

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

BİYOKÖMÜR VE ORGANİK GÜBRE UYGULAMALARININ KIVIRCIK
SALATA (*Lactuca sativa* L. var. *Crispa*) VE SOĞAN (*Allium cepa* L.)
BİTKİLERİNİN GELİŞİMİ VE KİMYASAL GÜBREDEN YARARLANMA
ORANINA ETKİLERİ

Moustapha Maman MOUNIROU

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

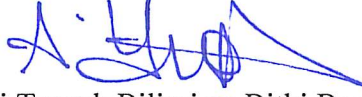
ANKARA
2019

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Moustapha Maman MOUNIROU tarafından hazırlanan “**Biyokömür ve Organik Gübre Uygulamalarının Kıvırcık Salata (*Lactuca sativa* L. var. Crispa) ve Soğan (*Allium cepa* L.) Bitkilerinin Gelişimi ve Kimyasal Gübreden Yararlanma Oranına Etkileri**” adlı tez çalışması 14/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ali İNAL



Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. Ali İNAL



Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ

Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Köksal DEMİR

Ankara Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Şefik TÜFENKÇİ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Arazi ve Su Kaynakları Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Zeliha KÜÇÜKYUMUK

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Özlem YILDIRIM

Enstitü Müdür V.

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

14/06/2019

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized letters and a large circular flourish on the right side.

Moustapha Maman MOUNIROU

ÖZET

Doktora Tezi

BİYOKÖMÜR VE ORGANİK GÜBRE UYGULAMALARININ KIVIRCIK SALATA (*Lactuca sativa* L. var. Crispa) VE SOĞAN (*Allium cepa* L.) BİTKİLERİNİN GELİŞİMİ VE KİMYASAL GÜBREDEN YARARLANMA ORANINA ETKİLERİ

Moustapha Maman MOUNIROU

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali İNAL

Bu çalışmanın amacı, değişen inorganik gübre (%100, %50 ve %0 İG) uygulaması koşullarında keçi gübresi (KG) 5 t ha⁻¹ ve bundan elde edilen biyokömürün (BK) 10 t ha⁻¹ ayrı ayrı ve birlikte uygulanmasının kıvırcık salata ve soğan bitkilerinin gelişimi ile inorganik gübreden (İG) yararlanma düzeylerine etkisini belirlemektir. Bu amaçla; Ayaş ve Ankara'da 2017 sonbaharında kıvırcık salata (Melina), 2018 ilkbaharında ise soğan (Metan 88) denemeleri yürütülmüştür. Bitkilerde ortalama baş ağırlığı, baş çapı, bitki boyu, yaprak eni, yaprak sayısı, yaş ve kuru ağırlık, nispi klorofil, toplam verim, askorbik asit ile N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonları belirlenmiştir. Kıvırcık salata bitkisinin inorganik ve organik gübre uygulamalarına bağlı olarak verim ve verim öğelerinin Ayaş'da önemli düzeyde artış gösterdiği belirlenmiştir. Ankara koşullarında ise İG uygulamalarına bağlı olarak sadece baş ağırlığı ve toplam verimin arttığı belirlenmiştir. Ayaş'da tüm organik gübre uygulamaları bitki N, P, K ve Ca içeriklerini önemli düzeyde artırmıştır. Ankara'da ise bitki P, K ve Ca içeriklerindeki artış düzensiz olmakla birlikte artan İG düzeyine bağlı olarak bitki P, K ve Ca içeriği artış göstermiştir. Soğan bitkisi toplam verimi Ayaş'da İG verilmediği durumda organik gübre uygulamasıyla önemli düzeyde artış göstermiştir. Ankara'da ise bitki ağırlığı ve toplam verim yalnızca BK ve KG'nin birlikte uygulandığı bitkilerde önemli düzeyde artmıştır. Soğan bitkisinde Ayaş'da tüm organik ve inorganik gübre uygulamaları bitki N, P ve K içeriklerini önemli düzeyde artırmış, Ca ve Mg içeriklerini ise sadece organik gübre uygulamaları artırmıştır. Ankara deneme alanında, %100 İG, BK ve BK+KG uygulamalarıyla N içeriği, İG uygulanmayan bitkilerde ise tüm organik gübre uygulamalarıyla P içeriği, BK ve BK+KG uygulamalarıyla K, Ca ve Mg içeriği artış göstermiştir. Sonuç olarak kıvırcık salata için BK+KG+%50İG, soğan için ise BK ve KG'nin birlikte uygulamasının verim ve verim öğeleri açısından daha uygun olduğu belirlenmiştir.

Haziran 2019, 170 sayfa

Anahtar Kelimeler: Biyokömür, organik madde, kıvırcık salata, soğan, inorganik gübre

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

EFFECTS OF BIOCHAR AND ORGANIC FERTILIZER APPLICATIONS ON THE GROWTH AND CHEMICAL FERTILIZER USE EFFICIENCY OF LETTUCE (*Lactuca sativa* L. var. Crispa) AND ONION (*Allium cepa* L.) PLANTS

Moustapha Maman MOUNIROU

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Ali İNAL

The aim of this study is to determine the combined effects of goat manure (GM, 5 t ha⁻¹) and its biochar (BC 10 t ha⁻¹) on fertilizer use efficiency under different ratios of inorganic fertilizer (IF 100%, 50% and 0%) of curly lettuce and onion plants and also on their growth and development. For this purpose, trials have been carried out with curly lettuce (*cv.* Melina) in the autumn of 2017, and onions (*cv.* Metan 88) in the spring of 2018 in Ayaş and Ankara provinces. The average head weight of plants, head diameter, plant length, leaf width, leaf number, fresh and dry weight, relative chlorophyll, total yield, ascorbic acid and N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu and Mn concentrations of plants measured. Results showed that the yield components of curly lettuce plant were significantly increased in Ayaş by inorganic and organic fertilizer applications. Whereas in Ankara conditions, it was found that only head weight and total yield increased by IF applications. All organic fertilizer applications in Ayaş significantly increased the N, P, K and Ca concentrations of curly lettuce. In Ankara, the increase in P, K and Ca concentrations in the plant were irregular, however P, K and Ca concentrations of the plant were increased by IF. The total yield of onion plant has increased significantly with organic fertilizer applications in Ayaş. In Ankara, plant weight and total yield were significantly increased only in BC plus GM treatment. All organic and inorganic fertilizer administrations in Ayaş significantly increased the N, P and K concentrations of onion plants. And Ca and Mg concentrations of onion plants were increased by organic fertilizer. In the Ankara, N concentrations of onion plants were increased by 100% IF, BC and BC plus GM treatments, while K, Ca and Mg concentrations were increased BC and BC plus GM treatment in which IF not applied. Conclusively BC, GM and 50% IF combination was found to be the best practice among the treatments studied regarding the curly lettuce growth, whereas BC plus GM treatment for onion plant.

June 2019, 170 pages

Key Words: Biochar, organic matter, lettuce, onion, chemical fertilizer

TEŞEKKÜR

Bana bu konuda çalışma olanağı sağlayan, Türkiye’de doktora eğitim hayatım boyunca bilgi ve yardımları ile yanımda olan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, başarı ve bilgisi ile örnek aldığım danışmanım Sayın Prof. Dr. Ali İNAL’a, değerli görüş ve önerileri ile denemenin kurulumunda ve tezimin yazılışı sırasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ’a, ayrıca yardımlarını eksik etmeyen Sayın Prof. Dr. Köksal DEMİR’e, tüm bölüm hocalarıma, termo gravimetrik ve fourier dönüşüm kızılötesi analiz çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Orhan ATAKOL’a, araştırmamın gerçekleştirilmesinden yazımına kadar geçen her aşamada bana yol gösteren, her zaman desteğini hissettiğim, üzerimde çok emeği bulunan, Araş. Gör. Emre Can KAYA’ya, tezimin arazi ve laboratuvar çalışmalarında bana her daim yardımcı olan Araş. Gör. Mehmet Burak TAŞKIN’a, Abdoul-Rasmane OUEDRAOGO’ya, çeşitli aşamalarda yardımlarını gördüğüm Dr. Özge ŞAHİN’e, Araş. Gör. Hanife Mert AKÇA’ya, Sevgi EKŞİ ve Hüsamettin ÖZDEMİR’e şükranlarımı sunarım.

Ayrıca çalışmalarım ve ömrüm boyunca maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen babam Halifa Moustapha Cheikh MAMADOU ADJI, annem Mariama Malam ABDOULLAH, hocam Sayın Cheikh Bello GARBA ve kardeşlerime, eşim Nana Aichatou MOUTARI, oğlum Mamadou MOUNIROU’ya ve ismini zikredemediğim üzerimde emeği olan herkese sevgi, saygı ve şükranlarımı sunarım.

Marul fideleri temini için Başaran Sera ve Fidecilik/Beypazarı’ne ve Zir. Müh. Tayfun AYDOĞAN’a, soğan tohumları temini için Çelik Tarım İlaçları/Polatlı ve Y. Zir. Müh. Yaşar Murat ÇELİK’e teşekkürü borç bilirim.

Bu tez çalışması, “Biyokömür ve Organik Gübre Uygulamalarının Kıvırcık Salata (*Lactuca sativa* L. Var. Crispa) ve Soğan (*Allium cepa* L.) Bitkilerinin Gelişimi ve Kimyasal Gübreden Yararlanma Oranına Etkileri” başlığı ve 18L0447003 kodu ile Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.

Moustapha Maman MOUNIROU

Ankara, Haziran 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	21
3.1 Materyal	21
3.1.1 Denemelerin yürütüldüğü yerler	21
3.1.2 Deneme alanlarına ait meteorolojik veriler	22
3.1.3 Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması	24
3.1.4 Gübre materyalleri.....	25
3.1.5 Bitki materyalleri	25
3.1.5.1 Marul bitkisiyle ilgili temel bilgiler	25
3.1.5.2 Soğan bitkisiyle ilgili temel bilgiler	29
3.2 Yöntem	32
3.2.1 Toprak örneklerinin fizikokimyasal analizlerinde kullanılan yöntemler	32
3.2.2 Keçi gübresi eldesi ve biyokömürün hazırlanması	34
3.2.3 Keçi gübresi ve biyokömürde yapılan analizler	37
3.2.4 Tarla denemelerinin kurulması ve yürütülmesi.....	39
3.2.5 Diğer tarımsal uygulamalar	46
3.2.6 Bitkilerin hasadı	47
3.2.7 Kıvırcık salata bitkilerinde yapılan gözlem ve ölçümler	50
3.2.7.1 Baş ağırlığı	50
3.2.7.2 Baş çapı	51
3.2.7.3 Toplam yaprak sayısı.....	51

3.2.7.4 Nispi klorofil miktarı	51
3.2.7.5 Yaprak eni ve boyu	51
3.2.7.6 Yaprak yaş ve kuru ağırlığı.....	51
3.2.7.7 Toplam verim	52
3.2.8 Soğan bitkilerinde yapılan gözlem ve ölçümler.....	52
3.2.8.1 Bitki boyu.....	52
3.2.8.2 Toplam yaprak sayısı.....	52
3.2.8.3 Nispi klorofil miktarı	52
3.2.8.4 Bitki yaş ve kuru ağırlığı	52
3.2.8.5 Toplam verim	53
3.2.9 Bitki örneklerinin analize hazırlanması ve analizlerde uygulanan yöntemle	53
3.2.10 İstatistik Analizler	56
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	57
4.1 Deneme Alanları Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	57
4.2 Keçi Gübresi ve Biyokömürün Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	58
4.3 Termo Gravimetrik (TGA) ve Fourier Dönüşüm Kızılötesi (FTIR) Analizler	59
4.4 Kıvırcık Salata Bitkisine Ait Bulgular	65
4.4.1 Kıvırcık salata bitkisinin baş ağırlığı	65
4.4.2 Kıvırcık salata bitkisinin baş çapı	68
4.4.3 Kıvırcık salata bitkisinin toplam yaprak sayısı.....	70
4.4.4 Kıvırcık salata bitkisinin nispi klorofil miktarı	72
4.4.5 Kıvırcık salata bitkisinin yaprak eni ve boyu.....	74
4.4.6 Kıvırcık salata bitkisinin yaprak yaş ve kuru ağırlığı.....	79
4.4.7 Kıvırcık salata bitkisinin toplam verimi	83
4.4.8 Kıvırcık salata bitkisinin askorbik asit (vitamin C) içeriği.....	85
4.4.9 Kıvırcık salata bitkisinin toplam azot (N) içeriği.....	88
4.4.10 Kıvırcık salata bitkisinin toplam fosfor (P) içeriği	90
4.4.11 Kıvırcık salata bitkisinin toplam potasyum (K) içeriği	92
4.4.12 Kıvırcık salata bitkisinin toplam kalsiyum (Ca) içeriği	95
4.4.13 Kıvırcık salata bitkisinin toplam magnezyum (Mg) içeriği.....	97
4.4.14 Kıvırcık salata bitkisinin toplam demir (Fe) içeriği.....	99
4.4.15 Kıvırcık salata bitkisinin toplam çinko (Zn) içeriği.....	101

4.4.16 Kıvırcık salata bitkisinin toplam bakır (Cu) içeriği	103
4.4.17 Kıvırcık salata bitkisinin toplam mangan (Mn) içeriği	105
4.5 Soğan Bitkisine Ait Bulgular	107
4.5.1 Soğan bitkisinin bitki boyu.....	107
4.5.2 Soğan bitkisinin toplam yaprak sayısı	109
4.5.3 Soğan bitkisinin nispi klorofil miktarı	112
4.5.4 Soğan bitkisinin yaş ve kuru ağırlığı.....	114
4.5.5 Soğan bitkisinin toplam verimi.....	118
4.5.6 Soğan bitkisinin askorbik asit (vitamin C) içeriği.....	121
4.5.7 Soğan bitkisinin toplam azot (N) içeriği.....	123
4.5.8 Soğan bitkisinin toplam fosfor (P) içeriği	125
4.5.9 Soğan bitkisinin toplam potasyum (K) içeriği	127
4.5.10 Soğan bitkisinin toplam kalsiyum (Ca) içeriği	130
4.5.11 Soğan bitkisinin toplam magnezyum (Mg) içeriği	132
4.5.12 Soğan bitkisinin toplam demir (Fe) içeriği	134
4.5.13 Soğan bitkisinin toplam çinko (Zn) içeriği	136
4.5.14 Soğan bitkisinin toplam bakır (Cu) içeriği	138
4.5.15 Soğan bitkisinin toplam mangan (Mn) içeriği	140
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	143
KAYNAKLAR	155
ÖZGEÇMİŞ.....	169

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Piroliz sistemi şeması (www.marmore.com.tr/teknolojiler-piroliz)	6
Şekil 3.1 Ayaş deneme alanının uydu görüntüsü (Fotoğraf: Google Earth)	21
Şekil 3.2 Ankara deneme alanının uydu görüntüsü (Fotoğraf: Google Earth)	22
Şekil 3.3 Yetiştirilen kıvırcık salata bitkisinin Melina çeşidi	28
Şekil 3.4 Yetiştirilen Metan 88 soğan çeşidi.....	31
Şekil 3.5 Denemelerde kullanılmış olan keçi gübresi	35
Şekil 3.6 Piroliz işleminde kullanılan silindirik yakma kovanı.....	36
Şekil 3.7 Piroliz işlemi	36
Şekil 3.8 Üretilen biyokömür	37
Şekil 3.9 Ayaş deneme alanının dikim öncesi genel görünümü (23.09.2017).....	40
Şekil 3.10 Ankara deneme alanının dikim öncesi genel görünümü (20.09.2017)	40
Şekil 3.11 Keçi gübresi, biyokömür ve inorganik gübrenin uygulanması	43
Şekil 3.12 Dikim öncesi parsellerin genel görünümü	43
Şekil 3.13 Kıvırcık salata fide dikim işlemi.....	44
Şekil 3.14 Soğan bitkisinin tohum ekim işlemi	45
Şekil 3.15 Soğan parsellerinde sulama	46
Şekil 3.16 Kıvırcık salatının hasadı (22.11.2017)	48
Şekil 3.17 Ankara deneme alanının hasat öncesi genel görünümü (14.06.2018)	49
Şekil 3.18 Ayaş deneme alanının hasat öncesi genel görünümü (21.06.2018).....	49
Şekil 3.19 Soğan bitkisinin hasadı (21.06.2018)	50
Şekil 3.20 Kıvırcık salata bitkilerinden vitamin C analizi için örnek alınması	54
Şekil 3.21 Soğan bitkilerinden vitamin C analizi için örnek alınması.....	54
Şekil 4.1 Keçi gübresinin termo gravimetrik (TGA) kurvesi.....	60
Şekil 4.2 Keçi gübresinden elde edilen biyokömüre ait termo gravimetrik (TGA) kurvesi.....	60
Şekil 4.3 Keçi gübresi ve biyokömürünün termo gravimetrik (TGA) kurvesi	61
Şekil 4.4 Keçi gübresi ve biyokömürünün DTA eğrilerinin bir arada karşılaştırılması .	61
Şekil 4.5 Keçi gübresi ve keçi gübresinden hazırlanmış biyokömürün FTIR spektrumları	63
Şekil 4.6 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi baş ağırlığına etkileri	66

Şekil 4.7 Ankara deneme alanında organik gübreler ve inorganik gübre dozları uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi baş ağırlığına etkileri.....	67
Şekil 4.8 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi baş çapına etkileri	69
Şekil 4.9 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi baş çapına etkileri	70
Şekil 4.10 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi toplam yaprak sayısına etkileri	71
Şekil 4.11 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi toplam yaprak sayısına etkileri	72
Şekil 4.12 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi nispi klorofil miktarına etkileri.....	73
Şekil 4.13 Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi nispi klorofil miktarına etkileri	74
Şekil 4.14 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak enine etkileri	76
Şekil 4.15 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak enine etkileri	76
Şekil 4.16 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak boyununa etkileri	78
Şekil 4.17 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak boyununa etkileri	78
Şekil 4.18 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak yaş ağırlığına etkileri	80
Şekil 4.19 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak yaş ağırlığına etkileri	80
Şekil 4.20 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak kuru ağırlığına etkileri	82
Şekil 4.21 Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin yaprak kuru ağırlığına etkileri.....	82
Şekil 4.22 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi toplam verimine etkileri.....	84
Şekil 4.23 Ankara deneme alanında organik gübreler ve inorganik gübre dozları uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam verimine etkileri	85
Şekil 4.24 Ayaş deneme alanında organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin askorbik asit içeriğine etkileri	87
Şekil 4.25 Ankara deneme alanında organik gübre ve inorganik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin askorbik asit içeriğine etkileri	87
Şekil 4.26 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam azot içeriğine etkileri	89

Şekil 4.27 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam azot içeriğine etkileri	90
Şekil 4.28 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam fosfor içeriğine etkileri	91
Şekil 4.29 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam fosfor içeriğine etkileri	92
Şekil 4.30 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam potasyum içeriğine etkileri	94
Şekil 4.31 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam potasyum içeriğine etkileri	94
Şekil 4.32 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam kalsiyum içeriğine etkileri	96
Şekil 4.33 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam kalsiyum içeriğine etkileri	96
Şekil 4.34 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam magnezyum içeriğine etkileri	98
Şekil 4.35 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam magnezyum içeriğine etkileri	98
Şekil 4.36 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam demir içeriğine etkileri	100
Şekil 4.37 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam demir içeriğine etkileri	101
Şekil 4.38 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam çinko içeriğine etkileri.....	102
Şekil 4.39 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam çinko içeriğine etkileri.....	103
Şekil 4.40 Ayaş deneme alanında organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam bakır içeriğine etkileri	104
Şekil 4.41 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam bakır içeriğine etkileri	105
Şekil 4.42 Ayaş deneme alanında inorganik gübre dozları uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam mangan içeriğine etkileri	106
Şekil 4.43 Ankara deneme alanında inorganik gübre dozları uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam mangan içeriğine etkileri	107
Şekil 4.44 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinde bitki boyuna etkileri	108
Şekil 4.45 Ankara deneme alanında organik ve inorganik gübre uygulamalarının soğan bitkisinde bitki boyuna etkileri	109
Şekil 4.46 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam yaprak sayısına etkileri	111

Şekil 4.47 Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam yaprak sayısına etkileri.....	111
Şekil 4.48 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin bitki nispi klorofil miktarına etkileri.....	113
Şekil 4.49 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin nispi klorofil miktarına etkileri	113
Şekil 4.50 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin yaş ağırlığına etkileri	115
Şekil 4.51 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin yaş ağırlığına etkileri	116
Şekil 4.52 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin kuru ağırlığına etkileri	117
Şekil 4.53 Ankara deneme alanında organik ve inorganik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin kuru ağırlığına etkileri	118
Şekil 4.54 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam verimine etkileri.....	120
Şekil 4.55 Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam verimine etkileri	120
Şekil 4.56 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin askorbik asit içeriğine etkileri.....	122
Şekil 4.57 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin askorbik asit içeriğine etkileri.....	122
Şekil 4.58 Ayaş deneme alanında organik ve inorganik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam azot içeriğine etkileri	124
Şekil 4.59 Ankara deneme alanında organik ve inorganik gübre dozları uygulamalarının soğan bitkisinin toplam azot içeriğine etkileri	125
Şekil 4.60 Ayaş deneme alanında organik ve inorganik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam fosfor içeriğine etkileri	126
Şekil 4.61 Ankara deneme alanında organik ve inorganik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam fosfor içeriğine etkileri	127
Şekil 4.62 Ayaş deneme alanında organik ve inorganik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam potasyum içeriğine etkileri	129
Şekil 4.63 Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam potasyum içeriğine etkileri.....	129
Şekil 4.64 Ayaş deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam kalsiyum içeriğine etkileri.....	131
Şekil 4.65 Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam kalsiyum içeriğine etkileri.....	131
Şekil 4.66 Ayaş deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam magnezyum içeriğine etkileri.....	133

Şekil 4.67 Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam magnezyum içeriğine etkileri.....	133
Şekil 4.68 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam demir içeriğine etkileri.....	135
Şekil 4.69 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam demir içeriğine etkileri.....	135
Şekil 4.70 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam çinko içeriğine etkileri.....	137
Şekil 4.71 Ankara deneme alanında inorganik gübre dozları uygulamalarının soğan bitkisinin toplam çinko içeriğine etkileri.....	138
Şekil 4.72 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam bakır içeriğine etkileri.....	139
Şekil 4.73 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam bakır içeriğine etkileri.....	140
Şekil 4.74 Ayaş deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam mangan içeriğine etkileri.....	141
Şekil 4.75 Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam mangan içeriğine etkileri.....	142

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Ayaş deneme alanına ait 2017-2018 yılları ve uzun yıllar ortalaması sıcaklık (°C), toplam yağış (mm) ve ortalama nispi nem (%) değerleri.....	22
Çizelge 3.2 Ankara deneme alanına ait 2017-2018 yılları ve uzun yıllar ortalaması sıcaklık (°C), toplam yağış (mm) ve ortalama nispi nem (%) değerleri.....	23
Çizelge 3.3 Ankara ili 2013-2018 yılları arasında kıvırcık salata üretim yerleri ve üretim miktarları (ton).....	28
Çizelge 3.4 Dünya’da marul üretiminin 2013-2017 yılları arasında ülkelere göre dağılımı (ton).....	29
Çizelge 3.5 Ankara ili 2013-2018 yılları arasında yeşil soğan üretim yerleri ve üretim miktarları (ton).....	30
Çizelge 3.6 Dünyada yeşil soğan üretiminin 2013-2017 yılları arasında ülkelere göre dağılımı (ton).....	32
Çizelge 3.7 Toprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerler (N %, diğerleri mg kg ⁻¹ olarak ifade edilmiştir). (Follet 1969, Lindsay ve Norwell 1969, Wolf 1971, Anonymus 1990).....	34
Çizelge 3.8 Deneme konuları ve parsel sayıları.....	41
Çizelge 3.9 Ayaş deneme deseni.....	41
Çizelge 3.10 Ankara deneme deseni.....	41
Çizelge 3.11 Deneme konuları ve uygulama miktarları.....	42
Çizelge 4.1 Deneme alanları topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	57
Çizelge 4.2 Keçi gübresi ve biyokömürün bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	58
Çizelge 4.3 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında organik gübre ve inorganik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi baş ağırlığına (g bitki ⁻¹) etkileri.....	66
Çizelge 4.4 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi baş çapına (cm) etkileri.....	68
Çizelge 4.5 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi toplam yaprak sayısına (adet bitki ⁻¹) etkileri.....	71
Çizelge 4.6 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin nispi klorofil miktarına etkileri.....	73
Çizelge 4.7 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak enine (cm) etkileri.....	75
Çizelge 4.8 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak boyuna (cm) etkileri.....	77

Çizelge 4.9 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin yaprak yaş ağırlığına (g yaprak ⁻¹) etkileri.....	79
Çizelge 4.10 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak kuru ağırlığına (g yaprak ⁻¹) etkileri.....	81
Çizelge 4.11 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam verimine (kg da ⁻¹) etkileri.....	83
Çizelge 4.12 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin askorbik asit içeriğine (mmol kg ⁻¹ YA) etkileri.....	86
Çizelge 4.13 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam azot içeriğine (g kg ⁻¹) etkileri.....	88
Çizelge 4.14 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam fosfor içeriğine (g kg ⁻¹) etkileri.....	91
Çizelge 4.15 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam potasyum içeriğine (g kg ⁻¹) etkileri.....	93
Çizelge 4.16 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam kalsiyum içeriğine (g kg ⁻¹) etkileri.....	95
Çizelge 4.17 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam magnezyum içeriğine (g kg ⁻¹) etkileri.....	97
Çizelge 4.18 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salatanın toplam demir içeriğine (mg kg ⁻¹) etkileri.....	99
Çizelge 4.19 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salatanın toplam çinko içeriğine (mg kg ⁻¹) etkileri.....	102
Çizelge 4.20 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salatanın toplam bakır içeriğine (mg kg ⁻¹) etkileri.....	104
Çizelge 4.21 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salatanın toplam mangan içeriğine (mg kg ⁻¹) etkileri.....	106
Çizelge 4.22 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinde bitki boyuna (cm) etkileri.....	108

Çizelge 4.23 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisi toplam yaprak sayısına (adet bitki ⁻¹) etkileri.....	110
Çizelge 4.24 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin nispi klorofil miktarına etkileri.....	112
Çizelge 4.25 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin yaş ağırlığına (g bitki ⁻¹) etkileri.....	114
Çizelge 4.26 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin kuru ağırlığına (g bitki ⁻¹) etkileri.....	116
Çizelge 4.27 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisi toplam verimine (kg da ⁻¹) etkileri.....	119
Çizelge 4.28 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin askorbik asit içeriğine (mmol kg ⁻¹ YA) etkileri.....	121
Çizelge 4.29 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam azot içeriğine (g kg ⁻¹) etkileri.....	123
Çizelge 4.30 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam fosfor içeriğine (g kg ⁻¹) etkileri.....	126
Çizelge 4.31 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam potasyum içeriğine (g kg ⁻¹) etkileri.....	128
Çizelge 4.32 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam kalsiyum içeriğine (g kg ⁻¹) etkileri.....	130
Çizelge 4.33 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam magnezyum içeriğine (g kg ⁻¹) etkileri.....	132
Çizelge 4.34 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam demir içeriğine (mg kg ⁻¹) etkileri.....	134
Çizelge 4.35 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam çinko içeriğine (mg kg ⁻¹) etkileri.....	136
Çizelge 4.36 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam bakır içeriğine (mg kg ⁻¹) etkileri.....	139
Çizelge 4.37 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam mangan içeriğine (mg kg ⁻¹) etkileri.....	141

1. GİRİŞ

Günümüzde küresel iklim değişikliği etkisi ve artan enerji giderlerine karşı, organik atıklardan gübre ve enerji elde edilmesi güncel ve öncelikli çalışma konuları arasında yer almaktadır. Öte yandan, dünya nüfusu hızla artmakta ve beslenme şekillerinin neden olduğu gıda gereksinimindeki artış ve ekilebilir tarım arazilerinin azalması sebebiyle, birim alandan daha fazla ürün alınması gerekmektedir, bu nedenle gübrelerin gelecekte sürdürülebilir tarımın en önemli girdilerinden biri olduğu görülmektedir (Eraslan vd. 2010). Hayvan gübrelerinin işlenmesi ve tarım alanlarına kazandırılması açısından yeni teknolojilerin geliştirmesi zorunluluk haline gelmiştir. Geliştirilmesi beklenen bu teknolojiler ile hayvan gübrelerinde kokunun ve atmosfere salınan gazların azaltılması, hastalık ve zararlı etmenlerden arındırılması ve bileşiminde bulunan besin maddelerinden en üst düzeyde yararlanmaya olanak sağlanması gerekmektedir (Gunes 2012).

