan [Mn] 154
4.5.8. Bor [B] 158
4.5.9. Sodyum [Na] 161
4.5.10. Demir [Fe] 163
4.5.11. Bakır [Cu] 167
4.5.12. Çinko [Zn] 171
4.5.13. Krom [Cr] 174
4.5.14. Nikel [Ni] 177
4.5.15. Kurşun [Pb] 181
4.5.16. Kobalt [Co] 185

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 188

5.1. Sonuçlar 188
5.2. Öneriler 190

KAYNAKLAR 192

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No.

Çizelge 2.1. Buğday kepeğinin kimyasal içerikleri 4
Çizelge 2.2. Pamuk tohumu küspesinin kimyasal özellikleri 5
Çizelge 2.3. Ayçiçeği touhmu küspesinin özellikleri 6
Çizelge 2.4. Kolza/kanola küspesinin özellikleri 7
Çizelge 2.5. Soya küspesinin kimyasal özellikleri 8
Çizelge 3.1. Denemede kullanılan bitki artıklarının içerikleri analiz sonuçları 30
Çizelge 3.2. Karışmında kullanılan toprakların özellikleri 31
Çizelge 4.1. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıklarının uygulamasında üç baklagil yem bitki türlerinin ölüm zamanı (ekimden gün sonra) 38
Çizelge 4.2. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıyla üç baklagil yem bitkisinde toprağın satürasyonu değerlerine ait varyans analizi 42
Çizelge 4.3. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıya üç baklagil yem bitkisinde toprak satürasyonu değerleri (%) ve LSD testi grupları 42
Çizelge 4.4. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıyla üç baklagil yem bitkisinde toprağın organik maddesi değerlerine ait varyans analizi 45
Çizelge 4.5. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıya üç baklagil yem bitkisinde toprağın organik maddesi değerleri (%) ve LSD testi grupları 45
Çizelge 4.6. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıyla üç baklagil yem bitkisinde toprağın K_2O içeriği değerlerine ait varyans analizi 50
Çizelge 4.7. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıya üç baklagil yem bitkisinde toprağın K_2O içeriği değerleri (kg/da) ve LSD testi grupları 51
Çizelge 4.8. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıyla üç baklagil yem bitkisinde toprağın P_2O_5 içeriği değerlerine ait varyans analizi 56
Çizelge 4.9. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıya üç baklagil yem bitkisinde toprağın P_2O_5 içeriği değerleri (kg/da) ve LSD testi grupları 57
Çizelge 4.10. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıyla üç baklagil yem bitkisinde toprağın kireç içeriği değerlerine ait varyans analizi 62
Çizelge 4.11. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıya üç baklagil yem bitkisinde toprağın kireç içeriği değerleri (%) ve LSD testi grupları 62

Çizelge 4.12. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıyla üç baklagil yem bitkisinde toprağın toplam tuz içeriği değerlerine ait varyans analizi 64
Çizelge 4.13. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıya üç baklagil yem bitkisinde toprağın toplam tuz içeriği değerleri (%) ve LSD testi grupları 65
Çizelge 4.14. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıyla üç baklagil yem bitkisinde toprağın pH'si değerlerine ait varyans analizi 67
Çizelge 4.15. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıya üç baklagil yem bitkisinde toprağın pH'si değerleri ve LSD testi grupları 68
Çizelge 4.16. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin çıkış oranı değerlerine ait varyans analizi 73
Çizelge 4.17. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin çıkış oranı değerleri (%) ve LSD testi grupları . 73
Çizelge 4.18. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin toprak üstü bitki boyu değerlerine ait varyans analizi 78
Çizelge 4.19. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin toprak üstü bitki boyu değerleri (cm) ve LSD testi grupları 79
Çizelge 4.20. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin ana dal sayısı değerlerine ait varyans analizi 85
Çizelge 4.21. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin ana dal sayısı değerleri (adet) ve LSD testi grupları 85
Çizelge 4.22. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kök uzunluğu değerlerine ait varyans analizi 87
Çizelge 4.23. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kök uzunluğu değerleri (cm) ve LSD testi grupları 88
Çizelge 4.24. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin yaş kök ağırlığı değerlerine ait varyans analiz 93
Çizelge 4.25. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin yaş kök ağırlığı değerleri (g) ve LSD testi grupları 93
Çizelge 4.26. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kuru kök ağırlığı değerlerine ait varyans analizi 97
Çizelge 4.27. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kuru kök ağırlığı değerleri (g) ve LSD testi

grupları 98
Çizelge 4.28. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin yaş toprak üstü bitki ağırlığı değerlerine ait varyans analizi 102
Çizelge 4.29. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin yaş toprak üstü bitki ağırlığı değerleri (g) ve LSD testi grupları 102
Çizelge 4.30. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kuru toprak üstü bitki ağırlığı değerlerine ait varyans analizi 108
Çizelge 4.31. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kuru toprak üstü bitki ağırlığı değerleri (g) ve LSD testi grupları 108
Çizelge 4.32. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin nodül sayısı değerlerine ait varyans analizi 116
Çizelge 4.33. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin nodül sayısı değerleri (adet) ve LSD testi grupları 117
Çizelge 4.34. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin aktif nodül sayısı değerlerine ait varyans analizi 120
Çizelge 4.35. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin aktif nodül sayısı değerleri (adet) ve LSD testi grupları 121
Çizelge 4.36. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin azot [N] içeriği değerlerine ait varyans analizi 123
Çizelge 4.37. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin azot [N] içeriği değerleri (%) ve LSD testi grupları 123
Çizelge 4.38. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin fosfor [P] içeriği değerlerine ait varyans analizi 129
Çizelge 4.39. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin fosfor [P] içeriği değerleri (%) ve LSD testi grupları 130
Çizelge 4.40. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin potasyum [K] içeriği değerlerine ait varyans analizi 135
Çizelge 4.41. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin potasyum [K] içeriği değerleri (%) ve LSD testi grupları 136

Çizelge 4.42. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kalsiyum [Ca] içeriği değerlerine ait varyans analizi 141
Çizelge 4.43. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kalsiyum [Ca] içeriği değerleri (%) ve LSD testi grupları 141
Çizelge 4.44. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin magnezyum [Mg] içeriği değerlerine ait varyans analizi 146
Çizelge 4.45. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin magnezyum [Mg] içeriği değerleri (%) ve LSD testi grupları 147
Çizelge 4.46. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kükürt [S] içeriği değerlerine ait varyans analizi 151
Çizelge 4.47. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kükürt [S] içeriği değerleri (%) ve LSD testi grupları 151
Çizelge 4.48. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin mangan [Mn] içeriği değerlerine ait varyans analizi 154
Çizelge 4.49. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin mangan [Mn] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları 155
Çizelge 4.50. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin bor [B] içeriği değerlerine ait varyans analizi . 158
Çizelge 4.51. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin bor [B] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları 159
Çizelge 4.52. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin sodyum [Na] içeriği değerlerine ait varyans analizi 161
Çizelge 4.53. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin sodyum [Na] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları 162
Çizelge 4.54. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin demir [Fe] içeriği değerlerine ait varyans analizi 164
Çizelge 4.55. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin demir [Fe] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları 164
Çizelge 4.56. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin bakır [Cu] içeriği değerlerine ait varyans analizi 167

Çizelge 4.57. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin bakır [Cu] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları 168
Çizelge 4.58. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin çinko [Zn] içeriği değerlerine ait varyans analizi 171
Çizelge 4.59. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin çinko [Zn] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları 171
Çizelge 4.60. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin krom [Cr] içeriği değerlerine ait varyans analizi 175
Çizelge 4.61. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin krom [Cr] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları 176
Çizelge 4.62. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin nikel [Ni] içeriği değerlerine ait varyans analizi 178
Çizelge 4.63. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin nikel [Ni] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları 178
Çizelge 4.64. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kurşun [Pb] içeriği değerlerine ait varyans analizi 181
Çizelge 4.65. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kurşun [Pb] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları 181
Çizelge 4.66. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kobalt [Co] içeriği değerlerine ait varyans analizi 185
Çizelge 4.67. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kobalt [Co] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları 186

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 1. Denemede hazırlanan ekim yatağı 37
Şekil 2. Parsellerin yerleşmesi 37
Şekil 3. Yem bezelyesi bitkisinin sararması (a) ve ölmesinin (b) görünüşü 113
Şekil 4. Nodüller (a) ve aktif nodüller (b) görünüşü 113
Şekil 5. İkinci yetiştirme döneminde kontrol (a), buğday kepeği (b), pamuk tohumu küspesi (c) ve ayçiçeği tohumu küspesi (d) muamelelerinde yem bezelyesi bitkisinin toprak üstü kısmı 114
Şekil 6. İkinci yetiştirme döneminde kontrol (a), buğday kepeği (b) muamelelerinde yaygın fiğ bitkisinin toprak üstü kısmı 114
Şekil 7. İkinci yetiştirme döneminde kontrol (a), buğday kepeği (b), pamuk tohumu küspesi (c) ve ayçiçeği tohumu küspesi (d) muamelelerinde koca fiğ bitkisinin toprak üstü kısmı 114
Şekil 8. İkinci yetiştirme döneminde kontrol (a), buğday kepeği (b), pamuk tohumu küspesi (c) ve ayçiçeği tohumu küspesi (d) muamelelerinde yem bezelyesi bitkisinin kökleri 115
Şekil 9. İkinci yetiştirme döneminde kontrol (a), buğday kepeği (b) muamelelerinde yaygın fiğ bitkisinin kökleri 115
Şekil 10. İkinci yetiştirme döneminde kontrol (a), buğday kepeği (b), pamuk tohumu küspesi (c) ve ayçiçeği tohumu küspesi (d) muamelelerinde koca fiğ bitkisinin kökleri 115

1. GİRİŞ

Organik madde, toprağın en önemli bileşenlerinden biridir (Roman ve ark 2015). Organik madde, toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerini iyileştirir (Fenton ve ark 2008, USCC 2008, Roman ve ark 2015). Topraktaki organik madde miktarı, toprak tipine, toprak dokusuna, iklime, yere, arazi pozisyonuna, bitki örtüsü tipine, toprak işlemeye ve toprak kullanıma bağlı olarak değişir (Fisk ve ark 2010, Munawar 2011, Cardelli ve ark 2012, Valboa ve ark 2015, Blanco-Moure ve ark 2016, Geraei ve ark 2016). Genel olarak bitki gelişimine doğrudan etkili olan tarım topraklarının optimum fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ve verimlilik potansiyeli için en uygun toprağın organik madde içeriği toprakta en az %3 olmalıdır (Çepel 1988, Gezgin 2018). Ancak birçok ülkenin toprağındaki organik madde içeriği düşük veya çok düşük seviyeli kategorilerdedir. Endonezya'da, tarım arazilerinin çoğu (%73) düşük organik madde içeriğine sahiptir (<%2) (Pirngadi 2009). Türkiye'deki tarım arazilerinin %89'unun organik madde içeriği ise %1'den az (çok düşük düzeyde) ve %1-2 civarında (düşük düzeyde) değişmektedir (Ünver 2013, Gezgin 2018).

Topraktaki toplam organik madde miktarı, iki işlemin bir sonucudur, bunlar organik madde ilavesi ve ayrışma (dekompozisyon) yoluyla organik madde kaybıdır. Organik maddenin ayrışması organik mineraller üretir ve bu mineraller, bitki ve diğer organizmaların kullanımı ve yıkanması gibi çeşitli faktörler nedeniyle kolayca kaybolur. Organik maddenin dekompozisyon oranı ilavesinden daha hızlı ise toprak organik madde miktarı azalacaktır (Munawar 2011). Organik madde ilavesi, toprak organik maddesinin kullanılabilirliğini ve sürdürülebilirliğini sağlamak için gereklidir. Organik madde kaynaklarından biri olarak bitki artıkları toprak organik madde ilavesi için kullanılabilmektedir (Fenton ve ark 2008, Munawar 2011, Roman ve ark 2015).

Bitki artıklarının kullanımı, toprak organik maddesinin yeterli seviyeye yükseltilmesine katkıda bulunabilir. Bir tarım toprağında yeterli organik madde seviyesine sahip olmakta çok yarar vardır. Bu yararlar üç kategoride gruplanabilir:

Fiziksel yararlar:

- Agregat stabilitesini arttırır, su sızmasını ve toprak havalandırmayı iyileştirir ve yüzey akışının azalmasını sağlar.
- Su tutma kapasitesini arttırır.
- Killi toprakların yapışkanlığını azaltır ve bu toprakların işlemeyi daha kolay hale getirir.

- Yüzey kabuklanmasını azaltır ve tohum yatağının hazırlanmasını kolaylaştırır.

Kimyasal yararlar:

- Toprak katyon değişim kapasitesini arttırır.
- Toprağın pH değişimine direnme yeteneğini geliştirir.
- Zamanla toprak minerallerinin ayrışmasını hızlandırarak, besin maddelerini bitkilerin alımında kullanılabilir mineraller haline getirir.

Biyolojik yararlar:

- Topraktaki canlı organizmalar için besin sağlar.
- Hastalıkların ve zararlıların baskılanmasında yardımcı olabilecek toprak mikrobiyal biyoçeşitliliği ve aktivitesini geliştirir
- Toprak mikroorganizmalarının etkileriyle gözenek boşluğunu arttırır. Bu, su sızmasının arttırılmasına ve yüzey akışının azaltılmasına yardımcı olur (Fenton ve ark 2008).

Bitki artıkları, hasat ve hasat sonrası artıkları olarak tarlalardan (budamadan ezilmiş veya doğranmış dallar, yaprak, saman ve biçilmiş çimen vb.), mutfak atıklarından (meyve ve sebze atıkları, bozulmuş veya tarihi geçmiş gıdalar, yumurta kabuğu, kahve ve çay atıkları, kurutulmuş meyve ve fındık kabuku vb.) ve bitki işlemeleri ve endüstrilerinden (odun talaşı, küspe, bagas, kepek, kabuk, şilempe vb.) elde edilebilir (USCC 2008, Roman ve ark 2015). Bitki sapları ve belirli bitki işlemesi veya endüstrilerinin yan ürünleri gibi bazı bitki artıklarının mevcudiyeti büyük miktarda ulusal veya bölgesel ölçekte ve hatta yerel ölçekte de mevcuttur (Powlson ve ark 2012).

Bitkisel endüstiyel artıkların önemli kullanımı hayvan yemi olarak bilinmetedir (Mahro ve Timm 2007). Hayvan yemi için kullanılan bitkisel endüstriyel artıkların ana nedenleri, ucuz, fazla mevcudiyet ve zengin besin maddeleri gibi özellikleridir. Ayrıca bu artıklar, toprak organik madde ilavesi ve toprak özellikleri iyileştirilmesi için yüksek potansiyel olan yüksek organik maddeye sahiptir.

Bitkisel endüstriyel artıklar, önemli bir organik madde kaynağı olması ile birlikte bazı bitki besinlerini sağlamada da önemli bir potansiyele sahiptir. Bu artıkların kullanımı, topraktaki organik madde ve bitki besin içeriklerini arttırarak kimyasal gübrelerin uygulanmasını azaltacaktır. Bu artıkların toprak organik madde ilavesi için kullanılması, kimyasal gübre kalıntılarından kaynaklanan kirlilikleri ve zararlarının etkileri azaltmak için kullanılabilen çözümlerden biridir.

Hayvan yemi olarak ana kullanımından dolayı, bitkisel endüstriyel artıkların uygulanmasının toprağın organik madde ve diğer özelliklerinin iyileştirilmesi ve bitki büyümesi üzerindeki etkileri hakkında çok fazla bilgi bulunamamıştır. Bu araştırmanın bu artıkların uygulanmasının toprak özellikleri iyileştirmesi ve değişimi, bitki büyümesi, bitkilerin besin alımı ve rizobiyal faaliyetler üzerindeki uzun vadeli etkileri hakkında önemli bilgiler sağlayacağı düşünülmüştür.

Bu tez, beş çeşit bitkisel endüstriyel artığı kullanmıştır, bunlar buğday kepeği, ayçiçeği tohumu küspesi, pamuk tohumu küspesi, kanola tohumu küspesi ve soya küspesidir. Bu artıkların kullanımı, Endonezya ve Türkiye'de olduğu gibi organik madde bakımından fakir topraklarda organik madde arttırılması, organik maddelerinin yeniden kullanılması ve geri dönüştürülmesi ve özellikle tarım sektörlerinden artıkların kirliliğini azaltılması için önemlidir.

Bu araştırma ile beş farklı endüstriyel işlemden geçmiş olan bitkiye ait artıkların toprağa uygulanmasının toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile üç baklagil yem bitkisinin gelişimi üzerindeki etkilerinin incelemesini amaçlanmaktadır. Beş farklı bitki artığı (buğday kepeği, ayçiçeği küspesi, soya küspesi, kanola küspesi ve pamuk küspesi), besın maddeleri sağlaması, toprak özelliklerinin (fiziksel ve kimyasal) değişme oranı ve bitki büyümesi üzerindeki etkileri incelemek için kullanılacaktır. Deneme, toprak özellikleri değişimini ve bu bitki artıklarının toprak verimliliğini ve iki yetiştirme dönemi boyunca bitki büyümesini ne kadar destekleyebileceğini incelemek için, ikinci yetiştirme döneminde bitki artıkları ilavesi olmaksızın iki yetiştirme döneminde gerçekleştirilmiştir. Bu denemede üç baklagil yem bitkisi (yem bezelyesi, yaygın fiğ ve koca fiğ) kullanılmıştır. Bu bitkiler, Türkiye'deki önemli tek yıllık baklagil yem bitkileridir. Baklagil bitkilerinin kullanımı ayrıca farklı bitki artıklarının topraktaki rhizobium aktiviteleri üzerine etkileri hakkında da bilgileri sağlamaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Kullanılan Bitki Artıklarının Özellikleri

2.1.1. Buğday kepeği

Buğday kepeği ılıman veya subtropikal bölgelerde başlıca buğday işleme artıklarından biridir. Buğday kepeği, değişik miktarlarda kalan nişasta endospermine sahip aleurone tabakası dahil, perikarp ve tohumun en dıştaki dokularından oluşur. Buğday kepeği, öğütülmüş buğday unun toplam ağırlığının neredeyse %10'unu oluşturmaktadır (Rosenfelder ve ark 2013).

Buğday kepeğinin tarım için organik gübre olarak kullanımı konusunda bilgi eksikliği olmakta olup ancak protein ve toplam C içerikleri yüksek olmakla birlikte, buğday kepeği organik madde ilavesi için bir organik gübre olarak yüksek bir potansiyeldir. Çizelge 2.1, buğday kepeğinin element kompozisyonunu göstermektedir.

Çizelge 2.1. Buğday kepeğinin kimyasal içerikleri (Verhoeven 2001, Yavuz 2001, Abbas ve ark 2012, Rosenfelder ve ark 2013, Apprich ve ark 2014, Meena ve ark 2014)

İçerikler	Değer
Kuru madde (%)	82.80-94.50
Ham protein (%)	13.20-22.10
Toplam karbonhidrat (%)	56.80
Nişasta (%)	13.80-34.30
Yağ (%)	3.50-4.00
Kül (%)	2.50-8.10
Selüloz (%)	11.00
NDF (Nötr deterjan lifi; g/kg)	278.00-482.00
ADF (Asit deterjan lifi; g/kg)	84.00-150.00
ADL (Asit deterjan lignin; g/kg)	29.00-114.00
NSP (Nişasta olmayan polisakkaritler; g/kg)	139.00-416.00
Fenolik asit (%)	1.10
Fitik asit (%)	4.20-4.50
Toplam C (%)	45.50
Toplam N (%)	2.53
C/N	18.00
P (%)	0.01-0.10
K (%)	0.88-2.67
Ca (%)	0.14
Na (%)	0.06
Cl (%)	0.08
Si (mg/100 g)	10.98

2.1.2. Pamuk tohumu küspesi

Pamuk tohumu yağı da dahil olmak üzere tohum yağı endüstrisinin ana kalıntılarından biri küspedir. Küspeler, tohumlardan yağ ekstraksiyonundan sonra elde

edilen katı artıklardır (Kolesárová ve ark 2011, Lomascolo ve ark 2012). Küspe esas olarak proteinler, lifler (lignoselülozik malzemeler) ve minerallerden oluşmaktadır (Lomascolo ve ark 2012). Pamuk tohumu yaklaşık %20 yağ içermektedir. Ekstraksiyondan sonra ana yan ürünü (%45.5) olarak küspe, ardından kabukları (%26) ve tiftikleri (%8.5) temsil etmektedir. Pamuk tohumu küspesi, soya küspesi ile birlikte en önemli bitkisel protein kaynaklarından biridir (Pickard ve ark 2020). Önceki bazı raporlara göre pamuk tohumu küspesi yüksek organik madde ve diğer faydalı besin maddelerine sahiptir (Tablo 2.2). Bu özelliklerle, pamuk tohumu küspesinin toprağa uygulanması, toprak organik maddesini, diğer toprak özelliklerini büyük ölçüde iyileştirebilir ve bitki büyümesini destekleyebilir.

Çizelge 2.2. Pamuk tohumu küspesinin kimyasal özellikleri (Yavuz 2001, Yılmaz ve Alagöz 2005, Ramachandran ve ark 2007, Kolesarova ve ark 2010, Aziz ve ark 2018)

İçerikler	Değer
Kuru madde (%)	88.00-94.30
Ham protein (%)	28.00-41.00
Ham lif (%)	15.70
Karbonhidrat (%)	32.65
Ham kül (%)	6.00-6.80
Ham yağ (%)	2.00
Ham selüloz (%)	12.00-24.00
Organik madde (%)	63.60
Toplam C (%)	36.97
Toplam N (%)	2.75
C/N	13.44
P_2O_5 (%)	0.11-1.00
K_2O (%)	1.22-1.55
CaO (%)	0.17-0.91
MgO (%)	0.53-1.47
Fe (ppm)	539.40
Na (ppm)	184.91
Cu (ppm)	9.40
Mn (ppm)	26.20
Zn (ppm)	30.80
Cl (ppm)	40.00

2.1.3. Ayçiçeği tohumu küspesi

Ayçiçeği (*Helianthus annuus*), 72 ülkede ılıman ve subtropikal iklimlerde dünya çapında yağlı tohum ürünü olarak yetiştirilmektedir. Yağlı tohumlar arasında, ayçiçeğinin ortalama yıllık dünya üretimi 32-44 milyon ton olup soya fasulyesi, kolza tohumu, pamuk tohumu ve yerfıstığı arkasında beşinci yer almaktadır (Seiler ve Gulya 2016). Ayçiçeğinden 3-7 ton kuru madde/ha artıklar üretilmiştir (Kaya ve ark 2006).

Küspe, ayçiçeği tohum yağı üretiminin ana artıklarından biri olmakta olup 2011 yılında ayçiçeği küspesi üretimi 14.9 milyon ton olarak tahmin edilmiştir. Bu büyük miktarla, bu artık küspesi önemli bir sorun haline getirmekte ve geri kazanımına ve kazançlı kullanımına olan ilgiyi arttırmaktadır (Lomascolo ve ark 2012). Ayçiçeği küspesinin Çizelge 2.3'te gösterildiği gibi özellikleri nedeniyle, toprak organik madde ilavesi ve organik gübre olarak yüksek bir potansiyele sahiptir.

Çizelge 2.3. Ayçiçeği tohumu küspesinin özellikleri (Yavuz 2001, Ramachandran ve ark 2007, Kolesarova ve ark 2010, de Castro ve ark 2016)

İçerikler	Değer
Kuru madde (%)	89.00-91.00
Nem (%)	5.56
Kül (%)	6.40-7.00
Toplam N (%)	4.70
Toplam C (%)	49.80
C/N	10.60
Ham protein (%)	23.72-36.00
Ham lif (%)	13.20
Ham yağ (%)	2.75-3.00
Karbonhidrat (%)	23.47
ADF (%)	22.39
NDF (%)	26.81
Hemiselüloz (%)	4.42
Selüloz (%)	14.67-22.00
Lignin (%)	7.72
S (%)	<0.30
Ca (%)	0.30
P (%)	1.30
Na (%)	0.10
Cl (%)	0.01-0.05

2.1.4. Kolza/kanola tohumu küspesi

Kolza/kanola (*Brassica napus* L.), en önemli yağ bitkilerinden biri olup soya ve palmiye sonrası üçüncü sırada yer almaktadır (Lomascolo ve ark 2012). Kolza, 5 kıtada 30'dan fazla ülkede üretim ile dünyanın ılıman bölgelerinde önemli bir mahsul haline gelmiştir (Pickard ve ark 2020). Kolza, yaklaşık %40-49 oranında yağ ve %18-25 oranında protein içeren tohumlar için yetiştirilmektedir (Kraljevic ve ark 2008).

Küspe, kolza tohumu yağının üretim sürecinin ana artığı olamkta olup 2011 yılında kolza küspesi üretimi yaklaşık 35 milyon ton olarak tahmin edilmiştir (Lomascolo ve ark 2012). Kanola/kolza tohumu küspesi, %36-38 ham protein ve esansiyel amino asitleri içeren bir uluslararası ticari üründür. Kolza küspesi, tavuk gübresinden daha yüksek bir konsantrasyonda bulunan besin maddelerini içermektedir. Tarımda bu tür

organik materyallerin kullanımı, çevreyi korumaya ve tarım arazilerinin verimliliğini arttırmaya katkıda bulunmuştur (Eusuf Zai ve ark 2008). Kolza küspesinin özellikleri Çizelge 2.4'te gösterilmektedir.

Çizelge 2.4. Kolza/kanola küspesinin özellikleri (Yavuz 2001, Ramachandran ve ark 2007, Eusuf Zai ve ark 2008, Eusuf Zai ve ark 2009, Kolesarova ve ark 2010, de Castro ve ark 2016)

İçerikler	Değer
Kuru madde (%)	88.00-90.00
Toplam C (%)	42.85-50.20
Toplam N (%)	6.65-7.50
C/N	6.43-6.69
Kül (%)	5.11-6.20
Ham protein (%)	33.90-35.00
Ham yağ (%)	3.80-13.05
Ham lif (%)	9.70
Toplam karbonhidrat (%)	22.08
ADF (%)	14.71
NDF (%)	16.75
Hemiselüloz (%)	2.04-11.00
Selüloz (%)	8.18
Lignin (%)	6.53
K (%)	1.22-1.87
P (%)	1.20-1.99
Ca (%)	0.10-0.68
Mg (g/kg)	0.33
Na (g/kg)	0.09-0.48
S (%)	0.60
Cl (%)	1.30

2.1.5. Soya tohumu küspesi

Soya fasulyesi, palmiye ve kolza tohumu ile dünyanın en önemli yağ bitkilerinden biridir (Lomascolo ve ark 2012). ABD'den ihraç edilen soya fasulyesi, 2004 yılında dünya genelinde işlem gören dolar cinsinden en önemli dördüncü tarımsal emtia olmuştur. Soya küspesi, dünya çapında hayvancılık ve balık üretimi için önemli bir girdi olmuştur. Dünyada soya fasulyesi ve soya küspesi miktarı, 1985'te 48 milyon tondan 2004'te 106 milyon tona yükselmiştir (Dalgaard ve ark 2008). Soya küspesi, dünyanın yağdan arındırılmış protein küspesi üretiminin %55'ini oluşturmakta olup yem formülasyonunda ana bitki bazlı protein kaynağı olmaktadır (Pickard ve ark 2020). Baklagil bitkisinin bir ürünü olarak soya küspesi özellikle protein ve toplam N yüksek besinlere sahiptir. Önceki çalışmalar, soya küspesinin Çizelge 2.5'te sunulan yüksek organik madde ve diğer besin maddelerine sahip olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 2.5. Soya küspesinin kimyasal özellikleri (Yavuz 2001, Yılmaz ve Alagöz 2005, Ramachandran ve ark 2007, Kolesarova ve ark 2010)

İçerikler	Değer
Kuru madde (%)	84.80-88.00
pH (H_2O)	6.40
Ham protein (%)	44.00-48.00
Ham lif (%)	5.10
Kül (%)	6.00-6.40
Organik madde (%)	62.23
Toplam C (%)	36.18
Toplam N (%)	7.48
C/N	4.83
P_2O_5 (%)	0.63-0.69
K_2O (%)	1.78-1.97
CaO (%)	0.13-0.54
MgO (%)	0.36
Na (%)	0.10
Fe (ppm)	1517.20
Cu (ppm)	19.60
Mn (ppm)	66.20
Zn (ppm)	64.80

2.2. Kullanıllan Bitki Artıklarının Uygulanması

Mathur ve Prasad (1973), *Hirschmanniella oryzae* nematodu popülasyonu, çeltik bitkisinin gelişimi ve verimi üzerinde iki nematisid, altı yağlı tohum küspesi (susam, hardal, yer fıstığı, keten tohumu, pamuk tohumu ve yalancı tespih küspeleri) ve bir inorganik gübrenin (kalsiyum amonyum nitrat) etkisini incelemek için bir deneme gerçekleştirmişlerdir. Deneme, yalancı tespih ve hardal küspelerinin nematod popülasyonunu azaltmada ve bitki gelişimini iyileştirmede çok etkili olduğunu göstermiştir. Daha yüksek dozlarda susam ve yerfıstığı küspeleri de etkili bulunmuştur. Öte yandan, pamuk tohumu küspesi ve kalsiyum amonyum nitrat, kontrol ile karşılaştırıldığında daha yüksek bitki gelişimi değerlerine sahipken nematod popülasyonunu arttırmıştır.

Mishra ve Prasad (1974), yedi yağlı tohum küspesi (yalancı tespih, mahua, hardal, yer fıstığı, susam, pamuk ve keten tohumu küspeleri), beş organik madde (talaş, buğday samanı, çiflik gübresi, kenevir ve çeltik kavuzu), iki inorganik gübre (NPK ve üre) ve iki büyüme düzenleyici (2.4-D ve MH) uygulamasının nematodlar ve buğday ve maş fasulyesi bitkilerinin verimleri üzerinde etkilerini gözlemlemişlerdir. Çalışma, inorganik gübreler ve büyüme düzenleyiciler kombinasyonu içeren veya içermeyen yalancı tespih, yer fıstığı ve susam küspelerinin bitki-parazitik nematod popülasyonunu önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Diğer uygulamalarda önemli bir azalma olmamış, ancak çoğu

durumda NPK, üre, 2.4-D, keten tohumu küspesi ve pamuk tohumu küspesi uygulanmalarının kontrolden daha iyi olduğu göterilmiştir. Bitkilerin tepkileri durumunda, uygulamaların daha yüksek dozlarında, genel olarak buğday ve maş fasulyesi bitkilerinin büyümesi ve tane veriminde daha yüksek sonuçlar kaydetmiştir. Ayrıca, genel olarak yalancı tespih ve susam küspelerinin daha yüksek dozları, daha fazla bitki boyu ve daha yüksek buğday verimi sağlamıştır. Yalancı tespih küspesi, mahua küspesi ve çeltik kavuzunun daha yüksek dozları, daha yüksek bakteri nodül indeksi kaydederken yalancı tespih ve susam küspelerinin daha yüksek dozları, daha yüksek verimle birlikte daha fazla sayıda bakla sağlamıştır.

Kannaiyan ve Prasad (1981), organik gübre olarak yağdan arındırılmış çeltik kepeği, ayçiçeği tohumu küspesi, susam tohumu küspesi, çeltik samanı, hardal küspesi, yalancı tespih küspesi, hindistancevizi küspesi, yerfıstığı küspesi, talaş ve çiftlik gübresi uygulanmasının çeltik bitkisinde *Rizoctonia solanı* enfeksyonu ve çeltik bitkisinin büyümesi üzerinde etkilerini değerlendirmiştir. Çalışmada, yağdan arındırılmış çeltik kepeği ve yerfıstığı küspesi çeltik bitkisinde *R. solanı* enfeksiyonunu arttırmışken diğer organik gübreler ise önemli ölçüde çeltik bitkisinde *R. solanı* enfeksiyonunu azaltmıştır. Ayrıca, gövde uzunluğu parametresinde tüm organik gübreler kontrole kıyasla önemli ölçüde daha yüksek sonuç vermiştir. Kök uzunluğu parametresinde ise yağdan arındırılmış çeltik kepeği, çeltik samanı, yalancı tespih küspesi, susam tohumu küspesi ve talaş kontrole kıyasla daha yüksek sonuç vermişken ayçiçeği tohumu küspesi, hardal küspesi, yalancı tespih küspesi, hindistancevizi küspesi, yerfıstığı küspesi ve çiftlik gübresi ise daha düşük sonuç vermiştir.

Mian ve Rodriguez-Kabana (1982), %0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ve 1.0 (a/a) konsantrasyonlarında pamuk tohumu küspesi ve yer fıstığı küspesi, ve % 0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 ve 5.0 (a/a) konsantrasyonlarında tavuk gübresi toprağa uygulamalarının *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood nematodu ve kabak (*Curcubita pepo* L.) gelişimi üzerinde sera koşullarında etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmadaki tüm organik gübreler topraktaki pH, iletkenlik, nitrat-azot ve üreaz aktivitesini arttırmıştır. Küspelerin %0.4 ve daha yüksek konsantrasyonlarda uygulanması, nematodların neden olduğu kök urlarını pratik olarak ortadan kaldırmıştır. Tavuk gübresinin %1.0 ve daha yüksek konsantrasyonlarında kök urlarını önemli ölçüde azaltırken daha yüksek konsantrasyonlarında daha yüksek azalma olmuştur. Bununla birlikte, %0.4 ve daha yüksek konsantrasyonlarda küspeler uygulanması, kontrole kıyasla saksı başına bitki sayısında %70'in üzerinde önemli bir azalma ile önemli fitotoksisiteye neden olmuştur.

%0.4 ve daha yüksek konsantrasyonlarda pamuk tohumu küspesinin uygulanması gövde boyunu da önemli ölçüde azaltmıştır. Ancak %0.2 ila 0.6 konsantrasyonlarında bitkinin yaş kök ve gövde ağırlığını önemli ölçüde arttırmıştır.

Bazı organik gübrelerin sera domatesi transplantlarının büyümesi üzerine uygulanması Gagnon ve Berrouard (1994) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada 13 organik gübre (kan unu, tüy unu, et unu, yengeç unu, balık unu, balık pulu unu, kolza küspesi, pamuk kuspesi, damıtıcının kurutulmuş tahılları, buğday kepeği, yonca küspesi ve kurutulmuş peynir altı suyu çamuru kullanılmıştır. Organik gübrelerin (kolza ve yonca küspeleri hariç) kullanımı domates bitkisinin gövde kuru ağırlığını %31-83 oranında kontrol (gübresiz) ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde arttırmıştır. Bu çalışmada, pamuk küspesi, diğer kullanılan bitki artıkları arasında en yüksek sonuçla bitki büyümesi için en uygun bitki artığı olmuştur.

Yassin ve Ismail (1994), bazı küspelerin (pamuk, keten, soya ve ayçiçeği küspeleri) ve aldikarb uygulamalarının *Rotylenchulus reniformis* nematodu üremesi ve börülce bitkilerinin sera koşullarında gelişimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma, üç tür toprak (kumlu, kumlu tın ve killi tın topraklar) üzerinde yapılmıştır. Sonuçlar, tüm küspe muamelelerinin ve aldikarbın, nematodun nihai popülasyonu, çoğalma oranını ve üremesini tüm toprak tiplerindeki kontrol edilenlere göre azaldığını göstermiştir. Genel olarak pamuk ve ayçiçeği küspeleri, *R. neniformis*'i kontrol etmek için en etkili küspeler olmuş ve her tür toprakta test edilen diğer küspelere kıyasla, en yüksek börülce bitkileri gelişiminin değerlerini vermiştir.

Raj ve Kapoor (1996), *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* patojenini azaltmak için ve domates bitkilerinin gelişimini iyileştirmek için küspeler (yerfıstığı, hardal, susam ve pamuk tohumu küspeleri) uygulamasının etkileri üzerine çalışmayı bildirmişlerdir. Çalışma, tüm küspelerin toprakta *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* popülasyonunu ve hastalık insidansını ayrıca domates solgunluğunun şiddetini kontrole kıyasla önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Genel olarak küspeler ayrıca gövde ve kök uzunluğundaki minimum azalma olduğuna göre uygulanan tüm küspeler kontrole kıyasla bitki sağlığını önemli ölçüde iyileştirmiştir. Ayrıca, en yüksek konsantrasyonda (%2) yerfıstığı ve hardal küspeleri, patojen popülasyonunu ve hastalık insidansını azaltmada en etkili bulunmuştur. Pamuk tohumu küspesi, bu çalışmada uygulanan küspeler arasında hastalık indeksini düşürme ve bitki büyümesini iyileştirme açısından en az etkili olmuştur.

Walker (1996), kolza tohumu ve akyumak küspelerinin domates bitkileri ve kök-ur nematodu (*Meloidogyne arenaria*) gelişimi üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. %1

miktarında akyumak ve kolza tohumu küspeleri, 3 haftalık inkübasyondan sonra *M. arenaria* istilasına uğramış toprağa uygulanmıştır. Sonuçlar, akyumak ve kolza tohumu küspelerinin, kontrol ile karşılaştırıldığında, *M. arenaria*'nın neden olduğu kök urları sayısını sırasıyla %94.60 ve %100 oranlarında azalttığını göstermiştir. Bununla birlikte, hem akyumak küspesi hem de kolza tohumu küspesi, domates bitkilerinin gelişimini önemli ölçüde engelleyen fitotoksisite etkilerini göstermiştir. Akyumak küspesi bitkinin boyu, yaş gövde ağırlığı, yaş kök ağırlığı ve kuru kök ağırlığını sırasıyla %43.00, 72.00, 81.25 ve 69.23 oranlarında azaltmıştır. Kolza küspesi ise bitki boyu, yaş gövde ağırlığı, yaş kök ağırlığı ve kök kuru ağırlığını sırasıyla %25.90, 34.00, 62.50 ve 69.23 oranlarında azaltmıştır.

Walker (1996) aynı çalışmada ayrıca, kolza tohumu küspelerinin ve çimen kırpıntılarının kök-ur nematodu (*Meloidogyne arenaria*), ve domates bitkilerinin büyümesi üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Çalışma, her biri %1, 3 ve 6 (h/h) olmak üzere üç miktarda kolza tohumu küspesi ve çimen kırpıntıları kullanmıştır. Dikimden 30 gün sonra, %3 ve %6 miktarlarında çimen kırpıntıları, domates bitkilerinin taze ağırlığını önemli ölçüde arttırmış ancak kök urlarının sayısını, domates bitkisinin boyunu etkilememiştir. Dikimden 3 gün sonrasında %6 miktarlı kolza küspesi tamamen domates fidelerini öldürmüştür. %3 miktarda kolza tohumu küspesi ise kök urlanmasını ortadan yok etmiş ve domates bitkilerinin boyunu ve yaş ağırlığını sırasıyla %45.54 ve 57.59 azaltmıştır.

Ehteshamul-Haque ve ark (1998), organik gübrelerin (*Datura fastuosa*, *Steochosperum marginatum*, yalancı tespih tohumu küspesi ve pamuk tohumu küspesi) ayçiçeği bitkilerinin büyümesi üzerindeki etkisini ve *Pseudomonas aeruginosa*'nın ayçiçeği bitkilerinde kök bulaşan mantarlar kontrolünde etkinliğini incelemek için denemeyi gerçekleştirmişlerdir. Sonuçlar, yalancı tespih tohumu küspesi, pamuk tohumu küspesi, *D. fustuosa* ve *S. marginatum* ile yapılan toprak ıslahının *Fusarium solani*'yi önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Yalancı tespih tohumu küspesi ve pamuk tohumu küspesi, ayçiçeği bitkisinin köklerinde *Macrophomina phaseolina* ve *Rhizoctonia solani* enfeksiyonuna karşı etkili olurken, *D. fustuosa* ve *S. marginatum* ise sadece *R. solani* enfeksiyonuna karşı etkili olmuştur. Maksimum ayçiçeği bitkisinin yaş toprak üstü bitki ağırlığı, *P. aeruginosa* ile kombine edilmiş yalancı tespih tohumu küspesi, ardından *P. aeruginosa* ile kombine edilmiş pamuk tohumu küspesi ile üretilmiştir. Daha yüksek bitki boyu, *P. aeruginosa* ile kombine edilmiş *S. marginatum* tarafından ve ardından *P. aeruginosa* ile kombine edilmiş *D. fustuosa* tarafından üretilmiştir. Hem tek başına hem

de *P. aeruginosa* ile kombinasyon halinde pamuk tohumu küspesi, kontrole kıyasla ayçiçeği bitkisinin boyunu ve taze ağırlığını önemli ölçüde arttırmıştır.

Abd-Alla ve ark (2001), farklı organik artıklarda (kontrol olarak turba, buğday kepeği, buğday samanı ve şeker kamışı küspesi) sekiz rizobiyal suşun (*Bradyrhizobium japonicum* UDFA 110, UDFA 3447, RCR 3407, RCR 3442, *Rhizobium meliloti* TAL 1372, TAL 1373, *R. leguminosarum* biovar *viceae* RCR 1001, ve RCR 1044) ve beş kaya fosfatı çözen mantarlar (*Aspergillus egyptiacus, A. flavus, A. niger, A. ochraceus*, ve *Penicillium citrinum*) hayatta kalmasını değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada aynı zamanda bu mikroorganizmaların ve organik artıkların bakla ve soya fasulyesi bitkisinin gelişimi ve nodülasyonu üzerindeki etkilerini de gözlemlenmiştir. Sonuçlar, tüm kültürlenmiş mikroorganizmalar için koloni oluşturan birimlerin sayısının turba ile en yüksek olduğunu ve ardından buğday kepeği olduğunu göstermiştir. Aksine, şeker kamışı küspesinde koloni oluşturan birimlerin sayısı, turba ve kepeğe kıyasla azalmıştır. Ayrıca buğday samanı, bu mikroorganizmaların hayatta kalmasını büyük ölçüde azaltmıştır. Sonuçlar ayrıca *R. leguminosarum* RCR 1044/*A. niger* ve *B. japonicum* UDFA 3447/*A. niger*'li turba veya buğday kepeğin bakla ve soya fasulyesinin nodülasyonu, kuru madde verimi, azot [N] ve fosfor [P] içeriklerini önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir.

Mazzola ve ark (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, kolza (*Brassica napus* L.) Dwarf Essex çeşidi küspesi uygulanmasının elma Gala çesidi bitkisisnin büyümesi ve topraktaki bazı mikroorganizaların popülasyonu üzerinde etkileri araştırılmıştır. Kolza küspesi, %0.1, 1.0 ve 2.0 olmak üzere üç miktarda uygulanmıştır. Çalışma sonuçları, kullanılan kolza küspenin on bir glukozinolat tipi içerdiğini bildirmiştir. Daha düşük mitkarlarda (%0.1 ve 1.0) kolza küspesi uygulanması elma bitkisinin büyümesini kontrole kıyasla önemli ölçüde attırmışken daha yüksek miktarda (%2) uygulanması ise önemli ölçüde etkilememiştir. %0.1 miktarda kolza küspesi uygulanması, önemli ölçüde *Phytium* spp. popülasyonunu azaltmışken %1.0 miktarda kolza küspesi uygulanması ise *Pseudomonas* spp. popülasyonunu önemli ölçüde azaltmıştır. Ayrıca, her miktarda kolza küspesi uygulanmasının toplam bakteriler ve aktinomisetler popülasyonlarını arttırdığını da bildirilmştir.

Bir tarım girdisi olarak buğday kepeğinin kullanımı Verhoven (2001) tarafından rapor edilmiştir. Çalışmada bu organik gübrelerin toprak özellikleri ve toprak mikrofauna (siliyerler ve nematodlar) üzerindeki etkisini araştırmak için üç organik gübreler *(Ammophila arenaria* samanı, tavşan gübresi ve buğday kepeği) kullanılmıştır. Uygulamadan 3 ay sonra, buğday kepeği dahil olmak üzere organik gübrelerin kullanımı,

topraktaki su miktarı, organik karbon ve azotu kontrolün üzerindeki önemli ölçüde arttırmıştır. Buğday kepeği, diğer organik gübrelere ve kontrole kıyasla toprağın C/N oranını önemli ölçüde azaltmıştır. Organik olarak gübrelenmiş topraklarda hem nematodların hem de siliyerlerin bolluğu önemli ölçüde artmıştır. Sonuçlar, mikrofaunanın (nematodlar ve siliyerler) toprakta organik madde birikimi ile uygun koşullara hızlı bir şekilde reaksiyon gösterdiğini göstermektedir. Düşük C/N oranına sahip buğday kepeği ayrıştırılmayı kolaylaştırır ve toprak mikrofauna büyümesi ve gelişimi için en uygun koşulları sağlamıştır.

Hafez ve Sundararaj (2002), kolza, soya ve pamuk tohumları küspesi ve çamur firesi kullanılmasının şeker pancarında *Heterodera sahachti* ve domates bitkisinde *Meloidogyne chitwoodi* nematod populasyonu ve bu bitkilerin gelişimi üzerinde etkileri incelemek için denme yapmışlardır. Denemede, tüm küspe muameleler önemli ölçüde nematodların popülasyonunu azaltmışken çamur firesi ise nematodların popülasyonunu arttırmıştır. Ayrıca, kolza ve pamuk tohum küspeleri kullanılmasının şeker pancarı ve domates bitkilerin (gövde ve kökler) yaş ve kuru ağırlığını arttırmışken soya küspesi ve çamur firesi ise sırasıyla etkilememiş ve azaltmıştır.

Abdelhamid ve ark (2004), tavuk gübresi ve pamuk tohumu küspesi ile çeltik samanı kompostunun bakla bitkisinin (*Vicia Faba* L.) gelişimi ve verimi ayrıca toprak özellikleri üzerinde etkisini araştırmışlardır. Sonuçlar, kompostun uygulanmasının (20-200 g/saksı), toprağın toplam N ve toplam C içeriklerini, KDK değerini ve solunum oranını arttırdığını ve toprağın parçacık yoğunluğunu azalttığını göstermiştir. Sonuçlar aryıca, en düşük miktarda (20 g/saksı) kompost uygulanmasının bakla bitkisinin büyümesi, gelişimi, verimi, verim unsurları ve ham protein içeriğini önemli ölçüde arttırdığını de göstermiştir.

Koller ve ark (2004), bitki ve hayvandan farklı organik gübrelerle (boynuz tozu, tüy tozu, hintyağı küspesi, malt filizi, patates proteini, mısır proteini, vinas/şilempe, acı bakla küspesi, bakla küspesi, kabak tohumu küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi ve kolza küspesi) muamele edilmiş marul (*Lactuca sativa*) ve Çin lahanası (*Brassica rapa* var. *pekinensis*) bitkilerinin gelişimini değerlendirmek için farklı denemeler düzenlemişlerdir. Bu organik gübrelerin fitotoksisite etkisi ayrıca tere bitkisi (*Lepidium sativum*) ile değerlendirilmiştir. Altı haftalık dikim işleminden sonra, tüm organik muameleler, acı bakla küspesi, ayçiçeği küspesi ve bakla küspesi muameleleri dışında, marul bitkisinin yaş ağırlığını kontrole kıyasla önemli ölçüde arttırmıştır. Çin lahanası bitkisinin yaş ağırlığında boynuz tozu, tüy tozu, malt filizi, kabak tohumu küspesi ve hintyağı küspesi önemli bir artışa sahipti.

Fitotoksisite değerlendirmesi durumunda, boynuz tozu, vinas ve tüy tozu hemen hemen hiç bir etkiye sahip olmamışken kolza küspesi, mısır proteini ve ayçiçeği küspesi ise en yüksek fitotoksisite etkisine sahip olmuştur. Kolza ve ayçiçeği küspeleri, %40-45 civarında kök uzunluğunda azalma ile en yüksek fitotoksisite etkisine sahip olmuştur.

Meng ve ark (2005), mineral gübre (NPK) ve organik gübrenin (buğday samanı, kolza küspesi ve pamuk tohumu küspesinden oluşan kompost) toprak verimliliği ve N_2O emisyonu üzerindeki uzun vadeli etkisini belirlemişlerdir. Eylül 1989'da yapılan muamelelerle (organik gübre, mineral gübre ve bunların kombinasyonu) toprak gübrelenmiştir. 2002-2003 mısır ve buğday büyüme dönemlerinde toprak özellikleri ve gaz salınımı belirlenmiştir. Organik gübre ile uygulanılan toprak, mineral gübre ile uygulanılan topraklara göre daha yüksek organik C ve N içeriklerine sahipti, ancak daha düşük pH ve hacimsel yoğunluklarına sahipti. Organik gübre ile uygulanılan topraklardaki yıllık N_2O emisyonu, mineral gübre ile uygulanılan topraklardakinden daha yüksekti, ancak istatistiki açıdan önemli olduğunu göstermemiştir.

Pamuk ve soya küspelerinin toprağın agregat oluşumu ve stabilitesi üzerine etkileri Yılmaz ve Alagöz (2005) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada her üç doz pamuk küspesi (2.5, 5 ve 10 ton/ha), soya küspesi (2.5, 50 ve 10 ton/ha) ve sığır gübresi (10, 20 ve 40 ton/ha) kullanımı karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, kuluçka döneminin 7 ayından sonra sonuçlar farklı organik maddelerin toprağa yığılma ve stabilite üzerindeki etkilerinin agregasyon boyutları için farklı düzeylerde olduğunu göstermiştir. Pamuk ve soya küspeleri, 8-4 mm ve 1-0.5 mm agregat boyutlarında agregat oluşumunu önemli ölçüde etkilemiş, ancak diğer agregat boyutlarında etkilenmemiştir. Sığır gübresi, herhangi bir agregat boyutunda agregat formasyonunu önemli ölçüde etkilememiştir. Soya küspesi ve sığır gübresinin herhangi agregat boyutlarında agregat stabilitesi üzerindeki önemli etkileri bulunmamışken, pamuk küspesinin etkisi 8-4 mm ve 1-0.5 mm agregat boyutlarıda önemli bulunmuş, fakat diğer agregat boyutlarında önemli bulunmamıştır. Bu sonuçlar, pamuk ve soya küspeleri kullanımının, sığır gübresinden toprak agregatlarının oluşumunu ve stabilitesini daha iyi arttırabildiğini göstermiştir.

Ravnskov ve ark (2006), domates fidelerinin büyumesi ve besin içerikleri ve torpraktaki mikrobiyal komunite üzerinde biyolojik ajan (*Clonostacys rosea*), mikoriza (*Glomus intraradices*) ve buğday kepeği uygulanmalarının etkilerini incelemek için deneme yapmışlardır. Buğday kepeği uygulanması, domates fidelerinin büyümesini engellemişken *C. rosea* ve *G. intraradices* ile kombine edilince domates fidelerinin büyümesini arttırmıştır. Buğday kepeği olmayan toprakta, *C. rosea* uygulanmasının

domates fidelerinin büyümesini ve domates fidelerinin N ve P içeriklerini arttırmıştır. Buğday kepeği olan ve olmayan topraklardaki *G. intraradices* uygulanması domates fidelerinin N ve P içeriklerini arttırmıştır. *C. rosea* ile *G. intraradices* kombinasyonu ise sadece buğday kepeği olan toprakta domates fidelerinin N ve P içeriklerini arttırmıştır. *G. intraradices* uygulaması mikrobiyal komunite parametrelerini arttırmış ve *G. intraradices* uygulamasındaki buğday kepeği ilavesi mikrobiyal komunite parametrelerini etklememiştir. *C. rosea* uygulaması ise buğday kepeği ilavesi olunca mikrobiyal komunite parametrelerini arttırmıştır.

Chu ve ark (2008), Çin'in Henan eyaletinde mineral gübreler ve organik gübre (buğday samanı, kolza tohumu küspesi ve pamuk tohumu küspesi kompost karışımı) kullanarak uzun vadeli gübre yönetimi altında toprak amonyak oksitleyen bakterilerin (AOB) tepkisini incelemişlerdir. Toprak, farklı muamelelerle (organik gübre, mineral gübre ve bunların kombinasyonu) 1989 yılında gübrelenmiş ve toprak bakteri analizi 2004 yılında yapılmıştır. Mineral N gübrelerinin uzun vadeli uygulanması, topraktaki AOB popülasyonunu büyük ölçüde arttırmış olup organik gübresinden daha büyük olup köntrole kıyasına göre sırasıyla 10.3 ve 3.1 kat daha yüksek olmuştur. Öte yandan, AOB, organik gübre ile gübrelenmiş topraklarda mineral N ile gübrelenmiş topraklardan önemli ölçüde daha yüksek spesifik nitrifikasyon potansiyeli ile metabolik olarak daha aktif bulunmuştur.

Eusuf Zai ve ark (2008), ham (yeşil gübre) ve kompost olarak tavuk gübresi ve kolza tohumu küspesi ile kombinasyonlu bezelye bitki artıkları kullanılmasının toprak verimililiği ve bitkiler (buğday ve çeltik) tarafından besin alımı üzerinde etkilerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, bezelye bitki artıkları (150 g), tavuk gübresi (30 g) veya kolza tohumu küspesi (30 g) veya tavuk gübresi (15 g) + kolza tohumu küspesi (15 g) ile karışımları olarak kullanılmıştır. Genel olarak organik gübreler kullanılması kontrol kıyasla toprak özellikeleri ve bitkilerin besin alımını iyileştirmiştir. Ayrıca, kompost olarak muamlererin uygulanması, yeşil gübre olarak uygulanmasından daha yüksek toprak özellikeleri ve bitkilerin besin alımı değerlerini sağlamıştır. Kompost olarak kullanımında, tavuk gübresi ve tavuk gübresi+kolza tohumu küspesi ile bezelye bitki artıkları karışımlarının, daha yüksek toprağın N, P, K ve diğer elementlarının ve bitkilerde besin birikiminin değerlerine sahip olduğu gösterilmiştir. Ancak, yeşil gübre olarak kullanımında, kolza tohumu küspesi ile bezelye bitki artıkları karışımı, diğer muamelelerden daha yüksek toprağın N, P, K ve diğer elementlarının değerine sahip olmuştur.

Hoagland ve ark (2008), kolza (*Brassica napus*), Çin hardalı (*Brassica juncea*), beyaz hardal (*Sinapsis alba*) ve soya fasulyesi (*Glycine max*) tohumları küspesinin bitkilerin (buğday ve tüylü fiğ) ve yabani otların (*Echinochloa crusgalli* ve *Amaranthus retroflexus*) çimlenmesinde etkilerini incelemişlerdir. Çalışma, ekimden sonraki 5 gün içinde kolza küspesinin *E. crusgalli* bitkisinin çıkışını etkilemediğini, ancak buğday, tüylü fiğ ve *A. retroflexus* çıkışını sırasıyla %87.09, 15.38 ve 63.33 oralarnında azalttığını göstermiştir. Çin hardalı küspesi, buğday ve *E. crusgalli* bitkilerinin çıkışını etkilememiş ancak tüylü fiğ ve *A. retroflexus* bitkilerinin çıkışını sırasıyla %8.33 ve 13.33 oranları ile azaltmıştır. Beyaz hardal küspesi, buğday, kıllı fiğ, *E. crusgalli* ve *A. retroflexus* bitkilerinin çıkışını sırasıyla %80.61, 15.38, 35.42 ve 86.67 oranlarında azaltmıştır. Soya küspesi ise buğday, tüylü fiğ, *E. crusgalli* ve *A. retroflexus* bitkilerinin çıkışını sırasıyla %90.00, 61.53, 14.81 ve 73.08 oranlarında azaltmıştır.

Eusuf Zai ve ark (2009), biyo-ayrıştırıcı olan ve olmayan tavuk gübresi ve kolza tohumu küspesi ile kombinasyonlu bezelye bitki artığı kompostları kullanılmasının toprak verimililiği, ve bitkiler (buğday ve çeltik) verimi üzerinde etkilerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, bezelye bitki artıkları (1 kg), tavuk gübresi (200 g) veya kolza tohumu küspesi (200 g) veya tavuk gübresi (100 g) + kolza tohumu küspesi (100 g) oranlarında ile karışımları 15 ton/ha esasına göre kullanılmıştır. Sonuçlar, biyo-aryıştırıcının organik güberlerin kompostlama zamanını azalttığını ve kompostun N, P ve K içeriklerini zenginleştirdiğini belirlemiştir. Genel olarak organik gübreler kullanılması kontrol kıyasla toprak özellikeleri ve bitki verimini iyileştirmiştir. Tavuk gübresi ve tavuk gübresi+kolza tohumu küspesi ile bezelye bitki artığı karışımları kompostlarının kullanımı, daha yüksek bitkilerin dane ve saman verimleri değerlerine sahip olmuştur. Tavuk gübresi ile bezelye bitki artığı karışımı kompostu, buğday ve çeltik bitkilernin dane verimini kontrole kıyasla sırasıyla %393.73 ve 66.99 oranlarında ve saman verimini sırasıyla %308.95 ve 50.85 oranlarında arttırmıştır. Kolza tohumu küspesi ile bezelye bitki artığı karışımı kompostu, buğday ve çeltik bitkilernin dane verimini kontrole kıyasla sırasıyla %259.79 ve 19.94 oranlarında ve saman verimini %240.76 ve 5.57 oranlarında arttırmıştır. Tavuk gübresi+kolza tohumu küspesi ile bezelye bitki artığı karışımı kompostu ise buğday ve çeltik bitkilernin dane verimini kontrole kıyasla sırasıyla %393.99 ve 61.24 oranlarında ve saman verimini %303.78 ve 48.24 oranlarında arttırmıştır.

Radwan ve ark (2009), pamuk tohumu, keten tohumu, susam tohumu, zeytin ve soya fasulyesi küspelerinin (5, 10, 15, 20 ve 50 g/kg oranlarında) *Meloidogyne incognita*

nematodunun popülasyonu ve domates bitkilerinin gelişimi üzerindeki etkisini incelemek için bir çalışma yapmışlardır. Çalışma, *M. incognita* popülasyonunun bastırılmasının, küspelerin her oranda toprakta ayrıştırıldığında gerçekleştiğini göstermiştir. Sonuçlar, küspelerin daha yüksek oranda uygulanmasının, nematod baskılamasında daha etkili olduğunu göstermiştir. Kök uru sayısında en yüksek azalma susam küspesi ile muamele edilen bitkilerde görülürken, en düşük ise zeytin küspesi ile muamele edilen bitkilerde görülmüş olup sıra ile susam küspesi (%62.64), soya küspesi (%59.23), keten küspesi (%58.41), pamuk tohumu küspesi (%50.91) ve zeytin keüspesi (%46.11) olarak bulunmuştur. Nematod popülasyonunun azalması durumunda en yüksek oranda (50 g/kg) uygulandığında en etkili olan topraktaki popülasyonu %91.65 azalma ile zeytin küspesi olup ardından susam küspesi (%85.34), soya küspesi (%73.15), pamuk küspesi (%71.36) ve keten küspesi (%67.96)'dir. Sonuçlar ayrıca, düşük oranlarda, domatesin büyüme endekslerini, özellikle kök sisteminde azaltan pamuk küspesi dışında, kontrol işlemine göre önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Fitotoksisite, susam küspesi dışında test edilen küspelerin yüksek oranları ile ilişkilendirilmiştir.

Snyder ve ark (2009) tarafından yapılan iki yıllık bir çalışmada, (1 ve 2 ton/ha miktarlarında) üç Brassicaceae tohum küspesi (kanola/kolza, hardal ve beyaz hardal) uygulanmasının havuç bitkisinin büyümesi, topraktaki N içeriği ve bitki N alımı üzerinde etkileri araştırılmıştır. Birinci yılında, her miktarda (1 ve 2 ton/ha) tüm Brassicaceae tohum küspeleri havuç bitkisinin gelişimini (çıkış, toplam bitki sayısı, verim ve satılabilir verim), bitki köklerinin N içeriğini ve bitki kökleri ve gövdeleri tarfından N alımını etkilememiştir. Ancak, bitki gövdesinin N içeriğini, 2 ton/ha miktarında hardal küspesi, 1 ton/ha miktarında hardal ve kolza küspeleri, önemli ölçüde etkilememişken diğer muameleler ise arttırmıştır. İkinci yılında ise her miktarda (1 ve 2 ton/ha) tüm Brassicaceae tohum küspeleri havuç bitkisinin toplam sayısını, satılabilir verimini, bitki kökleri ve gövdesinin N içeriği ve bitki kökleri tarafından N alımını etkilememiştir. Ancak, 1 ton/ha miktarında hardal tohum küspesi, havuç bitkisinin çıkış oranını etkilememişken diğer muameler ise önemli ölçüde bitkisinin çıkış oranını azaltmıştır. 1 ton/ha miktarında beyaz hardal tohum küspesi ise havuç bitkisinin verimini ve bitki gövdesi tarafından N alımını etkilememişken diğer muameleler ise önemli ölçüde arttırmıştır.

Abe ve ark (2010), Japonya'da çeltik tarlasında kolza küspesinin çeltik verimi, toprak verimliliği ve yüzey suyu kalitesi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Kolza tohumu küspesi uygulaması, tane verimini (%60) ve toprak üstü biyokütlesini (%57),

inorganik gübreyle neredeyse aynı seviyeye (sırasıyla% 60 ve% 58) yükseltmiştir. Kolza tohumu küspesi, toprak verimliliği parametrelerini iyileştirmiş ve inorganik gübre ile benzer değerleri göstermiştir. Kolza küspesi uygulanması, inorganik gübre uygulamasına kıyasla çeltik yetiştiriciliğinde yüzey suyundaki potansiyel kirletici maddelerin (yani toplam N, toplam P ve yarayışlı K) konsantrasyonunu da azaltmıştır. Bu, inorganik gübre uygulamasına kıyasla çeltik tarlasının yüzeyinden tahmini azot [N] ve fosfor [P] yük çıkışlarının azalmasına neden olmuştur.

Anis ve ark (2010), *Trichoderma* türleri (*T. harzitum* ve *T. resei*) kombinasyonlu veya kombinasyonsuz yağlı tohum küspelerinin (roka, hardal ve pamuk tohumu küspeleri) uygulanması kömür çürüklüğü mantarı (*Macrophomina phaseolina*) ve ayçiçeği (*Helianthus annus* L.)'nin gelişimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Sonuçlar, hardal küspesinin kontrole kıyasla bitki boyu, toprak üstü bitki ağırlığı, kök uzunluğu ve bitkinin canlılık indeksini önemli ölçüde arttırdığını ve kömür çürüklüğü mantarının kolonizasyonunu azalttığını göstermiştir. Pamuk tohumu küspesinin uygulanması, *T. resei* ile kombinasyon halinde toprak üstü bitki ağırlığı, kök ağırlığı ve kök uzunluğu üzerinde kontrole göre önemli sonuçlar göstermiştir. Pamuk tohumu küspesinin *T. resei* ile kombinasyon halinde uygulanması, köklerde *M. phaseolina* kolonizasyonunun azaltılmasında ve ayçiçeğinin kömürü çürüklüğünün azaltılmasında en iyisi olarak bulunmuş ve ardından *T. harzianum* ile kombinasyon halinde roka küspesi, *T. harzianum* ile pamuk tohumu küspesi ve *T. harzianum* ve *T. resei* ile hardal küspesi bulunmuştur.

Fine (2010), iki yılda (2008 ve 2009) süs bitkilerinin (kadife çiçeği ve erguvan) büyümesine organik gübre olarak pamuk tohumu küspesi ve kanola tohumu küspesi kullanımının etkisini belirlemişlerdir. Çalışmada, pamuk tohumu küspesi, sabunlu pamuk tohumu küspesi, kanola küspesi ve üre toprağa karıştırılarak veya toprağa saçarak uygulanmıştır. Sonuçlar, kadife çiçeği bitkilerinde, saçmış pamuk tohumu küspesi, karıştırılmış sabunlu pamuk tohumu küspesi ve saçmış üre muamelelerinin, kontrole kıyasla bitkilerin boyunu önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Bununla birlikte, kuru bitki ağırlığı parametresinde, tüm muameleler önemli ölçüde daha yüksek değerlerle sonuçlanırken, saçmış pamuk tohumu küspesi, saçmış sabunlu pamuk tohumu küspesi ve saçmış üre muameleleri, kontrole kıyasla önemli değerler vermemiştir. Erguvan bitkilerinde, karıştırılmış pamuk tohumu küspesi, karıştırılmış sabunlu pamuk tohumu küspesi ve saçmış üre daha düşük yaprak ağırlığına sahip olmuş; Karıştırılmış pamuk tohumu küspesi, karıştırılmış kanola küspesi ve saçmış üre köklerin ağırlığında önemli bir etkiye sahip değilken, diğer işlemler daha yüksek olmuş; Saçmış sabunlu pamuk

tohumu küspesi ve saçmış üre, kontrole kıyasla daha düşük bitki ağırlığına sahip olmuştur.

Choi ve ark (2011), yağlı tohum küspesi (soya küspesi, hintyağı tohum zarfı ve çeltik kapeği karışımı), humik asit (natürel humik asit) ve kitin ile organik materiyeller (domuz gübresi, talaş ve yengeç kabuğu) kompostları uygulanmasının armut bahçesindeki toprağın kimyasal, fiziksel ve mikrobial özellikleri üzerinde etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, kontrol olarak NPK gübresi ile birlikte, kompostlar 200 g N/ağaç esaslı olarak uygulanmıştır. Çalışma sonuçları, kompostlar ile uygulanan parsellerde kontrole kıyasla daha yüksek toprağın organik maddesi, toplam N, K, Ca ve Mg içerikleri bulunmuştur. Aryıca, yağlı tohum küspesi ve kitinli organik materiyeller kompostları uygulanmasının önemli ölçüde mikrobial parametrelerini arttırdığı de gösterilmiştir.

Rady (2012)'nin yaptığı denemede, iki yıllık 20 g/kg esaslı 2:10:1 oranında kalsiyum sülfat ($CaSO_4$), buğday kepeği ve humik asit karışımından oluşan organo-mineral gübre uygulanmasının domates bitkisinin (*Lycopersicum esculentum* L.) gelişimi, meyve verimi, yaprağın besin içeriği antioksidan enzim aktiviteleri üzerinde etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada, organo-mineral gübre 5, 10, 15, 20 ve 25 g/kg toprak miktarlarında uygulanmıştır. Sonuçlar, genel olarak her iki yılda organo-mineral gübre uygulanmasının domates bitkisinin büyümesi (kuru kök ve gövde ağırlığı), prolin içeriği, klorofil içeriği, verimi (meyve sayısı ve meyve verimi), meyvenin C vitamini ve toplam çözunebilir miktarı ve yaprağın makro elementler (N, K, Ca, Na) ve ezimler (katalaz, polifenol oksidaz ve peroksidaz) aktivitesini arttırmışken sadece yaprağın P içeriğini etkilemediğini belirlemiştir.