Tarımsal üretimde bitkilerin besin maddesi ihtiyaçlarını kısmen karşılamak amacıyla kullanılan ve çeşitli tarımsal faaliyetler sonucu oluşan organik kökenli tarımsal atıklar ile doğal kaynaklı organik maddeler önemli topraklar düzenleyicilerdir. Bu amaçla kullanılan organik gübrelerin yüksek organik madde içermesi toprak sürdürülebilirliği yönünden önem taşımaktadır. Toprakların organik madde içeriğinin zenginleştirilmesi, dolaylı olarak toprak verimliliğinin artırılmasını sağlamaktadır. Organik gübre uygulamaları ile toprakların havalanma ve su tutma kapasitesi ile ısınma ve geçirgenlik gibi fiziksel özellikleri iyileşmektedir. Ayrıca organik gübre uygulamaları besin maddelerinin toprakta adsorbe edilmesini ve yarayışlı hale geçmelerini sağlayarak toprağın kimyasal özelliklerini de olumlu yönde etkilemektedir. Toprağa uygulanan organik gübreler toprakların sadece fizikokimyasal özelliklerine değil, aynı zamanda biyolojik özelliklerine etki eden mikroorganizma faaliyetlerine de olumlu yönde etki etmektedir (Saito 1990, Pietikainen vd. 2000).

Çiftlik hayvanlarına ait gübreler herhangi bir işlem görmeden veya aerobik ve anaerobik ortamlarda kompostlanarak işlenmek suretiyle tarım alanlarına uygulanmaktadır. Ancak bu organik madde kaynakları yarı-kurak ve kurak iklim koşullarında kısa sürede

ayrışmakta ve atmosfere yüksek düzeyde CO₂ salınımı yapmaktadır (Fearnside 2000). Bu sebeple kurak ve yarı-kurak iklim koşullarının görüldüğü alanlarda atmosfere daha az CO₂ salınımına sağlayan, ayrışmaya dayanıklı, organik karbon içeriği yüksek, piroliz edilmiş organik kütlelerin kullanımı önem kazanmaktadır. Hayvan gübrelerinin piroliz ile biyokömüre dönüştürülmesinin doğrudan uygulamaya göre pek çok olumlu yönü bulunmaktadır. Tarımsal atıkların piroliz ile hacimleri azalmakta, patojen riskleri azalmakta, topraklarda karbon stabilizasyonu sağlanmakta ve atmosfere gaz emisyonları azalmaktadır (Wang vd. 2012).

Küresel ısınmanın nedenlerinden biri olarak atmosferdeki CO₂ miktarının artışı gösterilmekte ve büyük önem taşımaktadır. Atmosfere salınan karbonun önemli kaynaklarından biri de organik maddenin ayrışmasıdır. Taze organik gübre uygulamasıyla toprakların organik madde miktarı artırılmaya çalışılırken bir yandan da hızlı ayrışma nedeniyle atmosfere önemli miktarda CO₂ salınımı meydana gelmektedir. Bu durumda hem topraktaki organik madde miktarını artıracak hem de atmosfere en az düzeyde CO₂ salınımını sağlayacak uygulamalardan biri olarak biyokömür kullanımı önem kazanmaya başlamıştır (Kimetu vd. 2008, Steiner vd. 2007, Meyer vd. 2011). Piroliz işlemi sonucunda organik gübre ve atıklardan metan gibi yanıcı gazlar, biyo-yağ ile biyokömür adı verilen maddeler açığa çıkmaktadır. Bu işlem sonucunda elde edilen yanıcı gazlar ve biyo-yağ alternatif enerji kaynağı olarak, biyokömür ise gübre olarak kullanılabilir değerli materyallerdir (Akgül 2017, Mullen vd. 2010, Husk ve Major 2012).

Biyokömür, organik biyokütlenin havasız ya da az hava içeren ortamda yakılması sonucu elde edilen karbonca zengin bir materyaldir. Diğer bir deyişle, organik maddenin düşük oksijen koşullarında, nispeten düşük sıcaklıkta (250-900 °C) termal dekompozisyonu olarak tanımlanmaktadır. Biyokömür elde edilirken yapılan bu işleme piroliz denilmektedir. Piroliz, Yunanca kelime anlamı “pyro” ateş “lysis” ayrışma ya da oluşan parçacıkların değişime uğraması şeklinde tanımlanmaktadır (Verheijen vd. 2009). Diğer bir ifadeyle, her türlü organik atığın oksijensiz ortamda yüksek sıcaklıkta ısıtılarak termal parçalanma ile katı, sıvı veya gaz ürünlere dönüşmesine piroliz denilmektedir.

Biyokömürün fizikokimyasal özellikleri kullanılan ham maddelere ve piroliz koşullarına bağlı olarak önemli boyutlarda değişiklik göstermektedir.

Biyokömürün topraklara uygulanması insanlar tarafından binlerce yıldır bilinen bir uygulamadır. Amazonlarda bulunan ve bu yöntemle C ile zenginleştirilmiş “Terra Preta (siyah topraklar)” ların verimliliğinin yüksek oluşu birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir (Glaser vd. 2001). Diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de, atmosferdeki CO₂’yi toprağa bağlayan, gaz salınımını azaltan ve toprak özelliklerini iyileştiren bir materyal olarak biyokömüre verilen önem ve farkındalığın artması gerekmektedir.

Türkiye’de tarımsal ve hayvansal atıklardan elde edilebilecek biyokömür miktarının (3.942.654 ton) toplam tarım arazilerinin (23.948.634 ha) tamamına uygulandığı varsayıldığında uygulama miktarı 0.16 ton ha⁻¹ olmaktadır. Biyokömür uygulama miktarı, dağılımı ve verim artışı üzerine yürütülmüş çalışma sonuçları dikkate alınarak, Türkiye koşullarında birim alan için uygulama miktarının araştırmacıların belirttiği minimum değerde (5 ton ha⁻¹) kabul edilmesi ile yapılan değerlendirmeye göre, 2015 yılı için belirlenen potansiyel biyokömürün, Türkiye tarım arazilerinin % 4.1’i için (788.531 ha) yeterli olacağı saptanmıştır (nadasa bırakılan alan dikkate alınmamıştır) (Sümer vd. 2016). Tarımsal ve hayvansal atıkların tamamının biyokömüre dönüştürüldüğü varsayıldığında, Türkiye’deki biyokömür dönüşüm potansiyelinin yeterlilik düzeyi ortaya çıkmaktadır. Diğer bir ifadeyle, Türkiye tarım topraklarının, söz konusu atıklar değerlendirilerek biyokömür ile daha verimli hale getirilebilmesi için uygulamaların yıllarca sürdürülmesi gerekmektedir.

Biyokömür toprak verimliliğini artıran bir toprak düzenleyicidir (Lehmann vd. 2011). Dünyada, bilim insanları tarafından biyokömüre olan ilginin düzeyi, özellikle son yıllarda yürütülen çalışmaların yoğunluğundan anlaşılmaktadır. Biyokömürün bitkilere besin maddesi sağlama kapasitesi (Gaskin vd. 2010), topraklarda besin maddesi yarayışlığı üzerine etkisi (Chan vd. 2008, Laird vd. 2010), biyokömürün elde edildiği materyal ve piroliz sıcaklığı gibi faktörler ile yakından ilişkilidir (Gunes vd. 2015, Novak vd. 2009). Yapılan çalışmalarda, biyokömürün toprağa karıştırıldıktan sonra zaman içerisinde bitki

gelişimini iyileştirici yönde önemli etkiler yaptığı ifade edilmiştir (Cheng vd. 2006, Major vd. 2010).

Bitki besin maddelerini inorganik formda içeren kimyasal gübreler, toprak özelliklerine, uygulama dozu ile yöntemine ve yağışa bağlı olarak topraklarda tutulmakta veya bitkilerin kök bölgesinden uzaklaşarak çevre kirliliğine neden olabilmektedir. Organik materyallerin toprak verimliliği üzerine olan olumlu etkilerinden yararlanılarak inorganik gübre ile organik madde bileşiminde üretilen organo-mineral gübreler, bir yandan besin maddelerinin fiksasyonunu azaltırken (Wang vd. 2012, Gunes vd. 2014) diğer yandan da inorganik gübrelerin etkinliklerini artırarak kullanım miktarlarını azaltabilmektedir.

Son yıllarda tarımsal kullanım potansiyeli önem kazanan ve daha durağan bir yapıya sahip olan biyokömürün uygulanmasıyla, organik gübrelere benzer faydalı etkilerle bitkisel üretimde artış sağlandığı bilinmektedir. Kurak ve yarı kurak iklime sahip bölgelerin topraklarında organik madde hızla ayrışmaktadır. Bu iklim özelliklerine sahip Anadolu ve Nijer topraklarında da organik madde miktarı oldukça düşüktür. Hayvansal kökenli organik kaynaklar bakımından Nijer oldukça iyi durumdadır ve bu kaynakların zaman geçirilmeden değerlendirilmesi ülke tarımına, ekonomisine ve çevre sağlığına önemli katkılar sağlayacaktır. Dünya’da ve Nijer’de ithalat yoluyla elde edilen ve maliyeti yüksek bir tarımsal girdi olan kimyasal gübrelerin kullanım etkinliğinin artırılması son derece önem taşımaktadır. Biyokömürün tek başına kullanılması yerine organik gübre ile birlikte verilmesinin daha yararlı olduğuna yönelik çalışmalara rastlanmaktadır (Schulz ve Glasser 2012, Doan vd. 2015, Kurt 2016, Mayola vd. 2017, Qayyum vd. 2017, Dodor vd. 2018, Antonious 2018, Oldfield vd. 2018, Adekiya vd. 2019, Manolikaki ve Diamadopoulos 2019). Bu nedenle biyokömürle birlikte organik gübre kullanımı ve kimyasal gübreden yararlanma konusunda çalışma planlanması gereksinimi doğmuştur.

Bu çalışmada arazi koşullarında keçi gübresi ve bundan elde edilen biyokömürün ayrı ayrı ve birlikte uygulanmasının kıvırcık salata ve soğan bitkilerinin gelişimi ile kimyasal gübreden yararlanma düzeylerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ

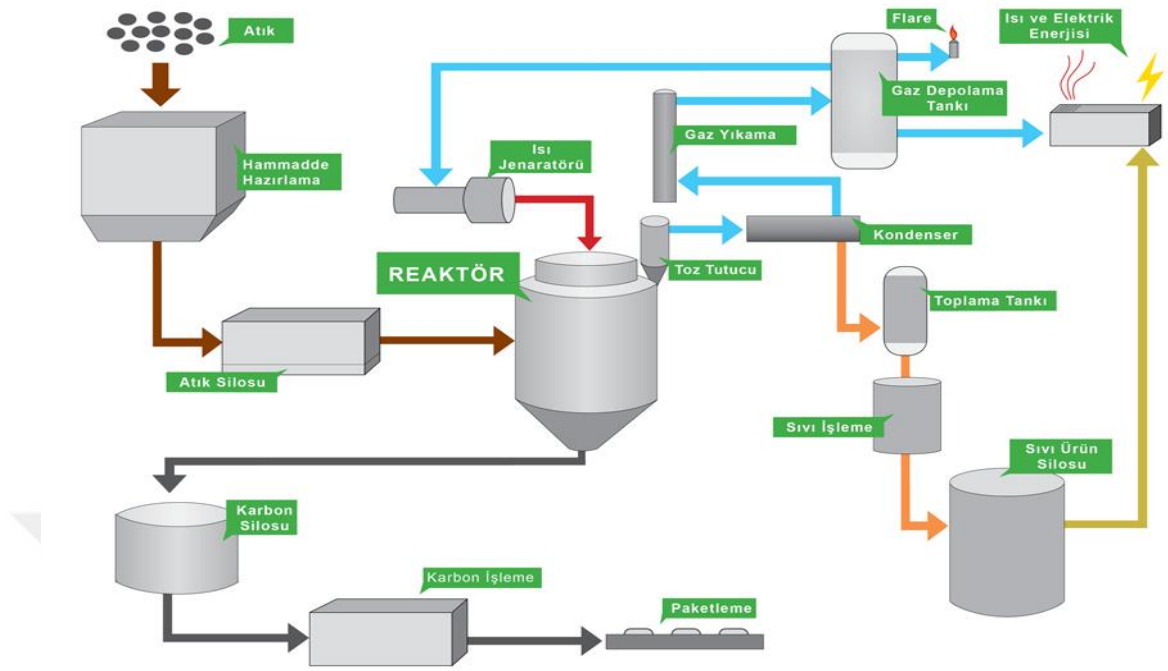
Topraklara biyokömür uygulamalarının olumlu etkilerini gösteren çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Organik gübrelerin, inorganik olanların yerini tamamen alması mümkün değildir. Ancak organik gübrelerin doğrudan veya inorganik gübreler ile birlikte kullanımı, inorganik gübrelerin etkinliğini artırmada çok büyük yarar sağlamaktadır.

Organik ve atık materyalden elde edilen biyokömür, dünyada ve Türkiye’de fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden birçok araştırmada incelenmiştir. Bunun yanında bitki ve toprak üzerine etkileri araştırılmıştır. Amazonlardaki verimli siyah “Terra preta” toprakların biyokömür içeriğinin yüksek olduğu ve karbonun toprakta uzun yıllar kaldığı bilinmektedir (Lehmann ve Joseph 2009). Biyokömür uygulamaları organik maddesi düşük verimsiz topraklarda daha etkili olmaktadır (Jeffrey vd. 2011). Biyokömür uygulaması toprakların KDK’sını (Liang vd. 2006), su tutma kapasitesini (Glaser vd. 2002), su kullanım etkinliğini (Uzoma vd. 2011), besin maddelerinin topraklarda tutulmasını (Glaser vd. 2002, Lehmann vd. 2003), mikroorganizma ve mikoriza aktivitesini artırırken (Warnock vd. 2007), ağır metallerin toksisitesini azaltmaktadır (Park vd. 2011).

Topraklarda bitki besin maddelerinin yararıyı artırılmaya yönelik stratejiler günden güne önem kazanmaktadır. Pek çok avantajlı yönü nedeniyle biyokömür araştırmaları son zamanlarda önem kazanmıştır. Biyokömürün bitkilere besin maddesi sağlama kapasitesi, topraklarda besin maddesi yararıyı üzerine etkisi, biyokömürün elde edildiği materyal ve piroliz sıcaklığı gibi faktörlerle yakından ilişkilidir.

Tarımsal atıkların piroliz yolu ile değerlendirilmesi, mevcut organik atık yönetimi tekniklerine önemli bir alternatif olabilmektedir. Organik atıklardan piroliz yöntemiyle gübre ve enerji elde edilmesi şematik olarak Şekil 2.1’de gösterilmiştir.

Piroliz işlemi sonucu atık ve artıkların fiziksel özellikleri iyileştirilmekte, kokusu önlenmekte ve patojenlerden arındırılmaktadır.



Şekil 2.1 Piroliz sistemi şeması (www.marmore.com.tr/teknolojiler-piroliz)

Yapılan araştırmaların çoğunda biyokömür elde etmek amacıyla odunsu materyaller kullanılmıştır (Lentz ve Ippolito 2012, Borchard vd. 2012, Schomberg vd. 2012, Hansen vd. 2016). Bu çalışmada biyokömür kaynağı olarak besin maddeleri bakımından oduna göre oldukça zengin bir materyal olan keçi gübresi kullanılmıştır.

Biyokömür bitki besin maddeleri bakımından zengin olup, aynı zamanda toprağın su tutma kapasitesini ve KDK'sını artıran, toprak pH'sını düzenleyen bir toprak düzenleyicidir (Gunes vd. 2014, Inal vd. 2015). Biyokömür uygulamaları, besin maddelerinin yıkanmasını engellemekte, KDK'yı artırmakta, kullanılan biyokömürün özelliğine bağlı olarak toprak pH'sını değiştirmekte ve toprağın su tutma kapasitesini artırmaktadır (Lehmann vd. 2006, Kolb vd. 2009, Jeffrey vd. 2011). Elde edildiği materyale göre alkali özellikte biyokömür uygulandığında, toprak pH'sını artırarak bazı mikro elementlerin yararlılığını azaltmaktadır (Peng vd. 2011, Dong vd. 2011). Uygulama sonrasında toprak pH'sındaki artışın biyokömürün kül içeriğiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir (Chirenje ve Lena 2002).

Çok sayıda araştırmacı piroliz ile elde edilen biyokömürün bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin de önemini vurgulamıştır. Biyokömürün toprağı iyileştiren bir madde olarak kullanılması gibi faydalarının yanında, aynı zamanda iklim değişikliğini azaltma, toprak verimliliğı ve tarımsal üretimi artırma gibi avantajları da ileri sürülmüştür (Glaser vd. 2002, Lehmann vd. 2006, Ogawa vd. 2006, Glaser vd. 2009). Biyokömürün tarımsal kullanımını ve toprak özelliklerine etkisi üzerine çalışan araştırmacılar, biyokömür uygulama miktarının kullanılan toprağın özelliklerine ve yetiştirilen bitki çeşidine bağılı olarak değışim gösterdiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde çeşitli araştırmacılar biyokömürün karbon tutulmasını ve toprak özelliklerini geliştirmek için toprak iyileştiri olarak da kullanıldığını bildirmişlerdir (Lehmann ve Joseph 2009, Verheijen vd. 2009).

Biyokömür topraklara C sağılayan bir toprak düzenleyici olarak rol oynamakta ve topraklarda verimliliğı artırmaktadır (Chan vd. 2007, Ogawa vd. 2006). Biyokömürün topraklarda hem herbisit ve pestisitleri adsorbe ettiğı hem de organik maddenin ayrışması sonucunda ortaya çıkan toksinleri nötrale ettiğı bildirilmiştir (Jones vd. 2012, Yelverton vd. 1996). Ayrıca biyokömür uygulamasıyla topraktaki ağır metallerin de adsorbe edildiğı belirtilmiştir (Acir 2014, Yaban 2015).

Yüksek düzeylerde biyokömür uygulamasının, geniş yüzey alanına sahip olması nedeniyle toprak organik karbonunu artırarak toprakların su tutma kapasitesini artırdığı bildirilmiştir (Lehmann 2007). Biyokömür uygulama dozu arttıkça toprakta alınabilir P, K, Na ve Zn ile pH, EC ve organik madde artmıştır. Biyokömür uygulamaları ile bitki kuru maddesi, peroksidaz enzim aktivitesi ve yaprak N, K, Ca ve Zn içeriğinde de artışlar saptanmıştır (Majeed 2014). Biyokömür uygulamalarının bitkisel üretimde verimi artırdığı (Chan vd. 2008, Yamato vd. 2006) ancak bazı çalışmalarda da azalttığına ilişkin bilgiler bulunmaktadır (Deenik vd. 2010, Schulz ve Glaser 2012).

Tayland'ın, yarı-tropikal ağaçlık alanlarının kumlu ve düşük verimli topraklarında çeltik kavuzunun karbonizasyonu ile elde edilen biyokömür, soya fasulyesine 10 t ha⁻¹ düzeyinde uygulandığında soya fasulyesinin gelişimini, verimini ve N fiksasyonunu artırdığı tespit edilmiştir (Oka vd. 1993).

Tropikal alanlarda yüksek oranda biyokömür ilavesi P, K, Ca, Zn ve Cu'ın bitkiler tarafından alınımı artırmaktadır (Lehmann ve Rondon 2006). Brezilya'nın amazonlarında yer alan topraklara uygulanan biyokömürün papaya ve mangonun gelişimini ve toprak verimliliğini artırdığı belirtilmiştir. Bu ürünlerde uygulama sonrasında, genellikle düşük verimli topraklarda verimde 3 kat artış sağlandığı belirtilmiştir (Smith 1999).

Glaser (2001), 1980 ve 1990 yılları arasında biyokömür uygulaması yapılan çeşitli bitki türleriyle ilgili çalışmaları incelemiş, düşük miktarlarda biyokömür uygulamasının bitkisel üretime etkisinin olumlu olduğunu, buna karşın daha yüksek oranlardaki uygulamaların bitkilerin gelişimini engellediğini belirtmiştir. Sonraki çalışmalarda, tropikal amazon topraklarında ve Avustralya'nın yarı-kurak topraklarında biyokömür uygulamalarıyla birlikte verilen NPK'lı gübrelerin, ürün miktarını artırdığı tespit edilmiştir.

Gaskin vd. (2008), ABD'nin güneydoğusundaki killi-kum topraklara 11-22 t ha⁻¹ biyokömür ilavesi ile toprakların toplam C içeriğinde önemli artış olduğunu ancak verimde önemli farklılıklar görülmediğini belirtmişlerdir.

Chan vd. (2008), toprak düzenleyici olarak biyokömürün etkisini araştırmak üzere yürüttükleri saksı denemesinde 0, 10, 25 ve 50 t ha⁻¹ biyokömürü azotsuz ve 100 kg ha⁻¹ azotla birlikte uygulayarak turp bitkisi yetiştirmişlerdir. Azotlu ve azotsuz biyokömür uygulamasının 10 t ha⁻¹ gibi düşük uygulama düzeyinde bile turp verimini artırdığı, ürün artışının 10 t ha⁻¹ düzeyinde %42, 50 t ha⁻¹ düzeyinde ise %96 düzeyine ulaştığı görülmüştür. Bu ürün artışının biyokömürün N yarayışlılığını artırmasından kaynaklandığını çünkü azot uygulanması durumunda bile biyokömür uygulamasıyla daha yüksek ürün değerlerine ulaşıldığı belirtilmiştir. Düşük sıcaklıkta (450 °C) elde edilmiş olan aktifleştirilmemiş biyokömürün yüksek sıcaklıkta (550 °C) elde edilen aktifleştirilmiş biyokömürden daha etkili olduğu, bunun nedeninin de yüksek olasılıkla P içeriğine bağlı olduğu ifade edilmiştir.

Marulda verim ve bitki gelişimi üzerine hümik asit, fulvik asit ve aminoasit içerikli organik gübrelerin etkileri, inorganik gübre (15-15-15) ve gübresiz (kontrol) koşullarda

yetiştirilen bitkilerle karşılaştırılmıştır. Tüm organik gübrelerin 15-15-15 gübreli ve gübresiz uygulamalara göre marulda bitki gelişimi ile verimini artırdığı saptanmıştır (Bilgi 2009).

Van vd. (2010), sera koşullarında 2 farklı toprak çeşidinde 2 farklı biyokömürün fasulye, turp ve yer fıstığı bitkilerinin gelişimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada kullanılan iki farklı biyokömürün kireç ve karbon içeriğinin sırasıyla %33 ve %29, %50 ve %52 olduğu belirtilmiştir. Ferrosol toprağa uygulanan 10 t ha⁻¹ biyokömüre bağlı olarak toprakta pH, KDK, değişebilir Ca ve toplam C'un arttığı, 2. biyokömür ile ayrıca değişebilir K miktarının da arttığı belirtilmiştir. Uygulanan biyokömür ile Al miktarının azaldığı belirtilmiştir. Her 2 biyokömür uygulamasına bağlı olarak yer fıstığının N alımının kontrole göre %250' ye varan oranlarda arttığı belirtilmiştir. Biyokömür uygulamasına bağlı olarak turp ve fasulye bitkilerinin ürün miktarında artış olduğu belirtilmiştir.

Uzoma vd. (2011), sığır gübresinden 500 °C sıcaklıkta piroliz yoluyla elde edilen biyokömürün kumlu bir toprakta mısır verimine etkisini araştırmak üzere yürüttükleri sera denemesinde toprağa 0, 10, 15 ve 20 t ha⁻¹ biyokömür uygulamışlardır. Biyokömürün bitki besin elementlerinin mısır gelişimini önemli oranda artırdığı, artan biyokömür miktarının mısır verimi ve besin elementi alımını önemli oranda artırdığı, 15 ve 20 t ha⁻¹ biyokömür uygulamasının mısır tane verimini sırasıyla %150 ve %98 oranında artırdığı görülmüştür. Mısırdaki net su kullanım etkinliği 10, 15 ve 20 t ha⁻¹ biyokömür uygulamasına bağlı olarak sırasıyla %6, %139 ve %91 oranında artmıştır. Ayrıca taneyle sömürülen besin maddesi miktarı da biyokömür uygulama oranına bağlı olarak artış göstermiştir. Kumlu toprağın hidrolik iletkenliğinin biyokömür uygulaması ile arttığı ve buna bağlı olarak da net su kullanım randımanının arttığı görülmüştür. Hasattan sonra yapılan toprak analizlerinde pH, toplam C ve N, yarayışlı P, değişebilir katyonlar ve KDK'nın da önemli oranda arttığı, dolayısıyla biyokömür uygulamalarının sadece bitki gelişimini artırmakla kalmadığı aynı zamanda toprağın fizikokimyasal özelliklerini de iyileştirdiği belirtilmiştir.

Kamman vd. (2011), biyokömürün Peru çeltiğinde kuraklık stresi ve toprak-bitki ilişkileri üzerine etkisini araştırmak üzere yürüttükleri sera çalışmasında kumlu bir toprağa 0, 100

ve 200 t ha⁻¹ düzeyinde biyokömür ve tarla kapasitesinin % 20'si ve % 60'ı oranında su uygulamışlardır. Biyokömür uygulamasının bitki gelişimini, kuraklığa toleransı, yaprak N içeriğini, yaprak alanını ve su kullanım etkinliğini artırdığı görülmüştür. Bitkide 100 t ha⁻¹ uygulamasına göre 200 t ha⁻¹ biyokömür uygulamasının bitki gelişimini artırmadığı görülmüştür.

Arif vd. (2012), tarla denemesi olarak yürüttükleri çalışmalarında biyokömür, çiftlik gübresi ve azotlu gübreyi ayrı ve birlikte uygulayarak mısır bitkisinin gelişimi ve verimine etkilerini araştırmışlardır. Uygulama konuları kontrol, azot (150 kg ha⁻¹ N), çiftlik gübresi (10 t ha⁻¹), biyokömür (30 t ha⁻¹), %50 azot ve %50 biyokömür birlikte ve %50 çiftlik gübresi ve %50 biyokömür birlikte konularından oluşmuştur. Deneme sonucunda bitki boyu, başak sayısı ve uzunluğu, koçanda dane sayısı, bin dane ağırlığı ve dane verimi belirlenmiş ve tüm uygulamalar bitki gelişim parametrelerini kontrole göre artırmıştır. En yüksek koçanda dane sayısı azotun tek başına uygulandığı bitkilerde görülmüştür. Koçan sayısı, bin dane ağırlığı ve dane verimi yönünden optimum gelişimin biyokömür ve azotun birlikte uygulanmasıyla elde edildiği belirtilmiş ve sonuç olarak 30 t ha⁻¹ biyokömür ve 75 kg ha⁻¹ N uygulamasını önermişlerdir.

Petter vd. (2012), okaliptüs ağacından piroliz yoluyla elde edilen biyokömür uygulamasının toprak verimliliği ve çeltik verimine etkisini araştırmak üzere kumlu tın bünyeli bir toprak üzerinde 2 yıl süreyle yürüttükleri tarla denemesinde 0, 100, 200 ve 300 kg ha⁻¹ NPK (5-25-15) ve 0, 8, 16 ve 32 t ha⁻¹ biyokömür uygulamalarının interaksiyon etkisini incelemişlerdir. İlk yılda biyokömür uygulamasıyla, 0-10 cm derinlikteki toprakta toplam organik C, Ca, P, Al, H+Al ve pH olumlu etkilenmiş ve bu durum ürün üzerine önemli düzeyde etki etmiştir. İkinci yılda biyokömürün etkisi azalmış ya da gübre tarafından baskılanmıştır. Organik karbon 0-20 cm derinliğe yıkanmış ve bu derinlikte K yarayışlılığını olumlu etkilemiştir. İkinci yıl biyokömür ve gübrenin olumlu interaksiyonunun bitki gelişimi ve kuru madde içeriğine önemli etkisi olmuştur.

Schulz ve Glaser (2012), toprak kalitesi ve bitki gelişimi üzerine biyokömürün etkisini organik ve inorganik gübrelerle karşılaştırmalı olarak çalışmışlardır. Verimsiz kumlu bir toprakta yürütülen sera denemesinde kontrol, mineral gübre (111.5 kg N ha⁻¹, 111.5 kg P

ha⁻¹, 82.9 kg K ha⁻¹), kompost (ağırlıkça %5), biyokömür (ağırlıkça %5), biyokömür (ağırlıkça %5) + mineral gübre ve biyokömür (ağırlıkça %2.5) + kompost (ağırlıkça %2.5) uygulamaları yapılmış ve iki dönem yulaf yetiştirilmiştir. Tek başına kompost uygulaması her iki dönemde de ürünü artırmış, bunu biyokömür+kompost uygulaması izlemiştir. Mineral gübre ile birlikte biyokömür uygulaması bitki gelişimini tek başına mineral gübre uygulamasına göre daha fazla artırmıştır. Birinci gelişme dönemine göre ikinci gelişme döneminde üründe önemli miktarda azalma olmuştur. Biyokömür ve kompost ilavesi her iki dönemde de toplam organik C miktarını önemli düzeyde artırmıştır. Biyokömür uygulaması toprak pH'sını artırmış ancak bazı katyonların yıkanması nedeniyle bu etki ikinci ürün döneminde daha az olmuştur. Biyokömür uygulaması deneme süresince amonyum, nitrat ve fosfor yıkanmasını azaltmamış ancak nitrifikasyonu azaltmıştır. Genel toprak verimliliği ve bitki gelişimi kompost>biyokömür+kompost>mineral gübre+biyokömür>mineral gübre>kontrol sırasına göre azalış göstermiştir.

Borchard vd. (2012), buharla aktive edilmiş ve aktive edilmemiş biyokömürün bitki besin elementlerinin kumlu ve siltli tekstürlü iki farklı toprakta tutulmalarına ve bitki tarafından alınmalarına etkisini araştırmak üzere toprağa kayın odunundan elde edilmiş kaba (2-10 mm) ve ince (<2 mm) tane iriliğine sahip olan biyokömürlerden 2, 7.5 ve 15 g kg⁻¹ oranlarında uygulamışlardır. Araştırmacılar temel gübre (NPK) uygulamasından sonra, kül ve besin elementlerinin fazlasını suyla yıkayarak uzaklaştırmışlar ve sonra 142 gün süreyle İtalyan çimi yetiştirmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre 15 g kg⁻¹ biyokömür uygulaması yüzey toprağında yarayışlı N ve P miktarını artırmış, ancak bitki tarafından alınımı azaltması nedeniyle bitki biyokütlesinde bir değişim olmamıştır. Farklı doz ve tane iriliğinde uygulanan biyokömürün bulguları önemli düzeyde etkilediği belirtilmiştir. Nitrat yıkanmasının kumlu toprakta %41 düzeyinde arttığı, siltli toprakta ise %17 düzeyinde azaldığı görülmüştür. Ayrıca fosforun toprakta immobil hale dönüştüğü belirtilmiştir. Tüm koşullarda buharla aktive edilmiş biyokömür olumlu etkiler göstermiştir.

Isuwan (2013), tavuk gübresi uygulamasının ananas (*Ananas comosus* (L.) Merr cv. Pattavia) meyvesinin verim ve kalitesi üzerine etkisini araştırmak üzere 0, 3, 6 ve 9 g azot

(N) bitki⁻¹ olacak şekilde tavuk gübresi uygulamıştır. Tavuk gübresini toprakla karıştırdıktan sonra 30 gün inkübasyona bırakmış ve ardından ananas dikimi yapmıştır. Artan dozdaki uygulama ile meyve büyüklüğünün linear şekilde arttığını, kontrole göre 9 g N bitki⁻¹ uygulaması ile taze meyve ağırlığının %60 oranında arttığını, benzer artışın sitrik asit ve C vitamininde de olduğunu bildirmiştir.

Partey vd. (2014) tarafından, biyokömür, iki farklı yeşil gübre (*Tithonia diversifolia* ve *Vicia faba*) ile inorganik gübre uygulamalarının kısa dönemde toprak özellikleri ile mısır bitkisinin gelişimine etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre biyokömür ve her iki yeşil gübre birlikte uygulandığında mısır dane veriminin tek başına yeşil gübre uygulamalarına göre yüksek olduğu görülmüştür. Biyokömür ile yeşil gübreler birlikte uygulandığında meydana gelen bu artışın *Tithonia diversifolia* ve *Vicia faba*'nın tek başlarına uygulandığı duruma göre sırasıyla %25 ve %35 oranında yüksek olduğu belirtilmiştir.

Upadhyay vd (2014) yaptıkları çalışmada, marul ve patates bitkilerinin gelişimi üzerine biyokömür uygulamalarının etkisini araştırmak üzere yürüttükleri sera denemesinde toprağa 0, 10, 30, 50 ve 100 t ha⁻¹ biyokömür uygulamışlardır. Marul bitkisinin gelişimi biyokömür uygulamasıyla önemli düzeyde artarken, patates bitkisinde önemli bir fark görülmemiştir. En iyi marul bitkisi gelişiminin 30 t ha⁻¹ biyokömür uygulamasıyla elde edildiği belirtilmiştir.

Gunes vd. (2014) tarafından yürütülen çalışmada, biyokömür ve fosfor ile zenginleştirilmiş biyokömür uygulanan marul bitkisinin N, P ve K konsantrasyonunun kontrole göre arttığı buna bağlı olarak bitki kuru ağırlığının da arttığı ancak Ca, Mg, Fe ve Zn konsantrasyonlarının azaldığı bildirilmiştir.

Sahin vd. (2014) tarafından, biber bitkisinin yaprak ve meyvelerinin element kompozisyonu üzerine tavuk gübresi uygulamasının etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla sera koşullarında yürüttükleri çalışmada biber bitkilerine 0, 10, 20 ve 40 g kg⁻¹ düzeyinde tavuk gübresi uygulamışlardır. Tavuk gübresi uygulaması bitkilerin gelişimi ve verimini artırmıştır. Tavuk gübresi uygulamasına bağlı olarak biber bitkisinin yaprak ve

meyvesinde P miktarı artmış, N, K, Mg, Si, Al, Ni ve Fe etkilenmemiştir. Uygulanan tavuk gübresine bağlı olarak yaprak ve meyvenin Zn konsantrasyonunun önemli oranda arttığı tespit edilmiştir.

Gunes vd. (2015) tarafından farklı sıcaklıklarda (250, 300, 350 ve 400 °C) elde edilen tavuk gübresi biyokömürünün uygulandığı marul ve mısır bitkilerinde en yüksek verimin, 300 °C'de piroliz edilen biyokömür uygulamasıyla elde edildiği belirtilmiştir. Ayrıca bitkilerde verim ile P ve K konsantrasyonunun da arttığı, Ca ve Mg konsantrasyonunun ise azaldığı belirtilmiştir.

Inal vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada 0, 2.5, 5, 10 ve 20 g kg⁻¹ biyokömür uygulamalarının fasulye ve mısır bitkilerinin mineral element konsantrasyonları üzerine etkisi araştırılmış ve biyokömür uygulamasına bağlı olarak fasulyenin N, P, K, Ca, Fe, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonunun, mısırın ise N, P, K, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonunun arttığı, Ca ve Mg konsantrasyonunun azaldığı bildirilmiştir.

Yürütülen bir çalışmada 2011 yılında çiftlik gübresi ve yeşil gübre kullanımının taze ve kuru börülce yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda taze börülcede toplam verimin kontrol uygulamasında 606.8 kg da⁻¹ ve konvansiyonel gübre uygulamasında 709.3 kg da⁻¹ olduğu görülmüştür. Bakla uzunluğu 12.0-15.6 cm, bakla eni ise 6.8-8.3 mm arasında değişmiştir. Baklada protein oranı kontrol, yeşil gübre ve konvansiyonel gübre uygulamalarında % 17.4-17.6 (çiftlik gübresi uygulaması) arasında değiştiği tespit edilmiştir (Toy ve Ünlü 2015).

Doan vd. (2015), 3 yıllık tarla denemelerinde çeltik kavuzu biyokömürü ve organik gübrelerin (sığır gübresi, kompost ve solucan gübresi) mısır bitkisi verimine etkilerini incelemiştir. Bu amaçla arazi koşullarında yürüttükleri çalışmada mısır bitkilerine biyokömür (7 t ha⁻¹) ile organik gübreler (20 t ha⁻¹) uygulamış ve her 3 yılda bir taban gübrelemesi amacıyla mısır bitkisine 400 kg N ha⁻¹, 500 kg P₂O₅ ha⁻¹ ve 160 kg K₂O ha⁻¹ uygulamışlardır. Biyokömürün tek başına uygulanmasıyla bitki bitki gelişimi ve verimi önemli düzeyde artmıştır. İkinci yıl solucan gübresi uygulamasının bitki gelişimi ve verimine etkisi önemli olmuştur. Solucan gübresi ile birlikte biyokömür uygulaması bitki

gelişimini ve verimi daha fazla artırmıştır. Mısır bitkisi gelişimi ve verimi üzerine solucan gübresi uygulamasının sığır gübresi ve kompost uygulamalarına göre daha etkili olduğu belirtilmiştir. Biyokömür ve kompostun birlikte uygulanmasıyla dane verimi tek başlarına uygulanmasına göre daha fazla artmıştır.

Biyokömürün kireçli toprakta bitki besin maddesi alımı üzerine olumlu etkisinin olduğu ve topraktaki besin maddesi yararlılığını artırdığı Zolfi-Bavarian vd. (2016) tarafından bildirilmiştir.

Agegehu vd. (2016), biyokömür ve kompostun ayrı ve birlikte uygulamasının mısır bitkisi verimine etkisini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre tüm organik gübre uygulamaları mısır verimini kontrole göre önemli düzeyde artırmış olup, dane veriminde %10 ile %29 arasında artış sağlandığı belirtilmiştir. Uygulanan organik gübreler nispi klorofil miktarını da önemli düzeyde artırmıştır.

Sahin vd. (2016) tarafından yürütülen çalışmada, tavuk gübresinden elde edilen biyokömür (BK) ve fosfor ile zenginleştirilen biyokömürün (BK+P) marul bitkisinin birinci ve ikinci ürün ile mineral element içeriğine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda en yüksek yaş ağırlığın her iki denemede de fosfor ve BK+fosfor uygulamasında görüldüğü belirtilmiştir. İlk denemeden elde edilen ürünün N içeriğine uygulamaların etkisi önemsiz olurken, 2. üründe en yüksek N içeriğinin BK ve BK+fosfor uygulamasında olduğu görülmüştür.

Zhang vd. (2016), yaptıkları çalışmada dengeli gübreleme ve yüksek miktarda kimyasal gübreleme ile uyguladıkları biyokömürlerin yalnızca kimyasal gübre uygulanan topraklara göre mısır bitkisi verimine etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada mısır bitkisi veriminin özellikle dengeli gübreleme ve biyokömür uygulaması ile arttığı diğer bir ifadeyle biyokömürün kimyasal gübre kullanım etkinliğini artırdığı gözlenmiştir.

Rageendrathas vd. (2017) tarafından Sri Lanka'da yapılan bir çalışmada 3 farklı biyokömürün (Hindistan cevizi, hurma ağacı ve çeltik kavuzu) yüksek ve düşük inorganik

gübre dozunda uygulanmalarının soğan bitkisinin gelişimi ve verimi ile toprak özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Soğan bitkisinde en fazla yaş ağırlık, çeltik kavuzu biyokömürünün yüksek inorganik gübre ile birlikte uygulamasıyla elde edildiği ve artışın tek başına inorganik gübre uygulamasına göre %57 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde çeltik kavuzu biyokömürü ile düşük dozda inorganik gübrenin birlikte uygulanmasıyla bitki yaş ağırlığı %51 oranında artış göstermiştir. Çeltik kavuzu biyokömürü ile düşük doz inorganik gübre ve çeltik kavuzu biyokömürü ile yüksek doz inorganik gübre birlikte uygulandığında soğan verimi artmış ve bu artışın hem düşük hem de yüksek doz inorganik gübre uygulanmalarına göre %60 oranında daha fazla olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak soğan bitkisinin verimi üzerine, çeltik kavuzu biyokömürü uygulanmasının, Hindistan cevizi ve hurma ağacı biyokömürlerine göre daha etkili olduğu belirtilmiştir.

Özenç ve Şenlikoğlu (2017), ıspanak bitkisinin gelişim ve bitki besin içeriğine farklı dozlarda fındık zurufu kompostu, zenginleştirilmiş kompost ve hayvan gübresi (0, 20, 40, 80 g kg⁻¹) ile 0 ve 15 kg da⁻¹ N (CAN, %26) uygulamışlardır. Azot, kompost ve hayvan gübresi uygulamaları bitki gelişimini ve bitki besin içeriklerini önemli düzeyde artırmıştır. Azotlu gübre uygulanmayan ancak kompost uygulanan bitkilerin toplam N içeriği artmıştır. Kompost ve N'un birlikte uygulaması bitki K içeriğini hayvan gübresine göre daha fazla artırmış ve en yüksek K içeriği, azotlu gübreyle birlikte uygulanan 80 g kg⁻¹ zenginleştirilmiş kompost uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek toplam P içeriği 80 g kg⁻¹ zenginleştirilmiş kompost ve azotun birlikte uygulanmasıyla elde edilmiştir.

Pereira vd. (2017), organik marul yetiştiriciliğinde farklı azot dozları ile farklı biyokömür uygulamalarının bitki gelişimine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, bitkilere çam ağacından ve ceviz kabuğundan elde edilmiş biyokömür (0 ve 10 t ha⁻¹) ve farklı dozlarda azot (0, 56, 112, 168 ve 225 kg N ha⁻¹) uygulamışlardır. Her iki biyokömür uygulamasında en iyi bitki gelişimi biyokömür ile birlikte 225 kg N ha⁻¹ uygulanmasıyla elde edilmiştir.

Trupiano vd. (2017) verimsiz bir toprakta biyokömür ve kompostun ayrı ve birlikte uygulamasının marulun gelişimi ve verimi ile toprak özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla sera koşullarında yürüttükleri çalışmada marul bitkilerine biyokömür (65 g kg⁻¹) ve kompost (50 g kg⁻¹) uygulamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre kompost uygulamasıyla bitki gelişimi ve verimi önemli düzeyde artmıştır. Bununla birlikte biyokömürün tek başına uygulanmasıyla marulun yaprak sayısı ve toplam verimi artmıştır. Ancak biyokömür ve kompostun birlikte uygulanmasının etkili olmadığı görülmüştür. Çalışma sonucunda, biyokömürün tek başına fakir bir toprağa uygulanmasıyla bitki gelişimi ve verimin etkili bir şekilde arttığı tespit edilmiştir.

Qayyum vd. (2017) alkali bir toprakta buğday bitkisi gelişimine biyokömür ve çiftlik gübresi kompostu uygulamalarının etkisini araştırmışlardır. Biyokömür ve çiftlik gübresi %0, 25, 50, 75 ve 100 karıştırılarak kompost yapılmış ve tam gübreli ile yarı yarıya azaltılmış gübreli koşullarda yetiştirilen buğday bitkisine %2 oranlarında uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kompost uygulamasıyla bitki dane verimi, N ve K içerikleri kontrole göre önemli düzeyde artmıştır. Kompost uygulamasının ve kompost karışımındaki artan biyokömür oranının azaltılmış gübre koşullarında tam gübreliye göre daha fazla verim elde edilmesini sağladığı belirtilmiştir.

Namlı vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada tarımsal atıklardan elde edilen biyokömürün buğday bitkisinin gelişimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre biyokömürün tek başına uygulanmasına göre DAP gübresiyle birlikte uygulanmasıyla verim, bitki boyu ve başakta tane sayısı üzerinde en fazla etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Zemanova vd. (2017) sera koşullarında yaptıkları bir çalışmada ilkbahar ve sonbaharda ıspanak ve hardal bitkilerinin gelişimi ve besin elementi içerikleri üzerine biyokömürün etkisini incelemişlerdir. Biyokömürün toprağa %5 oranında uygulanması sonucu ıspanak bitkisinde gelişmenin önemli ölçüde arttığı ve bu artışın kontrole göre ilkbaharda % 102, sonbaharda ise % 353 oranlarında olduğu belirlenmiştir. Biyokömür uygulaması her iki bitkide K içeriğini önemli düzeyde artırmış ancak Ca ve Mg içeriğini azaltmıştır. Biyokömür uygulandığında ıspanak bitkisinde toplam P içeriği de artış göstermiştir.

Ergün (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, biyokömür ve ahır gübresi uygulamalarının topraktaki bazı besin maddesi içeriklerine ve domatesin gelişimine etkisi araştırılmıştır. Bitkilere biyokömür (0, 5, 10, 15 ve 20 ton ha⁻¹) ve ahır gübresi AG (5, 10 ve 20 ton ha⁻¹) ayrı ayrı ve birlikte uygulanmıştır. Deneme sonucunda biyokömür ve ahır gübresi uygulamalarının toprakların organik madde içerikleri ile N, P ve K olmak üzere alınabilir makro ve mikro element içeriklerini artırdığı tespit edilmiştir. Bitkilerin yaş ağırlığı, kuru ağırlığı ve bitki boyu da önemli düzeyde artmıştır.

Naeem vd. (2018) mısır bitkisinin dane verimi üzerine biyokömür ve kompost ile birlikte inorganik gübre uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla sera koşullarında yürüttükleri çalışmada mısır bitkilerine BK (%1), NPK (60-30-25 mg kg⁻¹), kompost (%1.5), kompost+NPK (%1.5+NPK), BK+NPK (%1+NPK), BK+kompost (%0.5+%0.75), BK+kompost+NPK (%0.5+%0.75+NPK) uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre BK, kompost ve NPK uygulamalarıyla bitki gelişimi ve dane verimi kontrole göre önemli düzeyde artmıştır. En iyi bitki gelişimi ve dane verimi BK+kompost+NPK uygulamasıyla elde edilmiştir.

Antonious (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, biyokömür (BK), tavuk gübresi (TG), arıtma çamuru (AÇ), at gübresi (AG) ve bahçe atıkları kompostunun (K) domates bitkisinin gelişimi ve verimi ile toprak özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Biyokömür (%1) ve diğer 4 organik gübre (%5) ayrı ayrı ve birlikte olacak şekilde uygulanmıştır. Deneme konuları kontrol, TG, TG+BK, AÇ, AÇ+BK, AG, AG+BK, K, K+BK uygulamalarından oluşmuştur. Elde edilen sonuçlara göre üç hasattan sonra toplanan toplam taze domates meyvesi ağırlığının tavuk gübresi ve tavuk gübresi ile biyokömürün birlikte uygulamasıyla önemli düzeyde arttığı, at gübresi uygulamasıyla azaldığı görülmüştür. At gübresi ile biyokömür ve kompost ile biyokömür birlikte uygulandığında pazarlanabilir domates veriminin diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Biyokömür ile bu iki organik gübre birlikte uygulandığında domates veriminin sırasıyla %63 ve %20 oranında daha yüksek olduğu belirtilmiştir. En yüksek askorbik asit (vitamin C) içeriğine tavuk gübresi uygulanan bitkilerde ulaşılmıştır.

Si vd. (2018), çeltik bitkisinin verimi ve toprak özellikleri üzerine biyokömürün etkisini inorganik gübrelere karşılaştırmalı olarak çalışmışlardır. Tarla koşullarında yürütülen bu çalışmada azot (120 ve 180 kg N ha⁻¹), fosfor (37.5 ve 67.5 kg P₂O₅ ha⁻¹), biyokömür (0 ve 2.25 t ha⁻¹), çiftlerin uyguladığı geleneksel NPK dozları (180 kg N ha⁻¹, 67.5 kg P₂O₅ ha⁻¹, 67.5 kg K₂O ha⁻¹) ayrı ayrı ve birlikte uygulanmıştır. Çiftlerin uyguladığı NPK ile biyokömürün birlikte uygulanmasıyla bitki verimi önemli düzeyde artmıştır.

Sadegh-Zadeh vd. (2018), çeltik kavuzundan ve şeker kamışı küspesinden 350 °C sıcaklıkta elde edilen biyokömler ile kompost uygulamalarının çeltik bitkisinin verimine etkilerini araştırmak üzere kireçli ve kum bünyeli bir toprak üzerinde deneme yürütmüşlerdir. Kompost (%1 ve %3) ve her iki biyokömür (%0.3 ve %0.9) ayrı ayrı ve birlikte olacak şekilde uygulanmıştır. Deneme sonucunda bitki dane verimi üzerine, çeltik kavuzu biyokömürü uygulamasının şeker kamışı küspesi biyokömürüne göre daha etkili olduğu belirtilmiştir. Biyokömür ve kompostun birlikte uygulanmasıyla dane veriminin tek başlarına uygulamaya göre daha fazla arttığı görülmüştür. En fazla dane verimi %0.9 çeltik kavuzu biyokömürü ve %3 kompostun birlikte uygulanmasıyla elde edilmiştir. %0.9 çeltik kavuzu biyokömürü + %3 kompost ve %0.9 şeker kamışı küspesi biyokömürü + %3 kompost uygulamalarının, çeltik dane verimini sırasıyla %321 ve %260 oranında artırdığı görülmüştür. Sonuç olarak %0.9 çeltik kavuzu biyokömürü ve %3 kompostun birlikte uygulanması önerilmiştir.

Dorak ve Aşık (2019) tarafından sıvı form biyokömürün toprak özellikleri ve marul bitkisi üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada toprağa 0, 40, 80 ve 160 kg da⁻¹ N düzeylerinde sıvı biyokömür uygulanmış ve sonuçlar tam gübreleme (NPK) ve azaltılmış gübreleme uygulamaları ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre artan miktarlarda uygulanan sıvı biyokömür toprağın başta EC değeri olmak üzere besin elementi içeriğini artırmıştır. EC değerindeki artışa bağlı olarak bitki gelişimi olumsuz etkilenmiştir. Biyokömür uygulamalarında, %100 NPK ve %50 NPK uygulamalarına göre topraktan kaldırılan Ca, Na, Fe, Cu, Mn ve Zn miktarlarına daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sarmento vd. (2019), Brezilya’da yaptıkları çalışmada keçi gübresi uygulamasının marul bitkisinin gelişimi ve verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla tarla koşullarında yürüttükleri çalışmada marul bitkilerine keçi gübresi (0, 9.13, 18.25, 27.38 ve 36.50 t ha⁻¹) uygulamışlardır. Deneme sonucunda bitki boyu, baş çapı, yaprak sayısı, bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı ile verim belirlenmiş ve en iyi bitki gelişimi ve verimin 27.38 t ha⁻¹ keçi gübresi uygulanan bitkilerden elde edildiği görülmüştür.