Rizvi ve ark (2012), yalancı tespih, hintyağı, yerfıstığı, keten, ayçiçeği ve soya tohumları küspeleri olmak üzere farklı yağlı tohum küspeleri ve *Pseudomonas florescens*'in nohut gelişme parametreleri ve bitki-parazitik nematod popülasyonu üzerinde etkisini değerlendirmişlerdir. *P. florescens* varlığı, bitki gelişme parametrelerinde daha büyük değerlere, bitki parazitik nematod popülasyonunda azalmaya ve kök urları gelişimini azalmaya neden olmuştur. Genel olarak yağlı tohum küspelerinin *P. florescens* aşısı ile veya aşısı olmadan toprağa uygulanması, bitki gelişme parametrelerini (bitki ağırlığı, polen verimliliği, dane sayısı, kök nodülleri sayısı ve klorofil içeriği) önemli ölçüde arttırmış, ayrıca bitki parazitik nematod popülasyonunu azaltmıştır. *Meloidogyne incognita, Rotylenchulus reniformis, Tylenchorhynchus brassicae, Hoplolaimus indicus, Tylenchus filiformis, Hemicriconemoides mangiferae,*

vs. gibi ve ayrıca nohutta kök urları gelişimini azaltmıştır. En etkili yağlı tohum küspesi yalancı tespih küspesi olmuş ardından keten tohumu küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi, soya küspesi, yer fıstığı küspesi ve hintyağı küspesi olmuştur.

Yu ve ark (2012a), Kuzey Çin ovasında mineral gübre ve kompostun (buğday samanı, kolza küspesi ve pamuk tohumu küspesi karışımı) toprak agregasyonu ve toprak organik karbonu üzerindeki uzun vadeli etkisini denemişlerdir. Toprak muamelelerle (kompost, mineral gübre ve bunların kombinasyonu) Eylül 1989'da gübrelenmiş olup toprak analizi Eylül 2007'de yapılmıştır. 18 yıllık bir dönemde mineral gübrelerin uygulanmasının agreganın kütle oranı üzerinde belirgin bir etkisi olmamış ve tersine, kompost, makro agregaların kütle oranını (%8.9-21.2) önemli ölçüde arttırmıştır. Toprak organik C konsantrasyonları, kompost ve yarı kompost muamelelerinde sırasıyla %124 ve 72 oranlarında önemli ölçüde artmış ancak mineral gübre ile uygulanılan topraklara (kontrole) kıyasla %27 oranında artış gözlenmiştir.

Yu ve ark (2012b) ayrıca, mineral gübrelerin ve kompostun (buğday samanı, kolza küspesi ve pamuk tohumu küspesi karışımı) yoğun bir şekilde ekilen kumlu bir toprakta agrega ile ilişkili organik karbonun stabilitesi üzerindeki uzun vadeli etkisini gözlemlemişlerdir. Uzun vadeli bir arazi denemesinden toplanan toprak örnekleri, mikro agregalar, makro agregalar ve silt+kil fraksiyonlarına ayrılmıştır. Muameleler (kompost, mineral gübre ve bunların kombinasyonu) 1989'da uygulanıp toprak analizi ise 2007'de yapılmıştır. 18 yıllık kompost uygulanması, toprak organik karbonunu %70.7-121.7 oranında, mineral gübre ise kontrol ile arasında önemli bir fark olmaksızın %5.4–25.5 oranında artmıştır. Mineral gübre ile karşılaştırıldığında uzun vadeli kompost uygulanması, makro agregalarda ve silt+kil fraksiyonlarında organik C'nin stabilitesini önemli ölçüde arttırmıştır. Kompost uygulanması, makro agregalarda ve silt+kil fraksiyonlarında spesifik C mineralizasyon oranını sırasıyla %2.6–28.2 ve %21.9–25.0 oranlarında önemli ölçüde azaltmıştır. Aksine, NPK gübresi uygulanması makro agregalardaki spesifik C mineralizasyon oranlarını etkilememiş, ancak silt+kil fraksiyonlarında olanı önemli ölçüde arttırmıştır. Bu nedenle kompostla uygulanmış toprakta karbon tutulması, esas olarak makro agregalarda ve silt+kil fraksiyonlarında organik C birikimi ile ilişkili olduğunu düşünülmektedir. Buna karşılık, NPK gübresi uygulaması, makro agregalarda ve silt+kil fraksiyonlarında organik C'yi (düşük stabilite ile) kontrole kıyasla geçici olarak arttırmıştır.

Belay ve ark (2013), kolza küspesinin uygulanmasının *Meloidogyne incognita* nematod istilası ve nematod istilasına uğramış toprak koşullarında domates fidelerinin

gelişimi üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Kolza küspesi uygulanmaları (300 ve 600 kg/ha), kontrole kıyasla kökte urlanmaya %38 oranına kadar önemli ölçüde azaltmış, fide boyunu %13.33 oranına ve fide biyokütlesini %19.95 oranına kadar arttırmıştır. Ancak bu sonuçlar, sırasıyla %43.05, 26.34 ve 25.43 oranları ile nematisitli müamelerden önemli ölçüde daha düşük bulunmuştur.

Fine ve Cole (2013), iki yıllık (2008 ve 2009) organik gübre olarak pamuk tohumu küspesi ve kanola tohumu küspesi kullanımının süs bitkilerinin (kadife çiçeği ve erguvan) gelişimin üzerinde etkisini belirlemişlerdir. Çalışmada, her 4.9 g N/m^2 esasına göre pamuk tohumu küspesi, sabunlu pamuk tohumu küspesi, kanola küspesi ve üre toprağa karıştırılarak veya toprağa saçarak uygulanmıştır. Sonuçlar, ikinci yıldaki (2009) kadife çiçeği bitkilerinde, karıştırılmış pamuk tohumu küspesi kontrol ile beraber muamelelerinin en yüksek bitki boyunu sağlamışken saçmış pamuk tohumu küspesi, karıştırılmış sabunlu pamuk tohumu küspesi ve saçmış üre muamelelerinin kontrole kıyasla bitkilerin boyunu önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Bununla birlikte, saçmış pamuk tohumu küspesi, saçmış sabunlu pamuk tohumu küspesi ve saçmış üre muameleleri hariç, kontrole kıyasla tüm muameleler önemli ölçüde daha yüksek kuru bitki ağırlığını arttırmıştır. Erguvan bitkilerinde ise karıştırılmış üre muamelesi önemli ölçüde kontrolden daha yüksek toplam kuru bitki ağırlığını sağlamiştir. Saçmış sabunlu pamuk tohumu küspesi ve saçmış üre muameleleri, kontrole kıyasla önemli ölçüde daha düşük toplam kuru bitki ağırlığını sağlamışken diğer muameleler ise önemli sonuç vermemiştir. Tüm muameleler, kadife çiçeği ve erguvan parsellerindeki tüm analize edilen toprağın kimyasal özelliklerini etkilememiştir. Bununla birlikte, sadece saçmış pamuk tohumu küspesi muamelesi ikinci yıldaki (2009) erguvan bitkisinin P içeriğini kontrole kıyasla önemli ölçüde arttırmıştır.

Zaccardelli ve ark (2013) Etiyopya hardalı (*Brassica carinata* (A.) Braun) ve ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) tohumları küspelerinin toprak solunumu ve biyokimyasal özelliklerine kısa vadeli etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, Etiyopya hardalı ve ayçiçeği küspeleri uygulanması, toprağın solunum hızını ve enzimatik aktiviteleri önemli ölçüde arttırdığı gösterilmiştir. Bu çalışmada ayrıca küspelerin uygulanması, mikrobiyal aktiviteye bağlı olarak toprak kalitesi üzerinde yararlı bir etki olduğunu göstermiştir. Ancak bu küspeler, sadece kısa vadede (iki ay) bir artış belirleyebilmiştir. Bu küspelerin besin maddeleri, sadece kısa sürede topraktaki mikrobiyal aktiviteyi destekleyebilmiştir.

Badar ve ark (2014), *Trichoderma* sp. içeren ve içermeyen buğday kepeği kompostunun maş fasulyesi (*Vigna radiata*) gelişimi üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışma, *Trichoderma* içeren veya içermeyen buğday kepeği kompostunun, kontrole kıyasla maş fasulyesinin gelişimini ve biyokimyasal içeriğini önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Bununla birlikte, genel olarak *Trichoderma* içeren buğday kepeği kompostu *Trichoderma* içermeyene göre daha büyük değerlere sahipti. *Trichoderma* içermeyen buğday kepeği kompostu, kök ve gövde uzunluğunu sırasıyla %17 ve 27 oranına kadar arttırmışken *Trichoderma* içeren buğday kepeği kompostu ise %27 ve 29 oranına varan kontrol oranlarına ulaşmıştır. Her iki kompost grubu ile muamele, kontrole göre yaş ağırlığında eşit bir artışa sahipti (%107 oranında). *Trichoderma* içermeyen kompost uygulanılmış bitkilerde kuru ağırlık artışı %233 oranına kadar çıkmışken, *Trichoderma* içeren kompost uygulanılmış bitkilerde kuru ağırlığı %241 oranına kadar çıkmıştır. *Trichoderma* içeren veya içermeyen buğday kepeği kompostu, maş fasulyesi bitkilerindeki karbonhidrat, protein ve fosfor içeriklerinde de önemli bir artışı göstermiştir.

Kumar ve ark (2014), farklı oranlarda toprak ve kum karışımlı yetiştirme ortamında yağlı tohum küspeleri (hintyağı tohumu küspesi, yalancı tespih küspesi ve pamuk tohumu küspesi) ve çiflik gübresi uygulanmalarınının *Dalbergia latifolia* Roxb. fidelerinin gelişimi ve ortamdaki N, P ve K mevcudiyeti üzerinde etkisini incelemişlerdir. Genel olarak küspelerin uygulanması, *D. latifolia* fidelerinin gelişimini ve biyokütle üretimini kontrole kıyasla arttırmış ve 2:1 oranında toprak ve kum karışımı içeren yetiştirme ortamı, diğer karışımı ile karşılaştırıldığında en yüksek fideler gelişimi ve biyokütle üretimi değerlerine sahip olmuştur. Pamuk tohumu küspesi uygulanması, fideler gelişimi, biyokütle üretimi ve NPK mevcudiyetinde çiflik gübresi ve kontrole göre daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Ancak, yalancı tespih ve hintyagı tohum küspeleri ile karşılaştırıldığında aynı bitki çıkış oranına ve daha düşük bitki büyümesi, biyokütle üretimi ve NPK bulunabilirliğin değerlerine sahip olmuştur. Bu çalışmada kullanılan küspeler arasında, *D. latifolia* fidelerinin gelişimi ve biyokütle üretimini arttırmada en etkili olanı yalancı tespih küspesi ile 2:1 oranında toprak ve kum karışımı kombinasyonu olmuştur.

Badar ve Qureshi (2015), kompost haline getirilmiş buğday kepeğinin farklı mikroorganizmalarla (*Trichoderma hamatum* (JUF1), *Rhizobium* sp. I, *Rhizobium* sp. II ve *Bradyrhizobium* sp.) ayçiçeği bitkilerinin fiziksel ve biyokimyasal parametreleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuçlar, buğday kepeği kompostunun kontrole

kıyasla bitkilerin fiziksel ve biyokimyasal parametrelerini önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermiştir. *Rhizobium* sp. I ve *Rhizobium* sp. II ile kombinasyon halinde *T. hamatum* (JUF1) ile kompostlanmış buğday kepeği, gövde ve kök uzunluklarının iyileştirilmesinde daha etkili olmuştur. *Rhizobium* sp. I ile kompostlanmış buğday kepeği ise de ayçiçeği bitkilerinin karbonhidrat, ham protein ve mineral içeriğini önemli ölçüde teşvik etmiştir.

Badar ve ark (2015), organik materyal uygulanmasının (çiftlik gübresi, denizyosunu, buğday kepeği, hindistancevizi lifi ve bahçe kırpıntıları) etkilerini inorganik gübre (NPK) ile karşılaştırmalı olarak börülce gelişimi parametrelerinde araştırmışlardır. Sonuçlar, tüm organik materyal uygulanmasının, inorganik gübre ve kontrole kıyasla daha iyi bitki gelişimi ve besin alımı göstermiştir. Hindistancevizi lifi, çiftlik gübresi ve bahçe kırpıntıları, bitkilerin kök uzunluğunu önemli ölçüde arttırmiştir. Hindistancevizi lifi, çiftlik gübresi, bahçe kırpıntıları ve buğday kepeği, bitkilerin gövde uzunluğunu, yaş ağırlığını ve kuru ağırlığını önemli ölçüde arttırmıştır. İnorganik gübre ile muamele edilen bitkiler ise tüm bitki büyüme parametreleri üzerinde olumsuz etki göstermiştir. Bahçe kırpıntıları dışında tüm muameleler, börülce bitkisinin klorofil-a içeriğini önemli ölçüde arttırırken, hindistancevizi lifi en yüksek sonucu sağlamıştır. En yüksek sonucu buğday kepeği ile denizyosunu haricinde tüm işlemler de önemli ölçüde klorofil-b içeriğini arttırmıştır. Tüm muameleler, bitkilerinin karbonhidrat içeriği üzerinde olumlu bir etkiyi göstermiştir. Bununla birlikte, sadece çiftlik gübresi, kontrol ile karşılaştırıldığında bitkilerinde karbonhidrat içeriğini önemli ölçüde arttırmıştır.

Kim ve ark (2015), 2011-2013 yıllarında organik gübre olarak yağlı tohum küspelerinin uygulamasının cennet hurması (*Diospyros x kaki* Thunb.) bitkisinin toprak ve yaprak beslenmesine ve meyve verimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada küspe uygulanmasının önerilen dozun (ÖD = 150 kg/ha N) %0, 25, 50, 75 ve 100 oranları kullanılmıştır. Pelet haline getirilmiş kolza küspesi, soya küspesi, hintyağı tohumu küspesi ve buğday kepeği karışımı, denemenin üç yılı boyunca her yıl Nisan ayında uygulanmıştır. Sonuçlar, tüm oranlarda yağlı küspeler uygulamanın, kontrole kıyasla (%0 ÖD) ortalama meyve ağırlıklarını 8 g'dan ve meyve sertlik değerlerini 1.4 N'den daha fazla arttırdığını göstermiştir. Üç yıllık ortalama meyve verimi, %50 ÖD uygulamasında en yüksek (29.11 kg/ha) olmuştur. 2012 ve 2013 yıllarındaki %50 ÖD uygulamasından elde edilen brüt gelirler kontroldekinden yaklaşık %19 daha fazla olmuştur. Bu sonuçlar birlikte, %50 ÖD'nin cennet hurmasının meyve verimini, besin seviyelerini ve karlılığını arttırmak için küspe uygulamasının optimum oranı olduğunu göstermiştir.

Kowalska ve Smolinska (2015), öğütülmüş hardal ve kolza tohumu küspelerinin, *Pantoea ananatis* tarafından soğan fide köklerinde (*Allium cepa* L.) mikroorganizmaların kolonizasyonu üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Öğütülmüş hardal ve kolza tohumu küspelerinin (*P. ananatis* aşılamalı veya aşısız) uygulanması, soğan fidelerinin büyümesini, özellikle yaprak sayısını ve yaş bitki ağırlığını önemli ölçüde arttırmıştır. Tek başına kolza tohumu küspesi uygulanması, kontrol ve diğer muamelelere kıyasla bakteri popülasyonunu da arttırmıştır. *P. ananatis* aşılamalı, *P. ananatis* aşısız muamelelere kıyasla mikroorganizma popülasyonunu azaltmıştır.

Mani ve ark (2015a), %30 hardal tohumu, %30 kolza tohumu ve %40 ayçiçeği tohumu karışımından hazırlanan küspe gübresinin *Calendula officinalis* L. bitkisinin büyümesine ve *C. officinalis* L. bitkisi tarafından ağır metal alımı etkisini araştırmışlardır. Çalışmada muameleler olarak 2.5 g/kg miktarda küspe gübresi, 5 mmol/kg EDDS kelatör, 2 g/kg humik asit, 2.5 g/kg küspe gübresi+2 g/kg humik asit ve 2.5 g/kg miktarda küspe gübresi+5 mmol/kg EDDS kelatör, üç farklı arazide uygulanmıştır. Küspe gübresi (yalnızca ya da EDDS ve humik asit ile kombisasyonları), ve yalnızca humik asit uygulanmları, her üç arazide bitkilerin kuru kök ve gövde ağırlıklarını kontrole kıyasla arttırmışken yalnızca EDDS uygulanması ise etkilememiştir. Ayrıca, tüm muamelerin topraktaki ağır metal (Cd ve Pb) içeriğini azalttığını ve bitki tarafından daha yüksek ağır metal (Cd ve Pb) alımını da gösterilmiştir. Bununla birlikte, 2.5 g/kg miktarda küspe gübresi+5 mmol/kg EDDS kelatör muamelesinin diğer muamelelerden en yüksek bitkiler tarafından ağır metal alımı değerlerine sahip olduğunu gösterilmişken 2.5 g/kg küspe gübresi+2 g/kg humik asit muamelesinin ise diğer muamelelerden en yüksek bitki büyümesi pamatreleri değerlerine sahip olduğunu gösterilmiştir.

Mani ve ark (2015b), %30 hardal tohumu, %30 kolza tohumu ve %40 ayçiçeği tohumu karışımından hazırlanan küspe gübresinin ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin büyümesine ve ayçiçeği bitkisi tarafından ağır metal alımı etkisini de araştırmışlardır. Çalışmada, muameleler olarak 2.5 g/kg miktarda küspe gübresi, 0.8 g/kg kükürt gübresi, mikoriza ile aşılanması, *Pseudomonas putida* ile aşılanması, mikoriza+*P. putida* ile aşılanması, 2.5 g/kg miktarda küspe gübresi+0.8 g/kg kükürt gübresi ve 2.5 g/kg miktarda küspe gübresi+0.8 g/kg kükürt gübresi+ mikoriza+*P. putida* ile aşılanması, iki farklı arazide uygulanmıştır. Sonuçlar, tüm muameleler uygulanmasının her iki arazide kontrole kıyasla önemli ölçüde ayçiçeği bitkisinin gövde kuru ağırlığını arttırmışken ayçiçeği bitkisinin kök kuru ağırlığını ise sadece 2.5 g/kg miktarda küspe gübresi+0.8 g/kg kükürt gübresi+mikoriza+*Pseudomonas putida* asılanması

muamelesinin arttırmıştır. Ayrıca, birinci arazide tüm muameleler, kontrole kıyasla bitkilerin Cd alımını etkilememişken mikoriza+*P. putida* ile aşılanması, 2.5 g/kg miktarda küspe gübresi+0.8 g/kg kükürt gübresi ve 2.5 g/kg miktarda küspe gübresi+0.8 g/kg kükürt gübresi+mikoriza+*P. putida* ile aşılanması muamaleler önamli ölçüde bitkilerin Zn alımını arttırmıştır. İkinci arazide ise tüm muameleler, bitkilerin Cd ve Zn alımını kontrole kıyasla önemli ölçüde arttırmıştır.

Mazzoncini ve ark (2015), üç tohum küspesi (kısmen ve tamamen yağdan arındırılmış ayçiçeği ve Etiyopya hardalı küspeleri) uygulamasının üç sebzenin (marul, pazı ve ıspanak) ve arpanın veriminde ve N kullanımında kontrol ve bir amonyum nitrat müamele kıyasla etkisini karşılaştırmışlardır. Ayrıca tohum küspeleri uygulanmasının kışlık arpa üzerindeki artık etkisi de araştırılmıştır. Sonuçlar, hem ayçiçeği küspelerinin hem de amonyum nitrat muamelenin, hardal unu ve kontrol muamelelerine kıyasla önemli ölçüde daha yüksek marul, pazı ve ıspanak verimi ortaya çıkardığını göstermiştir. Üç tohum küspesi, kontrolden daha yüksek dane, saman ve toplam arpa biyokütlesi elde etmiş, ancak amonyum nitrat muamelesinden daha düşük olmuştur. Toprak üstü biyokütlesindeki N konsantrasyonu, tüm küspe muameleleri ile marul, pazı ve ıspanak bitkilerinin topark üstü biyokütle tarafından N alımına benzer şekilde, kontrole göre daha yüksek, ancak amonyum nitrat muamelesinden daha düşüktü. Bununla birlikte, amonyum nitrat muamelesi ile arpadaki toprak üstü biyokütlesindeki N konsantrasyonu, tüm küspeleri ve kontrol muamelelerinde olduğundan daha düşük olmuştur. Tarımsal-çevresel bir bakış açısına göre amonyum nitrat muamelesine kıyasla, küspelerinin tekrar uygulanması, toprağın organik N havuzunu arttırmış ve nitrat sızmasını, kontrol sistemle aynı seviyeye indirmiştir.

Mocali ve ark (2015), yağdan arındırılmış yağlı tohum küspelerinin (*Brassica carinata* ve ayçiçeği) doğal olarak *Meloidogyne incognita* ile enfekte olmuş toprakta yetiştirilen domates bitkileri üzerindeki etkilerini metam-sodyum ile fümigasyona ve kontrole kıyasla araştırmışlardır. *B. carinata* tohumu küspesi ve metam-sodyum, domates bitkilerinin köklerinde *M. incognita* enfeksiyonunu önemli ölçüde azaltmıştır. Ayçiçeği tohumu küspesi ise kontrole kıyasla önemli olmadığı bir sonuçu göstermiştir. Buna karşılık, ayçiçeği ve *B. carinata* tohumu küspeleri, metam-sodyum muamelesi ve kontrol ile karşılaştırıldığında domates bitkilerinin büyüme parametrelerini (bitki boyu ve bitki ağırlığı) önemli ölçüde iyileştirmiştir.

Rafi ve ark (2016), toprağa organik katılması için hardal, pamuk, badem ve çörekotu tohumları küspeleri, *Acacia nilotica* (L.) Willd. ve *Sapindus mukorossi* L.

yapraklarının eksteleri ve mikrop antagonistler (*Trichoderma harzianum* ve *Rhizobium melilotii*) ile tohum öncimlendirmesi ve onların kombinasyonlarının uygulanmasının yetfıstığı, nohut ve ayçiçeği bitkilerin büyümesine ve bu bitkilerde mantar enfeksyonuna etkilerini incelemiştir. Sonuçlar, %1 miktarda hardal küspesi ve *T. harzianum* ile tohum öncimlendirmesi kombinasyonunun yetfıstığı, nohut ve ayçiçeği bitkilerinin büyümesine ve bu bitkilerin köklerinde mantar (*Macrophomina phaseolina* ve *Fusarium* spp.) enfeksonuna en etkili olduğunu ve bunu pamuk tohumu küspesi ve *R. melilotii* ile tohum öncimlendirmesi kombinasyonu, badem küspesi ve çörekotu muamelelerinin tekip ettiğini göstermiştir.

Park ve ark (2017), çeltik yetiştiriciliği için kolza küspesinin optimal uygulama seviyelerini (0, 50, 100, 200 ve 300 kg/da) araştırmışlardır. Sonuçlar, kimyasal gübre, kolza tohumu küspesi ve her ikisinin karışımı ile yapılan muameleler arasında önemli bir fark olmadığını göstermiştir. Kolza küspesi uygulaması, çeltik bitkilerinin boyunu kontrole göre yaklaşık %5-10 arttırmış ve 50, 100, 200 ve 300 kg/0.1 ha seviyesinde uygulanması çeltikteki azot içeriğini 30 gün sonra kontrol ile karşılaştırıldığında sırasıyla %107.3, 110.4, 114.7 ve 114.7 oranlarında arttırmıştır. Verim ve verim unsurları, hem tek başına hem de kimyasal gübre ile kombine edilmiş kolza küspesi uygulanmalarında önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur.

Takaragawa ve ark (2017), organik gübreler olarak şeker kamışı posası ve ayçiçeği artıkları biyokömürlerinin toprak verimliliğini ve ayçiçeği bitkisi büyümesi ve verimine etkilerini değerlendirmek için deneme yapmışlardır. Çalışmada, muameleler olarak şeker kamışı posası biyokömürü, ayçiçeği artıkları (sap, çiçek tablası ve tohum küspesi karışımı) biyokömürü, kimyasal gübre, şeker kamışı posası küspesi+kimyasal gübre ve ayçiçeği artıkları biyokömürü+kimyasal gübre uygulanmıştır. Sonuçlar, ayçiçeği artıkları biyokömürü uygulanmasının toprağın pH ve iletkenlik değerlerini arttırmışken, toprağın makro ve mikroelementları kullanılabirliğini ise etkilemediğini göstermiştir. Şeker kamışı posası biyökömürü uygulanması ise toprağın pH değerini etkilelemişken toprağın elitkeniliğini ve makro ve mitkro elementları kullanılabirliğini arttırmıştır. Ayrıca kimyasal gübre uygulanması, kontrole kıyasla genel olarak ayçiçeği bitkisinin büyümesi ve verimini arttırmışken biyokömürler uygulanması ise kontrole kıyasla ayçiçeği bitkisinin büyümesi ve verimini etkilememiştir.

Bibi ve ark (2018), organik ve mineral gübrelerin toprak makro agregasyonu ve toprağın C-stabilizasyonu üzerindeki uzun vadeli etkisini incelemişlerdir. Çalışma, organik gübre olarak 100:40:45 oranında buğday samanı, kolza küspesi ve pamuk tohumu

küspesinden karıştırılmış kompost kullanmıştır. Sonuçlar, 23 yıllık gübreleme işlemlerinden sonra organik gübre uygulanmasının en yüksek toprağın organik karbonu, toplam azot içeriği ve makro agregatları sağladığını göstermiştir. Organik gübre uygulanması da toprağın pH ve C/N oranını önemli ölçüde düşürmüştür.

Kadam ve Jagtap (2018), organik gübreler (çiflik gübresi, kümes hayvanı gübresi, keçi gübresi, vermikompost, yalancı tespih tohumu küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi, pamuk tohumu küspesi, *Millettia pinnata* küspesi, yerfıstığı küspesi, aspir tohumu küspesi) uygulamasının zencefil bitkisinde bakteri solmasına neden olan *Ralastonia solanacearum*'a karşı uygulanmasını değerlendirmişlerdir. *R. solanacearum* ile aşılanmış toprağa uygulanan tüm organik karıştırmalar, köksap çimlenmesini ve büyümesini (kök uzunluğu, sürgün uzunluğu ve canlılık indeksi) önemli ölçüde iyileştirmiş ve zencefilde çıkış öncesi köksap çürümesinin yanı sıra çıkış sonrası fide ölüm oranını azaltmıştır. Tüm parametrelerin en yüksek değerleri *M. pinnata* küspesi ile muamele edilen zencefil bitkilerinde kaydedilmiş, bunu kümes hayvanı gübresi, yalancı tespih tohumu küspesi, yerfıstığı küspesi, keçi gübresi, çiflik gübresi, vermikompost, ayçiçeği tohumu küspesi, pamuk tohumu küspesi ve aspir tohumu küspesi takip etmiştir.

Scotti ve ark (2018), çeşitli tohum küspelerinin (kolza tohumu, Etiyopya hardalı ve ayçiçeği tohumu küspeleri) karbon moleküler bileşimini incelemiş ve iki yıllık yoğun bahçecilik sistemlerinde (2012 ve 2013) toprak mikrobiyal aktiviteleri üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Ayçiçeğinden elde edilen tohum küspesi, karbonhidrat bileşimi olarak daha yüksek selüloz içeriği ile karakterize edilirken, *Brassicaceae* tohum küspesi, daha biyokimyasal sabit bileşikler ve anti-mikrobiyal moleküllerin glukozinolat öncüleri gibi ikincil metabolitler bakımından zengindi. Ayçiçeği tohumu küspesi, toprak mikroorganizmalarını uyarmış ve hareketsiz bir durumdan aktif bir duruma geçirmiş, bunun tersine, *Brassicaceae* tohum küspesinin antimikrobiyal bileşiklerinin salımı, genel olarak mikroorganizmalarının aktivitelerinin baskılanmasını ve daha düşük bir tetikleme etkisini belirlemiştir.

Testen ve Miller (2018), karbon kaynaklar olarak buğday kepeği, melas ve etanol kullanılmasının domates bitkisine toprak kaynaklı hastalık ve toprağın bakteriyal komunitesi üzerinde etkilerini değerlendirmişlerdir. Sonuçlar, buğday kepeği uygulanmasının genel olarak kontrole kıyasla toprağın pH değerini etkilememişken, melas uygulanmasının toprağın pH değerini arttırdığını ve etanol uygulanmasının toprağın pH değerini azaltıgını belirlenmiştir. Buğday kepeği, melas ve etanol uygulanması, domates bitkisinnin köklerinde toprak kaynaklı hastalık ve kok-urları

sayısını kontrole kıyasla azaltmıştır. Ayrıca, sadece buğday kepeği uygulanmasının domates bitkisinin kuru kök ve gövde ağırlıklarını arttırdığı gösterilmiştir.

Viji ve Manonmani (2018), tohum öncimlendirmesinde yerfıstığı, susam, hindistancevizi, pamuk ve yalancı tespih küspelerinin ekstreleri uygulanmasının mısır bitkisinin çıkışı ve büyümesi üzerinde etkilerini değerlendirmek için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, mısır tohumları öncimlendirilmesi için %5, 10, 15 ve 20 mikarlarında her küspe ekstresi kullanılmıştır. Sonuçlar, tohum öncimlendirmesinde %20 miktarında yerfıstığı küspesi, %5 miktarında susam küspesi, %15 miktarında hindistancevisi küspesi, %5 miktarında pamuk küspesi ve %10 miktarında yalancı tespih küspesi uygulanmalarının en yüksek mısır bitkisinin çıkış hızı, çıkış oranı, kök uzunluğu, gövde uzunluğu, kuru madde üretimi ve canlılık indeksi parametrelerinin değerlerine sahip olduğunu göstermiştir.

Parveen ve ark (2019), patojenik mantarları bastırmak ve domates bitkilerinin büyümesini arttırmak için pamuk tohumu ve hardal tohumu küspelerinin kullanımını incelemişlerdir. Çalışma, pamuk tohumu kispesi tek başına veya hardal küspesi ile karışımı %3 ve 5 konsantrasyonda kullanımının, domates bitkilerinin gelişimini (kök uzunluğu, toprak üstü bitki boyu, kök ağırlığı, toprak üstü bitki ağırlığı) önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Pamuk tohumu küspesi ve hardal küspesi %5 konsantrasyonunda tek başına ve ya kombinasyon halinde kullanılması, *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina*, *Botrytis cinera* ve *F. samitactum* enfeksiyonunu önemli ölçüde azaltmıştır. Buna karşılık, hem tek başına hem de kombinasyon halinde kullanılan tüm konsantrasyonlarda (%1, 3 ve 5) pamuk tohumu küspesinin kullanılması, *Rizoctonia solani* enfeksiyonunu, %1 pamuk tohumu küspesi ile %3 hardal küspesi kombinasyonu dışında önemli ölçüde azaltmıştır.

Pużyńska ve ark (2019), farklı tohum küspesi (karabuğday, beyaz hardal, kolza tohumu ve yabani turp tohumu küspeleri) *Echinocloa crus-galli*, *Amaranthus retroflexus* ve mısır bitkileri üzerindeki etkilerini belirlemişlerdir. Sonuçlar, küspelerin, *E. crus-galli* bitkisinin kuru toprak üstü ve kök ağırlıklarını etkilemediğini göstermiştir. Yabani turp tohumu küspesi, test edilen tüm bitkilerin kuru toprak üstü ve kök ağırlıklarını etkilememiştir. Karabuğday tohumu küspesi, mısır ve *A. retroflexus* bitkilerinin kuru toprak üstü ağırlığını sırasıyla %19.05 ve 29.17 oranlarında azaltmıştır. Beyaz hardal tohumu küspesi, mısır ve *A. retroflexus* bitkilerinin kuru toprak üstü ağırlığını sırasıyla %26.98 ve 83.33 oranlarında azaltmıştır. Kolza tohumu küspesi, *A. retroflexus* bitkisinin kuru toprak üstü ağırlığını %33.33 oranında azaltmıştır. Sonuçlar ayrıca, karabuğday

tohumu küspesinin mısır ve *A. retroflexus* bitkilerinin kuru kök ağırlığını sırasıyla %11.54 ve 73.33 oranlarında azalttığını da göstermiştir. Beyaz hardal tohumu küspesinin mısır ve *A. retroflexus* bitkilerinin kuru kök ağırlığını sırasıyla %47.76 ve 98.00 oranlarında azalttığını ve kolza küspesinin mısır ve *A. retroflexus* bitkilerinin kuru kök ağırlığını sırasıyla %13.43 ve 66.67 oranlarında azalttığı da bildirilmiştir.

Ronga ve ark (2019) organik gübrelerin (kompost, yağdan arındırılmış ayçiçeği küspesi ve *Brassica carinata* küspesi) kenger otu (*Cynara cardunculus* L.) üretiminde verimlilik ve küresel ısınma potansiyeli üzerindeki etkilerini özetlemişlerdir. Sonuçlar, yağdan arındırılmış ayçiçeği küspesinin diğer organik gübrelere göre daha yüksek toplam kuru ağırlık (%10'dan fazla), tohum verimi (%17'den fazla), azot kullanım verimliliği (%14'ten fazla) ve %66 CO_2 emisyonu azaltımı ile daha iyi küresel ısınma potansiyeli kaydettiğini göstermiştir.

Wang ve ark (2020) organik gübreler (sığır gübresi, tavuk gübresi ve kolza tohumu küspesi) uygulamasının yabanmersini meyve kalitesi ve toprak koşulları üzerine etkisini araştırmışlardır. Tüm muameleler, kontrole kıyasla yabanmersininin tek meyve ağırlığını arttırmıştır. Daha yüksek miktarda (3 kg/bitki) kolza tohumu küspesi, meyve tatlılığını (toplam çözünür şeker ve suda çözünür şeker içerikleri) ve antosiyanin içeriğini iyileştirmiştir. Daha düşük miktarlarda (1 ve 2 kg/bitki) kolza küspesi C vitamini içeriğini iyileştirmiştir. Tüm muameleler, 1 kg/bitki miktarında olan kolza tohumu küspesi dışında kontrole kıyasla toprakta kullanılabilir azot içeriğini önemli ölçüde arttırmıştır. Daha yüksek miktarlarda (2 ve 3 kg/bitki) tavuk gübresi haricinde kontrole kıyasla tüm muameleler toprakta kullanılabilir fosfor ve potasyum içeriklerini etkilememiştir.

Yang ve ark (2020), üç organik gübre (kolza küspesi, sığır gübresi ve tavuk gübresi) uygulamasının yabanmersini büyümesi ve fotosentezi üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Sonuçlar, genel olarak daha yüksek dozlarda sığır gübresi ve tavuk gübresinin, kolza tohumu küspesi ve kontrol muamelelerine kıyasla yabanmersininin büyümesi üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Tüm miktarlardaki kolza küspesi, yabanmersininin büyümesi üzerinde çoğunlukla önemsiz bir etkiye sahip olmuştur. Kontrol ile karşılaştırıldığında tüm muameleler yabanmersininin fotosentezini etkilememiştir. Solunum hızında en yüksek miktarda kolza küspesi (3 kg/bitki) ve en düşük miktarda tavuk gübresi (1 kg/bitki), kontrole göre daha düşük değerlere sahip olmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak beş farklı bitkisel artık (buğday kepeği, ayçiçeği tohumu küspesi, soya tohumu küspesi, kolza tohumu küspesi ve pamuk tohumu küspesi) organik materiyal olarak kullanılmıştır. Yetiştirilecek bitki olarak da üç farklı baklagil yem bitkisi (yem bezelyesi (*Pisum arvense*), yaygın fiğ (*Vicia sativa*) ve koca fiğ (*Vicia narbonensis*)) tohumları kullanılmıştır. Ekimden önce baklagil tohumları *Rhizobium leguminosarum* kültürü ile aşılanmıştır. Bitki yetiştirilmesinde başka kullanılan materyaller 40 cm x 60 cm x 36 cm boyutta plastik kasalar ve plastik ekim poşetleridir.

Bitki artıkları (buğday kepeği, ayçiçeği küspesi, soya küspesi, kanola küspesi ve pamuk küspesi) bir yem fabrikasından, yem bezelyesi (Özkaynak çeşidi) ve yaygın fiğ (Tamkoç 2000 çeşidi) tohumları Selçuk Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü tohum koleksyonlarından, koca fiğ tohumu (Tarman 2002 çeşidi) Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden, rizobiyum kültürü Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü'nden, plastik kasalar ile ekim torbaları ise plastik firmalarından alınmışlardır. Kullanılan beş bitki artığının içerikleri analizi, materyal teminini sağlayan fabrikanın laboratuvarında yapılmıştır. Aşağıda verilen Çizelge 3.1'de yapılan analizin sonuçları verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan bitki artıklarının içerikleri analiz sonuçları

Bitki Artıkları	Nem (%)	Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)	Ham Selüloz (%)	Ham Kul (%)	Nişasta (%)
Ayçiçeği Tohumu Küspesi	9.90	28.90	0.50	26.45	5.35	-
Pamuk Tohumu Küspesi	3.99	31.82	7.61	23.80	5.49	-
Kanola Tohumu Küspesi	9.88	35.50	2.17	12.00	6.63	-
Soya Küspesi	12.80	44.50	1.10	4.70	6.67	-
Buğday Kepeği	12.90	15.60	3.30	11.12	4.88	18.90

3.2. Yöntemler

3.2.1. Araştırmanın zamanı ve tesisi

Bu araştırma, Mart 2019 ila Şubat 2020 arasında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde kontrollü sera şartlarında yapılmıştır.

3.2.2. Toprak özellikleri analizi

Araştırmada kullanılan toprak üniversiteye yakın bir açık araziden alınmıştır. Bu kullanılan toprak, üst toprağın kaldırılmasından sonra altından alınan ham bir topraktır. Ham toprağın ve kullanılacak bitki artıklarıyla karıştırılmış toprakların analizleri Konya Ticaret Borsasına ait Konya Laboratuvar ve Depoculuk AŞ'nin laboratuvarında yaptırılmıştır. Analiz sonuçları Çizelige 3.2'de sunulmuştur.

Çizelge 3.2. Karışmında kullanılan toprakların özellikleri

Bitki Artıkları	**K_2O** (kg/da)	**P_2O_5** (kg/da)	**OM** (%)	**Kireç** (%)	**Tuz** (%)	**pH**	**Satürasyon** (%)
Ham Toprak (Kontrol)	54.86	7.11	1.13	43.92	0.018	7.74	47.30
Toprak+Buğday Kepeği	179.98	11.10	2.50	36.75	0.022	7.10	51.70
Toprak+Pamuk Tohumu Küspesi	118.61	8.96	2.46	35.17	0.017	7.32	45.10
Toprak+Ayçiçeği Tohumu Küspesi	132.53	8.96	2.25	42.06	0.079	7.28	57.20
Toprak+Kanola Tohumu Küspesi	124.13	10.93	2.48	43.92	0.027	7.35	50.60
Toprak+Soya Küspesi	144.34	7.40	2.90	39.76	0.022	7.38	56.10

3.2.3. Deneme deseni

Deneme, üç baklagil yem bitkisi (yem bezelyesi, yaygın fiğ ve koca fiğ) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Her bir yem bitkisi aynı muamele ile ancak ayrı ayrı ekilmiş ve analiz edilmiştir. Deneme, Faktöriyel Deneme Deseni'ne göre beş farklı bitki artığı ve kontrol (sadece toprak) olmak üzere altı müamele ile yapılmıştır. Bu denemede kullanılan faktörler ve faktörlerin düzeyleri aşağıda ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Faktor 1, Bitki artığı (A):

A0 : Kontrol (bitki artığı olamdan/sadece toprak)

A1 : Buğday kepeği

A2 : Pamuk tohumu küspesi

A3 : Ayçiçeği tohumu küspesi

A4 : Kolza/kanola tohumu küspesi

A5 : Soya küspesi

Faktor 2, Baklagil yem bitki türü (B) :

B1 : Yem bezelyesi (*Pisum arvense*)

B2 : Yaygın fiğ (*Vicia sativa*)

B3 : Koca fiğ (*Vicia narbonensis*)

Deneme, dört tekerrürlü olup 72 parsel olarak yapılmıştır. Her parselde her bitki türünden tesadüfen iki gözlem bitkisi seçilmiştir. Deneme sera şartlarında birbirini takip eden iki yetiştirme dönemi olarak yapılmıştır.

3.2.4. Kültür işlemleri

3.2.4.1. Ekim yataklarının hazırlanması ve denemenin kurulması

Parsel 40 cm x 60 cm x 36 cm boyutunde bir plastik kasa, 2 ton/da esasına göre hesaplanan her bitki artığı kuru ham toprakla teker teker ve ayrı ayrı karıştırılmıştır. Bitki artığı ile toprak karışımı ekim torbalarına doldurulup plastik kasalara konularak ekim yatağı olacak şekilde hazırlanmıştır (Şekil 1). Herbir kasada altı ekim torbası olacak şekilde ayarlanmıştır. Kasalar muamelelere göre işaretlenmiş ve deneme düzenine göre seraya yerleştirilmiştir (Şekil 2).

3.2.4.2. Rhizobium aşılanması

Ekimden önce, kullanılan tohumlar, hazır *Rhizobium leguminosarum* kültürü ile aşılanmıştır. Tohumlar nemli hale getirmek için su ile (1:1 oranı ile şekerle karıştırılmış) ıslatılmış ve daha sonra Rhizobium kültürü ile iyice karıştırılmıştır (Bayramin ve ark tarihsiz).

3.2.4.3. Birinci yetiştirme döneminde bitki ekimi

Birinci yetiştirme döneminin bitki ekiminde aşılanmış tohumlar ekim yataklarına hemen ekilmiştir. Herbir kasada bulunan altı adet ekim torbası şeklinde ayarlanmış olup her ekim poşetinde 2 cm derinliğinde üç tane tohum ekilmiştir. Ekimden dört hafta sonrasında her ekim torbasında çıkan üç bitkiden biri bırakılacak şekilde teklenerek her kasada 6 bitki olarak şekilde işlem yapılmıştır..

3.2.4.4. Birinci yetiştirme döneminde bitki bakımı

Gelişme süresinde bitkilerin ihtiyaclarına göre sulama yapılmıştır. Yabancı otla mücadele için yabancı ot olduğu zaman hemen elle koparılmak suretiyle temizlenmiştir.

3.2.4.5. Birinci yetiştirme döneminde bitki hasadı

Bitki hasadı bitkiler içerisinde en az %50-60 çiçeklenme görüldüğü zamanda yapılmıştır. Her konuya temsilen gözlem ve ölçümler için iki bitki hasat edilerek özel yapılmış elek sistemi ile toprakları temizlenmiş ve ölçümler dikkatlice yapılmıştır. Birinci yetiştirme döneminin bitki hasadında 72 toplam parselinde çıkışla ilgili gözlemler yapılmasına rağmen sadece 32 parsel hasat zamanına ulaşmış ve bunlarda hasat ve ölçüm işlemleri gerçekleştirlmiştir. Diğer parsellerdeki bitkiler, hasat dönemine ulaşmadan ölmüştür.

3.2.4.6. İkinci yetiştirme döneminde bitki ekimi

İkinci yetiştirme döneminin bitki ekimleri, birinci yetiştirme döneminin bitki hasadından hemen sonra yapılmıştır. İkinci yetiştirme döneminin bitki gelişimi için birinci yetiştirme döneminde hazırlanan yetiştirme ortamına organik maddeler (bitki artıkları) ilave edilmeksizin aynı ekim yataklarına ve aynı sistemle aynı bitkilerin tohumlarının ekimleri yapılmıştır. İkinci yetiştirme döneminde, tohumlar Rhizobium kültürü ile aşılanmamıştır. Ekimden dört hafta sonrasında her ekim poşetinde bir bitki olacak şekilde teklenerek her kasada 5 bitki olarak şekilde işlem yapılmıştır.

3.2.4.7. İkinci yetiştirme döneminde bitki bakımı

Gelişme süresinde bitkilere ihtiyaca göre sulama yapılmıştır. Yabancı otla mücadele için yabancı ot olduğu zaman yine elle mücadele yapılmıştır.

3.2.4.8. İkinci yetiştirme döneminde bitki hasadı

Bitki hasadı bitkiler içerisinde en az %50-60 çiçeklenme görüldüğü zamanda yapılmıştır. Gözlem bitkisi olarak iki bitki tesadüfen seçilerek hasat edilmiştir. Bitki hasadı, birinci dönemdeki hasatta gibi aynı metodla yapılmıştır. İkinci yetiştirme döneminin bitki hasadında 72 toplam parselinden sadece 38 parselden bitki hasadı yapılabilmiştir. Diğer parselden bitkiler, hasat dönemine geçmeden ölmüştür.

3.2.5. Denemede incelenen özellikler

Gözlem ve ölçümler her hasatta tekrarlanmıştır. Ölçümler, bitki gelişme parametreleri, bitkide kimyasal içerikleri ve toprağın özelliklerinin analizleri ile bakteri aktiviteleri olmak üzere dört ana başlık şekilde yapılmıştır.

3.2.5.1. Toprak özelliklerinin analizi

Toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri analizi ekimden önce, birinci yetiştirime döneminin hasadından sonra ve ikinci yetiştirime döneminin hasadından sonra olmak üzere üç kez yapılmıştır. Analiz, Konya Ticaret Borsasına ait Konya Laboratuvar ve Depoculuk AŞ laboratuvarında yapılmıştır. Analiz edilen toprak özellikleri satürasyon, organik madde, potasyum (K_2O), fosfor (P_2O_5), kireç, toplam tuz ve pH'dir.

3.2.5.2. Bitki gelişme parametreleri

Bitki gelişme parametrelerinin ölçümleri, her bir büyüme döneminin hasat zamanında (çiçeklenmenin %50-60'inde) yapılmıştır. Ölçümler için her bir parselden bitki örnekleri tesadüfen seçilen iki bitkide gerçekleştirilmiştir.

Çıkış oranı (%)

Çıkış oranları her bir parselden ekilen toplam tohum sayısına göre bitkinin ortaya çıkan fidesinin yüzde olarak belirlenmesi şeklindedir (El-Shaieny 2015).

Toprak üstü bitki boyu (cm)

Hasattan önce her parselde tesadüfen tespit edilen iki bitkide toprak yüzeyinden en üst noktasına kadar bir cetvel ile ölçülerek belirlenmiştir (Heady 1957, Karakaş 1996, Cornelissen ve ark 2003, Perez-Harguindeguy ve ark 2016, Zambi 2019).

Ana dal sayısı (adet)

Hasattan önce her parselde tesadüfen tespit edilen iki bitkide ana saptan çıkan dallar sayılarak belirlenmiştir (Eviz 2016, Perez-Harguindeguy ve ark 2016).

Kök uzunluğu (cm)

Her parseldeki tesadüfen tespit edilen iki bitkide kökler topraktan temizlendikten sonra bir cetvel ile ölçülerek belirlenmiştir (Zambi 2019).

Yaş kök ağırlığı (g)

Her parseldeki tesadüfen seçilen iki bitkinin kökleri topraktan temizlenip saptan kesildikten sonra hassas terazi ile tartılarak tespit edilmiştir (Zambi 2019).

Yaş toprak üstü bitki ağırlığı (g)

Her parseldeki tesadüfen seçilen iki bitkinin toprak üstü kısmı kökten ayrılıp hassas terazi ile tartılarak tespit edilmiştir (Zambi 2019).

Kuru kök ağırlığı (g)

Hasat sonrası her paseldeki tesadüfen seçilen iki bitkinin kökleri kese kağıtlarına konulup 65ºC'de 48 saat etüvde kurutulup hassas terazi ile tartılarak tespit edilmiştir (Dzowela ve ark 1995, Sairam ve ark 2002, ARC-ITSC Analytical Service 2016).

Kuru toprak üstü bitki ağırlığı (g)

Hasat sonrası her paseldeki tesadüfen seçilen iki bitkinin toprak üstü kısmı kese kağıtlarına konulup 65ºC'de 48 saat etüvde kurutulup hassas terazi ile tartılarak tespit edilmiştir (Dzowela ve ark 1995, Sairam ve ark 2002, ARC-ITSC Analytical Service 2016).

3.2.5.3. Rhizobium aktivite parametreleri

Her hasat sonrasına kök topraktan temizlendikten sonra her paseldeki tesadüfen seçilen iki bitkinin köklerine bakarak rizobyum aktiviteleri nodül sayısı ve aktif nodül sayısı olarak belirlenmiştir. Nodül sayısı, her paseldeki tesadüfen seçilen iki bitkinin köklerinde oluşan her bir nodülün sayılarak belirlenmiştir. Aktif nodül sayısının tespitinde nodüllerin renk durumları (pembe–kırmızı) belirginliği esas alınarak belirlenmiştir (FAO 1984).

3.2.5.4. Bitkide kimyasal içeriklerin analizi

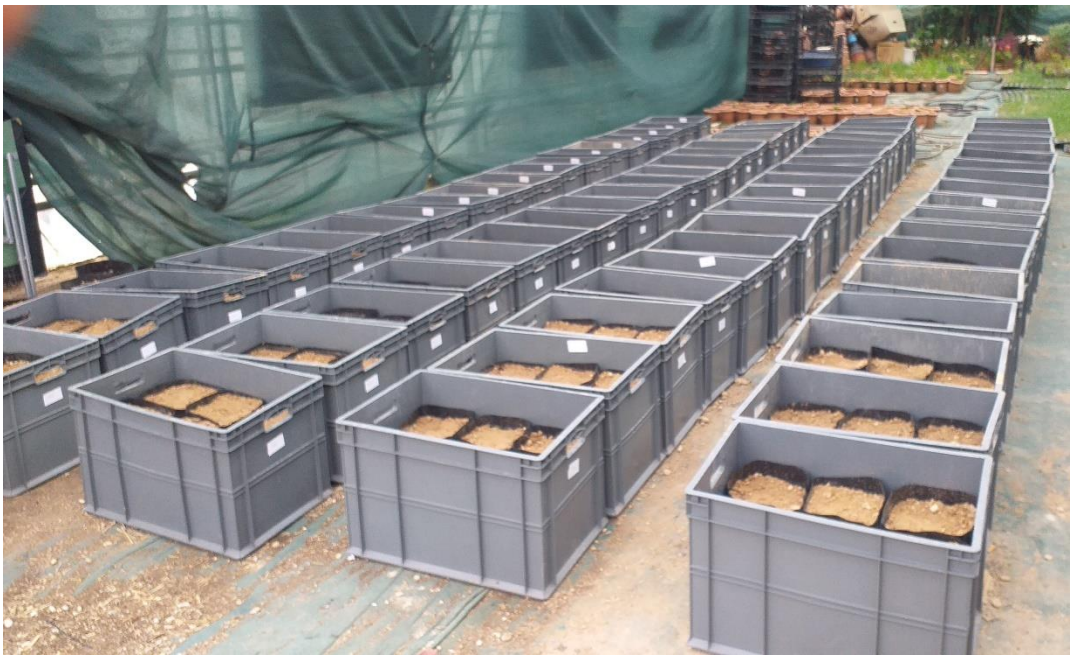
Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Gübre Laboratuvarı'nda her yetiştirme döneminde tüm bitki büyüme parametreleri ölçümü yapıldıktan sonra bitki kimyasal içerikleri analizi yapılmıştır. Analiz edilen kimyasal içerikler; azot [N], fosfor [P], potasyum [K], kalsiyum [Ca], magnezyum [Mg], kükürt [S], demir [Fe], sodyum [Na], mangan [Mn], bor (B), bakır [Cu], çinko [Zn], nikel (Ni), krom (Cr), kobalt (Co) ve kurşun (Pb)'dur. Analiz yapılmadan önce bitki örnekleri toz haline gelinceye kadar öğütülüp tüpe yerleştirilmiştir. Tüp içeine H_2SO_4 eklenip numuneler mikrodalga ile yaş yakma yöntemi ile ayrıştırılmıştır (Campbell ve Plank 1998). Bundan sonra N içeriği Kheljdal yöntemi kullanılarak analiz edilmiş (Horneck ve Miller 1997), diğer kimyasal içeriklerin analizi ise ICP-AES kullanılarak yapılmıştır (Watson 1998).

3.2.6. İstatistiksel analizler ve değerlendirmeler

Araştırmanın elde edilen sonuç değerleri Faktöriyel Deneme Deseni'ne göre SAS istatistik programında (2003'te yayımlanan Windows için 9.1 versyonu) varyans analizine tabi tutulmuştur (Mattjik ve Sumertajaya 2013). "F" testi süretiyle farklılıkları tespit edilen muamelerin ortalama değerleri "LSD" önem testine göre gruplandırılmıştır (Gomez ve Gomez 1984).



Şekil 1. Denemede hazırlanan ekim yatağı



Şekil 2. Parsellerin yerleşmesi

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırmanın Genel Durumu

Araştırma, kontrollü koşullar altında S.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü serasında gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, araştırma sırasında, çok az sayıda olsa da bazı zararlılar bulunmuş, ancak genel olarak bitki büyümesini ve gelişimini önemli ölçüde etkilememiştir. Bazı bitki artıkları ile muamele edilen bitkiler, sararma, solma ve ölüm yaşamış olup hasat dönemine kadar geçememiştir. Bu bitki artıklarının olumsuz etkileri bitki artığının türüne ve bitkinin türüne bağlı olarak farklılık göstermiştir.

İlk yetiştirme döneminde, kullanılan tüm bitki türlerinin büyümesinde tüm küspe uygulamalarının olumsuz etkileri olmuştur. Ancak pamuk tohumu küspesi, sadece yaygın fiğ bitkileri üzerinde önemli bir olumsuz etkileri vermiştir. Genel olarak ayçiçeği küspesi, kanola küspesi ve soya küspesi ile muamele edilen tüm bitkiler, pamuk tohumu küspesi ile muamele edilmiş yaygın fiğ bitkileri dahil olmak üzere, ekimden 15 gün sonra sararma yaşamıştır. Bu bitkiler, ekimden 27 gün sonra solmaya ve ölmeye başlamıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıklarının uygulamasında üç baklagil yem bitki türlerinin ölüm zamanı (ekimden gün sonra)

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	-	-	-	-	-	-	-	-
A1	-	-	-	-	-	-	-	-
A2	-	76	-	**76**	-	38	-	**38**
A3	55	50	48	**51**	-	27	-	**27**
A4	45	50	35	**43**	55	20	50	**41**
A5	27	30	30	**29**	32	30	28	**30**
Ort.	**42**	**52**	**38**	-	**44**	**29**	**39**	-

A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola tohumu küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Ortalama olarak koca fiğ bitkileri, ekimden 38 gün sonrasında ölmüş olup küspe uygulamasına karşı daha yüksek bir duyarlılığa sahiptir. Ardından sırasıyla ekimden 42 ve 52 gün sonra ölüm zamanı ile yem bezelyesi ve yaygin fiğ takip etmiştir. Ancak Çizelge 4.1'de ölüm zamanının daha geç olmasına rağmen tüm küspe uygulamalarında yaygın fiğ bitkilerinin öldüğü, pamuk tohumu küspesi uygulamasında ise yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin hasat zamanına kadar hayatta kalabildiği görülmüştür. Soya

küspesi, ekimden 29 gün sonrasında ortalama bitki ölüm zamanı ile diğer bitki artıklarına kıyasla en yüksek toksisite etkisine sahipti. Bununla birlikte, pamuk tohumu küspesi sadece yaygın fiğ bitkilerinde ölüme neden olmada etkili olmuş ve ekimden 76 gün sonrasında ölüm gerçekleşmiştir.

İkinci yetiştirme döneminde, kanola küspesi ve soya küspesi tüm bitki türlerine zarar verirken, pamuk tohumu ve ayçiçeği küspesi sadece yaygın fiğ bitkileri üzerinde olumsuz etkilere neden olmuştur. Genel olarak kanola ve soya küspeleri ile muamele edilen tüm bitki türleri, ayçiçeği ve pamuk tohumu küspeleri ile muamele edilmiş yaygın fiğ bitkileri dahil, ekimden 20 gün sonra sararma yaşamıştır. Bu bitkiler, ekimden 20 gün sonra solmaya ve ölmeye başlamıştır (Çizelge 4.1).

İkinci yetiştirme döneminde, ortalama olarak fiğ bitkilerinin ekimden 29 gün sonrasında ölmeye başlayan küspeler muamelesine karşı daha yüksek duyarlılığa sahiptir. Ardından sırasıyla ekimden 39 ve 44 gün sonra ölüm zamanı ile koca fiğ ve yem bezelyesinin izlediği görülmektedir. Bununla birlikte Çizelge 4.1'de, yaygın fiğ bitkisinin tüm küspe uygulamalarında ölüp her türlü küspeye duyarlı olmuşken yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin ise pamuk ve ayçiçeği tohumu küspeleri uygulamasında hasat zamanına kadar geçebildiği görülmektedir. Soya küspesi, ekimden 30 gün sonrasında ortalama bitki ölüm zamanı ile diğer bitki artıklarına kıyasla en yüksek toksisite etkisine sahip olmuştur. Pamuk tohumu küspesi, ekimden 27 gün sonrasında ölüme neden olmasına rağmen, sadece yaygın fiğ bitkilerinde ölüme neden olmada etkili iken diğer bitkilerde ölüme neden olmamıştır.

Bu sonuçların, organik maddelerin özellikle küspelerinin ayrışmasından biyoaktif veya alelokimyasal bileşiklerin salınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Küspelerin fitotoksisite etkileri, önceki yapılan çalışmalar tarafından bildirilmiştir (Mian ve Rodriguez-Kabana 1982, Walker 1996, Koller ve ark 2004, Hoagland ve ark 2008, Radwan 2011, Puzynska ve ark 2019).

Kolza veya kanola küspesinin toksisite etkisi glukozinolatlar olarak adlandırılan biyoaktif bileşikleri nedeniyle olmaktadır (Brown ve ark 1991). Kolza tohumları ve tohum küspesi bazı glukozinolat tipleri içermektedir. Bunlar; 3-Butenil (glukonapin), 4-Pentenil (glukobrasikanapin), and 2-Hidroksi-3-bütenil (progoitrin), 4-Hidroksi-3-bütenil (4-Hidroksi-glukonapin), 3-Indolilmetil (glukobrasikin), 2-Feniletil (glukonasturtiin), 2-Hidroksi-4-pentenil (2-Hidroksi-glukobrasikanapin), 4-Metilsülfinil, 4-Metoksi-3-indolilmetil, 1-Metoksi-3-indolilmetil, 4-Metiltiyobütil, 5-Metiltiyobütil, 4-Metilsülfinilbütil ve 5-Metilsülfinilpentil glukozinolat iyonlarıdır (Josefsson 1967,

Brown ve ark 1991, Smolinska ve ark 1997, Mazzola ve ark 2001, Gimsing ve ark 2005, Yasumoto ve ark 2010, Neubauer ve ark 2015).

Glukozinolatların toksisitesi, bu bileşiklerle doğrudan temasa değil, bunun yerine izotiyosiyanatlar (ITC'ler), organik siyanitler, oksazolidintiyonlar ve iyonik tiyosiyanat (SCN^-) gibi, glukozinolatların su varlığında miyozinaz (tiyoglukosit glukohidrolaz) tarafından enzimatik ayrışması üzerine salınan biyolojik olarak aktif ürünlere atfedilir (Brown ve ark 1991, Choesin ve Boerner 1991, Smolinska ve ark 1997, Morra 2005, Neubauer ve ark 2015). Yukarıdaki glukozinolat bileşiklerinden glukonapin, glukobasikanapin ve glukonasturtiin gibi sadece bazıları, bu aktif ürünleri üretebilmektedir (Kutáček 1964, Brown ve Morra 1996, Vierheilig ve ark 2000, Yasumoto ve ark 2010).

Bu glukozinolat bileşiklerinin tohumlarda ve tohum küspelerinde mevcudiyeti, toprağa katıldığında bitkilere zararlı ve toksik olabilen aktif ürünlerin varlığına katkıda bulunmaktadır. Glukozinolat ürünlerinin uygulanmasının tohumlar çimlenmesi ve bitkiler gelişimini engellediği bildirilmiştir (Ju ve ark 1983, Brown ve Morra 1996).

Ayçiçeği bitkisinde, seskiterpen laktonlar, triterpenler, diterpenler, heliangolidler (annuithrin veya niveusin C), germakranolidler, furanohelioangolidler, niveusin B, 3-ethoxy-niveusin B, etoksihironesangolidler, helibis-abonoller, heliannuoller, kumarin, skopoletin ve flavonoidler dahil olmak üzere alelopatik bileşikler bulunmuştur (Spring ve ark 1982, Spring ve ark 1985, Macías ve ark 1998a, Macías ve ark 1998b, Fernández-Luqueño ve ark 2014).

Ayçiçeği tohum küspesi ve artıkları ayrıca, bitkilerin gelişimini potansiyel olarak engelleyen yüksek fenolik bileşiklere sahiptir (Bau ve ark 1983, Batish ve ark 2002, Zardo ve ark 2019). Ayçiçeği bitkilerinin ayrıca tohumların çimlenmesini engelleyebilen malondialdehit (MDA) adlı potansiyel bir alelokimyasal bileşiğe sahip olduğu bildirilmiştir (Bogatek ve ark 2006). Bu biyoaktif ürünlerin tohumların çimlenmesi ve bitkilerin büyümesi üzerindeki fitotoksisite etkisi, önceki birkaç çalışmada bildirilmiştir (Macías ve ark 1998b, Macías ve ark 1999, Batish ve ark 2002, Bogatek ve ark 2006).

Soya küspesinde, bitkiler üzerinde potansiyel olarak fitotoksisite etkisi olan belirli bileşikler hakkında ayrıntılı bilgiler bulunamamıştır. Fakat, soya bitkisinin farklı kısımlarından allelokimyasallar üretebilmektedir (Yan ve Yang 2008). Soya bitkisinin daidzein, kumestrol ve kumarine benzer potansiyel bir allelokimyasal kaynağı temsil eden bazı bileşikler üretebildiğini bildirilmiştir (Granato ve ark 1983, Huang 2001, Iman ve ark 2006).

Pamuk bitkilerinde ise gossipol, tanenler, flavonoidler ve antosiyaninler gibi bazı alelokimyasal bileşiklerin varlığı bilinmektedir (Mulrooney ve ark 1985, Hedin ve ark 1991, Hedin ve McCarty Jr. 1994a, Mannan ve ark 2010, Nix ve ark 2017). Pamuk bitkilerinden gossipolün ayrışması bazı terpenoidler (Zummo ve ark 1984, Hedin ve McCarty Jr. 1994b); seskiterpenoidler ve sesterterpenoidler gibi üretmektedir (Bell ve ark 1978, Stipanovic ve ark 2007). Gossipol, pamuk tohumu küspesinde dahil olmak üzere pamuk bitkisinin herhangi bir kısmında bulunmuştur. Pamuk tohumu küspesi içindeki gossipol hem serbest hem de bağlı formlarda bulunmuştur. Toksisitenin çoğu, kütlece %0.02'ye kadar pamuk tohumu küspesinde bulunabilen serbest gosipolden kaynaklanabilmektedir (Maksimov ve ark 2010).

Bitkilerin bazı alelokimyasal bileşiklere farklı tepkilerinde biyoaktif bileşik türleri ve bitki türleri gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Bazı bitki türleri, biyoaktif bileşiklere karşı aşırı derecede hassas olabilir, ancak bazıları ise toleranslı da olabilir.

Bu araştırmamızda yaygın fiğ, kullanılan tüm küspelere kullanılan diğer bitkilerden daha hassas bulunmuştur. İlk yetiştirme döneminde, yaygın fiğ bitkisinin küspelerin fitotoksisite etkilerine tepkisi, kullanılan diğer bitkilerinden daha geç olsa da, ikinci yetiştirme dönemindeki tepkisi, diğer kullanılan bitkilerinden daha erken olmuş olup ilk yetiştirme döneminden daha kötü bulunmuştur. Yem bezelyesi ve koca fiğ bitkileri ise ilk yetiştirme döneminde pamuk tohumu küspesi dışında bu araştırmada kullanılan tüm küspelere hassas bulunmuştur. İkinci yetiştirme döneminde, yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin hassasiyeti de azalmıştır. Ayrıca ikinci yetiştirme döneminde, ayçiçeği tohumu küspesi uygulamasında yem bezelyesi ve koca fiğ bitkileri hasat zamanına kadar hayatta kalabilmiştir. Bu sonuçlar, yem bezelyesi ve koca fiğ bitkileri alelokimyasal bileşiklere yaygın fiğ bitkisinden daha toleranslı olduğunu göstermiştir. Yaygın fiğ, bezelye ve koca fiğ bitkilerinin allelokimyasallara hassasiyeti daha önceki birkaç çalışmada da rapor edilmiştir (Kalinova ve ark 2012, Kitiş ve Eser 2013, Georgieva ve Nikolova 2016, Ashti ve ark 2018, Mertoğlu ve ark 2018).

4.2. Toprak Özelliklerinin Analizi

4. 2.1. Satürasyon

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesi ile üç baklagil yem bitkisinde toprağın satürasyonu değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2'de sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.2'nin incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki artığının toprak satürasyonuna etkisi istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuşken ikinci yetiştirme döneminde ise %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek toprak satürasyonu %51.43 ile buğday kepeği muamelesinde bulunmuş olup pamuk tohumu küspesi muamelesi (%50.60) takip etmiştir. En düşük toprak satürasyonu ise %48.31 ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre buğday kepeği 1. grupta (a), pamuk tohumu küspesi 2. grupta (ab), ve kontrol ise son grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek toprak satürasyonu %54.24 ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da diğer muamelelerden istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. En düşük toprak satürasyonu ise %50.00 ile ayçiçeği tohumu küspesi muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre buğday kepeği 1. grupta (a), kontrol, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi ise 2. grupta (b) yer almıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.2. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıyla üç baklagil yem bitkisinde toprağın satürasyonu değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	2.52	0.29	3	2.73	0.49
Bitki Artığı (A)	2	30.40	3.54*	3	27.61	4.93**
Bitki Türü (B)	2	8.22	0.96	2	2.48	0.44
AxB	3	5.68	0.66	4	17.86	3.19*
Hata	21	8.60	-	25	5.60	-

(*) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %5 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki türünün toprak satürasyonuna etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.2). Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek toprak satürasyonu, koca fiğ bitkisinde %50.97 olarak tespit edilmiştir. İkinci yetiştirme döneminde ise en yüksek toprak satürasyonu, yaygın fiğ bitkisinde %51.43 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde interaksiyonları toprak satürasyonuna etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.2) en yüksek toprak satürasyonu buğday kepeği ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde ve pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde %51.98 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında interaksiyonları toprak satürasyonuna etkisi istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2). İkinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon bakımından en yüksek toprak satürasyonu, pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (%54.60) bulunmuştur. En düşük toprak satürasyonu ise kontrol ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde ve buğday kepeği ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (%48.40) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. grubu (a), en düşük değer ise son grubu (d) oluşturmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıya üç baklagil yem bitkisinde toprak satürasyonu değerleri (%) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	**Birinci Yetiştirme Dönemi**				**İkinci Yetiştirme Dönemi**			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	46.75	48.68	49.50	**48.31b**	52.25abc	50.60bcd	48.40d	**50.42b**
A1	51.98	50.88	51.43	**51.43a**	48.40d	52.25abc	52.80abc	**51.15b**
A2	49.23	-	51.98	**50.60ab**	54.60a	-	53.90ab	**54.25a**
A3	-	-	-	-	50.23cd	-	49.78cd	**50.00b**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**49.32**	**49.78**	**50.97**	50.05	**51.33**	**51.43**	**51.22**	51.32

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %5.86, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %4.61
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türünün toprak

satürasyonunu etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde toprak satürasyonunu etkilememişken buğday kepeği ise önemli ölçüde %6.07 oranında arttırmıştır. İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, istatistiki açıdan önemli ölçüde yaygın fiğ bitkisinde toprak satürasyonunu kontrole kıyasla etkilememişken koca fiğ bitkisinde toprak satürasyonunu %9.90 oranında arttırmış ve yem bezelyesi bitkisinde toprak satürasyonunu %7.37 oranında azaltmıştır. Pamuk tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde yem bezelyesi bitkisinde toprak satürasyonunu kontrole kıyasla etkilememişken koca bitkisinde toprak satürasyonunu %11.36 oranında arttırmıştır. Ayçiçeği tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türünün toprak satürasyonunu kontrole kıyasla etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde toprak satürasyonunu etkilememişken pamuk tohumu küspesi ise istatistiki açıdan önemli ölçüde toprak satürasyonunu %7.50 oranında azaltmıştır.

Sonuçların ortalaması olarak bitki artıkları (buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi) uygulanmasıyla birinci yetiştirme döneminde toprak satürasyonu kontrole kıyasla arttırmıştır. Ancak, ikinci yetiştirme döneminde sadece pamuk tohumu küspesi toprak satürasyonunu arttırmıştır. Toprak satürasyonunun yüzdesi, toprak bünyesi, su tutma kapasitesi ve katyon değişim kapasitesinin nicel bir ölçüsü olarak kabul edilmektedir (Aali ve ark 2009). Toprak satürasyonunun yüzdesinin daha yüksek olması, toprak bünyesi, su tutma kapasitesi ve katyon değişim kapasitesini iyileştirmektedir. Bu çalışmamızın sonuca göre kısa vadeli bitki artıklarının uygulanması potansiyel olarak toprak satürasyonunu aynı zamanda toprak bünyesi, su tutma kapasitesi ve katyon değişim kapasitesini iyileştirmiştir.

Her kullanılan bitki artığı muamelelerinin toprak satürasyonu üzerinde etkisi konusunda bazı yapılan literatür taranması sonucunda hiç bir literatür ve veriye rastlanamadığından tartışma yapılamamıştır. Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde tüm bitki türlerinde toprak satürasyonu farklı bulunmadığını göstermiştir (Çizelge 4.3). Bu sonuçlar, aynı zamanda, farklı bitki artıkları ugylamasıyla farklı bitki türlerinin toprakların satürasyonu üzerinde aynı etki verdiğini göstermiştir.

4.2.2. Organik madde

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesi ile üç baklagil yem bitkisinde toprağın organik maddesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4'te sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıyla üç baklagil yem bitkisinde toprağın organik maddesi değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	0.040	6.12	3	0.008	0.22
Bitki Artığı (A)	2	1.613	244.98**	3	0.119	3.25*
Bitki Türü (B)	2	0.026	3.94*	2	0.290	0.80
AxB	3	0.060	9.14**	4	0.130	0.36
Hata	21	0.007	-	25	0.037	-

(*) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %5 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir
(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.4'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki artığının toprağın organik maddesine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuşken ikinci yetiştirme döneminde ise %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.5. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıya üç baklagil yem bitkisinde toprağın organik maddesi değerleri (%) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	B2	B3	Ort.	B1	B2	B3	Ort.
A0	0.83c	0.84c	0.81c	**0.83c**	1.15	1.07	0.99	**1.07b**
A1	1.32b	1.35b	1.62a	**1.43b**	1.18	1.11	1.18	**1.15ab**
A2	1.61a	-	1.57a	**1.59a**	1.32	-	1.31	**1.31a**
A3	-	-	-	-	1.43	-	1.26	**1.35a**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**1.26b**	**1.10c**	**1.33a**	1.25	**1.27**	**1.09**	**1.19**	1.20

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %6.51, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %16.10
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek toprağın organik maddesi %1.59 ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da diğer muamelelerden istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. En düşük toprağın organik maddesi ise %0.83 ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre pamuk tohumu küspesi 1. grupta (a), buğday kepeği 2. grupta (b) ve kontrol ise son grupta (c) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek toprağın organik maddesi %1.35 ile ayçiçeği tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bunu pamuk tohumu küspesi (%1.31) ve buğday kepeği (%1.15) muameleleri takip etmiştir. En düşük toprağın organik maddesi ise %1.07 ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi 1. grupta (a), buğday kepeği 2. grupta (ab) ve kontrol ise son grupta (b) yer almıştır (Çizelge 4.5).

Araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki türünün toprak organik maddesine etkisi istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4). Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek toprağın organik maddesi, koca fiğ bitkisinde %1.33 olarak tespit edilmiş olup bu da diğer bitki türlerinden istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. En düşük toprağın organik maddesi ise %1.10 ile yaygın fiğ bitkisinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre koca fiğ 1. grupta (a), yem bezelyesi 2. grupta (b) ve yaygın fiğ ise son grupta (c) yer almıştır (Çizelge 4.5). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki türünün toprak organik maddesine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.4) en yüksek toprağın organik maddesi, yem bezelyesi bitkisinde %1.27 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde, bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında interaksiyonları (AxB) toprağın organik maddesine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4). Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek toprağın organik maddesi buğday kepeği ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde %1.62 olarak tespit edilmiştir. En düşük toprağın organik maddesi ise kontrol ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (%0.81) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. grubu (a), en düşük değer ise son grubu (c) oluşturmuştur (Çizelge 4.5). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında interaksiyonları (AxB) toprağın organik maddesine etkisi istatistiki açıdan önemli

bulunmamış olup (Çizelge 4.4) en yüksek toprağın organik maddesi, ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (%1.43) bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği istatistiki açıdan önemli ölçüde yem bezelyesi, yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinde toprağın organik maddesini kontrole kıyasla sırasıyla %59.07, 60.71 ve 100.00 oranlarında arttırmıştır. Pamuk tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinde toprağın organik maddesini kontrole kıyasla sırasıyla %93.98 ve 93.83 oranlarında arttırmıstır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde toprağın organik maddesini kontrole kıyasla sırasıyla %72.29 ve 91.57 oranlarında arttırmıstır.

İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türünde toprağın organik maddesini kontrole kıyasla etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde toprağın organik maddesini etkilememişken pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi küspesi ise istatistiki açıdan önemli ölçüde toprağın organik maddesini sırasıyla %22.43 ve 25.23 oranlarında azaltmıştır.

Sonuçlar, ortalama olarak tüm bitki artıkları uygulanmasının, her iki yetiştirme döneminde toprağın organik madde içeriğini kontrole kıyasla arttıdığını göstermiştir. Sonuçlar ayrıca, uzun vadeli bir çalışmada, ikinci yetiştirme dönemindeki kontrol muamelesiyle toprağın organik madde içeriği birinci yetiştirme dönemindekinden daha yüksek bulunmuşken tüm bitki artığı muameleleriyle toprağın organik madde içeriği ise daha düşük olduğunu göstermiştir. Bu, kontroldeki yüksek rhizobium aktivitesine göre bakterilerin ayrışmasıyla toprağa organik madde de ilave ettiği düşünülmektedir.

Buğday kepeği uygulanmasının toprağın organik madde içeriği üzerinde etkisi konusunda literatürler tarandığında hiç bir veri ve literatüre rastlanmamıştır. Ancak, buna benzer çeltik ve arpa kepeklerinin uygulanmasının toprağın organik madde içeriği üzerinde etkisi bazı çalışmalar tarafından rapor edilmiştir.

Çeltik kepeğinin toprağa katılmasıyla bamya (Moyin-Jesu 2007), armut (Choi ve ark 2010), ginseng (Kim ve ark 2010a) ve lahana (Moyin-Jesu 2015) bitkilerinin yetiştrilmesinde topraktaki organik madde içeriğinin sırasıyla %1.55, 2.80, 4.00 ve 1.21 olarak belirlenmiş olup bu da her kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %287.5, 75.00, 26.98 ve 506.27 oranlarında daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Çeltik kepeğinin kompost olarak kullanılması da bazı çalışmalar tarafından bildirilmiştir. Kore'de yapılan bir çalışmada, *Scutellaria baicalensis* bitkisi yetiştirilmesinden sonra yapılan toprak analizlerine göre çeltik kepeği kompostu kullanımıyla topraktaki organik madde içeriğinin %3.4 olarak tespit edilmiş olup bu da çalışmadan önceki değerine kıyasla önemli ölçüde %25.93 oranında daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Kim ve ark 2010b).

Kore'de yapılan başka bir çalışmada, çeltik kepeği kompostu kullanarak sera ve tarla şartları altında biber yetiştirilmesinin topraklardaki organik madde içeriğinin sırasıyla 20 ve 17 g/kg olarak belirlenmiş olup bunlar da kontrol olarak kimyasal gübreye kıyasla önemli ölçüde farklı olmadığı bildirilmiştir (Seo ve ark 2012).

Shao ve ark (2008) ise organik gübre olarak çeltik kepeği ve hayvan gübre karaşımından oluşan bir kompost kullanılmasının iki farklı arazideki çeltik yetiştirilmesinde toprağın organik madde içeriğini (sırasıyla 15.25 ve 20.20 g/kg) konrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %88.27 ve 18.48 oranlarında arttırdığını bildirmişlerdir.

Bu değerler, araştırmamızda buğday kepeği uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuş olup ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kontrole benzer veya kontrolden daha yüksek bulunmuştur.

Pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının toprağın organik madde içeriği üzerine etkisi ile ilgili bazı literatürler tarandığında hiç bir veri ve literatüre rastlanmamıştır. Ancak bazı çalışmalar, diğer kaynaklardan küspeler uygulanmasının toprağın organik madde içeriği üzerinde etkisini rapor edilmişlerdir.

Achyranthes japonica N. bitkisi yetiştirilmesi üzerinde bir çalışmada yağlı tohum küspeleri karışımı gübresi kullanımıyla topraktaki organik madde içeriğinin %2.40-2.70 arasında ölçülmüş olup bunlar da kontrol olarak kimyasal (NPK) gübereye kıyasla önemli ölçüde %60.00-80.00 oranlar arasında daha yüksek bulunduğu belirlenmiştir (Kim ve ark 1998).

Japonya'daki bakla (*Vicia faba* L.) yetiştiriciliğinde 200 g/saksı miktarında kompost (çeltik samanı, tavuk gübresi ve kolza küspesi karışımı) uygulanmasının topraktaki organik madde içeriğini kontrole kıyasla önemli ölçüde %18.52 oranında arttırdığı rapor edilmiştir (Abdelhamid ve ark 2004)

Kore'deki armut bahçesinde organik gübre olarak soya tohumu küspesi, hintyağı tohum zarfı ve çeltik kepeği karışımıdan (50:35:15 oranında) oluşan kompost uygulanmasıyla organik armut bahçesinin topraktaki organik madde içeriği 46.8 g/kg

olarak belirlenmiş olup bu da kontrole kıyasla önemli ölçüde %27.14 oranında daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Choi ve ark 2011).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada, *Jatropha curcas* tohumu küspesi uygulanmasının *J. curcas* yetiştirilmesindeki toprağın organik madde içeriğininin (2.99 mg/kg) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememişken *Cymbopogon martinii* yetiştirilmesindeki toprağın organik madde içeriğini ise (4.96 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde %110.17 oranında arttırdığı gösterilmiştir (Sinha ve ark 2011).

Sorgum ile sudanotu melezi yetiştirilmesinde, Choi ve ark. (2012)'ın yaptıkları çalışma, yağlı tohum küspesi uygulanmasıyla toprağın organik madde içeriğini 0.81 g/kg olarak belirlemişlerken Lee ve ark (2012)'nin yaptıkları çalışma, birinci ve ikinci hasatlardaki yağlı tohum küspesi uygulanmasıyla toprağın organik madde içeriğini 1.1 ve 1.0 g/kg olarak belirlemiştir. Ayrıca, bu iki çalışmadan elde edilen değerlerin, her kontrole kıyasla önemli ölçüde farklı olmadığı gösterilmiştir.

Kore'de yapılan çalışmada yağlı tohum küspesi kullanarak sera ve tarla şartları altında biber yetiştirilmesinin topraklardaki organik madde içeriğinin sırasıyla 20 ve 16 g/kg olarak belirlenmiş olup bunlar da kontrol olarak kimyasal gübreye kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %11.11 ve 6.67 oranlarında daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Seo ve ark 2012). Hintyağı tohumu küspesi kullanılması, susam (*Sesamum indicum* L.) üretimin birinci ve ikinci yıllarında topraktaki organik madde içeriğini (sırasıyla %1.76 ve 1.38) denemeden önceki değerlerine kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %91.30 ve 50.00 oranlarında arttırmıştır (Eifediyi ve ark 2017).

Kolza küspesi uygulanması, çeltik üretimindeki toprağin organik madde içeriğini (16.98 g/kg) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememişken (Park ve ark 2017) yabanmersini meyvesi yetiştiriliciliğindeki toprağın organik madde içeriğini ise (13.75 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde %36.27 oranında arttırmıştır (Wang ve ark 2020). Ankara'da sera koşulları altındaki buğday yetiştirilmesinde zeytin küspesinde oluşan biyokömürün uygulanmış toprağın organik madde içeriğinin %2.53-2.71 olarak tespit edilmiş olup bunlarda kontrole kıyasla önemli ölçüde %13.45-21.54 oranında daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Turgay ve ark 2018).

Soğan üretiminde 6 ton/ha esasına göre küspe karışımı gübresi (hintyağı küspesi, susam küspesi ve çeltik kepeği karışımı) uygulaması, toprağın organik madde içeriğini (38.7 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde %10.26 oranında arttırmıştır (Lee ve ark 2018). Domates yetiştirilmesinde de, susam küspesi uygulananmasıyla toprağın organik

madde içeriği 23 g/kg olarak ölçülmüş olup bunun da kontrole kıyasla önemli ölçüde %15.00 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir (An ve ark 2019).

Bu değerler, araştırmamızda küspeler uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuş olup bunların çoğu da kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kontrolden daha yüksek olmuştur.

Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak birinci yetiştirme döneminde koca fiğ bitkisinde toprağın organik madde içeriği, yem bezelyesi ve yaygın fiğ bitkilerinden daha yüksek tespit edilmişken ikinci yetiştirme döneminde tüm bitki türleri arasında toprağın organik madde içeriği farklı bulunmadığını göstermiştir (Çizelge 4.5). Bununla birlikte, farklı bitki türlerinin farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerinde toprağın organik madde içeriği üzerinde farklı etki verdiği gösterilmiştir.

4.2.3. Potasyum (K_2O)

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesi ile üç baklagil yem bitkisinde toprağın K_2O içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıyla üç baklagil yem bitkisinde toprağın K_2O içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	56.12	0.36	3	36.61	0.51
Bitki Artığı (A)	2	6402.08	40.62**	3	4343.97	60.26**
Bitki Türü (B)	2	196.54	1.25	2	104.63	1.45
AxB	3	164.07	1.04	4	104.63	1.03
Hata	21	157.59	-	25	74.09	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.6'nın incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki artığının toprağın K_2O içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek toprağın K_2O içeriği 94.98 kg/da ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bunu buğday kepeği muamalesi (89.13 kg/da) takip etmiştir. En düşük toprağın K_2O içeriği ise 51.00 kg/da ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi 1. grupta (a), kontrol ise 2. grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek toprağın K_2O içeriği 103.33 kg/da ile ayçiçeği tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da diğer muamelelerden istatistiki açıdan önemli öçlüde daha yüksek bulunmuştur. En düşük toprağın K_2O içeriği ise 51.45 kg/da ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre ayçiçeği tohumu küspesi 1. grupta (a), pamuk tohumu küspesi 2. grupta (b), buğday kepeği 3. grupta (c) ve kontrol ise son grupta (d) yer almıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıya üç baklagil yem bitkisinde toprağın K_2O içeriği değerleri (kg/da) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	**Birinci Yetiştirme Dönemi**				**İkinci Yetiştirme Dönemi**			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	48.37	54.52	50.11	**51.00b**	52.08	51.77	50.49	**51.45d**
A1	82.56	96.59	88.24	**89.13a**	77.25	85.29	70.26	**77.60c**
A2	102.11	-	87.85	**94.98a**	88.30	-	86.69	**87.50b**
A3	-	-	-	-	100.32	-	106.33	**103.33a**
A4	-	-	-	-	-	-	-	**-**
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**77.68**	**75.56**	**75.40**	76.29	**77.30**	**68.53**	**78.44**	76.88

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %16.45, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %11.18
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Çizelge 4.6'nın incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki türünün K_2O içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek toprağın K_2O içeriği, yem bezelyesi bitkisinde 77.68 kg/da olarak tespit edilmiştir. İkinci yetiştirme döneminde ise en yüksek toprağın K_2O içeriği, koca fiğ bitkisinde 78.44 kg/da olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.6'nın incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde interaksiyonları toprağın K_2O içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek toprağın K_2O içeriği, pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde 102.11 kg/da olarak tespit edilmiştir. İkinci yetiştirme döneminde ise en yüksek toprağın K_2O içeriği, ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (106.33 kg/da) bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türünde toprağın K_2O içeriğini kontrole kıyasla etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde toprağın K_2O içeriğini kontrole kıyasla sırasıyla %74.76 ve 86.24 oranlarında arttırmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türünde toprağın K_2O içeriğini kontrole kıyasla etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi ise istatistiki açıdan önemli ölçüde toprağın K_2O içeriğini sırasıyla %50.83, 69.83 ve 101.65 oranlarında arttırmıştır.

Sonuçlar, ortalama olarak tüm bitki artıkları uygulanmasının, her iki yetiştirme döneminde troprağın K_2O içeriğini kontrole kıyasla arttığını göstermiştir. Sonuçlar ayrıca, uzun vadeli bir çalışmada, ikinci yetiştirme dönemindeki kontrol muamelesiyle toprağın K_2O içeriği birinci yetiştirme dönemindekinden aynı bulunmuşken tüm bitki artığı muameleleriyle toprağın K_2O içeriği ise daha düşük bulunduğunu göstermiştir.

Buğday kepeği uygulanmasının toprağın K_2O içeriği üzerinde etkisi konusunda literatürler tarandığında hiç bir literatür ve veriye rastlanmamıştır. Ancak, buğday kepeğine benzer çeltik kapeği uygulanmasının toprağın K içeriği üzerinde etkisi bazı çalışmalar tarafından rapor edilmiştir. Çeltik kepeği uygulamasının bamya (Moyin-Jesu 2007), armut (Choi ve ark 2010), ginseng (Kim ve ark., 2010a) ve manyok (Attoe ve ark., 2016) bitkilerin yetiştirilmesindeki toprağın K içeriğini (sırasıyla 0.015, 0.23, 2.19 ve 0.69 cmol/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde 6.5, 0.5, 0.6 ve 7.6 katlarda arttırdığı bildirilmiştir. İki yılda lahana bitkisinin yetiştrilmesinin birinci ve ikinci yıllarında çeltik kepeği uygulanmasının, toprağın K içeriğini (sırasıyla 3.90 ve 3.30 mmol/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla 129 ve 65 katlarda arttırdığı da bildirilmiştir (Moyin-Jesu 2015).

Kore'de yapılan bir başka çalışmada, *Scutellaria baicalensis* bitkisi yetiştirilmesinden sonra yapılan toprak analizlerine göre çeltik kepeği kompostu kullanımıyla toprağın kullanılabilir K içeriğinin 0.85 cmol/kg olarak tespit edilmiş olup bu da çalışmadan önceki değerine kıyasla önemli ölçüde %21.43 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Kim ve ark 2010).

Bu değerler, araştırmamızda buğday kepeği uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuş olup ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kontrolden daha yüksek bulunmuştur.

Pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının toprağın K içeriği üzerinde etkisi ile ilgili bazı literatürler tarandığında hiç bir veri ve literatüre rastlanmamıştır. Ancak bazı çalışmalar, diğer küspelerin uygulanmasının toprağın organik madde içeriği üzerinde etkisini rapor edilmişlerdir. *Achyranthes japonica* N. bitkisi yetiştirilmesi üzerinde bir çalışmada yağlı tohum küspeleri karışımı gübresi kullanımıyla toprağın K içeriğinin 0.42-0.45 mg/kg arasında ölçülmüş olup bunlar da kontrol olarak kimyasal (NPK) gübereye kıyasla önemli ölçüde %31.25-40.63 oranlar arasında daha yüksek bulunduğu belirlenmiştir (Kim ve ark 1998).

Nijeriya'de yapılan bir çalışmada, %5 ve 10 miktarlarında yalancı tespih küspesi uygulanmasının ova toprağının kullanılabilir K içeriğini (sırasıyla 3.0 ve 4.4 mmol/kg) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %30.43 ve 91.30 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir (Agbenin ve ark 2008).

Japonya'da çeltik ve buğday tarım sistemi çalışmasında, ham ve kompost hallerinde bezelye yeşil gübresi ve kolza küspesi karışımı uygulanmasının buğday parsellerinde toprağın K içeriğini (sırasıyla 0.170 ve 0.227 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %28.79 ve 71.97 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir. Çeltik parsellerinde ise ham ve kompost hallerinde bezelye yeşil gübresi ve kolza küspesi karışımı uygulanmasının toprağın K içeriğini (sırasıyla 0.231 ve 0.200 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %168.60 ve 132.56 oranlarında arttırdığı rapor edilmiştir (Eusuf Zai ve ark 2008).

Japonya'da kolza küspesi uygulanarak yapılan çeltik ve buğday organik tarım sisteminde, toprağın K içeriğinin 30.05 g/kg olarak tespit edilmiş olup bu da kontrole kıyasla önemli ölçüde %9.31 oranında daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir (Eusuf Zai ve ark 2009).

Sera şartları altında pamuk bitkisi yetiştirilmesinde, %2.5 miktarlı beyaz hardal (*Sinapsis alba*), Hindistan hardalı (*Brassica juncea*), *Jatropa curcas* ve *Camelina sativa*

küspeleri uygulamasının toprağın K içeriğini (sırasıyla 187, 228, 179 ve 210 mg/kg) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasyla %128.05, 178.05, 118.29 ve 156.10 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir (Rothlisberger 2010).

Kore'deki armut bahçesinde organik gübre olarak soya küspesi, hintyağı tohum zarfı ve çeltik kepeği karışımıdan (50:35:15 oranında) oluşan kompost uygulanmasıyla armut bahçesinin toprağın K içeriğinin 0.73 cmol/kg olarak belirlenmiş olup bu da kontrole kıyasla önemli ölçüde %43.14 oranında daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Choi ve ark 2011).

Ragi darısı yetiştirilmesindeki *Pongimia pinnat*a, *Madhuca longifolia* ve yalancı tespih (*Azadirachta indica*) küspeleri uygulanmasında toprağın kullanılabilir K_2O içeriği sırasıya 344.8, 333.7 ve 391.2 kg/ha olarak tespit edilmiş olup bunların da kontrol olarak NKP gübresine kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %32.67, 28.40 ve 50.52 oranlarında daha yüksek bulunduğu belirlenmiştir (Shivakumar ve ark 2011).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada, *Jatropha curcas* tohumu küspesi uygulanmasının *J. curcas* ve *Cymbopogon martinii* yetiştirilmesindeki toprağın toplam K içeriğini (sırasıyla 5.68 ve 6.90 mg/g) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %88.70 ve 111.66 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir (Sinha ve ark 2011).

Nijeriya'da yapılan mısır ve manyok üretiminde 400 kg/ha esaslı palmiye küspesi uygulanmasının topraktaki K içeriğini (sırasıyla 0.065 ve 0.070 cmol/kg) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %225.00 ve 250.00 oranlarında arttırdığı rapor edilmiştir (Ogbonna ve ark 2012).

Kore'de yapılan bir çalışmada, yağlı tohum küspesi kullanılarak sera ve tarla şartları altında biber yetiştirilmesinin topraklardaki kullanılabilir K içeriğinin sırasıyla 0.25 ve 0.25 g/kg olarak belirlenmiş olup bunlar da kontrol olarak kimyasal gübreye kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %11.11 ve 6.67 oranlarında daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Seo ve ark 2012).

Hindistan'da yapılan başka bir çalışmada, organik gübreler olarak yalancı tespih ve hintyağı küspeleri kullanımının börülce [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] yetiştirilmesindeki toprağın kullanılabilir K_2O içeriğini (sırasıyla 168.62 ve 167.30 kg/ha) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %7.74 ve 6.90 oranlarında arttırdığı bildirilmiştir (Joshi ve ark 2016).

Çeltik üretiminde en yüksek miktarda (300kg/0.1 ha) uygulanılan kolza küspesi ile toprağın K içeriğinin 0.32 cmol/kg olarak tespit edilmiş olup bu da kontrole kıyasla

istatistiki açıdan önemli ölçüde %14.29 oranında daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir (Park ve ark 2017).

Yapılan domates yetiştirilmesindeki *Pongamia pinnata*, hardal, *Jatropha curcas*, yerfıstığı, *Triglocin procera*, *Schleichera oleosa*, *Madhuca longifolia* ve yalancı tespih (*Azadirachta indica*) küspelerinin uygulanmasının toprağın kullanılabilir K içeriğini (sırasıyla 66.74, 64.70, 63.37, 70.63, 72.70, 82.00, 84.27 ve 88.73 kg/ha) kontrole kıyasla sırasıyla %17.15, 13.57, 11.23, 23.98, 27.61, 43.94, 47.92 ve 55.75 oranlarında arttırdığı rapor edilmiştir (Sahu 2017).

Ankara'da sera koşulları altında buğday yetiştirilmesinde, zeytin küspesinde oluşan biyokömürün uygulanmış toprağın değişebilir K içeriğinin 0.10-0.16 cmol/kg olarak tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde %45.45 oranına kadar daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Turgay ve ark 2018).

ABD'nin Kaliforniya Eyaleti'nde yapılan pamuk ve sorgum yetiştirilmesinde, %2.5 miktarda beyaz hardal (*Sinapsis alba* L.) ve Hindistan hardalı (*Brassica juncea* L.) küspeleri uygulanmasının toprağın K içeriğini (sırasıyla 235 ve 287 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %446.51 ve 567.44 oranlarında arttırdığı bildirilmiştir. (Lewis ve ark 2019).

Bu değerler, araştırmamızda küspeler uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Ancak, kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kontrolden daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde her bitki türleri arasında toprağın K_2O içeriğinin istatistiki açıdan önemli ölçüde farklı bulunmadığını göstermiştir (Çizelge 4.7). Bununla birlikte, tüm bitki türleri, farklı dönemdeki farklı bitki artığı muamelelerinde toprağın K_2O içeriği üzerinde aynı etki vermiştir.

4.2.4. Fosfor (P_2O_5)

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesi ile üç baklagil yem bitkisinde toprağın P_2O_5 içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8'de sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.8'in incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki artığının toprağın P_2O_5 içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.8. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıyla üç baklagil yem bitkisinde toprağın P_2O_5 içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	5.43	0.74	3	0.39	0.07
Bitki Artığı (A)	2	432.49	58.57**	3	232.18	47.74**
Bitki Türü (B)	2	10.43	1.41	2	10.89	2.10
AxB	3	14.15	1.92	4	11.07	2.13*
Hata	21	7.38	-	25	5.19	-

(*) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek toprağın P_2O_5 içeriği, 16.97 kg/da ile buğday kepeği muamelesinde bulunmuş olup bu da diğer muamelelerden istatistiki açıdan daha yüksek bulunmuştur. En düşük toprağın P_2O_5 içeriği ise 5.11 kg/da ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre buğday kepeği 1. grupta (a), pamuk tohumu küspesi 2. grupta (b) ve kontrol ise son grupta (c) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek toprağın P_2O_5 içeriği, 17.48 kg/da ile buğday kepeği muamelesinde bulunmuş olup bu da diğer muamelelerden istatistiki açıdan önemli daha yüksek bulunmuştur. En düşük toprağın P_2O_5 içeriği ise 6.74 kg/da ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre buğday kepeği 1. grupta (a), pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi 2. grupta (b) ve kontrol ise son grupta (c) yer almıştır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.8'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki türünün toprağın P_2O_5 içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek toprağın P_2O_5 içeriği, koca fiğ bitkisinde 12.86 kg/da olarak tespit edilmiş. İkinci yetiştirme döneminde ise en yüksek toprağın P_2O_5 içeriği, yem bezelyesi bitkisinde 13.29 kg/da olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde interaksiyonları toprağın P_2O_5 içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.8), en yüksek toprağın P_2O_5 içeriği buğday

kepeği ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde 19.97 kg/da olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıya üç baklagil yem bitkisinde toprağın P_2O_5 içeriği değerleri (kg/da) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	4.41	5.02	5.91	**5.11c**	6.79d	6.61d	6.83d	**6.74c**
A1	15.29	15.64	19.97	**16.97a**	20.42a	17.42ab	14.61bc	**17.48a**
A2	14.16	-	12.69	**13.42b**	12.37c	-	12.15c	**12.26b**
A3	-	-	-	-	13.55c	-	12.65c	**13.10b**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**11.29**	**10.33**	**12.86**	11.64	**13.29**	**12.01**	**11.34**	12.34

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %23.35, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %18.51
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında interaksiyonları (AxB) toprağın P_2O_5 içeriğine etkisi istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8). İkinci yetiştirme döneminde en yüksek toprağın P_2O_5 içeriği, buğday kepeği ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (20.42 kg/da) bulunmuştur. En düşük ise kontrol ile muamele edilen yaygın fiğ bitkisinde (6.61 kg/da) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. grupta (a), en düşük değeri ise son grupta (d) yer almıştır (Çizelge 4.9).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türünde toprağın P_2O_5 içeriğini kontrole kıyasla etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde toprağın P_2O_5 içeriğini kontrole kıyasla sırasıyla %181.14 ve 127.07 oranlarında arttırmıstır.

İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, yem bezelyesi, yaygın fiğ,ve koca fiğ bitkilerinde toprağın P_2O_5 içeriğini istatistiki açıdan önemli ölçüde kontrole kıyasla sırasıyla %200.74, 163.54 ve 113.91 oranlarında arttırmıştır. Pamuk tohumu küspesi, yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinde toprağın P_2O_5 içeriğini istatistiki açıdan önemli ölçüde kontrole kıyasla sırasıyla %82.18 ve 83.16 oranlarında arttırmıştır. Ayçiçeği tohumu küspesi ise yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinde toprağın P_2O_5 içeriğini istatistiki açıdan önemli ölçüde kontrole kıyasla sırasıyla %99.56 ve 85.21 oranlarında arttırmıştır. Bitki

türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi ise istatistiki açıdan önemli ölçüde toprağın P_2O_5 içeriğini kontrole kıyasla sırasıyla %159.35, 81.60 ve 93.47 oranlarında arttırmıştır.

Sonuçlar, ortalama olarak tüm bitki artıkları uygulanmasının, her iki yetiştirme döneminde toprağın P_2O_5 içeriğini kontrole kıyasla arttıdığını göstermiştir. Sonuçlar ayrıca, uzun vadeli bir çalışmada, ikinci yetiştirme dönemindeki kontrol ve buğday kepeği muameleleriyle toprağin P_2O_5 içeriği birinci yetiştirme dönemindekinden hafifçe daha yüksek bulunmuşken pamuk küspesi muamelesiyle toprağın P_2O_5 içeriği ise hafifçe daha düşük bulunduğunu göstermiştir.

Buğday kepeği uygulanmasının toprağın P_2O_5 içeriği üzerinde etkisi konusunda bazı yapılan literatürler tarandığında hiç bir literatür ve veriye rastlanmamıştır. Ancak, bazı çalışmalar buğday kepeğine benzer çeltik ve arpa kepeleri uygulanmasının toprağın P_2O_5 veya P içeriği üzerinde etkisini rapor etmişlerdir. Çeltik kepeğinin toprağa katılmasıyla bamya (Moyin-Jesu 2007), manyok (Attoe ve ark 2016) bitkilerinin yetiştrilmesindeki toprağın P içeriğinin sırasıyla 19.27 ve 21.12 mg/kg olarak belirlenmiş olup bunlar da her kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla 7.5 ve 3 kat daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Lahana bitkisinin yetiştrilmesinde ise birinci ve ikinci yıllarında çeltik kepeğinin uygulanmasının topraktaki P içeriğini (sırasıyla 15.90 ve 15.71 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla 3.2 ve 3.9 kat arttırdığı bildirilmiştir (Moyin-Jesu 2015).

Kore'de yapılan armut (Choi ve ark 2010) ve ginseng (Kim ve ark 2010a) bitkilerinin yetiştirilmesinde, çeltik kepeği uygulanmasının topraktaki P_2O_5 içeriğini (sırasıyla 661 ve 312 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %437.40 ve 20.93 oranlarında arttırdığı belirlenmiştir. Çeltik ve arpa kepekleri kullanarak Kore'de yapılan Çin yapraksoğanı (*Allium tuberosum* Rottler) yetiştirilmesinde ise toprağın kullanılabilir P_2O_5 içeriğinin sırasıyla 559.70 ve 639.40 mg/kg olarak tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %12.32 ve 39.15 oranlarında daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Ryu ve ark 2011). Kore'de yapılan bir başka çalışmada, çeltik kepeği kompostu kullanılarak sera ve tarla şartları altında biber yetiştirilmesinin topraklardaki kullanılabilir P_2O_5 içeriğinin sırasıyla 622 ve 620 mg/kg olarak belirlenmiş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasyla %20.54 ve 26.02 oranlarında daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Seo ve ark 2012).

Bu değerler, araştırmamızda buğday kepeği uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar tespit edilmiş olup ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kontrolden daha yüksek bulunmuştur.

Pamuk tohumu küspesi uygulanmasının toprağın P içeriği üzerine etkisi ile ilgili bazı literatürler tarafından bildirilmiştir. ABD'de yapılan bir çalışmada, pamuk tohumu küspesi uygulanmasıyla iki yıllık erguvan ve kadife çiçeği bitkileri yetiştirilmesindeki toprağın P içeriğinin sırasıyla 25.0 ve 21.3 mg/kg tespit edilmiş olup bunlar da her kontrole kıyasla hafifçe daha yüksek ancak önemli ölçüde farklı bulunmadığı rapor edilmiştir (Fine 2010). ABD'de yapılan başka bir çalışmada, pamuk tohumu küspesi uygulanmasıyla kadife çiçeği yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında toprağın P içeriğinin sırasıyla 12.6 ve 21.3 mg/kg olarak tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla daha yüksek ancak önemli ölçüde farklı bulunmadığı da bildirilmiştir (Fine ve Cole 2013).

Kompost karışımının malzemelerden biri olarak pamuk tohumu küspesi kullanımı Chu ve ark (2008) tarfından rapor edilmiştir. Çalışma, Çin'in Henan Eyaleti'nde yapılan kışlık buğday ve yazlık mısır tarım sisteminde organik gübre (buğday samanı, kolza tohumu küspesi ve pamuk tohumu küspesi kompost karışımı) kullanarak uzun vadeli gübre yönetimi altında topraktaki toplam P içeriği 0.65 g/kg olarak tespit edilmiş olup bu da kontrole kıyasla %41.30 oranında daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının toprağın P içeriği üzerinde etkisi ile ilgili bazı yapılan literatürler tarandığında hiç bir veri ve literatüre rastlanmamıştır. Ancak bazı çalışmalar, diğer kaynaklardan küspelerin uygulanmasının toprağın organik madde içeriği üzerinde etkisini rapor edilmişlerdir. *Achyranthes japonica* N. (Kim ve ark 1998) ve sorgum ile sudanotu melezi (Choi ve ark 2012) bitkileri yetiştirilmesi üzerine yapılan çalışmalarda, yağlı tohum küspeleri karışımı gübresi kullanımıyla toprağın P_2O_5 içeriğinin sırasıyla 280 ve 332 mg/kg olarak ölçülmüş olup bunlar da her kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %14.29 ve 43.10 oranlarında daha yüksek bulunduğu belirlenmiştir.

Japonya'da çeltik ve buğday tarım sistemi üzerine bir çalışmada, ham ve kompost hallerinde bezelye yeşil gübresi ve kolza küspesi karışımı uygulanarak buğday parsellerinin topraktaki P içeriği sırasıyla 0.161 ve 0.166 g/kg olarak tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %93.98 ve 100 daha yüksek bulunmuştur. Çeltik parsellerinde ise ham ve kompost hallerinde bezelye yeşil gübresi ve kolza küspesi karışımı uygulanması, topraktaki P içeriğini (sırasıyla 0.160 ve 0.125 g/kg)

kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %49.53 ve 16.82 oranlarında arttırdığı bildirilmiştir (Eusuf Zai ve ark 2008).

Japonya'da kolza küspesi uygulanarak yapılan çeltik ve buğday organik tarım sisteminde topraktaki P içeriği 4.30 g/kg olarak tespit edilmiş olup kontrole kıyasla önemli ölçüde %48.79 oranında daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir (Eusuf Zai ve ark 2009). Çin'de yabanmersini meyvesi yetiştiriliciliğinde ise de, kolza tohumu küspesi uygulamasının topraktaki kullanılabilir P içeriğini (25.66 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde %24.44 oranında arttırdığı gösterilmiştir (Wang ve ark 2020).

Japonya'da çeltik üretiminde kolza küspesi uygulanmasının topraktaki P_2O_5 içeriğini (928 mg/kg) istatistiki açıdan önemli ölçüde %301.73 oranında arttırdığını bildirmiştir (Abe ve ark 2010). ABD'de yapılan sera şartları altında pamuk bitkisi yetiştirilmesi üzerine bir denemede, %2.5 miktarlı beyaz hardal (*Sinapsis alba*), Hindistan hardalı (*Brassica juncea*), *Jatropa curcas* ve *Camelina sativa* küspeleri uygulamanının topraktaki P içeriğini (sırasıyla 114, 84, 106 ve 102 mg/kg) kontrole kıyasla sırasıyla %200.00, 121.05, 178.95 ve 168.42 oranlarında arttırdığı görülmüştür (Rothlisberger 2010).

Ragi darısı yetiştirilmesindeki *Pongamia pinnata*, *Madhuca longifolia* ve yalancı tespih (*Azadirachta indica*) küspeleri uygulanmasında toprağın kullanılabilir P_2O_5 içeriğinin sırasıya 38.2, 35.2 ve 50.3 kg/ha olarak belirlenmiş olup bunlar da NKP gübresine kıyasla sırasıyla %28.62, 18.52 ve 69.36 oranlarında daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir (Shivakumar ve ark 2011).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada, *Jatropha curcas* tohumu küspesi uygulanmasının *J. curcas* ve *Cymbopogon martinii* yetiştirilmesindeki toprağın toplam P içeriğini (sırasıyla 3.70 ve 4.82 mg/g) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %151.70 ve 58.55 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir (Sinha ve ark 2011).

Nijeriya'da yapılan bir çalışmada, 400 kg/ha esasına göre palmiye küspesi uygulanmasının yapılan mısır ve manyok üretiminde sırasıyla 18.52 ve 18.53 ppm ile toprağın P içeriğini kontrole kıyasla sırasıyla %209.70 ve 209.66 oranlarında arttırdığı bildirilmiştir (Ogbonna ve ark 2012).

Hindistan'da yapılan başka bir çalışmada, organik gübre olarak yalancı tespih ve hintyağı küspeleri kullanımının börülce [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] yetiştirilmesindeki toprağı kullanılabilir P_2O_5 içeriğini (sırasıyla 52.23 ve 51.43 kg/ha) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %21.58 ve 19.72 oranlarında arttırdığı bildirilmiştir (Joshi ve ark 2016).

Hindistan'da yapılan domates yetiştirilmesindeki *Pongamia pinnata*, hardal, *Jatropha curcas*, yerfıstığı, *Triglocin procera, Schleichera oleosa, Madhuca longifolia* ve yalancı tespih (*Azadirachta indica*) küspelerinin uygulanmasının topraktaki kullanılabilir P içeriğini (sırasıyla 55.67, 55.00, 54.33, 66.00, 66.33, 77.00, 86.43 ve 87.00 kg/ha) kontrole kıyasla sırasıyla %26.52, 25.00, 23.48, 50.00, 50.75, 70.00, 96.43 ve 97.73 oranlarında arttırdığı belirlenmiştir (Sahu 2017).

Ankara'da sera koşullarında buğday yetiştirilmesinde zeytin küspesinde oluşan biyokömürün uygulanmış topraktaki yarayışlı P içeriğinin 24.57-30.54 mg/kg olarak tespit edilmiş olup bunlarda kontrole kıyasla önemli ölçüde %22.85-52.70 oranlar arasında daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Turgay ve ark 2018).

Kore'de domates yetiştirilmesinde susam küspesi uygulanmasıyla topraktaki kullanılabilir P_2O_5 içeriğinin 286 cmol/kg olarak ölçülmüş olup bu da kontrole kıyasla önemli ölçüde %61.58 oranında daha yüksek bulunduğu belirlenmiştir (An ve ark 2019).

ABD'nin Kaliforniya Eyaleti'nde pamuk ve sorgum yetiştirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, %2.5 miktarda beyaz hardal (*Sinapsis alba* L.) ve Hindistan hardal (*Brassica juncea* L.) küspeleri uygulanmasının topraktaki P içeriğini (sırasıyla 171 ve 221 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %418.18 ve 569.70 oranlarında arttırdığı bildirilmiştir (Lewis ve ark 2019).

Bu değerler, araştırmamızda küspeler uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Ayrıca, kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kontrolden daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde her bitki türleri arasında toprağın P_2O_5 içeriğinin istatistiki açıdan önemli ölçüde farklı bulunmadığını göstermiştir (Çizelge 4.9). Bununla birlikte, tüm bitki türleri, farklı dönemdeki farklı bitki artığı muamelelerinde toprağın P_2O_5 içeriği üzerinde aynı etki vermiştir.

4.2.5. Kireç

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesi ile üç baklagil yem bitkisinde toprağın kireç içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıyla üç baklagil yem bitkisinde toprağın kireç içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	5.22	0.49	3	5.99	1.06
Bitki Artığı (A)	2	5.22	0.11	3	19.15	3.40*
Bitki Türü (B)	2	34.22	3.20	2	13.84	2.46
AxB	3	8.95	0.84	4	22.62	4.02*
Hata	21	10.70	-	25	5.63	-

(*) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %5 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki artığının toprağın kireç içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.10), en yüksek toprağın kireç içeriği %44.74 ile buğday kepeği muamelesinde bulunmuştur (Çizelge 4.11). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığının toprağın kireç içeriğine etkisi istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10). Araştırmanın ikinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek toprağın kireç içeriği %45.84 ile kontrol muamelesinde bulunmuş olup bunu pamuk tohumu küspesi (%45.57) ve buğday kepeği (%45.10) takip etmiştir. En düşük toprağın kireç içeriği ise %42.50 ile ayçiçeği tohumu küspesi muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre kontrol, buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi 1. gruba (a), ayçiçeği tohumu küspesi ise 2. gruba (b) ait olmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıya üç baklagil yem bitkisinde toprağın kireç içeriği değerleri (%) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	B2	B3	Ort.	B1	B2	B3	Ort.
A0	46.35	44.54	43.33	**44.74**	47.58a	46.06ab	43.87b	**45.84a**
A1	46.78	45.96	41.15	**44.63**	44.72ab	43.64b	46.93ab	**45.10a**
A2	44.36	-	43.16	**43.76**	45.29ab	-	45.84ab	**45.57a**
A3	-	-	-	-	45.61ab	-	39.40c	**42.50b**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**45.83**	**45.25**	**42.55**	44.46	**45.94**	**44.85**	**43.43**	44.89

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %7.36, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %5.29
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki türünün toprağın kireç içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.10). Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek toprağın kireç içeriği, yem bezelyesi bitkisinde %45.83 olarak tespit edilmiştir. İkinci yetiştirme döneminde ise en yüksek toprağın kireç içeriği, yem bezelyesi bitkisinde %45.94 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde interaksiyonları toprağın kireç içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.10) en yüksek toprağın kireç içeriği buğday kepeği ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde %46.78 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında interaksiyonları (AxB) toprağın kireç içeriğine etkisi istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10). İkinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek toprağın kireç içeriği, kontrol ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (%47.58) bulunmuştur. En düşük toprağın kireç içeriği ise ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (%39.40) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek dağer 1. grupta (a), en düşük değer ise son grupta (c) yer almıştır (Çizelge 4.11).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türünde toprağın kireç içeriğini kontrole kıyasla etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak ise de buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde toprağın kireç içeriğini kontrole kıyasla etkilememiştir.

İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi tüm bitki türünde toprağın kireç içeriğini istatistiki açıdan önemli ölçüde kontrole kıyasla etkilememiştir. Ayçiçeği tohumu küspesi ise yem bezelyesi toprağın kireç içeriğini istatistiki açıdan önemli ölçüde kontrole kıyasla etkilememişken koca fiğ bitkilerinde toprağın kireç içeriğini ise istatistiki açıdan önemli ölçüde kontrole kıyasla %15.52 oranında azaltmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi toprağın kireç içeriğini istatistiki açıdan önemli ölçüde kontrole kıyasla etkilememişken ayçiçeği tohumu küspesi ise istatistiki açıdan önemli ölçüde toprağın kireç içeriğini %12.55 oranında azaltmıştır.

Sonuçlar, ortalama olarak buğday kepeği ve pamuk tohum küspsi uygulanmasının, her iki yetiştirme döneminde toprağın kireç içeriğini kontrole kıyasla

arttıdığını göstermiştir. Ancak, sadece ayçiçeği küspesi toprağın kireç içeriğini azaltmıştır. Sonuçlar ayrıca, uzun vadeli bir çalışmada, ikinci yetiştirme dönemindeki her muamelelerle toprağın kireç içeriği birinci yetiştirme dönemindekinden hafifçe daha yüksek bulunduğunu göstermiştir.

Her kullanılan bitki artığı muamelelerinin toprağın kireç içeriği üzerinde etkisi konusunda bazı yapılan literatür taranmaları sonucunda hiç bir literatür ve veriye rastlanamadığından tartışma yapılamamıştır. Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde tüm bitki türlerinde toprağın kireç içeriği farklı bulunmadığını göstermiştir (Çizelge 4.11). Bu, tüm bitki türlerinin, farklı dönemdeki farklı bitki artığı muamelelerinde toprağın kireç içeriği üzerinde aynı etki verdiğini göstermiştir.

4.2.6. Toplam tuz

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesi ile üç baklagil yem bitkisinde toprağın toplam tuz içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12'de sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.12'nin incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki artığının toprağın toplam tuz içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.12. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıyla üç baklagil yem bitkisinde toprağın toplam tuz içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	0.00016	0.76	3	0.00010	1.66
Bitki Artığı (A)	2	0.00578	27.35**	3	0.00640	108.61**
Bitki Türü (B)	2	0.00008	0.40	2	0.00002	0.40
AxB	3	0.00004	0.17	4	0.00091	1.54
Hata	21	0.00021	-	25	0.00006	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek toprağın toplam tuz içeriği %0.092 ile pamuk tohum küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da diğer muamelerden istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. En düşük toprağın toplam tuz içeriği ise %0.013 ile kontrol muamelesinde

bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre pamuk tohumu küspesi 1. grubu (a), kontrol ve buğday kepeği ise 2. grubu (b) oluşturmuştur. İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek toprağın toplam tuz içeriği %0.079 ile ayçiçeği tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da diğer muamelerden istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. En düşük toprağın toplam tuz içeriği ise %0.015 ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre ayçiçeği tohumu küspesi 1. grupta (a), pamuk tohumu küspesi 2. grupta (b), buğday kepeği 3. grupta (c) ve kontrol ise son grupta (d) yer almıştır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıya üç baklagil yem bitkisinde toprağın toplam tuz içeriği değerleri (%) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	0.012	0.014	0.013	**0.013b**	0.014	0.015	0.017	**0.015d**
A1	0.034	0.046	0.030	**0.037b**	0.032	0.035	0.035	**0.034c**
A2	0.085	-	0.099	**0.092a**	0.064	-	0.057	**0.060b**
A3	-	-	-	-	0.082	-	0.077	**0.079a**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**0.043**	**0.030**	**0.047**	0.040	**0.043**	**0.025**	**0.047**	0.043

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %1.97, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %18.70
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki türünün toprağın toplam tuz içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.12). Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek toprağın toplam tuz içeriği, koca fiğ bitkisinde %0.047 olarak tespit edilmiştir. İkinci yetiştirme döneminde ise en yüksek toprağın toplam tuz içeriği, koca fiğ bitkisinde %0.047 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.12'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde interaksiyonları toprağın toplam tuz içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek toprağın toplam tuz içeriği pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde %0.099 olarak tespit edilmiştir. İkinci

yetiştirme döneminde ise en yüksek toprağın toplam tuz içeriği, ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (%0.082) bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türünde toprağın toplam tuz içeriğini kontrole kıyasla etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak ise de buğday kepeği kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde toprağın toplam tuz içeriğini kontrole kıyasla etkilememişken pamuk tohumu küspesi ise %607.69 oranında arttırmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, pamuk tohumu ve ayçiçeği tohumu küspesi küspesi tüm bitki türünde toprağın toplam tuz içeriğini istatistiki açıdan önemli ölçüde kontrole kıyasla etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi toprağın toplam tuz içeriğini istatistiki açıdan önemli ölçüde kontrole kıyasla sırasıyla %126.67, 300.00 ve 426.67 oranlarında arttırmıştır.

Sonuçların ortalaması olarak bitki artıkları uygulanmasının, her iki yetiştirme döneminde toprağın toplam tuz içeriğini kontrole kıyasla arttımıştır. Sonuçlar ayrıca, uzun vadeli bir çalışmada, ikinci yetiştirme dönemindeki kontrol muamelesiyle toprağın toplam tuz içeriği birinci yetiştirme dönemi ile aynı bulunmuşken tüm bitki artığı muameleleriyle toprağın toplam tuz içeriği ise daha düşük bulunduğunu göstermiştir. Bu sonuçlara göre bitki artıkları uygulanması, tuzsuz seviyeside toprağın toplam tuz içeriği hafifçe arttırabilmiştir.

Buğday kepeği uygulanmasının toprağın toplam tuz içeriği üzerinde etkisi konusunda literatürler tarandığında hiç bir literatür ve veriye rastlanmamıştır. Ancak, buğday kepeğine benzer çeltik kepeği uygulanmasının toprağın toplam tuz içeriği üzerinde etkisi Shao ve ark. (2008) tarafından rapor edilmiştir. Çalışma, organik gübre olarak çeltik ve hayvan gübre karışımından oluşan bir kompost kullanılarak iki farklı araziden birinci arazideki drenaj sistemi olan ve olmayan çeltik yetiştirilmesinde toprağın toplam tuz içeriğininin sırasıyla 8.0 ve 1.5 g/kg olarak belirlenmiş olup bunlar da her kontrole kıyasla önemsiz ölçüde sırasıyla %14.89 ve 48.28 oranlarında daha yüksek olduğunu bildirmiştir. İkinci arazide ise drenaj sistemi olan ve olmayan çeltik yetiştirilmesinde toprağin toplam tuz içeriğininin sırasıyla 2.0 ve 1.3 g/kg olarak belirlenmiş olup bunlar da her konrole kıyasla önemsiz ölçüde sırasıyla %25.93 ve 23.53 oranlarında daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu değerler, araştırmamızda buğday kepeği uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuş olup ancak kontrol ile

karşılaştırıldığında araştırmamızın birinci yetiştirme dönemi değerleri gibi kontrolden daha yüksek bulunmuştur.

Küspeler uygulanmasının toprağın toplam tuz içeriği üzerinde etkisi ile ilgili bazı literatürler taranması sonucunda hiç bir veriye ve literatüre rastlanmadığından tartışma yapılamamıştır. Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde tüm bitki türlerinde toprağın toplam tuz içeriği farklı bulunmadığını göstermiştir (Çizelge 4.13). Bu, tüm bitki türlerinin, farklı dönemdeki farklı bitki artığı muamelelerinde toprağın toplam tuz içeriği üzerinde aynı etki verdiğini göstermiştir.

4.2.7. pH

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesi ile üç baklagil yem bitkisinde toprağın pH'si değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'te sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.14'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki artığının toprağın pH değerine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek toprağın pH değeri 7.88 ile kontrol muamelesinde bulunmuş olup bu da diğer muamelerden istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. En düşük toprağın pH değeri ise 7.24 ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre kontrol 1. grupta (a), buğday kepeği 2. grupta (b) ve pamuk tohumu küspesi ise son grupta (c) yer almıştır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.14. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıyla üç baklagil yem bitkisinde toprağın pH değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	0.007	0.63	3	0.006	1.39
Bitki Artığı (A)	2	1.052	92.83**	3	0.608	143.23**
Bitki Türü (B)	2	0.026	2.25	2	0.010	2.35
AxB	3	0.004	0.35	4	0.024	5.64**
Hata	21	0.011	-	25	0.004	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek toprağın pH değeri 7.85 ile kontrol muamelesinde bulunmuş olup bu da diğer muamelerden istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. En düşük toprağın pH değeri ise 7.26 ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre kontrol 1. grupta (a), buğday kepeği 2. grupta (b), pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi ise son grupta (c) yer almıştır (Çizelge 4.15).

Araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki türünün toprağın toplam pH değerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.14). Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek toprağın toplam pH değeri, yaygın fiğ bitkisinde 7.64 olarak tespit edilmiştir. İkinci yetiştirme döneminde ise en yüksek toprağın pH değeri, yaygın fiğ bitkisinde 7.70 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasıya üç baklagil yem bitkisinde toprağın pH değerleri ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	**Birinci Yetiştirme Dönemi**				**İkinci Yetiştirme Dönemi**			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	7.92	7.88	7.84	**7.88a**	7.88a	7.83a	7.84a	**7.85a**
A1	7.53	7.40	7.42	**7.45b**	7.66b	7.58b	7.42c	**7.55b**
A2	7.28	-	7.21	**7.24c**	7.25d	-	7.28d	**7.26c**
A3	-	-	-	-	7.29d	-	7.31cd	**7.30c**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**7.58**	**7.64**	**7.49**	7.56	**7.56**	**7.70**	**7.46**	7.53

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %1.41, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %0.86
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde interaksiyonları (AxB) toprağın pH değerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.14), en yüksek toprağın pH değeri kontrol ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde 7.92 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.15). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığı ve bitki türü faktörleri interaksiyonları (AxB) toprağın pH değerine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14). İkinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek toprağın pH değeri, kontrol ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (7.88) bulunmuştur. En düşük toprağın pH değeri ise pamuk tohumu

küspesi ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (7.25) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değer 1. grupta (a), en düşük değer ise son grupta (d) yer almıştır (Çizelge 4.15).

Sonuçların ortalaması olarak tüm bitki artıkları uygulanmasıyla her iki yetiştirme döneminde toprağın pH değeri kontrole kıyasla daha düşük olmuştur. Sonuçlar ayrıca, uzun vadeli bir çalışmada, ikinci yetiştirme dönemindeki her muamelesiyle toprağin pH değeri birinci yetiştirme dönemindekine benzer bulunmuştur. Organik madde ilavesi tarafından toprak pH değerinin değişimi tam olarak anlaşılamamıştır. Bu sürece katkıda çeşitli faktörler vardır.

Organik madde ilavesi tarafından toprak pH değişimini etkileyen faktörlerden biri, organik maddenin ve toprağın başlangıç pH değerleri arasındaki farktır. Organik madde ilavesi, toprağın başlangıç pH değeri daha yüksek olduğunda toprağın pH değerini düşürmektedir. Toprağın başlangıç pH değeri organik maddeden daha düşük olduğunda ise toprağın pH değeri artmaktadır (Wang ve ark 2013, McCauley ve ark 2017). Bu çalışmamızda kontroldeki (ham toprak) pH değeri biraz yüksek sayılmakta olup organik madde ilavesi yapılmasının toprak pH değerini düşüreceği tahmin edilmştir.

Buğday kepeği uygulanmasının toprağın pH değeri üzerinde etkisi konusunda bazı yapılan literatürler tarandığında sadece Verhoven (2001) tarafından yapılan çalışmaya rastlanmıştır. Çalışma, buğday kepeği uygulanmasından 3 ay sonra, organik gübre olarak buğday kepeği kullanımının topraktaki pH değerini (6.6) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilemediğini bildirilmiştir.

Bununla birlikte, bazı çalışmalar buğday kepeğine benzer çeltik ve arpa kepekleri uygulanmasının toprağın pH değeri üzerinde etkisini rapor etmişlerdir. Ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) bitkisi yetiştirilmesinde, çeltik kepeği uygulanmasıyla toprağın pH değerinin 5.5 olarak belirlenmiş olup bu da kontrole kıyasla önemli ölçüde farklı olmadığı gösterilmişken (Kim ve ark 2010a) bamya (Moyin-Jesu 2007), armut (Choi ve ark., 2010), lahana (Moyin-Jesu 2015) ve manyok (Attoe ve ark 2016) bitkileri yetiştrilmesinde toprağın pH değerinin sırasıyla 5.80, 6.20, 7.16 ve 5.20 olarak ölçülmüş olup bunlar da her kontrole kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir

Kore'de yapılan bir çalışmada, Çin yapraksoğanı (*Allium tuberosum* Rottler) yetiştirilmesinde çeltik ve arpa kepekleri kullanmasında topraktaki pH değerinin sırasıyla 5.3 ve 5.2 olarak belirlenmiş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Ryu ve ark 2011).

Kore'de yapılan bir çalışmada, *Scutellaria baicalensis* bitkisi yetiştirilmesinden sonra yapılan toprak analizlerine göre çeltik kepeği kompostu kullanımıyla topraktaki pH değerinin 6.8 olarak tespit edilmiş olup bu da çalışmadan önceki değerine kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Kim ve ark 2010b). Başka bir çalışmada, çeltik kepeği kompostu kullanılarak sera şartları altında biber yetiştirilmesinin topraktaki pH değerinin 6.4 olarak belirlenmiş olup kontrole kıyasla önemli ölçüde farklı olmadığı bildirilmiştir. Tarla şartları altında ise çeltik kepeği kompostu kullanımıyla biber yetiştirilmesinin topraktaki pH değerinin 6.8 olarak belirlenmiş olup kontrole kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Seo ve ark 2012).

Çeltik yetiştirilmesinde, çeltik kepeği biyokömürü uygulanarak toprağın pH değeri 7.4 olarak ölçülmüş olup bu da kontroldekinden farklı olmadığı gösterilmişken (Zheng ve ark 2012) buğday yetiştirilmesinde ise çeltik kepeği biyokömürü uygulamasıyla toprağın pH değeri 7.5 olarak ölçülmüş olup bu da kontroldekinden daha yüksek bulunmuştur (Zheng ve ark 2013).

Pamuk tohumu küspesi uygulanmasının toprağın pH değeri üzerinde etkisi ile ilgili bazı literatürler tarafından bildirilmiştir. Kabak bitkisi yetiştirilmesinde daha yüksek konsantrasyonlarda (%0.4-1.0) pamuk tohumu küspesinin uygulanması ile topraktaki pH değeri 5.9-6.2 arasında bulunmuş olup bunlar da kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek olmuşken (Mian ve Rodriguez-Kabana 1982). Erguvan ve kadife çiçeği bitkileri iki yıllık yetiştirilmesinde, pamuk tohumu küspesi uygulanmasıyla toprağın pH değeri sırasıyla 7.2-7.3 ve 5.5-5.7 aralarında olarak tespit edilmiş olup bunlar da her kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilememiştir (Fine 2010).

Kompost karışımının malzemelerden biri olarak pamuk tohumu küspesi kullanımı bazı çalışmalar tarfından rapor edilmiştir. Çin'de yapılan buğday ve mısır tarım sisteminde organik gübre (buğday samanı, kolza tohumu küspesi ve pamuk tohumu küspesi kompost karışımı) uygulanarak uzun vadeli gübre yönetimi altında topraktaki pH değeri 8.10-8.29 arasında olarak tespit edilmiş olup kontrole kıyasla önemli ölçüde farklı bulunmadığı bildirilmiştir (Meng ve ark 2005, Chu ve ark 2008, Bibi ve ark 2018).

Ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının toprağın pH içeriği üzerinde etkisi ile ilgili bazı yapılan literatürler tarandığında hiç bir veri ve literatüre rastlanmamıştır. Ancak bazı çalışmalar, diğer küspeler uygulanmasının toprağın organik madde içeriği üzerinde etkisini rapor edilmişlerdir. Kabak bitkisi yetiştirilmesinde, en yüksek konsantrasyonda (%1.0) yerfıstığı küspesinin uygulanması ile topraktaki pH değerinin 6.1 olarak bulunmuş

olup bu da kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Mian ve Rodriguez-Kabana 1982).

Kore'de yapılan çalışmalarda yağlı tohum küspesi kullanılarak *Achyranthes japonica* N. bitkisi yetiştirilmesinde topraktaki pH değerinin 6.9-7.3 arasında ölçülmüş olup bunlar da kontrol olarak kimyasal (NPK) gübreye kıyasla önemli ölçüde daha düşük bulunduğu belirlenmiştir (Kim ve ark 1998). Sorgum ile sudanotu melezi (Choi ve ark 2012), sudanotu melezi (Lee ve ark 2012) ve sera şartları altında biber (Seo ve ark 2012) bitkileri yetiştirilmesindeki yağlı tohum küspesi kullanımıyla toprağın pH değerinin sırasıyla 6.6, 5.9 ve 6.2 olarak belirlenmiş olup bunlar da her kontrole kıyasla önemli ölçüde farklı olmamışken tarla şartları altında biber bitkisi ise yetiştirilmesinde (Seo ve ark 2012) yağlı tohum küspesi kullanımıyla toprağın pH değerinin 6.3 olarak belirlenmiş olup kontrole kıyasla önemli ölçüde daha yükesk olduğu bildirilmiştir.

Japonya'daki bakla (*Vicia faba* L.) yetiştiriciliğinde kompost (çeltik samanı, tavuk gübresi ve kolza küspesi karışımı) uygulanmasıyla topraktaki pH değeri 5.3 olarak ölçülmüş olup bu da kontrole kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Abdelhamid ve ark 2004). Japonya'daki çeltik ve buğday tarım sistemi üzerinde bir çalışmada ise ham ve kompost hallerinde bezelye yeşil gübresi ve kolza küspesi karışımı uygulanarak buğday parsellerinin topraktaki P değeri sırasıyla 7.19 ve 7.09 olarak tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur (Eusuf Zai ve ark 2008).

Susam (*Sesamum indicum* L.) üretimin birinci ve ikinci yıllarında hintyağı küspesi uygulaması aynı toprağın pH değerini (6.2) verip, denemeden önceki değerlerine kıyasla önemli ölçüde etkilememiştir (Eifediyi ve ark 2011). Kore'deki organik armut bahçesinde ise organik gübre olarak soya tohumu küspesi, hintyağı tohum zarfı ve çeltik kepeği karışımıdan (50:35:15 oranında) oluşan kompost uygulanmasıyla toprağın pH değerinin 6.59 olarak belirlenmiş olup bu da kontrole kıyasla farklı bulunmadığı bildirilmiştir (Choi ve ark 2011).

Hindistan'daki iki yıllık börülce [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] yetiştirilmesinde yerfıstığı, *Pongamia pinnata*, yalancı tespih ve hardal küspelerin uygulanmasının birinci yılın topraktaki pH değerini (sırasıyla 5.85, 5.92, 5.67 ve 5.74) kontrole kıyasla hafifçe arttırdığını bildirmişlerdir. İkinci yılda ise yerfıstığı, *Pongamia pinnata*, yalancı tespih ve hardal küspelerin uygulanmasının topraktaki pH değerini (sırasıyla 6.13, 6.16, 6.13 ve 5.74) kontrole kıyasla arttırdığı bildirilmiştir (Panda ve ark 2012).

Hindistan'daki brokoli ve ıspanak yetiştiriciliğinde soya ve beyaz hardal küspeleri ile ortalama toprağın pH değeri sırasıyla 7.6 ve 7.4 olarak bulunduğu bildirilmiştir (Shrestha ve ark 2015). *Ipomea aquatica* yetiştirilmesinde ise hindistancevizi küspesi kullanımıyla toprağın pH değeri 8.03 olarak bulunmuş olup bu da kontrole kıyasla farklı bulunmadığı belirlenmiştir (Rinki ve ark 2018). Ankara'da sera koşullarıda buğday yetiştirilmesinde, zeytin küspesinden oluşan biyokömürü uygulanmış topraktaki pH değerinin 7.81-7.96 olarak tespit edilmiş olup bunlarda kontrole kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Turgay ve ark 2018). Kore'de yapılan bir çalışma, domates yetiştirilmesinde yalnızca susam küspesi uygulanmasıyla topraktaki pH değerinin 7.1 olarak ölçülmüş olup bu da kontrole kıyasla önemli ölçüde farklı olmadığı belirlenmişdir (An ve ark 2019).

Kore'deki kuş kirazı üretiminde, %25-100 önerilen miktarlarında hintyağı tohumu küspesi uygulanmasının 7.0-7.4 arasında değerlerle toprağın pH değerini kontrole kıyasla önemli ölçüde azalttığını bildirilmiştir (Choi ve Jung 2020). Fakat, daha önceki bir çalışmada, organik gübre olarak yalancı tespih ve hintyağı tohumları küspeleri kullanımının Hindistan'da konu alan çalışmada, börülce [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] yetiştirilmesindeki toprağın pH değerini (sırasıyla 7.35 ve 7.34) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilemediği bildirilmiştir (Joshi ve ark 2016).