Kaya vd. (2019) yaptıkları çalışmada, biyokömür ve fosfor uygulamalarının mısır ve çeltik bitkilerinin gelişimi ve mineral element konsantrasyonlarına etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada, 10 g kg⁻¹ tavuk gübresi biyokömürü ve zeytin pirinası biyokömürü ile 0, 25, 50 ve 100 mg kg⁻¹ dozlarında P uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde, bitki kuru ağırlığının mısırdaki tavuk gübresi biyokömürü ve tüm P uygulamalarıyla kontrole göre artış gösterdiği, çeltikte ise yalnızca 50 ve 100 mg P kg⁻¹ uygulamalarının kuru ağırlığı artırdığı belirlenmiştir. Nispi klorofil kapsamı artan P miktarına bağlı olarak azalmıştır. Toplam P özellikle tavuk gübresi biyokömürü uygulamasıyla her iki bitkide de önemli düzeyde artmıştır. Mısır bitkisinde 50 ve 100 mg P kg⁻¹ uygulaması bitki K, Ca ve Mg içeriğini azaltmış, çeltikte ise zeytin pirinası biyokömürü bitki Mg içeriğini azaltmıştır. Mısır bitkisinde toplam Fe ve Zn içeriği P uygulamalarıyla önemli düzeyde azalırken, biyokömür uygulamasına bağlı olarak da Fe içeriği azalmıştır. Çeltik bitkisinin Fe içeriği 50 ve 100 mg P kg⁻¹ uygulamalarıyla azalmış, Zn içeriği ise tavuk gübresi biyokömürü uygulamasıyla artış göstermiştir.

Manolikaki ve Diamadopoulou (2019) kumlu-tın ve tın bünyeli topraklarda mısır bitkisi gelişimine biyokömür, biyokömür+kompost uygulamalarının etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla sera koşullarında yürüttükleri çalışmada üzüm posası ve çeltik kavuzundan 300 °C elde edilmiş biyokömürlerden saksılara ağırlıkça %2 olacak şekilde uygulamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre kumlu-tın toprakta kontrol uygulamasında kuru ağırlık 6.27 g saksı⁻¹ iken üzüm posası biyokömürü uygulamasında 16 g saksı⁻¹ olarak bulunmuştur. Tınlı toprakta ise kontrol uygulaması 2.43 g saksı⁻¹ iken çeltik kavuzu biyokömürü+kompost uygulamasında 13.03 g saksı⁻¹ olduğu tespit edilmiştir. Toplam P içeriği üzüm posası biyokömürü+kompost uygulamalarıyla önemli düzeyde artış

sağlamıştır. Kumlu-tın toprağa uygulanan tüm organik gübreler toplam K içeriğini önemli düzeyde artırmış ve en yüksek K içeriği üzüm posası biyokömürü+kompost uygulamasında belirlenmiştir.

Liu vd. (2019) tarafından yürütülen çalışmada, yerfıstığı kabuğundan ve komposttan elde edilmiş biyokömürlerin verimsiz bir toprakta yetişen papatya ve marul bitkilerinin verimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada, yer fıstığı biyokömürü ve kompost biyokömürü %0, %1.5, %3 ve %5 düzeylerinde uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre papatya ve marul bitkilerinin verimine yerfıstığı biyokömürü uygulamasının etkisi önemsiz olmuş ancak %3 kompost biyokömürü uygulandığında her iki bitkide verim %15.8-%107 oranında artmıştır. Bu ürün artışının toprak kalitesinin iyileşmesinden ve makro element (P ve K) ile mikro element (B, Zn ve Mn) içeriklerinin artmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir. Bununla birlikte %5 kompost biyokömürü uygulaması olumsuz etki yaratmış olup papatya verimini kontrole göre %26.9 oranında azaltmıştır. Sonuç olarak kompost biyokömürü uygulamasının hem fakir toprakların toprak verimliliğini artırdığını hem de bitki verimini artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermişlerdir.

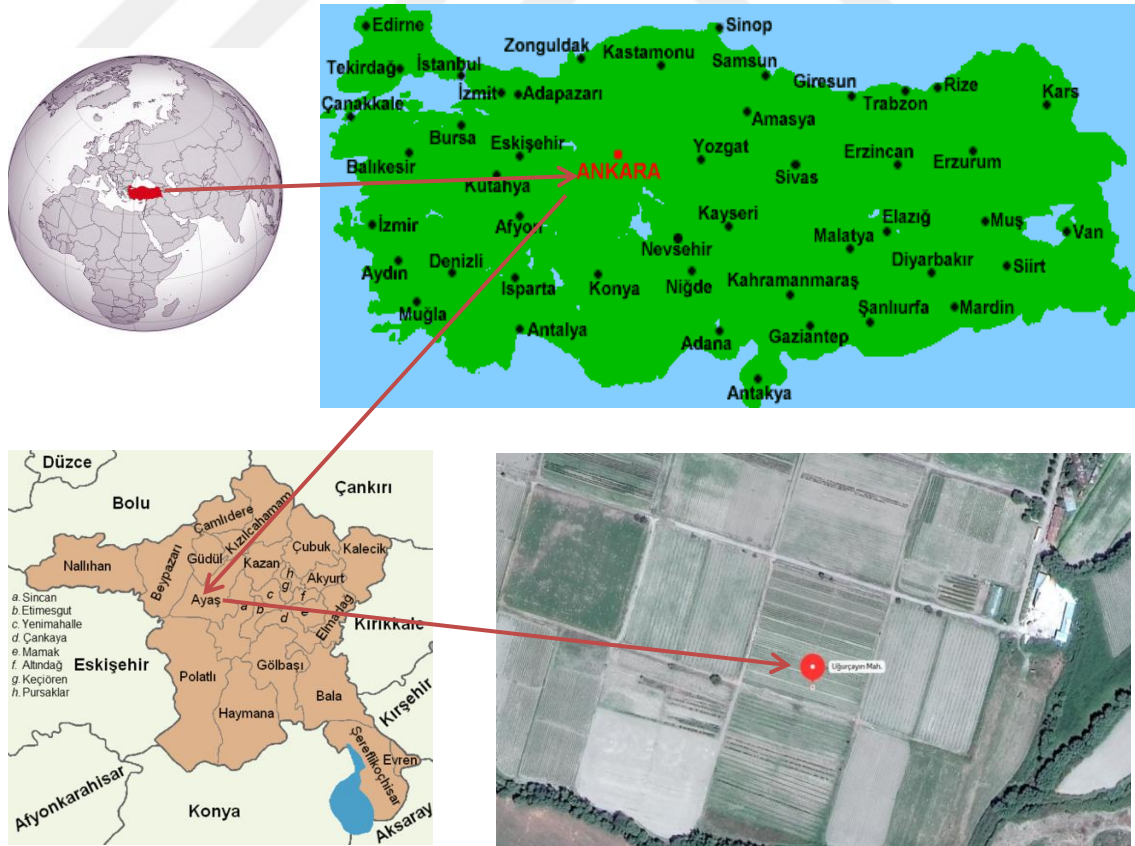
Adekiya vd. (2019), Nijerya'nın savana ekolojik bölgesindeki iki yıl boyunca yaptıkları çalışmada biyokömür ve tavuk gübresinin toprak özellikleri ve turp bitkisi verimine etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla arazi koşullarında yürüttükleri çalışmada turp bitkilerine biyokömür (0, 25 ve 50 t ha⁻¹) ile tavuk gübresi (0, 2.5 ve 5.0 t ha⁻¹) uygulamışlardır. Biyokömür ve tavuk gübresi ayrı ve birlikte olacak şekilde uygulanmıştır. Biyokömür ve tavuk gübresinin ayrı ve birlikte uygulanmasıyla toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile verim öğeleri iyileşmiş, yaprak besin maddesi konsantrasyonları artmıştır. Biyokömür uygulamasıyla ilk yıl sadece toprak pH'sı ve organik madde içeriği artış gösterirken ikinci yıl bunlarla birlikte yaprak N, P, K, Ca ve Mg içerikleri artış göstermiştir. Birlikte uygulanan 50 t ha⁻¹ biyokömür ve 5 t ha⁻¹ tavuk gübresi ile en yüksek verim elde edilmiştir. Araştırmacılar, kısa dönemde yetişen bitkilerde tek başına biyokömür uygulamasının yetersiz kalabileceğini belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

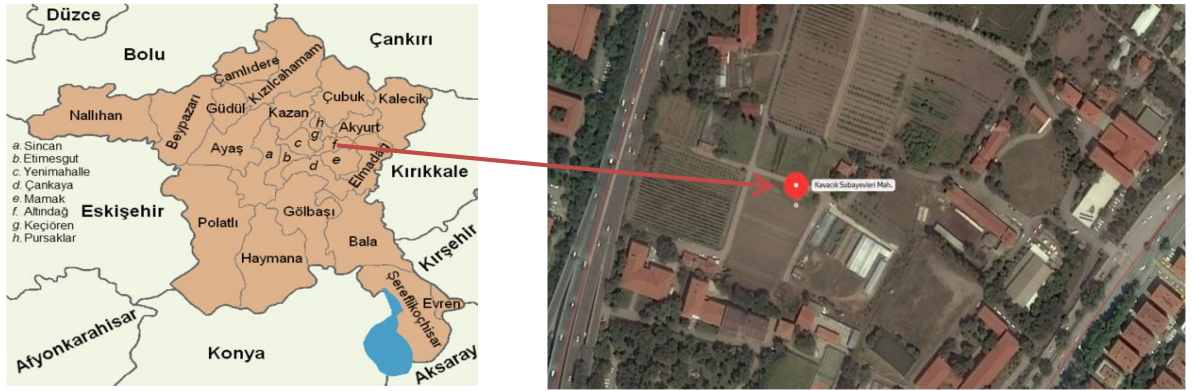
3.1 Materyal

3.1.1 Denemelerin yürütüldüğü yerler

Deneme alanları olarak; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ayaş Araştırma ve Uygulama Çiftliği (Birincil koordinatlar: 36T 0435215D, 4431312K; İkincil koordinatlar: 40.02794°K, 32.24036D); Yükseklik: 680 m (Şekil 3.1) ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü deneme bahçesi (Birincil koordinatlar: 36T 0488380D, 4423658K; İkincil koordinatlar: 39.96139°K, 32.86356D); Yükseklik: 855 m (Şekil 3.2) olmak üzere 2 farklı yöre seçilmiş denemeler bu alanlarda yürütülmüştür. Bu yörelerden ilki Ayaş, ikincisi de Ankara olarak kısaltılmış ve tezde bu şekilde kullanılmıştır.



Şekil 3.1 Ayaş deneme alanının uydu görüntüsü (Fotoğraf: Google Earth)



Şekil 3.2 Ankara deneme alanının uydu görüntüsü (Fotoğraf: Google Earth)

3.1.2 Deneme alanlarına ait meteorolojik veriler

Ayaş ve Ankara deneme alanlarına ait 2017-2018 yılları ve uzun yıllar ortalaması olarak bazı iklim özellikleri sırasıyla çizelge 3.1 ve çizelge 3.2’de verilmiştir (Anonim 2019).

Çizelge 3.1 Ayaş deneme alanına ait 2017-2018 yılları ve uzun yıllar ortalaması sıcaklık (°C), toplam yağış (mm) ve ortalama nispi nem (%) değerleri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)			Toplam Yağış (mm)			Ortalama Nispi Nem (%)		
	2017	2018	UYO*	2017	2018	UYO	2017	2018	UYO
Ocak	-1.4	2.0	0.8	25.4	40.7	31.8	81.5	83.4	85.8
Şubat	2.2	5.8	4.5	4.20	23.6	20.1	70.5	79.2	75.0
Mart	7.9	9.5	7.5	14.6	45.8	46.1	62.3	72.1	68.1
Nisan	10.1	13.7	11.3	24.8	1.90	29.8	57.1	57.1	62.6
Mayıs	15.4	17.5	16.4	78.1	44.4	63.5	63.3	65.6	65.0
Haziran	19.6	20.9	20.2	49.2	104.8	59.3	66.9	61.6	62.9
Temmuz	24.8	23.4	24.1	2.90	9.70	2.42	46.9	54.9	48.3
Ağustos	23.8	24.4	24.2	26.0	36.8	21.5	54.6	49.2	52.5
Eylül	20.1	19.4	18.8	0.70	9.20	26.8	47.6	51.9	57.6
Ekim	11.0	13.3	11.8	23.6	37.9	19.5	67.5	70.2	69.3
Kasım	5.6	7.3	6.1	16.6	21.1	14.8	79.1	75.7	73.7
Aralık	3.8	2.6	0.9	35.9	53.8	18.2	84.7	86.1	83.3
Yıllık	11.9	13.3	12.2	302.0	429.7	353.8	65.2	67.3	67.0

*: Uzun Yıllar Ortalaması

Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen Ayaş ilçesi verilerine göre, 2017 yılı ortalama sıcaklık (11.9 °C), toplam yağış miktarı (302.0 mm) ve ortalama nispi nem (%65.2) değerleri uzun yıllara göre daha düşük olmuştur. Buna karşın 2018 yılı ortalama sıcaklık (13.3 °C), toplam yağış miktarı (429.7 mm) ve ortalama nispi nem (%67.3) değerlerinin uzun yıllara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Marul denemesinin yürütüldüğü 3 aylık dönemde (Eylül, Ekim ve Kasım 2017) ortalama sıcaklık 12.23 °C ile uzun yıllar ortalamasıyla benzerlik göstermiştir. Bu 3 aylık dönemde uzun yıllar ortalaması olarak toplam yağış 61.1 mm iken, denemenin yürütüldüğü aylarda 40.9 mm olarak ölçülmüştür. Uzun yıllar ortalaması olarak belirlenen nispi nem değeri bu 3 aylık dönemde %66.9 iken 2017 yılında %64.7 olarak ölçülmüştür. Soğan denemesinin yürütüldüğü 2018 ürün döneminde (Nisan-Haziran 2018) ortalama sıcaklık (17.4 °C) ve ortalama nispi nem (%61.4) uzun yıllar ortalamasına göre daha yüksek değerler göstermiştir. Toplam yağış miktarı ise (151.1 mm) uzun yıllar ortalamasına göre daha düşük değer göstermiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.2 Ankara deneme alanına ait 2017-2018 yılları ve uzun yıllar ortalaması sıcaklık (°C), toplam yağış (mm) ve ortalama nispi nem (%) değerleri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)			Toplam Yağış (mm)			Nispi Nem (%)		
	2017	2018	UYO*	2017	2018	UYO	2017	2018	UYO
Ocak	-1.3	3.1	0.3	30.4	54.8	42.7	76.8	77.0	76.7
Şubat	2.9	6.5	1.9	7.5	37.3	36.1	66.7	73.1	71.8
Mart	8.1	10.0	6.1	46.1	84.6	41.3	60.2	63.3	64.2
Nisan	11.0	15.3	11.2	19.8	3.8	47.5	50.6	44.9	59.5
Mayıs	15.8	18.0	15.8	47.4	102.7	51.7	55.9	59.6	57.4
Haziran	20.4	21.4	19.8	47.4	45.0	37.5	58.0	53.4	52.7
Temmuz	25.6	24.5	23.3	0.0	11.0	14.2	38.1	45.4	45.4
Ağustos	24.7	25.1	23.2	8.3	11.6	13.4	45.8	37.4	45.1
Eylül	22.6	20.1	18.9	3.2	4.30	19.2	34.2	45.3	49.0
Ekim	12.6	14.9	13.2	19.9	55.1	30.1	56.3	59.0	60.1
Kasım	7.1	9.0	7.1	33.6	25.1	33.3	69.7	64.4	69.6
Aralık	4.7	3.3	2.5	37.4	70.5	45.8	78.3	81.3	76.8
Yıllık	12.9	14.3	11.9	301	505.8	412.8	57.6	58.7	60.7

*: Uzun yıllar ortalaması

Çizelge 3.2’de görüldüğü üzere Ankara bölgesinin iklim özellikleri 2017 yılı ortalama sıcaklık (12.9°C), toplam yağış miktarı (301 mm) ve ortalama nispi nem (%57.6) tespit edilmiştir. Tarla denemelerin yürütüldüğü 2018 yılı ise ortalama sıcaklık (14.3°C) ve toplam yağış miktarı (505.8 mm) uzun yıllar ortalamasından yüksek iken ortalama nispi nem (%58.7) düşük olduğu görülmektedir. Marul denemesinin yürütüldüğü 3 aylık dönemde (Eylül, Ekim ve Kasım 2017) ortalama sıcaklık 14.1°C ile uzun yıllar ortalamasıyla daha yüksek göstermiştir. Bu 3 aylık dönemde uzun yıllar ortalaması olarak toplam yağış 82.6 mm iken, denemenin yürütüldüğü dönemde 56.7 mm olarak ölçülmüştür. Uzun yıllar ortalaması olarak belirlenen nispi nem değeri bu 3 aylık dönemde %59.7 iken 2017 yılında %53.4 olarak ölçülmüştür. Denemenin yürütüldüğü ilk 2 ayda (Eylül-Ekim) toplam yağış ve ortalama nem uzun yıllar ortalamasına göre daha düşük olmuştur. Toplam yağış miktarı ve ortalama nispi nem uzun yıllar ortalamasından düşük iken ortalama sıcaklığın daha yüksek olduğu görülmektedir. Soğan denemesinin yürütüldüğü 2018 ürün döneminde (Mart-Haziran 2018) ortalama sıcaklık (16.2°C) ve toplam yağış miktarı (236.1 mm) ile uzun yıllar ortalamasıyla daha yüksek olduğu göstermiştir. Ortalama nispi nem (%55.3) ise uzun yıllar ortalamasıyla daha düşük olduğu görülmektedir.

Ayaş ve Ankara deneme alanlarına ait 2017 yılı ortalama sıcaklık, toplam yağış miktarı ve ortalama nispi nem 2018 yılına göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

3.1.3 Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması

Araştırmada Ayaş ve Ankara deneme alanlarından verimlilik ilkesine göre 0-20 cm derinlikten toprak örneği alınmıştır. Topraklar hava kuru duruma gelinceye kadar kurutularak 2 mm’lik elekten elenmiştir ve toprağın bazı fizikokimyasal özelliklerini belirlemek üzere analizlerde kullanılmıştır.

3.1.4 Gübre materyalleri

Araştırmada kullanılan keçi gübresi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi küçükbaş hayvan işletmesinde bulunan keçi ağılından temin edilmiş olup, biyokömür bu materyalden hazırlanmıştır. Kimyasal gübreleme uygulaması olan 15-15-15 gübresi ise ticari bir firmadan temin edilmiştir.

3.1.5 Bitki materyalleri

Bitki materyalleri olarak kıvırcık salata bitkisinin Melina çeşidi ile soğan bitkisinin Metan 88 çeşidi kullanılmıştır. Kıvırcık salata bitkisi fide olarak Başaran Sera ve Fidecilik/Beypazarı'ndan, soğan tohumu ise Çelik Tarım İlaçları/Polatlı'dan temin edilmiştir.

3.1.5.1 Marul bitkisiyle ilgili temel bilgiler

Marul (*Lactuca sativa* L.) bitkisi *Asteraceae* familyasına dahil olan, *Lactuca* cinsinden bir bitki türüdür. Eşiyok (2012)'a göre "*Lactuca*", Latince de "lactic asit"ten kaynaklanan "sütlü" anlamına gelmekte ve tür ismi olarak "*sativa*" ise tohumdan yetiştirilen demektir. Yeşil taze sebze olarak marul bir kültür bitkisidir. Sebze üretimi çoğu ülkelerin ekonomisinde önemli bir yer tutmaktadır. Günümüzde dünyada en çok üretilen ve tüketilen sebzeler arasında yer alan marul bitkisi Avrupa ve Asya'da daha çok gıda ve tıbbi bitki olarak kullanılmaktadır. Marul yetiştiriciliğine ait ilk kayıtlar M.Ö. 600 yıllarında Pers'ler tarafından tutulmuş olup ve eski Yunanlılar, Romalılar dönemlerinde de marul yetiştiriciliği yapıldığına dair bilgiler mevcuttur. Bazı araştırmacılar marulun yabani formlarına Orta ve Güney Avrupa ülkeleri ile Cezayir ve Etiyopya gibi Afrika ülkelerinde rastlandığını belirtmektedir (Şalk vd. 2008). Vitamin ve mineral madde yönünden zengin bir içeriğe sahip olan marul, tek yıllık serin iklim sebzesidir.

Marul yetiştiriciliğinde yüksek verim ve kalite elde etmek amacıyla bakım işlemlerinin zamanında yapılması önemlidir. Verim ve gelişim parametrelerini olumsuz yönde etkileyen etmenler, biyotik ve abiyotik faktörler olarak sıralanmaktadır. Biyotik faktörler, yabancı otlar, patojenler (fungus, virüs vb.) ve zararlılardır (böcekler). Abiyotik faktörler ise, olumsuz çevre ve toprak koşullarıdır. Bu faktörlerle zamanında yapılan mücadele birim alandan elde edilen verimin yükseltilmesinde önemli rol oynamaktadır (Aksoy 1999). Marul kısa sürede hasat olgunluğuna ulaştığından zamanında yapılan kültürel işlemler verimi ve kaliteyi olumlu yönde etkilemektedir (Vural vd. 2000).

Marullar yaprak ve yenilen kısımlarının yapısına göre dört botanik çeşit ismi altında toplanmaktadır. Bunlar;

Lactuca sativa L. var. capitata: Baş salatalar

Lactuca sativa L. var. crispa: Kıvırcık salatalar

Lactuca sativa L. var. longifolia: Marullar ve

Lactuca sativa L. var. angustana: Kuşkonmaz salataları (gövde tipi salatalar) olarak sınıflandırılmaktadır (Şalk vd. 2008).

Türkiye'nin birçok bölgesinde sonbahar ile ilkbahar dönemleri arasında yetiştirilen marullar üreticiye yüksek gelir sağlayabilecek sebzeler arasındadır. Türkiye'de baş salata (Iceberg), yeşil ve kırmızı kıvırcık salatalar ve marulun (göbekli) ticari olarak pek çok çeşitleri mevcut olup özellikle Akdeniz ve Ege Bölgesi'nin iklimine bağlı olarak yıl boyunca hem sera hem de tarlada olmak üzere yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bununla birlikte Orta Anadolu'da özellikle Ankara'nın Ayaş, Beypazarı, Çubuk, Nallıhan, Sincan, Yenimahalle ilçelerinde, Eskişehir, Sakarya, Kocaeli, İstanbul gibi önemli pazarlara ulaşım yönünden marul üretimine uygun toprak ve iklim özelliklerine sahip olması nedeniyle yılın önemli bir kısmında üretimi yapılmaktadır. Türkiye'de marul bitkilerinin uzun süre depolanamaması ve muhafaza edilememesi nedeniyle yüksek oranlarda ihracat yapılamamakta olup, üretilen ürünler iç pazarlarda tüketilmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2016 yılı Türkiye'de yıllık kişi başına 5.2 kg marul tüketilmekte olup üretim yeterlilik derecesi %100.6 oranına ulaşmıştır (Anonim 2019a).

Bileşim olarak yeşil olarak 100 g marulda; 96 g su, 13 cal enerji, 0.9 g protein, 0.1 g yağ, 2.9 g karbonhidrat, 330 IU vitamin A, 6 mg vitamin C, 0.06 mg thiamin, 0.06 mg riboflavin, 0.3 mg niacin, 20 mg Ca, 22 mg P, 0.5 mg Fe, 9 mg Na ve 175 mg K bulunmaktadır (Pierce 1987).

Bütün marul çeşitlerinin büyüme ve gelişmesi için ihtiyaç duyduğu sıcaklık aralığı 7-24 °C olup en uygun sıcaklıklar 15-18 °C'dir (Eşiyok 2012). Marul drenajı iyi olan, özellikle derin ve 25-30 cm'lik toprak tabakasında humusça ve bitki besin maddelerince zengin, tınlı kumlu ve kumlu tınlı toprakları daha çok sever. pH'nın 5.5-7.0 arası olduğu topraklarda iyi yetişir. Salata ve marullar toprak tuzluluğuna orta derecede hassastırlar (Çivit 2010).

Bu çalışmada kullanılan kıvırcık salata bitkisinin Melina çeşidi, geç sapa kalkan, hızlı gelişen, orta koyu yeşil yapraklı ve yüksek hacimli yeni nesil bir marul çeşididir. Türkiye'nin iklimi ılıman sahil bölgelerde sonbahar, kış, ilkbahar ve erken yaz marul yetiştiriciliğine uygundur. Serin karasal bölgelerde ilkbahar, yaz ve sonbahar yetiştiriciliğine uygundur. Olgunluk süresi yetiştirme dönemi ve iklim koşullarına bağlı olarak sıcak dönemlerde 42-48 gün, soğuk dönemlerde 60-78 gündür. Baş yapısı çok homojen, yaprakları kalın, sulu ve gevrekli (Anonim 2017). Yetiştirilen kıvırcık salata bitkisinin Melina çeşidi şekil 3.3'de görülmektedir.

Ankara ili 2013-2018 yılları arasında kıvırcık salata bitkisinin üretim yerleri ve üretim miktarları çizelge 3.3'de görülmektedir (Anonim 2019b).

TÜİK verilerine göre Ankara'da 2013-2018 yılları arasında kıvırcık salata üretimi dikkate değer bir artış göstermiştir (çizelge 3.3).



Şekil 3.3 Yetiştirilen kıvrıkcık salata bitkisinin Melina çeşidi

Çizelge 3.3 Ankara ili 2013-2018 yılları arasında kıvrıkcık salata üretim yerleri ve üretim miktarları (ton)

Üretim Yeri	Yıllar					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ayaş	750	875	750	773	585	562
Merkez	164	225	213	198	726	726
Beypazarı	7516	7516	7516	7449	7527	7542
Çubuk	226	227	227	223	306	306
Nallıhan	200	200	500	694	500	500
Toplam	8856	9043	9206	9337	9644	9636

Dünya’da marul üretiminin 2013-2017 yılları arasında ülkelere göre dağılımı çizelge 3.4’de verilmiştir (Anonymous 2019).

Çizelge 3.4 Dünya’da marul üretiminin 2013-2017 yılları arasında ülkelere göre dağılımı (ton)

Ülke	Yıllar				
	2013	2014	2015	2016	2017
Etiyopya	1450	304	160	76	150
Fransa	307248	238029	231364	228378	217060
Hindistan	1080000	1098187	1084850	1088161	1090770
Japonya	579000	577800	568000	585700	574646
Nijer	76838	90227	163266	174434	171665
Türkiye	436785	451485	447492	478442	490423
Toplam	2481321	2456032	2495132	2555191	2544714

FAO verilerine göre Nijer ve Türkiye 2013-2017 yılları arasında marul üretimini dikkate değer oranda artırmıştır. Dünya toplam marul üretim miktarları 2017 ve 2018 yılında daha fazla olmuştur.