Bu değerler, araştırmamızda küspeler uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde her bitki türleri arasında toprağın pH değerinin istatistiki açıdan önemli ölçüde farklı bulunmadığını göstermiştir (Çizelge 4.15). Bununla birlikte, tüm bitki türlerinin, farklı dönemdeki farklı bitki artığı muamelelerinde toprağın pH değeri üzerinde aynı etki vermiştir.

4.3. Bitki Gelişimi Parametreleri

4.3.1. Çıkış oranı

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin çıkış oranı verilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin çıkış oranı değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	71	-	-	71	-	-
Bloklar	3	154.69	2.51	3	4.27	2.40
Bitki Artığı (A)	5	54.95	0.89	5	132.37	74.29**
Bitki Türü (B)	2	15.85	0.26	2	10.40	5.84**
AxB	10	79.11	1.29	10	3.99	2.24*
Hata	51	61.54	-	51	1.78	-

(*) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %5 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir
(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.16'nın incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki artığının çıkış oranına etkisi istatistiki açıdan önemli çıkmamışken ikinci yetiştirme döneminde ise %1 ihtimal seviyesinde önemli çıkmıştır.

Çizelge 4.17. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin çıkış oranı değerleri (%) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	B2	B3	Ort.	B1	B2	B3	Ort.
A0	93.06	90.28	87.50	**90.28**	96.67a	85.00a	73.33a	**85.00a**
A1	86.11	87.50	90.28	**87.96**	91.67a	88.33a	65.00ab	**81.67a**
A2	91.67	94.44	86.11	**90.74**	91.67a	41.67bc	78.33a	**70.56a**
A3	93.06	91.67	91.67	**92.13**	40.28bc	18.06de	30.56cd	**29.63b**
A4	79.17	84.72	94.44	**86.11**	9.72efg	1.39g	5.56efg	**5.56c**
A5	88.89	93.06	86.11	**89.35**	2.78g	4.17fg	15.28def	**7.41c**
Ort.	**88.66**	**90.28**	**89.35**	89.43	**55.47a**	**39.77b**	**44.68ab**	46.64

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %8.77, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %23.35
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek çıkış oranı %92.13 ile ayçiçeği tohumu küspesi muamelesinde tespit edilmiştir. En düşük çıkış oranı ise kanola küspesi (%86.11) muameleleride tespit edilmiştir. İkinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek çıkış oranı kontrol muamelesinde %85.00 olarak ölçülmüş olup bu da LSD önem testine göre buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi muameleleri (sırasıyla %81.67 ve 70.56) ile birlikte 1. grupta

(a) yer almıştır. En düşük çıkış oranı, kanola tohumu küspesi muamelesinde (%7.41) tespit edilmiş olup bu da soya küspesi muamelesi (%5.56) ile birlikte son grupta (c) yer almıştır. Ayçiçeği tohumu küspesi muamelesi ise (%29.63) 2. grubu (b) oluşturmuştur (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.16'nın incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki türünün çıkış oranına etkisi istatistiki açıdan önemli çıkmamışken ikinci yetiştirme döneminde ise %1 ihtimal seviyesinde önemli çıkmıştır.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek çıkış oranı %90.28 ile yaygın fiğ bitkisinde ölçülmüş olup bunu azalan sıra ile koca fiğ (%89.35) ve yem bezelyesi (%88.66) takip etmiştir. İkinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek çıkış oranı, %55.47 ile yem bezelyesi bitkisinde ölçülmüş olup LSD testine göre 1. grupta (a) yer almaktadır. En düşük çıkış oranı, koca fiğ bitkisinde (% 44.68) belirlenmiş olup son grupta (b) yer almıştır. Yaygın fiğ bitkisi ise (%39.77) iki grup arasında (ab) yer almaktadır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.16'da görüldüğü gibi, çıkış oranı bakımından ele alınan bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında araştımanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde her hangi bir interaksiyon bulunmamışken ikinci yetiştirme döneminde ise bitki artığı ve bitki türü arası interaksiyonları istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında (AxB) interaksiyon bakımından en yüksek bitki çıkış oranı (%94.44) pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen yaygın fiğ bitkisi ve kanola küspesi ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde bulunmuştur. İkinci yetiştirme döneminde ise en yüksek çıkış oranı, kontrol ile muamele edilen yem bezelyesi bitkilerinde %96.67 olarak ölçülmüş olup en düşük çıkış oranı ise kanola küspesi ile muamele edilen yaygın fiğ bitkisinde %1.39 olarak ölçülmüştür. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değer 1. grubu (a), en düşük değer ise sonuncu grubu (g) oluşturmuştur (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.16 ve 4.17'ye göre sonuçlar, birinci yetiştirme döneminde, bitki artığı muamelelerinin tüm bitki türlerinin çıkış oranını etkilemediğini göstermektedir. Bu sonuç, birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının yetiştirme ortamında (toprakta) ayrışma sürecine girmediğininden bitki çıkış oranının bitki artığı muameleleri tarafından etkilenmediğini göstermiştir. Shahbaz ve ark (2017), bitki artığı bazlı organik maddenin ayrışması ve mineralizasyonu, inkübasyondan sonraki ilk 2-3 hafta içinde yoğun bir şekilde gerçekleşir. Bu çalışmada, tüm bitkilerin tohumlarının ekimi, bitki artıklarının

yetiştirme ortamına karışmasından 1 hafta sonra yapılmıştır. Bu durumda, tohumlar, sadece toprak tarafından sağlanan mevcut besin maddesinin aynı miktarını kullanmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde, bitki artığı muameleleri tüm bitkilerin çıkış oranını önemli ölçüde etkilemiştir. Çizelge 4.17'de, buğday kepeği ile muamele edilen tüm bitkilerin, istatistiki açıdan, kontrol ile muamele edilen bitkiler ile istatistiki açıdan aynı çıkış oranına sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, pamuk tohumu küspesi ile yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin kontroldekilere göre istatistiki açıdan aynı çıkış oranına sahip olduğu da gösterilmiştir.

İkinci yetiştirme döneminde, küspeler uygulanması, bitkilerin çıkış oranını önemli ölçüde azaltmıştır. Kontrol muamelesine kıyasla soya küspesi, yem bezelyesi, yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinin çıkış oranını sırasıyla %97.12, 95.09 ve 79.16 oranlarında istatistiki açıdan önemli ölçüde azaltmıştır. Kolza küspesi, yem bezelyesi, yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinin çıkış oranını sırasıyla %89.95, 98.36 ve 92.42 oranlarında önemli ölçüde azaltmıştır. Ayçiçeği tohumu küspesi, yem bezelyesi, yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinin çıkış oranını sırasıyla %58.33, 78.75 ve 58.32 oranlarında önemli ölçüde azaltmıştır. Pamuk tohumu küspesi ise sadece yaygın fiğ bitkilerinin çıkış oranını %50.98 oranında önemli ölçüde azaltmış olup yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin çıkış oranını önemli ölçüde etkilememiştir.

Bitkilerin ikinci yetiştirme döneminde çıkış oranının azalmasına, daha önce bahsedildiği gibi bitki artıklarından salınan allelokimyasal bileşikler neden olduğu varsayılmaktadır. Bazı küspe muamelelerinin bu allelokimyasallarının fitotoksisite etkileri, birinci yetiştirme dönemindeki ekimden 3 hafta sonra bu organik maddelerin (küspelerin) ayrışması meydana geldiğinde gözlenmiştir. Bitkilerin alelokimyasalların varlığına tepkisi, ekimden 20 gün sonra sararmayı yaşayan ve ekimden 27 gün sonra solmaya ve ölmeye başlayan bazı bitkiler tarafından gösterilmiştir (Çizelge 4.1). İkinci yetiştirme döneminde, bazı küspelerin bu allelokimyasallarının, çıkış oranı üzerinde hala fitotoksisite etkisine sahip olduğu da görülmüştür.

Önceki yapılan çalışmalar, yağlı tohumlu bitkilerden küspeler, artıklar ve elde edilen biyoaktif bileşiklerin uygulanmasıyla bitkiler çimlenmesinin engellendiğini bildirmiştir. Kaya ve ark (2006), ayçiçeği başının kompostunun %100 olarak uygulanmasının, nohut ve buğday bitkilerinin çıkış oranını sırasıyla %38.00 ve 0.00 sağladığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlara göre bu uygulamanın kontrole kıyasla nohut ve buğday bitkilerinin çıkış oranını sırasıyla %61.22 ve 100 oranlarında engellemiştir.

Cholid (2008), ayçiçeği yapraklarının toprağa katılmasıyla çeltik, maş fasulyesi, *Rottboellia cochinchinensis*, *Echinochloa crus-galli* ve *Ludwigia palustris* bitkilerinin çıkış oranının sırasıyla %75.00, 83.0 26.67, 28.33 ve 8.33 olduğunu bildirmiştir. Bu sonuçlar, ayçiçeği yapraklarının toprağa katılmasının, kontrole kıyasla çeltik, maş fasulyesi, *R. cochinchinensis*, *E. crus-galli* ve *L. palustris* bitkilerinin çıkısını sırasıyla %19.94, 10.71, 64.44, 63.05 ve 90.00 oranlarında önemli ölçüde engellediğini göstermiştir.

Hoagland ve ark (2008), kolza (*Brassica napus*) küspesi uygulamasında buğday, tüylü fiğ ve *Amaranthus retroflexus* bitkilerinin çıkış oranının sırasıyla %8.00, 11.00, 11.00 bulunmuş olup bunlar da kontrole kıyasla sırasıyla %87.10, 15.38 ve 63.33 oranlarında daha düşük oluduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada ayrıca, soya küspesinin buğday, tüylü fiğ, *E. crus-galli* ve *A. retroflexus* bitkilerinin çıkışını %12.00, 5.00, 16.00 ve 7.00 sağladığı ve kontrole kıyasla bu bitkilerinin çıkış oranını sırasıyla %90.00, 61.53, 42.86 ve 73.08 oranlarında azalttığı da bildirilmiştir.

Snyder ve ark (2009), kolza tohumu küspesinin toprak ıslahı için kullanılmasıyla havuç bitkilerinin çimlenme oranının %32.2 olarak bulunduğunu ve kontrole göre %28.13 oranında daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Khaliq ve ark (2011)'in yaptıkları bir çalışmada, ayçiçeği artığı uygulanmasında çeltik ve *Echinochloa colona* bitkilerinin çıkış oranı sırasıyla %73.33 ve 61.11 olarak belirlemiş olup bunlar da kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %15.39 ve 22.54 daha düşük olmuştur. Ayçiçeği artığı, sorgum artığı ve/veya hardal artığı ile kombinasyoların uygulanmasında ise çeltik ve *E. colona* bitkilerinin çıkış oranı sırasıyla %63.34 ve 52.22 bulunmuş olup bunlar da kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %15.39 ve 22.54 oranlarında daha düşük bulunmuştur.

Nikneshan ve ark (2011), *Amaranthus retroflexus*'un ayçiçeği allelopatisine en hassas olduğunu bildirmişlerdir. %50 konsantrasyonda ayçiçeği ekstresi, *Portulaca oleracea*, *Lolium rigidum*, *Hordeum spontaneum* ve *A. retroflexus* bitkilerinin çıkış oranını sırasıyla % 6.4, 25.2, 28.4 ve 97.5 oranlarında düşürmüştür. %100 konsantrasyonda ayçiçeği ekstresi ise buğday, *P. oleracea*, *L. rigidum*, *H. spontaneum* ve *A. Retroflexus* bitkilerinin çıkış oranını sırasıyla %10.8, 35.7, 56.3, 71.4 ve 99.8 oranlarında azaltmıştır.

Aluko ve ark (2012), soya fasulyesi yaprakları ekstresi uygulanmasında mızrak otu ve mısır bitkilerinin çıkış oranı sırasıyla %31.67 ve 58.33 olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlara göre kontrole kıyasla soya fasulyesi yapraklarının ekstresi,

mızrak otu ve mısır bitkilerinin çıkış oranını sırasıyla %57.77 ve 27.08 oranlarında önemli ölçüde engellemiştir. Mahmoodzadeh ve Mahmoodzadeh (2013), %100 konsantrasyonunda soya fasulyesinin bitki ve kök ekstresinin *Sorghum halepens* bitkisinin çimlenmesini sırasıyla %100 ve 60 oranlarında inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ayrıca, *Secale cereale* bitkisinin çimlenmesinde bitki ve kök ekstraktlarının inhibisyonunun sırasıyla %72 ve 64 oranlarında olduğu da bildirilmiştir.

Kolza/kanola, ayçiçeği ve soya bitkilerinden elde edilen bazı biyoaktif bileşiklerin uygulanmasının fitotoksisite etkileri bazı önceki yapılan çalışmalar tarafından da bildirilmiştir. Brown ve Morra (1996) kolza tohumundan (*Brassica napus*) biyo ürünler olarak glukozinolatların uygulanması marul tohumlarının çimlenmesini tamamen (%100) engellediğini bildirmişlerdir.

Macias ve ark (1998b), ayçiçeğinden elde edilen norsesquiterpenlerin (annuionon ve helinorbisabon) *Allium cepa*'nın %45 ortalama çıkış oranını engellediğini bildirmişlerdir. Macias ve ark. (1999) ayrıca ayçiçeğinden elde edilen heliannoullarının marul ve tere bitkileri üzerindeki fitotoksisite etkisini de test etmişlerdir. Çalışma, bazı heliannoulların marulun çıkışını %40'tan fazla önemli ölçüde engellediğini, ayrıca tere kök ve gövde uzunluğunu %20-40 aralığında azalttığını göstermiştir.

Bogatek ve ark (2006), daha yüksek konsantrasondaki ayçiçeği ekstresi ile muamele edilmiş hardal biyokütlesinde malondialdehit (MDA) varlığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlar, MDA'nın, membran lipid peroksidasyon işlemi ile membran bozulmasına kabiliyetinden dolayı hardal tohumlarının çimlenmesinin engellenmesinden sorumlu olduğunu göstermiştir.

Iman ve ark (2006), soya fasulyesi bitkilerinden çıkarılan kumarin'e benzer özelliklere sahip bazı bileşiklerin mısır ve soya fasulyesi bitkilerinin çimlenmesini sırasıyla %63.90 ve 81.80 oranlarında engellediğini göstermişlerdir. Haddadchi ve Gerivani (2009) ayrıca, kanola bitkisiniden fenolik ekstraktlarının uygulanmasının soya fasulyesi tohumlarının çimlenmesini %27.42 oranında önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. El Marsni ve ark (2013) ayrıca, daha yüksek konsantrasyonda (800 ppm) ayçiçeği yapraklarından elde edilen biyoaktif bileşiklerin domates tohumlarının çıkış oranını %80'e kadar engellediğini bildirmişlerdir.

Yukarıdaki kolza/kanola, ayçiçeği ve soya bitkilerinin küspeleri ve diğer artıkları uygulanmasının bitkiler çıkışına etkisi ile ilgili yapılan çeşitli araştırmalarda farklı sonuçlar alınmış olup bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki

farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür. Ancak, bu araştırmaların sonuçları yaptığımız çalışma gibi kolza/kanola, ayçiçeği ve soya bitkilerinin küspeleri ve diğer artıkları uygulanmasının bitkilerin çıkışını farklı oranlarda istatistiki açıdan engellediğini göstermiştir.

Araştırmanın sonuçlarına göre kullanılan küspelerin fitotoksisite etkisine en hassas bitki yaygın fiğ olurken daha az hassas olan bitki ise yem bezelyesidir (Çizelge 4.17). Bazı potansiyel allelokimyasal bileşiklerin fitotoksisite etkisi, farklı bitki türleri üzerinde değişiklik göstermiştir. Farklı bitkiler, daha önce bahsedildiği gibi belirli allelokimyasal bileşiklere karşı farklı hassasiyete sahiptir.

4.3.2. Toprak üstü bitki boyu

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin toprak üstü bitki boyu verilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18'de sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.18. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin toprak üstü bitki boyu değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	183.62	0.86	3	218.07	1.62
Bitki Artığı (A)	2	5884.60	27.41**	3	3752.60	27.90**
Bitki Türü (B)	2	2920.26	13.60**	2	143.39	1.09
AxB	3	80.30	0.37	4	485.75	3.61*
Hata	21	214.68	-	25	134.50	-

(*) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %5 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.18'in incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki artığının toprak üstü bitki boyuna etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek toprak üstü bitki boyu 114.18 cm ile buğday kepeği muamelesinde tespit edilmiş olup bu da LSD önem testine göre 1. grupta (a) yer almaktadır. Pamuk tohumu küspesi (87.42 cm) 2. grupta (b) yer alırken en düşük toprak üstü bitki boyu ile (70.90 cm) kontrol muamelesi son grubu (c) oluşturmuştur. İkinci yetiştirme döneminde ise bitki türlerinin

ortalaması olarak en yüksek toprak üstü bitki boyu buğday kepeği muamelesinde 105.96 cm olarak ölçülmüş olup bu da LSD önem testine göre 1. grupta (a) yer almaktadır. En düşük toprak üstü bitki boyu, kontrol muamelesinde (63.18 cm) tespit edilmiş olup bu da son grupta (c) yer almaktadır. Pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi muamelelerindeki toprak üstü bitki boyu değerler ise (sırasıyla 89.01, 78.53 cm) 2. grubu (b) oluşturmuştur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin toprak üstü bitki boyu değerleri (cm) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	88.99	60.73	62.96	**70.90c**	58.01d	58.24d	73.30cd	**63.18c**
A1	137.03	105.08	100.44	**114.18a**	113.26a	113.06a	91.55b	**105.96a**
A2	98.21	-	76.63	**87.42b**	91.27b	-	86.75bc	**89.01b**
A3	-	-	-	-	84.23bc	-	72.83cd	**78.53b**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**108.08a**	**82.90b**	**80.01b**	91.26	**86.64**	**85.65**	**81.11**	84.25

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %16.06, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %13.80
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Çizelge 4.18'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki türünün toprak üstü bitki boyuna etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli çıkmışken ikinci yetiştirme döneminde ise önemli çıkmamıştır.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, toprak üstü bitki boyu bakımından bitki artıklarının ortalamaları ile yapılan LSD önem testine göre en yüksek (108.08 cm) olarak yem bezelyesi bitkisi 1. grupta (a) yer almaktadır. Yaygın fiğ ve koca fiğ bitkileri ise (sırasıyla 82.90 ve 80.01 cm) 2. grubu (b) oluşturmuştur. İkinci yetiştirme döneminde, toprak üstü bitki boyu bakımından bitki türlerinin arasında önemli fark bulunmamış olup en yüksek toprak üstü bitki boyu (86.64 cm) yem bezelyesi bitkisinde bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Toprak üstü bitki boyu bakımından ele alınan bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde herhangi bir interaksiyon bulunmamış (Çizelge 4.18) olup en yüksek toprak üstü bitki boyu (137.03

cm) buğday kepeği ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.19). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığı ve bitki türü arası interaksiyonları (AxB) istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.18). En yüksek toprak üstü bitki boyu, buğday kepeği ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (113.26 cm) bulunmuş olup en düşük toprak üstü bitki boyu ise kontrol ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (58.01 cm) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değer 1. gubu (a), en düşük değer ise son grubu (d) oluşturmuştur (Çizelge 4.19).

Genel olarak tüm muamelerde hasat zamanına kadar geçebilen bitkiler, kontrole kıyasla daha yüksek toprak üstü bitki boyuna sahip olmuştur. İlk yetiştirme döneminde bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi muameleleri, bitki boyunu kontrole göre sırasıyla %61.04 ve 23.30 oranlarında arttırmıştır. İkinci yetiştirme döneminde ise buğday kepeği muamelesi, kontrole göre yem bezelyesi, yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinin toprak üstü bitki boyunu sırasıyla %95.24, 94.13 ve 24.90 oranlarında arttırmıştır. Pamuk tohumu küspesi muamelesi, kontrole göre yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin toprak üstü bitki boyunu sırasıyla %57.33 ve 18.35 oranlarında arttırmıştır. Ayçiçeği tohumu küspesi muamelesi ise sadece yem bezelyesi bitkisinin bitki boyunu kontrole kıyasla %45.20 oranında arttırmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi, bitkilerin boyunu kontrole göre sırasıyla %67.71, 40.38 ve 23.00 oranlarında arttırmıştır.

Bu araştırmada, ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde bitki artıkları (buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi) bitkilerin boyu konusunda kontrolden daha yüksek sonuçları sağlamıştır. Bu çalışmanın sonuçları, kullanılan bitki artıklarının toprağın organik madde ve diğer kimyasal içerikler ile fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesinin (Çizelge 3.3) bitkilerin boyunu arttırabildiğini göstermiştir. Bu sonuçlar ayrıca, buğday kepeğinin küspelerden daha iyi bitkilerin boyu sonuçunu verdiğini göstermiştir. Bu, buğday kepeğinin küspelerden toprağa daha yüksek organik madde, potasyum (K_2O) ve forfor (P_2O_5)'u sağladığının (Çizelge 3.3) ve küspelerin fitotoksisite etkisininin olabileceği düşünülmektedir.

Bazı önceki yapılan çalışmalar, buğday kepeğinin bitki boyunu iyileştirdiğini da rapor etmiştir. Badar ve Qureshi (2015) kompostlanmış buğday kepeğinin ayçiçeği yetiştiriciliğinde kullanımını incelemişlerdir. Sonuçlar, buğday kepeği kompostu uygulanmasında ayçiçeği bitkilerinin ortalama toprak üstü bitki boyu 35.00-46.66 cm arasında bulunmuş olup kontrole göre önemli ölçüde %16.66-55.53 daha yüksek

olduğunu göstermiştir. Badar ve ark. (2015) ayrıca buğday kepeğinin börülce bitkilerinin büyüme parametrelerini önemli ölçüde arttırdığını belirtmişlerdir. Buğday kepeği uygulanmasında, börülce bitkilerinin boyu 36.43 cm ile kontrole kıyasla %33.88 oranında önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur.

Buğday kepeğine benzeyen çeltik kepeğinin bir organik toprak ıslahı olarak uygulanması ve bitkilerin boyu üzerindeki etkileri de birkaç çalışmalar tarafından bildirilmiştir. Kannaiyan ve Prasad (1981), organik gübre olarak çeltik kepeğinin uygulanmasında, çeltik fidelerinin toprak üstü boyu 111.00 cm olarak bulunmuş olup kontrole kıyasla %11.10 oranında önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir. Moyin-Jesu (2003), çeltik kepeğinin, *Amaranthus viridis* bitkisinin boyunu (13.55 cm) kontrole kıyasla %201.78 oranında önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir.

Khan ve ark (2007a), çeltik kepeği kompostu uygulamasının, ıspanak bitkisinin boyunu (27.50 cm) kontrole göre önemli ölçüde %31.58 arttırdığını bildirmişlerdir. Khan ve ark (2007b) ayrıca çeltik kepeği kompostunun ıspanak bitkisinin boyunu hem birinci (13.40 cm) hem de ikinci (16.50 cm) yılda kontrole göre önemli ölçüde sırasıyla %47.25 ve 32.00 oranlarında arttırdığını bildirmişlerdir. Khan ve ark (2007c), çeltik kepeği kompostunun %10 konsantrasyonunda kullanımında, ıspanak bitkilerinin boyunun 16.10 cm olduğunu ve kontrole kıyasla %93.98 oranı ile en yüksek artışı sağladığını göstermişlerdir.

Nijerya'da yapılan bir denemede, domates (*Lycopersicum esculentum* Mill.) bitkisi yetiştirilmesinde çeltik kepeği uygulanmasının domates bitkisinin boyunu (70.6 cm) kontrole kıyasla önemli ölçüde %15.55 oranında arttırdığı gösterilmiştir (Odedina ve ark 2007). Kore'deki yapıldığı bir çalışmada ise dikimden 57 gün sonra çeltik ve arpa kepekleri kullanılmasının Çin yapraksoğanı (*Allium tuberosum* Rottler) bitkisinin boyunu (sırasıyla 23.9 ve 24.2 cm) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %29.89 ve 31.52 oranlarında arrtırdığı gösterilmiştir (Ryu ve ark 2011).

Moyin-Jesu (2015), organik gübrelerden biri olan çeltik kepeğinin iki yılda (2011 ve 2012) lahana (*Brassica oleraceae* L.) büyümesi üzerindeki etkisini belirlemek için bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonuçları, çeltik kepeği uygulamasıyla lahana bitkisinin boyu 2011 yılında 8.50 cm ve 2012 yılında ise 8.30 cm bulunduğunu göstermiştir. Bu sonuçlara göre ayrıca çeltik kepeği uygulaması lahana bitkisinin boyunu kontrole kıyasla 2011 yılında %112.50 oranında ve 2012 yılında ise %107.50 oranında arttırmıştır.

Nijerya'nın Obubra kentindeki yaptığı çalışmadaki çeltik kepeği uygulamasında, manyok bitkisinin ortalama boyunun 100.95 cm olarak bulunduğunu ve kontrole kıyasla

%22.88 daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Attoe ve ark 2016). Nijerya'nın Ibadan kentindeki deneme sonuçları ise ekimden altı hafta sonra, 7.5 ton/ha esasına göre çeltik kepeği kompostu uygulanmasının, 64.51 cm ile en yüksek soya fasulyesinin (*Glycine max*) bitki boyunu sağlamış olup bu da kontrol ile karşılaştırıldığında %63.77 oranında önemli ölçüde artıtrdığını göstermiştir (Adegoke ve ark 2018).

Bu araştırmaların değerlerine göre kepekler (buğday ve çeltik kepekleri) uygulanmasında bitkilerin boyu ile ilgili farklı sonuçlar bulunmuştur. Ancak, bu araştırmaların değerleri, yaptığımız çalışmadaki değerler gibi kontrole kıyasla istatistiki daha yüksek bulunmuştur.

Bitki büyümesinin iyileştirilmesi için bir toprak ıslahı olarak pamuk tohumu küspesinin uygulanması, daha önceki yapıldığı çalışmalarda da rapor edilmiştir. Mathur ve Prasad (1973) tarafından yapılan araştırmada, pamuk tohumu küspesinin çeltik fidelerinin ortalama boyunu (25.59 cm) kontrole göre %29.50 oranında arttırdığını, ancak istatistiki açıdan önemli olmadığını göstermişlerdir. Radwan ve ark (2009), pamuk tohumu küspesi kullanımında domatesin ortalama toprak üstü bitki boyu 28.28 cm olarak bulunmuş olup kontrole göre %24.58 oranında önemli ölçüde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Anis ve ark. (2010) tarafından yapılan araştırmada, küspe muamelerinden biri olan pamuk tohumu küspesi uygulamasında ayçiçeği bitkilerinin toprak üstü bitki boyu 17.76 cm olarak tespit edilmiş olup kontrolden %42 önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Dalbergia latifolia Roxb. fidelerinin büyümesi üzerine pamuk tohumu küspesi dahil olmak üzere yağdan arındırılmış tohum küspelerin uygulanması, Kumar ve ark (2014) tarafından incelenmiştir. Pamuk tohumu küspesi uygulanmasında *D. latifolia* Roxb. fidelerinin ortalama boyu 14.68 cm olarak ölçülmüş olup bu da kontrole kıyasla %34.58 oranında daha yüksek bulunmuştur.

Diğer çalışmada Kadam ve Jagtap (2018), zencefil yetiştiriciliğindeki organik maddelerden biri olarak pamuk tohumu küspesi uygulanmasını değerlendirmişlerdir. Pamuk tohumu küspesi, zencefil toprak üstü bitki boyunu (15.54 cm) kontrole kıyasla %5.93 oranında hafifçe arttırmış fakat istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Farklı bir çalışmada Parveen ve ark. (2019) ayrıca, domates bitkilerinin büyümesini arttırmada pamuk tohumu küspesi kullanımını incelemişlerdir. Çalışma, %3 ve 5 konsantrasyonda pamuk tohumu küspesi kullanımının, sırasıyla 9.51 ve 9.80 cm ile domates bitkilerinin toprak üstü bitki boyunu kontrole kıyasla sırasıyla %138.57 ve 171.77 oranlarında önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir.

Bu değerler araştırmamızda pamuk tohumu küspesi kullanılması ile ilgili ele alınan değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Ancak, kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi pamuk tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerin toprak üstü boyunu farklı oranlarda istatistiki açıdan önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir.

Ayçiçeği küspesinin etkisi, birinci yetiştirme döneminde ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen tüm bitki türleri hasat zamanına kadar geçememişken ikinci yetiştirme döneminde ise hasat zamanına kadar hayatta kalabilmiştir. Sonuçlar ayrıca, ayçiçeği tohumu küspesinin yem bezelye bitkisinin toprak üstü bitki boyunu istatistiki açıdan yalnızca önemli ölçüde arttırdığını, ancak koca fiğ bitkisinin toprak üstü bitki boyunu önemli ölçüde arttırmadığını göstermiştir. Daha önceki bazı yapılan araştırmalar, ayçiçeği tohumu küspesi ve diğer artıkların bitkilerin toprak üstü bitki boyunu iyileştirebildiğini de bildirmiştir.

Kaya ve ark. (2006), ayçiçeği başının kompostunun %100 olarak uygulanmasında, bir ekim yatağına ektikleri fasulye, nohut ve buğday bitkilerinin boyu sırasıyla 33.30, 29.00 ve 0.00 cm olarak tespit etmişlerdir. Bu uygulanmanın kontrole göre fasulye, nohut ve buğday bitkilerinin boyunu sırasıyla %24.26, 43.03 ve 100 oranlarında önemli ölçüde engellediğini de bildirmişlerdir. Cholid (2008), ayçiçeği yapraklarının toprağa uygulanmasında çeltik, maş fasulyesi, *Rottboellia cochinchinensis*, *Echinochloa crus-galli* ve *Ludwigia palustris* bitkilerinin boyu 25.77, 19.57, 13.05, 19.45, ve 0.45 cm olarak bulunduğunu bildirmiştir. Bu sonuçlar, ayçiçeği yapraklarının toprağa uygulanmasının kontrole kıyasla bu bitkilerinin boyunu sırasıyla %49.39, 36.63, 79.91, 97.34 oranlarında önemli ölçüde azalttığını da bildirmiştir.

Khaliq ve ark. (2011), ayçiçeği artığının uygulanmasının çeltik ve *Echinochloa colona* bitkilerinin boyunu (sırasıyla 7.94 ve 26.93 cm) kontrole kıyasla istatistik açıdan önemli ölçüde sırasıyla %36.30 ve 32.33 oranlarında azalttığını rapor etmiştir. Çalışmada ayrıca, ayçiçeği artığı, sorgum artığı ve/veya hardal artığı ile kombinasyoların uygulanmasının çeltik ve *E. colona* bitkilerinin toprak üstü bitki boyunu (sırasıla 0.00 ve 22.77 cm) kontrole kıyasla istatistik açıdan önemli ölçüde sırasıyla %100.00 ve 42.79 oranlarında azalttığı da rapor edilmiştir.

Bu değerler, araştırmamızda ayçiçeği tohumu küspesi kullanılması ile ilgili alınan değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Ayrıca, kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri önemli ölçüde daha yüksek bulunmuşken bu değerler ise önemli ölçüde daha düşük bulunmuştur.

Kannaiyan ve Prasad (1981) tarafından yapılan çalışmada, ayçiçeği küspesinin organik gübre olarak uygulanmasında, çeltik fidelerinin toprak üstü boyu 120.00 cm olarak ölçülmüş olup bu da kontrole kıyasla %18.00 oranında önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Rizvi ve ark. (2012), ayçiçeği tohumu küspesi uygulamasının nohut bitkisinin boyunu kontrole göre %200 oranına kadar arttırdığını bildirmişlerdir. Mocali ve ark. (2015)'nin yaptıkları çalışmada, ayçiçeği tohumu küspesinin kontrole kıyasla domates bitkilerinin bitki boyunu %41.99 oranında önemli ölçüde iyileştirdiği gösterilmiştir. Kadam ve Jagtap (2018) tarafından zencefil yetiştiriciliğinde, ayçiçeği tohumu küspesinin zencefil bitkisinin boyunu (15.60 cm) kontrole göre %6.34 oranında arttırdığı gösterilmiştir.

Bu değerler araştırmamızda ayçiçeği tohumu küspesi kullanılması ile ilgili ele alınan değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Ancak bu değerler kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerin toprak üstü boyunu farklı oranlarda arttırdığını göstermiştir.

Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde, yem bezelye bitkisi, diğer bitkilerle (yaygın fiğ ve koca fiğ bitkileri) karşılaştırıldığında en yüksek bitki boyu tepkisini vermiştir. İkinci yetiştirme döneminde ise tüm bitki türleri muamelelere ortalama olarak aynı tepkiyi vermiştir (Çizelge 4.19). Bu sonuçlar ayrıca, farklı bitki türlerinin farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerine farklı toprak üstü bitki boyu tepkilerine sahip olduğunu göstermiştir.

4.3.3. Ana dal sayısı

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin ana dal sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20'de sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü birinci döneminde bitki artığının ana dal sayısına etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.20) en yüksek ana dal sayısı 3.81 adet ile pamuk tohumu küspesinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.21). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığının ana dal sayısına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.20). İkinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek ana dal sayısı buğday kepeği muamelesinde 4.50

adet olarak ölçülmüş olup bu da yapılan LSD önem testine göre 1. grupta (a) yer almaktadır. En düşük ana dal sayısı kontrol muamelesinde (3.21 adet) belirlenmiş olup bu da son grupta (c) yer almaktadır. Ayçiçeği tohumu küspesi (4.17 adet) ve pamuk tohumu küspesi (3.60 adet) muameleleri ise sırasıyla 2. (ab) ve 3. (bc) gruplarda yer almaktadır (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.20. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin ana dal sayısı değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	0.26	0.80	3	0.68	1.67
Bitki Artığı (A)	2	0.61	1.88	3	3.89	9.56**
Bitki Türü (B)	2	4.38	13.54**	2	8.11	19.95**
AxB	3	7.65	23.66**	4	3.13	7.69**
Hata	21	0.32	-	25	0.41	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.20'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmaanın yürütüldüğü birinci ve ikinci yetiştirme dönemlerinde bitki türünün ana dal sayısına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli çıkmıştır.

Çizelge 4.21. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin ana dal sayısı değerleri (adet) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	B2	B3	Ort.	B1	B2	B3	Ort.
A0	2.50d	4.38b	3.75bc	**3.54**	3.38de	4.63abc	1.63f	**3.21c**
A1	5.25a	3.75bc	1.88d	**3.63**	4.88ab	4.25bcd	4.38abc	**4.50a**
A2	4.25b	-	3.38c	**3.81**	3.83cde	-	3.38de	**3.60bc**
A3	-	-	-	-	5.33a	-	3.00e	**4.17ab**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**4.00a**	**4.06a**	**3.00b**	3.64	**4.31a**	**4.44a**	**3.09b**	3.87

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %15.62, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %16.66
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek ana dal sayısı 4.06 adet ile yaygın fiğ bitkisinde ölçülmüş olup bu da yem

bezelyesi bitkisi (4.00 adet) ile birlikte 1. grupta (a) yer almaktadır. En düşük ana dal sayısı ise koca fiğ bitkisinde (3.00 adet) bulunmuş olup bu da son grupta (b) yer almaktadır. İkinci yetiştirme döneminde ise de, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek ana dal sayısı (4.44 adet) yaygın fiğ bitkisinde bulunmuş olup bu da yem bezelyesi bitkisi (4.31 adet) ile birlikte 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük ana dal sayısı ise koca fiğ bitkisinde (3.00 adet) bulunmuş olup bu da son grubu (b) yer oluşmuştur (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.20'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, ana dal sayısı bakımından ele alınan bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci yetiştirme dönemlerinde interaksiyonları istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında (AxB) interaksiyon bakımından en yüksek ana dal sayısı buğday kepeği ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (5.25 adet) bulunmuştur. En düşük ana dal sayısı (1.88 adet) ise buğday kepeği ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değer 1. gubu (a), en düşük değer ise son grubu (d) oluşturmuştur. İkinci yetiştirme döneminde, bitki artığı ve bitki türü arasında (AxB) interaksiyon bakımından en yüksek ana dal sayısı ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (5.33 adet) bulunmuş olup en düşük ana dal sayısı ise kontrol ile muamele edilen koca fiğ bitkiside (1.63 adet) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değer 1. grubu (a), en düşük değer ise son grubu (f) oluşturmuştur (Çizelge 4.21).

Bu sonuçlara göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi muameleleri sadece yem bezelyesinin ana dal sayısını arttırmıştır. Buğday kepeği, kontrole kıyasla yem bezelyesi bitkisinin ana dal sayısını %110.00 oranında arttırmışken ve koca fiğ bitkisinin ana dal sayısını %49.87 oranında azaltmış, fakat yaygın fiğ bitkisinin ana dal sayısını istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiştir. Pamuk tohumu küspesi, kontrole kıyasla yem bezelyesi bitkisinin ana dal sayısını %70.00 oranında arttırmışken ve koca fiğ bitkisinin ana dal sayısını istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi bitkilerin ana dal sayısını istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiştir.

İkinci yetiştirme döneminde ise muameleler yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin ana dal sayısını arttırmıştır. Buğday kepeği, kontrole göre yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin ana dal sayısını sırasıyla %44.38 ve 168.71 oranlarında arttırmıştır, fakat

yaygın fiğ bitkisinin ana dal sayısını istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiştir. Pamuk tohumu küspesi, kontrole göre koca fiğ bitkisinin ana dal sayısını %107.36 oranında arttırmış, fakat yem bezelyesi bitkisinin ana dal sayısını istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiştir. Ayçiçeği tohumu küspesi ise yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin ana dal sayısını kontrole kıyasla sırasıyla %57.69 ve 84.05 oranlarında arttırmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve ayçiçeği tohumu küspesi, bitkilerin ana dal sayısını kontrole göre sırasıyla %40.19 ve 24.61 oranlarında arttırmış, fakat pamuk tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiştir.

Ana dal sayısı konusunda bazı yapılan literatür taranması sonucunda hiç bir literatür ve veriye rastlanamadığından tartışma yapılamamıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre birinci ve ikinci yetiştirme dönemlerinde, yem bezelyesi ve yaygın fiğ bitkileri ana dal sayısı konusunda uygulanan muamelelere aynı tepkiyi vermişken koca fiğ bitkisi ise en düşük tepkiyi vermiştir (Çizelge 4.21). Bu sonuçlar, farklı bitki türlerinin farklı bitki artığı muamelelerine farklı ana dal sayısı tepkilerine sahip olduğunu göstermiştir.

4.3.4. Kök uzunluğu

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin kök uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22'de sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.23'te verilmiştir.

Çizelge 4.22. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kök uzunluğu değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	34.55	0.41	3	18.35	0.73
Bitki Artığı (A)	2	167.08	1.96	3	243.56	9.71**
Bitki Türü (B)	2	8.42	0.10	2	1137.44	45.33**
AxB	3	161.57	1.92	4	111.96	4.46**
Hata	21	84.32	-	25	25.09	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Araştırmanın yürütüldüğü birinci döneminde bitki artığının kök uzunluğuna etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.22) en yüksek kök uzunluğu 52.00 cm ile kontrol muamelesinde bulunmuştur (Çizelge 4.23). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığının kök uzunluğuna etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli

bulunmuştur (Çizelge 4.22). İkinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek kök uzunluğu 40.53 cm ile buğday kepeği muamelesinde ölçülmüş olup bu da yapılan LSD önem testine göre kontrol muamelesi (39.26 cm) ile birlikte 1. grubu (a) oluşturmuştur. En düşük kök uzunluğu ise ayçiçeği tohumu küspesi muamelelerinde (32.76 cm) tespit edilmiş olup bu da pamuk tohumu küspesi muamelesi (30.76 cm) ile birlikte 2. grubu (b) oluşturmuştur (Çizelge 4.23).

Araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki türünün kök uzunluğuna etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.22) en yüksek kök uzunluğu 49.41 cm ile yaygın fiğ bitkisinde ölçülmüştür (Çizelge 4.23). İkinci yetiştirme döneminde ise %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.22). İkinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek kök uzunluğu 45.20 cm ile koca fiğ bitkisinde ölçülmüş olup bunu azalan sırayla yaygın fiğ ve yem bezelyesi bitkileri (sırasıyla 36.56 ve 28.43 cm) takip etmiştir. Yapılan LSD önem testine göre koca fiğ bitkisi 1. grubu (a), yaygın fiğ 2. grubu (b) oluşturmuşken yem bezelyesi ise son grupta (c) yer almıştır (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kök uzunluğu değerleri (cm) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	**Birinci Yetiştirme Dönemi**				**İkinci Yetiştirme Dönemi**			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	44.88	57.23	53.90	**52.00**	27.96ef	37.03bc	52.79a	**39.26a**
A1	48.89	41.59	43.39	**44.62**	32.05cde	36.09bcd	53.44a	**40.53a**
A2	51.66	-	46.23	**48.94**	23.69f	-	41.83b	**32.76b**
A3	-	-	-	-	28.75def	-	32.76cde	**30.76b**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**48.48**	**49.41**	**47.84**	48.47	**28.43c**	**36.56b**	**45.20a**	36.64

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %18.95, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %13.70
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Kök uzunluğu bakımından ele alınan bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde interaksiyonları kök uzunluğuna etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.22) en yüksek kök uzunluğu kontrol ile muamele edilen yaygın fiğ bitkisinde 57.23 cm olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.23). İkinci yetiştirme döneminde ise %1 ihtimal seviyesinde

önemli bulunmuştur (Çizelge 4.22). İkinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek kök uzunluğu buğday kepeği ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde 53.44 cm olarak ölçülmüş olup en düşük kök uzunluğu ise pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen yem bezelyesi bitkiside 23.69 cm olarak ölçülmüştür. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değer 1. grubu (a), en düşük değer ise son grubu (f) oluşturmuştur (Çizelge 4.23).

Bu sonuçlara göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi tüm bitki türlerinin kök uzunluğunu istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiştir. İkinci yetiştirme döneminde ise buğday kepeği, kontrole kıyasla tüm bitki türlerinin kök uzunluğunu istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiştir. Pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi, kontrole kıyasla yem bezelyesi bitkisinin kök uzunluğunu istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememişken koca fiğ bitkisinin kök uzunluğunu sırasıyla %20.76 ve 37.94 oranlarında azaltmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, bitkilerin kök uzunluğunu istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiş, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi ise kök uzunluğunu kontrole göre sırasıyla %13.27 ve 20.94 oranlarında azaltmıştır.

Sonuçlar, uzun vadeli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi), buğday kepeğinin ve kontrol muamelesinin bitkilerin kök uzunluğunda en yüksek sonuçları verdiğini göstermiştir. Küspe muameleleri (pamuk ve ayçiçeği tohumları küspeleri) ise bitkilerin kök uzunluğunu önemli ölçüde azaltmıştır. Bu sonuçlara göre küspelerin uzun vadeli bir dönemde (iki yetiştirme dönemi) uygulanmasının özellikle kök sistemi üzerinde hala fitotoksisite etkisi olduğu düşünülmektedir.

Daha önceki birkaç çalışmada, buğday kepeğinin toprak ıslahı olarak uygulanmasının bazı bitkilerin kök uzunluğu üzerinde etkisini göstermiştir. Badar ve ark. (2014), kompost haline getirilmiş buğday kepeğinin kök uzunluğunu kontrole göre %17 oranına kadar arttırdığını bildirmişlerdir. Badar ve Qureshi (2015), buğday kepeği kompost muamelelerinde 24.63 cm ölçülmüş olup bu muamelerin kontrole göre ortalama kök uzunluğunu (%22.17) önemli ölçüde iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Badar ve ark. (2015) ayrıca, buğday kepeği uygulanmasında börülce bitkilerinin kök uzunluğunun 11.43 cm olarak bulunmuş olup bu da kontrolden önemli ölçüde farklı bulunmadığını rapor etmişlerdir.

Çeltik kepeğinin bir organik gübre olarak bazı bitkilerin kök uzunluğu üzerindeki etkisi, daha önceki birkaç çalışmada da bildirilmiştir. Kannaiyan ve Prasad (1981), yağdan arındırılmış çeltik kepeğinin bir organik gübre olarak uygulanmasının çeltik

fidelerinin kök uzunluğunu (149.00 cm) kontrole kıyasla %5.80 oranında hafifçe arttırdığını bildirmişlerdir. Xu (2001) tarafından yapılan çalışma, organik gübre olarak yağlı tohum küspesi, çeltik kabuğu, çeltik kepeği ve balık unu kompost karışımının uygulanmasının, kimyasal gübre işlemine kıyasla kök uzunluğunu %28.36 oranında önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Moyin-Jesu (2003), çeltik kepeğinin, *Amaranthus viridis* bitkilerinin kök uzunluğunu 12.88 cm ile kontrole kıyasla %244.38 oranında önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir. Moyin-Jesu (2007) ayrıca, çeltik kepeğinin toprağa katılmasıya bamya bitkisinin kök uzunluğunun 19.57 cm olarak ölçülmüş olup bu da kontrole kıyasla %139.53 oranında önemli ölçüde daha yüksek bulunduğunu rapor edilmiştir. Zheng ve ark (2013) çeltik kepeği biyokömürünün kullanımı ile buğday fidelerinin kök uzunluğunun 19.3 cm olarak bulunmuş olupi, bu da kontrole kıyasla önemli ölçüde %63.56 oranında daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Bu değerler, araştırmamızda buğday kepeği kullanılması ile ilgili ele alınan değerlerden farklı sonuçlar tespit edilmiş olup ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kontroldekine benzer hatta kontroldekinden daha yüksek bulunmuştur.

Pamuk tohumu küspesinin bitki kök uzunluğu üzerinde etkileri üzerine yapılan bazı çalışmalar tarafından rapor edilmiştir. Radwan ve ark (2009), pamuk tohumu küspesi kullanımıyla domates bitkilerinin ortalama kök uzunluğunun 13.28 cm olarak tespit edilmiş olup bu da kontrole kıyasla %9.84 oranında önemli ölçüde daha düşük bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu değer, araştırmamızda pamuk tohumu küspesi kullanılması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuş olup bu da kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi önemli ölçüde bir azalma göstermiştir.

Anis ve ark (2010), pamuk tohumu küspesi kullanımının, ayçiçeği köklerinin uzunluğunda (6.00 cm ile) hafif bir artış gösterdiğini, ancak kontrole kıyasla önemli olmadığını bildirmişlerdir. Rafi ve ark (2016), pamuk tohumu küspesi uygulamasında fıstık, nohut, bamya ve ayçiçeği bitkilerinin kök uzunluğunun sırasyla 21.40, 18.80, 5.20 ve 8.20 cm olarak ölçülmüş olup ancak kontrole göre istatistiki açıdan önemli ölçüde farklı olmadığını bildirmişlerdir.

Viji ve Manonmani (2018)'nin yaptıkları araştırmada ayrıca, pamuk tohumu küspesinin ekstresi ile hazırlanmış tohumdan mısır fidelerinin ortalama kök uzunluğunun 20.29 cm olarak ölçülmüş olup bu da kontrole kıyasla %11.67 oranında arttırdığını bildirmişlerdir. Kumar ve ark (2014), pamuk tohumu küspesi uygulamasında *Dalbergia latifolia* Roxb. bitkisinin ortalama kök uzunluğunun 3.59 cm olarak ölçülmüş olup bu da

kontrole kıyasla %30.02 oranında daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Parveen ve ark (2019), %3-5 konsantrasyonlarında pamuk tohumu küspesi kullanımı ile domates bitkisinin kök uzunluğunun 12.00-13.67 cm arasında ölçülmüş olup bu da kontrole göre iki kat daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Bu değerler, araştırmamızda ayçiçeği tohumu küspesi kullanılması ile ilgili ele alınan değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Ancak kontrol ile karşılaştırıldığında, araştırmamızın değerleri önemli ölçüde bir azalma göstermişken bu çalışmaların değerleri ise kontrole benzer hatta kontrolden daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Ayçiçeğinin tohum küspesi ve diğer artıklarıyla muamele edilen bitkilerin kök uzunluğunun engellenmesi de daha önceki birkaç çalışmada bildirilmiştir. Bununla birlikte, bu engelleme, bitki türlerine göre farklılık göstermiştir. Kannaiyan ve Prasad (1981), bir organik gübre olarak ayçiçeği küspesi uygulanmasının, 95 cm ile en düşük çeltik fidelerinin kök uzunluğunu sağlamış olup kontrole kıyasla %32.30 oranında önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Koller ve ark (2004) ayçiçeği tohumu küspesi dahil bazı organik gübrelerin tere bitkisi (*Lepidium sativum*) üzerindeki fitotoksisite etkisini değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonucu, ekimden 6 hafta sonra, ayçiçeği tohumu küspesinin, tere bitkilerinin kök uzunluğunu kontrol işlemine kıyasla %40 oranında azalttığını göstermiştir.

Kaya ve ark (2006), ayçiçeği başının biyolojik bozunma ürününün %100 konsantrasyonda uygulanmasının, sırasıyla 2.20, 2.50 ve 0.00 cm ile fasulye, nohut ve buğday bitkilerinin farklı kök uzunluğunu sağlamış olup kontrole göre sırasıyla %37.14, 26.47 ve 100.00 oranlarında önemli ölçüde engellediğini bildirmişlerdir. Khaliq ve ark. (2011), ayçiçeği artığı uygulamasında, çeltik ve *Echinochloa colona* bitkilerinin kök uzunluğu sırasıyla 3.17 ve 11.47 cm olarak ölçülmüş olup bunlar da kontrole kıyasla sırasıyla %22.39 ve 30.38 oranlarına kadar önemli ölçüde daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada ayçiçeği artığı, sorgum artığı ve/veya hardal artığı ile kombinasyoların uygulanması çeltik ve *E. colona* bitkilerinin kök uzunluğunu sırasıyla 0.00 ve 9.43 cm ile kontrole kıyasla istatistik açıdan önemli ölçüde sırasıyla %100.00 ve 42.79 oranlarında azalttığı de bildirilmiştir.

Bu değerler, araştırmamızda ayçiçeği tohumu küspesi kullanılması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Ancak, kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi ayçiçeği tohumu küspesi kullanılmasının bitkilerinin kök uzunluğunu farklı oranlarda azalttığı gösterilmiştir.

Öte yandan Kadam ve Jagtap (2018) tarafından yapılan çalışma, ayçiçeği tohumu küspesinin zencefil bitkisinin kök uzunluğunu 6.00 cm ile kontrole göre %19.14 oranında iyileştirdiğini göstermiştir. Bu değer, araştırmamızda ayçiçeği tohumu küspesi kullanılması ile ilgili değerlerden daha düşük bulunmuştur. Ancak, kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri önemli ölçüde bir azalma göstermişken bu çalışmanın değeri ise kontrolden daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde, her bitki türü uygulanan muamelelere aynı tepkiyi vermişken ikinci yetiştirme döneminde ise koca fiğ bitkisi en yüksek tepki ile en toleranslı bitki olup bunu yaygın fiğ ve yem bezelyesi bitkileri takip etmiştir (Çizelge 4.23). Ayrıca uzun vadeli denemede yem bezelyesi bitkisi muamelele özellikle küspelerin uygulanmasına daha hassas olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, farklı bitki türlerinin farklı dönemdeki küspeler muamelelerine farklı kök uzunluğu tepkisine sahip olduğunu göstermiştir.

4.3.5. Yaş kök ağırlığı

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin yaş kök ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24'te sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4.24'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci döneminde bitki artığının yaş kök ağırlığına etkisi istatistiki açıdan açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur. İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığının yaş kök ağırlığına etkisi istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.25'te görüldüğü gibi, araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek yaş kök ağırlığı 3.85 g ile kontrol muamelesinde ölçülmüş olup bu da yapılan LSD önem testine göre buğday kepeği muamelesi ile birlikte (3.76 g) 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük yaş kök ağırlığı ise pamuk tohumu küspesi muamelesinde (2.57 g) tespit edilmiş olup bu da 2. grupta (b) yer almaktadır. İkinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek yaş kök ağırlığı 2.86 g ile buğday kepeği muamelesinde ölçülmüş olup bu da yapılan LSD önem testine göre pamuk tohumu küspesi muamelesi (2.33 g) ile birlikte 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük yaş kök ağırlığı, kontrol muamelesinde (1.98 g) tespit edilmiş olup bu da son grupta (b)

yer almışken ayçiçeği tohumu küspesi (2.21 g) ise iki grup arasıda yer almış olup 2. grubu (ab) oluşturmuştur.

Çizelge 4.24. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin yaş kök ağırlığı değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	0.28	5.88	3	0.02	0.31
Bitki Artığı (A)	2	0.79	16.55**	3	0.21	4.21*
Bitki Türü (B)	2	1.59	33.58**	2	4.49	91.28**
AxB	3	0.51	10.84**	4	0.24	4.85**
Hata	21	0.05	-	25	0.05	-

(*) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %5 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.24'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci yetiştirme dönemlerinde bitki türünün yaş kök ağırlığına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.25. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin yaş kök ağırlığı değerleri (g) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	B2	B3	Ort.	B1	B2	B3	Ort.
A0	3.46b	1.86c	6.23a	**3.85a**	0.67de	0.75de	4.52b	**1.98b**
A1	6.18a	1.69c	3.40b	**3.76a**	1.50d	0.62e	6.47a	**2.86a**
A2	1.99c	-	3.14b	**2.57b**	1.03de	-	3.63bc	**2.33a**
A3	-	-	-	-	1.56d	-	2.87c	**2.21ab**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**3.88a**	**1.77b**	**4.25a**	3.49	**1.17b**	**0.68c**	**4.37a**	2.36

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %11.22, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %13.75

A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Çizelge 4.25'te görüldüğü gibi, araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek yaş kök ağırlığı 4.25 g ile koca fiğ bitkisinde ölçülmüş olup bu da yapılan LSD önem testine göre yem bezelyesi bitkisi (3.88 g) ile birlikte 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük yaş kök ağırlığı, yaygın fiğ bitkisinde (1.77 g) tespit edilmiş olup bu da son grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde ise bitki

artıklarının ortalaması olarak en yüksek yaş kök ağırlığı 4.37 g ile koca fiğ bitkisinde ölçülmüş olup bu da yapılan LSD önem testine göre 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük yaş kök ağırlığı yaygın fiğ bitkisinde (0.68 g) tespit edilmiş olup bu da son grupta (c) yer almışken yem bezelyesi bitkisi (1.17 g) 2. grubu (b) oluşturmuştur.

Çizelge 4.24'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci yetiştirme dönemlerinde interaksiyonları yaş kök ağırlığına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.25'te görüldüğü gibi, araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon bakımından en yüksek yaş kök ağırlığı kontrol ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde 6.23 g olarak ölçülmüş olup en düşük yaş kök ağırlığı ise buğday kepeği ile muamele edilen yaygın fiğ bitkisinde 1.69 cm olarak ölçülmüştür. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değer 1. grubu (a), en düşük değer ise son grubu (c) oluşturmuştur. İkinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon bakımından en yüksek yaş kök ağırlığı (6.47 g) buğday kepeği ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde bulunmuştur. En düşük yaş kök ağırlığı ise (0.62 g) buğday kepeği ile muamele edilen yaygın fiğ bitkiside bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değer 1. grubu (a), en düşük değer ise son grubu (e) oluşturmuştur.

Sonuçlara göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, kontrole kıyasla yaygın fiğ bitkisinin yaş kök ağırlığını istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememişken yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin yaş kök ağırlığını önemli ölçüde etkilemiştir. Buğday kepeği önemli ölçüde yem bezelyesi bitkisinin yaş kök ağırlığını kontrole kıyasla %78.61 oranında arttırmış, ancak koca fiğ bitkisinin yaş kök ağırlığını önemli ölçüde %39.65 oranında azaltmıştır. Pamuk tohumu küspesi, kontrole kıyasla yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin yaş kök ağırlığını önemli ölçüde sırasıyla %42.49 ve 49.60 oranlarında azaltmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği bitkisin yaş kök ağırlığını kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememişken pamuk tohumu küspesi bitkilerin yaş kök ağırlığını %33.25 oranında azaltmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde ise buğday kepeği, kontrole kıyasla yem bezelyesi ve yaygın fiğ bitkilerinin yaş kök ağırlığını istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiş, fakat koca fiğ bitkisinin yaş kök ağırlığını %43.14 oranında azaltmıştır. Pamuk tohumu küspesi, kontrole göre yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin yaş kök ağırlığını istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiştir. Ayçiçeği tohumu küspesi ise kontrole kıyasla yem bezelyesi bitkisinin yaş kök ağırlığını istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiş, fakat

koca fiğ bitkisinin yaş kök ağırlığını %26.77 oranında azaltmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi, bitkilerin yaş kök ağırlığını kontrole göre sırasıyla %44.44 ve 26.77 oranlarında arttırmış, fakat ayçiçeği tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiştir.

Genel olarak buğday kepeği, bitki köklerinin yaş ağırlığı üzerinde diğer işlemlere göre en yüksek etkiyi vermiştir. Maalesef, bazı yapılan literatür taranmaları sonucunda buğday kepeği uygulamasının bitki köklerinin yaş ağırlığına etkilerine dair literatür ve veriye rastlanmamıştır. Fakat, buğday kepeğine benzeyen çeltik kepeği üzerinde bazı çalışmalar bulunmuştur. Adegoke ve ark. (2018), Nijerya'nın Ibadan kentinde, çeltik kepeği kompostunun soya fasulyesinin (*Glycine max*) büyümesi ve verimi üzerindeki etkilerini bir Alfisol üzerinde değerlendirmişlerdir. Deneme sonuçları, ekimden altı hafta sonra, çeltik kepeği kompostunun uygulanmasının soya fasulyesi bitkilerinin kök ağırlığını 26.77 cm ile kontroldekine kıyasla %254.57 oranında önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir.

Ryu ve ark. (2011) tarafından Kore'de yapılan bir çalışmada ayrıca, dikimden 57 gün sonra çeltik kepeği kullanılmasının gölevez (*Colocasia esculenta*) bitkisinin yaş kök ağırlığını (365.8 g) kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilememişken arpa kepeği kullanılmasının ise gölevez (*C. esculenta*) bitkisinin yaş kök ğırlığını (557.2 g) kontrole kıyasla önemli ölçüde %52.32 oranında arrtırdığı gösterilmiştir.

Bu değerler, araştırmamızda buğday kepeği uygulanması ile ilgili değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Ancak, kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kepek uygulanmasının bitkilerinin yaş kök ağırlığını arttırdığı gösterilmiştir.

Bu çalışmamızda pamuk tohumu küspesi uygulanması, birinci yetiştirme döneminde bitkilerin yaş kök ağırlığını kontrole göre önemli ölçüde azaltmışken ikinci yetiştirme döneminde ise önemli ölçüde arttırmıştır. Bu sonuçlara göre pamuk tohumu küspelerin kısa vadeli bir dönemde (bir yetiştirme dönemi) uygulanmasının yaş kök ağırlığı üzerinde fitotoksisite etkisi olduğu varsayılmaktadır. Bu sonuçlar ayrıca, ikinci yetiştirme döneminde pamuk tohumu küspesi uygulanmasının birinci yetiştirme döneminde olduğu gibi aynı miktarda yaş kökleri üretebildiğini gösterirken, kontrol muamelesinde ikinci yetiştirme dönemindeki bitkinin yaş kök ağırlığı birinci döneme göre azaldığını de göstermiştir.

Bazı çalışmalarda, pamuk tohumu küspesinin bitkilerin yaş kök ağırlığı üzerindeki etkileri de bildirilmiştir. Mathur ve Prasad (1973) tarafından gerçekleştirilen deneme, pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen çeltik bitkisinde ortalama kök ağırlığı

2.13 cm olarak ölçülmüş olup bu da kontrole kıyasla 12 kattan fazla önemli ölçüde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Mian ve Rodriguez-Kabana (1982) tarafından yapıldığı çalışmada, daha düşük konsantrasyonlarda (%0.20-0.60) pamuk tohumu küspesinin uygulanması ile kabak bitkisi köklerinin yaş ağırlığı 0.74-0.95 cm arasında bulunmuştur. Bu değerlere göre kontrole kıyasla, bu konsantrasyonlarda pamuk tohumu küspesi uygulanmasının kabak bitkisinin yaş kök ağırlığını %95.00-137.50 oranlar arasında önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir.

Pamuk tohumu küspesi kullanımının şeker pancarı ve domates bitkilerinin yaş kök ağırlığını arttırdığı da Hafez ve Sundararaj (2002) tarafından rapor edilmiştir. Sonuçlar, pamuk tohumu küspesi kullanımının, şeker pancarı ve domates bitkilerinin yaş ağırlığını (sırasıyla 24.20 ve 4.10 g) kontrole göre sırasıyla %706.67 ve 925.00 oranılarnda önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Parveen ve ark. (2019), pamuk tohumu küspesi uygulamasıyla bitki kök ağırlığının önemli ölçüde iyileştiğini göstermiştir. Çalışma, %3 ve 5'lik miktarlarda pamuk tohumu küspesi kullanımının (sırasıyla 2.58 ve 13.20 g) kontrole kıyasla domates bitkilerinin kök ağırlığını önemli ölçüde sırasıyla 3 ve 26 kat arttırdığını göstermiştir.

Bu değerler, araştırmamızda pamuk tohumu küspesi uygulanması ile ilgili ele alınan değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi pamuk tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerinin yaş kök ağırlığını arttırdığı gösterilmiştir.

Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının ikinci yetiştirme döneminde yaş kök ağırlığı üzerinde hala hafifçe fitotoksisite etkisi olduğu düşünülmektedir. Ayçiçeği tohumu küspesi uygulamasının bitkilerin yaş kök ağırlığı üzerine etkileri konusunda bazı yapılan literatür taraması sonucunda hiç bir literatür ve veriye rastlanamadığından tartışma yapılamamıştır.

Araştırmanın sonuçlarına göre her yetiştirme döneminde, yaş kök ağırlığı ile ilgili her bitki türü uygulanan muamelelere farklı tepki vermiştir. Koca fiğ bitkisi en yüksek tepki vermiş olup en düşük tepki veren ise yaygın fiğ bitkisi olmuştur (Çizelge 4.25). Bununla birlikte, farklı bitki türlerinin farklı dönemdeki küspe muamelelerine farklı yaş kök ağırlığı tepkisine sahip olduğunu göstermiştir.

4.3.6. Kuru kök ağırlığı

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin kuru kök ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26'da sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.26. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kuru kök ağırlığı değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	0.077	4.11	3	0.001	0.23
Bitki Artığı (A)	2	0.334	17.88**	3	0.042	8.07**
Bitki Türü (B)	2	0.808	43.25**	2	0.338	65.30**
AxB	3	0.269	14.38**	4	0.035	6.76**
Hata	21	0.019	-	25	0.005	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.26'nın incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci dönemlerinde bitki artığının kuru kök ağırlığına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.27'de görüldüğü gibi, araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek kuru kök ağırlığı 0.77 g ile buğday kepeği muamelesinde ölçülmüş olup bu da yapılan LSD önem testine göre 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük kuru kök ağırlığı pamuk tohumu küspesi muamelesinde (0.56 g) tespit edilmiş olup bu da son grupta (b) yer almıştır. Kontrol muamelesi (0.67 g) ise iki grup arasında olmuş olup 2. grupta (ab) yer almaktadır. İkinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek kuru kök ağırlığı 0.58 g ile buğday kepeği muamelesinde ölçülmüş olup bu da yapılan LSD önem testine göre 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük kuru kök ağırlığı ayçiçeği tohumu küspesi muamelesinde (0.37 g) ölçülmüş olup bu da son grupta (b) yer almıştır. Pamuk tohumu küspesi ve kontrol muameleleri ise (sırasıyla 0.47 ve 0.41 g) 2. grubu (ab) oluşturmuştur.

Çizelge 4.26'nın incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci yetiştirme dönemlerinde bitki türünün kuru kök ağırlığına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.27. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kuru kök ağırlığı değerleri (g) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	0.70c	0.35d	0.95b	**0.67ab**	0.18d	0.24d	0.99a	**0.47ab**
A1	1.27a	0.36d	0.69c	**0.77a**	0.37bcd	0.21d	1.15a	**0.58a**
A2	0.51cd	-	0.62c	**0.56b**	0.27cd	-	0.55b	**0.41ab**
A3	-	-	-	-	0.30cd	-	0.45bc	**0.37b**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**0.83a**	**0.36b**	**0.75a**	0.68	**0.28b**	**0.23b**	**0.78a**	0.47

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %20.12, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %7.36
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Çizelge 4.27'de görüldüğü gibi, araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek kuru kök ağırlığı yem bezelyesi bitkisinde 0.83 g olarak ölçülmüş olup bu da yapılan LSD önem testine göre koca fiğ bitkisi ile birlikte (0.75 g) 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük kuru kök ağırlığı, yaygın fiğ bitkisinde (0.36 g) belirlenmiş olup bu da son grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek kuru kök ağırlığı koca fiğ bitkisinde 0.78 g olarak ölçülmüş olup bu da yapılan LSD önem testine göre 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük kuru kök ağırlığı, yaygın fiğ bitkisinde (0.23 g) ölçülmüş olup bu da yem bezelyesi (0.28 g) ile birlikte 2. grubu (b) oluşturmuştur.

Çizelge 4.26'nın incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci yetiştirme dönemlerinde interaksiyonları kuru kök ağırlığına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.27'de görüldüğü gibi, araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek kuru kök ağırlığı, buğday kepeği ile muamele edilen yem bezeyesi bitkisinde 1.27 g olarak ölçülmüştür. En düşük yaş kök ağırlığı ise kontrol ile muamele edilen yaygın fiğ bitkisinde 0.35 g olarak ölçülmüştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değer 1. grubu (a), en düşük değer ise son grubu (d) oluşturmuştur. İkinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek kuru kök ağırlığı buğday kepeği ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde 1.15 g olarak ölçülmüş olup en düşük kuru kök ağırlığı ise kontrol ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde 0.18 g olarak ölçülmüştür.

Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değer 1. grubu (a), en düşük değer ise son grubu (d) oluşturmuştur.

Sonuçlara göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, kontrole kıyasla yaygın fiğ bitkisinin kuru kök ağırlığını istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememişken yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin kuru kök ağırlığını önemli ölçüde etkilemiştir. Buğday kepeği önemli ölçüde yem bezelyesi bitkisinin kuru kök ağırlığını kontrole kıyasla %81.43 oranında arttırmışken koca fiğ bitkisinin kuru kök ağırlığını önemli ölçüde %27.37 oranında azaltmıştır. Pamuk tohumu küspesi, kontrole kıyasla yem bezelyesi bitkisinin kuru kök ağırlığını istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememişken koca fiğ bitkisinin kuru kök ağırlığını önemli ölçüde %34.74 oranında azaltmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi bitkilerin kuru kök ağırlığını kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiştir.

İkinci yetiştirme döneminde ise buğday kepeği, kontrole kıyasla her bitki türünün kuru kök ağırlığını istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiştir. Pamuk tohumu küspesi, kontrole göre yem bezelyesi bitkisinin kuru kök ağırlığını istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememişken koca fiğ bitkisinin kuru kök ağırlığını %44.44 oranında azaltmıştır. Ayçiçeği tohumu küspesi ise de kontrole kıyasla yem bezelyesi bitkisinin kuru kök ağırlığını istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiş, fakat koca fiğ bitkisinin kuru kök ağırlığını %54.55 oranında azaltmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi, bitkilerin kuru kök ağırlığını kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiştir.

Araştırmadaki sonuçlar, uzun vadeli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi), buğday kepeği ve kontrol muamelelerin bitkilerin kuru kök ağırlığında en yüksek sonuçları verdiğini göstermiştir. Ortalama olarak kontrole kıyasla önemli bulunmadığına rağmen buğday kepeği muamelesi, bitkilerin kuru kök ağırlığını %14.93-23.40 arttırarak iyileştirme potansiyeline sahipti. Bu sonuç, bazı önceki yapılan çalışmalar tarafından desteklenmiştir. Abd-Alla ve Omar (2001) tarafından yapılan bir çalışma, buğday kepeği uygulanmasında bakla ve soya fasulyesi bitkilerinin kuru kök ağırlığı sırasıyla 2.71 ve 2.55 g olarak ölçülmüş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %46.49 ve 152.48 oranlarında daha yüksek olduğunu göstermiştir. Rady (2012)'nin yaptığı denemede, domates (*Lycopersicum esculentum* L.) bitkisi yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında 20 g/kg esaslı 2:10:1 oranında kalsiyum sülfat ($CaSO_4$), buğday kepeği ve humik asit karışımından oluşan organomineral gübre uygulanmasının domates bitkisinin kuru kök ağırlığını (sırasıyla 9.04 ve 9.41 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde

sırasıyla %196.39 ve 193.15 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir. Testen ve Miller (2018) ayrıca, buğday kepeği kullanımının, domates bitkilerinin kuru kök ağırlığını (0.79 g) kontrole kıyasla %21.54 oranında önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir.

Daha önceki yapılan bazı çalışmalar, çeltik kepeği kullanımının bitki köklerinin kuru ağırlığını potansiyel olarak iyileştirdiğini de bildirmişlerdir. Organik gübre olarak yağlı tohum küspesi, çeltik kabuğu, çeltik kepeği ve balık ununda oluşan bir kompost karışımı uygulanmasının tatlı mısır (Xu 2001) ve yerfıstığı (Yan ve Xu 2002) bitkilerinin kuru kök ağırlığını iyileştirdiği bildirilmştir. Çalışmalarda, organik gübre uygulamasıyla, tatlı mısır ve yerfıstığı bitkilerinin kök kuru ağırlığı sırasıyla 5.66 ve 2.85 g olarak ölçülmüş olup kontrol olarak kimyasal gübre uygulamasına kıyasla sırasıyla %10.76 ve 47.67 oranlarında daha yüksek bulunmuştur.

Aryal ve ark. (2007) ayrıca, fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkilerinin 3.5:2:1.5:1 oranında çeltik kepeği, çeltik kabuğu, kolza tohumu küspesi ve balık unu karışımından oluşan kompost bir organik gübre olarak uygulanmasına tepkisini de değerlendirmişlerdir. Sonuçlar, organik gübre kullanımının, fasulye bitkilerinin kuru kök ağırlığını (1.22 g) iyileştirmede kimyasal gübre kadar etkili olduğunu göstermiştir. Zheng ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada ise çeltik kepeği biyokömürü uygulamasıyla buğday fidelerinin kök kuru ağırlığı 0.13 g olarak ölçülmüş olup bu da kontroldekinden %18.18 daha yüksek bulunmuştur.

Bu değerler, araştırmamızda buğday kepeği uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Ancak, kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri buğday kepeği uygulanması bitkilerinin kuru kök ağırlığını önemli ölçüde etkilememişken bu değerler farklı oranlarda artışlar göstermiştir.

Çalışma ayrıca, pamuk tohumu küspesi uygulanmasının koca fiğ bitkisinin kuru kök ağırlığını önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Buna göre koca fiğ bitkisinin kuru kök ağırlığı konusunda pamuk tohum küspesinin fitotoksisite etkisine hassas olduğu varsayılmaktadır. Bununla birlikte, ortalama olarak pamuk tohumu küspesi muamelesi, bitkilerin kuru kök ağırlığında kontrol muamelesi ile aynı sonucu vermiştir. Aynı sonuç, daha önceki birkaç çalışmada da bildirilmiştir. Radwan ve ark. (2009) tarafından yapılan değerlendirmede, pamuk tohumu küspesi kullanımında, domates bitkisi köklerinin ortalama kuru ağırlığının 0.91 g olarak bulunmuş olup bu da kontrole göre farklı olmadığı bildirilmiştir. Fine (2010), pamuk tohumu küspesinin organik gübre olarak kullanılmasının iki yıllık (2008 ve 2009) erguven bitkilerinin kök ağırlığını (809 g) kontrole kıyasla hafifçe arttırdığını, ancak önemli ölçüde farklı olmadığını göstermiştir.

Anis ve ark. (2010) ayrıca, pamuk tohumu küspesi kullanımının, ayçiçeği bitkilerinin kök ağırlığında (1.20 g) kontrole kıyasla hafif bir artış göstermiş, ancak önemli olmadığını bildirmişlerdir.

Bu değerler, araştırmamızda pamuk tohumu küspesi uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi pamuk tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerinin kuru kök ağırlığını önemli ölçüde bir etki göstermemiştir.

Araştırmamızın sonuçlarında ayrıca, ikinci yetiştirme döneminde ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen bitkiler, hasat zamanına kadar hayatta kalmışsa da, ayçiçeği tohumu küspesinin koca fiğ bitkisin kuru kök ağırlığı üzerinde hala fitotoksisite olduğu varsayılmaktadır. Ortalama olarak ayçiçeği tohumu küspesi kontrolden daha düşük bitkilerin kuru kök ağırlığını sağlamış, ancak istatistiki açıdan önemli bulunmamıstır. Ayçiçeği artıklarının bitkilerin kuru kök ağırlığı üzerindeki toksisitesi Cholid (2008) tarafından rapor edilmiştir. Çalışma, ayçiçeği yapraklarının toprağa katılmasıyla çeltik (*Oryza sativa* L.), maş fasulyesi (*Vigna radiata* L.), *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) WD Clayton, *Echinochloa glabrescens* Munto ex Hook.f. ve *Ludwigia octovalvis* (Jacq.) Raven bitkilerinin kuru kök ağırlığının sırasıyla 0.45, 0.09, 0.49, 0.91 ve 0.03 g olarak olduğunu belirlemiştir. Bu sonuçlara göre ayçiçeği yaprakları katılmasının, kontrole kıyasla bu bitkilerinin kuru kök ağırlığını sırasıyla %71.88, 75.68, 82.50, 60.78, ve 88.46 oranlarında önemli ölçüde azalttığını göstermiştir.

Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu araştırmamıza göre ortalama olarak koca fiğ bitkisi, kullanılan diğer bitkilerden (yem bezelyesi ve yaygın fiğ) en yüksek kuru kök ağırlığına sahiptir (Çizelge 4.27). Ayrıca, kontrole göre önemli ölçüde daha düşük kuru kök ağırlığına sahip olan koca fiğ bitkileri, ayçiçeği tohumu ve pamuk tohumu küspeleri uygulanmasına daha hassas olduğu da gösterilmiştir. Bununla birlikte, farklı bitki türlerinin farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerine farklı kuru kök ağırlığı tepkisine sahip olduğu gösterilmiştir.

4.3.7. Yaş toprak üstü bitki ağırlığı

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin yaş toprak üstü bitki ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge

4.28'de sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.28. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin yaş toprak üstü bitki ağırlığı değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	30.54	1.18	3	3.17	0.20
Bitki Artığı (A)	2	2516.40	97.60**	3	675.71	43.21**
Bitki Türü (B)	2	425.53	16.50**	2	239.69	15.33**
AxB	3	80.81	3.13*	4	144.86	9.26**
Hata	21	25.78	-	25	15.64	-

(*) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %5 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.28'in incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci dönemlerinde bitki artığının yaş toprak üstü bitki ağırlığına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.29. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin yaş toprak üstü bitki ağırlığı değerleri (g) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	B2	B3	Ort.	B1	B2	B3	Ort.
A0	12.42d	5.12d	10.49d	**9.34c**	4.41f	5.56f	8.82ef	**6.26c**
A1	48.64a	26.60c	38.32b	**37.86a**	24.03b	13.66de	36.07a	**24.59a**
A2	23.01c	-	21.15c	**22.08b**	19.72bc	-	20.20bc	**19.96b**
A3	-	-	-	-	21.29bc	-	17.22cd	**19.25b**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**28.02a**	**15.86c**	**23.32b**	23.22	**16.96b**	**9.61c**	**20.58a**	17.10

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %21.87, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %23.37

A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerin ortalaması olarak en yüksek yaş toprak üstü bitki ağırlığı 37.86 g ile buğday kepeği muamelesinde ölçülmüş olup bu da yapılan LSD testine göre 1. gruba (a) ait olmuştur. En düşük yaş toprak üstü bitki ağırlığı kontrol muamelesinde (9.34 g) belirlenmiş olup bu da son gruba (c) ait

olmuştur. Pamuk tohumu küspesi muamelesi ise (22.08 g) 2. gruba (b) ait olmuştur. İkinci yetiştirme döneminde ise bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek yaş toprak üstü bitki ağırlığı 36.07 g ile buğday kepeği muamelesinde ölçülmüş olup bu da yapılan LSD önem tesine göre 1. grupta (a) yer almıştır. Pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi muameleleri (sırasıyla 19.96 ve 19.25 g) 2. gruba ait (b) olmuşken kontrol muamelesinde ise 6.26 g ile en düşük yaş toprak üstü bitki ağırlığı olmuş olup bu da son grubta (c) yer almıştır (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.28'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci yetiştirme dönemlerinde bitki türünün yaş toprak üstü bitki ağırlığına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.29'da görüldüğü gibi, araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek yaş toprak üstü bitki ağırlığı yem bezelyesi bitkisinde 28.02 g olarak ölçülmüş olup bu da yapılan LSD önem testine göre 1. grubu (a) oluşturmuştur. En düşük yaş toprak üstü bitki ağırlığı, yaygın fiğ bitkisinde (15.86 g) tespit edilmiş olup bu da son grubu (c) oluşturmuşur. Koca fiğ bitkisi (23.32 g) ise 2. grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek kuru kök ağırlığı koca fiğ bitkisinde 20.58 g olarak ölçülmüş olup bunu azalan sırayla yem bezelyesi ve yaygın fiğ bitkileri (sırasıyla 16.96 ve 9.61 g) takip etmiştir. Yapılan LSD önem testine göre koca fiğ bitkisi 1. grupta (a), yem bezelyesi bitkisi 2. grupta (b) ve yaygın fiğ bitkisi 3. grupta (c) yer almıştır.

Çizelge 4.28'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme dönemlerinde interaksiyonları yaş toprak üstü bitki ağırlığına etkisi istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuşken ikinci yetiştirme dönemlerinde ise %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek yaş toprak üstü bitki ağırlığı, buğday kepeği ile muamele edilen yem bezeyesi bitkisinde 48.64 g olarak ölçülmüştür. En düşük yaş toprak üstü bitki ağırlığı ise kontrol ile muamele edilen yaygın fiğ bitkisinde 5.12 g olarak ölçülmüştür. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değer 1. grubu (a), en düşük değer ise son grubu (d) oluşturmuştur. İkinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek yaş toprak üstü bitki ağırlığı, buğday kepeği ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde 36.07 g olarak ölçülmüşken en düşük yaş toprak üstü bitki ağırlığı ise kontrol ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde 4.41 g

olarak ölçülmüştür. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değer 1. grubu (a), en düşük değer ise son grubu (f) oluşturmuştur (Çizelge 4.29).

Sonuçlara göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, önemli ölçüde yem bezelyesi, yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinin yaş toprak üstü bitki ağırlığını kontrole kıyasla sırası ile %291.63, 417.90 ve 265.30 oranlarında artışmıştır. Pamuk tohumu küspesi, kontrole kıyasla yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin yaş toprak üstü bitki ağırlığını önemli ölçüde sırası ile %85.27 ve 101.62 oranlarında arttırmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi bitkilerin yaş toprak üstü bitki ağırlığını kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %305.35 ve 136.40 oranlarında arttırmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde ise buğday kepeği, kontrole kıyasla önemli ölçüde yem bezelyesi, yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinin yaş toprak üstü bitki ağırlığını sırası ile %444.90, 145.68 ve 308.96 oranlarında artışmıştır. Pamuk tohumu küspesi, kontrole göre yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin yaş toprak üstü bitki ağırlığını önemli ölçüde sırası ile %347.17 ve 129.02 oranlarında arttırmıştır. Ayçiçeği tohumu küspesi ise de kontrole kıyasla yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin yaş toprak üstü bitki ağırlığını önemli ölçüde sırası ile %382.7 ve 95.17 oranlarında arttırmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi, bitkilerin yaş toprak üstü bitki ağırlığını kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırası ile %292.81, 219.33 ve 202.88 oranlarında arttırmıştır.

Bu sonuçlar, bu artıkların uygulanmasının, her iki dönemde kontrole kıyasla bitkilerin yaş toprak üstü ağırlığını önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir. Bu sonuçlar ayrıca, kullanılan artıkların toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesinin nedeniyle (Çizelge 3.3) bitkilerin yaş toprak üstü ağırlığını destekleyebildiğini göstermiştir.

Sonuçlar ayrıca, ikinci yetiştirme döneminde, bitkilerin yaş toprak üstü ağırlığının, birinci yetiştirme dönemindekinden daha düşük olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, uzun süreli bir çalışmada (iki yetiştirme döneminde), tüm artıklar, kontrole kıyasla bitkilerin yaş toprak üstü ağırlığını arttırma açısından bitkilerin büyümesini destekleyebilmiştir. Önceki birkaç çalışmada bu çalışma ile benzer sonuçları bildirmiştir. Badar ve ark. (2014), kompostlanmış buğday kepeğinin 1.70 g'a kadar maş fasulyesi bitkilerinin yaş ağırlığını sağlamış olup kontrolün üzerinde %107.32 oranında maş fasulyesi bitkilerinin yaş ağırlığını arttırdığını bildirmişlerdir. Başka bir araştırmada Badar ve ark. (2015) ayrıca, buğday kepeğiyle börülce bitkilerin yaş ağırlığı 2.35 g olarak

belirlemişlerdir. Bu sonuça göre buğday kepeği uygulaması, kontrole kıyasla börülce bitkilerinin yaş ağırlığını %42.43 oranında önemli ölçüde arttırmıştır.

Birkaç çalışmada ayrıca, çeltik kepeğinin organik toprak ıslahı olarak uygulanmasını ve bunların bitkilerin büyümesi üzerindeki etkilerini rapor edilmişlerdir. Khan ve ark. (2007a, 2007c), çeltik kepeği kompostu uygulamasının, ıspanak bitkilerinin yaş ağırlığını 8.55-31.90 g arasında sağlamış olup kontrol ile karşılaştırıldığında %71.51-489.66 oranlar arasında arttırdığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada Khan ve ark. (2007b), çalışmanın ilk ve ikinci yıllarında çeltik kepeği kompostu ile muamele edilen ıspanak bitkisinin yaş ağırlığının sırasıyla 5.60 ve 6.20 g olarak tespit edilmiş olup kontrol ile karşılaştırıldığında sırasıyla %211.11 ve 195.24 oranlarında daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Ryu ve ark. (2011) tarafından Kore'de yapılan bir çalışmada, dikimden 57 gün sonra çeltik ve arpa kepekleri kullanılmasının Çin yapraksoğanı (*Allium tuberosum* Rottler) bitkisinin yaş toprak üstü ağırlığını (sırasıyla 8.0 ve 9.4 g) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %116.22 ve 154.05 oranlarında arrtırdığı gösterilmiştir. Aynı çalışmada, çeltik kepeği kullanılmasının *Colocasia esculenta* bitkisinin yaş toprak üstü ağırlığını (764.1 g) kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilememişken arpa kepeği kullanılmasının ise *C. esculenta* bitkisinin yaş toprak üstü ağırlığını (1179.0 g) kontrole kıyasla önemli ölçüde %58.48 oranında arttırdığı gösterilmiştir.

Komariah ve ark. (2011), iki hasat döneminde çeltik kepeğinin toprakla karıştırılması (çeltik kepeği karıştırılması) ve toprak yüzeyine eşit olarak serpilmesi (çeltik kepeği malçı) uygulanmlarının brokoli (*Brassica oleraceae* L.) büyümesi üzerine araştırmışlardır. Sonuçlar, ilk hasatta, çeltik kepeği katılması ve çeltik kepeği malçı uygulamalarının, brokoli biyokütle verimini kontrole göre sırasıyla %113.50 ve %84.70 oranlarında arttırdığını göstermiştir. İkinci hasatta ise çeltik kepeği katılması ve çeltik kepeği malçı uygulamaları, brokoli biyokütle verimini kontrole göre sırasıyla %347.80 ve 150.90 oranlarında arttırmıştır.

Adegoke ve ark. (2018), Nijerya'nın Ibadan kentinde yapılan denemede, ekimden altı hafta sonra, çeltik kepeği kompostunun uygulanmasında soya fasulyesi (*Glycine max* L.) bitkilerinin toprak üstü ağırlığı 28.31 g olarak tespit edilmiş olup buna göre çeltik kepeği kompostunun uygulanmasında soya fasulyesi bitkilerinin toprak üstü ağırlığını kontrole kıyasla %247.36 oranında önemli ölçüde arttırdığını rapor etmiştir.

Bu değerler, araştırmamızda buğday kepeği uygulanması ile ilgili ele alınan değerlerden farklı sonuçlar bulunmuş olup ancak kontrol ile karşılaştırıldığında

araştırmamızın değerleri gibi kepekler uygulanmasının bitkilerinin yaş toprak üstü ağırlığını arttırdığını göstermiştir.

Daha önce yapılan bazı çalışmalar, pamuk tohumu küspesi kullanılmasının bitkilerin yaş toprak üstü ağırlığını arttığını da bildirmişlerdir. Mian ve Rodriguez-Kabana (1982) tarafından yapılan çalışmada, toprak ıslahı olarak pamuk tohumu küspesinin daha düşük konsantrasyonlarda (%0.2-0.6) uygulanmasıyla kabak bitkilerinin yaş toprak üstü ağırlığı 3.73-3.93 g arasında ölçülmüştür. Buna göre bu konsantrasyonlarda pamuk tohumu küspesinin uygulanmasının kabak bitkilerinin yaş toprak üstü ağırlığını kontrole göre %57.48-83.64 oranında önemli ölçüde arttırdığı gösterilmiştir. Mathur ve Prasad (1973), pamuk tohumu küspesinin, çeltiğin ortalama toprak üstü bitki ağırlığını (2.66 g) kontrole kıyasla %166.00 oranına kadar önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir. Yasin ve Ismail (1994) tarafından yapılan çalışma ise pamuk tohumu küspesinin börülce bitkilerinin 38.27 g ile ortalama biyokütle ağırlığını kontrol muamelesine kıyasla %70.12 oranında önemli ölçüde arttırdığını göstermişlerdir.

Başka çalışmalarda pamuk tohumu küspesi kullanımıyla domates bitkisinin (Radwan ve ark., 2009), ayçiçeği bitkisinin (Anis ve ark., 2010) ve *Dalbergia latifolia* fidelerinin (Kumar ve ark., 2014) ortalama yaş ağırlığı sırasıyla 6.71, 1.50 ve 9.35 g olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre pamuk tohumu küspesi kullanımı kontrole kıyasla domates bitkisinin ve *D. latifolia* fidelerinin ortalama yaş ağırlığını sırasıyla %64.8 ve 58.50 oranlarında önemli ölçüde arttırmışken ayçiçeği bitkisinin yaş ağırlığını ise istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiştir. Parveen ve ark. (2019) ayrıca, domates bitkisinin büyümesini arttırmada pamuk tohumunun kullanımını incelemiştir. Çalışma, %3 ve 5 konsantrasyonlarda pamuk tohumu küspesi kullanımıyla domates bitkisinin toprak üstü yaş ağırlığının sırasıyla 10.90 ve 22.75 g olarak ölçülmüş olup bunlar da kontrole kıyasla sırasıyla 8 ve 18 kat arttırdığını göstermiştir.

Bu değerler, araştırmamızda pamuk tohumu küspesi uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuş olup ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kontroldekinden daha yüksek bulunduğunu göstermiştir.

Ayçiçek tohumu küspesinin bitkilerin yaş ağırlığı üzerindeki etkisi, daha önceki birkaç çalışmada bildirilmiştir. Yasin ve Ismail (1994), ayçiçeği tohumu küspesinin uygulanmasıyla börülce bitkisinin ortalama biyokütle ağırlığının 41.27 g olarak bulunmuş olup bu da kontrole kıyasla %101.02 oranında önemli ölçüde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Koller ve ark (2004), ayçiçeği tohumu küspesinin marul ve Çin lahanası bitkilerinin yaş ağırlığını sırasıyla % 200 ve %170'e kadar arttırdığını

bildirmiştir. Mocali ve ark (2015), ayçiçeği tohumu küspesi uygulamasıyla domates bitkilerinin bitki ağırlığının 1.49 g olarak tespit edilmiş olup bu da kontrole kıyasla %110.24 oranında önemli ölçüde daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir.

Mazzoncini ve ark (2015), tamamen ve kısmen yağı alınmış ayçiçeği tohumu küspelerinin arpa, marul, pazı ve ıspanak bitkilerinin biokütle verimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Tamamen yağsız ayçiçeği tohumu küspesi, arpa, marul, pazı ve ıspanak bitkilerinin biyokütle verimini kontrole kıyasla sırasıyla %61.10, 21.43, 186.77 ve 163.73 oranlarında önemli ölçüde arttırmıştır. Kısmen yağsız ayçiçeği tohumu küspesi ise arpa, marul, pazı ve ıspanak bitkilerinin biyokütle verimini kontrole kıyasla sırasıyla %62.59, 23.81, 159.79 ve 159.07 oranlarında önemli ölçüde arttırmıştır.

Bu değerler, araştırmamızda ayçiçeği tohumu küspesi uygulanması ile ilgili ele alınan değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi pamuk tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerinin yaş toprak üstü ağırlığını arttırdığı gösterilmiştir.

Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Araştırmamızın sonuçlara göre bitki artığı muamelelerin ortalaması olarak her iki yetiştirme döneminde, yaygın fiğ bitkisi en düşük yaş toprak üstü ağırlığına sahip olmuş olup diğer bitki türlerinden önemli ölçüde daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.29). Bu sonuçlar ayrıca, farklı bitki türlerinin farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerine farklı yaş toprak üstü ağırlığı tepkisine sahip olduğunu göstermiştir.

4.3.8. Kuru toprak üstü bitki ağırlığı

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin kuru toprak üstü bitki ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.30'da sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.30'un incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci dönemlerinde bitki artığının kuru toprak üstü bitki ağırlığına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.30. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kuru toprak üstü bitki ağırlığı değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	3.17	2.04	3	0.02	0.40
Bitki Artığı (A)	2	159.58	102.64**	3	2.27	42.38**
Bitki Türü (B)	2	11.03	7.09**	2	0.33	6.19**
AxB	3	2.42	1.55	4	0.11	1.97
Hata	21	1.55	-	25	0.05	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek kuru toprak üstü bitki ağırlığı 9.15 g ile buğday kepeği muamelesinde ölçülmüş olup bu da yapılan LSD önem testine göre 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük kuru toprak üstü bitki ağırlığı kontrol muamelesinde (1.88 g) bulunmuş olup bu da son gruba (c) ait olmuştur. Pamuk tohumu küspesi (5.62 g) ise 2. grubu (b) oluşturmuştur. İkinci yetiştirme döneminde ise bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek kuru toprak üstü bitki ağırlığı 4.70 g ile buğday kepeği muamelesinde ölçülmüş olup bunu ayçiçeği tohumu küspesi ve pamuk tohumu küspesi muameleleri (sırasıyla 4.53 ve 4.45 g) takip etmiştir. En düşük kuru toprak üstü bitki ağırlığı ise kontrol muamelesinde 1.17 g olarak ölçülmüştür. Yapılan LSD önem testine göre buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi 1. gruba (a) ait olmuşken kontrol son grupta (b) yer almaktadır (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.30'un incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci yetiştirme dönemlerinde bitki türünün kuru toprak üstü bitki ağırlığına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek kuru toprak üstü bitki ağırlığı yem bezelyesi bitkisinde 6.05 g olarak ölçülmüş olup bunu koca fiğ bitkisi (5.96 g) takip etmiştir. En düşük kuru toprak üstü bitki ağırlığı ise yaygın fiğ bitkisinde 4.16 g olarak ölçülmüştür. Yapılan LSD önem testine göre yem bezelyesi ve koca fiğ 1. gruba (a) ait olmuşken yaygın fiğ son grupta (b) yer almaktadır. İkinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek kuru toprak üstü bitki ağırlığı koca fiğ bitkisinde 4.14 g olarak ölçülmüş olup bunu da yem bezelyesi bitkisi (3.58 g) takip etmiştir. En düşük kuru toprak üstü bitki ağırlığı ise yaygın fiğ

bitkisinde 1.98 g olarak ölçülmüştür. Yapılan LSD önem testine göre koca fiğ ve yem bezelyesi 1. grubu (a) oluşturmuşken yaygın fiğ son grupta (b) yer almaktadır (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kuru toprak üstü bitki ağırlığı değerleri (g) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	2.36	1.29	2.00	**1.88c**	0.90	0.95	1.47	**1.10b**
A1	10.26	7.04	10.17	**9.15a**	4.97	3.01	6.11	**4.70a**
A2	5.56	-	5.71	**5.62b**	4.30	-	4.61	**4.45a**
A3	-	-	-	-	4.67	-	4.38	**4.53a**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**6.05a**	**4.16b**	**5.96a**	5.54	**3.58a**	**1.98b**	**4.14a**	3.54

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %22.50, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %12.00
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Çizelge 4.30'un incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci yetiştirme dönemlerinde interaksiyonları kuru toprak üstü bitki ağırlığına etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek kuru toprak üstü bitki ağırlığı, buğday kepeği ile muamele edilen yem bezeyesi bitkisinde 10.26 g olarak ölçülmüştür. İkinci yetiştirme döneminde ise buğday kepeği ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde 6.11 g olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.31).

Sonuçlara göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi, kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türlerinin kuru toprak üstü bitki ağırlığını etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi, bitkilerin kuru toprak üstü bitki ağırlığını kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %386.70 ve 198.94 oranlarında arttırmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde ise de birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi, kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türlerinin kuru toprak üstü bitki ağırlığını etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu

küspesi, bitkilerin kuru toprak üstü bitki ağırlığını kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırası ile %327.27, 306.36 ve 310.00 oranlarında arttırmıştır.

Bu sonuçlar, ortalama olarak bitki artıklarının uygulanmasının, kontrole kıyasla bitkilerin kuru toprak üstü ağırlığını önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Bu sonuçlar ayrıca, kullanılan artıkların toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesinin nedeniyle (Çizelge 3.3) bitkilerin yaş toprak üstü ağırlığını gibi bitkilerin kuru toprak üstü ağırlığını destekleyebildiğini de göstermiştir.

Sonuçlar ayrıca, ikinci yetiştirme döneminde, bitkilerin kuru toprak üstü ağırlığının birinci yetiştirme dönemindekinden daha düşük olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, uzun süreli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi), tüm bitki artıkları, kontrole kıyasla bitkilerin toprak üstü ağırlığını arttırmak açısından bitkilerin büyümesi ve gelişimini destekleyebilir.

Önceki yapılan çalışmalarda da bu artıkların uygulanmasının bitkilerin kuru ağırlığı üzerindeki etkileri bildirilmiştir. Buğday kepeği ile muamele edilen serada domates transplantlarının (Gagnon ve Berrouard, 1994), bakla ve soya fasulyesi (Abd-Alla ve Omar, 2001), maş fasulyesi (Badar ve ark., 2014), börülce (Badar ve ark., 2015) ve domates (Testen ve Miller, 2018) bitkilerinin toprak üstü kuru ağırlığının sırasıyla 13.50, 6.33, 4.91, 0.41, 0.20 ve 6.10 g olarak tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %31.07, 156.28, 141.38, 233, 32.61 ve 22.00 oranlarında daha yüksek olduğunu belirlenmiştir.

Domates (*Lycopersicum esculentum* L.) bitkisi yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında 20 g/kg toprak miktarinda 2:10:1 oranında kalsiyum sülfat ($CaSO_4$), buğday kepeği ve humik asit karışımından oluşan bir organomineral gübre uygulanmasının domates bitkisinin kuru kök ağırlığını (sırasıyla 18.59 ve 18.73 g) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %193.22 ve 167.19 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir (Rady 2012).

Organik bir gübre olarak çeltik kepeği, çeltik kabuğu, kolza küspesi ve balık unu karışımından oluşan kompostun uygulamasının tatlı mısır (Xu 2001), yerfıstığı (Yan ve Xu 2002) ve fasülye (Aryal ve ark 2007) bitkilerinin toprak üstü kuru ağırlığı üzerindeki etkilerini araştırılmıştır. Kompost uygulamasında, tatlı mısır, yerfıstığı ve fasülye bitkilerinin kök kuru ağırlığı sırasıyla 86.00, 41.10 ve 45.40 g olarak ölçülmüş olup bunlar da kontrol olarak kimyasal gübre uygulamasına kıyasla tatlı mısır ve yerfıstığı bitkilerinin kök kuru ağırlığı sırasıyla %59.26 ve 21.60 oranlarında önemli ölçüde daha yüksek bulunmuşken fasülye bitkisinin kök kuru ağırlığı ise kontrolden farklı bulunmamıştır.

Japonya'da yapılan bir çalışmada, organik gübre olarak bitki artıkları, çeltik kepeği ve balık unu karışımı kullanılmasıyla marulun kuru ağırlığı 45.50 g olarak tespit edilmiş olup buna göre bu organik gübrenin kontrol olarak kimyasal gübreye kıyasla %48.21 oranında önemli ölçüde arttırdığı gösterilmiştir (Sakurai ve ark 2008). Çin'deki yapılan bir çalışmada ise çeltik kepeğin biyokömürleri kullanımının buğday fidelerinin toprak üstü kuru ağırlığını kontrole göre %20 arttırmış, ancak istatistiki açıdan önemli bulunmadığı gösterilmiştir (Zheng ve ark 2013).

Bu değerler, araştırmamızda buğday kepe uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kepek uygulanmasının bitkilerinin kuru toprak üstü ağırlığını arttırdığı gösterilmiştir.

Bazı çalışmalar, pamuk tohumu küspesinin bitkilerin kuru toprak üstü ağırlığı üzerinde etkilerini bildirmişlerdir. Pamuk tohumu küspesinin, serada domates transplantlarının (Gagnon ve Berrouard 1994), kadife çiçeği bitkisinin (Fine 2010), *Dalbergia latifolia* fidelerinin (Kumar ve ark 2014) toprak üstü kuru ağırlığını (sırasıyla 16.20, 108.20 ve 4.40 g) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %57.28, 38.58 ve 63.86 oranlarında arttırdığı rapor edilmiştir. Viji ve Manonmani (2018)'nın yaptıkları çalışmada ayrıca, pamuk tohumu küspesinin özütü ile hazırlanmış tohumlardan mısır fidelerinin ortalama kuru madde üretiminin 87.82 g olarak bulunmuş olup bu da kontrole kıyasla %20.10 oranında daha yüksek olduğu gösterilmiştir.

Bu değerler, araştırmamızda pamuk tohumu küspesi uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi pamuk tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerinin kuru toprak üstü ağırlığını arttırdığı gösterilmiştir.

Ayçiçeğinin tohum küspesi ve diğer artıkları kullanılarak bitkilerin kuru toprak üstü ağırlığında tepkileri daha önceki birkaç çalışmada bildirilmiştir. Mani ve ark. (2015a; 2015b)'nin yaptıkları çalışma, %30 hardal tohumu, %30 kolza tohumu ve %40 ayçiçeği tohumundan hazırlanan küspe gübresi ile muamele edilen *Calendula officinalis* L. ve ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkilerinde kuru toprak üstü ağırlığı sırasıyla 5.12 ve 5.65 g olarak bulunmuş olup bunlar da kontrole kıyasla sırasıyla %18.40 ve 35.38 oranlarında önemli ölçüde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu değerler, araştırmamızda ayçiçeği tohumu küspesi uygulanması ile ilgili alınan değerlerden farklı sonuçlar bulunmuş olup ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerinin kuru toprak üstü ağırlığını arttırdığını göstermiştir.

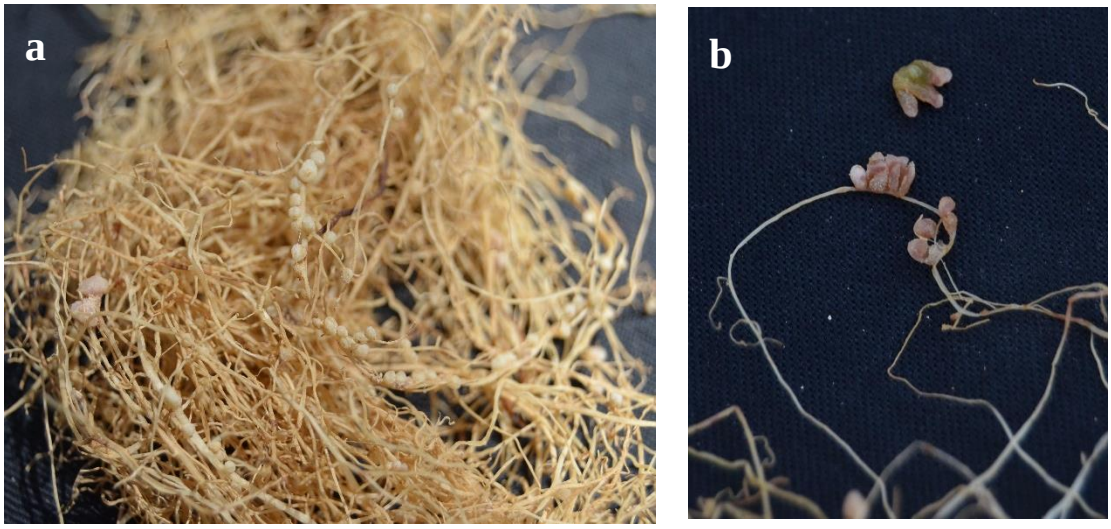
Öte yandan Takaragawa ve ark. (2017), ayçiçeğinin sapları, çiçek tablaları ve küspesin elde edilen biyokömür uygulanmasının, ayçiçeği bitkilerinin toplam kuru ağırlığını (164.00 g) kontrol işlemine kıyasla önemli bir etki göstermediğini bildirmişlerdir. Ronga ve ark (2019) ayrıca, yağından arındırılmış ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen kakul (*Cynara cardunculus* L.) bitkisinin toplam kuru ağırlığı 874.60 g/m^2 olarak tespit edilmiş. Bu değere göre kontrolden biraz daha yüksek bulunmuş, ancak önemli ölçüde farklı olamadığını belirlemişlerdir. Bu değerler, araştırmamızda ayçiçeği tohumu küspesi uygulanması ile ilgili ele alınan değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Ayrıca, kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerinin kuru toprak üstü ağırlığını arttırmışken bu çalışmaların değerleri önemli ölçüde etkilemediğini göstermiştir.

Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

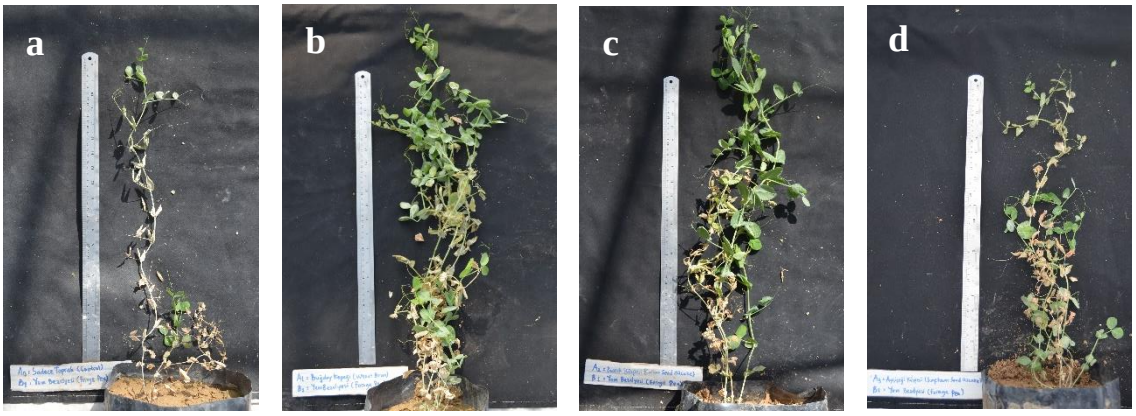
Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde, koca fiğ ve yem bezelye bitkilerinin daha yüksek kuru toprak üstü ağırlığına sahip olmuşken yaygın fiğ bitkisinin ise en düşük kuru toprak üstü ağırlığına sahip olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.31). Bu sonuçlar, aynı zamanda, farklı bitki türlerinin farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerine farklı kuru toprak üstü ağırlığı tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.



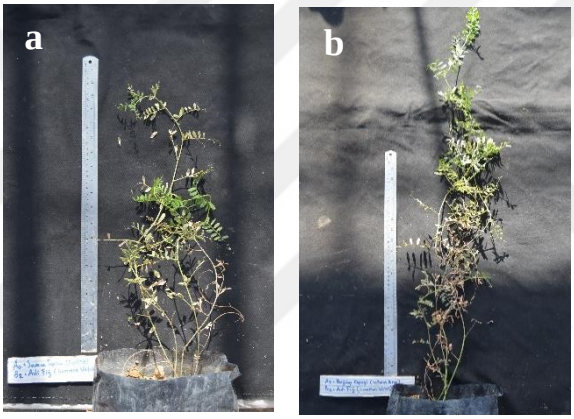
Şekil 3. Yem bezelyesi bitkisinin sararması (a) ve ölmesinin (b) görünüşü



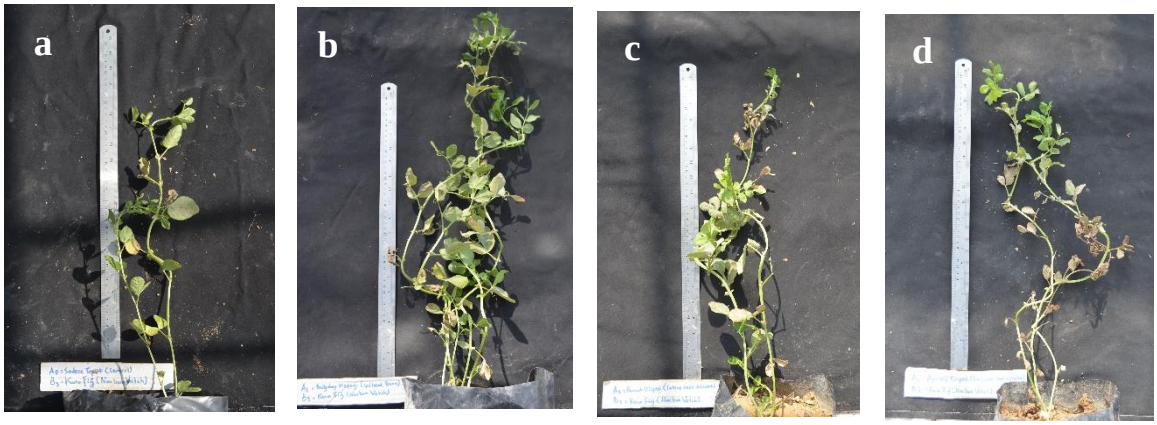
Şekil 4. Nodüller (a) ve aktif nodüller (b) görünüşü



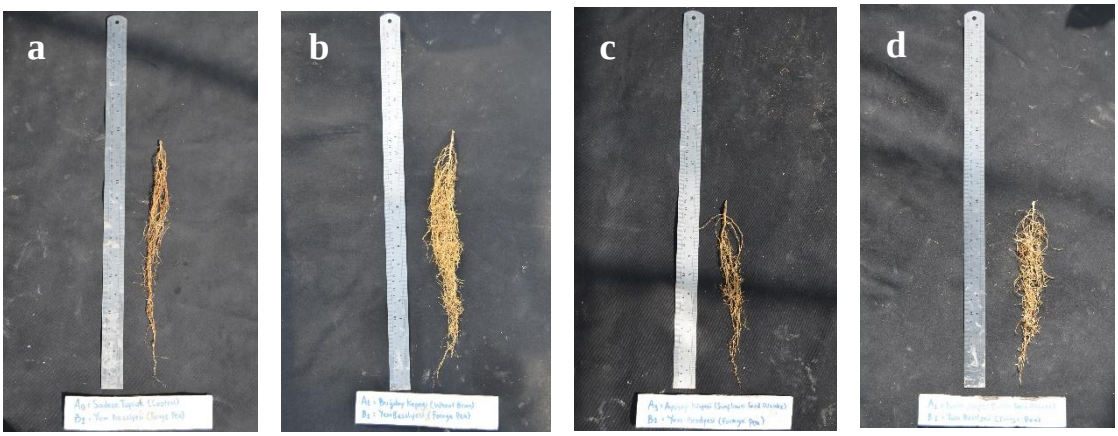
Şekil 5. İkinci yetiştirme döneminde kontrol (a), buğday kepeği (b), pamuk tohumu küspesi (c) ve ayçiçeği tohumu küspesi (d) muamelelerinde yem bezelyesi bitkisinin toprak üstü kısmı



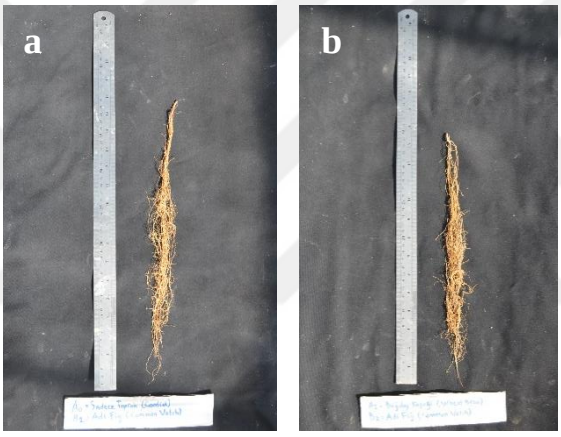
Şekil 6. İkinci yetiştirme döneminde kontrol (a) ve buğday kepeği (b) muamelelerinde yaygın fiğ bitkisinin toprak üstü kısmı



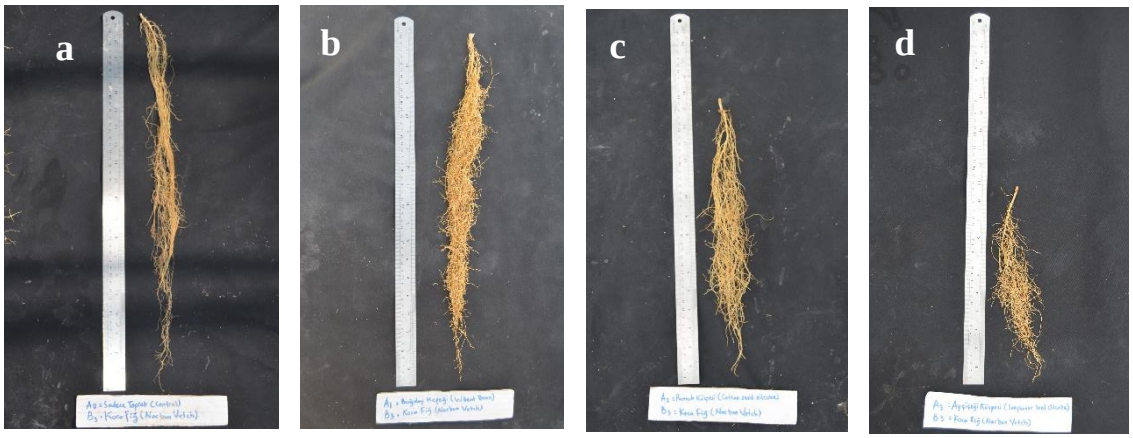
Şekil 7. İkinci yetiştirme döneminde kontrol (a), buğday kepeği (b), pamuk tohumu küspesi (c) ve ayçiçeği tohumu küspesi (d) muamelelerinde koca fiğ bitkisinin toprak üstü kısmı



Şekil 8. İkinci yetiştirme döneminde kontrol (a), buğday kepeği (b), pamuk tohumu küspesi (c) ve ayçiçeği tohumu küspesi (d) muamelelerinde yem bezelyesi bitkisinin kökleri



Şekil 9. İkinci yetiştirme döneminde kontrol (a) ve buğday kepeği (b) muamelelerinde yaygın fiğ bitkisinin kökleri



Şekil 10. İkinci yetiştirme döneminde kontrol (a), buğday kepeği (b), pamuk tohumu küspesi (c) ve ayçiçeği tohumu küspesi (d) muamelelerinde koca fiğ bitkisinin kökleri

4.4. Rhizobium Aktivitesi Parametreleri

4.4.1. Nodül sayısı

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin nodül sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.32'de sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.33'te verilmiştir.

Çizelge 4.32'nin incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci dönemlerinde bitki artığının nodül sayısına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.33'te görüldüğü gibi, araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek nodül sayısı 116.21 adet ile kontrol muamelesinde bulunmuş olup bu da yapılan LSD önem testine göre buğday kepeği muamelesi (97.75 adet) ile birlike 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük nodül sayısı 4.00 adet ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da 2. grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde ise bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek nodül sayısı 115.4 2adet ile buğday kepeği muamelesinde bulunmuş olup bu da yapılan LSD önem testine göre kontrol muamelesi (84.38 adet) ile birlikte 1. gruba (a) ait olmuştur. En düşük nodül sayısı ise 5.08 adet ile ayçiçeği tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da pamuk tohumu küspesi muamelesi (11.50 adet) ile birlikte 2. gruba (b) ait olmuştur.

Çizelge 4.32. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin nodül sayısı değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	2.58	1.91	3	0.32	1.85
Bitki Artığı (A)	2	209.39	155.35**	3	5.37	31.15**
Bitki Türü (B)	2	50.27	37.30**	2	0.97	5.64**
AxB	3	15.11	11.21**	4	0.25	1.45
Hata	21	1.35	-	25	0.17	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.32'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci yetiştirme dönemlerinde bitki türünün nodül sayısına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.33. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin nodül sayısı değerleri (adet) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	150.63a	107.63b	90.38b	**116.21a**	76.13	104.63	72.38	**84.38a**
A1	192.25a	49.25c	51.75c	**97.75a**	153.13	96.00	97.13	**115.42a**
A2	6.63d	-	1.38d	**4.00b**	19.50	-	3.50	**11.50b**
A3	-	-	-	**-**	10.17	-	0.00	**5.08b**
A4	-	-	-	-	-	-	-	**-**
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**116.50a**	**78.44b**	**47.83c**	81.23	**71.17b**	**100.31a**	**43.25c**	63.25

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %14.58, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %16.13
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek nodül sayısı, yem bezelyesi bitkisinde 116.50 adet olarak ölçülmüş olup bu da yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinden (sırasıyla 78.44 ve 47.83 adet) istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre yem bezelyesi 1. grupta (a), yaygın fiğ 2. grupta (b) ve koca fiğ ise son grupta (c) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek nodül sayısı, 100.31 adet ile yaygın fiğ bitkisinde bulunmuş olup bu da yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinden (sırasıyla 71.17 ve 43.25 adet) istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre yaygın fiğ 1. grupta (a), yem bezelyesi 2. grupta (b) ve koca fiğ ise son grupta (c) yer almıştır (Çizelge 4.33).

Bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde interaksiyonları nodül sayısına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.32). En yüksek nodül sayısı, buğday kepeği ile muamele edilen yem bezeyesi bitkisinde 192.25 adet olarak bulunmuşken en düşük nodül sayısı ise pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (1.38 adet) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değer 1. gruba (a), en düşük değer ise son gruba (d) ait olmuştur (Çizelge 4.33). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) interaksiyonları nodül sayısına etkisi önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.32) en yüksek nodül sayısı, buğday kepeği ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (153.13 adet) bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Sonuçlara göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde yem bezelyesi bitkisinin nodül sayısını etkilememişken

yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinin nodül sayısını sırası ile %54.24 ve 42.74 oranlarında azaltmıştır. Pamuk tohumu küspesi, kontrole kıyasla yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin nodül sayısını önemli ölçüde sırası ile %95.60 ve 98.47 oranlarında azaltmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin nodül sayısını etkilememişken pamuk tohumu küspesi ise bitkilerin nodül sayısını %96.56 oranında azaltmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde ise buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla önemli ölçüde tüm bitki türlerinin nodül sayısını etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, kontrole kıyasla önemli ölçüde tüm bitki türlerinin nodül sayısını etkilememişken pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi, bitkilerin nodül sayısını kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırası ile %87.72 ve 94.83 oranlarında azaltmıştır.

Bu sonuçlar, uzun süreli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi), buğday kepeğinin ve kontrol işlemlerinin, bitkilerin kök nodüllerinin sayısında en yüksek sonuçları verdiğini göstermiştir. Kontrol muamelesinde besin eksikliğinden dolayı baklagil bitkileri nodülasyon oranını arttırmıştır. Bitkinin büyümesi ve gelişimi için besin ihtiyacını özellikle N ihtiyacını karşılamak amacıyla baklagil bitkileri ile topraktaki rhizobium simbiyoz yoluyla nodüller oluşturmaktadır (Mohammadi ve ark 2012, Habete ve Buraka 2016).

Bu arada buğday kepeği muamelesindeki yüksek nodülasyon, topraktaki rizobiyumun enerji ve besin kaynağı haline gelen topraktaki yüksek organik madde miktarından kaynaklanmaktadır. Kepek uygulanmasının rhizobium dahil topraktaki bakteri popülasyonunu önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir (de Oliveira ve ark 2007, Doi ve ark 2011, Simmons ve ark 2016). Ayrıca, buğday kepeği ile muamele edilmiş topraktaki bazı besin maddeleri, kontrol muamelesine göre daha yüksek olmasına rağmen (Çizelge 3.3), Çizelge 2.1'e göre buğday kepeğindeki N içeriği düşüktür. N eksikliği durumunda bitkilerin N ihtiyacını karşılamak için nodülasyon yine de yüksek olur (Phillips 1980, FAO 1984, Habete ve Buraka 2016). Ortalama olarak buğday kepeği muamelesi, bitkilerin kök nodüllerinin sayısını %36.79 oranında bir artışla iyileştirme potansiyeline sahiptir, ancak kontrole kıyasla önemli bulunmamıştır. Önceki bir çalışmada, buğday kepeği kullanımının bitki köklerinin nodüllerinin sayısını potansiyel olarak iyileştirdiği bildirilmiştir. Abd-Alla ve Omar (2001), buğday kepeği ile muamele edilen bakla ve soya fasulyesi bitkilerinin nodül sayısı sırasıyla 121 ve 26 adet olarak

bulunmuş olup bunlara göre buğday kepeğinin bakla ve soya fasulyesi bitkilerinin nodül sayısını kontrole göre sırasıyla 16.29 ve 5.50 kat arttırdığını bildirmişlerdir.

Önceki yapılan çalışmalar ayrıca, çeltik kepeği, çeltik kabuğu, yağlı tohum küspesi ve balık unu karışımından oluşan kompost kullanımının bitki kök nodüllerinin sayısını potansiyel olarak iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Kompostun uygulanması, 77.80 adet nodül ile yerfıstığı bitkisinin kök nodül sayısını %9.73 arttırımış, ancak kimyasal gübre muamelesine kıyasla önemli olmamıştır (Yan ve Xu 2002). Organik gübre olarak Rhizobium aşılaması olmayan aynı kompostun kullanımıyla fasulye bitkilerinin kök nodüllerinin 4.30 adet olarak bulunmuş olup bu da kontrole kıyasla %95.45 oranında önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Rhizobium aşılaması ile organik gübre olarak kompost uygulamasıyla fasulye bitkilerinin kök nodül sayısının 22.60 adet olarak tespit edilmiş olup bu da kontrole kıyasla %927.27 oranında önemli ölçüde daha yüksek olduğu da bildirilmiştir (Aryal ve ark 2003). Ayrıca bu kompostun organik gübre olarak kullanılmasıyla, fasulye bitkilerinin kök nodül sayısının 26.10 adet olarak bulunmuş olup bu da kimyasal gübre işlemine kıyasla (kontrol olarak) %26.70 oranında önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Aryal ve ark 2007).

Bu değerler, araştırmamızda buğday kepeği uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuş olup ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi buğday kepeği uygulanmasının bitkilerinin nodül sayısını potansiyel olarak arttırdığını göstermiştir.

Sonuçlar, hem kısa vadeli (bir dönem) hem de uzun vadeli (iki dönem) bir çalışmada pamuk tohumu ve ayçiçeği tohumu küspeleri uygulanmasının, kontrole kıyasla bitkilerin kök nodüllerin sayısını önemli ölçüde engellediğini göstermiştir. Bu sonuçlara göre küspelerin uygulanmasının topraktaki rhizobium varlılığını ve bitkilerin köklerindeki nodülasyon üzerinde fitotoksisite etkisi olduğu varsayılmaktadır. Allelokimyasal bileşiklerin bazı baklagil bitkisinin nodülasyonu ve nodül sayısını engellediği bazı çalışmalar tarafından da rapor edilmiştir (Batish ve ark 2007, Mashela 2014, Gomaa ve ark 2015, Liu ve ark 2019).

Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışma ayrıca ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde koca fiğ bitkisinin yem bezelyesi ve yaygın fiğ bitkilerinden daha düşük kök nodül sayısına sahip olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.33). Bu sonuçlar, aynı zamanda, farklı bitki türlerinin, farklı

dönemdeki bitki artığı muamelelerine farklı kök nodül sayısı tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.4.2. Aktif nodül sayısı

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin aktif nodül sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34'te sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.35'te verilmiştir.

Çizelge 4.34'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci dönemlerinde bitki artığının aktif nodül sayısına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.35'te görüldüğü gibi, araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek aktif nodül sayısı 61.33 adet ile kontrol muamelesinde bulunmuş olup bu da buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi muamelelerinden (sırasıyla 38.25 ve 0.75 adet) istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre buğday kepeği 1. grupta (a), kontrol 2. grupta (b) ve pamuk tohumu küspesi ise son grupta (c) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde ise bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek aktif nodül sayısı 24.67 adet ile kontrol muamelesinde bulunmuş olup bu da yapılan LSD önem testine göre buğday kepeği muamelesi (23.12 adet) ile birlikte 1. grupra (a) yer almıştır. En düşük aktif nodül sayısı ise 0.33 adet ile ayçiçeği tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da pamuk tohumu küspesi muamelesi (2.96 adet) ile birlikte 2. grupta (b) yer almıştır.

Çizelge 4.34. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin aktif nodül sayısı değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	1.36	1.52	3	0.16	1.70
Bitki Artığı (A)	2	121.14	135.58**	3	1.93	20.92**
Bitki Türü (B)	2	54.02	60.46**	2	0.66	7.19**
AxB	3	12.85	14.38**	4	0.07	0.80
Hata	21	0.89	-	25	0.09	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.34'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci yetiştirme dönemlerinde bitki türünün aktif nodül sayısına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.35. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin aktif nodül sayısı değerleri (adet) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	99.13a	44.38b	40.50b	**61.33a**	27.63	34.38	12.00	**24.67a**
A1	93.88a	10.00c	10.88c	**38.25b**	28.88	25.75	14.75	**23.12a**
A2	1.50d	-	0.00d	**0.75c**	5.67	-	0.25	**2.96b**
A3	-	-	-	-	0.67	-	0.00	**0.33b**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**64.83a**	**27.19b**	**17.13c**	37.53	**17.73b**	**30.06a**	**6.75c**	15.00

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %18.48, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %16.18
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek aktif nodül sayısı, yem bezelyesi bitkisinde (64.83 adet) bulunmuş olup bu da yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinden (sırasıyla 27.19 ve 17.13 adet) istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre yem bezelyesi 1. grupta (a), yaygın fiğ 2. grupta (b) ve koca fiğ ise son grupta (c) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek aktif nodül sayısı, 30.06 adet ile yaygın fiğ bitkisinde bulunmuş olup bu da yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinden (sırasıyla 17.73 ve 6.75 adet) istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre yaygın fiğ 1. grupta (a), yem bezelyesi 2. grupta (b) ve koca fiğ ise son grupta (c) yer almıştır (Çizelge 4.35).

Bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde interaksiyonları aktif nodül sayısına etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.34). En yüksek aktif nodül sayısı, kontrol ile muamele edilen yem bezeyesi bitkisinde 99.13 adet olarak bulunmuşken en düşük aktif nodül sayısı ise pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (0.00 adet) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değer 1. gruba (a), en düşük değer ise son gruba (d) ait olmuştur (Çizelge 4.35). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında interaksiyonları (AxB) aktif nodül sayısına

etkisi önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.34) en yüksek aktif nodül sayısı, kontrol ile muamele edilen yaygın fiğ bitkisinde (34.38 adet) bulunmuştur (Çizelge 4.35).

Sonuçlara göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde yem bezelyesi bitkisinin aktif nodül sayısını etkilememişken yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinin nodül sayısını sırası ile %77.47 ve 73.13 oranlarında azaltmıştır. Pamuk tohumu küspesi, kontrole kıyasla yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin aktif nodül sayısını önemli ölçüde sırası ile %98.49 ve 100.00 oranında azaltmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin aktif nodül sayısını %60.34 ve 98.78 oranlarında azaltmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde ise buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla önemli ölçüde tüm bitki türlerinin aktif nodül sayısını etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, kontrole kıyasla önemli ölçüde tüm bitki türlerinin nodül sayısını etkilememişken pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi, bitkilerin aktif nodül sayısını kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırası ile %89.58 ve 98.82 oranlarında azaltmıştır.

Bu sonuçlar, kısa vadeli bir çalışmada (bir yetiştirme dönemi) kontroldeki aktif nodül sayısı tüm bitki artıklarındakinden daha yüksek bulunmuşken uzun vadeli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi) ise kontroldeki aktif nodül sayısı, buğday kepeği muamelesindeki ile aynı sonuçlar bulunmuştur. Sonuçlar ayrıca, hem kısa vadeli (bir dönem) hem de uzun vadeli (iki dönem) bir çalışmada pamuk tohumu ve ayçiçeği tohumu küspeleri bitkilerin kökteki aktif nodül sayısını de engellemiştir. Bu bitkilerin köteki aktif nodül sayısı engellenmesi, pamuk tohumu ve ayçiçeği tohumu küspelerinin fititoksisite etkisi olduğundan varsayılmaktadır.

Aktif nodül sayısı konusunda bazı yapılan literatür taranması sonucunda hiç bir literatür ve veriye rastlanamadığından tartışma yapılamamıştır. Bu çalışma ayrıca ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde koca fiğ bitkisinin yem bezelyesi ve yaygın fiğ bitkilerinden daha düşük aktif nodül sayısına sahip olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.35). Bununla birlikte, farklı bitki türlerinin farklı yetiştirme dönemindeki bitki artığı muamelelerine farklı aktif nodül sayısı tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.5. Bitkide Kimyasal İçeriklerin Analizi

4.5.1. Azot [N]

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin N içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.36'da sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.37'de verilmiştir.

Çizelge 4.36. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin azot [N] içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	0.12	1.94	3	0.04	0.34
Bitki Artığı (A)	2	1.91	30.68**	3	5.70	55.26**
Bitki Türü (B)	2	0.54	8.73**	2	0.60	5.86**
AxB	3	0.37	6.01**	4	0.02	0.19
Hata	21	0.06	-	25	0.10	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir.

Çizelge 4.36'nın incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci dönemlerinde bitki artığının bitkilerin N içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.37. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin azot [N] içeriği değerleri (%) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	B2	B3	Ort.	B1	B2	B3	Ort.
A0	2.55d	2.66cd	1.92e	**2.38b**	1.96	1.70	1.39	**1.67d**
A1	3.45a	2.86bcd	3.03bc	**3.13a**	2.69	2.52	2.30	**2.50c**
A2	3.13b	-	2.95bc	**3.04a**	3.09	-	2.78	**2.94b**
A3	-	-	-	-	3.86	-	3.53	**3.69a**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**3.06a**	**2.76b**	**2.63b**	2.82	**2.81a**	**2.11c**	**2.50b**	2.58

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %8.85, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %12.65

A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Çizelge 4.37'de görüldüğü gibi, araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek N içeriği %3.13 ile buğday kepeği muamelesinde

bulunmuş olup bunu pamuk tohumu küspesi muamelesi (%3.04) takip etmiştir. En düşük N içeriği ise kontrol muamelesinde %2.38 olarak bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre buğday kepeği ve pamuk tohum küspesi 1. grupta (a), kontrol ise 2. grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde ise bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek N içeriği %3.69 ile ayçiçeği tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da diğer muamelelerden istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. En düşük N içeriği ise %1.67 ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre ayçiçeği tohum küspesi 1. grupta (a), pamuk tohumu küspesi 2. grupta (b), buğday kepeği 3. grupta (c) ve kontrol ise son grupta (d) yer almıştır.

Çizelge 4.36'nın incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci yetiştirme dönemlerinde bitki türünün N içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek N içeriği, yem bezelyesi bitkisinde (%3.06) bulunmuş olup bu da yapılan LSD önem testine göre 1. grubu (a) oluşturmuştur. En düşük N içeriği ise koca fiğ bitkisinde (%2.64) bulunmuş olup bu da yaygın fiğ bitkisi (%2.76) ile birlikte 2. gruba (b) ait olmuştur. İkinci yetiştirme döneminde bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek N içeriği, yem bezelyesi bitkisinde (%2.81) bulunmuş olup bu da koca fiğ ve yaygın fiğ bitkilerinden (sırasıyla %2.50 ve 2.11) istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre yem bezelyesi 1. grupta (a), koca fiğ 2. grupta (b) ve yaygın fiğ ise son grupta (c) yer almıştır (Çizelge 4.37).

Bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde interaksiyonları bitkide N içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.36). En yüksek N içeriği, buğday kepeği ile muamele edilen yem bezeyesi bitkisinde %3.45 olarak tespit edilmiş olup en düşük N içeriği ise kontrol ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (%1.92) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değer 1. gruba (a), en düşük değer ise son gruba (e) ait olmuştur (Çizelge 4.37). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında interaksiyonları (AxB) aktif nodül sayısına etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.36) en yüksek N içeriği, ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (%3.86) bulunmuştur (Çizelge 4.37).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde yaygın fiğ bitkisinin N içeriğini etkilememişken yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin N içeriğini sırası ile %35.29 ve

57.81 oranlarında arttırmıştır. Pamuk tohumu küspesi, kontrole kıyasla yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin N içeriğini önemli ölçüde sırası ile %85.27 ve 101.62 oranlarında arttırmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin N içeriğini sırasıyla %57.81 ve 53.65 oranlarında arttırmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde ise buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla önemli ölçüde tüm bitki türlerinin N içeriğini etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla önemli ölçüde bitkilerin N içeriğini istatistiki açıdan önemli ölçüde sırası ile %49.70, 74.25 ve 119.76 oranlarında arttırmıştır.

Bu sonuçlar, ortalama olarak bitki artıkları uygulanmasında, kontrole kıyasla bitkilerdeki N içeriği önemli ölçüde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Sonuçlar ayrıca, ikinci yetiştirme dönemindeki bitkilerin N içeriğinin, birinci yetiştirme dönemindekinden daha düşük olduğunu da göstermiştir. Bununla birlikte, uzun vadeli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi), kontrol muamalesinin iki yetiştirme dönemin arasında bitkide N içeriğinin azalması tüm bitki artıkları muamelelerinden daha yüksek olduğu gösterilmiştir.

Önceki yapılan bazı çalışmalar, organik gübre olarak buğday kepeği kullanılmasının bitkilerin N içeriği üzerinde etkisini bildirmişlerdir. Abd-Alla ve Omar (2001)'ın yaptıkları bir çalışmada, bakla ve soya fasulyesi bitkileri yetiştirilmesinde buğday kepeği ile muamele edilen bakla bitkisinin kökleri ve toprak üstü bitki kısmındaki N içeriği sırasıyla 8.40 ve 28.98 mg/bitki olarak tespit edimiş olup bunlar da kontrole kıyasla sırasıyla %238.71 ve 336.45 oranlarında önemli ölçüde daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Ayrıca, buğday kepeği ile muamele edilen soya fasulyesi bitkisinin kökleri ve toprak üstü bitki kısmındaki N içeriği sırasıyla 11.4 ve 23.4 mg/bitki olarak tespit edimiş olup bunlar da kontrole kıyasla sırasıyla %256.25 ve 310.53 oranlarında önemli ölçüde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ravnskov ve ark. (2006)'un yaptıkları denemede ayrıca, domates bitkileri yetiştirilmesinde buğday kepeği kullanılmasının toprak üstü bitki kısmının N içeriğini (%4.37) kontrole kıyasla %56.63 oranında arttırdığını göstermiştir.

Organik gübre olarak çeltik kepeği kullanılmasının Amaranthus (Moyin-Jesu 2003) ve bamya (Moyin-Jesu 2007) bitkilerinin N içeriğini (sırasıyla %0.71 ve 0.51) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla 23 ve 16 kat arttırdığı bildirilmiştir. Japonya'daki yapıldığı ıspanak üretiminde ise çeltik kepeği kompostu uygulamasının ıspanak

bitkisinde Nitrat-N (114.0 mg/100 g) kontrole göre %29.55 arttırdığı bildirilmiştir (Khan ve ark 2007a).