3.1.5.2 Soğan bitkisiyle ilgili temel bilgiler

Soğanın insan beslenmesinde doğal bir antibiyotik vazifesi gördüğü bilinmektedir. Yeşil soğanın taze yaprakları A ve C vitaminleri ile birçok mineral madde içermektedir (Benkeblia 2005). Soğan bitkisinin anavatanı Asya’dır (Yünlü ve Kır 2016). Türkiye’de en çok yetiştirilen sebzelerin başında soğan gelmektedir (Kozan 1997). Soğan yetiştiriciliği, Trakya bölgesi ile Balıkesir, Bursa, Bandırma, Amasya, Çorum, Tokat, Kastamonu, Hatay ve Denizli illerinde yoğun olarak yapılmaktadır (Vural vd. 2000, Eşiyok 2012). Soğan bitkisi (*Allium cepa* L.), taksonomik olarak;

Takım: *Asparagales*

Familya: *Alliaceae*

Cins: *Allium*

Tür: *Allium cepa* olarak tanımlanmaktadır.

Soğan bitkisi topraktaki su noksanlığına ve fazlalığına oldukça duyarlıdır. İhtiyaç duyduğu su zamanında ve yeteri kadar verilmelidir (Doorenbos ve Kassam 1979, Şener 1999). Yeşil soğanın sulaması tohum ekimi yapıldıktan sonra her zaman toprak nemli kalacak şekilde olmalıdır. Soğan erken gelişme döneminde ortalama 12-13 °C sıcaklığa ihtiyaç duyar. Toprak isteği bakımından hafif, organik madde ve mineral elementlerce zengin toprakları sever (Vural vd. 2000, Beşirli vd. 2007). Soğan üretimi için kumlu, kumlu-killi ve turba topraklar daha uygundur. Ağır kil ve kaba kumdan kaçınılmalıdır. Azot ve fosfor içeren gübrelere genellikle ihtiyaç duyar (Yamaguchi 1983). Yeşil soğan hasattan sonra kalitesini hızla kaybetmektedir. Hasat sonrası ömrü 7-10 gün arasında değişmektedir (Kim vd. 2005).

Türkiye’de yıllık ortalama kişi başına 1.5 kg taze soğan tüketildiği ve üretimin yeterlilik derecesinin %100.4 olduğu belirtilmiştir (Anonim 2019a).

Bu çalışmada kullanılan Metan 88 soğan çeşidi, Türkiye koşullarına iyi uyum sağlamış, erkenci ve yüksek ürün veren bir çeşittir. Denemede yetiştirilen soğan bitkisi şekil 3.4’de görülmektedir.

Ankara ili 2013-2018 yılları arasında yeşil soğan üretim yerleri ve üretim miktarları çizelge 3.5’de verilmiştir (Anonim 2019b). TÜİK verilerine göre Ankara’nın 2017-2018 yıllarında yeşil soğan üretimi en fazla olmuştur.

Çizelge 3.5 Ankara ili 2013-2018 yılları arasında yeşil soğan üretim yerleri ve üretim miktarları (ton)

Üretim Yeri	Yıllar					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ayaş	750	875	750	773	585	-
Merkez	180	132	130	217	118	267
Beyazır	16000	16000	16000	15944	20000	24000
Çubuk	-	-	-	-	78	78
Nallıhan	75	50	50	40	30	30
Toplam	17005	17057	16930	16974	20811	24375



Şekil 3.4 Yetiştirilen Metan 88 soğan çeşidi

Dünyada yeşil soğan üretiminin 2013-2017 yılları arasında ülkelere göre dağılımı çizelge 3.6'da görülmektedir (Anonymous 2019).

FAO verilerine göre Nijer ülkesi 2013-2017 yılları arasında yeşil soğan üretimi dikkate değer bir artış göstermiştir. Buna karşın Türkiye ve Fransa'da değerler biraz düşüş göstermiştir. Dünya toplam üretim miktarlarının 2017 yılında daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.6 Dünyada yeşil soğan üretiminin 2013-2017 yılları arasında ülkelere göre dağılımı (ton)

Ülke	Yıllar				
	2013	2014	2015	2016	2017
Etiyopya	34500	35078	35578	35888	36369
Fransa	54.693	50.283	49.001	49.352	51.073
Japonya	541.400	545.300	536.000	526.900	525.295
Nijer	711.963	738.095	584.576	585.933	670.213
Türkiye	153.478	148.255	141.691	134.479	138.993
Toplam	1.496.034	1.517.011	1.346.846	1.332.552	1.421.943

3.2 Yöntem

3.2.1 Toprak örneklerinin fizikokimyasal analizlerinde kullanılan yöntemler

Toprak örnekleri, hava kuru duruma getirilip 2 mm' lik elekten elenmiş, fiziksel ve kimyasal analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1951).

Tekstür (Bünye)

Toprak örneklerinin kum, silt ve kil fraksiyonları hidrometre yöntemiyle (Bouyoucos 1951), tekstür sınıfları ise Soil Survey Manual'e göre belirlenmiştir (Anonymous 1951).

pH

pH, 1:2.5 toprak:su karışımında cam elektrotlu pH-metre ile belirlenmiştir (Jackson 1958).

Elektriksel iletkenlik (EC)

EC, 1:2.5 toprak-su karışımında EC metre ile belirlenmiştir (Richards 1954).

Organik madde

Jackson (1958) tarafından bildirildiği şekilde değiştirilmiş Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir.

Kireç (CaCO₃)

Hızalan ve Ünal (1966) tarafından belirtilen yöntemine göre Scheibler kalsimetresiyle belirlenmiştir.

Toplam azot (N)

Bremner (1965) tarafından belirtildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

Bitkiye yararlı fosfor (P)

Toprak örneklerinde fosfor Olsen vd. (1954) tarafından bildirildiği şekilde, 0.5 M NaHCO₃ (pH: 8.5) ile ekstrakte edilmiş, çözeltiliye geçen fosfor (P), molibdofosforik mavi renk yöntemine göre Shimadzu model UV 1210 spektrofotometresinde belirlenmiştir.

Değişebilir potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg)

Toprak örnekleri 1.0 N nötr (pH: 7.0) amonyum asetat (CH₃COONH₄) ile 30 dk çalkalanıp süzildikten sonra, süzükteki potasyum (K) flamefotometre ile kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS) ile belirlenmiştir (Pratt 1965).

Bitkiye yarayışlı demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn) ve mangan (Mn)

Lindsay ve Norvell (1978) tarafından açıklandığı gibi, toprak-çözelti oranı 1:2 olacak şekilde 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl₂ + 0.1 M TEA karışım çözeltisi (pH: 7.3) ile 2 saat çalkalanarak ekstrakte edilen süzükte Fe, Zn, Cu ve Mn AAS ile belirlenmiştir.

Toprak analizleri sonuçlarına göre besin maddesi içeriklerinin yorumlanmasında Çizelge 3.7' deki standart değerler kullanılmıştır.

Çizelge 3.7 Toprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerler (N %, diğerleri mg kg⁻¹ olarak ifade edilmiştir). (Follet 1969, Lindsay ve Norvell 1969, Wolf 1971, Anonoymus 1990)

Besin maddesi	Yöntem	Çok az	Az	Yeterli	Fazla	Çok fazla
N	Kjeldahl	<0.045	0.045-0.090	0.090-0.170	0.170-0.320	>0.320
P	NaHCO ₃	<2.5	2.5-8.0	8.0-25.0	25.0-80.0	>80.0
K	CH ₃ COONH ₄	<50	50-140	140-370	370-1000	>1000
Ca	CH ₃ COONH ₄	0-380	380-1150	1150-3500	3500-10000	>10000
Mg	CH ₃ COONH ₄	0-50	50-160	160-480	480-1500	>1500
Mn	DTPA	<4	4-14	14-50	50-170	>170
Zn	DTPA	<0.2	0.2-0.7	0.7-2.4	2.4-8.0	>8.0
Fe	DTPA	Az <0.2	Orta 0.2-4.5	Fazla >4.5		
Cu	DTPA	Yetersiz <0.2	Yeterli >0.2			

3.2.2 Keçi gübresi eldesi ve biyokömürün hazırlanması

Bu çalışmada kullanılmış olan keçi gübresi, hava kuru duruma gelinceye kadar kurutulmuş, 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve denemede kullanılmak üzere hazırlanmıştır (Şekil 3.5).

Biyokömür elde etmek amacıyla yüksekliği 50 cm ve çapı 32 cm olan, ağzı kapatılabilen çelik sacdan yapılmış silindirik yakma kovası kullanılmıştır (Şekil 3.6). Bu kovaya her seferinde 5 kg keçi gübresi konulmuş, kova yatay konumdayken altında odun ateşi yakılmış ve 30 dakikada bir döndürülerek toplam 3 saat yakma işlemine tabii tutulmuştur

(Şekil 3.7). Üç saat sonunda kova ateşten indirilerek oda sıcaklığına geldiğinde ağzı açılmıştır. Yakma işlemi öncesinde ve sonrasında materyaller tartılmış (Şekil 3.8) ve biyokömür verimi hesaplanmıştır.



Şekil 3.5 Denemelerde kullanılmış olan keçi gübresi

Biyokömür verimini hesaplamak için piroliz sonucu elde edilen biyokömürün kütlesi, başlangıçtaki keçi gübresinin kütlesine bölünmüş ve 100 ile çarpılmıştır. Yakma işleminin yapıldığı 20 kovanın ortalaması alınıp biyokömür verimi şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\text{Biyokömür verimi (\%)} = \frac{\text{Biyokömür kütlesi (g)}}{\text{Keçi gübresi kütlesi (g)}} * 100$$

$$\text{Biyokömür verimi (\%)} = \frac{2686 \text{ (g)}}{4820 \text{ (g)}} * 100 = 55.72 \sim \%56$$



Şekil 3.6 Piroliz işleminde kullanılan silindirik yakma kovası



Şekil 3.7 Piroliz işlemi



Şekil 3.8 Üretilen biyokömür

3.2.3 Keçi gübresi ve biyokömürde yapılan analizler

Termogravimetrik ve FTIR Analizi

Keçi gübresi ve biyokömürün piroliz özelliklerini belirlemek üzere TGA (Termo gravimetrik) ve FTIR (Fourier Transform Infrared Spektroskopik) analizleri yapılmıştır. Infrared spektrum oluşturmak üzere üç yansıtımlı ATR ünitesine sahip olan Shimadzu marka FTIR spektrometresi kullanılmıştır. FTIR spektrumları 1-2 mg keçi gübresi ve biyokömür ile her bir materyal için 100 mg KBr (potasyum bromür)'den elde edilmiştir. FTIR spektrumları $700-4000 \text{ cm}^{-1}$ dalga boyu aralıklarında kaydedilmiştir. Örnekler cm^{-1} çözünürlüğünde 20 kez taranmış ve tüm spektrumlar normalize edilmiştir. Termogravimetrik analizler Shimadzu DTG-60H cihazı kullanılarak yapılmıştır. Keçi gübresi ve biyokömürün termogravimetrik analizleri $30-600 \text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında yapılmıştır. Bu analizler N_2 gazı atmosferinde 6 mm çapında Pt kaplarda $10 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ dak}^{-1}$ aralıklarla

yapılmıştır. Cihazın kalibrasyonu saf metalik In, Pb ve Zn telleriyle işlemin 20 kez tekrarlanmasıyla yapılmıştır (Gunes vd. 2015).

pH

pH, 1:10 oranında saf su ile sulandırılmış keçi gübresi ve biyokömür örneklerinde cam elektrotlu pH metre ile belirlenmiştir (Jackson, 1958).

Elektriksel iletkenlik (EC)

Elektriksel iletkenlik (EC), 1:10 oranında saf su ile sulandırılmış keçi gübresi ve biyokömür örneklerinde cam elektrotlu EC metre ile belirlenmiştir (Jackson, 1958).

Organik madde ve kül

Aller vd. (2017) tarafından bildirildiği şekilde materyallerin 730 °C'de 9 saat süreyle kül fırınında yakılmasıyla belirlenmiştir.

Organik karbon ve toplam kükürt

Organik karbon ve toplam kükürt, 100 °C'de kurutulan örneklerin, 1050 °C'de Leco marka karbon/kükürt analiz cihazında yakılması ile belirlenmiştir (Anonymous 2016).

Toplam azot (N)

Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

C/N oranı

Keçi gübresi ve biyokömür gübrelerde bulunan karbon miktarının azot miktarına oranlanmasıyla bulunmuştur.

Toplam ve suda çözünebilir elementlerin belirlenmesi

Keçi gübresi ve biyokömür örneklerinden 0.25 g tartılarak Erlenmayere konulmuş, yaş yakma yöntemine göre üzerlerine 10 mL nitrik-perklorik asit ($\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$, 4:1) karışımı ilave edilerek hot plate üzerinde kaynamaya bırakılmıştır. Yanma işlemi tamamlanan örnekler saf su ile 50 mL'ye tamamlanmış ve ardından filtre kağıdı ile süzülerek elde edilen çözeltilerdeki toplam P, Shimadzu model UV 1210 spektrofotometrede Barton (1948), toplam K Jenway model PFP 7 fleymfotometrede Pratt (1965), toplam Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS) ile Isaac ve Kerber (1971) tarafından belirtildiği şekilde belirlenmiştir.

Materyallerde suda çözünebilir P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn belirlemesi için keçi gübresi ve bundan elde edilen biyokömür örneklerinden 1 g tartılarak Erlenmayere konulmuş ve üzerine 50 mL saf su konularak 30 dakika çalkalanmıştır. Filtre kağıdı ile süzülerek hazırlanan çözeltilerde suda çözünebilir P Shimadzu model UV 1210 spektrofotometrede Barton (1948), K, Jenway model PFP 7 fleymfotometrede, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS) ile Isaac ve Kerber (1971) tarafından belirtildiği şekilde belirlenmiştir.

3.2.4 Tarla denemelerinin kurulması ve yürütülmesi

Deneme, Ayaş ile Ankara deneme alanları olmak üzere eş zamanlı olarak 2 farklı lokasyonda tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve 2 faktörlü (a- inorganik gübre ve b- biyokömür ve keçi gübresi uygulamalarından oluşan organik gübre) olarak yürütülmüştür. Ayaş deneme alanı şekil 3.9'da, Ankara deneme alanı ise şekil 3.10'da gösterilmiştir.

Deneme konuları ve parsel sayıları çizelge 3.8'de verilmiştir. Deneme deseni ise Ayaş için çizelge 3.9'da, Ankara için ise çizelge 3.10'da verilmiştir.

Kıvırcık salata ve soğan bitkisi yetiştiriciliğinde araştırma konuları dışında kalan tüm tarımsal uygulamalar Ayaş Araştırma ve Uygulama Çiftliği önerilerine göre yapılmıştır.



Şekil 3.9 Ayaş deneme alanının dikim öncesi genel görünümü (23.09.2017)



Şekil 3.10 Ankara deneme alanının dikim öncesi genel görünümü (20.09.2017)

Çizelge 3.8 Deneme konuları ve parsel sayıları

Bitki	Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
		%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kıvırcık salata	Kontrol	1-2-3-4	5-6-7-8	9-10-11-12
	Biyokömür (BK)	13-14-15-16	17-18-19-20	21-22-23-24
	Keçi Gübresi (KG)	25-26-27-28	29-30-31-32	33-34-35-36
	BK+ KG	37-38-39-40	41-42-43-44	45-46-47-48
Soğan	Kontrol	49-50-51-52	53-54-55-56	57-58-59-60
	Biyokömür (BK)	61-62-63-64	65-66-67-68	69-70-71-72
	Keçi Gübresi (KG)	73-74-75-76	77-78-79-80	81-82-83-84
	BK+ KG	85-86-87-88	89-90-91-92	93-94-95-96

Çizelge 3.9 Ayaş deneme deseni

Bitki	Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
		%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kıvırcık salata	Kontrol	2-21-24-40	14-19-23-42	3-11-25-39
	Biyokömür (BK)	1-4-7-12	9-18-34-44	29-35-41-43
	Keçi Gübresi (KG)	22-31-33-48	16-17-32-38	15-27-28-36
	BK+ KG	5-6-13-45	8-10-26-37	20-30-46-47
Soğan	Kontrol	69-74-79-84	65-81-85-92	70-80-86-87
	Biyokömür (BK)	62-63-78-82	49-55-77-83	56-57-60-68
	Keçi Gübresi (KG)	58-64-89-90	50-53-71-88	61-72-73-76
	BK+ KG	51-52-66-67	54-59-93-95	75-91-94-96

Çizelge 3.10 Ankara deneme deseni

Bitki	Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
		%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kıvırcık salata	Kontrol	18-21-37-47	11-16-20-39	8-22-36-48
	Biyokömür (BK)	1-4-9-46	6-15-31-41	26-32-38-40
	Keçi Gübresi (KG)	19-28-30-45	13-14-29-35	12-24-25-33
	BK+ KG	2-3-10-42	5-7-23-34	17-27-43-44
Soğan	Kontrol	55-59-75-84	56-70-72-73	63-71-80-83
	Biyokömür (BK)	58-68-94-95	53-66-79-81	50-62-87-92
	Keçi Gübresi (KG)	49-60-61-86	67-77-85-96	74-78-88-90
	BK+ KG	52-54-76-89	51-64-65-82	57-69-91-93

Deneme konuları, 3 farklı kimyasal gübre dozunda keçi gübresi ve keçi gübresinden elde edilen biyokömür ile bunların her ikisinin birlikte uygulandığı uygulamalardan oluşmuştur. Deneme konuları ile uygulama miktarları çizelge 3.11’de gösterilmiştir. Tam inorganik gübre uygulamasında (%100 İG) her iki bitki için dekara 10 kg N, 10 kg P₂O₅ ve 10 kg K₂O, 15-15-15 gübresi ile kıvırcık salata dikimi ve soğan tohumu ekiminden hemen önce uygulanmış ve toprağa karıştırılmıştır. Diğer inorganik gübre uygulama dozları ise tam inorganik gübre dozunun yarısının verildiği (%50 İG) ve hiç gübre verilmeyen uygulamalardan oluşmuştur (%0 İG). Kıvırcık salata dikimi ve soğan tohumu ekiminden hemen önce keçi gübresi 5 t ha⁻¹ ve keçi gübresinden elde edilen biyokömür (BK) 10 t ha⁻¹ düzeyinde parsellere uygulanmış, çapa ile toprağa karıştırılmış (Şekil 3.11) ve tesviye amacıyla tırmıkla düzeltilmiştir. Dikim öncesi parsellerin genel görünümü şekil 3.12’de verilmiştir.

Çizelge 3.11 Deneme konuları ve uygulama miktarları

Organik Gübre (OG)	İnorganik Gübre (İG)
Kontrol	%100 (10 kg N, 10 kg P ₂ O ₅ , 10 kg K ₂ O da ⁻¹) 15-15-15 gübresinden
Keçi Gübresi (KG) 5 t ha ⁻¹	%50
Biyokömür (BK) 10 t ha ⁻¹	%0
KG+BK	



Şekil 3.11 Keçi gübresi, biyokömür ve inorganik gübrenin uygulanması



Şekil 3.12 Dikim öncesi parsellerin genel görünümü

Denemede 4 haftalık kıvırcık salata bitkisi fideleri, sıra arası ve sıra üzeri 30x30 cm olacak şekilde dikilmiştir. Her parselde 5 sıra ve her sırada 5 bitki olacak şekilde dikim yapılmış ve her bir parselin alanı 2.25 m² olmuştur. Kıvırcık salata fidelerinin dikimi sonbahar döneminde Ankara deneme alanında 21 Eylül, Ayaş deneme alanında ise 23 Eylül 2017 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Denemede kıvırcık salata bitkileri damla sulamayla haftada 2 kez 2'şer saat süreyle sulanmış ve uygulamaların birbirinden etkilenmemesi için parseller arasında 0.5 m boşluk bırakılmıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Kıvırcık salata fide dikim işlemi

Soğan bitkisi ise sıra arası 10 cm ve dekara 0.5 kg tohum olacak şekilde çiziye ekilmiş, her bir soğan parseli 1 m² olacak şekilde ayarlanmıştır (Şekil 3.14). Soğan tohumlarının ekimi Ankara deneme alanında 28 Mart, Ayaş'da 04 Nisan 2018 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir.

Denemede soğan bitkileri süzgeçli kova kullanılarak elle sulanmış, uygulamaların birbirinden etkilenmemesi için parseller arasında 0.5 m boşluk bırakılmıştır. İlkbahar döneminde, yağmurların az yağmasından dolayı soğan bitkileri her parsele yaklaşık 5 L olacak şekilde ve haftada 3 kere sulanmıştır (Şekil 3.15).



Şekil 3.14 Soğan bitkisinin tohum ekim işlemi



Şekil 3.15 Soğan parsellerinde sulama

3.2.5 Diğer tarımsal uygulamalar

Kıvırcık salata bitkilerine 2 kez çapa yapılmıştır. İlk çapa bitkiler yaklaşık çay tabağı büyüklüğüne geldiğinde Ankara deneme alanında 12 Ekim, Ayaş'da 13 Ekim 2017 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. İkinci çapa ise Ankara deneme alanında 13 Kasım, Ayaş'da ise 14 Kasım 2017 tarihlerinde yabancı ot çıkışı engellemenin amacıyla gerçekleştirilmiştir. Hastalık ve zararlılarla mücadele amacıyla kullanılan bitki koruma ilaçları Antracol Combi WP 76 (200 g 100 L⁻¹) ve Efedor SC 350 (20 mL 100 L⁻¹) Ankara deneme alanında 20 Ekim, Ayaş'da 21 Ekim 2017 tarihlerinde uygulanmıştır. Kıvırcık salata bitkilerinin don tehlikesinden zarar görmemesi için tüm bitkilere yapraktan %0.5'lik Ca(NO₃)₂ çözeltisi Ankara deneme alanında 26 Ekim, Ayaş'da 27 Ekim 2017

tarihlerinde verilmiştir. Ayrıca soğuk zararının önlenmesi amacıyla kıvırcık salata bitkileri agril örtü ile örtülmüştür.

Soğan bitkilerine ise 4 kez çapa yapılmıştır. İlk çapa bitkilerin çimlenmesinden hemen sonra yaklaşık 4-6 cm büyüklüğü geldiğinde Ankara deneme alanında 11 Haziran, Ayaş'da 18 Haziran 2018 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. İkinci, üçüncü ve dördüncü çapa ise her iki lokasyonda üç hafta aralıklarla yabancı ot çıkışını engellemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

3.2.6 Bitkilerin hasadı

Kıvırcık salata bitkilerinde 2 aylık gelişim süreci sonunda her bir parselden tesadüfi olarak seçilen pazarlanabilir nitelikte 10 bitki toprakla birleştiği yerden kesilerek hasat yapılmıştır. Hasat, Ankara ile Ayaş deneme alanlarında sırasıyla 20 Kasım ve 22 Kasım 2017'de gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.16'da kıvırcık salata bitkisinin hasadı görülmektedir.



Şekil 3.16 Kivircik salatının hasadı (22.11.2017)

Soğan bitkisinin hasadı ise 2.5 aylık gelişim süreci sonunda her bir parseldeki tüm bitkiler el ile sökülerek hasadı yapılmıştır. Denemelerin hasat öncesindeki genel görünümü, Ankara için şekil 3.17’de, Ayaş için şekil 3.18’de gösterilmiştir.



Şekil 3.17 Ankara deneme alanının hasat öncesi genel görünümü (14.06.2018)



Şekil 3.18 Ayaş deneme alanının hasat öncesi genel görünümü (21.06.2018)

Soğan bitkilerinde hasat Ankara ve Ayaş'da sırasıyla 14 Haziran ve 21 Haziran 2018'de gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.19'da soğan bitkisinin hasadı görülmektedir.



Şekil 3.19 Soğan bitkisinin hasadı (21.06.2018)

3.2.7 Kıvırcık salata bitkilerinde yapılan gözlem ve ölçümler

3.2.7.1 Baş ağırlığı

Her bir parselden tesadüfi olarak alınan pazarlanabilir nitelikte 10 bitki terazide tartılmış, elde edilen verilerin ortalaması alınarak baş ağırlığı (g bitki^{-1}) belirlenmiştir.

3.2.7.2 Baş apı

Sarmento vd. (2019) tarafından bildirildiği şekilde baş çapı her parselden tesadüfi olarak seçilen 10 bitkide cetvel ile başların ters çevirilerek ölçölüp ortalaması alınmak suretiyle belirlenmiştir.

3.2.7.3 Toplam yaprak sayısı

Toplam yaprak sayısı (adet bitki⁻¹), her parselden tesadüfi olarak seçilen 10 bitkinin tüm yaprakların sayımı ile belirlenmiştir.

3.2.7.4 Nispi klorofil miktarı

Hasat döneminde nispi klorofili belirlemek üzere SPAD metre (Spektrum CM 1000) ile anlık klorofil miktarları her parsel için günün aynı saatlerinde ayrı ayrı belirlenmiştir. Her parselden olabildiğince fazla sayıda ölçüm alınarak (en az 10 adet) değerlerin ortalaması verilmiştir.

3.2.7.5 Yaprak eni ve boyu

Her parselden tesadüfi olarak seçilen 10 bitkinin sağlıklı olan dıştan içe doğru 4. veya 5. yaprakları örnek olarak alınmış ve bu yapraklarda yaprak eni ve boyu cetvel yardımıyla ölçölerek cm cinsinden tespit edilmiştir.

3.2.7.6 Yaprak yaş ve kuru ağırlığı

Yaprakların yaş ve kuru ağırlığını belirlemek için her bitkinin dış yaprakları soyularak hemen altındaki 3 yaprak alınmış, yaş ağırlığı belirlendikten sonra etüvde 65 °C sıcaklıkta sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve kuru ağırlığı belirlenmiştir.

3.2.7.7 Toplam verim

Her bir parselden tesadüfi olarak seçilen pazarlanabilir nitelikte 10 bitkinin ağırlığı belirlenmiş ve kg da^{-1} olarak ifade edilmiştir.

3.2.8 Soğan bitkilerinde yapılan gözlem ve ölçümler

3.2.8.1 Bitki boyu

Parsellerden hasat edilen bitkilerden rastgele seçilen 20 bitkinin boyu cetvel yardımıyla ölçülerek cm cinsinden tespit edilmiştir.

3.2.8.2 Toplam yaprak sayısı

Parsellerden hasat edilen bitkilerden rastgele seçilen 20 bitkinin yapraklarının sayımı sonucu belirlenmiştir.