Karışık kompostun organik materyellerden biri olarak çeltik kepeği veya buğday kepeği kullanılmasının bitkide N içeriği ile ilgili de bazı çalışmada rapor edilmiştir. Aryal ve ark. (2003), 3.5:2:1.5:1 oranında çeltik kepeği, çeltik kabuğu, yağlı tohum küspesi ve balık unu karışımından oluşan kompost kullanımının fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinde toplam N içeriğini (34.50 mg/g) kontrole kıyasla %25.00 oranında arttırdığını göstermiştir. Sakurai ve ark (2008) tarafından yapılmış çalışmada, organik gübre olarak bitki artıkları, çeltik kepeği ve balık unu karışımı kullanılmasıyla marul bitkisinin N içeriği 29.40 mg/g olarak tespit edilmiş olup bu da kontrol olarak kimyasal gübreye kıyasla önemli ölçüde farklı olmadığı gösterilmiştir. Rady (2012)'nin yaptığı denemede ise domates (*Lycopersicum esculentum* L.) bitkisi yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında 20 g/kg esasına göre 2:10:1 oranında kalsiyum sülfat ($CaSO_4$), buğday kepeği ve humik asit karışımından oluşan organomineral gübre uygulanmasının domates bitkisinin N içeriğini (sırasıyla 12.09 ve 14.12 mg/g) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %18.07 ve 26.75 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir.

Bu değerler, araştırmamızda buğday kepeği uygulanması ile ilgili ele alınan değerlerden farklı sonuçlar bulunmuş olup ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kepekler uygulanmasının bitkilerinin N içeriğini arttırdığını göstermiştir.

Pamuk tohumu ve ayçiçeği tohumu küspelerin uygulanmasının bitkilerde N içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler taranarak sadece aşağıda iki çalışma rastlanmıştır. Fine (2010)'in yaptığı çalışmada, pamuk tohumu küspesi uygulanmasıyla kadife çiçeği ve erguvanin yapraklarındaki toplam N içeriği sırasıyla %2.97-3.64 ve %2.31-2.34 arasında tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla hafifçe daha yüksek ancak önemli ölçüde farklı bulunmamıştır. Mazzoncini ve ark (2015), kısmen ve tamamen yağdan arındırılmış ayçiçeği küspesi uygulanmasının marul bitkisinde N içeriğini (sırasıyla %3.56 ve 3.75) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %52.79 ve 60.94 oranlarında arttırdığını bildirmişlerdir. Ispanak bitkisinde ise de, kısmen ve tamamen yağdan arındırılmış ayçiçeği küspesi uygulanmasının N içeriğini (sırasıyla %3.37 ve 3.37) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %31.13 ve 31.13 oranlarında arttırdığı bildirilmiştir.

Ancak başka tohumlardan kaynaklanan küspeleri uygulanmasının bitkilerde N içeriğine etkisi bazı çalışmalar tarafından rapor edilmiştir. Elma bitkisinin Gala çeşidi

yetiştiriciliğinde, %2'lik miktarda kolza küspesi kullanılmasının elma yaprağınn N içeriğini (%2.40-3.78) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde %96.72-121.05 oranlar arasında arttırdığı bildirilmiştir (Mazzola ve ark 2001).

Japonya'daki iki farklı çeşit (Ryousai-issun ve Assuit 8) bakla (*Vicia faba* L.) yetiştiriciliğinde 40 g/saksı miktarında kompost (çeltik samanı, tavuk gübresi ve kolza küspesi karışımı) uygulanmasının bitkide N içeriğini (sırasıyla 2.21 ve 1.80 mmol N/g) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasyla %38.99 ve 29.50 oranlarında arttırdığı rapor edilmiştir (Abdelhamid ve ark 2004).

Japonya'daki çeltik ve buğday tarım sistemi çalışmasında, ham ve kompost hallerinde bezelye yeşil gübresi ve kolza küspesi karışımı uygulanması buğday bitkisinin N içeriğini (sırasıyla 26.94 ve 26.99 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde %48.68 ve 48.95 oranlarında arttırmıştır. Çeltik parsellerinde ise ham ve kompost hallerinde bezelye yeşil gübresi ve kolza küspesi karışımı uygulanmasının, topraktaki N içeriğini (sırasıyla 8.47 ve 7.43 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %34.23 ve 17.75 oranlarında arttırdığı bildirilmiştir (Eusuf Zai ve ark 2008).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada ise azot kaynağı olarak yalancı tespih küspesi kullanımı çemenotu (*Trigonella foenum-graecum* L.) bitkisinin samanında N içeriğini (%0.905) kontrole kıyasla %8.77 oranında arttırdığını gösterilmiştir (Dhayal 2010). Sera şartları altında pamuk ve sorgum bitkileri yetiştirilmesinde, %1 miktarlı beyaz hardal (*Sinapsis alba*) ve Hindistan hardalı (*Brassica juncea*) küspeleri uygulamanının pamuk bitkisinde toplam N içeriğini (sırasıyla %3.99 ve 4.13) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %211.72 ve 222.66 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir. Sorgum bitkisinde ise %1 miktarlı beyaz hardal (*S. alba*) ve Hindistan hardalı (*B. juncea*) küspeleri uygulamanının toplam N içeriğini (sırasıyla %2.76 ve 3.31) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %288.73 ve 366.20 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir (Rothlisberger 2010).

Şili'de yapılan bir çalışmada, %6, 12 ve 24 miktarlarında *Geoffroea decorticans* tohumu küspesinin *G. decorticans* yapraklarının N içeriğini (sırasıyla %2.79, 3.48 ve 5.03) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %117.97, 200.00 ve 292.97 oranlarında arttırdığı bildirilmiştir (Santibanez ve Varnero, 2014). Cennet hurması yetiştiriciliğinde en yüksek miktarda (150 kg N/ha esaslı) kullanılan küspe gübresi (kolza küspesi, soya küspesi, hintyağı küspesi ve buğday kepeği karışımı) ile birinci, ikinci ve üçüncü yıllarındaki cennet hurması yaprağın N içeriğinin sırasıyla %2.1, 3.2 ve 2.0 olarak tespit

edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %10.53, 28.00 ve 17.65 oranlarında daha yüksek bununduğu belirlenmiştir (Kim ve ark., 2015).

Hindistan'da yaptığı denemede, mısır (*Zea mays* L.) üretiminde yağı alınmış ve alınmamış yalancı tespih küspesi uygulaması bitkide N içeriğini (sırasıyla 53.40 ve 39.57 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %141.41 ve 86.30 oranlarında arttırmıştır (Kiran ve ark 2017). Kore'deki yapılan bir çalışmada ise çeltik üretiminde 200kg/0.1 ha esasına göre uygulanılan kolza küspesi ile çeltik yaprağının N içeriği %3.61 olarak tespit edilmiş olup bu da kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde %14.60 daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir (Park ve ark 2017).

ABD'nin Kaliforniya Eyaleti'nde pamuk ve sorgum yetiştirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, %2.5 miktarında beyaz hardal (*Sinapsis alba* L.) ve Hindistan hardalı (*Brassica juncea* L.) küspeleri uygulanmasının birinci hasattaki pamuk bikisinde toplam N içeriğini (sırasıyla 53.30 ve 52.60 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %316.41 ve 310.94 oranlarında arttırmışken ikinci hasataki pamuk bikisinde toplam N içeriğini ise de (sırasıyla 48.90 ve 45.20 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %288.10 ve 258.73 oranlarında arttırdığı bildrilmiştir. Sorgum bitkisinde ise %2.5 miktarında beyaz hardal ve Hindistan hardalı küspeleri uygulanmasının birinci hasattaki toplam N içeriğini (sırasıyla 47.70 ve 44.10 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %571.83 ve 521.13 oranlarında arttırmışken ikinci hasattaki pamuk bikisinde toplam N içeriğini ise de (sırasıyla 48.20 ve 29.40 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %487.80 ve 258.54 oranlarında arttırdığı bildrilmiştir (Lewis ve ark 2019).

Kore'deki kuş kirazı üretiminde %25-100 önerilen miktarlarında hintyağı tohumu küspesi uygulanmasının bitkinin kökü, yaprağı, sapı ve meyvesindeki toplam N içeriğini (sırasıyla 1.52-3.12, 3.95-5.05, 2.28-5.31 ve 2.5-7.45 g aralıklarında) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %67.74, 146.34, 308.46 ve 206844.44 oranlarına kadar arttırdığı belirlenmiştir (Choi ve Jung 2020).

Bu değerler, araştırmamızda küspeler uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuş olup ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi küspeler uygulanmasının bitkilerinin N içeriğini arttırdığını göstermiştir.

Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, analizde kullanılan bitki kısımlarından, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışma ayrıca ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde yem bezelyesi bitkisinin koca fiğ ve yaygın fiğ bitkilerinden önemli ölçüde daha yüksek N içeriğine

sahip olduğunu göstermiştir. En düşük N içeriği tepkisi ise yaygın fiğ bitkilerinde bulunmuştur (Çizelge 4.37). Bu sonuçlar, farklı bitki türlerinin, farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerine farklı bitkide N içeriği tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.5.2. Fosfor [P]

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin P içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38'de sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.39'da verilmiştir.

Çizelge 4.38'in incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci ve ikinci yetiştirme dönemlerinde bitki artığının bitkilerin P içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.38. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin fosfor [P] içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	0.00069	1.38	3	0.00024	0.35
Bitki Artığı (A)	2	0.04288	85.87**	3	0.01477	21.34**
Bitki Türü (B)	2	0.02668	53.42**	2	0.01247	18.01**
AxB	3	0.00272	5.45**	4	0.00484	6.99**
Hata	21	0.00050	-	25	0.00069	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek P içeriği %0.25 ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da istatistiki açıdan önemli ölçüde diğer muamelelerden daha yüksek bulunmuştur. En düşük P içeriği ise %0.13 ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre buğday kepeği 1. grupta (a), pamuk tohumu küspesi 2. grupta (b) ve kontrol ise son grupta (c) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek P içeriği %0.22 ile buğday kepeği muamelesinde bulunmuş olup bu da istatistiki açıdan önemli ölçüde diğer muamelelerden daha yüksek bulunmuştur. En düşük P içeriği ise %0.14 ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre buğday kepeği 1. grupta (a), pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi 2. grupta (b) ve kontrol ise son grupta (c) yer almıştır (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.39. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin fosfor [P] içeriği değerleri (%) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	0.15c	0.15c	0.11d	**0.13c**	0.14fg	0.17ef	0.10h	**0.14c**
A1	0.30a	0.27ab	0.18c	**0.25a**	0.26a	0.19cde	0.22bc	**0.22a**
A2	0.26b	-	0.15c	**0.20b**	0.21bcd	-	0.18def	**0.19b**
A3	-	-	-	-	0.24ab	-	0.13gh	**0.18b**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**0.24a**	**0.21b**	**0.15c**	0.19	**0.21a**	**0.18b**	**0.15c**	0.18

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %11.42, C.V. (Ikinci Yetiştirme Dönemi): %14.62
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Çizelge 4.38'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki türünün bitkide P içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek P içeriği, yem bezelyesi bitkisinde %0.24 olarak tespit edilmiş olup bu da diğer bitkilerinden istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. En düşük P içeriği ise koca fiğ bitkisinde %0.15 olarak tespit edilmiştir. Yapılan LSD önem testine göre yem bezelyesi 1. grupta (a), yaygın fiğ 2. grupta (b) ve koca fiğ ise son grupta (c) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek P içeriği, %0.21 ile yem bezelyesi bitkisinde bulunmuş olup bu da diğer bitkilerinden istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. En düşük P içeriği ise koca fiğ bitkisinde (%0.15) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre birinci yetiştirme döneminde gibi yem bezelyesi 1. grupta (a), yaygın fiğ 2. grupta (b) ve koca fiğ ise son grupta (c) yer almıştır (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.38'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde interaksiyonları bitkide P içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek P içeriği, buğday kepeği ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde %0.30 olarak tespit edilmiş olup en düşük P içeriği ise kontrol

ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (%0.11) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. gruba (a), en düşük değeri ise son gruba (d) ait olmuştur. İkinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek P içeriği, buğday kepeği ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (%0.26) bulunmuşken en düşük P içeriği ise kontrol ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (%0.10) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. gruba (a), en düşük değeri ise son gruba (h) ait olmuştur (Çizelge 4.39).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde yem bezelyesi, yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinin P içeriğini sırasıyla %100.00, 80.00 ve 63.64 oranlarında arttırmıştır. Pamuk tohumu küspesi, kontrole kıyasla yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin P içeriğini önemli ölçüde sırası ile %73.33 ve 36.36 oranlarında arttırmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin P içeriğini sırasıyla %92.31 ve 53.85 oranlarında arttırmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde ise buğday kepeği, kontrole kıyasla önemli ölçüde yaygın fiğ bitkisinin P içeriğini etkilememişken yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin P içeriğini sırasıyla %85.71 ve 120.00 oranlarında arttırmıştır. Pamuk tohumu küspesi yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin P içeriğini sırasıyla %50.00 ve 80.00 oranlarında arttırmıştır. Ayçiçeği tohumu küspesi ise koca fiğ bitkisinin P içeriğini etkilememişken yem bezelyesi bitkisinin P içeriğini %71.43 oranında arttırmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla bitkilerin P içeriğini istatistiki açıdan önemli ölçüde sırası ile %57.14, 35.71 ve 28.57 oranlarında arttırmıştır.

Sonuçlar, uzun vadeli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi), kontrol muamalesinin ikinci yetiştirme dönemindeki bitkilerin P içeriği birinci yetiştirme dönemindekinden aynı miktarda olurken tüm bitki artıkları muamelelerinin ise hafifçe daha düşük olduğunu göstermiştir. Ancak ortalama olarak bitki artıklarının uygulanmasının, her iki yetiştirme döneminde kontrole kıyasla bitkilerdeki P içeriğini önemli ölçüde arttırdığı gösterilmiştir.

Bazı çalışmalarda, oragnik gübre olarak buğday kepeği kullanılmasının bitkilerin P içeriği üzerinde etkisi rapor edilmiştir. Abd-Alla ve Omar (2001)'ın yaptıkları bir çalışmada, bakla ve soya fasulyesi bitkileri yetiştirilmesinde buğday kepeği ile muamele edilen bakla bitkisinin kökleri ve toprak üstü bitki kısmındaki P içeriği sırasıyla 57 ve 175 mg/bitki olarak tespit edimiş olup bunlar da kontrole kıyasla sırasıyla %200.00 ve 254.25 oranlarında önemli ölçüde daha yüksek olduğunu belirlenmiştir. Ayrıca, buğday

kepeği ile muamele edilen soya fasulyesi bitkisinin kökleri ve toprak üstü bitki kısmındaki P içeriğinin sırasıyla 63 ve 212 mg/bitki olarak tespit edimiş olup bunlar da kontrole kıyasla sırasıyla %186.36 ve 318.15 oranlarında önemli ölçüde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ravnskov ve ark (2006)'un yaptıkları deneme, domates bitkileri yetiştirilmesinde buğday kepeği kullanılmasının toprak üstü bitki kısmının P içeriğini (%0.52) kontrole kıyasla %116.67 oranında arttırdığını göstermiştir. Badar ve ark (2014)'ın yaptıkları araştırmada ise maş fasulyesi (*Vigna radiata* L.) yetiştirilmesindeki buğday kepeği compostuyla maş fasulyesi bitkisinde P içeriği %0.28 olarak tespit edilmiş olup bunun da kontrole kıyasla önemli ölçüde %250 daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Diğer kepek çeşidi olan çeltik kepeğinin organik gübre olarak kullanılmasının bitkilerin P içeriğine etkisi bazı çalışmalar tarafından rapor edilmiştir. Aryal ve ark. (2003), çeltik kepeği, çeltik kabuğu, yağlı tohum küspesi ve balık unu karışımından oluşan kompost kullanımının fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinde toplam P içeriğini (3.70 mg/g) kontrole kıyasla %32.14 oranında arttırdığını göstermiştir.

Moyin-Jesu (2003), organik gübrelerden biri olan çeltik kepeğinin Amaranthus bitkilerinin P içeriğini (%0.122) kontrole kıyasla önemli ölçüde 9.17 kat arttırdığını bildirmiştir. Moyin-Jesu (2007), çeltik kepeğinin toprağa katılmasıyla bamya bitkisinin yetiştrilmesinde bamya meyvesindeki P içeriğinin %0.35 olarak belirlenmiş olup bu da kontrole kıyasla önemli ölçüde 6 kat daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Sakurai ve ark (2008) tarafından yapılmış çalışmada, organik gübre olarak bitki artıkları, çeltik kepeği ve balık unu karışımı kullanılmasıyla marul bitkisinin P içeriğinin 4.70 mg/g olarak tespit edilmiş olup bu da kontrol olarak kimyasal gübreye kıyasla %17.50 oranında önemli ölçüde daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Zheng ve ark (2013) tarafından bir çalışmada ise çeltik kepeği biyokömürü uygulanmasıyla buğday bitkisinin P içeriği 11.10 mg/g olarak belirlenmiş olup bu da kontrole kıyasla %58.57 oranında daha yüksek bulunmuştur.

Bu değerler, araştırmamızda buğday kepeği uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuş olup ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kepekler uygulanmasının bitkilerinin P içeriğini arttırdığını göstermiştir.

Pamuk tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde P içeriği üzerinde etkisi ile ilgili bazı veriler ve literatürler taranarak sadece Fine (2010)'in yaptığı çalışmaya rastlanılmıştır. Çalışmada, pamuk tohumu küspesi uygulanmasıyla kadife çiçeği yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında yapraktaki P içeriği %0.19-0.28 arasında

tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde farklı bulunmamıştır. Bununla birlikte, aynı çalışmada, pamuk tohumu küspesi uygulanmasıyla erguvan yetiştirilmesinin birinci yılında yapraktaki P içeriği %0.18-0.21 arasında tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilememişken ikinci yılında ise topraktaki P içeriği %0.18-0.30 arasında tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde %76.47 oranına kadar daha yüksek bulunmuştur.

Ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde P içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında hiç bir literatür rastlanmamıştır. Ancak, diğer kaynaklardan küspe uygulanmasının bitkilerde P içeriği üzerinde etkisi bazı çalışmalar tarafından rapor edilmiştir. Mazzola ve ark (2001), elma bitkisinin Gala çeşidi yetiştiriciliğinde %2'lik miktarda kolza küspesi kullanılmasının elma yaprağının P içeriğini (%23-0.30) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde %100 oranına kadar arttırdığını bildirmişlerdir.

Eusuf Zai ve ark (2008)'nin Japonya'da çeltik ve buğday tarım sistemi çalışmasında, ham ve kompost hallerinde bezelye yeşil gübresi ve kolza küspesi karışımı uygulanmasının buğday bitkisinin P içeriğini (sırasıyla 0.444 ve 0.580 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %11.00 ve 46.00 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir. Çeltik parsellerinde ise ham ve kompost hallerinde bezelye yeşil gübresi ve kolza küspesi karışımı uygulanmasının, topraktaki P içeriğini (sırasıyla 1.15 ve 1.09 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %43.75 ve 36.25 oranlarında arttırdığı bildirilmiştir.

Shormy ve ark (2013)'nin Bangladeş'teki yaptıkları bir çalışmada, hardal tohumu küspesi uygulanması, çeltik bitkisinin danesi ve samanında P içeriğini (sırasıyla %0.26 ve 0.131) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %8.33 ve 32.32 oranlarında arrtırdığı gösterilmiştir. Rothlisberger (2010)'in yaptığı çalışmadaki sera şartları altında pamuk ve sorgum bitkileri yetiştirilmesinde, %1 miktarında beyaz hardal (*Sinapsis alba*) ve Hindistan hardalı (*Brassica juncea*) küspe uygulamalarının pamuk bitkisinde P içeriğini (sırasıyla 3439 ve 4218 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %82.05 ve 123.29 oranlarında arttırdığı bildirilmiştir. Sorgum bitkisinde ise %1 miktarında beyaz hardal (*S. alba*) ve Hindistan hardalı (*B. juncea*) küspe uygulamalarının P içeriğini (sırasıyla 3326 ve 5620 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %195.12 ve 398.67 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir.

Santibáñez ve Varnero (2014)'nun Şili'de yaptıkları bir çalışmada, sırasıyla %6, 12 ve 24 miktarlarında *Geoffroea decorticans* tohumu küspesinin *G. decorticans* yapraklarının P içeriğini (sırasıyla %0.45, 0.52 ve 0.76) kontrole kıyasla önemli ölçüde

sırasıyla %221.42, 264.29 ve 442.86 oranlarında arttırdığını bildirmişlerdir. Sinha ve ark. (2011), Hindistan'da yapıldığı çalışmada *Jatropha curcas* tohumu küspesi uygulanmasının *J. curcas* ve *Cymbopogon martinii* bitkilerinde P içeriğini (sırasıyla 4.78 ve 0.64 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %168.54 ve 60.00 oranlarında arttırdığını göstermişlerdir.

Kim ve ark (2015), cennet hurması yetiştiriciliğinde en yüksek miktarda (150 kg N/ha esaslı) kullanılan küspe gübresi (kolza küspesi, soya küspesi, hintyağı küspesi ve buğday kepeği karışımı) ile birinci, ikinci ve üçüncü yıllarındaki cennet hurması yaprağın P içeriği sırasıyla %0.23, 0.98 ve 0.36 olarak tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sadece ikinci yılında %53.13 oranında daha yüksek bulunmuşken birinci ve üçüncü yıllarında ise farklı bulunmadığını bildirmişlerdir.

Kiran (2017)'ın Hindistan'da yaptığı denemede, mısır (*Zea mays* L.) üretiminde yağı alınmış ve alınmamış yalancı tespih küspesi uygulaması bitkide P içeriğini (sırasıyla 4.31 ve 2.37 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %395.40 ve 172.41 oranlarında arttırmıştır. Lewis ve ark (2019) tarafından ABD'nin Kaliforniya Eyaleti'nde pamuk ve sorgum yetiştirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, %2.5 miktarda beyaz hardal (*Sinapsis alba* L.) ve Hindistan hardalı (*Brassica juncea* L.) küspeleri uygulanmasının birinci hasattaki pamuk bikisinde P içeriğini (sırasıyla 9225 ve 10505 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %388.35 ve 456.11 oranlarında arttırmışken ikinci hasattaki pamuk bikisinde P içeriğini ise (sırasıyla 8574 ve 9018 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %91.86 ve 101.79 oranlarında arttırdığı bildrilmiştir. Sorgum bitkisinde ise %2.5 miktarda beyaz hardal ve Hindistan hardalı küspeleri uygulanmasının birinci hasattaki P içeriğini (sırasıyla 17903 ve 15877 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %1488.55 ve 1308.78 oranlarında arttırmışken ikinci hasattaki pamuk bikisinde P içeriğini ise (sırasıyla 11859 ve 12088 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %282.55 ve 289.94 oranlarında arttırdığı bildrilmiştir.

Choi ve Jung (2020), Kore'deki kuş kirazı üretiminde %25-100 önerilen miktarlarında hintyağı tohumu küspesi uygulanmasının bitkinin kökü, yaprağı, sapı ve meyvesindeki P içeriğini (sırasıyla 0.02-0.13, 0.07-0.09, 0.05-0.20 ve 0.08-0.22 g aralıklarında) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %333.33, 125.00, 400.00 ve 2100.00 oranlarına kadar arttırdığını bildirmişlerdir.

Bu değerler, araştırmamızda küspeler uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuş olup bunların çoğu da kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi küspeler uygulanmasının bitkilerinin P içeriğini arttırdığını göstermiştir.

Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, analizde kullanılan bitki kısımlarından, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışma ayrıca ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde yem bezelyesi bitkisinin en yüksek P içeriğine sahip olduğunu ve ayrıca, koca fiğ ve yaygın fiğ bitkilerinden önemli ölçüde daha yüksek P içeriğine sahip olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.39). Yaygın fiğ bitkisi ise en düşük P içeriğine sahip olmuştur. Bu sonuçlar, farklı bitki türlerinin farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerine farklı bitkide P içeriği tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.5.3. Potasyum [K]

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin K içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.40'ta sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Çizelge 4.40. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin potasyum [K] içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	0.00096	0.01	3	0.45265	1.23
Bitki Artığı (A)	2	1.95365	15.52**	3	5.39798	14.69**
Bitki Türü (B)	2	3.95322	31.40**	2	0.73498	2.00
AxB	3	0.52818	4.20*	4	0.15999	0.44
Hata	21	0.12589	-	25	0.36756	-

(*) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.40'ın incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki artığının bitkilerin K içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.41'de görüldüğü gibi, araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek K içeriği %3.72 ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da yapılan LSD önem testine göre buğday kepeği muamelesi (%3.40) ile birlikte 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük K içeriği ise %2.64 ile

kontrol muamelesinde bulunmuş olup bu da 2. grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek K içeriği %3.81 ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da buğday kepeği ve ayçiçeği tohumu küspesi muameleleri (sırasıyla %3.75 ve 3.24) ile LSD önem testine göre 1. gruba (a) ait olmuştur. En düşük K içeriği ise %2.23 ile kontrol muamelesinde bulunmuş olup bu da 2. gruba (b) ait olmuştur.

Çizelge 4.41. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin potasyum [K] içeriği değerleri (%) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	2.98c	2.13e	2.82cd	**2.64b**	2.08	2.12	2.50	**2.23b**
A1	3.65b	2.31de	4.24a	**3.40a**	3.86	3.25	4.13	**3.75a**
A2	3.67b	-	3.77ab	**3.72a**	3.78	-	3.84	**3.81a**
A3	-	-	-	-	3.15	-	3.32	**3.24a**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**3.43a**	**2.22b**	**3.61a**	3.20	**3.20**	**2.68**	**3.45**	3.20

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %11.10, C.V. (Ikinci Yetiştirme Dönemi): %19.02
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki türünün bitkide K içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.40). Bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek K içeriği, koca fiğ bitkisinde (%3.61) bulunmuş olup bu da yapılan LSD önem testine göre yem bezelyesi bitkisi (%3.43) ile birlikte 1. grubu (a) oluşturmuştur. En düşük K içeriği ise yaygın fiğ bitkisinde (%2.22) bulunmuş olup bu da 2. grubta (b) yer almıştır (Çizelge 4.41). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki türünün bitkide K içeriğine istatiki açıdan etkilememiş olup (Çizelge 4.40) en yüksek K içeriği, %3.45 ile koca fiğ bitkisinde bulunmuştur (Çizelge 4.41).

Bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde interaksiyonları (AxB) bitkide K içeriğine etkisi istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.40). Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon bakımından en yüksek K içeriği, buğday kepeği ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde %4.24 olarak tespit edilmiştir. En düşük K içeriği ise kontrol ile muamele edilen yaygın fiğ bitkisinde (%2.13) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. gruba (a), en

düşük değeri ise son gruba (e) ait olmuştur (Çizelge 4.41). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığı ve bitki türü faktörleri (AxB) arasında istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.40) en yüksek K içeriği, buğday kepeği ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (%4.13 ppm) bulunmuştur (Çizelge 4.41).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde yaygın fiğ bitkisinin K içeriğini etkilememişken yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin K içeriğini sırası ile %22.48 ve 50.35 oranlarında arttırmıştır. Pamuk tohumu küspesi, kontrole kıyasla yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin K içeriğini önemli ölçüde sırası ile %23.15 ve 33.69 oranlarında arttırmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin K içeriğini sırasıyla %28.79 ve 40.91 oranlarında arttırmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde ise buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla önemli ölçüde tüm bitki türlerinin K içeriğini etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla önemli ölçüde bitkilerin K içeriğini istatistiki açıdan önemli ölçüde sırası ile %68.16, 70.85 ve 45.29 oranlarında arttırmıştır.

Sonuçlar, ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde tüm bitki artıkları uygulanmasının, kontrole kıyasla bitkilerdeki K içeriğini önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Sonuçlar ayrıca, kontrol muamelesinin ikinci yetiştirme dönemindeki bitkilerdeki K içeriği, birinci yetiştirme dönemindekinden daha düşük daha düşük olmuşken tüm bitki atıklarının ise hafifçe daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Buğday kepeği uygulanasının bitkilerdeki K içeriğine etkisi sadece Rady (2012)'nin yaptığı denemede bulunmuştur. Denemede, domates (*Lycopersicum esculentum* L.) bitkisi yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında 20 g/kg esaslı 2:10:1 oranında kalsiyum sülfat ($CaSO_4$), buğday kepeği ve humik asit karışımından oluşan organomineral gübre uygulanmasının domates bitkisinin K içeriğini (sırasıyla 14.48 ve 14.98 mg/g) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %27.92 ve 33.04 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir.

Bazı çalışmalarda, çeltik kepeği uygulanmasının bitkilerde K içeriği üzerinde etkisi de rapor edilmiştir. Organik gübrelerden biri olarak çeltik kepeği uygulanması, Amaranthus (Moyin-Jesu 2003), bamya (Moyin-Jesu 2007), armut (Choi ve ark 2010) ve domates (Odedina ve ark 2007) bitkilerinin K içeriğini sırasıyla %0.83, 0.43, 0.86 ve 2.71 olarak sağlamıştır. Bu değerlere göre her kontrole kıyasla çeltik kepeği

uygulanmasının Amaranthus ve bamya bitkilerinin K içeriğini sırasıyla önemli ölçüde 42.78 ve 20.50 kat arttırmışken armut ve domates bitkilerinin K içeriğini ise önemli ölçüde etkilemediği gösterilmiştir.

Aryal ve ark (2003), çeltik kepeği, çeltik kabuğu, yağlı tohum küspesi ve balık unu karışımından oluşan kompost kullanımının fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinde toplam K içeriğini (15.90 mg/g) kontrole kıyasla %80.68 oranında arttırdığını göstermiştir. Zheng ve ark (2013) tarafından bir çalışmada, çeltik kepeği biyokömürü uygulamasıyla buğday bitkisinin K içeriği 72.00 mg/g olarak belirlenmiş olup bu da kontrole kıyasla %24.14 oranında daha yüksek bulunmuştur.

Bu değerler, araştırmamızda buğday kepeği uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuş olup bunların çoğu da kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kepekler uygulanmasının bitkilerinin K içeriğini arttırdığını göstermiştir.

Pamuk tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde K içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler taranarak sadece iki çalışma rastlanmıştır. (Walker ve Bernal 2008), İspanya'daki yapılan bir çalışmada zeytin ve pamuk küspelerinden oluşan bir kompost karışımı uygulanmasının *Beta maritima* ve *Beta vulgaris* bitkilerinin toplam K içeriğini (sırasıyla 1.20 ve 1.10 cmol/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %200 ve 175 oranlarında arttırdığı rapor edilmiştir. Fine (2010) tarafından bir çalışmada, pamuk tohumu küspesi uygulanmasıyla kadife çiçeği ve erguvan yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında yapraktaki K içeriği sırasıyla %1.25-1.84 ve %0.68-0.80 arasında tespit edilmiş olup bunların da kontrole kıyasla önemli ölçüde farklı bulunmadığı gösterilmiştir.

Ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde K içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında hiç bir literatür rastlanmamıştır. Ancak, diğer kaynaklardan küspeler uygulanmasının bitkilerde K içeriği üzerinde etkisi bazı çalışmalar tarafından rapor edilmiştir. Mazzola ve ark (2001), elma bitkisinin Gala çeşidi yetiştiriciliğinde %1'lik miktarda kolza küspesi kullanılmasının elma yaprağının K içeriğini (%1.77-1.83) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilemediğini bildirmişlerdir. Eusuf Zai ve ark (2008)'nin Japonya'da çeltik ve buğday tarım sistemi çalışmasında, ham ve kompost hallerinde bezelye yeşil gübresi ve kolza küspesi karışımı uygulanmasının buğday bitkisinin K içeriğini (sırasıyla 17.86 ve 20.79 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %4.94 ve 22.15 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir. Çeltik parsellerinde ise ham ve kompost hallerinde bezelye yeşil gübresi ve kolza küspesi

karışımı uygulanmasının, topraktaki K içeriğini (sırasıyla 18.35 ve 16.03 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %31.17 ve 14.58 oranlarında arttırdığı bildirilmiştir.

Shormy ve ark. (2008)'nin Bangladeş'te yaptıkları bir çalışmada, hardal tohumu küspesi uygulanması, çeltik bitkisinin danesi ve samanında K içeriğini (sırasıyla %0.21 ve 1.10) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %50.00 ve 19.57 oranlarında arrtırdığı gösterilmiştir. Dhayal (2010)'ın yaptığı çalışmada, azot kaynağı olarak yalancı tespih küspesi kullanımı çemenotu (*Trigonella foenum-graecum* L.) bitkisinin samanında K içeriğini (%1.94) kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilemediğini gösterilmiştir. Fine (2010), kanola küspesi uygulanmasının, kadife çiçeği ve erguvan yetiştirilmesinin her iki yılında yapraktaki K içeriğini (sırasıyla %1.31-2.00 ve %0.72-0.89 arasında) kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilemediğini bildirmiştir.

Rothlisberger (2010)'in yaptığı çalışmadaki sera şartları altında pamuk ve sorgum bitkileri yetiştirilmesinde, %1 miktarında beyaz hardal (*Sinapsis alba*) ve Hindistan hardalı (*Brassica juncea*) küspeleri uygulamanının pamuk bitkisinde K içeriğini (sırasıyla 20146 ve 21076 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasyla %104.61 ve 114.06 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir. Sorgum bitkisinde ise %1 miktarında beyaz hardal ve Hindistan hardalı küspeleri uygulamanının K içeriğini (sırasıyla 19727 ve 22323 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %47.66 ve 67.09 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir.

Sinha ve ark (2011), Hindistan'da yapılan çalışmada *Jatropha curcas* tohumu küspesi uygulanmasının *J. curcas* ve *Cymbopogon martinii* bitkilerinde K içeriğini (sırasıyla 13.01 ve 9.03 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %61.82 ve 48.52 oranlarında arttırdığını rapor etmişlerdir. Santibanez ve Varnero (2014), %6, 12 ve 24 miktarlarında *Geoffroea decorticans* tohumu küspesinin *G. decorticans* yapraklarının K içeriğini (sırasıyla %2.85, 2.94 ve 2.82) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %106.52, 113.04 ve 104.34 oranlarında arttırdığını bildirmişlerdir.

Kim ve ark (2015), cennet hurması yetiştiriciliğinde en yüksek miktarda (150 kg N/ha esaslı) kullanılan küspe gübresi (kolza küspesi, soya küspesi, hintyağı küspesi ve buğday kepeği karışımı) ile birinci, ikinci ve üçüncü yıllarındaki cennet hurması yaprağın K içeriği sırasıyla %3.2, 3.5 ve 2.5 olarak tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %10.34, 118.75 ve 19.05 oranlarında daha yüksek bununduğunu bildirmişlerdir. Kiran (2017)'ın Hindistan'da yaptığı denemede, mısır (*Zea mays* L.) üretiminde yağı alınmış ve alınmamış yalancı tespih küspesi

uygulaması bitkide K içeriğini (sırasıyla 17.64 ve 13.60 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %131.50 ve 78.48 oranlarında arttırmıştır.

Lewis ve ark (2019) tarafından ABD'nin Kaliforniya Eyaleti'nde pamuk ve sorgum yetiştirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, %2.5 miktarında beyaz hardal (*Sinapsis alba* L.) ve Hindistan hardal (*Brassica juncea* L.) küspeleri uygulanmasının birinci hasattaki pamuk bikisinde K içeriğini (sırasıyla 29869 ve 29177 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %203.36 ve 196.33 oranlarında arttırmışken ikinci hasattaaki pamuk bikisinde K içeriğini ise (sırasıyla 29064 ve 26841 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %178.25 ve 156.97 oranlarında arttırdığı bildirilmiştir. Sorgum bitkisinde ise %2.5 miktarında beyaz hardal ve Hindistan hardalı küspeleri uygulanmasının birinci hasattaki K içeriğini (sırasıyla 27839 ve 33474 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %108.38 ve 150.55 oranlarında arttırmışken ikinci hasattaaki pamuk bikisinde K içeriğini ise (sırasıyla 31788 ve 28045 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %102.05 ve 78.26 oranlarında arttırdığı bildrilmiştir.

Choi ve Jung (2020), Kore'deki kuş kirazı üretiminde %25-100 önerilen miktarlarında hintyağı tohumu küspesi uygulanmasının bitkinin kökü, yaprağı, sapı ve meyvesindeki K içeriğini (sırasıyla 0.39-0.68, 5.64-9.52, 0.43-0.75 ve 2.35-5.51 g aralıklarında) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %74.36, 63.86, 114.29 ve 510.00 oranlarına kadar arttırdığını bildirmişlerdir.

Bu değerler, araştırmamızda küspeler uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuş olup bunların çoğu da kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi küspeler uygulanmasının bitkilerinin K içeriğini arttırdığını göstermiştir.

Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, analizde kullanılan bitki kısımlarından, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışma ayrıca ortalama olarak birinci yetiştirme döneminde yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin yaygın fiğ bitkilerinden önemli ölçüde daha yüksek K içeriğine sahip olduğunu göstermiştir. Yaygın fiğ bitkisi ise en düşük K içeriğine sahip olmuştur. Ikıncı yetiştirme döneminde ise bitki türlerin arasında farklı K içeriği bulunmamıştır (Çizelge 4.41). Bu sonuçlar, farklı bitki türlerinin farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerine farklı bitkide K içeriği tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.5.4. Kalsiyum [Ca]

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin Ca içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.42'de sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.43'te verilmiştir.

Çizelge 4.42. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kalsiyum [Ca] içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	0.021	1.19	3	0.024	1.53
Bitki Artığı (A)	2	3.014	169.67**	3	1.058	66.69**
Bitki Türü (B)	2	0.497	27.99**	2	0.101	6.34**
AxB	3	0.148	8.34**	4	0.007	0.44
Hata	21	0.018	-	25	0.016	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.42'nin incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki artığının bitkilerin Ca içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.43. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kalsiyum [Ca] içeriği değerleri (%) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	B2	B3	Ort.	B1	B2	B3	Ort.
A0	3.25ef	3.75c	3.18f	**3.40b**	3.70	3.50	3.58	**3.59b**
A1	3.39de	3.50d	3.28ef	**3.39b**	3.67	3.46	3.44	**3.52b**
A2	4.61a	-	4.07b	**4.34a**	3.63	-	3.51	**3.56b**
A3	-	-	-	-	4.41	-	4.33	**4.37a**
A4	-	-	-	-		-		
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**3.75a**	**3.62b**	**3.51b**	3.71	**3.83a**	**3.48c**	**3.72b**	3.72

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %3.67, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %3.40
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Ca içeriği %4.34 ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da

yapılan LSD önem testine göre 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük Ca içeriği ise %3.39 ile buğday kepeği muamelesinde bulunmuş olup bu da kontol muamelesi (%3.40) ile beraber 2. grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Ca içeriği %4.37 ile ayçiçeği tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da yapılan LSD önem testine göre 1. gruba (a) ait olmuştur. En düşük Ca içeriği ise %3.52 ile buğday kepeği muamelesinde bulunmuş olup bu da pamuk tohum küspesi muamelesi (%3.56) ve kontrol muamelesi (%3.59) ile beraber 2. gruba (b) ait olmuştur (Çizelge 4.43).

Çizelge 4.42'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki türünün bitkide Ca içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Ca içeriği, yem bezelyesi bitkisinde %3.75 olarak tespit edilmiş olup bu da yapılan LSD önem testine göre 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük Ca içeriği ise koca fiğ bitkisinde (%3.51) tespit edilmiş olup bu da yaygın fiğ bitkisi (%3.62) ile birlikte 2. grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde ise de bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Ca içeriği, yem bezelyesi bitkisinde %3.83 olarak tespit edilmiş olup bu da diğer bitkilerden önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. En düşük Ca içeriği ise yaygın fiğ bitkisinde (%3.48) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre yem bezelyesi 1. grupta (a), koca fiğ 2. grupta (b) ve yaygın fiğ ise 3. grupta (c) yer almıştır (Çizelge 4.43).

Çizelge 4.42’nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, bitki artığı ve bitki türü faktörleri (AxB) arasında araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde interaksiyonları bitkide Ca içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur. Çizelge 4.43’da görüldüğü gibi, araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek Ca içeriği, pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde %4.61 olarak tespit edilmiştir. En düşük Ca içeriği ise kontrol ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (%3.18) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. grubu (a), en düşük değeri ise son grubu (f) oluşmuşturtur.

İkinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyonları (AxB) bitkide Ca içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamuş olup (Çizelge 4.42) en yüksek Ca içeriği ise ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (%4.41) bulunmuştur (Çizelge 4.43).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin Ca içeriğini etkilememişken yaygın fiğ bitkisinin Ca içeriğini önemli ölçüde %6.67 oranında azaltmıştır. Pamuk tohumu küspesi, kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin Ca içeriğini sırasıyla %41.85 ve 27.59 oranlarında arttırmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Ca içeriğini etkilememişken pamuk tohumu küspesi ise %27.65 oranında arttırmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türünün Ca içeriğini etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Ca içeriğini etkilememişken ayçiçeği tohumu küspesi ise bitkilerinin Ca içeriğini önemli ölçüde %21.73 oranında arttırmıştır.

Sonuçlar, ortalama olarak buğday kepeği uygulanmasının, her iki yetiştirme dönemindeki bitkilerde Ca içeriğini kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilememiştir. Tohum küspesi uygulanmasının ise birinci yetiştirme dönemindeki bitkilerde Ca içeriğini kontrole kıyasla önemli ölçüde arttırmışken ikinci yetiştirme döneminde ise bitkilerdeki Ca içeriğini etkilememiştir. Sonuçlar ayrıca, uzun vadeli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi), kontrol ve buğday kepeği muamalelerinin ikinci yetiştirme dönemindeki bitkilerde Ca içeriği birinci yetiştirme dönemindekinden daha yüksek olurken pamuk tohumu küspesi muamelesinin ise daha düşük olduğunu göstermiştir.

Ekimden önceki tüm muamelelerin toprağın kireç içeriği kontroldekinden daha düşük olmasına rağmen (Çizelge 3.2) tüm muamelerin her iki yetiştirme dönemindeki bitkilerin Ca içeriği yüksek bulunmuştur. Buna kullanılan bitki artıklarından kaynaklanan Ca elementi de toprağın Ca içeriğine de eklemiş olduğu düşünülmektedir. Çizelge 2.1-2.3'ye göre buğday kepeği %0.14 oranında, pamuk tohumu küspesi %0.17-0.91 oranına kadar, ve ayçiçeği tohumu küspesi %0.30 oranında Ca içermektedir.

Buğday kepeği kullanılmasının bitkilerin Ca içeriği üzerinde etkisi konusunda bazı yapılan literatürler tarandığında sadece Rady (2012)'nin yaptığı çalışmaya rastlanılmıştır. Çalışmada, domates (*Lycopersicum esculentum* L.) bitkisi yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında 20 g/kg toprak esası ile 2:10:1 oranında kalsiyum sülfat ($CaSO_4$), buğday kepeği ve humik asit karışımından oluşan organomineral gübre uygulanmasının domates bitkisinin Ca içeriğini (sırasıyla 8.66 ve

9.12 mg/g) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %62.78 ve 51.50 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir.

Çeltik kepeğinin toprağa katılmasıyla Amaranthus (Moyin-Jesu 2003) ve bamya (Moyin-Jesu 2007) bitkilerinin yetiştrilmesinde bamya meyvesindeki Ca içeriğinin sırasıyla %0.09 ve 0.30 olarak belirlenmiş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla 8 ve 14 katlar daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Nijerya'da domates (*Lycopersicum esculentum* Mill.) bitkisi yetiştirilmesinde (Odedina ve ark 2007) ve Kore'deki armut bitkisi üretiminde (Choi ve ark., 2010) ise çeltik kepeği uygulanmasının domates ve armut bitkilerinin yapraklarında Ca içeriğini (sırasıyla % 0.06 ve 0.69) kontrole kıyasla etkilemediği de rapor edilmiştir. Aryal ve ark (2003), çeltik kepeği, çeltik kabuğu, yağlı tohum küspesi ve balık unu karışımından oluşan kompost kullanımının fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinde toplam Ca içeriğini (16.80 mg/g) kontrole kıyasla %34.40 oranında arttırdığını da göstermiştir.

Bu değerler, araştırmamızda buğday kepeği uygulanması ile ilgili elde edilen değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi buğday kepeği uygulanmasının bitkilerde Ca içeriğini kontrole kıyasla benzer hatta kontrolden daha yüksek olduğu gösterilmiştir.

Pamuk tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde Ca içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında sadece iki çalışmaya rastlanılmıştır. Walker ve ark (2008) tarafından İspanya'daki yapıldığı bir çalışmada, zeytin ve pamuk küspelerinden oluşan bir kompost karışımı uygulanmasının *Beta maritima* bitkisinin değişebilir Ca içeriğini (7.31 cmol/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde %23.67 oranında arttırdığı gösterilmiştir. Fine (2010)'in yaptığı çalışmada, pamuk tohumu küspesi uygulanmasıyla kadife çiçeği ve erguvan bitkileri yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında yapraktaki Ca içeriği sırasıyla %2.29-2.53 ve %0.98-1.87 arasında tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde farklı bulunmamıştır.

Ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde Ca içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında hiç bir literatüre rastlanmamıştır. Ancak, diğer kaynaklardan küspeler uygulanmasının bitkilerde Ca içeriği üzerinde etkisi bazı çalışmalar tarafından rapor edilmiştir. Eusuf Zai ve ark. (2008)'nin Japonya'daki çeltik ve buğday tarım sistemi çalışmasında, ham ve kompost hallerinde bezelye yeşil gübresi ve kolza küspesi karışımı uygulanması, buğday bitkisinin Ca içeriğini (sırasıyla 4.40 ve 4.41 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %17.33 ve 17.60 oranlarında arttırmıştır.

Shormy ve ark (2008)'nin Bangladeş'te yaptıkları bir çalışmada, hardal tohumu küspesi uygulanması, çeltik bitkisinin samanında Ca içeriğini (%0.51) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde %37.84 oranında arttırdığı gösterilmiştir. Sinha ve ark. (2011), Hindistan'da yapılan çalışmada *Jatropha curcas* tohumu küspesi uygulanmasının *J. curcas* yetiştirilmesindeki bitkinin Ca içeriğini (5.26 mg/kg) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde %152.88 oranında arttırdığını göstermişlerdir.

(Lee ve ark 2012)'nin yaptıkları çalışma ayrıca, sorgum ile sudanotu melezi yetiştirilmesindeki yağlı tohum küspesi uygulanmasında bitkinin Ca içeriğinin %0.63 olarak belirlenmiş olup bu da kontrole kıyasla önemli ölçüde farklı olmadığını göstermiştir. Kim ve ark. (2015), cennet hurması yetiştiriciliğinde en yüksek miktarda (150 kg N/ha) kullanılan küspe gübresi (kolza küspesi, soya küspesi, hintyağı küspesi ve buğday kepeği karışımı) ile birinci, ikinci ve üçüncü yıllarındaki cennet hurması yaprağın Ca içeriğinin sırasıyla %1.9, 1.1 ve 1.7 olarak tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %11.76, 30.00 ve 19.05 oranlarında daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir.

Choi ve Jung (2020), Kore'deki kuş kirazı üretiminde %25-100 önerilen miktarlarında hintyağı tohumu küspesi uygulanmasının bitkinin kökü, yaprağı, sapı ve meyvesindeki Ca içeriğini (sırasıyla 1.48-2.23, 3.39-4.24, 2.07-2.77 ve 0.76-1.42 g aralıklarında) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %38.51, 206.67, 96.45 ve 992.31 oranlarına kadar arttırdığını bildirmişlerdir.

Bu değerler, araştırmamızda küspeler uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar tespit edilmiş olup bunların çoğu da kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kontrole benzer veya kontrolden daha yüksek bulunmuştur.

Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, analizde kullanılan bitki kısımlarından, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde yem bezelyesi bitkisinde Ca içeriği, yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerininden istatistiki açıdan yüksek olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.43). Bu sonuçlar ayrıca, farklı bitki türlerinin, farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerine bitkide Ca içeriği farklı tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.5.5. Magnezyum [Mg]

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin Mg içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.44'te sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.45'te verilmiştir.

Çizelge 4.44'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki artığının bitkilerin Mg içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuşken ikinci yetiştirme döneminde ise %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.44. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin magnezyum [Mg] içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	0.00067	1.07	3	0.00125	2.28
Bitki Artığı (A)	2	0.05473	80.07**	3	0.00177	3.22*
Bitki Türü (B)	2	0.00153	2.47	2	0.00080	1.45
AxB	3	0.00045	0.73	4	0.00149	2.72
Hata	21	0.00062	-	25	0.00055	-

(*) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir
(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Mg içeriği %0.56 ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da istatistiki açıdan önemli ölçüde diğer muamelelerden daha yüksek bulunmuştur. En düşük Mg içeriği ise %0.41 ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre pamuk tohumu küspesi 1. grubu (a), buğday kepeği 2. grubu (b) oluşturmuşken kontrol ise son grupta (c) yer almaktadır. İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Mg içeriği %0.44 ile ayçiçeği tohumu küspesi ve pamuk tohumu küspesi muamelelerinde bulunmuş olup bu da yapılan LSD önem testine göre 1. grubu (a) oluşturmuştur. En düşük Mg içeriği, %0.41 ile kontrol muamelesinde bulunmuş olup bu da son grupta (b) yer almaktadır. Buğday kepeği ise iki grup arasında olup 2. grupta (ab) yer almaktadır (Çizelge 4.45).

Araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki türünün bitkide Mg içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.44). Araştırmanın

birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Mg içeriği, koca fiğ bitkisinde %0.47 olarak tespit edilmiştir. İkinci yetiştirme döneminde ise en yüksek Mg içeriği, 0.44 ile yaygın fiğ bitkisinde bulunmuştur (Çizelge 4.45).

Çizelge 4.45. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin magnezyum [Mg] içeriği değerleri (%) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	0.39	0.42	0.41	**0.41c**	0.40	0.40	0.41	**0.41b**
A1	0.44	0.46	0.43	**0.44b**	0.43	0.42	0.43	**0.43ab**
A2	0.54	-	0.57	**0.56a**	0.44	-	0.43	**0.44a**
A3	-	-	-	-	0.41	-	0.47	**0.44a**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**0.46**	**0.44**	**0.47**	0.46	**0.42**	**0.41**	**0.43**	0.42

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %5.45, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %5.53.
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde interaksiyonları bitkide Mg içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.44). Birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında (AxB) interaksiyon bakımından en yüksek Mg içeriği, pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde %0.57 olarak tespit edilmiştir. İkinci yetiştirme döneminde ise en yüksek Mg içeriği, ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (%0.47) bulunmuştur (Çizelge 4.45).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde her bitki türünün Mg içeriğini etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak kontrole kıyasla buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi bitkilerinin Mg içeriğini istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %7.31 ve 36.59 oranlarında arttırmıştır. İkinci yetiştirme döneminde ise de buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitkilerin Mg içeriğini etkilememiştir. Pamuk kontrole kıyasla koca fiğ bitkisinin Mg içeriğini önemli ölçüde etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Mg içeriğini etkilememişken pamuk tohumu ve ayçiçeği tohumu küspeleri önemli ölçüde bitkilerinin Mg içeriğini sırasıyla %7.32 oranında arttırmıştır.

Sonuçlar, ortalama olarak buğday kepeği ve küspeler uygulanmasının her iki yetiştirme dönemindeki bitkilerde Mg içeriğini kontrole kıyasla arttırdığını göstermiştir. Sonuçlar ayrıca, uzun vadeli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi), her muamalesinin ikinci yetiştirme dönemindeki bitkilerde Mg içeriği birinci yetiştirme dönemindekinden daha düşük olduğunu göstermiştir.

Buğday kepeği kullanılmasının bitkilerin Mg içeriği üzerinde etkisi konusunda bazı yapılan literatür taranması sonucunda hiç bir veri ve literatüre rastlanmamıştır. Ancak, organik gübrelerden biri olarak çeltik kepeğinin uygulanmasının bitkisinin Mg içeriğine etkisi bazı çalışmalar tarafından rapor edilmiştir. Moyin-Jesu (2003), organik gübrelerden biri olan çeltik kepeğinin Amaranthus bitkilerinin Mg içeriğini (%0.048) kontrole kıyasla önemli ölçüde 8.60 kat arttırdığını bildirmiştir. Choi ve ark (2010) tarafından rapor edilmiş bir çalışmada, armut bitkisi üretiminde buğday kepeği uygulanmasının armut bitkisinin Mg içeriğini (%0.14) kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilemediği gösterilmiştir. Odedina ve ark. (2007)'nın Nijerya'da yaptıkları denemede, domates (*Lycopersicum esculentum* Mill.) bitkisi yetiştirilmesinde çeltik kepeği uygulanmasının domates bitkisinin yaprağında Mg içeriğini (0.4 g/kg) kontrole kıyasla etkilemediği gösterilmiştir. Aryal ve ark (2003) ayrıca, çeltik kepeği, çeltik kabuğu, yağlı tohum küspesi ve balık unu karışımından oluşan kompost kullanımının fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinde toplam Mg içeriğini (3.74 mg/g) kontrole kıyasla %94.79 oranında arttırdığını göstermiştir.

Bu değerler, araştırmamızda buğday kepeği uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Ancak, kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kontrole benzer ya da kontrolden daha yüksek bulunmuştur.

Pamuk tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde Mg içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında sadece Fine (2010)'in yaptığı çalışmaya rastlanmıştır. Çalışmada, pamuk tohumu küspesi uygulanmasıyla kadife çiçeği ve erguvan bitkileri yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında yapraktaki Mg içeriği sırasıyla %0.25-0.31 ve %0.20-0.34 arasında tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde farklı bulunmamıştır.

Ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde Mg içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında hiç bir literatüre rastlanmamıştır. Ancak, diğer kaynaklardan küspeler uygulanmasının bitkilerde Mg içeriği üzerinde etkisi bazı çalışmalar tarafından rapor edilmiştir. Eusuf Zai ve ark (2008)'nin Japonya'daki çeltik ve buğday tarım sistemi çalışmasında, ham ve kompost hallerinde bezelye yeşil gübresi ve

kolza küspesi karışımı uygulanması, buğday bitkisinin Mg içeriğini (sırasıyla 3.92 ve 3.95 g/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %8.59 ve 9.42 oranlarında arttırmıştır.

Shormy ve ark (2008)'nin Bangladeş'te yaptıkları bir çalışmada, hardal tohumu küspesi uygulanması, çeltik bitkisinin danesi ve samanında Mg içeriğini (sırasıyla %0.43 ve 0.32) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilemediği gösterilmiştir. Fine (2010), kanola küspesi uygulanmasının, kadife çiçeği ve erguvan bitkileri yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında yapraktaki Mg içeriğini (sırasıyla %0.26-0.34 ve %0.22-0.35 arasında) kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilemediğini bildirmiştir.

Rothlisberger (2010)'in yaptığı çalışmadaki sera şartları altında pamuk ve sorgum bitkileri yetiştirilmesinde, %1 miktarında beyaz hardal (*Sinapsis alba*) küspesi uygulamanının pamuk bitkisinde Mg içeriğini (5524 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilememişken Hindistan hardalı (*Brassica juncea*) küspesi uygulamanının pamuk bitkisinde Mg içeriğini (6306 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde %28.30 oranında arttırdığı gösterilmiştir. Sorgum bitkisinde ise %1 miktarlı beyaz hardal (*S. alba*) ve Hindistan hardalı (*B. juncea*) küspeleri uygulamanının Mg içeriğini (sırasıyla 6322 ve 6633 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %60.17 ve 68.05 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir.

Lee ve ark (2012)'nin yaptıkları çalışma ayrıca, sorgum x sudanotu melezi yetiştirilmesindeki yağlı tohum küspesi uygulanmasında bitkinin Mg içeriğinin sırasıyla %0.55 olarak belirlenmiş olup bu da kontrole kıyasla önemli ölçüde farklı olmadığını göstermiştir. Kim ve ark. (2015), cennet hurması yetiştiriciliğinde en yüksek miktarda (150 kg N/ha) kullanılan küspe gübresi (kolza küspesi, soya küspesi, hintyağı küspesi ve buğday kepeği karışımı) ile birinci, ikinci ve üçüncü yıllarındaki cennet hurması yaprağın Mg içeriği sırasıyla %0.72, 0.43 ve 0.85 olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir. Bu değerler de kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sadece ikinci yılında %72.00 oranında daha yüksek bulunmuşken birinci ve üçüncü yıllarında ise farklı bulunmamıştır.

Lewis ve ark (2019), ABD'nin Kaliforniya Eyaleti'nde pamuk ve sorgum yetiştirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, beyaz hardal (*Sinapsis alba* L.) ve Hindistan hardalı (*Brassica juncea* L.) küspeleri uygulanmasının birinci hasattaki pamuk bikisinde Mg içeriğini (sırasıyla 5524 ve 6306 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %12.39 ve 28.30 oranlarında arttırmışken ikinci hasattaki pamuk bikisinde Mg içeriğininin (sırasıyla 5529 ve 5817 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %42.72 ve 50.15 oranlarında arttırdığını bildirmişlerdir. Sorgum bitkisinde ise beyaz hardal ve Hindistan hardal küspeleri uygulanmasının birinci hasattaki Mg içeriğini

(sırasıyla 6322 ve 6635 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %60.17 ve 68.10 oranlarında arttırmışken ikinci hasattaki pamuk bikisinde Mg içeriğini ise (sırasıyla 5485 ve 7632 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %21.46 ve 69.00 oranlarında arttırdığı bildrilmiştir.

Choi ve Jung (2020), Kore'deki kuş kirazı üretiminde %25-100 önerilen miktarlarında hintyağı tohumu küspesi uygulanmasının bitkinin kökü, yaprağı, sapı ve meyvesindeki Mg içeriğini (sırasıyla 0.20-0.33, 5.30-6.25, 0.26-0.39 ve 0.35-0.74 g aralıklarında) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %57.14, 106.95, 95.00 ve 1133.33 oranlarına kadar arttırdığını bildirmişlerdir.

Bu değerler, araştırmamızda küspeler uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar tespit edilmiş olup bunların çoğu da kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kontrolden daha yüksek bulunmuştur.

Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, analizde kullanılan bitki kısımlarından, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde tüm kullanılan bitki bitkilerinin Mg içeriği farklı bulunmamıştır (Çizelge 4.45). Bu sonuçlar, farklı bitki türlerinin, farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerine aynı bitkide Mg içeriği tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.5.6. Kükürt [S]

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin S içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.46'da sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.47'de verilmiştir.

Çizelge 4.46'nın incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki artığının bitkilerin S içeriğine etkisi istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur. Çizelge 4.47'de görüldüğü gibi araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek S içeriği %0.37 ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da LSD önem testine göre buğday kepeği muamelesi (%0.36) ile birlikte 1. gruba (a) ait olmuştur. En düşük S içeriği ise %0.34 ile kontrol muamelesinde bulunmuş olup bu da 2. gruba (b) ait olmuştur.

Çizelge 4.46. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kükürt [S] içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	0.00030	0.69	3	0.00295	2.16
Bitki Artığı (A)	2	0.00212	4.83*	3	0.00045	0.33
Bitki Türü (B)	2	0.03358	76.52**	2	0.01634	11.97**
AxB	3	0.00510	11.63**	4	0.00369	2.7
Hata	21	0.00044	-	25	0.00137	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.46'nın incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki türünün bitkide S içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.47. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kükürt [S] içeriği değerleri (%) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	B2	B3	Ort.	B1	B2	B3	Ort.
A0	0.37c	0.34cd	0.30ef	**0.34b**	0.36	0.35	0.30	**0.34**
A1	0.41b	0.34d	0.33de	**0.36a**	0.39	0.33	0.33	**0.35**
A2	0.46a	-	0.28f	**0.37a**	0.34	-	0.32	**0.33**
A3	-	-	-	-	0.41	-	0.28	**0.34**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**0.41a**	**0.34b**	**0.31c**	0.35	**0.37a**	**0.34a**	**0.31b**	0.34

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %5.93, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %10.91.
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek S içeriği, yem bezelyesi bitkisinde %0.41 olarak tespit edilmiş olup bu da diğer bitki türlerinden istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. En düşük S içeriği ise %0.31 ile koca fiğ bitkisinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre yem bezelyesi 1. grubu (a), yaygın fiğ 2. grubu (b) oluşturmuşken koca fiğ ise son grupta (c) yer almaktadır. İkinci yetiştirme döneminde ise, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek S içeriği, yem bezelyesi bitkisinde %0.37 olarak tespit edilmiş olup bu da yapılan

LSD önem testine göre yaygın fiğ bitkisi (%0.34) ile birlikte 1. grubu (a) oluşturmuştur. En düşük S içeriği ise %0.31 ile koca fiğ bitkisinde bulunmuş olup son grupta (b) yer almaktadır (Çizelge 4.47).

Bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde interaksiyonları (AxB) bitkide S içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.46). Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek S içeriği, pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde %0.46 olarak tespit edilmiştir. En düşük S içeriği ise pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (%0.28) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. grubu (a), en düşük değeri ise son grubu (f) oluşturmuştur (Çizelge 4.47).

İkinci yetiştirme döneminde, bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında interaksiyonları (AxB) bitkide S içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.46) en yüksek S içeriği ise ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (%0.41) bulunmuştur (Çizelge 4.47).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinin S içeriğini etkilememişken yem bezelyesi bitkisinin S içeriğini %10.81 oranında arttırmıştır. Pamuk tohumu küspesi ise koca fiğ bitkisinin S içeriğini etkilememişken yem bezelyesi bitkisinin S içeriğini %24.32 oranında arttırmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin S içeriğini sırasıyla %5.88 ve 8.82 oranlarında arttırmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türlerinin S içeriğini etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak da, buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin S içeriğini etkilememiştir.

Sonuçlar, ortalama olarak tüm bitki artıkları uygulanmasının, sadece birinci yetiştirme dönemindeki bitkilerde S içeriğini kontrole kıyasla önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Bu sonuçlar ayrıca, kullanılan bitki artıkarı sadece kısa vadeli bir çalışmada (bir yetiştirme dönemi) fazla S elementi sağlayabildiğini göstermiştir.

Buğday kepeği uygulanmasının bitkilerde S içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında hiç bir literatüre rastlanmadığından tartışma yapılamamıştır. Pamuk tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde S içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler

ve literatürler taranarak sadece Fine (2010)'in yaptığı çalışmada rapor edilmiştir. Çalışma, pamuk tohumu küspesi uygulanmasının kadife çiçeği ve erguvan bitkileri yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında yapraktaki S içeriğini (sırasıyla %0.31-0.46 ve %0.13-0.15) kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilemediğini bildirmiştir.

Ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde S içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında hiç bir literatüre rastlanmamıştır. Fakat, diğer kaynaklanan küspeler uygulanmasının bitkilerde S içeriği üzerinde etkisi bazı çalışmalar tarafından bildirilmiştir. Mazzola ve ark (2001), ABD'nin elma bitkisinin Gala çeşidi yetiştiriciliğinde %2'lik miktarda kolza küspesi kullanılmasının elma yaprağının S içeriğini (%0.16-0.20) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde %81.82 oranına kadar arttırdığını bildirmişlerdir.

Shormy ve ark. (2008)'nin Bangladeş'te yaptıkları bir çalışmada, hardal tohumu küspesi uygulanmasının çeltik bitkisinin danesi ve samanında S içeriğini (sırasıyla %0.20 ve 0.11) kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilemediği gösterilmiştir. Fine (2010), kanola küspesi uygulanmasının, kadife çiçeği ve erguvan bitkilerinin S içeriğini (sırasıyla %0.32-0.47 ve %0.12-0.15 arasında) kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilemediğini bildirmiştir.

Rothlisberger (2010)'in yaptığı çalışmadaki sera şartları altında pamuk ve sorgum bitkileri yetiştirilmesinde, %1 miktarında beyaz hardal (*Sinapsis alba*) ve Hindistan hardalı (*Brassica juncea*) küspeleri uygulamasının pamuk bitkisinde S içeriğini (sırasıyla 7942 ve 7416 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %127.96 ve 112.86 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir. Sorgum bitkisinde ise %1 miktarında beyaz hardal ve Hindistan hardalı küspeleri uygulamasının S içeriğini (sırasıyla 2753 ve 2798 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %238.62 ve 244.16 oranlarında arttırdığı gösterilmiştir.

Lewis ve ark. (2019) tarafından ABD'nin Kaliforniya Eyaleti'nde pamuk ve sorgum yetiştirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, beyaz hardal (*Sinapsis alba* L.) ve Hindistan hardalı (*Brassica juncea* L.) küspeleri uygulanmasının birinci hasattaki pamuk bikisinde S içeriğini (sırasıyla 12524 ve 9355 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %259.47 ve 168.51 oranlarında arttırmışken ikinci hasattaaki pamuk bikisinde S içeriğini ise (sırasıyla 11417 ve 10416 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %94.64 ve 79.22 oranlarında arttırdığı de bildrilmiştir. Sorgum bitkisinde ise beyaz hardal ve Hindistan hardal küspeleri uygulanmasının birinci hasattaki S içeriğini (sırasıyla 4271 ve 4587 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %425.34 ve 464.21 oranlarında

arttırmışken ikinci hasattaki pamuk bikisinde S içeriğini ise (sırasıyla 7069 ve 4492 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %979.24 ve 585.80 oranlarında arttırdığı de bildrilmiştir.

Bu değerler, araştırmamızda küspeler uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar tespit edilmiştir. Ancak, kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi bu değerler kontrole benzer veya kontrolden daha yüksek bulunmuştur.

Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, analizde kullanılan bitki kısımlarından, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışmada ayrıca, ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde yem bezelyesi bitkisinin S içeriği, yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinden istatistiki açıdan daha yüksek bulunmuştur. En düşük S içeriği ise koca fiğ bitkisinde bulunmuştur (Çizelge 4.47). Bu çalışma ayrıca, farklı bitki türlerinin, bitki artığı muamelelerine bitkide S içeriği farklı tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.5.7. Mangan [Mn]

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin Mn içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.48'de sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.49'da verilmiştir.