3.2.8.3 Nispi klorofil miktarı

Hasat döneminde nispi klorofili belirlemek üzere SPAD metre (Spektrum CM 1000) ile anlık klorofil miktarları her parsel için günün aynı saatlerinde ayrı ayrı belirlenmiştir. Her parselden olabildiğince fazla sayıda ölçüm alınarak (en az 10 adet) değerlerin ortalaması verilmiştir.

3.2.8.4 Bitki yaş ve kuru ağırlığı

Bitkilerin yaş ve kuru ağırlığını belirlemek için parsellerden hasat edilen bitkilerden tesadüfi seçilen 20 bitkinin yaş ağırlığı belirlendikten sonra etüvde $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve kuru ağırlığı belirlenmiştir.

3.2.8.5 Toplam verim

Her bir parselden el ile sökülen soğanlar (tüm bitki) terazide tartılmış, toplam verim $g m^{-2}$ olarak belirlenmiş ve $kg da^{-1}$ olarak ifade edilmiştir.

3.2.9 Bitki örneklerinin analize hazırlanması ve analizlerde uygulanan yöntemler

Bitkiler hasat edildikten sonra kıvırcık salatanın dış yaprakları soyularak hemen altındaki 3 yaprak alınmıştır. Bu şekilde örneklenen kıvırcık salata bitkilerinden önce aşağıda açıklandığı şekilde askorbik asit analizi için örnekleme yapıldıktan sonra kalan kısımlar şehir şebeke suyu ve saf su ile yıkanıp kese kağıtlarına konulmuş, $65^{\circ}C$ ' de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Soğan bitkilerinden örnek alınması ise her parselden hasat edilen bitkilerden tesadüfi olarak 20 bitkinin seçilmesi suretiyle gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde örneklenen soğan bitkileri de şehir şebeke suyu ve saf su ile yıkanıp kese kağıtlarına konulmuş, $65^{\circ}C$ ' de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulmuş kıvırcık salata ve soğan örnekleri öğütüldükten sonra nem çekmemesi için ağzı kilitli naylon torbalarda saklanmıştır. Bu şekilde hazırlanmış olan bitki örnekleri makro ve mikro besin elementi analizlerinde kullanılmıştır.

Vitamin C (askorbik asit) belirlemesi

Kıvırcık salata bitkisinde bitki analizleri için alınan dış yaprakların altındaki 3 yaprak üst üste konulmuş ve disk çıkarma aleti ile 3-4 farklı yerden disk örnekleri alınmış ve alüminyum folyoya sarılmıştır (Şekil 3.20). Soğan bitkilerinden hasat sırasında her parselden tesadüfi olarak 9 yaprak bitkilerden koparılmak suretiyle alınmış ve bu yaprakların orta kısımlarından bıçak yardımıyla 2 kez yaklaşık 5 cm uzunluğunda parçalar alınarak alüminyum folyoya sarılmıştır (Şekil 3.21). Alüminyum folyoya sarılan kıvırcık salata ve soğan örnekleri $-20^{\circ}C$ 'de derin dondurucuda analiz yapılana kadar (yaklaşık 2 hafta) muhafaza edilmiştir. Sonra bu örneklerden 0.2 g alınıp 8 mL %6'lık trikloro asetik asit (TCA) ile homojenize edilmiş, ekstraktın 4 mL'lik kısmı 2 mL %2'lik dinitrofenilhidrazin (asit ortam) ile karıştırılıp üzerine 1 damla %10'luk thioüre (%70'lik

etil alkolde çözülmüş) katılmıştır. Karışım 15 dakika su banyosunda kaynatılıp oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra üzerine, 0°C'de 5 mL %80 (v/v)'lik sülfirik asit (H₂SO₄) ilave edilmiş, hafifçe çalkanmış ve Shimadzu UV 1201 model spektrofotometrede 530 nm dalga boyunda absorbans belirlenmiştir. Vitamin C konsantrasyonu standart kurveden hesaplanmıştır (Mokherjee ve Choudhuri 1983).



Şekil 3.20 Kıvırcık salata bitkilerinden vitamin C analizi için örnek alınması



Şekil 3.21 Soğan bitkilerinden vitamin C analizi için örnek alınması

Toplam azot (N)

Kurutulup öğütülen kıvırcık salata ve soğan bitkisi örneklerinin toplam azot içeriği, Kacar ve İnal (2008) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

Toplam fosfor (P) belirlenmesi

Kacar ve İnal (2008) tarafından açıklandığı şekilde bitki örneklerinin yaş yakma yöntemine göre yakılmasıyla elde edilen çözeltideki toplam P, vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemine göre Shimadzu UV 1210 model spektrofotometrede belirlenmiştir.

Toplam potasyum (K) belirlenmesi

Kacar ve İnal (2008)'in bildirdiği ilkeler çerçevesinde yaş yakma yöntemiyle elde edilen çözeltideki toplam K, Jenway PFP 7 model fleymfotometrede belirlenmiştir.

Toplam kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) belirlenmesi

Kacar ve İnal (2008) tarafından bildirildiği şekilde yaş yakma yöntemiyle elde edilen çözeltideki toplam Ca ve Mg Analytik Jena Vario 6 model atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS) ile belirlenmiştir.

Toplam demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn) ve mangan (Mn) belirlenmesi

Kacar ve İnal (2008)'in bildirdiği ilkeler esas alınarak yaş yakma yöntemiyle elde edilen çözeltideki toplam Fe, Cu, Zn ve Mn AAS ile belirlenmiştir.

3.2.10 İstatistik Analizler

Denemeden elde edilen verilerin varyans analizi bitki ve yöre ayrı değerlendirilmek suretiyle tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme deseninde olmak üzere Minitab 17 paket programı kullanılarak yapılmış ve uygulamalar arasındaki farklılıklar Mstatc paket programı kullanılarak Duncan testi ile belirlenmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Deneme Alanları Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Ayaş ile Ankara tarla denemelerinde deneme alanlarından alınan toprak örneklerinde bazı verimlilik analizleri yapılmış olup sonuçlar çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Deneme alanları topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellik		Ayaş	Ankara
Kum, %		30.11	48.41
Silt, %		38.87	22.38
Kil, %		31.02	29.21
Tekstür		Killi tın	Kumlu killi tın
pH (1:2.5 su)		8.22	7.96
EC, $\mu\text{S cm}^{-1}$ (1:2.5 su)		358.0	449.0
Kireç CaCO_3 , g kg^{-1}		153.2	66.30
Organik madde (OM), g kg^{-1}		14.43	30.46
Toplam azot (N), g kg^{-1}		0.83	1.63
Değişebilir	Potasyum (K), mg kg^{-1}	743	791
	Kalsiyum (Ca), mg kg^{-1}	5653	5100
	Magnezyum (Mg), mg kg^{-1}	2387	1853
Yarayışlı	Fosfor (P), mg kg^{-1}	5.90	92.6
	Demir (Fe), mg kg^{-1}	3.22	8.73
	Çinko (Zn), mg kg^{-1}	0.55	4.02
	Bakır (Cu), mg kg^{-1}	1.43	2.06
	Mangan (Mn), mg kg^{-1}	11.6	22.6

Analiz sonuçlarına göre Ayaş ve Ankara deneme alanlarında kullanılan topraklar sırasıyla; killi tın ve kumlu killi tın bünyeli, fazla ve orta kireçli, azotça az ve yeterli, bitkiye yarayışlı P bakımından az ve çok fazla düzeydedir. Her iki toprakta toprak reaksiyonu (pH) hafif alkali, tuzluluk problemi görülmemekte, değişebilir K ve Ca fazla, Mg çok fazla ve yarayışlı Cu yeterli düzeydedir. Ayrıca bu iki deneme alanında yarayışlı Fe’in orta ve fazla, Zn’nun az ve fazla, Mn’in az ve yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

4.2 Keçi Gübresi ve Biyokömürün Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemelerde kullanılan keçi gübresi ve keçi gübresinden elde edilen biyokömüre ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Keçi gübresi ve biyokömürün bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

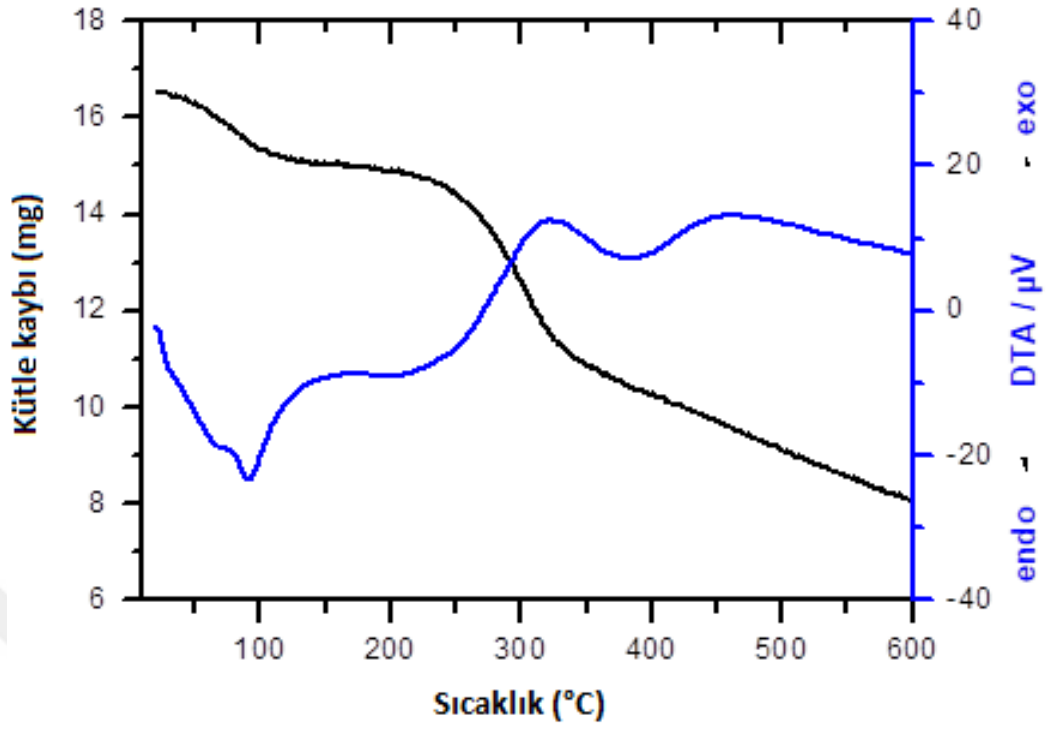
	Özellik	Keçi gübresi	Biyokömür
	pH, (1:10 w:v)	9.22	12.2
	EC, mS cm ⁻¹ (1:10 w:v)	16.3	26.0
	Organik Madde (OM), %	65.9	41.3
	Kül, %	34.1	58.7
	Toplam Karbon (C), g kg ⁻¹	273	281
	Toplam Azot (N), g kg ⁻¹	26.8	17.8
	C/N	10.2	15.8
Toplam	Fosfor (P), g kg ⁻¹	8.46	15.9
	Potasyum (K), g kg ⁻¹	34.5	69.4
	Kalsiyum (Ca), g kg ⁻¹	41.7	64.7
	Magnezyum (Mg), g kg ⁻¹	9.25	12.59
	Kükürt (S), g kg ⁻¹	6.60	7.85
	Demir (Fe) mg kg ⁻¹	5103	7860
	Çinko (Zn) mg kg ⁻¹	220	410
	Bakır (Cu) mg kg ⁻¹	50.0	92.0
	Mangan (Mn) mg kg ⁻¹	341	609
Suda Çözünebilir	Fosfor (P), mg kg ⁻¹	5090	520
	Potasyum (K), mg kg ⁻¹	31500	43495
	Kalsiyum (Ca), mg kg ⁻¹	1290	360
	Magnezyum (Mg), mg kg ⁻¹	2972	402
	Demir (Fe) mg kg ⁻¹	303	114
	Çinko (Zn) mg kg ⁻¹	82.0	24.0
	Bakır (Cu) mg kg ⁻¹	71.0	51.0
Mangan (Mn) mg kg ⁻¹	7.50	6.93	

Bu çalışmada keçi gübresi ve biyokömürün fiziksel ve kimyasal analizleri yapılarak elde edilen veriler toprak verimliliğine katkıları yönüyle değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre keçi gübresi ve biyokömürün pH değerlerinin 9.22 ve 12.2 olduğunu göstermiştir. Keçi gübresinin hem pH’sının hem de EC’sinin biyokömüre göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Organik madde içeriklerinin keçi gübresi ve biyokömürde sırasıyla %65.9 ve %41.3 olduğu belirlenmiştir. Biyokömürün organik madde içeriğinin keçi gübresinden daha az olduğu, buna karşın kül içeriğinin daha yüksek olduğu

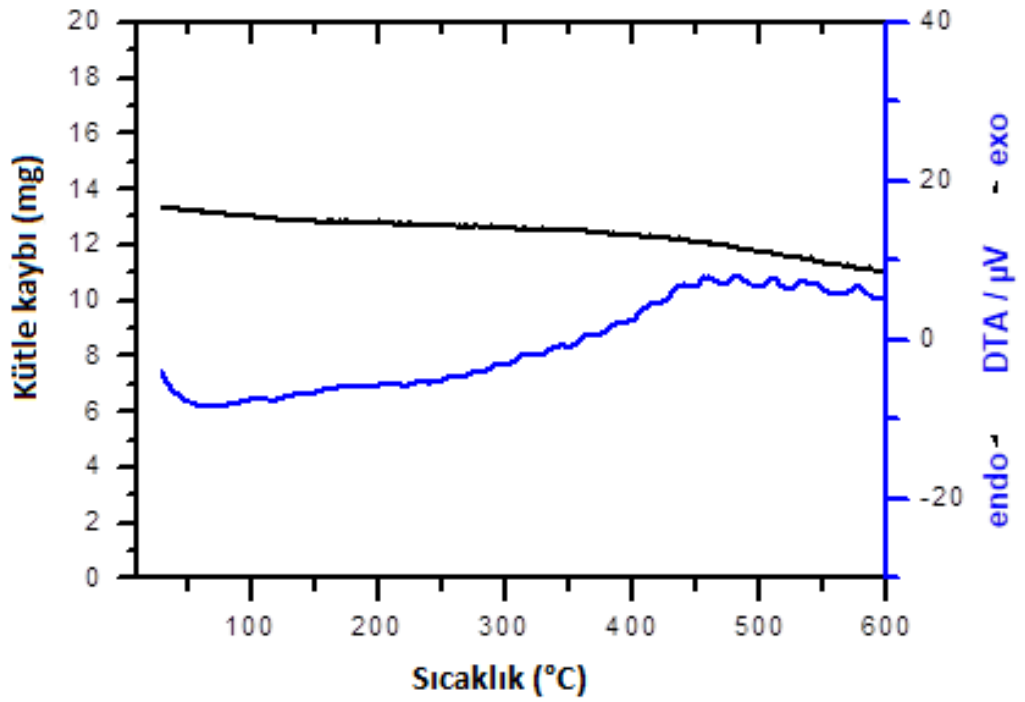
belirlenmiştir. Keçi gübresi ve biyokömürde toplam karbonun sırasıyla 273 ve 281 g kg⁻¹ olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Gübrelerin azot içeriklerinin keçi gübresinde 26.8 g kg⁻¹, biyokömürde ise 17.8 g kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Karbon/azot oranının keçi gübresi ve biyokömürde sırasıyla 10.2 ve 15.8 olduğu belirlenmiştir. Biyokömürün toplam fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, bakır ve mangan konsantrasyonlarının keçi gübresine göre daha yüksek olmasına karşın biyokömürün suda çözünebilir potasyum hariç diğer besin maddesi içeriklerinin keçi gübresinden daha az olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak incelendiğinde biyokömürün pH, EC, toplam karbon, C/N, toplam P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu ve Mn içeriklerinin keçi gübresine göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2). Bu durum biyokömürün daha stabil bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

4.3 Termo Gravimetrik (TGA) ve Fourier Dönüşüm Kızılötesi (FTIR) Analizleri

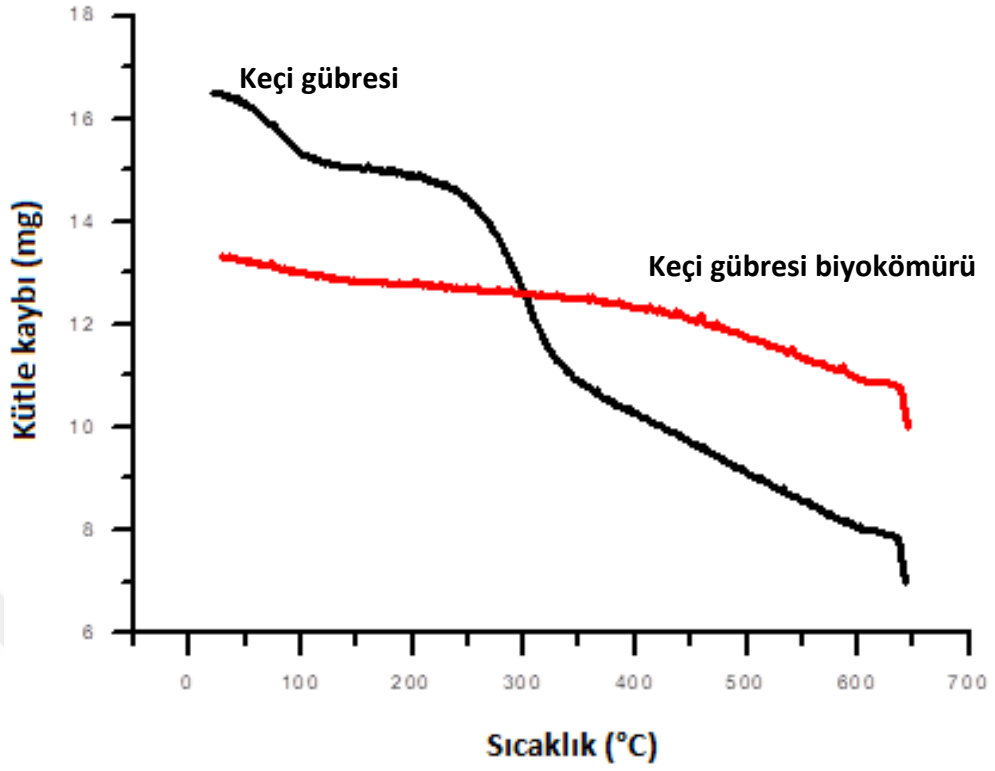
Keçi gübresi ve biyokömürden kütle kayıplarını gösteren termo gravimetrik analiz (TGA) sonuçları şekil 4.1 ve şekil 4.2’de verilmiştir. Ayrıca keçi gübresi ve biyokömürünün TGA ve diferansiyel termal analizi (DTA) eğrilerinin bir arada karşılaştırılması şekil 4.3 ve 4.4’de görülmektedir. Keçi gübresi ve keçi gübresinden hazırlanmış biyokömürün FTIR analizlerine ait sonuçlar ise şekil 4.5’de verilmiştir.



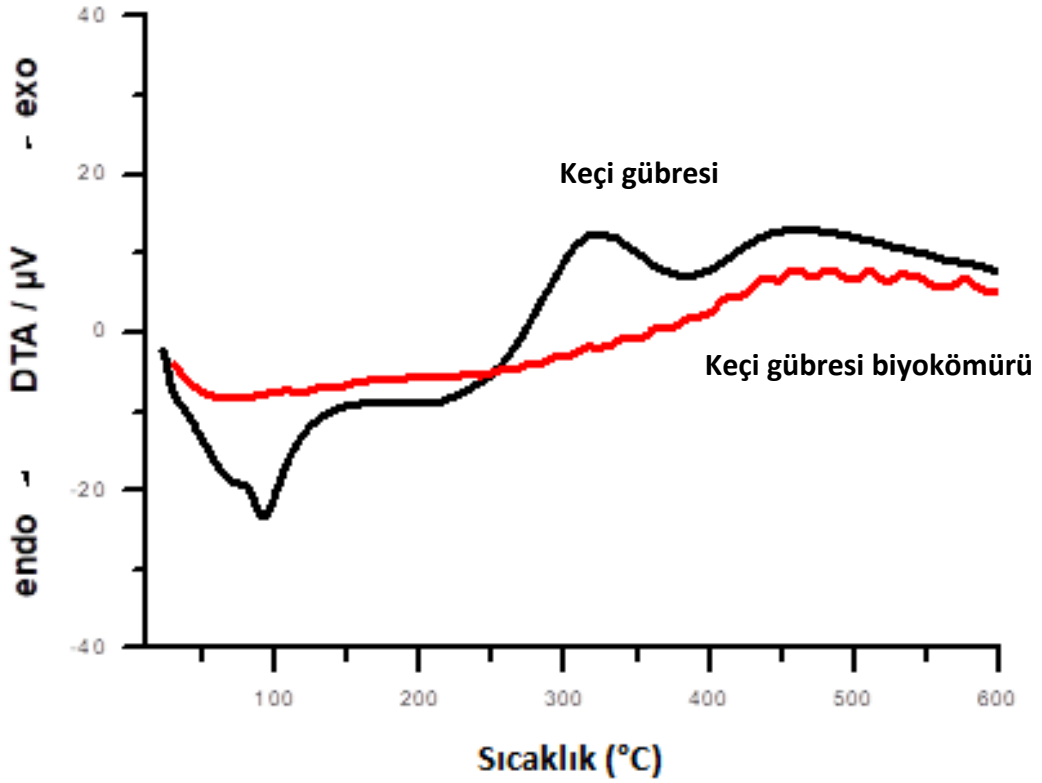
Şekil 4.1 Keçi gübresinin termo gravimetrik (TGA)



Şekil 4.2 Keçi gübresinden elde edilen biyokömüre ait termo gravimetrik (TGA) kurvesi



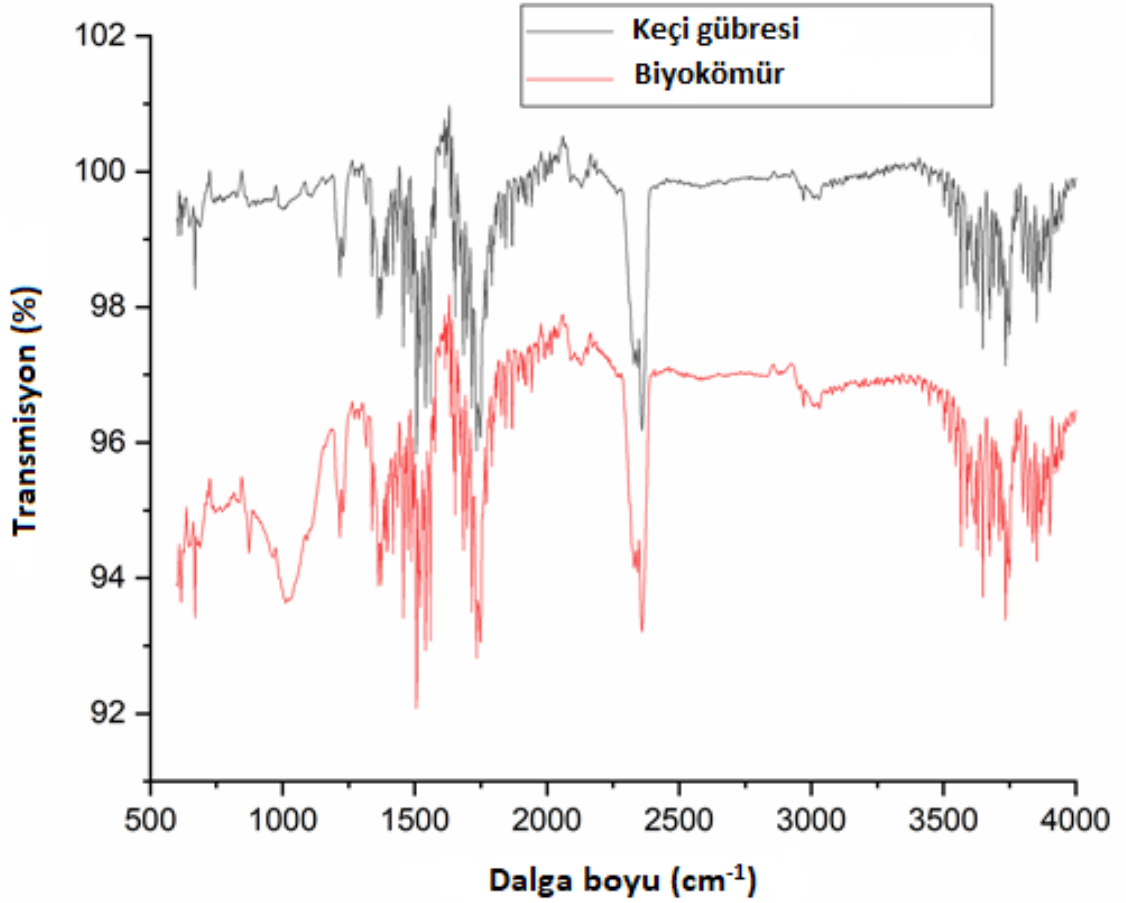
Şekil 4.3 Keçi gübresi ve biyokömürünün termo gravimetrik (TGA) kurvesi



Şekil 4.4 Keçi gübresi ve biyokömürünün DTA eğrilerinin bir arada karşılaştırılması

Şekil 4.1 ve 4.2’de keçi gübresi ve keçi gübresinden 250-300 °C sıcaklıkta hazırlanmış olan biyokömürün TGA-DTA eğrileri bir arada görülmektedir. Bu eğrilerde dikkati çeken hususlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1- Şekil 4.1’de görüldüğü üzere keçi gübresinde 70-98 °C arasında gözlenen %8.8’lik kütle kaybı endotermik (ısı alan) bir tepkime sonucu ve sıcaklığın da uygun olması nedeniyle gübredeki nemin termal olarak uzaklaşmasından kaynaklanmıştır. Endotermik sinyalin asimetrik olması nemin iki basamaklı uzaklaştığını işaret etmektedir ve 70 °C civarında uzaklaşmaya başlayan nem olası olarak adsorbe olmuş olan kısım, 98 °C civarında uzaklaşan kısım ise olası olarak gübrede bulunan fenolik gruplar, karboksil gruplar gibi gruplarla hidrojen bağı yapmış olan nemdir. TGA eğrisinde (Şekil 4.3) ve onu tamamlayan DTA eğrisinde (Şekil 4.4) 245 °C’de başlayıp 370 °C’de tamamlanan ve yaklaşık %26 kütle kaybının gerçekleştiği ekzotermik bir sinyal gözlenmiştir. Sinyalin ekzotermik olması gübrede bulunan oksijen içeren, özellikle -OH veya -COOH gruplarının oksijenlerinin bir kısmının CO₂ halinde, bir kısmının H₂O halinde uzaklaşması anlamına gelmektedir. Nitrat grupları da bu oksidasyona sebep olur ancak keçi gübresinin ve biyokömürün FTIR spektrumları kaydedilmiş ve şekil 4.5’de karşılaştırmalı olarak verilmiştir. İki spektrum arasında sadece tek fark vardır, onun dışında spektrumlar hemen hemen aynıdır. Nitro ve nitrat grupları FTIR spektrumlarında (1300-1400 cm⁻¹) kolayca tanınabilen sinyaller verirler (Skoog 2007). Ayrıca nitrat 300 °C civarında zaten etrafındaki organik grupları oksitleyerek parçalanır. Şekil 4.5’de verilen iki spektrumda 1300-1400 cm⁻¹ bölgesinde herhangi bir sinyal değişimi gözlenmediği için gübrenin nitrat içeriğinin yüksek olmadığı anlaşılmaktadır. Bunun dışında gübre 450-500 °C civarında zayıf bir ekzotermik sinyal ile kütle kaybına devam etmiştir. Olası olarak kalan oksijenli grupların gübrenin hidrokarbon kısımlarını CO₂ ve H₂O’ya dönüştürmesinin devam ettiği anlaşılmıştır.