Çizelge 4.48'in incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki artığının bitkilerin Mn içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.48. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin mangan [Mn] içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	63.83	1.32	3	3.17	0.24
Bitki Artığı (A)	2	711.22	14.73**	3	298.928	22.78**
Bitki Türü (B)	2	528.25	10.94**	2	69.58	5.30*
AxB	3	26.64	0.55	4	45.99	3.50*
Hata	21	48.29	-	25	13.12	-

(*) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %5 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Mn içeriği 75.97 ppm ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bunu buğday kapeği muamelesi (74.55 ppm) takip etmiştir. En düşük Mn içeriği ise 59.68 ppm ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre pamuk tohumu küspesi ve buğday kepeği 1. grubu (a) oluşturmuşken kontrol ise son grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Mn içeriği 64.80 ppm ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da yapılan LSD önem testine göre ayçiçeği tohum küspesi muamelesi (64.23 ppm) ile birlikte 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük Mn içeriği ise 50.51 ppm ile kontrol muamelesinde bulunmuş olup bu da son grupta (c) yer almıştır. Buğday kepeği muamelesindeki ise (57.93 ppm) 2. grupta (b) yer almıştır (Çizelge 4.49).

Çizelge 4.49. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin mangan [Mn] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	**Birinci Yetiştirme Dönemi**				**İkinci Yetiştirme Dönemi**			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	60.44	52.41	66.20	**59.68b**	52.08de	46.79e	52.65de	**50.51c**
A1	80.13	63.40	80.12	**74.55a**	60.30bcd	55.88cde	57.62bcd	**57.93b**
A2	75.06	-	76.89	**75.97a**	70.08a	-	59.52bcd	**64.80a**
A3	-	-	-	-	62.68abc	-	65.77ab	**64.23a**
A4	-	-	-	-		-		
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**71.88a**	**57.91b**	**74.40a**	69.33	**61.28a**	**51.33b**	**58.89a**	58.35

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %10.02, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %6.25.
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Çizelge 4.48'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki türünün bitkide Mn içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuşken ikinci yetiştirme döneminde ise %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Mn içeriği, koca fiğ bitkisinde 74.40 ppm olarak tespit edilmiş olup bunu yem bezelyesi bitkisi (71.88 ppm) takip etmiştir. En düşük Mn içeriği ise 57.91 ppm ile yaygın fiğ bitkisinde bulunmuştur. İkinci yetiştirme döneminde ise de bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Mn içeriği, yem bezelyesi bitkisinde 61.28 ppm olarak tespit edilmiş olup bunu koca fiğ bitkisi (58.89 ppm) takip etmiştir. En düşük Mn içeriği ise

51.33 ppm ile yaygın fiğ bitkisinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre her iki yetiştirme dönemi için aynı sıra görülmüş olup bunlar da yem bezelyesi 1. grubu (a), koca fiğ 2. grubu (b) oluşturmuşken yaygın fiğ ise son grupta (c) yer almıştır (Çizelge 4.49).

Bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde interaksiyonları (AxB) bitkide Mn içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.48) en yüksek Mn içeriği buğday kepeği ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde 80.13 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.49). İkinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyonları (AxB) bitkide Mn içeriğine etkisi istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.48). Araştırmanın ikinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon bakımından en yüksek Mn içeriği, pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (70.08 ppm) bulunmuştur. En düşük Mn içeriği ise kontrol ile muamele edilen yaygın fiğ bitkisinde (44.79 ppm) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. grubu (a), en düşük değeri ise son grubu (e) oluşturmuştur (Çizelge 4.49).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türlerinin Mn içeriğini kontrole kıyasla etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Mn içeriğini sırasıyla %24.92 ve 27.30 oranlarında arttırmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, tüm bitkilerinin Mn içeriğini kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiştir. Pamuk tohumu küspesi koca fiğ bitkisinin Mn içeriğini kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilememişken yem bezelyesi bitkisinin Mn içeriğini ise %34.56 oranında arttırmıştır. Ayçiçeği tohumu küspesi ise yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin Mn önemli ölçüde tüm bitki türünün kontrole kıyaslasırasıyla %20.35 ve 24.92 oranlarında arttırmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi, kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Mn içeriğini sırasıyla %14.69, 28.29 ve 27.16 oranlarında arttırmıştır.

Sonuçlar, ortalama olarak tum bitki artıkları uygulanmasının her iki yetiştirme dönemindeki bitkilerde Mn içeriğini kontrole kıyasla önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Buğday kepeği uygulanmasının bitkilerde Mn içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığından hiç bir literatür rastlanmamıştır. Pamuk tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde Mn içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve

literatürler taranarak sadece Fine (2010)'in yaptığı çalışmada rapor edilmiştir. Bu çalışmada, pamuk tohumu küspesi uygulanmasıyla kadife çiçeği ve erguvan bitkileri yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında yapraktaki Mn içeriği sırasıyla 187-192 ve 30.6-48.6 mg/kg olarak tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde farklı bulunmamıştır.

Ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde Mn içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında hiç bir literatür rastlanmamıştır. Fakat, diğer kaynaklardan küspeler uygulanmasının bitkilerde Mn içeriği üzerinde etkisi bazı çalışmalar tarafından bildirilmiştir. Chamon ve ark (2005)'un Bangladeş'te yaptıkları bir çalışmada organik gübrelerden biri olarak hardal tohumu küspesi uygulanmasıyla çeltiğin toprak üstü bitki kısmında Mn içeriğinin 318 mg/kg olarak tespit edilmiş olup bu da kontrole kıyasla önemli ölçüde farklı bulunmadığı bildirilmiştir. Fine (2010), kanola küspesi uygulanmasının, kadife çiçeği ve erguvan bitkileri yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında yapraktaki Mn içeriğini (sırasıyla 162-220 ve 27.5-51.3 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilemediğini bildirmiştir.

Lewis ve ark (2019), ABD'nin Kaliforniya Eyaleti'nde pamuk ve sorgum yetiştirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada beyaz hardal (*Sinapsis alba* L.) ve Hindistan hardalı (*Brassica juncea* L.) küspeleri uygulanmasının birinci hasattaki pamuk bikisinde Mn içeriğini (sırasıyla 1207 ve 714 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %987.39 ve 543.24 oranlarında arttırmışken ikinci hasattaaki pamuk bikisinde Mn içeriğini ise (sırasıyla 1164 ve 831 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %1064.00 ve 731.00 oranlarında arttırdığını bildirmişlerdir. Sorgum bitkisinde ise beyaz hardalve Hindistan hardalı küspeleri uygulanmasının birinci hasattaki Mn içeriğini (sırasıyla 1348 ve 749 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %287.36 ve 115.23 oranlarında azaltmışken ikinci hasattaki pamuk bikisinde Mn içeriğini ise (sırasıyla 1296 ve 931 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %240.16 ve 144.36 oranlarında arttırdığı bildrilmiştir.

Choi ve Jung (2020), Kore'deki kuş kirazı üretiminde %25-100 önerilen miktarlarında hintyağı tohumu küspesi uygulanmasının bitkinin kökü ve yaprağındaki Mn içeriğini (sırasıyla 0.04-0.08 ve 0.970-1.231 g aralıklarında) kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilememişken bitkinin sapı ve meyvesindeki Mn içeriğini ise (sırasıyla 0.054-0.090 ve 0.078-0.167 g aralıklarında) kontrole kıyasla sırasıyla %104.54 ve 1670.00 oranlarına kadar arttırdığını bildirmişlerdir.

Bu değerler, araştırmamızda küspeler uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Bununla birlikte, kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi bu değerler kontrole benzer veya kontrolden daha yüksek bulunmuştur.

Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, analizde kullanılan bitki kısımlarından, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak her yetiştirme döneminde yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin Mn içeriği istatistiki açıdan farklı bulunmamısken yaygın fiğ bitkisinin Mn içeriği ise en düşük olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.49). Bu sonuçlar ayrıca, farklı bitki türlerinin, farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerine bitkide Mn içeriği farklı tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.5.8. Bor [B]

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin B içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.50'de sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.51'de verilmiştir.

Çizelge 4.50. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin bor [B] içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	4.67	0.98	3	7.62	2.44
Bitki Artığı (A)	2	166.31	34.79**	3	14.65	4.70**
Bitki Türü (B)	2	6.76	1.41	2	36.11	11.59**
AxB	3	5.05	1.06	4	14.47	4.64**
Hata	21	4.78	-	25	1.77	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.50'nin incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki artığının bitkilerin B içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek B içeriği, 27.93 ppm ile buğday kepeği muamelesinde bulunmuş olup bu da istatistiki açıdan önemli ölçüde diğer muamelelerden daha yüksek bulunmuştur. En düşük B içeriği ise 20.52 ppm ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem

testine göre buğday kepeği 1. grubu (a), pamuk tohumu küspesi 2. grubu (b) oluşturmuşken kontrol ise son grupta (c) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek B içeriği, 24.10 ppm ile ayçiçeği tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da istatistiki açıdan önemli ölçüde diğer muamelelerden daha yüksek bulunmuştur. En düşük B içeriği ise 19.62 ppm ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre ayçiçeği tohumu küspesi 1. grubu (a), pamuk tohumu küspesi ve buğday kepeği 2. grubu (b) oluşturmuşken kontrol ise son grupta (c) yer almıştır (Çizelge 4.51).

Çizelge 4.51. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin bor [B] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	21.50	19.15	20.90	**20.52c**	22.25bc	16.99e	19.62cde	**19.62c**
A1	27.10	27.93	28.78	**27.93a**	21.41bcd	19.36de	23.99ab	**21.59b**
A2	24.05	-	26.41	**25.23b**	23.59ab	-	21.69bcd	**22.64b**
A3	-	-	-	-	22.38b	-	25.82a	**24.10a**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**24.22**	**23.54**	**25.36**	24.48	**22.51a**	**18.18b**	**22.85a**	21.71

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %8.93, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %8.16.
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki türünün bitkide B içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.50) en yüksek B içeriği, koca fiğ bitkisinde 25.36 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.51). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki türünün bitkide B içeriğine etkisi istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.50). İkinci yetiştirme döneminde bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek B içeriği, koca fiğ bitkisinde 22.85 ppm olarak tespit edilmiş olup bunu yem bezelyesi bitkisi (22.51 ppm) takip etmiştir. En düşük B içeriği ise 18.18 ppm ile yaygın fiğ bitkisinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre yem bezeyesi ve koca fiğ 1. grubu (a) oluşturmuşken kontrol ise 2. grupta (b) yer almıştır (Çizelge 4.51).

Bitki artığı ve bitki türü faktörleri (AxB) arasında araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde interaksiyonları bitkide B içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış (Çizelge 4.50) olup en yüksek B içeriği buğday kepeği ile muamele

edilen koca fiğ bitkisinde 28.78 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.51). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyonları (AxB) bitkide B içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.50). En yüksek B içeriği, ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (25.82 ppm) bulunmuştur. En düşük B içeriği ise kontrol ile muamele edilen yaygın fiğ bitkisinde (16.99 ppm) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. gruba (a), en düşük değer ise son gruba (e) ait olmuştur (Çizelge 4.51).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türlerinin B içeriğini kontrole kıyasla etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin B içeriğini sırasıyla %36.11 ve 22.95 oranlarında arttırmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, yem bezelyesi ve yaygın fiğ bitkisinin B içeriğini kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilelemişken koca fiğ bitkisinin B içeriğini ise %22.27 oranında arttırmıştır. Pamuk tohumu küspesi, yem bezelyesi ve koca fiğ bitkisinin B içeriğini önemli ölçüde etkilememiştir. Ayçiçeği tohumu küspesi ise önemli ölçüde yem bezelyesi bitkisinin B içeriğini etkilememişken koca fiğ bitkisinin B içeriğini kontrole kıyasla %31.60 oranında arttırmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi, kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin B içeriğini sırasıyla %10.04, 15.39 ve 22.83 oranlarında arrtırmıştır.

Sonuçlar, ortalama olarak tüm bitki artıkları uygulanmasının, her iki yetiştirme dönemindeki bitkilerde B içeriğini kontrole kıyasla önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Sonuçlar ayrıca, uzun vadeli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi) tüm muamelelerin ikinci yetiştirme dönemindeki bitkilerde B içeriği birinci yetiştirme dönemindekinden daha düşük bulunduğunu göstermiştir.

Bitki artığı kullanılmasının bitkide B içeriği üzerinde etkisi konusunda bazı yapılan literatür tarandığında sadece Walker ve ark (2008)'ın yaptığı çalışmaya rastlanmıştır. Çalışmada, zeytin ve pamuk küspelerinden oluşan bir kompost karışımı uygulanmasının şeker pancarı (*Beta vulgaris*) bitkisinin B içeriğini (44.4 ppm) kontrole kıyasla önemli ölçüde %19.14 oranında arttırdığını bildirmiştir.

Bu değer, araştırmamızda küspeler uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuş olup ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kontrolden daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılık çevre şartlarından, kullanılan bitki

türlerinden, analizde kullanılan bitki kısımlarından, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak birinci yetiştirme döneminde her bitki türünün B içeriği istatistiki açıdan farklı bulunmamışken ikinci yetiştirme döneminde ise yaygın fiğ bitkisinde B içeriği diğer bitki türlerinden en düşük bulunduğunu göstermiştir (Çizelge 4.51). Bu sonuçlar, iki yetiştirme döneminde farklı bitki türlerinin farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerine farklı B içeriği tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.5.9. Sodyum [Na]

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin Na içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.52'de sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.53'te verilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki artığının bitkilerin Na içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.52). Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Na içeriği 2265.95 ppm ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuştur. İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Na içeriği 590.96 ppm ile buğday kepeği muamelesinde bulunmuştur (Çizelge 4.53).

Çizelge 4.52. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin sodyum [Na] içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	11201.90	0.27	3	5030.05	0.74
Bitki Artığı (A)	2	51427.61	1.25	3	8060.60	1.19
Bitki Türü (B)	2	21477.90	0.52	2	104548.75	15.39**
AxB	3	14090.91	0.34	4	4741.65	0.70
Hata	21	40988.99	-	25	6795.20	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki türünün bitkide Na içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.52) en yüksek Na içeriği, yem bezelyesi bitkisinde 2192.29 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.53). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki türünün bitkide Na içeriğine etkisi istatistiki açıdan

%1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.52). İkinci yetiştirme döneminde bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Na içeriği, koca fiğ bitkisinde 657.82 ppm olarak tespit edilmiş olup bu da yapılan LSD önem testine göre 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük Na içeriği ise 505.33 ppm ile yem bezelyesi bitkisinde bulunmuş olup bu da yaygın fiğ bitkisi (505.97 ppm) ile 2. gruba (b) ait olmuştur (Çizelge 4.53).

Çizelge 4.53. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin sodyum [Na] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	2173.00	1993.63	2084.59	**2083.74**	471.98	458.17	657.76	**529.30**
A1	2175.11	2110.06	2120.16	**2135.11**	505.47	553.78	713.64	**590.96**
A2	2228.75	-	2303.16	**2265.95**	516.85	-	636.23	**576.54**
A3	-	-	-	-	527.01	-	623.67	**575.34**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**2192.29**	**2051.84**	**2169.30**	2148.56	**505.33b**	**505.97b**	**657.82a**	566.46

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %9.42, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %14.49
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde interaksiyonları bitkide Na içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.52). Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek Na içeriği, ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde 2303.16 ppm olarak tespit edilmiştir. İkinci yetiştirme döneminde ise en yüksek Na içeriği, buğday kepeği ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (713.64 ppm) bulunmuştur (Çizelge 4.53).

Sonuçlar, ortalama olarak tüm bitki artıkları uygulanmasının, her iki yetiştirme dönemindeki bitkilerde Na içeriğini kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilemediğini göstermiştir. Sonuçlar ayrıca, uzun vadeli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi), tüm muamelelerin ikinci yetiştirme dönemindeki bitkilerde Na içeriği birinci yetiştirme dönemindekinden daha düşük bulunduğunu göstermiştir.

Buğday kepeği uygulanmasının bitkilerde Na içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında hiç bir literatüre rastlanmamıştır. Pamuk tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde Na içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler taranarak sadece Fine (2010)'in yaptığı çalışmada rapor edilmiştir. Çalışmada, pamuk

tohumu küspesi uygulanmasıyla kadife çiçeği ve erguvan bitkileri yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında yapraktaki Na içeriği sırasıyla %0.0033-0.0155 ve %0.0032-0.0065 olarak tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde farklı bulunmamıştır.

Ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde Na içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında hiç bir literatüre rastlanmamıştır. Fakat, diğer kaynaklardan küspe uygulanmasının bitkilerde Na içeriği üzerinde etkisi Fine (2010) tarafından bildirilmiştir. Çalışma, kanola küspesi uygulanmasının, kadife çiçeği ve erguvan bitkileri yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında yapraktaki Na içeriğini (sırasıyla %0.0041-0.0180 ve %0.0031-.0058) kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilemediğini bildirmiştir.

Bu değerler, araştırmamızda küspeler uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar tespit edilmiş olup ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kontrole benzer bulunmuştur.

Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, analizde kullanılan bitki kısımlarından, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak birinci yetiştirme döneminde tüm bitki türlerinin Na içeriği farklı bulunmamışken ikinci yetiştirme döneminde ise koca fiğ bitkisinde Na içeriği diğer bitki türünden daha yüksek bulunduğunu göstermiştir (Çizelge 4.53). Bu sonuçlar ayrıca, farklı bitki türlerinin, farklı dönemde bitki artığı muamelelerine bitkide Na içeriği farklı tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.5.10. Demir [Fe]

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin Fe içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.54'te sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.55'te verilmiştir.

Çizelge 4.54'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki artığının bitkilerin Fe içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Fe içeriği 553.50 ppm ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Fe içeriği 1091.28 ppm ile ayçiçeği tohumu küspesi muamelesinde bulunmuştur (Çizelge 4.55).

Çizelge 4.54. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin demir [Fe] içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	3450.25	0.56	3	12053.00	1.53
Bitki Artığı (A)	2	9094.92	1.47	3	9032329.90	2.13
Bitki Türü (B)	2	65287.08	10.53**	2	189122.46	23.93**
AxB	3	14788.76	2.38	4	33139.64	4.19**
Hata	21	6202.75	-	25	7903.15	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.54'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki türünün bitkide Fe içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.55. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin demir [Fe] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	B2	B3	Ort.	B1	B2	B3	Ort.
A0	606.64	487.19	566.68	**553.50**	958.57cde	777.72f	1047.72bc	**928.01**
A1	695.99	429.40	531.65	**552.35**	1020.01bcd	884.09ef	1099.89b	**1001.33**
A2	532.81	-	550.89	**541.85**	993.57bcde	-	1051.57bc	**1022.57**
A3	-	-	-	-	899.59def	-	1282.96a	**1091.28**
A4	-	-	-	-		-		
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**611.81a**	**458.30b**	**549.74a**	550.41	**967.94b**	**830.91c**	**1120.54a**	1001.57

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %14.32, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %8.85
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Fe içeriği, yem bezelyesi bitkisinde 611.81 ppm olarak tespit edilmiş olup bu da yapılan LSD önem testine göre koca fiğ bitkisi (549.71 ppm) ile birlikte 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük Fe içeriği ise yaygın fiğ bitkisinde (458.30 ppm) bulunmuş olup bu da 2. grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Fe içeriği, koca fiğ bitkisinde 1120.54 ppm olarak tespit edilmiş olup bu da yapılan LSD önem testine göre 1. gruba (a) ait olmuştur. En düşük Fe içeriği ise

830.91 ppm ile yaygın fiğ bitkisinde bulunmuş olup bu da son gruba (c) ait olmuştur. Yem bezelyesi bitkisi (967.94 ppm) ise iki grup arasında olup 2. grupta (b) yer almıştır (Çizelge 4.55).

Bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde interaksiyonları bitkide Fe içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.54) en yüksek Fe içeriği, buğday kepeği ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde 695.99 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.55). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyonları (AxB), bitkide Fe içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.54). İkinci yetiştirme döneminde, en yüksek Fe içeriği, ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (1282.96 ppm) bulunmuş olup bu da diğer kombinasyonlardan istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. En düşük Fe içeriği ise kontrol ile muamele yaygın fiğ bitkisinde (777.72 ppm) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. gruba (a), en düşük değer ise son gruba (f) ait olmuştur (Çizelge 4.55).

Araştırmanın sonuçlarına göre her iki yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitkilerinin Fe içeriğini kontrole kıyasla etkilememiştir. İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi tüm bitkilerinin Fe içeriğini istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememiştir. Ayçiçeği tohumu küspesi ise kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde yem bezelyesi bitkisinin Fe içeriğini etkilememişken koca fiğ bitkisinin Fe içeriğini %18.34 oranında arttırmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Fe içeriğini etkilememiştir.

Bu sonuçlara göre kullanılan bitki artıkları bitkilerin Fe alımını hafifçe etkilemediğini göstermiştir. Ayrıca uzun vadeli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi), her muamelelerin ikinci yetiştirme dönemindeki bitkilerde Fe içeriğinin birinci yetiştirme dönemindekinden daha yüksek olduğu de gösterilmiştir. Bu, topraktaki organik madde ve baklerilerin ayrışmasından kaynaklanan Fe olduğundan tahmin edilmiştir.

Buğday kepeği uygulanmasının bitkilerde Fe içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında hiç bir literatüre rastlanmadığından tartışma yapılamamıştır. Ancak, çeltik kepeği kullanılmasının bitkilerde Fe içeriği üzerine etkisi Khan ve ark. (2007a) tarafından rapor edilmiştir. Bu çalışmada, Japonya'da yapılan

ıspanak üretiminde çeltik kepeği kompostu uygulamasının, ıspanak bitkisinde Fe (1.70 mg/100 g) kontrole göre %21.43 arttırdığı bildirilmiştir.

Pamuk tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde Fe içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler taranarak sadece Fine (2010)'in yaptığı çalışmada rapor edilmiştir. Çalışmada, pamuk tohumu küspesi uygulanmasıyla erguvan yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında yapraktaki Fe içeriği 32.4-46.2 mg/kg arasında tespit edilmiş olup bunlar da kontrole kıyasla önemli ölçüde farklı bulunmamıştır.

Ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde Fe içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında hiç bir literatüre rastlanmamıştır. Fakat, diğer küspeler uygulanmasının bitkilerde Fe içeriği üzerinde etkisi bazı çalışmalar tarafından bildirilmiştir. Fine (2010), kanola küspesi uygulanmasının, erguvan yetiştirilmesinin birinci ve ikinci yıllarında yapraktaki Fe içeriğini (32.0-56.0 mg/kg arasında) kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilemediğini bildirmiştir.

Lewis ve ark. (2019), ABD'nin Kaliforniya Eyaleti'nde sorgum yetiştirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, beyaz hardal (*Sinapsis alba* L.) ve Hindistan hardalı (*Brassica juncea* L.) küspeleri uygulanmasının birinci hasattaki pamuk bikisinde Fe içeriğini (sırasıyla 61 ve 54 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde etkilememişken ikinci hasattaki pamuk bikisinde Fe içeriğini ise (sırasıyla 53.70 ve 56.60 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %80.20 ve 89.93 oranlarında azalttığını bildirmişlerdir. Sorgum bitkisinde ise beyaz hardal ve Hindistan hardalı küspeleri uygulanmasının birinci hasattaki Fe içeriğini (sırasıyla 81 ve 58 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %45.64 ve 62.42 oranlarında azaltmışken ikinci hasattaki sorgum bikisinde Fe içeriğini ise (sırasıyla 0.47 ve 0.33 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %80.77 ve 26.92 oranlarında arttırdığı bildrilmiştir.

Choi ve Jung (2020), Kore'deki kuş kirazı üretiminde %25-100 önerilen miktarlarında hintyağı tohumu küspesi uygulanmasının bitkinin kökü, yaprağı, sapı ve meyvesindeki Fe içeriğini (sırasıyla 0.012-0.031, 0.033-0.044, 0. 020-0.119 ve 0.031-0.045 g aralıklarında) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %138.46, 875.00, 600.00 ve 4500.00 oranlarına kadar arttırdığını bildirmişlerdir.

Bu değerler, araştırmamızda kepek ve küspeler uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, analizde kullanılan bitki kısımlarından, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde koca fiğ ve yem bezelyesi bitkilerinin Fe içeriği, yaygın fiğ bitkisinden daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, en düşük Fe içeriği yaygın fiğ bitkisinde bulunduğunu bildirilmiştir (Çizelge 4.55). Bu sonuçlar ayrıca, farklı bitki türlerinin, farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerine bitkide Fe içeriği farklı tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.5.11. Bakır [Cu]

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin Cu içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.56'da sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.57'de verilmiştir.

Çizelge 4.56'nın incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki artığının bitkilerin Cu içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.56. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin bakır [Cu] içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	4.63	1.14	3	5.54	1.91
Bitki Artığı (A)	2	266.43	65.77**	3	95.76	33.06**
Bitki Türü (B)	2	39.93	9.86**	2	14.04	4.85*
AxB	3	9.98	2.46	4	10.12	3.49*
Hata	21	4.05	-	25	2.90	-

(*) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %5 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Cu içeriği 23.49 ppm ile kontrol muamelesinde bulunmuş olup bu da istatistiki açıdan önemli ölçüde diğer muamelelerden daha yüksek bulunmuştur. En düşük Cu içeriği ise 13.93 ppm ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre kontrol 1. grupta (a), buğday kepeği 2. grupta (b) ve pamuk tohumu küspesi ise son grupta (c) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Cu içeriği 20.45 ppm ile kontrol muamelesinde bulunmuş

olup bu da da istatistiki açıdan önemli ölçüde diğer muamelelerden daha yüksek bulunmuştur. En düşük Cu içeriği ise 13.55 ppm ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre kontrol 1. gruba (a), buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi ise 2. gruba (b) ait olmuştur (Çizelge 4.57).

Çizelge 4.56'nın incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki türünün bitkide Cu içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuşken ikinci yetiştirme döneminde ise %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Cu içeriği, yem bezelyesi bitkisinde 19.62 ppm olarak tespit edilmiş olup bunu yaygın fiğ bitkisi (19.47 ppm) takip etmiştir. En düşük Cu içeriği ise 15.98 ppm ile koca fiğ bitkisinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre yem bezelyesi ve yaygın fiğ 1. grupta (a), koca fiğ ise 2. grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Cu içeriği, yaygın fiğ bitkisinde 18.58 ppm olarak tespit edilmiş olup bu da LSD önem testine göre 1. grubu (a) oluşturmuştur. En düşük Cu içeriği ise 14.78 ppm ile koca fiğ bitkisinde bulunmuş olup bu da yem bezelyesi bitkisi (16.37 ppm) ile birlikte 2. grubu (b) oluşturmuştur (Çizelge 4.57).

Çizelge 4.57. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin bakır [Cu] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	26.52	23.42	20.52	**23.49a**	21.24a	22.74a	17.38b	**20.45a**
A1	18.09	15.53	13.82	**15.81b**	14.52bc	14.41bc	13.82c	**14.25b**
A2	14.25	-	13.60	**13.93c**	14.20c	-	12.90c	**13.55b**
A3	-	-	-	-	13.74c	-	15.04bc	**14.39b**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**19.62a**	**19.47a**	**15.98b**	18.22	**16.37b**	**18.58a**	**14.78b**	16.00

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %11.06, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %10.57
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde interaksiyonları bitkide Cu içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.56) en yüksek Cu içeriği, kontrol ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde 26.52 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.57). İkinci

yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyonları (AxB) bitkide Cu içeriğine etkisi istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.56). En yüksek Cu içeriği, kontrol ile muamele edilen yaygın fiğ bitkisinde (22.74 ppm) bulunmuşken en düşük Cu içeriği ise pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. grubu (a), en düşük değer ise son grubu (c) oluşturmuştur (Çizelge 4.57).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türünün Cu içeriğini kontrole kıyasla etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Cu içeriğini sırasıyla %32.69 ve 40.70 oranlarında azalmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği yem bezelyesi, yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinin Cu içeriğini istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %31.64, 36.63 ve 20.48 oranlarında azaltmıştır. Pamuk tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin Cu içeriğini kontrole kıyasla sırasıyla %33.15 ve 25.78 oranlarında azaltmıştır. Ayçiçeği tohumu küspesi ise kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde koca fiğ bitkisinin Cu içeriğini etkilememişken yem bezelyesi bitkisinin Cu içeriğini %35.31 oranlarında azaltmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Cu içeriğini sırasıyla %30.32, 31.18 ve 29.19 oranlarında azaltmıştır.

Bu sonuçlara göre kullanılan toprakta Cu fazlalığı olduğu düşünülmektedir. Sonuçların ortalaması olarak kontroldeki bitkilerde Cu içeriği diğer muamelelerden daha yüksek bulunmuştur. Bu da, bitki artıkları ile muamele edilen bitkilerin Cu alımının kontroldekinden daha düşük olduğunu göstermiştir. Sonuçlar ayrıca, uzun vadeli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi), her muamelelerinin ikinci yetiştirme dönemindeki bitkilerde Cu içeriği birinci yetiştirme dönemindekinden hafifçe daha düşük olduğunu göstermiştir.

Organik madde ile işlem gören bitkiler tarafından ağır metal alımının azalmasının topraktaki yüksek organik maddeden kaynaklandığı düşünülmektedir. Topraktaki organik maddenin ayrışması hümik asit, fulvik asit ve amino asitler gibi bazı organik bileşikler üretir. Bu organik asitler, şelatlama ve kompleksleşme işlemleriyle metalleri bağlayabilir. Bu işlemler topraktaki metalleri sabit ve kullanılamaz hale getirerek bitkiler tarafından alımını azaltır (Bolan ve Duraisamy 2003, Bernal ve ark 2009, Park ve ark

2011, Li ve ark 2016, Lu ve ark 2017). Ayrıca organik madde ilavesi, topraktaki daha yüksek miktarda besin elementleri de sağlamıştır. Organik madde ile muamele edilen topraklarda daha yüksek anyonlar (fosfat, Fe veya Mn oksitler gibi) ve katyonlar (K, Ca ve Mg gibi) sağlayabilmekte olup bitkilerin metal alımını de engelleyebilmetedir (Bolan ve Duraisamy 2003, Farrell ve ark 2010, Karami ve ark 2011, Kargar ve ark 2016, Lu ve ark 2017).

Tüm kullanılan bitki artıkları uygulanmasının bitkilerde Cu içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında hiç bir literatüre rastlanmamıştır. Fakat, diğer kaynaklardan organik materyeller uygulanmasının bitkilerde Cu içeriği üzerinde etkisi bazı çalışmalar tarafından bildirilmiştir. Fransa'daki yapılan kolza (*Brassica napus*) bitkisi ile bir çalışmada, organik gübre olarak arıtma çamuru uygulanmasının kolza bitkisinin kökleri ve saplarında Cu içeriğini kontrole kıyasla sırasıyla %53.57 ve 15.38 oranlarında azalttığı rapor edilmiştir (Planquart ve ark 1999). Uzun vadeli bir çalışmada (iki yıl), bitki artıkları kompostu uygulanmasının ayçiçeği bitkisinin gövdesinde Cu içeriğini kontrole kıyasla önemli ölçüde %8.63 oranında azalttığı bildirilmiştir (Clemente ve ark 2010). Bitki artıkları kompostu, biyokömür ve bitki artıkları ile biyokömür karışımı kullanılması kontrole kıyasla çavdar otu bitkisinin Cu içeriğini sırasıyla yaklaşık %70, 50 ve 80 oranlarında azaltmıştır (Karami ve ark 2011).

Önceki yapılan çalışmalar, organik materyaller uygulanmasının topraktaki kullanılabilir Cu içeriğini azalmasını de rapor edilmiştir. Bitki artıkları kompostu, biyokömürü ve bitki artıkları ile biyokömürü karışımı kullanılması kontrole kıyasla topraktaki kullanılabilir Cu içeriğini sırasıyla %25.21, 24.88 ve 44.78 oranlarında azaltmıştır (Karami ve ark 2011). Bambu ve çeltik samanı biyokömürleri uygulanmasının topraktaki organik madde ile bağlayan Cu içeriğini sırasıyla %15.45 ve 21.51 oranlarına kadar arttırdığını ve kullanılabilir Cu içeriğini sırasıyla %24.21 ve 35.26 oranlarına kadar azaltığını bildirmişlerdir (Lu ve ark 2017).

Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak iki yetiştirme döneminde koca fiğ bitkisinin Cu içeriği, yem bezelyesi ve yaygın fiğ bitkilerininden daha düşük bulunmuş olup en düşük Cu içeriği olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.57). Bu sonuçlar ayrıca, farklı bitki türlerinin, farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerine bitkide Cu içeriği farklı tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.5.12. Çinko [Zn]

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin Zn içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.58'de sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.59'da verilmiştir.

Çizelge 4.58. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin çinko [Zn] içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	8.02	0.47	3	17.54	1.04
Bitki Artığı (A)	2	811.51	47.55**	3	49.57	2.94*
Bitki Türü (B)	2	230.54	13.51**	2	391.16	23.24**
AxB	3	32.21	1.89	4	13.34	0.79
Hata	21	17.07	-	25	16.86	-

(*) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %5 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir
(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.58'in incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki artığının bitkilerin Zn içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuşken ikinci yetiştirme döneminde ise %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.59. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin çinko [Zn] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	B2	B3	Ort.	B1	B2	B3	Ort.
A0	40.66	39.86	32.28	**37.60a**	33.84	31.94	22.07	**29.29a**
A1	31.38	21.48	20.85	**24.57b**	31.18	27.89	23.29	**27.45ab**
A2	24.31	-	16.99	**20.65c**	29.19	-	21.37	**25.28bc**
A3	-	-	-	-	29.45	-	15.94	**22.70c**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**32.12a**	**30.67a**	**23.37b**	28.48	**31.91a**	**29.91a**	**20.67b**	26.62

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %14.51, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %15.51
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Zn içeriği 37.60 ppm ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. En düşük Zn içeriği ise 20.65 ppm ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre kontrol 1. grupta (a), buğday kepeği 2. grupta (b) ve pamuk tohumu küspesi ise son grupta (c) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Zn içeriği 29.29 ppm ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. En düşük Zn içeriği ise 22.70 ppm ile ayçiçeği tohum küspesi muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre kontrol 1. grupta (a), buğday kepeği 2. grupta (ab), pamuk tohumu küspesi 3. grupta (bc) ve ayçiçeği tohumu küspesi ise son grupta (c) yer almıştır (Çizelge 4.59).

Çizelge 4.58'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki türünün bitkide Zn içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Zn içeriği, yem bezelyesi bitkisinde 32.12 ppm olarak tespit edilmiş olup bunu yaygın fiğ bitkisi (30.67 ppm) takip etmiştir. En düşük Zn içeriği ise 23.37 ppm ile koca fiğ bitkisinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre yem bezeylesi ve yaygın fiğ 1. grubu (a) oluşturmuşken koca fiğ ise 2. grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde ise de bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Zn içeriği, yem bezelyesi bitkisinde 31.91 ppm olarak tespit edilmiş olup bu da diğer bitki türlerinden istatistiki açıdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. En düşük Zn içeriği ise 20.67 ppm ile koca fiğ bitkisinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre yem bezeylesi ve yaygın fiğ 1. grupta (a) ve koca fiğ ise son grupta (b) yer almıştır (Çizelge 4.59).

Çizelge 4.58'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, bitki artığı ve bitki türü faktörleri (AxB) arasında araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde interaksiyonları bitkide Zn içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek Zn içeriği, kontrol ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde 40.66 ppm olarak tespit edilmiştir. İkinci yetiştirme döneminde ise de en yüksek Zn içeriği, kontrol ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (33.84 ppm) bulunmuştur (Çizelge 4.59).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türünün Zn içeriğini kontrole kıyasla etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk

tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Zn içeriğini sırasıyla %34.65 ve 45.08 oranlarında azaltmıştır. İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türünün Zn içeriğini kontrole kıyasla etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği bitkilerinin Zn içeriğini etkilememişken pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Zn içeriğini %13.69 ve 22.50 oranlarında azaltmıştır.

Bu sonuçlara göre kullanılan toprakta Zn fazlalığı olduğu düşünülmektedir. Sonuçlar, ortalama olarak tüm bitki artıkları uygulanmasının her iki yetiştirme dönemindeki bitkilerde Zn içeriğini kontrole kıyasla önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Sonuçlar ayrıca, uzun vadeli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi), kontrol muamelesinin ikinci yetiştirme dönemindeki bitkilerde Zn içeriği birinci yetiştirme dönemindekinden daha düşük bulunmuşken tüm bitki artığı muamelelerinin ise hafifçe daha yüksek bulunduğunu göstermiştir.

Önceden söylendiği gibi, organik madde ile işlem gören bitkiler tarafından ağır metal alımının azalmasının topraktaki yüksek organik maddeden kaynaklandığı düşünülmektedir. Buğday kepeği uygulanmasının bitkilerde Zn içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında hiç bir literatüre rastlanmadığından tartışma yapılamamıştır. Ancak, çeltik kepeği kullanılmasının bitkilerde Zn içeriği üzerinde etkisi Zheng ve ark (2012)'in yaptıkları çalışma tarafından bildirilmiştir. Çalışmada, çeltik kepeği biokömürü uygulanarak çeltik yetiştirilmesinde bitkinin Zn içeriği 2.9 ppm olarak ölçülmüş olup bu da kontroldekinden önemli ölçüde %42.00 oranında daha düşük olduğunu göstermiştir.

Pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde Zn içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında hiç bir literatüre rastlanmamıştır. Fakat, diğer kaynaklardan organik materiyeller uygulanmasının bitkilerde Zn içeriği üzerinde etkisi bazı çalışmalar tarafından bildirilmiştir.

Fransa'da yapılan denemede, organik gübre olarak arıtma çamuru uygulanmasının kolza (*Brassica napus*) bitkisinin kökleri ve saplarında Zn içeriğini kontrole kıyasla sırasıyla %45.68 ve 10.43 oranlarında azalttığı rapor edilmiştir (Planquart ve ark., 1999). İtalya'da yapılan araştırma, kompost uygulanmasının *Eruca vesicaria* bitkisinin Zn içeriğini kontrole kıyasla %29.17 oranında azalttığını bildirmiştir (Terzano ve ark 2008). Uzun vadeli (iki yıllık) bir çalışmada, bitki artıları kompostu uygulanmasının ayçiçeği bitkisinin kökleri, sapı ve yapraklarında Zn içeriğini kontrole kıyasla sırasıyla %30.41,

4.04 ve 13.36 oranlarında azalttığını bildirilmiştir (Clemente ve ark 2010). 5 ve 10% miktarlarında *Micanthus giganteus* samanından oluşan biyokömür uygulanması birinci hasattaki çavdar otu bitkisinin Zn içeriğini sırasıyla %53 ve 73 oranlarında düşürmüşken ikinci hasattaki ise sırasıyla %57 ve 74 oranlarında düşürmüştür (Houben ve ark 2013).

İspanya'da yapılan bir çalışmada, inek gübresi, tavuk gübresi ve kağıt fabrikası çamuru ile tavuk gübresi karışımı uygulanmasının *Festuca rubra* bitkisinin Zn içeriğini (sırasıyla 249, 279 ve 149 ppm) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %40.29, 33.09 ve 64.27 oranlarında azalttığı bildirmiştir (Galende ve ark 2014). Ankara'da buğday yetiştirilmesinde zeytin küspesinde oluşan biyokömürün uygulanmasının bitkinin toplam Zn içeriğini (0.00-6.07 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde %79.77-100.00 oranlar arasında azalttığı bildirilmiştir (Turgay ve ark 2018). ABD'nin Kaliforniya Eyaleti'nde sorgum yetiştirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, beyaz hardal ve Hindistan hardalı küspeleri uygulanmasının birinci hasattaki sorgum bitkisinin Zn içeriğini (sırasıyla 98 ve 88 mg/kg) kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %55.56 ve 39.68 oranlarında azaltmıştır (Lewis ve ark 2019).

Önceki yapılan çalışmalar, organik materyaller uygulanmasının topraktaki kullanılabilir Cu içeriğini azalmasını de rapor edilmiştir. Bambu ve çeltik samanı biyokömürleri uygulanmasının torpaktaki organik madde ile bağlayan Zn içeriğini sırasıyla %20.09 ve 20.55 oranlarına kadar arttırdığını ve kullanılabilir Zn içeriğini sırasıyla %16.19 ve 14.54 oranlarına kadar azaltığını bildirmişlerdir (Lu ve ark 2017).

Bu değerler, araştırmamızda küspeler uygulanması ile ilgili değerlerden farklı sonuçlar bulunmuştur. Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, analizde kullanılan bitki kısımlarından, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde yem bezelyesi ve yaygın fiğ bitkilerinin Zn içeriği, koca fiğ bitkisinden daha yüksek olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.59). Bu sonuçlar ayrıca, farklı bitki türlerinin bitki artığı muamelelerine farklı bitkide Zn içeriği tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.5.13. Krom [Cr]

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin Cr içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.60'ta sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.61'de verilmiştir.

Çizelge 4.46'ın incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki artığının bitkilerin Cr içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.60. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin krom [Cr] içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	0.06	1.54	3	0.03	0.92
Bitki Artığı (A)	2	2.77	69.50**	3	1.99	54.29**
Bitki Türü (B)	2	0.21	5.16	2	0.27	7.34**
AxB	3	0.26	6.60**	4	0.13	3.48*
Hata	21	0.04	-	25	0.04	-

(*) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %5 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Cr içeriği 3.37 ppm ile kontrol muamelesinde bulunmuş olup bu da istatistiki açıdan önemli ölçüde diğer muamelelerden daha yüksek bulunmuştur. En düşük Cr içeriği ise 0.76 ppm ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre kontrol 1. grupta (a), buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi ise 2. grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Cr içeriği 5.59 ppm ile kontrol muamelesinde bulunmuş olup bu da istatistiki açıdan önemli ölçüde diğer muamelelerden daha yüksek bulunmuştur. En düşük Cr içeriği ise 2.05 ppm ile ayçiçeği tohumu küspesi muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre kontrol 1. grupta (a), buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi ise 2. grupta (b) yer almıştır (Çizelge 4.61).

Araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki türünün bitkide Cr içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.60) en yüksek Cr içeriği ise yem bezelyesi bitkisinde 1.93 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.61). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki türünün bitkide Cr içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.60). Bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Cr içeriği, yaygın fiğ bitkisinde 3.55 ppm olarak tespit edilmiş olup bunu koca fiğ bitkisi (3.53 ppm) takip etmiştir. En düşük Cr içeriği ise 2.59 ppm ile yem

bezelyesi bitkisinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre yaygın fiğ ve koca fiğ 1. grupta (a), yem bezelysi ise 2. grupta (b) yer almıştır (Çizelge 4.61).

Çizelge 4.60'ın incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde interaksiyonları bitkide Cr içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuşken ikinci yetiştirme döneminde ise %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.61. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin krom [Cr] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	3.56a	2.87a	3.70a	**3.37a**	5.15b	4.97b	6.66a	**5.59a**
A1	1.86b	0.37d	0.56cd	**0.93b**	1.83de	2.14cd	2.41cd	**2.12b**
A2	0.39d	-	1.13bc	**0.76b**	2.28cd	-	2.08cd	**2.18b**
A3	-	-	-	-	1.10e	-	2.99c	**2.05b**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**1.93**	**1.62**	**1.79**	1.80	**2.59b**	**3.55a**	**3.53a**	3.16

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %13.87, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %10.19
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek Cr içeriği kontrol ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde 3.70 ppm olarak tespit edilmiştir. En düşük Cr içeriği ise buğday kepeği ile muamele edilen yaygın fiğ bitkisinde (0.37 ppm) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. grubu (a), en düşük değer ise son grubu (d) oluşturmuştur. İkinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon bakımından en yüksek Cr içeriği, kontrol ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (6.66 ppm) bulunmuştur. En düşük Cr içeriği ise ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (1.10 ppm) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. grubu (a), en düşük değer ise son grubu (e) oluşturmuştur (Çizelge 4.61).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği istatistiki açıdan önemli ölçüde yem bezelyesi, yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinin Cr içeriğini kontrole kıyasla sırasıyla %47.75, 87.11 ve 84.86 oranlarında azaltmıştır. Pamuk tohumu küspesi ise istatistiki açıdan önemli ölçüde yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin

Cr içeriğini kontrole kıyasla sırasıyla %89.04 ve 69.46 oranlarında azaltmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Cr içeriğini sırasıyla %72.40 ve 77.45 oranlarında azaltmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, yem bezelyesi, yaygın fiğ ve koca fiğ bitkilerinin Cr içeriğini kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde sırasıyla %64.47, 56.94 ve 63.81 oranlarında azaltmıştır. Pamuk tohumu küspesi, yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin Cr içeriğini kontrole kıyasla sırasıyla %55.73 ve 68.77 oranlarında azaltmıştır. Ayçiçeği tohumu küspesi, yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin Cr içeriğini kontrole kıyasla sırasıyla %78.64 ve 55.11 oranlarında azaltmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Cr içeriğini sırasıyla %62.08, 61.00 ve 63.33 oranlarında azaltmıştır.

Sonuçların ortalaması olarak kontroldeki bitkilerde Cr içeriği bitki artıkları muamelelerden daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlara göre kullanılan toprakta Cr fazlalığının olduğu düşünülmektedir. Sonuçlar ayrıca, uzun vadeli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi), her muamelelerinin ikinci yetiştirme dönemindeki bitkilerde Cr içeriği birinci yetiştirme dönemindekinden daha yüksek olduğunu göstermiştir. Söylendiği gibi, organik madde ile işlem gören bitkiler tarafından ağır metal alımının azalmasının topraktaki yüksek organik maddeden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tüm kullanılan bitki artığı muamelelerinin bitkide Cr içeriği üzerinde etkisi konusunda bazı yapılan literatür taranması sonucunda hiç bir literatür ve veriye rastlanamadığından tartışma yapılamamıştır. Bu çalışma ayrıca ortalama olarak sadece ikinci yetiştirme döneminde bitki türünün Cr alımını etkilemiştir. Çalışmada, yem bezelyesi bitkisinin Cr içeriği, koca fiğ ve yaygın fiğ bitkilerindekinden daha düşük olduğu gösterilmiştir (Çizelge 4.61). Bu sonuçlar aynı zamanda, farklı bitki türlerinin farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerine farklı bitkide Cr içeriği tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.5.14. Nikel [Ni]

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin Ni içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.62'de sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.63'te verilmiştir.

Çizelge 4.62. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin nikel [Ni] içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	0.42	1.73	3	0.88	1.93
Bitki Artığı (A)	2	3.05	12.51**	3	9.39	20.60**
Bitki Türü (B)	2	0.44	1.82	2	4.04	8.87**
AxB	3	1.97	8.11**	4	3.26	7.14**
Hata	21	0.24	-	25	0.46	-

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.62'nin incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki artığının bitkilerin Ni içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.63. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin nikel [Ni] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	B2	B3	Ort.	B1	B2	B3	Ort.
A0	5.00a	4.80a	5.26a	**5.02a**	4.94ab	4.79ab	5.49a	**5.07a**
A1	5.27a	5.48a	3.87b	**4.87a**	2.01e	4.45bc	3.47cd	**3.31b**
A2	3.62b	-	3.96b	**3.79b**	3.01de	-	2.55de	**2.78b**
A3	-	-	-	-	3.48cd	-	5.49a	**4.48a**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**4.63**	**5.14**	**4.36**	4.66	**3.36b**	**4.62a**	**4.25a**	4.04

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %10.59, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %16.86
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Ni içeriği 5.02 ppm ile kontrol muamelesinde bulunmuş olu, bunu buğday kepeği muamelesi (4.87 ppm) takip etmiştir. En düşük Ni içeriği ise 3.79 ppm ile pamuk tohumu küspesi muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre kontrol ve buğday kepeği 1. grupta (a), pamuk tohumu küspesi ise 2. grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Ni içeriği 5.07 ppm ile kontrol muamelesinde bulunmuş olup bu da LSD önem testine göre ayçiçeği tohumu küspesi (4.48 ppm) ile 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük Ni içeriği ise 2.78 ppm ile pamuk

tohumu küspesi muamelesinde bulunmuş olup bu da buğday kepeği muamelesi (3.31 ppm) ile birlikte 2. grupta (b) yer almıştır (Çizelge 4.63).

Araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki türünün bitkide Ni içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.62), en yüksek Ni içeriği, yaygın fiğ bitkisinde 5.14 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.63). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki türünün bitkide Ni içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.62). Bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Ni içeriği, yaygın fiğ bitkisinde 4.62 ppm olarak tespit edilmiş olup bunu koca fiğ bitkisi (4.25 ppm) takip etmiştir. En düşük Ni içeriği ise 3.36 ppm ile yem bezelyesi bitkisinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre yaygın fiğ ve koca fiğ 1. grupta (a), yem bezelyesi ise 2. grupta (b) yer almıştır. (Çizelge 4.63).

Çizelge 4.62'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde interaksiyonları bitkide Ni içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek Ni içeriği buğday kepeği ile muamele edilen yaygın fiğ bitkisinde 5.48 ppm olarak tespit edilmiştir. En düşük Ni içeriği ise pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (3.62 ppm) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. gruba (a), en düşük değer ise son gruba (b) ait olrmuştur. İkinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon (AxB) bakımından en yüksek Ni içeriği, kontrol ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde ve ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (5.49 ppm) bulunmuşken, en düşük Ni içeriği ise buğday kepeği ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (2.01 ppm) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. grubu (a), en düşük değer ise son grubu (e) oluşturmuştur (Çizelge 4.63).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği istatistiki açıdan önemli ölçüde yem bezelyesi ve yaygın fiğ bitkilerinin Ni içeriğini etkilememişken koca fiğ bitkisinin Ni içeriğini %26.43 oranında azaltmıştır. Pamuk tohumu küspesi ise istatistiki açıdan önemli ölçüde yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin Ni içeriğini kontrole kıyasla sırasıyla %27.60 ve 24.71 oranlarında azaltmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Ni içeriğini etkilememişken pamuk tohumu küspesi ise bitkilerinin Ni içeriğini %24.50 oranında azaltmıştır.

İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği istatistiki açıdan önemli ölçüde yaygın fiğ bitkisinin Ni içeriğini etkilememişken yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin Ni içeriğini kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %59.31 ve 36.79 oranlarında azaltmıştır. Pamuk tohumu küspesi, yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin Ni içeriğini kontrole kıyasla sırasıyla %39.07 ve 53.55 oranlarında azaltmıştır. Ayçiçeği tohumu küspesi, koca fiğ bitkisinin Ni içeriğini istatistiki açıdan önemli ölçüde etkilememişken yem bezelyesi bitkisinin Ni içeriğini ise kontrole kıyasla %29.55 oranında azaltmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Ni içeriğini etkilememişken, buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ise bitkilerinin Ni içeriğini sırasıyla %34.71 ve 45.17 oranlarında azaltmıştır.

Sonuçların ortalaması olarak kontroldeki bitkilerde Ni içeriği bitki artıkları muamelelerden daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlara göre kullanılan toprakta Ni fazlalığının olduğu düşünülmektedir. Sonuçlar ayrıca, uzun vadeli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi), her bitki artıkları muamelelerinin ikinci yetiştirme dönemindeki bitkilerde Ni içeriği birinci yetiştirme dönemindekinden daha düşük olduğunu göstermiştir. Söylendiği gibi, organik madde ile işlem gören bitkiler tarafından ağır metal alımının azalmasının topraktaki yüksek organik maddeden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tüm kullanılan bitki artığı muamelelerinin bitkide Ni içeriği üzerinde etkisi konusunda bazı yapılan literatür taranması sonucunda hiç bir literatür ve veriye rastlanamamıştır. Ancak (Rehman ve ark 2016), organik gübre olarak biyokömür, kompost ve çiflik gübresi uygulanmasının mısır fidesinin toprak üstü kısmında Ni içeriğini kıyasla sırasıyla %19.00, 17.00 ve 34.00 oranlarında azaltmıştır. Ayrıca, biyokömür, kompost ve çiflik gübresi uygulanması mısır fidesinin köklerinde Ni içeriğini ise kontrole kıyasla sırasıyla %11.80, 15.00 ve 28.00 oranlarında azaltmıştır.

Bu çalışma ayrıca ortalama olarak sadece ikinci yetiştirme döneminde bitki türünün Ni alımını etkilemiştir. İkinci yetiştirme döneminde, yem bezelyesi bitkisinin Ni içeriği, koca fiğ ve yaygın fiğ bitkilerinden daha düşük olduğu gösterilmiştir (Çizelge 4.63). Bu sonuçlar, aynı zamanda, farklı bitki türlerinin, farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerine farklı bitkide Ni içeriği tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.5.15. Kurşun [Pb]

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin Pb içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.64'te sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.65'te verilmiştir.

Çizelge 4.64. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kurşun [Pb] içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	19.77	3.94	3	52.57	2.52
Bitki Artığı (A)	2	127.83	25.51**	3	278.45	13.32**
Bitki Türü (B)	2	24.63	4.91*	2	89.20	4.27*
AxB	3	11.72	2.34	4	116.12	5.56**
Hata	21	5.01	-	25	20.90	-

(*) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %5 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir
(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Çizelge 4.64'nü incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki artığının bitkilerin Pb içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.65. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kurşun [Pb] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	B2	B3	Ort.	B1	B2	B3	Ort.
A0	16.79	20.15	21.64	**19.53a**	41.00a	29.91bc	45.56a	**39.16a**
A1	14.44	15.99	13.71	**14.71b**	27.77bc	34.21b	33.10b	**31.69bc**
A2	10.22	-	13.71	**11.97c**	32.43bc	-	31.46bc	**31.94b**
A3	-	-	-	-	25.97c	-	28.29bc	**27.13c**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**13.82b**	**18.07a**	**16.35a**	15.83	**32.04b**	**32.06b**	**34.60a**	33.07

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %14.14, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %13.74
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Pb içeriği 19.53 ppm ile kontrol muamelesinde bulunmuştur. En düşük Pb içeriği

ise pamuk tohumu küspesi muamelesinde (11.97 ppm) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre kontrol 1. grupta (a), buğday kepeği 2. grupta (b) ve pamuk tohumu küspesi ise son grupta (c) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde, bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Pb içeriği 39.16 ppm ile kontrol muamelesinde bulunmuş olup bu da istatistiki açıdan önemli ölçüde diğer muamelelerden daha yüksek bulunmuştur. En düşük Pb içeriği ise 27.13 ppm ile ayçiçeği tohumu küspesi muamelesinde bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre kontrol 1. grupta (a), pamuk tohumu küspesi 2. grupta (b), buğday kepeği 3. grupta (bc) ve ayçiçeği tohumu küspesi ise son grupta (c) yer almıştır (Çizelge 4.65).

Çizelge 4.64'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde bitki türünün bitkide Pb içeriğine etkisi istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde, bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Pb içeriği, yaygın fiğ bitkisinde 18.07 ppm olarak tespit edilmiş olup bu da yapılan LSD önem testine göre koca fiğ bitkisi (16.35 ppm) ile birlikte 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük Pb içeriği, yem bezelyesi bitkisinde 13.82 ppm olarak tespit edilmiş olup bu da 2. grupta (b) yer almıştır. İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Pb içeriği, koca fiğ bitkisinde 35.64 ppm olarak tespit edilmiş olup bu da LSD önem testine göre 1. gruba (a) ait olmuştur. En düşük Pb içeriği ise yem bezelyesi bitkisinde (32.04 ppm) belirlenmiş olup bu da yaygın fiğ bitkisi (32.06 ppm) ile beraber 2. gruba (b) ait olmuştur (Çizelge 4.65).

Araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde, bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında interaksiyonları (AxB) bitkide Pb içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.64) en yüksek Pb içeriği ise kontrol ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde 21.64 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.65). İkinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında interaksiyonları (AxB) bitkide Pb içeriğine etkisi istatistiki açıdan %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.64). En yüksek Pb içeriği, kontrol ile muamele edilen koca fiğ bitkisinde (45.56 ppm) bulunmuştur. En düşük Pb içeriği ise ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (25.97 ppm) bulunmuştur. Yapılan LSD önem testine göre en yüksek değeri 1. grubu (a), en düşük değer ise son grubu (c) oluşturmuştur (Çizelge 4.65).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türlerinin Pb içeriğini

kontrole kıyasla etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla önemli ölçüde bitkilerinin Pb içeriğini sırasıyla %24.68 ve 38.71 oranlarında azaltmıştır. İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği yaygın bitkisinin Pb içeriğini önemli ölçü etkilememişken yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin Pb içeriğini önemli ölçüde kontrole kıyasla sırasıyla %32.27 ve 27.35 oranlarında azaltmıştır. Pamuk tohumu küspesi, kontrole kıyasla yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin Pb içeriğini önemli ölçüde sırasıyla %20.90 ve 30.95 oranlarında azaltmıştır. Ayçiçeği tohumu küspesi ise önemli ölçüde yem bezelyesi ve koca fiğ bitkilerinin Pb içeriğini kontrole kıyasla sırasıyla %36.66 ve 37.91 oranlarında azaltmıştır. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Pb içeriğini sırasıyla %19.08, 18.44 0 ve 30.72 oranlarında azaltmıştır.

Sonuçlar, ortalama olarak tüm bitki artıkları uygulanmasının, uzun vadeli bir çalışmada (ikinci yetiştirme döneminde) bitkilerde Pb içeriğini kontrole kıyasla önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Ayrıca, kontroldeki bitkilerde Pb içeriği bitki artıkları muamelelerden daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlara göre kullanılan toprakta Pb fazlalığının olduğu düşünülmektedir. Sonuçlar ayrıca, uzun vadeli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi), her bitki artıkları muamelelerinin ikinci yetiştirme dönemindeki bitkilerde Pb içeriği birinci yetiştirme dönemindekinden daha yüksek olduğunu göstermiştir. Söylendiği gibi, organik madde ile işlem gören bitkiler tarafından ağır metal alımının azalmasının topraktaki yüksek organik maddeden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Buğday kepeği uygulanmasının bitkilerde Pb içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatür tarandığında hiç bir literatüre rastlanmamıştır. Fakat, Zheng ve ark (2012), kepeği uygulanmasının bitkilerde Pb içeriği üzerinde etkisini bildirmişlerdir. Çalışma, çeltik kepeği byiokömürü uygulanarak çeltik yetiştirilmesinde bitkinin Pb içeriği 8.4 ppm olarak ölçülmüş olup bu da kontroldekinden önemli ölçüde %45.81 oranında daha düşük olduğunu göstermiştir. Bu değer, araştırmamızda buğday uygulanması ile ilgili değerlerden daha düşük bulunmuş olup ancak, kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kontrolden daha düşük bulunmuştur.

Pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi uygulanmasının bitkilerde Pb içeriği üzerinde etkisi ile ilgili veriler ve literatürler tarandığında hiç bir literatüre rastlanmamıştır. Ancak, diğer kaynaklardan organik materyeller uygulanmasının bitkilerde Pb içeriği üzerine etkisi önceki bazı yapılan çalışmalar tarafından rapor

edilmiştir. Fransa'daki yapılan denemede, organik gübre olarak arıtma çamuru uygulanmasının kolza (*Brassica napus*) bitkisinin kökleri ve saplarında Pb içeriğini kontrole kıyasla sırasıyla %37.84 ve 56.52 oranlarında azalttığı rapor edilmiştir (Planquart ve ark 1999).

Çavdar otu ile bir çalışmada, bitki artıkları kompostu, biyokömür ve bitki artıkları ile biyokömür karışımı kullanılması kontrole kıyasla bitkinin Pb içeriğini sırasıyla yaklaşık %97, 75 ve 96 oranlarında azalttığını bildirilmiştir (Karami ve ark 2011). Çavdar otu ile başka bir çalışmada, %5 ve 10 miktarlarında *Micanthus giganteus* samanından oluşan biyokömür uygulanması birinci hasattaki çavdar otu bitkisinin Pb içeriğini sırasıyla %30 ve 50 oranlarında düşürmüşken ikinci hasattaki ise sırasıyla %37 ve 759 oranlarında düşürmüştür (Houben ve ark 2013). Çeltik yetiştirilmesinde ise kolza artıkları uygulanması çeltik bitkisinin yaprakları ve saplarındaki Pb içeriğini kontrol olarak kimyasal gübre uygulanmasına kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %65.47 ve 64.13 oranlarında azaltmıştır (Ok ve ark 2011).

İspanya'da yapılan bir çalışmada, inek gübresi ve kağıt fabrikası çamuru ile tavuk gübresi karışımı uygulanmasının *Festuca rubra* bitkisinin Pb içeriğini kontrole kıyasla önemli ölçüde sırasıyla %47.79 ve 52.21 oranlarında azalttığı bildirilmiştir (Galende ve ark 2014). Çin'de çeltik yetiştirilmesinde, çeltik samanı biyokömürü uygulanması çeltik bitkisinin kökleri, sapları ve yapraklarının Pb içeriğini önemli ölçüde sırasyla %19.29, 71.10 ve 75.64 oranlarında azaltmıştır (Li ve ark 2016).

Bu değer, araştırmamızda buğday kepeği uygulanması ile ilgili değerlerden daha düşük bulunmuş olup ancak kontrol ile karşılaştırıldığında araştırmamızın değerleri gibi kontrolden daha düşük bulunmuştur. Bu farklılıklar çevre şartlarından, kullanılan bitki türlerinden, analizde kullanılan bitki kısımlarından, kullanılan artık tiplerinden, uygulanan kültürel işlemlerden ve ekim zamanlarındaki farklılıklardan olabileceği düşünülmüştür.

Önceki çalışmalar, organik materyaller uygulanmasının topraktaki kullanılabilir Pb içeriğini azaltmasını ve organik bileşiklerle bağlayan Pb içeriğini arttırmasını de rapor etmiştir. Biyokömür uygulanması topraktaki kullanılabilir Pb içeriğini kontrole kıyasla önemli ölçüde %60.94 oranında azaltmıştır (Ahmad ve ark 2012). Kompost uygulanmasının üç arazinin topraklardaki kullanılabilir Pb içeriğini kontrole kıyasla %91.83 oranına kadar azalttığını rapor edilmiştir (Udovic ve McBride 2012). Çeltik samanı biyokömürleri uygulanmasının topraktaki organik madde ile bağlayan Pb içeriğini %36.67 oranına kadar arttırdığı, Fe/Mn oksitlerle bağlayan Pb içeriğini sırasıyla %9.28

oranına kadar arttırdığı ve kullanılabilir Pb içeriğini sırasıyla %30.99 oranına kadar azaltığı de bildirilmiştir (Lu ve ark 2017).

Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak her iki yetiştirme döneminde yem bezelyesi bitkisinde en düşük Pb içeriği tespit edildiğini göstermiştir (Çizelge 4.65). Bununla birlikte, farklı bitki türlerinin farklı dönemdeki bitki artığı muamelelerine farklı bitkide Pb içeriği tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

4.5.16. Kobalt [Co]

İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları muamelesinde üç baklagil yem bitkisinin Co içeriği değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.66'da sunulmuştur. Ortalama değerler ve LSD test gruplamaları ise Çizelge 4.67'de verilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki artığının bitkilerin Co içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.66) bitki türlerinin ortalaması olarak en yüksek Co içeriği 0.75 ppm ile buğday kepeği muamelesinde bulunmuştur (Çizelge 4.67). İkinci yetiştirme döneminde ise bitki artığının bitkilerin Co içeriğine etkisi %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.66). En yüksek Co içeriği 0.82 ppm ile kontrol muamelesinde bulunmuş olup bu da yapılan LSD önem testine göre 1. grubu (a) oluşturmuştur. En düşük Co içeriği ise 0.20 ppm ile buğday kepeği muamelesinde bulunmuş olup bu da pamuk tohum küspesi (0.43 ppm) ve ayçiçeği tohumu küspesi (0.41 ppm) ile birlikte 2. grubu (b) oluşturmuştur (Çizelge 4.67).

Çizelge 4.66. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kobalt [Co] içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	Birinci Yetiştirme Dönemi			İkinci Yetiştirme Dönemi		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Genel	31	-	-	37	-	-
Bloklar	3	0.018	1.56	3	0.00	0.12
Bitki Artığı (A)	2	0.004	0.37	3	0.21	6.29**
Bitki Türü (B)	2	0.013	1.13	2	0.12	3.52*
AxB	3	0.005	0.44	4	0.06	1.76
Hata	21	0.011	-	25	0.03	-

(*) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %5 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

(**) işaretli F değerleri, muameler arasındaki farkın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduklarını göstermektedir

Araştırmanın yürütüldüğü birinci yetiştirme döneminde bitki türünün bitkide Co içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamış olup (Çizelge 4.66) en yüksek Co

içeriği ise yaygın fiğ bitkisinde 0.77 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.67). Araştırmanın ikinci yetiştirme döneminde ise bitki türünün bitkide Co içeriğine etkisi istatistiki açıdan %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.66). Bitki artıklarının ortalaması olarak en yüksek Co içeriği, koca fiğ bitkisinde 0.64 ppm olarak tespit edilmiş olup bu da LSD önem testine göre 1. grupta (a) yer almıştır. En düşük Co içeriği ise yem bezelyesi bitkisinde (0.33 ppm) bulunmuş olup bu da son grupta (b) yer almıştır. Yaygın fiğ bitkisideki ise (0.51 ppm) bu iki grup arasında olup 2. grubu (ab) oluşturmuştur (Çizelge 4.67).

Çizelge 4.67. İki yetiştirme döneminde farklı bitki artıkları uygulamasında üç baklagil yem bitkisinin kobalt [Co] içeriği değerleri (ppm) ve LSD testi grupları

Bitki Artıkları	Birinci Yetiştirme Dönemi				İkinci Yetiştirme Dönemi			
	B1	**B2**	**B3**	**Ort.**	**B1**	**B2**	**B3**	**Ort.**
A0	0.62	0.78	0.76	**0.72**	0.86	0.84	0.76	**0.82a**
A1	0.75	0.77	0.74	**0.75**	0.00	0.19	0.40	**0.20b**
A2	0.56	-	0.75	**0.66**	0.30	-	0.57	**0.43ab**
A3	-	-	-	-	0.00	-	0.82	**0.41ab**
A4	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ort.	**0.65**	**0.77**	**0.75**	0.72	**0.33b**	**0.51ab**	**0.64a**	0.47

C.V. (Birinci Yetiştirme Dönemi): %9.63, C.V. (İkinci Yetiştirme Dönemi): %18.97
A0: Kontrol (sadece toprak), A1: Buğday kepeği, A2: Pamuk tohumu küspesi, A3: Ayçiçeği tohumu küspesi, A4: Kolza/kanola küspesi, A5: Soya küspesi, B1: Yem bezelyesi, B2: Yaygın fiğ, B3: Koca fiğ.