Şekil 4.5 Keçi gübresi ve keçi gübresinden hazırlanmış biyokömürün FTIR spektrumları

2- Şekil 4.2’de ve şekil 4.4’de keçi gübresinden elde edilen biyokömüre ait TGA-DTA eğrilerinden görüldüğü üzere yaklaşık 380 °C sıcaklığa kadar kütle kaybı olmamıştır. Zaten gübrenin TGA eğrisinde 370 °C’ye kadar %8.8 ve %26 olmak üzere toplam %35 lik bir kütle kaybı gözlenmiştir. Biyokömür 300 °C sıcaklığa kadar ısıtılma gördüğünden ısıtılma sırasında bu kütle uzaklaşmıştır. 400 °C sıcaklıktan sonra çok zayıf bir ekzotermik sinyal ve ona paralel olarak çok az bir kütle kaybı gözlenmekle birlikte bu durumun dışındaki kendisinde gözlenmesi olası olarak kalan oksijenli grupların CO₂ ve H₂O halinde parçalanmalarından kaynaklandığını göstermiştir.

3- FTIR Cihazı ile 500-4000 cm⁻¹ arasında kaydedilen IR spektrumunda dikkati çeken sinyallerle ilgili hususlar ise aşağıda açıklanmıştır (Şekil 4.5):

a) 3500-3750 cm^{-1} arasında gözlenen titreşimler H_2O moleküllerindeki O-H esneme titreşim bantlarını göstermektedir. Keçi gübresi ve biyokömür son derece opak olduğundan gürültü yüksek olarak gözlenmiştir.

b) 2950-3050 cm^{-1} arasında gözlenen zayıf sinyaller gübrede bulunan alifatik ve aromatik grupları işaret etmektedir. Aromatik organik grupların çok daha fazla olduğu net olarak görülmekle birlikte alifatik hidrokarbon gruplarının daha az olduğu görülmektedir. Hem gübrede hem biyokömürde bu sinyalin değişmemesi ısıtılma işleminden bu grupların etkilenmediğini göstermektedir. Aromatik hidrokarbonlar zaten 500 cm^{-1} sıcaklığa kadar dirençlidirler, aromatik grupların fazlalığından dolayı biyokömürde bu sinyal fazla değişmemiştir.

c) 1700-1750 cm^{-1} arasındaki kuvvetli sinyal keçi gübresinde yüksek miktarda karbonil (C=O) ve karboksil (-COOH) grupları olduğunu göstermektedir. Bu sinyalin de ısıtılma işleminden çok fazla etkilenmediği, dışkıda bulunan -OH ve C=O gruplarının varlığının biyokömürde devam ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

d) 1500-1550 cm^{-1} arasında gözlenen sinyallerin büyük olasılıkla aromatik halkalardaki C=C esnemelerini gösterdiği anlaşılmıştır. Bu sinyalin yüksek olması aromatik grupların fazlalığını göstermektedir. Aromatik gruplar ısıtılma işleminden etkilenmediklerinden gübrede ve biyokömürde bu sinyaller değişmeden gözlenmiştir.

e) 1400-1450 cm^{-1} arasında gözlenen orta kuvvetteki sinyaller büyük olasılıkla alifatik C-H eğilme titreşimlerinden kaynaklanmıştır. Her ne kadar alifatik gruplar az miktarda olsa da bu sinyaller güçlü sinyaller olduğundan gözlenmektedirler.

f) 1250 cm^{-1} 'de gözlenen sinyal hemen hemen tüm fenolik gruplarda gözlenen spesifik C-O esneme titreşimlerine ait olan sinyalleri oluşturmaktadırlar. Fenoller aromatik bileşikler olduğundan aromatik bileşiklerin yoğun olması bu sinyalin net gözlenmesine sebep olmuştur.

g) 1000 cm^{-1} 'de gözlenen sinyal keçi gübresi ve biyokömür arasında gözlenmiş olan en belirgin farkı oluşturmuştur. Bu farkın muhtemelen P=O esneme titreşimine ait olduğu düşünülmüştür. Gübrede çeşitli organik formlarda bulunan fosforun fosfat halinde mineralize olduğunu göstermektedir. Diğer bir ifadeyle organik fosfatların inorganik ortofosfatlara dönüşümünü göstermektedir.

h) 2430 cm^{-1} 'de gözlenen sinyal atmosferdeki CO_2 'nin özdeşi olduğundan değerlendirmeye alınmaması düşünülmüştür.

4.4 Kıvırcık Salata Bitkisine Ait Bulgular

Ayaş ile Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ile organik gübrenin kıvırcık salata bitkisinde verim, bazı kalite özellikleri ile vitamin C ve besin maddesi içeriklerine etkileri yapılan ölçümler ve analizlerle belirlenmiştir. Bu ölçümler ve analizler aşağıda verilmiştir.

4.4.1 Kıvırcık salata bitkisinin baş ağırlığı

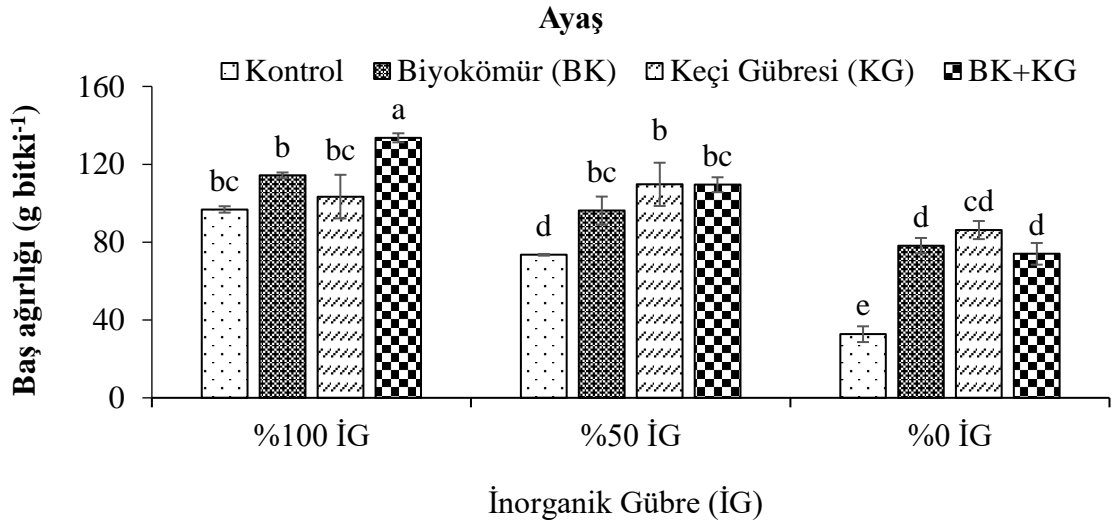
Çizelge 4.3'de Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrenin kıvırcık salata bitkisinin baş ağırlığına etkileri verilmiştir.

Çizelge 4.3'de görüldüğü üzere Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamaları ile bu uygulamaların interaksiyonunun kıvırcık salata bitkisinin baş ağırlığına etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur.

Çizelge 4.3 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında organik gübre ve inorganik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi baş ağırlığına (g bitki⁻¹) etkileri

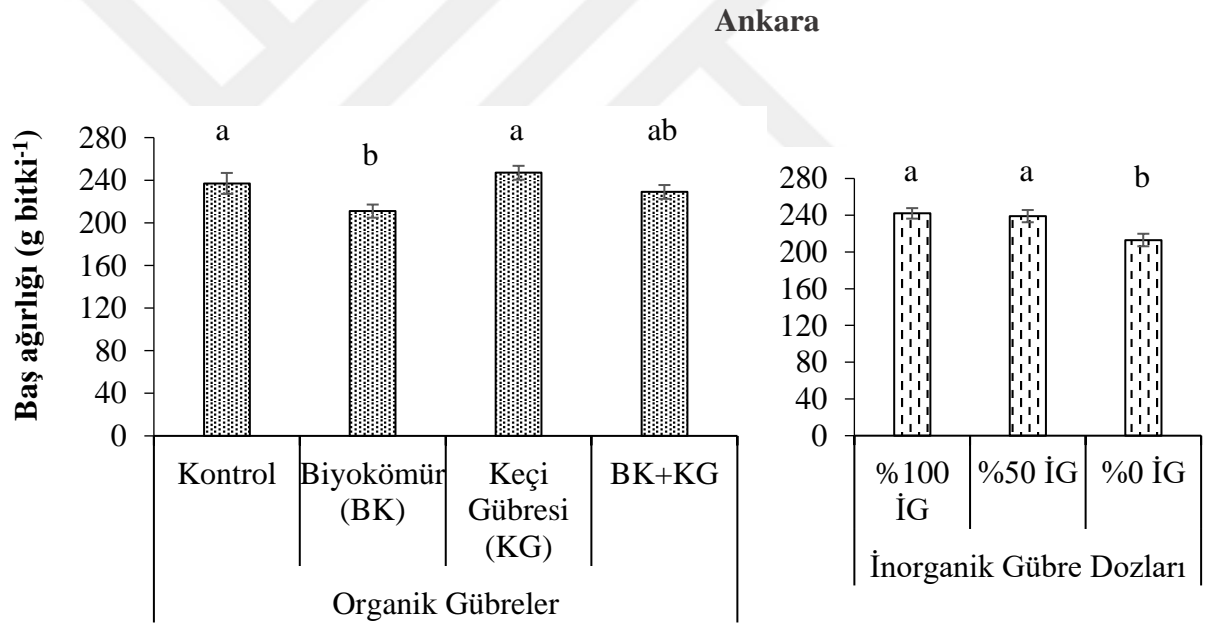
Ayaş				
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)			Ortalama
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	96.8±1.64 bc	73.5±0.44 d	32.7±4.05 e	
Biyokömür (BK)	114.3±1.49 b	96.2±7.21 bc	78.2±3.95 d	
Keçi Gübresi (KG)	103.4±11.2bc	109.7±11.1 b	86.2±4.65 cd	
BK+KG	133.6±2.33 a	109.5±3.83 b	74.0±5.57 d	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		57.85**	
	Organik Gübre (OG)		24.45**	
	İG x OG		3.76**	
Ankara				
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)			Ortalama
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	246±20.0	249±3.87	217±20.8	237±9.82 a
Biyokömür (BK)	228±4.77	203±8.06	201±13.4	211±6.16 b
Keçi Gübresi (KG)	252±10.4	262±5.72	228±11.5	247±6.51 a
BK+KG	240±3.05	243±11.1	205±5.90	229±6.48 ab
Ortalama	242±5.71 a	239±6.65 a	213±6.82 b	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		7.80**	
	Organik Gübre (OG)		5.66**	
	İG x OG		0.68 ^{öd}	

öd: önemli değil, **p<0.01



Şekil 4.6 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi baş ağırlığına etkileri

Ayaş koşullarında kıvırcık salata bitkisinin baş ağırlığı üzerine %100 inorganik gübre uygulamasında, biyokömür ve keçi gübre uygulamaları baş ağırlığını etkilememiş, biyokömür ve keçi gübresinin birlikte uygulanması durumunda artış görülmüştür. %50 inorganik gübre uygulamasında BK ve KG uygulamaları baş ağırlığını önemli düzeyde artırmıştır. İnorganik gübre uygulanmayan bitkilerde tüm organik gübre ve biyokömür uygulamaları baş ağırlığını kontrole göre artırmıştır. Yapılan tüm uygulamalar en yüksek baş ağırlığının %100 inorganik gübre ile biyokömür ve keçi gübresinin birlikte uygulandığı bitkilerden elde edildiği görülmüştür. Kontrol ve BK+KG uygulamalarında inorganik gübrenin azaltılması baş ağırlığını azaltmıştır (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.6). İnorganik gübreyi %50 azaltıp bunun yerine organik gübre kullanmak suretiyle %100 inorganik gübre uygulamasındaki özdeş baş ağırlığına ulaşılabildiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.7 Ankara deneme alanında organik gübreler ve inorganik gübre dozları uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi baş ağırlığına etkileri

Ankara deneme alanında ise kıvırcık salata bitkisinin baş ağırlığı üzerine inorganik gübre ile organik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli olmuş ancak İGxOG interaksyonunun etkisi önemsiz olmuştur. İnorganik gübreyi yarı yarıya azaltmak baş ağırlığında önemli bir değişiklik yaratmamış ancak inorganik gübre uygulamamak baş

ağırlığını önemli düzeyde azaltmıştır. Biyokömürün tek başına uygulanmasıyla bitki baş ağırlığı önemli düzeyde azalmıştır. Diğer uygulamalar olan KG, BK+KG ve kontrol arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık gözlenmemiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.7).

4.4.2 Kıvırcık salata bitkisinin baş çapı

Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin kıvırcık salata bitkisinin baş çapına etkileri çizelge 4.4’de verilmiştir.

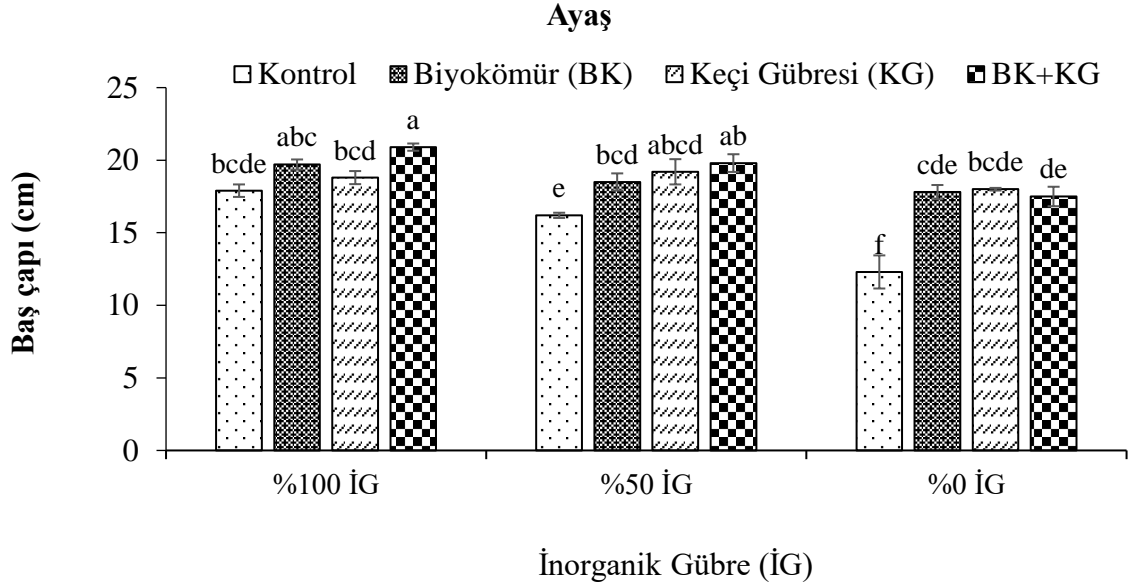
Çizelge 4.4 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi baş çapına (cm) etkileri

Organik Gübre	Ayaş		
	%100 İG	İnorganik Gübre (İG) %50 İG	%0 İG
Kontrol	17.9±0.43 bcde	16.2±0.18 e	12.3±1.14 f
Biyokömür (BK)	19.7±0.35 abc	18.5±0.59 bcd	17.8±0.49 cde
Keçi Gübresi (KG)	18.8±0.45 bcd	19.2±0.87 abcd	18.0±0.09 bcde
BK+KG	20.9±0.25 a	19.8±0.61 ab	17.5±0.67 de
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	26.65**	
	Organik Gübre (OG)	27.19**	
	İG x OG	3.51**	
Organik Gübre	Ankara		
	%100 İG	İnorganik Gübre (İG) %50 İG	%0 İG
Kontrol	23.3±1.26	23.4±0.70	22.4±1.06
Biyokömür (BK)	22.2±0.37	22.4±0.77	21.6±0.80
Keçi Gübresi (KG)	23.2±0.68	23.2±0.31	22.3±0.63
BK+KG	22.3±0.67	23.3±0.61	22.2±0.49
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	1.64 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)	1.03 ^{öd}	
	İG x OG	0.12 ^{öd}	

öd: önemli değil, **p<0.01

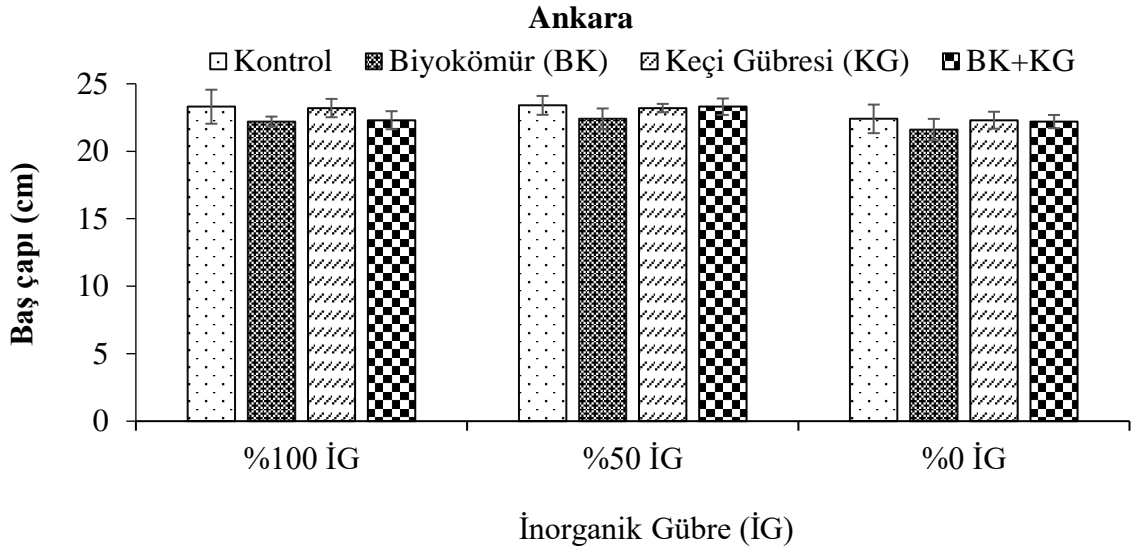
Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi Ayaş deneme alanında kıvırcık salata bitkisinin baş çapı üzerine inorganik ve organik gübre uygulamalarının interaksiyon etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. %100 inorganik gübre uygulamasında, BK ve KG uygulamalarındaki baş çapı arasında istatistiki açıdan önemli bir fark gözlenmemiş ancak BK ve KG’nin birlikte uygulandığı bitkilerde baş çapı hem kontrole hem de KG uygulamasına göre artış göstermiştir. %50 inorganik gübre uygulamasında organik gübre uygulamalarıyla baş

çapı artış göstermiştir. Benzer şekilde inorganik gübre uygulanmayan durumlarda tüm organik gübreler baş çapında kontrole göre önemli düzeyde artış sağlamıştır. İnorganik gübrenin hiç uygulanmaması baş çapını azaltmıştır (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.8). İnorganik gübreyi %50 azaltıp veya hiç uygulamayıp bunun yerine organik gübre kullanmak suretiyle %100 inorganik gübreliye özdeş baş çapına ulaşılabildiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.8 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi baş çapına etkileri

Ankara koşullarında kıvırcık salata bitkisinin baş çapı 21.6-23.4 cm arasında değişmiş ve çizelge 4.4 ve şekil 4.9'dan görüldüğü üzere kıvırcık salata bitkisi baş çapına organik ve inorganik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur.



Şekil 4.9 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi baş çapına etkileri

4.4.3 Kıvırcık salata bitkisinin toplam yaprak sayısı

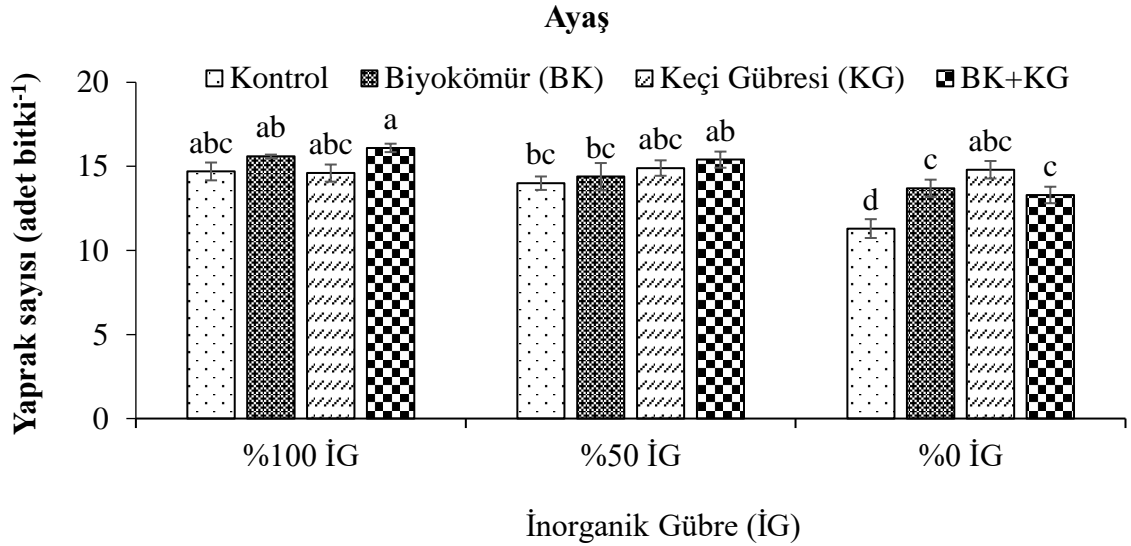
Çizelge 4.5’de Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin kıvırcık salata bitkisinin toplam yaprak sayısına etkileri verilmiştir.

Ayaş’da kıvırcık salata bitkisi toplam yaprak sayısına inorganik ve organik gübre uygulamaları ile İGxOG interaksiyonunun etkileri istatistiki olarak önemli olmuştur. %100 ve %50 inorganik gübre uygulamalarında, organik gübre uygulamalarının toplam yaprak sayısına etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur. İnorganik gübre uygulanmayan bitkilerde, uygulanan tüm organik gübreler kontrole göre toplam yaprak sayısını önemli düzeyde artırmıştır (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.10). İnorganik gübreyi %50 azaltıp veya hiç uygulamayıp bunun yerine organik gübre kullanmak suretiyle %100 inorganik gübreliye özdeş toplam yaprak sayısına ulaşılabilirdiği tespit edilmiştir.

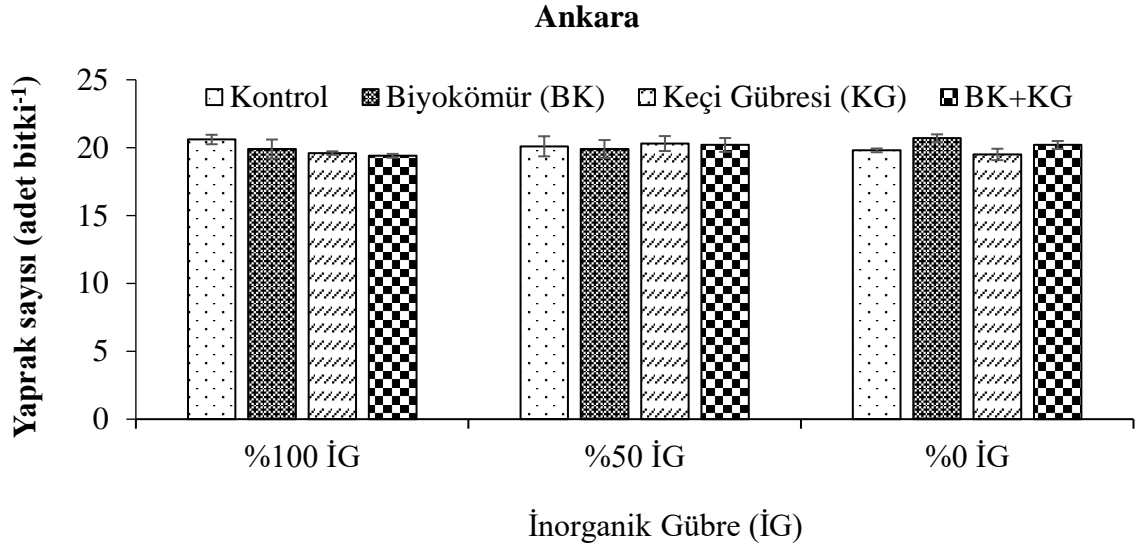
Çizelge 4.5 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi toplam yaprak sayısına (adet bitki⁻¹) etkileri

Ayaş			
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	14.7±0.53 abc	14.0±0.40 bc	11.3±0.56 d
Biyokömür (BK)	15.6±0.10 ab	14.4±0.80 bc	13.7±0.51 c
Keçi Gübresi (KG)	14.6±0.51 abc	14.9±0.46 abc	14.8±0.52 abc
BK+KG	16.1±0.25 a	15.4±0.48 ab	13.3±0.49 c
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	16.76**	
	Organik Gübre (OG)	6.40**	
	İG x OG	2.87*	
Ankara			
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	20.6±0.35	20.1±0.74	19.8±0.14
Biyokömür (BK)	19.9±0.70	19.9±0.66	20.7±0.28
Keçi Gübresi (KG)	19.6±0.13	20.3±0.55	19.5±0.42
BK+KG	19.4±0.14	20.2±0.51	20.2±0.29
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	0.24 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)	0.45 ^{öd}	
	İG x OG	1.18 ^{öd}	

öd: önemli değil, *p<0.05, **p<0.01



Şekil 4.10 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi toplam yaprak sayısına etkileri



Şekil 4.11 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi toplam yaprak sayısına etkileri

Ankara deneme alanında kıvırcık salata bitkisi toplam yaprak sayısına uygulamaların etkisi önemsiz olmuştur ve toplam yaprak sayısı 19.4-20.7 arasında değişmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.11).