Çizelge 4.66'nın incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, bitki artığı ve bitki türü faktörleri arasında (AxB) araştırmanın yürütüldüğü her iki yetiştirme döneminde interaksiyonların bitkide Co içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Araştırmanın birinci yetiştirme döneminde bitki artığı ve bitki türü arasında interaksiyon bakımından en yüksek Co içeriği kontrol ile muamele edilen yaygın fiğ bitkisinde 0.78 ppm olarak tespit edilmiştir. İkinci yetiştirme döneminde ise en yüksek Co içeriği, kontrol ile muamele edilen yem bezelyesi bitkisinde (0.86 ppm) bulunmuştur (Çizelge 4.67).

Araştırmanın sonuçlarına göre birinci yetiştirme döneminde buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türlerinin Co içeriğini kontrole kıyasla etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği ve pamuk tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Co içeriğini etkilememiştir. İkinci yetiştirme döneminde buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve

ayçiçeği tohumu küspesi istatistiki açıdan önemli ölçüde tüm bitki türünün Co içeriğini kontrole kıyasla etkilememiştir. Bitki türünün ortalaması olarak buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi kontrole kıyasla istatistiki açıdan önemli ölçüde bitkilerinin Co içeriğini sırasıyla %75.61, 82.22 ve 74.47 oranlarında azaltmıştır.

Sonuçta, kontroldeki bitkilerde Co içeriği yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlara göre kullanılan toprakta Co fazlalığının olduğu düşünülmektedir. Ancak, ortalama olarak tüm bitki artıkları uygulanmasıyla uzun vadeli bir çalışmada (ikinci yetiştirme döneminde) bitkilerin Co içeriği kontrole kıyasla daha düşük olduğunu göstermiştir. Sonuçlar ayrıca, uzun vadeli bir çalışmada (iki yetiştirme dönemi), her bitki artıkları muamelelerinin ikinci yetiştirme dönemindeki bitkilerde Co içeriği birinci yetiştirme dönemindekinden daha düşük olduğunu göstermiştir. Söylendiği gibi, organik madde ile işlem gören bitkiler tarafından ağır metal alımının azalmasının topraktaki yüksek organik maddeden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Her kullanılan bitki artığı muamelelerinin bitkide Co içeriği üzerinde etkisi konusunda bazı yapılan literatür taranması sonucunda hiç bir literatür ve veriye rastlanamadığından tartışma yapılamamıştır. Bu çalışma ayrıca, ortalama olarak birinci yetiştirme döneminde tüm bitki türlerinde Co içeriği farklı bulunmamışken ikinci yetiştirme döneminde ise yem bezelyesi bitkisinde Co içeriğinin kullanılan bitki türlerindekinden en düşük olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar aynı zamanda, farklı bitki türlerinin farklı dönemde bitki artığı muamelelerine farklı bitkide Co içeriği tepkilerine sahip olduğunu da göstermiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bitkisel endüstriyel artıkların ana kullanımı hayvan yemi olarak bilinmektedir. Hayvan yemi için kullanılan bitkisel endüstriyel artıkların ana nedenleri, besin değerlerin mevcudiyeti ve ekonomik olarak değerlendirilebilir olmalarıdır. Bunun yanında, bir organik madde kaynağı olması sebebi ile bitkisel endüstriyel artıklar toprak özellikleri iyileştirilmede de önemli bir potansiyele sahip olacağı kabul edilebilir. Bu artıkların kullanımı, topraktaki organik madde ve bitki besin içeriğini arttırarak kimyasal gübrelerin uygulanmasını azaltacaktır. Bu artıkların topraklara organik madde ilavesi için kullanılması, organik atık yönetimi probleminin üstesinden gelmek ve kimyasal gübre kalıntılarından kaynaklanan kirlilikler ve zararların etkileri azaltabilecek çözümlerden biridir.

Türkiye'de bu tip kullanımına karşılık, dünyada farklı amaçlarla da kullanılmaktadır. Örneğin Endonezya'da palmiye yağı küspesi, enerji ham maddesi ve toprak iyileştirici olarak kullanılmaktadır. Hayvan yemi olarak ana kullanımından dolayı, bitkisel endüstriyel artıkların uygulanmasının toprağın organik madde ve diğer özelliklerinin iyileştirilmesi ve bitki büyümesi üzerindeki etkileri hakkında Türkiye'de çok fazla bilgi bulunamamaktadır. Araştırmamızdan alınan sonuçları, bu artıkların uygulanmasının toprak özellikleri iyileştirmesi ve değişimi, bitki büyümesi, bitkilerin besin alımı ve rizobiyal faaliyetler üzerindeki etkileri hakkında önemli bilgiler ilave edeceği tespit edilmiştir.

Araştırmamızda bazı yağlı tohum küspeleri uygulanması, tüm kullanılan baklagil yem bitkileri gelişimi üzerine (yem bezelyesi, yaygın fiğ ve koca fiğ) negatif etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Bu yağlı tohum küspeleri uygulanması, her iki yetiştirme döneminde bitkilerin gelişimini engellemiş ve bazı bitkilerinde ilerleyen zamanda da ölümlerine sebeb olmuştur. Bu yağlı tohum küspelerin negatif etkileri, küspelerinin ayrışmasından biyoaktif veya alelokimyasal bileşiklerin salınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Küspeler muamelelerinin bu allelokimyasallarının fitotoksisite etkileri, birinci yetiştirme dönemindeki ekimden 3 hafta sonra bu organik maddelerin (küspelerin) ayrışması meydana geldiğinde gözlenmiştir. Bitkilerin alelokimyasalların varlığına tepkisi, ekimden 20 gün sonra sararmayı yaşayan ve ekimden 27 gün sonra solmaya ve ölmeye başlayan bazı bitkiler tarafından gösterilmiştir.

Toprak özellikleri analizi bakımından kullanılan bitki artıkları (buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tuhumu küspesi) bazı toprak özelliklerini (organik

madde, P_2O_5 ve K_2O içerikleri, pH değeri ve satürasyon yüzdesi) iyileştirmiştir. Ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen topraklarda en yüksek organik madde ve K_2O içerikleri tespit edilmişken (sırasıyla %1.35 ve 103.33 kg/da), buğday kepeği ile muamele edilen topraklarda ise en yüksek P_2O_5 içeriği (17.48 kg/da) tespit edilmiştir. Toprak satürasyonunun yüzdesinin daha yüksek olması, toprak bünyesi, su tutma kapasitesi ve katyon değişim kapasitesini de iyileştirebilmektedir. Toprak özelliklerinin iyileştirilmesi, bitki gelşimini de ileride daha iyi destekleyebileceği öngörülmektedir.

İkinci yetiştirme döneminde, kullanılan küspelerin çıkış oranı üzerinde hala fitotoksisite etkisine sahip olduğu da görülmüştür. İkinci yetiştirme döneminde, ayçiçeği tohumu küspesi, kanola tohumu küspesi ve soya küspesi önemli ölçüde tüm bitkilerinin çıkış oranını engellemişken (sırasıyla %58.32-78.75, %89.95-98.36 ve %79.16-97.12) pamuk tohumu küspesi ise sadece yaygın fiğ bitkisinin çıkış oranını önemli ölçüde engellemiştir (%50.98). Küspelerin özellike ayçiçeği tohumu küspesinin fitotoksisite etkisi, ikinci yetiştirme dönemide azaltmıştır. İkinci yetiştirme döneminde, ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen bazı bitkilerin (yem bezelyesi ve koca fiğ) hasat zamanına kadar hayatta kalabildiği gösterilmiştir. Küspeler ile muamele edilen bitkilerin kök uzunluğu ve kuru kök ağırlığı önemli ölçüde kontrolden daha düşük olmuştur. İkinci yetiştirme döneminde, pamuk tohumu küspesi (32.76 cm) ve ayçiçeği tohumu küspesi (30.76 cm), bitkilerin kök uzunluğunu kontrole kıyasla sırasıyla %13.27 ve 20.94 oranlarında azaltmıştır. Kuru kök ağırlığı bakımından ise sadece ayçiçeği tohumu küspesi (0.37 g) muamelesinde kontrole göre %21.28 oranında daha düşük bulunmuştur.

Buğday kepeği, her iki yetiştirme döneminde bitki gelişimi parametreleri bakımından en yüksek sonuçları vermiş olup en uygun bitki artığı olmuştur. İkinci yetiştirme döneminde, buğday kepeği ile muamele edilen bitkilerin yaş ve kuru toprak üstü bitki ağırlıkları ve ayrıca yaş ve kuru kök ağırlıkları sırasıyla 24.56, 4.70, 2.86 ve 0.58 g olarak bulunmuştur. Pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi ise kontrole göre daha yüksek ancak buğday kepeğinden daha düşük olacak sekilde bitki üst kısmında positif etkide bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçları, yapılan toprak analizine göre kullanılan bitki artıklarının toprağın organik madde ve diğer kimyasal içerikler ile fiziksel özelliklerinin iyileştirildiğini ancak olumsuz etkilerini ortadan kaldıracak süre olarak yetersiz olduğunu göstermiştir.

Rhizobium aktivitesi bakımından da sadece buğday kepeği yüksek nodül sayısı ve aktif nodül sayısının değerleri sağlamış olup diğer bitki artıkları içinden en iyi bitki artığı olmuştur. İkinci yetiştirme döneminde, buğday kepeği ile muamele edilen bitkilerinde

115.45 nodül tespit edilmiştir. Buğday kepeği muamelesindeki yüksek nodülasyon, topraktaki rizobiyumun enerji ve besin kaynağı haline gelen topraktaki yüksek organik madde miktarından kaynaklanmaktadır. Kepek uygulanmasının rhizobia dahil topraktaki bakteri popülasyonunu önemli ölçüde arttırmaktadır. Pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi ise çok az sağlamış hatta ayçiçeği tohumu küspesi ile koca fiğ bitkisinde hiç nodül bulunmamıştır. Küspelerin fitotoksisite etkisi, topraktaki rhizobium bakteri aktivitesini engellediği de varsayılmaktadır. Sonuçlara göre küspeler ile muamele edilen bitkilerin nodül sayısı ve aktif nodül sayısını önemli ölçüde azaltmıştır.

Bitkide kimyasal içerikleri analizi bakımından ise kullanılan bitki artıkları bitkilerin bazı makro ve mikro besin elementleri alımını arttırmıştır. Buğday kepeği, bitkilerin N, P, K, Mg, S, Mn ve B alımını arttırmıştır. Pamuk tohum küspesi, bitkilerin N, P, K, Ca, Mg, S, Mn ve B alımını arttırmıştır. Ayçiçeği tohumu küspesi ise N, P, K, Ca, Mg, Mn ve B alımını arttırmıştır. Bu sonuçlar, kullanılan bitki artıklarının bitkiler tarafından kullanılabilir bir şekilde bu besin elementları toprağa sağlamıştır. N, P ve K içerikleri bakımından, ikinci yetiştirme döneminde, en yüksek N içeriği (%3.69) ayçiçeği tohumu küspesi ile muamele edilen bitkilerde, en yüksek P içeriği (%0.22) buğday kepeği ile muamele edilen bitkilerde ve en yüksek K içeriği (%3.81) pamuk tohumu küspesi ile muamele edilen bitkilerde tespit edilmiştir. Her kullanılan bitki artığı bitkilerin Fe ve Na alımını etkilememişken diğer mikroelementlerin alımı ise kontrolden daha düşük bulunmuştur. Bitkilerin mikro elementleri (Cu, Zn, Cr, Ni, Pb ve Co) alımı, kontrol muamelesine göre bitki artıkları muamelesinde daha düşük bulunmuştur. Bu sonuçlara göre kullanılan toprakta bu mikro elementlerin fazlalığı olduğu düşünülmektedir. Topraktaki organik maddenin ayrışması hümik asit, fulvik asit ve amino asitler gibi bazı organik bileşikler ve fosfat, Fe ve ya Mn oksitler gibi organik anyonlar üretmektedir. Bu organik asitler ve anyonlar, şelatlama ve kompleksleşme işlemleriyle bu metal mikro elementleri bağlayabilmektedir. Bu işlemler, topraktaki metalleri sabit ve kullanılamaz hale getirerek bitkiler tarafından alımını azaltmaktadır.

5.2. Öneriler

Araştırmamızda, buğday kepeği dışında yağlı tohum küspeleri uygulanmasıyla tüm kullanılan bitkilerin gelişimi üzerinde fitotokisite etkisi görülmektedir. Bu yağlı tohum küspelerinin fitotoksisite etkileri, küspelerin ayrışması ve alelokimyasal bileşiklerin salınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yağlı tohum küspelerinin alelokimyasal bileşiklerinin varlılığı ve fitotoksisite etkisini daha iyi anlamak için

kullanılan yağlı tohum küspelerinde ve bu küspeler ile uygulanan topraklarda alelokimyasal içerikleri varlılığını belirlemeye yönelik laboratuvar analizinin yapılması tavsiye edilmektedir.

Araştırmamızda ayrıca, bu tip endüstriyel artıkların kullanımında olgunlaştırma sürelerinin belirlenmesi, endüstriyel artıklara yapılan muamelelerin önceki safhalarının irdelenmesi ve buna yönelik farklı çalışmaları ile bu çalışmaların devamınında sağlanması önerilmektedir. Her organik endüstriyel artığın organik sebebiyle yukarıdaki belirlenen hususlar çerçevesinde kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

Aali K, A., Parsinejad, M. and Rahmani, B., 2009, Estimation of saturation percentage of soil using multiple regression, ANN, and ANFIS techniques, *Computer and Information Science,* 2 (3), 127-136.

Abbas, M., Atiq-ur-Rahman, M., Manzoor, F. and Farooq, A., 2012, A quantitative analysis and comparison of nitrogen, potassium and phosphorus in rice husk and wheat bran samples, *Pure and Applied Biology,* 1 (1), 14-15.

Abd-Alla, M. H., Omar, S. A. and Omar, S., 2001, Survival of rhizobia/bradyrhizobia and a rock-phosphate-solubilizing fungus *Aspergillus niger* on various carriers from some agro-industrial wastes and their effects on nodulation and growth of faba bean and soybean, *Journal of Plant Nutrition,* 24 (2), 261-272.

Abdelhamid, M. T., Horiuchi, T. and Oba, S., 2004, Composting of rice straw with oilseed rape cake and poultry manure and its effects on faba bean (*Vicia faba* L.) growth and soil properties, *Bioresource Technology,* 93 (2), 183-189.

Abe, S., Hashimoto, S., Umezane, T., Yamaguchi, T., Yamamoto, S., Yamada, S., Endo, T. and Nakata, N., 2010. Agronomic and environmental performance of rapeseed oilcake in the lowland rice farming of Japan, *Communications in Soil Science and Plant Analysis,* 41 (16), 1944-1958.

Adegoke, J., Abel, O., Joseph-Adekunle, T., 2018, Effects of rice-bran compost on growth and yield of soybean (*Glycine max*) on an Alfisol in Ibadan, Nigeria, *Nigerian Journal of Soil Science,* 28, 25-30.

Agbenin, J. O., Ibitoye, S. O. and Agbaji, A.S., 2008, Nutrient mineralization from deoiled neem seed in a Savanna soil from Nigeria, *Communications in Soil Science and Plant Analysis,* 39 (3-4), 524-537.

Ahmad, M., Lee, S. S., Yang, J. E., Ro, H. M., Lee, Y. H. and Ok, Y. S., 2012, Effects of soil dilution and amendments (mussel shell, cow bone, and biochar) on Pb availability and phytotoxicity in military shooting range soil, *Ecotoxicology and Environmental Safety,* 79, 225-231.

Aluko, O., Chikoye, D. and Smith, M., 2012, Effect of soybean (*Glycine max*) leaf extracts on germination and early growth of speargrass [*Imperata cylindrica* (L.) Reauschel], *African Journal of Plant Science,* 6 (2), 57-61.

An, N. H,. Lee, S. M., Cho, J. R., Lee, C. R. and Kong, M. J., 2019. Effect of liquid fertilizer application using fish-meal, bone-meal and sesame oil-cake on seed germination and growth of tomato, *Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association*, 27 (4), 61-70.

Anis, M., Zaki, M. J. and Dawar, S., 2010, Effect of oil seed cakes alone or in combination with Trichoderma species for the control of charcoal rot of sunflower (*Helianthus annus* L.), *Pakistan Journal of Botany,* 42 (6), 4329-4333.

Apprich, S., Tirpanalan, Ö., Hell, J., Reisinger, M., Böhmdorfer, S., Siebenhandl-Ehn, S., Novalin, S. and Kneifel, W., 2014, Wheat bran-based biorefinery 2: Valorization of products, *LWT-Food Science and Technology*, 56 (2), 222-231.

ARC-ITSC Analytical Service, 2016, Guide and Instructions for Soil and Leaf Sampling for Tropical and Subtropical Crops, ARC-ITSC Analytical Laboratory Services, Nelspruit, South Africa.

Aryal, U., Shah, S., Xu, H. and Fujita, M., 2007, Growth, nodulation and mycorrhizal colonization in bean plants improved by rhizobial inoculation with organic and chemical fertilization, *Journal of Sustainable Agriculture*, 29 (2), 71-83.

Aryal, U., Xu, H. and Fujita, M., 2003, Rhizobia and AM fungal inoculation improve growth and nutrient uptake of bean plants under organic fertilization, *Journal of Sustainable Agriculture*, 21 (3), 27-39.

Ashti, S., Hero, F., Dlshad, A. and Nawroz, A., 2018, Response of some plant species towards the allelopathy of two types of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seed extracts, *Applied Ecology and Environmental Research*, 16 (6), 8119-8129.

Attoe, E., Kekong, M., Uke, J. and Peter, O., 2016, Combined effect of rice bran and nitrogen fertilizer on soil properties and yield of cassava In Obubra, Cross River State, Nigeria, *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 4 (1), 71-75.

Aziz, S., Siddique, M. A. B. and Begum, M. H. A., 2018, Cotton seed oil cake as a valuable source of plant nutrients for sustainable agriculture, *The Pharmaceutical and Chem. J.*, 5 (3), 39-45.

Badar, R., Aslam, I., Ibrahim, S. and Shabbir, S., 2014, Comparative effect of composts with and without microbial inoculants on the growth of *Vigna radiate*, *IJAPBC*, 3 (1), 100-105.

Badar, R., Khan, M., Batool, B. and Shabbir, S., 2015, Effects of organic amendments in comparison with chemical fertilizer on cowpea growth, *IJAR*, 1 (4), 24-29.

Badar, R. and Qureshi, S.A., 2015, Utilization of composted agricultural waste as organic fertilizer for the growth promotion of sunflower plants, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 3 (5), 184-187.

Bayramin, S., Sürek, D. ve Dilsiz, A., (Tarihriz), Azotek Nohut Nodozite Bakteri Kültürü, Toprak, Gübre ve Su Araştırmaları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara.

Batish, D., Tung, P., Singh, H. and Kohli, R., 2002, Phytotoxicity of sunflower residues against some summer season crops, *Journal of Agronomy and Crop Science*, 188 (1), 19-24.

Batish, D.R., Lavanya, K., Singh, H. P. and Kohli, R. K., 2007, Phenolic allelochemicals released by *Chenopodium murale* affect the growth, nodulation and macromolecule content in chickpea and pea, *Plant Growth Regulation*, 51 (2), 119-128.

Bau, H., Mohtadi-Nia, D., Mejean, L. and Debry, G., 1983, Preparation of colorless sunflower protein products: effect of processing on physicochemical and nutritional properties, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 60 (6), 1141-1148.

Belay, B., Sakhuja, P. and Tefera, T., 2013, Integrated management of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) for tomato production and productivity, *Ethiopian Journal of Science and Technology*, 6 (2), 79-91.

Bell, A. A., Stipanovic, R. D., O'Brien, D. H. and Fryxell, P. A., 1978, Sesquiterpenoid aldehyde quinones and derivatives in pigment glands of Gossypium, *Phytochemistry*, 17 (8), 1297-1305.

Bernal, M., Clemente, R. and Walker, D., 2009, Interactions of heavy metals with soil organic matter in relation to phytoremediation, *Phytoremediation: The Green Salvation of the World*, 109-129.

Bibi, Z., Ding, W., Jilani, G., Khan, N.U. and Saleem, H., 2018, Soil amendments delineate amino acid biomarkers modulating macro-aggregation and carbon stabilization, *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 55 (4), 809-818.

Blanco-Moure, N., Gracia, R., Bielsa, A.C. and López, M.V., 2016, Soil organic matter fractions as affected by tillage and soil texture under semiarid Mediterranean conditions, *Soil and Tillage Research*, 155, 381-389.

Bogatek, R., Gniazdowska, A., Zakrzewska, W., Oracz, K. and Gawronski, S., 2006, Allelopathic effects of sunflower extracts on mustard seed germination and seedling growth, *Biologia Plantarum*, 50 (1), 156-158.

Bolan, N. S. ve Duraisamy, V., 2003, Role of inorganic and organic soil amendments on immobilisation and phytoavailability of heavy metals: a review involving specific case studies, *Soil Research*, 41 (3), 533-555.

Brown, P. and Morra, M., 1996, Hydrolysis products of glucosinolates in *Brassica napus* tissues as inhibitors of seed germination, *Plant and Soil*, 181 (2), 307-316.

Brown, P. D., Morra, M. J., McCaffrey, J. P., Auld, D. L. and Williams, L., 1991, Allelochemicals produced during glucosinolate degradation in soil, *Journal of Chemical Ecology*, 17 (10), 2021-2034.

Campbell, C. R. and Plank, C. O., 1998, Preparation of plant tissue for laboratory analysis, *Methods for Plant Analysis*, CRC Press, Florida, 37-50.

Cardelli, R., Marchini, F. and Saviozzi, A., 2012, Soil organic matter characteristics, biochemical activity and antioxidant capacity in Mediterranean land use systems, So*il and Tillage Research*, 120, 8-14.

Chamon, A., Gerzabek, M., Mondol, M., Ullah, S., Rahman, M. and Blum, W., 2005, Influence of soil amendments on heavy metal accumulation in crops on polluted soils of Bangladesh, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36 (7-8), 907-924.

Choesin, D. N. and Boerner, R. E., 1991, Allyl isothiocyanate release and the allelopathic potential of *Brassica napus* (Brassicaceae), *American Journal of Botany*, 78 (8), 1083-1090.

Choi, H. S. and Jung, S. K., 2020, Effect of amount of oil cake applications on mineral nutrient partitioning of black chokeberry, *Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association*, 28 (1), 5-14.

Choi, H. S., Lee, Y., Jung, J. A., Jee, H. J., Lee, S. M., Kuk, Y. I. and Jung, S. K., 2012, Effects of organic materials and precipitation on nitrogen uptake efficiency in sorghum x sudangrass hybrid, *Korean Journal of Organic Agriculture*, 20 (3), 357-368.

Choi, H. S., Li, X., Kim, W. S., Choi, K. J., Lee, Y. and Jung, S. K., 2010, Soil characteristics and leaf and bud developments with different organic fertilizers in a pear orchard, *Korean Journal of Organic Agriculture*, 18 (3), 363-375.

Choi, H. S., Li, X., Kim, W. S. and Lee, Y., 2011, Effects of nutrient source on soil physical, chemical, and microbial properties in an organic pear orchard, *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 30 (1), 16-23.

Cholid, M., 2008, Effect of duration of incorporation of common sunflower (*Helianthus annuus* L.) leaves in the soil on the germination of selected weeds and crops, *Agritek*, 17, 1232-1238.

Chu, H., Fujii, T., Morimoto, S., Lin, X. and Yagi, K., 2008, Population size and specific nitrification potential of soil ammonia-oxidizing bacteria under long-term fertilizer management, *Soil Biology and Biochemistry*, 40 (7), 1960-1963.

Clemente, R., Hartley, W., Riby, P., Dickinson, N. M. and Lepp, N. W., 2010, Trace element mobility in a contaminated soil two years after field-amendment with a greenwaste compost mulch, *Environmental Pollution*, 158 (5), 1644-1651.

Cornelissen, J., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D., Reich, P., Ter Steege, H., Morgan, H. and Van Der Heijden, M., 2003, A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide, *Australian Journal of Botany*, 51 (4), 335-380.

Çepel, N., 1988, Toprak İlmi Ders Kitabı - Orman Topraklarının Karakteristikleri, Toprakların Oluşumu, Özellikleri ve Ekolojik Bakımdan Değerlendirilmesi,. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.

Dalgaard, R., Schmidt, J., Halberg, N., Christensen, P., Thrane, M. and Pengue, W. A., 2008, LCA of soybean meal. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 13 (3), 240-254.

de Castro, A. M., dos Reis Castilho, L. and Freire, D. M. G., 2016, Characterization of babassu, canola, castor seed and sunflower residual cakes for use as raw materials for fermentation processes, *Industrial Crops and Products*, 83, 140-148.

de Oliveira, A. N., de Oliveira L. A., Andrade, J. S. and Chagas Júnior, A. F., 2007, Rhizobia amylase production using various starchy substances as carbon substrates, *Brazilian Journal of Microbiology*, 38 (2), 208-216.

Dhayal, L. R., 2010, Effect of Integrated Nitrogen Management on Soil Properties and Performance of Fenugreek under Typic Ustipsamment, Swami Keshwanand Rajashtan Agricultural University, Bikner.

Doi, T., Abe, J., Shiotsu, F. and Morita, S., 2011, Study on rhizosphere bacterial community in lowland rice grown with organic fertilizers by using PCR-denaturing gradient gel electrophoresis, *Plant Root*, 5, 5-16.

Dzowela, B., Hove, L., and Mafongoya, P., 1995, Effects of drying method on chemical composition and in vitro digestibility of multipurpose tree and shurb fodders, *Tropical Grasslands*, 29, 263-269.

Ehteshamul-Haque, S., Zaki, M. J., Vahidy, A. A. and Ghaffar, A., 1998, effect of organıc amendments on the efficacy of *Pseudomonas aureginosa* in the control of root rot desease of sunflower, *Pak. J. Bot*, 300, 45-50.

Eifediyi, E., Ahamefule, H., Remison, S., Aliyu, T. and Akanbi, N., 2017, Effects of neem seed cake and NPK fertilizer on the growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.), *Cercetari Agronomice in Moldova*, L (2), 57-72.

El-Shaieny, A., 2015, Seed germination percentage and early seedling establishment of five [*Vigna unguiculata* L. (Walp)] genotypes under salt stress, *European Journal Biology*, 5 (2), 22-23.

El Marsni, Z., Casas, L., Mantell, C., Rodríguez, M., Torres, A., Macias, F. and de la Ossa, E. M., 2013, Allelopathic properties of the fractions obtained from sunflower leaves using supercritical carbon dioxide: The effect of co-solvent addition, *The Journal of Supercritical Fluids*, 82, 221-229.

Eusuf Zai, A.K., Horiuchi, T. and Matsui, T., 2008, Effects of compost and green manure of pea and their combinations with chicken manure and rapeseed oil residue on soil fertility and nutrient uptake in wheat-rice cropping system, *African Journal of Agricultural Research*, 3 (9), 633-639.

Eusuf Zai, A. K., Horiuchi, T. and Matsui, T., 2009, Bio-active compost from pea plant enriched with chicken manure and oilseed rape cake and its effect on yields and nutrient recovery efficiencies of wheat and rice, *Archives of Agronomy and Soil Science*, 55 (4), 345-357.

Eviz, Ş., 2016. Siirt Şartlarında Kışlık Ekilen Bazı Macar Fiği (*Vicia pannonica* Crantz) Genotiplerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi, Siirt Üniversitesi, Siirt.

FAO, 1984, Legume Inoculants and Their Use, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome.

Farrell, M., Perkins, W. T., Hobbs, P. J., Griffith, G. W. and Jones, D. L., 2010, Migration of heavy metals in soil as influenced by compost amendments, *Environmental Pollution*, 158 (1), 55-64.

Fenton, M., Albers, C. and Ketterings, Q., 2008, Soil Organic Matter, *Agronomy Fact Sheet Series, Fact Sheet 41*, Cornell University Cooperative Extension. New York.

Fernández-Luqueño, F., López-Valdez, F., Miranda-Arámbula, M., Rosas-Morales, M., Pariona, N., Espinoza-Zapata, R., 2014, An introduction to the sunflower crop, *Sunflowers: Growth and Development, Environmental Influences and Pests/Diseases*, Nova Science Publishers, New York, 1-18.

Fine, K. E., 2010, Use of Cottonseed Meal With or Without Soapstock or Canola Meal Without Soapstock as an Organic Fertilizer, Oklahoma State University. Oklahoma.

Fine, K. E. and Cole, J.C., 2013, Effect of cottonseed meal with or without soapstock, canola meal, or urea on soil fertility and growth of marigold and redbud, *Journal of Plant Nutrition*, 36 (13), 1982-1995.

Fisk, M. C., Fahey, T. J. and Groffman, P. M., 2010, Carbon resources, soil organisms, and nitrogen availability: Landscape patterns in a northern hardwood forest, *Forest Ecology and Management*, 260 (7), 1175-1183.

Gagnon, B. and Berrouard, S., 1994, Effects of several organic fertilizers on growth of greenhouse tomato transplants, *Canadian Journal of Plant Science*, 74 (1), 167-168.

Galende, M., Becerril, J,. Barrutia, O., Artexte, U., Garbisu, A. and Hernandez, A., 2014, Field assessment of the effectiveness of organic amendments for aided phystabilization of Pb-Zn contaminated mine soil, *Journal of Geochemical Exploration*, 145, 181-189.

Georgieva, N. and Nikolova, I., 2016, Allelopathic tolerance of pea cultivars to *Sorghum halepense* L.(Pers.) extracts, *Pesticidi i Fitomedicina*, 31 (1-2), 59-67.

Geraei, D. S., Hojati, S., Landi, A. and Cano, A. F., 2016, Total and labile forms of soil organic carbon as affected by land use change in southwestern Iran, *Geoderma Regional*, 7 (1), 29-37.

Gezgin, S, 2018, Türkiye topraklarının organik madde durumu, organik madde kaynaklarımız ve kullanımı. *Organomineral Gübre Çalıştayı*, 12-16.

Gimsing, A. L., Kirkegaard, J. A. and Bruun Hansen, H. C., 2005, Extraction and determination of glucosinolates from soil, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (25), 9663-9667.

Gomaa, N. H., Hassan, M. O., Fahmy, G. M., González, L., Hammouda, O. and Atteya, A. M., 2015, Flavonoid profiling and nodulation of some legumes in response to the allelopathic stress of S*onchus oleraceus* L., *Acta Botanica Brasilica*, 29 (4), 553-560.

Gomez, K. A. and Gomez, A. A., 1984, Statistical Procedures for Agricultural Research, John Wiley & Sons, Inc., New York.

Granato, T., Banwart, W., Porter, P. and Hassett, J., 1983, Effect of variety and stage of growth on potential allelochemic compounds in soybean roots, *Journal of Chemical Ecology*, 9 (8), 1281-1292.

Habete, A. and Buraka, T., 2016, Effect of Rhizobium inoculation and nitrogen fertilization on nodulation and yield response of common bean (*Phaseolus vulgaries* L.) at Boloso Sore, Southern Ethiopia, *Int. Jagric Biol*, 6, 2224-2225.

Haddadchi, G. and Gerivani, Z., 2009, Effects of phenolic extracts of canola (*Brassica napus* L.) on germination and physiological responses of soybean (*Glycin max* L.) seedlings, *Inter. J. Plant Prod.*, 3 (1), 63-73.

Hafez, S. and Sundararaj, P., 2002, Efficacy of seed crop meals for the management of *Heterodera schachtii* and *Meloidogyne chitwoodi* in pots, *Nematologia Mediterranea*, 30, 159-161.

Heady, H. F., 1957, The measurement and value of plant height in the study of herbaceous vegetation, *Ecology*, 38 (2), 313-220.

Hedin, P. A., McCarty Jr., J. C., 1994a, Multi-year study of the effects of kinetin and other plant growth hormones on yield, agronomic traits, and allelochemicals of cotton, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42 (10), 2305-2307.

Hedin, P. A. and McCarty Jr., J. C., 1994b, Bioregulator-induced effects on the allelochemicals and agronomic traits of cotton, *Bioregulators for Crop Protection and Pest Control*, American Chemical Society, Washington DC.

Hedin, P. A., Parrott, W. L. and Jenkins, J. N., 1991, Effects of cotton plant allelochemicals and nutrients on behavior and development of tobacco budworm, *Journal of Chemical Ecology*, 17 (6), 1107-1121.

Hoagland, L., Carpenter-Boggs, L., Reganold, J. and Mazzola, M., 2008, Role of native soil biology in Brassicaceous seed meal-induced weed suppression, *Soil Biology and Biochemistry*, 40 (7), 1689-1697.

Horneck, D. A. and Miller, R. O., 1997, Determination of total nitrogen in plant tissue, *Handbook of Reference Methods For Plant Analysis*, CRC Press, Florida, 75-84.

Houben, D., Evrard, L. and Sonnet, P., 2013, Mobility, bioavailability and pH-dependent leaching of cadmium, zinc and lead in a contaminated soil amended with biochar, *Chemosphere*, 92 (11), 1450-1457.

Huang, B., 2001, Separation and determination of isoflavonoids from soybean (*Glycine max* L.) and study on their allelopathy effect on the soybean seedlings, China Agriculture University, Beijing.

Iman, A., Wahab, Z., Rastan, S. O. S. and Halim, M. R. A., 2006, Allelopathic effect of sweet corn and vegetable soybean extracts at two growth stages on germination and seedling growth of corn and soybean varieties, *Journal of Agronomy*, 5 (1), 62-68.

Josefsson, E., 1967, Distribution of thioglucosides in different parts of Brassica plants. *Phytochemistry*, 6 (12), 1617-1627.

Joshi, D., Gediya, K., Gupta, S. and Birari, M., 2016, Effect of organic manures on soil and quality parameters of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] under middle Gujarat conditions, *Agricultural Science Digest*, 36 (3), 216-219.

Ju, H. Y., Bible, B. B. and Chong, C., 1983, Influence of ionic thiocyanate on growth of cabbage, bean, and tobacco, *Journal of Chemical Ecology*, 9 (8), 1255-1262.

Kadam, R. and Jagtap, G., 2018, Evaluation of organic amendments against *Ralstonia solanacearum* causing bacterial wilt in ginger, *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, Special Issue (6), 1618-1623.

Kalinova, S., Golubinova, I., Hristoskov, A. and Ilieva, A., 2012, Allelopathic effect of aqueous extract from root systems of Johnson grass on seed germination and initial development of soybean, pea and vetch, *Ratarstvo i Povrtarstvo*, 49 (3), 250-256.

Kannaiyan, S. and Prasad, N., 1981, Effect of organic amendments on seedling infection of rice caused by *Rhizoctonia solani*, *Plant and Soil*, 62 (1), 131-133.

Karakaş, H., 1996, Bursa Yöresinde Yetiştirilen Bezelye (*Pisum sativum* L.) Çeşitlerinin Morfolojik ve Agronomik Özellikleri, Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Karami, N., Clemente, R., Moreno-Jiménez, E., Lepp, N. W. and Beesley, L., 2011, Efficiency of green waste compost and biochar soil amendments for reducing lead and copper mobility and uptake to ryegrass, *Journal of Hazardous Materials*, 191 (1-3), 41-48.

Kargar, M., Clark, O. G., Hendershot, W. H., Jutras, P. and Prasher, S. O., 2016, Bioavailability of sodium and trace metals under direct and indirect effects of compost in urban soils, *Journal of Environmental Quality*, 45 (3), 1003-1012.

Kaya, Y., Şengül, M., Öğütçü, H. ve Algur, O. F., 2006, The possibility of useful usage of biodegradation products of sunflower plants, *Bioresource Technology*, 97 (4), 599-604.

Khaliq, A., Matloob, A., Cheema, Z. A. and Farooq, M., 2011, Allelopathic activity of crop residue incorporation alone or mixed against rice and its associated grass weed jungle rice (*Echinochloa colona* [L.] Link), *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71 (3), 418-423.

Khan, M. A. I., Ueno, K., Horimoto, S., Komai, F., Tanaka, K. and Ono, Y., 2007b, Evaluation of the upland weed control potentiality of green tea waste-rice bran compost and its effect on spinach growth, *American Journal of Agricultural and Biological Science*, 2 (3), 142-148.

Khan, M. A. I., Ueno, K., Horimoto, S., Komai, F., Tanaka, K. and Ono, Y., 2007c, Evaluation of the use of rice bran compost for eco-friendly weed control in organic farming systems, *Am J Environ Sci*, 3 (4), 234-239.

Khan, M. A. I., Ueno, K., Horimoto, .S, Komai, F., Tanaka, K. and Ono, Y., 2007a, Evaluation of the physio-chemical and microbial properties of green tea waste-rice bran compost and the effect of the compost on spinach production, *Plant Production Science*, 10 (4), 391-399.

Kim, B. S., Pagay, V., Cho, K. C., Na, Y. G., Yun, B. K., Choi, K. J., Jung, S. K. and Choi, H. S., 2015, Effect of oil cake application on soil and leaf nutrition and on fruit yields in non-astringent persimmon (*Diospyros× kaki* Thunb.) trees, The *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 90 (2), 203-209.

Kim, D. W., Kim, H. J., Park, J. S., Kim, D. H., Cheong, S. S. and Ryu, J., 2010a, Selection of suitable organic matter for To-jik nursery in *Panax ginseng* CA Meyer, *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 18 (2), 74-78.

Kim, M. S., Choi, J. G., Kim, H. K., Chung, B. J., Bang, G. P., Kim, J. K., Park, M. S., Ahn, Y. S., Kim, Y. G. and Park, C. B., 2010b, Effect of organic compost on growth and yield in *Scutellaria baicalensis*, *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 18 (3), 168-172.

Kim, M. S., Chung, B. J., Park, G. C., Park, T. D., Kim, S. C. and Shim, J. H., 1998, Effect of organic fertilizers on growth and yield of *Achyranthes japonica* N. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 6 (2), 131-136.

Kiran, S., Nagarajaiah, C. and Prasanna, K., 2017, Studies on bioavailability of nutrients in decomposed crushed seeds, oil cakes and deoiled cakes of neem (*Azadirachta indica* L.). *Final Project Report*. University of Agricultural Sciences Bengaluru, Bangalore.

Kitiş, Y. and Eser, Y., 2013, Investigation of allelopathic effect of some plant oils on germination of common vetch (*Vicia sativa*) and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). *Proceedings of 16th Symposium of European Weed Research Society (EWRS)*, 173.

Kolesárová, N., Hutňan, M., Bodík, I. and Špalková, V., 2011, Utilization of biodiesel by-products for biogas production, *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2011, 126798.

Kolesarova, N., Hutňan, M., Špalková, V. and Lazor, M., 2010, Biodiesel by-products as potential substrates for biogas production, *Proceedings of the 37th International Conference of Slovak Society of Chemical Engineering*, Tatranské Matliare, Slovakia, 1126-1139.

Koller, M., Alföldi, T., Siegrist, M. and Weibel, F., 2004, A comparison of plant and animal based fertiliser for the production of organic vegetable transplants, *Acta Hort.*, 631, 209-215.

Kowalska, B. and Smolinska, U., 2015, Soil incorporation of cruciferous plant residues as a control strategy for *Pantoea ananatis* colonization of onion seedlings, *Journal of Plant Pathology*, 97 (2), 235-242.

Kraljevic, D., Sumanovac, L. and Plascak, I., 2008, Wheat and barley yield affected by the rotation of oilseed rape as the preceding crop, *Proceedings of the VII. Alps-Adria Scirntific Workshop,* Stara Lesna, 1511-1514.

Kumar, V., Kumar, S., Jha, S. K. and Madathil, J. C., 2014, Influence of de-oiled seed cakes on seedling performance of East Indian Rosewood (*Dalbergia latifoila* Roxb.), *Soil & Environment*, 33 (2), 169-174.

Kutáček, M., 1964, Glucobrassicin a potential inhibitor of unusual type affecting the germination and growth of plants; mechanism of its action, *Biologia Plantarum*, 6 (2), 88-98.

Lee, J., Hwang, S., Min, B., Kim, H., Kim, J., Hong, K., Lee, S., Shim, S. and Boyhan, G. E., 2018, Effect of compost and mixed oilseed cake application rates on soil chemical properties, plant growth, and yield of organic bulb onions, *Horticultural Science and Technology*, 36 (5), 666-680.

Lee, Y., Choi, H. S., Lee, S. M., Jung, J. A. and Kuk, Y. I., 2012, Effects of organic materials on changes in soil nutrient concentrations and nutrient uptake efficiency in sorghum-sudangrass hybrid (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), *Journal of Bio-Environment Control*, 21 (2), 108-113.

Lewis, K. L., Hons, F. M. and Gentry, T. J., 2019, Beneficial use of white and Indian mustard seed meals to enhance plant growth and nutrient uptake, *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 2, 180042.

Li, H., Liu, Y., Chen, Y., Wang, S., Wang, M., Xie, T. and Wang, G., 2016, Biochar amendment immobilizes lead in rice paddy soils and reduces its phytoavailability, *Scientific Reports*, 6, 316316.

Liu, S., Qin, F., Zheng, Y. and Yu, S., 2019, Allelopathic effects of *Eucalyptus urophylla* on legume-rhizobium symbiosis, *Allelopathy Journal*, 46 (1), 97-108.

Lomascolo, A., Uzan-Boukhris, E., Sigoillot, J. C. and Fine, F., 2012, Rapeseed and sunflower meal: a review on biotechnology status and challenges, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 95 (5), 1105-1114.

Lu, K., Yang, X., Gielen, G., Bolan, N., Ok, Y. S., Niazi, N. K., Xu, S., Yuan, G., Chen, X. and Zhang, X., 2017, Effect of bamboo and rice straw biochars on the mobility and redistribution of heavy metals (Cd, Cu, Pb and Zn) in contaminated soil, *Journal of Environmental Management*, 186, 285-292.

Macías, F. A., Varela, R. M., Torres, A. and Molinillo, J. G., 1998b, Heliespirone A. The first member of a novel family of bioactive sesquiterpenes, *Tetrahedron Letters*, 39 (5-6), 427-430.

Macías, F. A., Varela, R. M., Torres, A. and Molinillo, J. M., 1999, New bioactive plant heliannuols from cultivar sunflower leaves, *Journal of Natural Products*, 62 (12), 1636-1639.

Macías, F. A., Varela, R. M., Torres, A., Oliva, R. M. and Molinillo, J. G., 1998a, Bioactive norsesquiterpenes from *Helianthus annuus* with potential allelopathic activity, *Phytochemistry*, 48 (4), 631-636.

Mahmoodzadeh, H. and Mahmoodzadeh, M., 2013, Allelopathic potential of soybean (*Glycine max* L.) on the germination and root growth of weed species, *Life Science Journal*, 10 (5), 63-69.

Mahro, B. and Timm, M., 2007, Potential of biowaste from the food industry as a biomass resource, *Engineering in Life Sciences*, 7 (5), 457-468.

Maksimov, V., Veshkurova, O., Uzbekov, V., Salikhov, S. I. and Laird, D., 2010, Sorbtion of gossypol released during in vitro stimulated Gi degestion of cottonseed oil cake by Uzbek bentonites, *Proceedings of 2nd International Symposium on Edible Plant Resources and the Bioactive Ingredients*, 141.

Mani, D., Kumar, C. and Patel, N. K., 2015a, Hyperaccumulator oilcake manure as an alternative for chelate-induced phytoremediation of heavy metals contaminated alluvial soils, *International Journal of Phytoremediation*, 17 (3), 256-263.

Mani, D., Kumar, C. and Patel, N. K., 2015b, Integrated micro-biochemical approach for phytoremediation of cadmium and zinc contaminated soils, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 111, 86-95.

Mannan, S., Shad, M. A. and Parveen, A., 2010, Detection of a toxic phenolic compound in cottonseed extract and its products. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9 (10), 994-997.

Mashela, P., 2014, Soil allelochemical residue effects in a tomato cowpea rotation–nodulation and productivity of cowpea and nematode suppression. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 64 (4), 372-375.

Mathur, V. and Prasad, S., 1973, Control of *Hirschmanniella oryzae* associated with paddy, *Indian Journal of Nematology*, 3, 54-60.

Mattjik, A. A. and Sumertajaya, I. M., 2013. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab, IPB Press, Bogor

Mazzola, M., Granatstein, D. M., Elfving, D. C. and Mullinix, K., 2001, Suppression of specific apple root pathogens by *Brassica napus* seed meal amendment regardless of glucosinolate content, *Phytopathology*, 91 (7), 673-679.

Mazzoncini, M., Antichi, D., Tavarini, S., Silvestri, N., Lazzeri, L. and D'Avino, L., 2015, Effect of defatted oilseed meals applied as organic fertilizers on vegetable

crop production and environmental impact, *Industrial Crops and Products*, 75, 54-64.

McCauley, A., Jones, C. and Olsun-Rutz, K., 2017, Soil pH and organic matter, *Nutrient Management*, 4449 (8), 1-16.

Meena, V., Dotaniya, M., Coumar, V., Rajendiran, S., Kundu, S. and Rao, A. S., 2014, A case for silicon fertilization to improve crop yields in tropical soils, *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 84 (3), 505-518.

Meng, L., Ding, W. and Cai, Z., 2005, Long-term application of organic manure and nitrogen fertilizer on N_2O emissions, soil quality and crop production in a sandy loam soil, *Soil Biology and Biochemistry*, 37 (11), 2037-2045.

Mertoglu, K., Ileri, O. and Altay, Y., 2018, Aqueous leaf extracts effect of some apple cultivars on growth characteristics of the green manure legumes via allelopathy. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (6), 4052-4060.

Mian, I. and Rodriguez-Kabana, R., 1982, Soil amendments with oil cakes and chicken litter for control of *Meloidogyne arenaria*, *Nematropica*, 12 (2), 205-220.

Mishra, S. and Prasad, S., 1974, Effect of soil amendments on nematodes and crop yields: I. Oilseed cakes, organic matter, inorganic fertilizers and growth regulators on nematodes associated with wheat and their residual effect on mung, *Indian J. Nematol*, 4 (1), 1-19.

Mocali, S., Landi, S., Curto, G., Dallavalle, E., Infantino, A., Colzi, C., d'Errico, G., Roversi, P. F., D'Avino, L. and Lazzeri, L., 2015, Resilience of soil microbial and nematode communities after biofumigant treatment with defatted seed meals, *Industrial Crops and Products*, 75, 79-90.

Mohammadi, K., Sohrabi, Y., Heidari, G., Khalesro, S. and Majidi, M., 2012, Effective factors on biological nitrogen fixation, *African Journal of Agricultural Research*, 7 (12), 1782-1788.

Morra, M., 2005, Chemically characterized meals currently available, *Chemical Characterization and Release Efficiency of Defatted Mustard Meals – Subcontract Report*, National Renewable Energy Laboratory, Colorado, 23.

Moyin-Jesu, E., 2003, Incorporation of agro-industrial biomass and their effects on growth and nutrient content of four successive crops of amaranthus, *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 26 (1), 49-58.

Moyin-Jesu, E. I., 2007, Use of plant residues for improving soil fertility, pod nutrients, root growth and pod weight of okra (*Abelmoschus esculentum* L), *Bioresource Technology*, 98 (11), 2057-2064.

Moyin-Jesu, E. I., 2015, Use of different organic fertilizers on soil fertility improvement, growth and head yield parameters of cabbage (*Brassica oleraceae* L), *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 4 (4), 291-298.

Mulrooney, J., Hedin, P., Parrott, W. and Jenkins, J., 1985, Effects of PIX, a plant growth regulator, on allelochemical content of cotton and growth of tobacco budworm larvae (Lepidoptera: Noctuidae), *Journal of Economic Entomology*, 78 (5), 1100-1104.

Munawar, A., 2011, Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman, IPB Press, Bogor.

Neubauer, C., Hüntemann, K., Heitmann, B. and Müller, C., 2015, Suppression of *Verticillium dahliae* by glucosinolate-containing seed meal amendments, *European Journal of Plant Pathology*, 142 (2), 239-249.

Nikneshan, P., Karimmojeni, H., Moghanibashi, M. and al Sadat Hosseini, N., 2011, Allelopathic potential of sunflower on weed management in safflower and wheat, *Australian Journal of Crop Science*, 5 (11), 1434-1440.

Nix, A., Paull, C. and Colgrave, M., 2017, Flavonoid profile of the cotton plant, *Gossypium hirsutum*: A review, *Plants*, 6 (43), 1-14.

Odedina, S., Ojeniyi, S. and Awodun, M., 2007, Effect of agro industrial wastes on nutrients status and performances of tomato, *Global J of Environ. Res*, 1 (1), 18-21.

Ogbonna, P., Oluah, S., Jidere, C. and Okafor, F., 2012, Effects of de-oiled palm kernel cake based fertilizers on sole maize and cassava crops, *African Journal of Biotechnology*, 11 (20), 4551-4557.

Ok, Y. S., Usman, A. R., Lee, S. S., Abd El-Azeem, S. A., Choi, B., Hashimoto, Y. and Yang, J. E., 2011, Effects of rapeseed residue on lead and cadmium availability and uptake by rice plants in heavy metal contaminated paddy soil, *Chemosphere*, 85, 677-682.

Panda, P., Nandi, A., Swain, P., Patnaik, S. and Patnaik, M., 2012, Soil amendment on growth, nodulation, yield, soil health, and economics of cowpea, *International Journal of Vegetable Science*, 18 (3), 284-297.

Park, J. H., Lamb, D., Paneerselvam, P., Choppala, G., Bolan, N. and Chung, J. W., 2011, Role of organic amendments on enhanced bioremediation of heavy metal(loid) contaminated soils, *Journal of Hazardous Materials*, 185 (2-3), 549-574.

Park, W., Kim, K. S., Lee, J. E., Cha, Y. L., Moon, Y. H., Song, Y. S., Jeong, E. G., Ahn, S. J., Hong, S. W. and Lee, Y. H., 2017, Effect of different application levels of rapeseed meal on growth and yield components of rice, *Applied Biological Chemistry*, 60 (4), 403-410.

Parveen, G., Mukhtar, N. and Sheikh, M. K., 2019, Enhancement of growth and suppressing the root diseases of tomato plant by using organic amendment, *Pure and Applied Biology*, 8 (2), 1092-1099.

Perez-Harguindeguy, N., Diaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., Bret-Harte, M. S., Cornwell, W. K., Craine, J. M., and Gurvich, D. E., 2016, Corrigendum to: new handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide, *Australian Journal of Botany*, 64 (8), 715-716.

Phillips, D. A., 1980, Efficiency of symbiotic nitrogen fixation in legumes, *Annual Review of Plant Physiology*, 31 (1), 29-49.

Pickard, M., da Silva Lima, R. and Shadidi, F., 2020, By-product utilization, *Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Seven Edition*, John Wiley & Sons Inc., New York, 1-27.

Pirngadi, K., 2009. Peran bahan organik dalam peningkatan produksi padi berkelanjutan mendukung ketahanan pangan nasional. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 2 (1), 48-64.

Planquart, P., Bonin, G., Prone, A. and Massiani, C., 1999, Distribution, movement and plant availability of trace metals in soils amended with sewage sludge composts: application to low metal loadings, *Science of the Total Environment*, 241 (1-3), 161-179.

Powlson, D., Bhogal, A., Chambers, B., Coleman, K., McDonald, A., Goulding, K. and Whitmore, A., 2012, The potential to increase soil carbon stocks through reduced tillage or organic material additions in England and Wales: a case study, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 146 (1), 23-33.

Pużyńska, K., Jop, B., Gala-Czekaj, D., Synowiec, A. and Bocianowski, J., 2019, Effect of allelopathic seed meals on the weed infestation and yielding of maize, *Acta Physiologiae Plantarum*, 41, 193.

Radwan, M., El-Maadawy, E., Kassem, S. and Abu-Elamayem, M., 2009, Oil cakes soil amendment effects on *Meloidogyne incognita*, root-knot nematode infecting tomato, *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 42 (1), 58-64.

Rady, M., 2012, A novel organo-mineral fertilizer can mitigate salinity stress effects for tomato production on reclaimed saline soil, *South African Journal of Botany*, 81, 8-14.

Rafi, H., Dawar, S. and Tariq, M., 2016. Combined effect of soil amendment with oil cakes and seed priming in the control of root rot fungi of leguminous and non-leguminous crops, *Pak. J. Bot*., 48 (3), 1305-1311.

Raj, H. and Kapoor, U., 1996, Effect of oil cake amendment of soil on tomato wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Indian Phytopath*, 49 (4), 355-361.

Ramachandran, S., Singh, S. K., Larroche, C., Soccol, C. R. and Pandey, A., 2007. Oil cakes and their biotechnological applications - A review, *Bioresource Technology*, 98 (10), 2000-2009.

Ravnskov, S., Jensen, B., Knudsen, I. M., Bødker, L., Jensen, D. F., Karliński, L. and Larsen, J., 2006, Soil inoculation with the biocontrol agent *Clonostachys rosea* and the mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* results in mutual inhibition, plant growth promotion and alteration of soil microbial communities, *Soil Biology and Biochemistry*, 38 (12), 3453-3462.

Rehman, M. Z., Rizwan, M., Ali, S., Fatima, N., Yousaf, B., Naeem, A., Sabir, M., Ahmad, H. R. and Ok, Y. S., 2016, Contrasting effects of biochar, compost and farm manure on alleviation of nickel toxicity in maize (*Zea mays* L.) in relation to plant growth, photosynthesis and metal uptake, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 133, 218-225.

Rinki, N. N., Salam, A. B. A. and Joardar, J. C., 2018, Effects of coconut oil cakes on the growth performance of gima kalmi (*Ipomoea aquatica*), *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 8 (4), 1-8.

Rizvi, R., Mahmood, I., Tiyagi, S. A. and Khan, Z., 2012, Conjoint effect of oil-seed cakes and *Pseudomonas fluorescens* on the growth of chickpea in relation to the management of plant-parasitic nematodes, *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 55 (6,) 801-808.

Roman, P., Martinez, M. and Pantoja, A., 2015, Farmer's Compost Handbook, Experiences in Latin America, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Santiago.

Ronga, D., Villecco, D. and Zaccardelli, M., 2019, Effects of compost and defatted oilseed meals as sustainable organic fertilisers on cardoon (*Cynara cardunculus* L.) production in the Mediterranean basin, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 94 (5), 664-675.

Rosenfelder, P., Eklund, M. and Mosenthin, R., 2013, Nutritive value of wheat and wheat by-products in pig nutrition: A review, *Animal Feed Science and Technology*, 185, 107-125.

Rothlisberger, K. L., 2010, Effects of Oilseed Meals on the Germination, Growth, and Survival of Crop and Weed Species, Texas A & M University. Texas.

Ryu, D. K., Yun, Y. B., Kwon, O. D., Shin, D. Y., Hyun, K. H., Lee, D. J. and Kuk, Y. I., 2011, Effect of rice bran and barley bran application on growth and yield of Chinese chive (*Allium tuberosum* Rottler) and taro (*Colocasia esculenta*) and weed control, *Korean Journal of Weed Science*, 31 (3), 260-270.

Sahu, S., 2017, Comparative Efficacy of Different Oil Cakes on Management of Root Kint Nematode (*Meloidogyne Incognita*) Infecting Tomato, Orissa Univesrity of Agriculture and Technology, Bhubaneswar.

Sairam, R. K., Rao, K. V. and Srivastava, G., 2002, Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration, *Plant Science*, 163, 1037-1046.

Sakurai, M., Wasaki, J., Tomizawa, Y., Shinano, T. and Osaki, M., 2008, Analysis of bacterial communities on alkaline phosphatase genes in soil supplied with organic matter, *Soil Science and Plant Nutrition*, 54 (1), 62-71.

Santibáñez, C. and Varnero, M., 2014, Evaluation of chañar seed cake from biodiesel production as a soil amendment, *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 14 (1), 129-138.

Scotti, R., Pane, C. and Zaccardelli, M., 2018, Short-term interaction between organic matter from biofuel defatted seed cakes and soil microbiota in two intensive horticulture systems, *European Journal of Soil Biology*, 85, 30-35.

Seiler, G. and Gulya, T., 2016, Sunflower: Overview. *Encyclopedia of Food Grains, Second Edition*, Elsevier, Amsterdam, 247-253.

Seo, Y., Kim, S., Choi, S., Jeong, B. and Jung, Y., 2012, Influence of continous organic amendments on growth and productivity of red pepper and soil properties, *Korean J. Soil Sci. Fert.*, 46 (1), 98-102.

Shahbaz, M., Kuzyakov, Y., Sanaullah, M., Heitkamp, F., Zelenev, V., Kumar, A. and Blagodatskaya, E., 2017, Microbial decomposition of soil organic matter is mediated by quality and quantity of crop residues: mechanisms and thresholds, *Biology and Fertility of Soils*, 53, 287-301.

Shao, X., Tan, M., Jiang, P. and Cao, W., 2008, Effect of EM Bokashi application on control of secondary soil salinization, *Water Science and Engineering*, 1 (4), 99-106.

Shivakumar, B., Girish, A., Gowda, B., Kumar, G. V., Gowda, A. M. and Thimmegowda, M., 2011, Influence of pongamia, mahua and neem cakes on finger millet productivity and soil fertility, J*ournal of Applied and Natural Science*, 3 (2), 274-276.

Shormy, S., Chowdhury, M., Saha, B. and Haque, M., 2013, Effects of different sources of organic materials on nutrient contents and their uptake by T. aman rice, *J Agrofor. Environ.*, 7 (1), 37-40.

Shrestha, A., Rodriguez, A., Pasakdee, S. and Bañuelos, G., 2015, Comparative efficacy of white mustard (*Sinapis alba* L.) and soybean (*Glycine max* L. Merr.) seed meals as bioherbicides in organic broccoli (*Brassica oleracea* var. Botrytis) and spinach (*Spinacea oleracea*) production, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46 (1), 33-46.

Simmons, C. W., Higgins, B., Staley, S., Joh, L. D., Simmons, B. A., Singer, S. W., Stapleton, J. J. and VanderGheynst, J. S., 2016, The role of organic matter amendment level on soil heating, organic acid accumulation, and development of bacterial communities in solarized soil, *Applied Soil Ecology*, 106, 37-46.

Sinha, A., Srivastava, P. K., Singh, N., Sharma, P. and Behl, H. M., 2011, Optimizing organic and mineral amendments to jatropha seed cake to increase its agronomic

utility as organic fertilizer, *Archives of Agronomy and Soil Science*, 57 (2), 193-222.

Smolinska, U., Morra, M., Knudsen, G. and Brown, P., 1997, Toxicity of glucosinolate degradation products from *Brassica napus* seed meal toward *Aphanomyces euteiches* f. sp. *pisi*. *Phytopathology*, 87 (1), 77-82.

Snyder, A., Morra, M. J., Johnson-Maynard, J. and Thill, D. C., 2009, Seed meals from Brassicaceae oilseed crops as soil amendments: influence on carrot growth, microbial biomass nitrogen, and nitrogen mineralization, *HortScience*, 44 (2), 354-361.

Spring, O., Albert, K. and Hager, A., 1982, Three biologically active heliangolides from *Helianthus annuus*, *Phytochemistry*, 21 (10), 2551-2553.

Spring, O., Priester, T., Stransky, H. and Hager, A., 1985, Sesquiterpene lactones in sunflower seedlings: distribution in the plant and occurrence in genetic varieties as determined by an isocratic HPLC technique, *Journal of Plant Physiology*, 120, 321-329.

Stipanovic, R. D., Bell, A. A., Liu, J. and Puckhaber, L. S., 2007, Sesqui-and sesterterpenoids of cotton: biosynthesis and function, USDA Southern Plains Agricultural Research Center, Texas.

Takaragawa, H., Yabuta, S., Watanabe, K. and Kawamitsu, Y., 2017, Effects of application of bagasse-and sunflower residue-derived biochar to soil on growth and yield of oilseed sunflower, *Tropical Agriculture and Development*, 61 (1), 32-39.

Terzano, R., Al Chami, Z., Vekemans, B., Janssens, K., Miano, T. and Ruggiero, P., 2008, Zinc distribution and speciation within rocket plants (*Eruca vesicaria* L. Cavalieri) grown on a polluted soil amended with compost as determined by XRF microtomography and micro-XANES, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 3222-3231.

Testen, A. L. and Miller, S. A., 2018, Carbon source and soil origin shape soil microbiomes and tomato soilborne pathogen populations during anaerobic soil disinfestation, *Phytobiomes*, 2, 138-150.

Turgay, O. C., Tarf, O. J. ve Akça, M. O., 2018, Farklı yöntemlerle elde edilen biyokömürlerin toprak özellikleri ve buğday verimine etkilerinin karşılaştırılması, *Bilimsel Araştırma Projesi Sonuç Raporu*, Ankara Üniversitesi, Ankara. .

Udovic, M., McBride, M. B., 2012, Influence of compost addition on lead and arsenic bioavailability in reclaimed orchard soil assessed using *Porcellio scaber* bioaccumulation test, *Journal of Hazardous Materials*, 205, 144-149.

USCC, 2008, Compost and Its Benefits, *USCC Factsheet*, United State Composting Council, New York.

Ünver, I., 2013, Toprakların kimyasal ve biyolojik özellikleri, *Toprak Bilgisi ve Bitki Besleme*, Anadolu Üniversitesi Yayını, Eskişehir.

Valboa, G., Lagomarsino, A., Brandi, G., Agnelli, A., Simoncini, S., Papini, R., Vignozzi, N. and Pellegrini, S., 2015, Long-term variations in soil organic matter under different tillage intensities, *Soil and Tillage Research*, 154, 126-135.

Verhoeven, R., 2001, Response of soil microfauna to organic fertilisation in sandy virgin soils of coastal dunes, *Biology and Fertility of Soils*, 34, 390-396.

Vierheilig, H., Bennett, R., Kiddle, G., Kaldorf, M. and Ludwig-Müller, J., 2000, Differences in glucosinolate patterns and arbuscular mycorrhizal status of glucosinolate-containing plant species, *New Phytologist*, 146, 343-352.

Viji, R. and Manonmani, V., 2018, Influence of seed priming with oil cake extracts on quality parameters of maize seeds, *Madras Agricultural Journal*, 105 (7-9), 243-246.

Walker, D. J. and Bernal, M. P., 2008, The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil, *Bioresource Technology*, 99, 396-403.

Walker, J. T., 1996, Crambe and rapeseed meal as soil amendments: nematicidal potential and phytotoxic effects, *Crop Protection*, 15 (5), 433-437.

Wang, X., Li, Y., Ye, X., Kang, X., Wang, J., 2020, Effects of organic manure application on blueberry fruit quality and soil condition, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 474, 032022.

Wang, Y., Tang, C., Wu, J., Liu, X. and Xu, J., 2013, Impact of organic matter addition on pH change of paddy soils, *Journal of Soils and Sediments*, 13, 12-23.

Watson, M. E., 1998, Analytical instruments for the determination of elements in plant tissue, *Handbook of Reference Methods for Plant Analysis*, CRC Press. Florida, 137-52.

Xu, H. L., 2001, Effects of a microbial inoculant and organic fertilizers on the growth, photosynthesis and yield of sweet corn, *Journal of Crop Production*, 3 (1), 183-214.

Yan, F. and Yang, Z., 2008, Allelochemicals in pre-cowing soils of continuous soybean cropping and their autointoxication, *Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry*, Springer Science+Business Media, New York, 271-281.

Yan, P. S. and Xu, H. L., 2002, Influence of EM Bokashi on nodulation, physiological characters and yield of peanut in nature farming fields, *Journal of Sustainable Agriculture*, 19 (4), 105-112.

Yang, W., Huang, J., Wu, Y., Li, X. and Wang, X., 2020, Optimization of organic manure application for blueberry vegetative growth and photosynthesis, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 474, 032002.

Yassin, M. and Ismail, A., 1994, Effect of some oilseed cakes as soil amendments and Aldicarb on cowpea plants infected with *Rotylenchulus reniformis* Lin. & Ol. in relation to soil type, *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 67, 176-178.

Yasumoto, S., Matsuzaki, M., Hirokane, H. and Okada, K., 2010, Glucosinolate content in rapeseed in relation to suppression of subsequent crop, *Plant Production Science*, 13 (2), 150-155.

Yavuz, H., 2001, Çiftlik Hayvanlarının Beslenmesinde Temel Prensipler ve Karma Yem Üretiminde Bazı Bilimsel Yaklaşımlar. Farmavet, İstanbul.

Yılmaz, E. ve Alagöz, Z., 2005, Organik materyal uygulamasının toprağın agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkileri, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 131-138.

Yu, H., Ding, W., Luo, J., Geng, R. and Cai, Z., 2012a, Long-term application of organic manure and mineral fertilizers on aggregation and aggregate-associated carbon in a sandy loam soil, *Soil and Tillage Research*, 124, 170-177.

Yu, H., Ding, W., Luo, J., Geng, R., Ghani, A. and Cai, Z., 2012b, Effects of long-term compost and fertilizer application on stability of aggregate-associated organic carbon in an intensively cultivated sandy loam soil, *Biology and Fertility of Soils*, 48, 325-336.

Zaccardelli, M., Villecco, D., Celano, G. and Scotti, R., 2013, Soil amendment with seed meals: Short term effects on soil respiration and biochemical properties, *Applied Soil Ecology*, 72, 225-231.

Zambi, H., 2019, Farklı Nacl Konsantrasyonlarının Bazı Bezelye (*Pisum sativum*) Çeşit ve Genotiplerinin Bitki Gelişimine Etkisi, Ordu Üniversitesi, Ordu.

Zardo, I., de Espíndola Sobczyk, A., Marczak, L. D. F. and Sarkis, J., 2019, Optimization of ultrasound assisted extraction of phenolic compounds from sunflower seed cake using response surface methodology, *Waste and Biomass Valorization*, 10, 33-44.

Zheng, R. L., Cai, C., Liang, J. H., Huang, Q., Chen, Z., Huang, Y. Z., Arp, H. P. H. and Sun, G. X., 2012, The effects of biochars from rice residue on the formation of iron plaque and the accumulation of Cd, Zn, Pb, As in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings, *Chemosphere*, 89, 856-862.

Zheng, R., Chen, Z., Cai, C., Wang, X., Huang, Y., Xiao, B. and Sun, G., 2013, Effect of biochars from rice husk, bran, and straw on heavy metal uptake by pot-grown wheat seedling in a historically contaminated soil, *BioResources*, 8 (4), 5965-5982.

Zummo, G., Segers, J. and Benedict, J., 1984, Seasonal phenology of allelochemicals in cotton and resistance to bollworm (Lepidoptera: Noctuidae), *Environmental Entomology*, 13 (5), 1287-1290.