4.4.4 Kıvırcık salata bitkisinin nispi klorofil miktarı

Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin kıvırcık salata bitkisinin nispi klorofil miktarına etkileri çizelge 4.6'da verilmiştir.

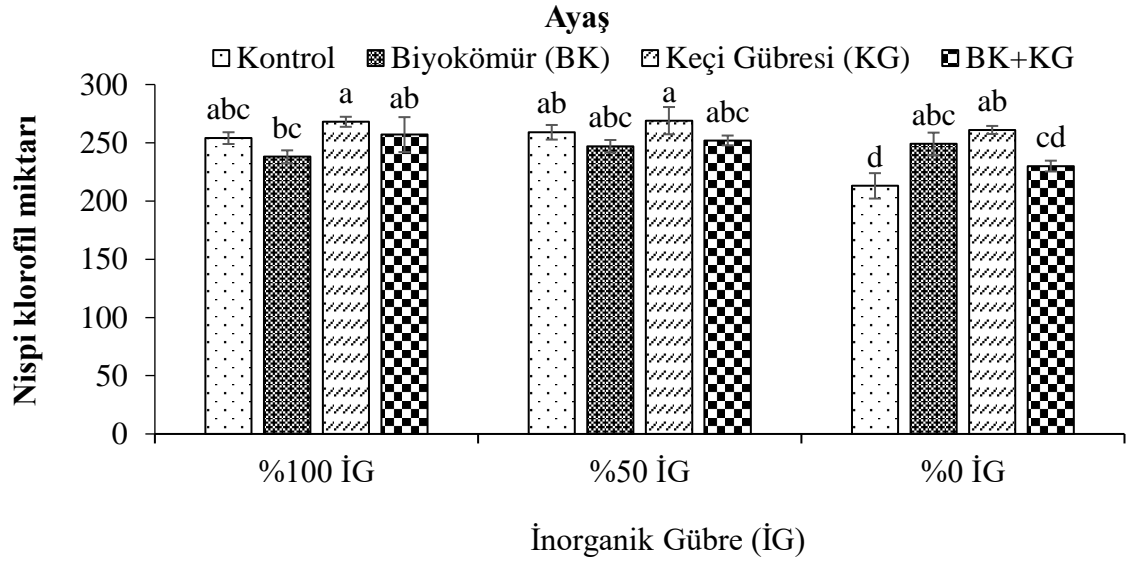
Çizelge 4.6'da görüldüğü üzere Ayaş koşullarında kıvırcık salata bitkisinin nispi klorofil miktarı üzerine İG, OG ve İGxOG interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. %100 ile %50 inorganik gübre uygulamalarında, organik gübre uygulamaları kontrole göre nispi klorofil miktarında önemli bir değişiklik yaratmazken inorganik gübre uygulanmayan bitkilerde KG ve BK uygulamaları kontrole göre kıvırcık salata bitkisi nispi klorofil miktarını artırmıştır (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.12). İnorganik gübreyi %50 azaltıp veya uygulamayıp bunun yerine organik gübre kullanmak suretiyle %100 inorganik gübreliye özdeş nispi klorofil seviyesine ulaşılabildiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin nispi klorofil miktarına etkileri

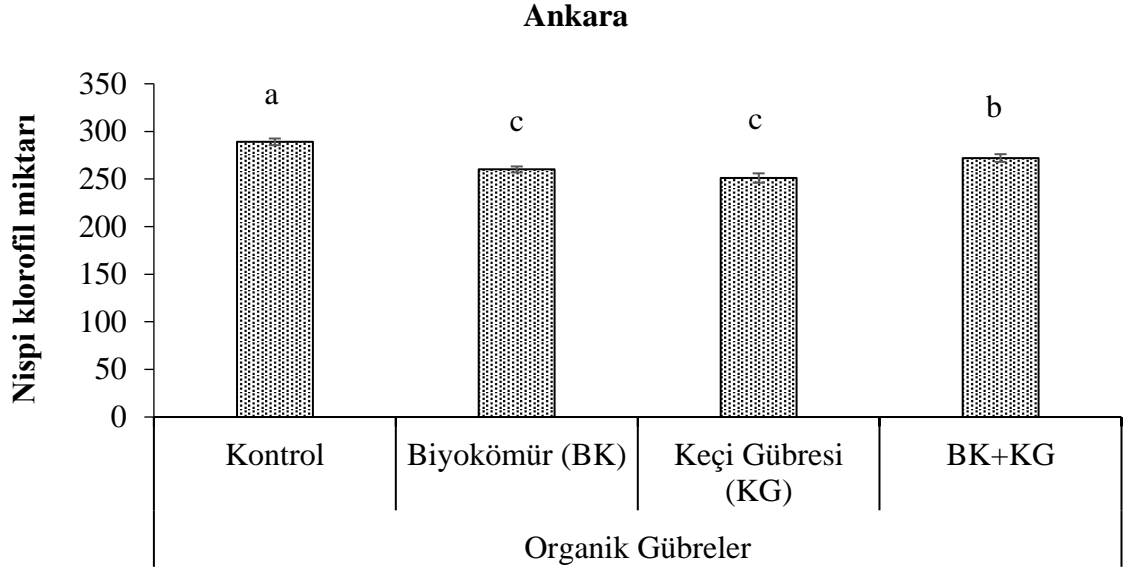
Organik Gübre	Ayaş		
	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	254±5.05abc	259±6.28 ab	213±10.9 d
Biyokömür (BK)	238±5.49 bc	247±5.37 abc	249±9.71 abc
Keçi Gübresi (KG)	268±4.30 a	269±11.7 a	261±3.46 ab
BK+KG	257±15.0 ab	252±4.21 abc	230±4.64 cd
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		6.40**
	Organik Gübre (OG)		5.69**
	İG x OG		2.57*

Organik Gübre	Ankara			
	İnorganik Gübre (İG)			Ortalama
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	286±8.04	284±6.04	296±2.85	289±3.51a
Biyokömür (BK)	263±7.86	263±2.07	255±5.60	260±3.17 c
Keçi Gübresi (KG)	254±4.68	256±6.87	242±12.6	251±4.94 c
BK+KG	268±9.59	276±6.50	272±5.99	272±4.07 b
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		0.29öd	
	Organik Gübre (OG)		15.88**	
	İG x OG		0.82öd	

öd: önemli değil, *p<0.05, **p<0.01



Şekil 4.12 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi nispi klorofil miktarına etkileri



Şekil 4.13 Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi nispi klorofil miktarına etkileri

Ankara deneme alanında ise kıvırcık salata bitkisinin nispi klorofil miktarı üzerine OG uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli olmuş ancak İG uygulamaları ve İGxOG interaksiyonunun etkisi önemsiz olmuştur. Yapılan tüm organik gübre uygulamaları kıvırcık salata bitkisi nispi klorofil miktarını istatistiki olarak önemli düzeyde azaltmıştır (Çizelge 4.6, Şekil 4.13).

4.4.5 Kıvırcık salata bitkisinin yaprak eni ve boyu

Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin kıvırcık salata bitkisi yaprak enine etkileri çizelge 4.7’de verilmiştir.

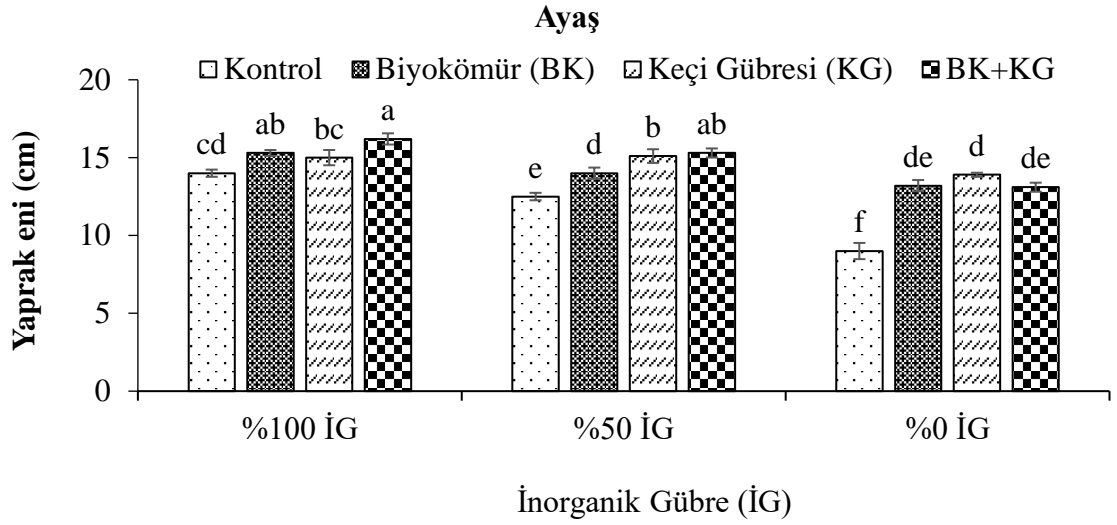
Ayaş deneme alanında yaprak enine inorganik ve organik gübre uygulamaları ile İGxOG interaksiyonunun etkisi önemli olmuştur. Çizelge 4.7’den görüldüğü üzere organik gübre uygulamalarıyla yaprak eni kontrole göre önemli düzeyde artış göstermiştir. %100 inorganik gübre uygulamasında, BK ve BK+KG uygulamaları yaprak enini artırmış olup, KG uygulaması istatistiki olarak kontrole aynı grupta yer almıştır. %50 inorganik gübre ve hiç inorganik gübre uygulanmayan bitkilerde, uygulanan tüm organik gübreler yaprak

enini artırmıştır. İnorganik gübre azaltılması yaprak enini azaltmıştır (Çizelge 4.7, Şekil 4.14). İnorganik gübreyi yarı yarıya azaltıp bunun yerine keçi gübresi ya da biyokömürle birlikte keçi gübresi uygulamak tam gübreliye (%100 İG) özdeş yaprak enine ulaşılmasını sağlamıştır.

Çizelge 4.7 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak enine (cm) etkileri

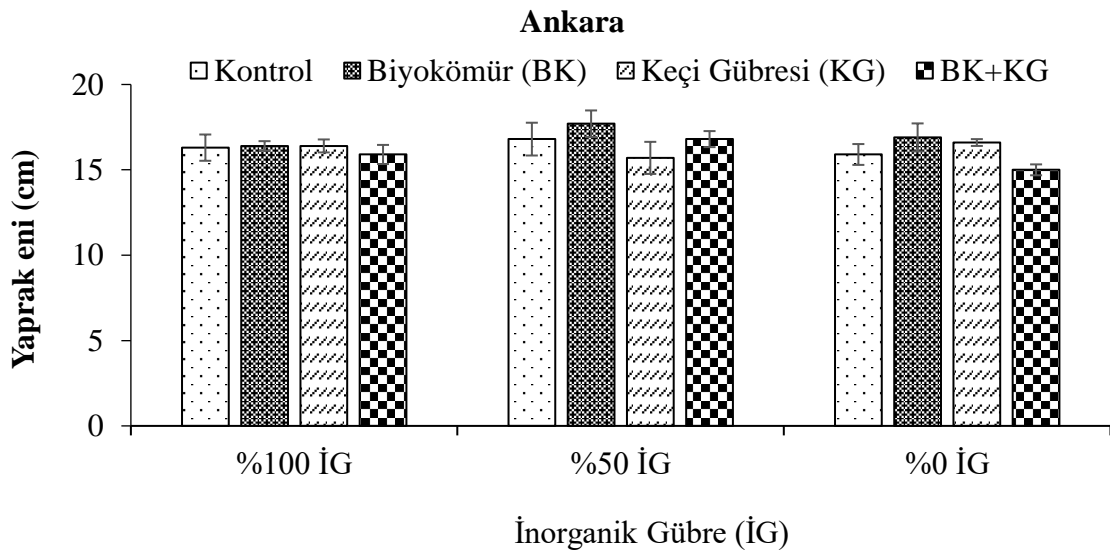
Organik Gübre	Ayaş		
	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	14.0±0.23 cd	12.5±0.24 e	9.00±0.52 f
Biyokömür (BK)	15.3±0.19 ab	14.0±0.36 d	13.2±0.36 de
Keçi Gübresi (KG)	15.0±0.49 bc	15.1±0.44 b	13.9±0.13 d
BK+KG	16.2±0.36 a	15.3±0.29 ab	13.1±0.29 de
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	70.99**	
	Organik Gübre (OG)	49.36**	
	İG x OG	6.98**	
Organik Gübre	Ankara		
	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	16.3±0.77	16.8±0.96	15.9±0.61
Biyokömür (BK)	16.4±0.28	17.7±0.78	16.9±0.82
Keçi Gübresi (KG)	16.4±0.38	15.7±0.94	16.6±0.20
BK+KG	15.9±0.56	16.8±0.47	15.0±0.32
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	1.16 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)	1.63 ^{öd}	
	İG x OG	0.95 ^{öd}	

öd: önemli değil, **p<0.01



Şekil 4.14 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak enine etkileri

Ankara deneme alanında kıvırcık salata bitkisi yaprak enine uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuş ve yaprak eni 15.9-17.7 cm arasında değişmiştir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.15).



Şekil 4.15 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak enine etkileri

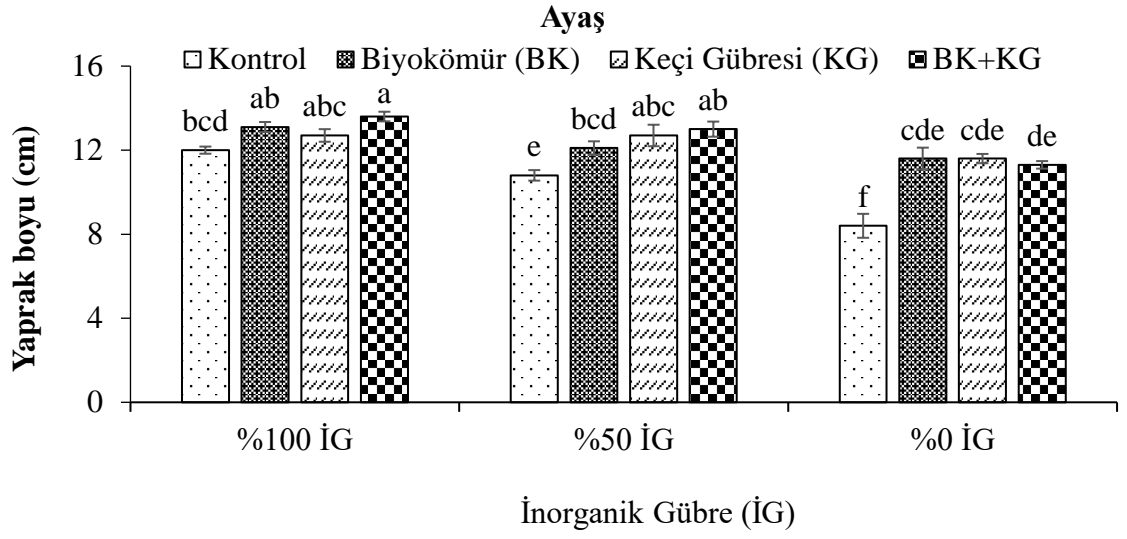
Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin kıvırcık salata bitkisi yaprak boyuna etkileri çizelge 4.8'de verilmiştir.

Ayaş'da yaprak boyuna inorganik ve organik gübre uygulamaları ile İGxOG interaksiyonunun etkisi önemli olmuştur. Çizelge 4.8'den görüldüğü üzere %100 inorganik gübre uygulanmış bitkilere keçi gübresi ve biyokömürün birlikte uygulanması yaprak boyunu kontrole göre artırmış ve bu artış istatistiki olarak da önemli olmuştur. İnorganik gübrenin azaltılması ya da hiç uygulanmaması yaprak boyunu azaltmıştır. Hem %50 ve hem de %0 inorganik gübre uygulamasında, organik gübre uygulamaları yaprak boyunu önemli düzeyde artırmıştır. Azaltılmış gübre uygulanması durumunda tüm organik gübre uygulamaları %100 inorganik gübre uygulamasındakine özdeş yaprak boyuna ulaşılmasını sağlamıştır (Çizelge 4.8 ve Şekil 4.16).

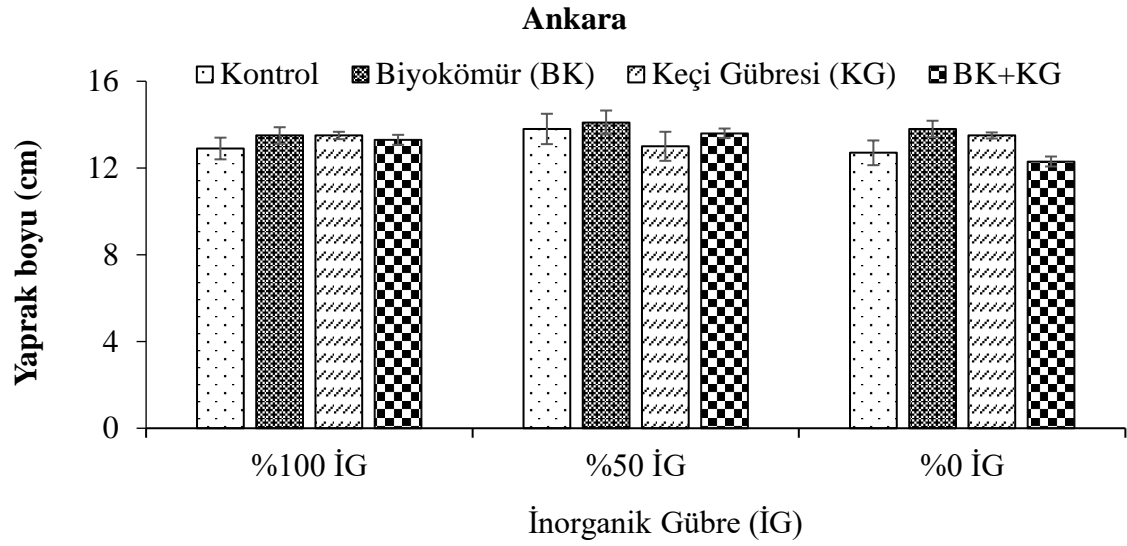
Çizelge 4.8 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak boyuna (cm) etkileri

Organik Gübre	Ayaş		
	%100 İG	İnorganik Gübre (İG)	
		%50 İG	%0 İG
Kontrol	12.0±0.17 bcd	10.8±0.25 e	8.4±0.57 f
Biyokömür (BK)	13.1±0.24 ab	12.1±0.32 bcd	11.6±0.52 cde
Keçi Gübresi (KG)	12.7±0.30 abc	12.7±0.51 abc	11.6±0.22 cde
BK+KG	13.6±0.23 a	13.0±0.36 ab	11.3±0.18 de
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	38.83**	
	Organik Gübre (OG)	25.49**	
	İG x OG	3.03*	
Organik Gübre	Ankara		
	%100 İG	İnorganik Gübre (İG)	
		%50 İG	%0 İG
Kontrol	12.9±0.50	13.8±0.70	12.7±0.57
Biyokömür (BK)	13.5±0.38	14.1±0.55	13.8±0.38
Keçi Gübresi (KG)	13.5±0.17	13.0±0.67	13.5±0.14
BK+KG	13.3±0.23	13.6±0.22	12.3±0.23
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	1.45 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)	1.66 ^{öd}	
	İG x OG	1.14 ^{öd}	

öd: önemli değil, *p<0.05, **p<0.01



Şekil 4.16 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak boyuna etkileri



Şekil 4.17 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak boyuna etkileri

Ankara deneme alanında çizelge 4.8 ve şekil 4.17'den görüldüğü üzere kıvırcık salata bitkisi yaprak boyuna uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuş ve yaprak boyu 12.9-14.1 cm arasında değişmiştir.

4.4.6 Kıvırcık salata bitkisinin yaprak yaş ve kuru ağırlığı

Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin kıvırcık salata bitkisinin yaprak yaş ağırlığına etkileri çizelge 4.9'da, yaprak kuru ağırlığına etkileri ise çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin yaprak yaş ağırlığına (g yaprak⁻¹) etkileri

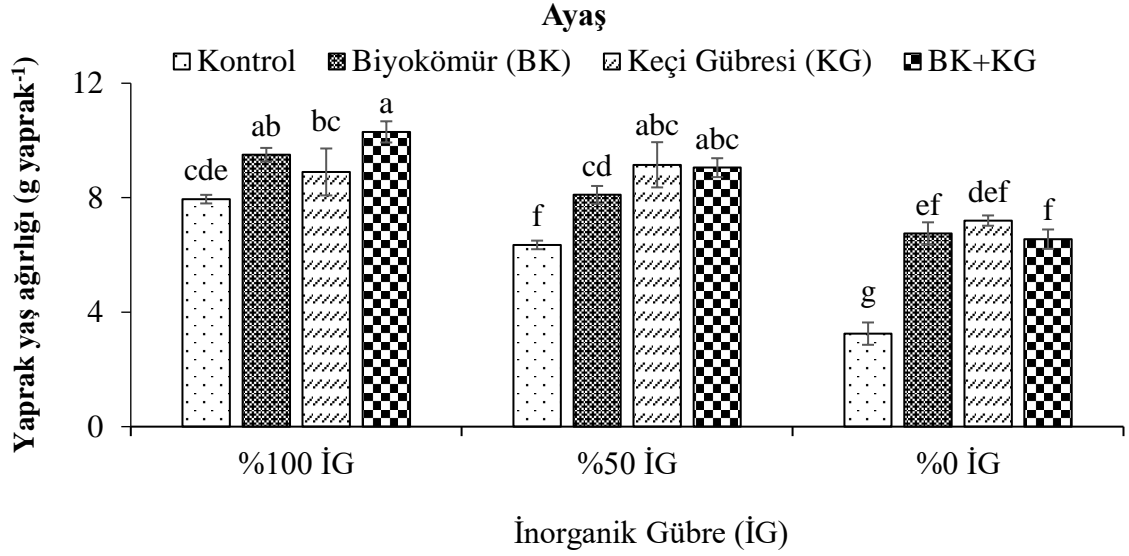
Organik Gübre	Ayaş		
	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	7.95±0.15 cde	6.35±0.15 f	3.25±0.39 g
Biyokömür (BK)	9.50±0.24 ab	8.10±0.31 cd	6.75±0.39 ef
Keçi Gübresi (KG)	8.90±0.82 bc	9.15±0.79 abc	7.20±0.18 def
BK+KG	10.30±0.37 a	9.05±0.33 abc	6.55±0.34 f
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	59.53**	
	Organik Gübre (OG)	27.14**	
	İG x OG	2.68*	

Organik Gübre	Ankara		
	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	16.0±1.53	14.7±0.36	13.5±1.42
Biyokömür (BK)	14.7±0.84	13.1±0.31	13.1±0.54
Keçi Gübresi (KG)	15.7±0.65	15.5±0.59	14.8±0.85
BK+KG	14.5±0.10	14.5±0.40	13.7±0.55
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	3.26öd	
	Organik Gübre (OG)	2.53öd	
	İG x OG	0.39öd	

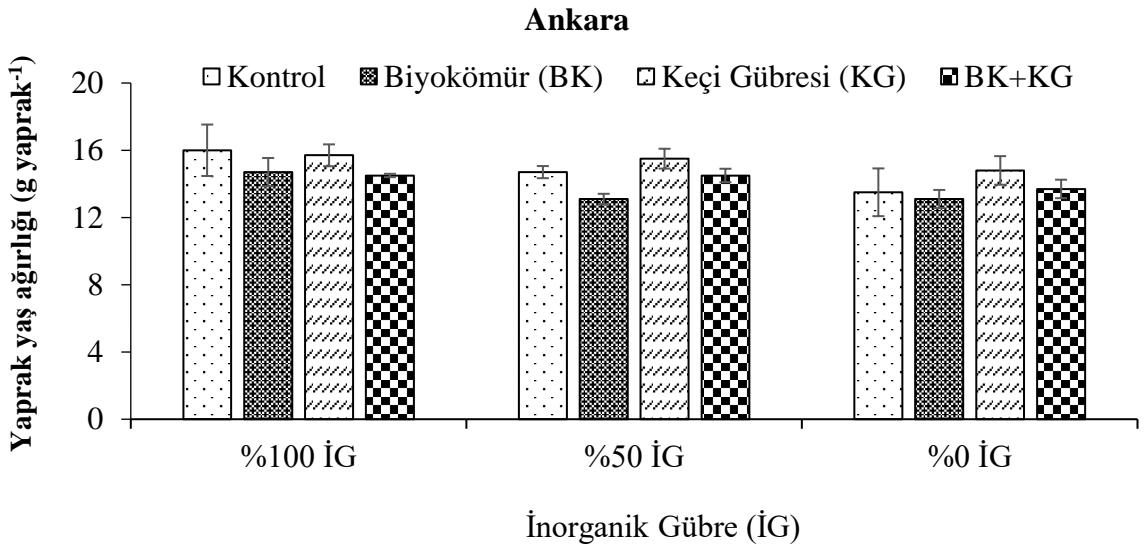
öd: önemli değil, *p<0.05, **p<0.01

Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının interaksiyon etkisi kıvırcık salata bitkisi yaprak yaş ağırlığı üzerine etkisi önemli olmuştur. %100 inorganik gübre uygulamasında, keçi gübresi uygulamaları yaprak yaş ağırlığını etkilememiş, BK ve BK+KG uygulamaları ise bitki yaprak yaş ağırlığını artırmıştır. İnorganik gübre uygulanmayan ve %50 inorganik gübre uygulanan bitkilerde, tüm organik gübre uygulamalarıyla bitki yaş ağırlığı kontrole göre önemli düzeyde artış göstermiştir. İnorganik gübrenin %50 azaltıldığı uygulamada organik gübre uygulanması durumunda

%100 inorganik gübre uygulamasındaki özdeş yaprak yaş ağırlığı elde edilmiştir (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.18).



Şekil 4.18 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvrıkcık salata bitkisi yaprak yaş ağırlığına etkileri



Şekil 4.19 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvrıkcık salata bitkisi yaprak yaş ağırlığına etkileri

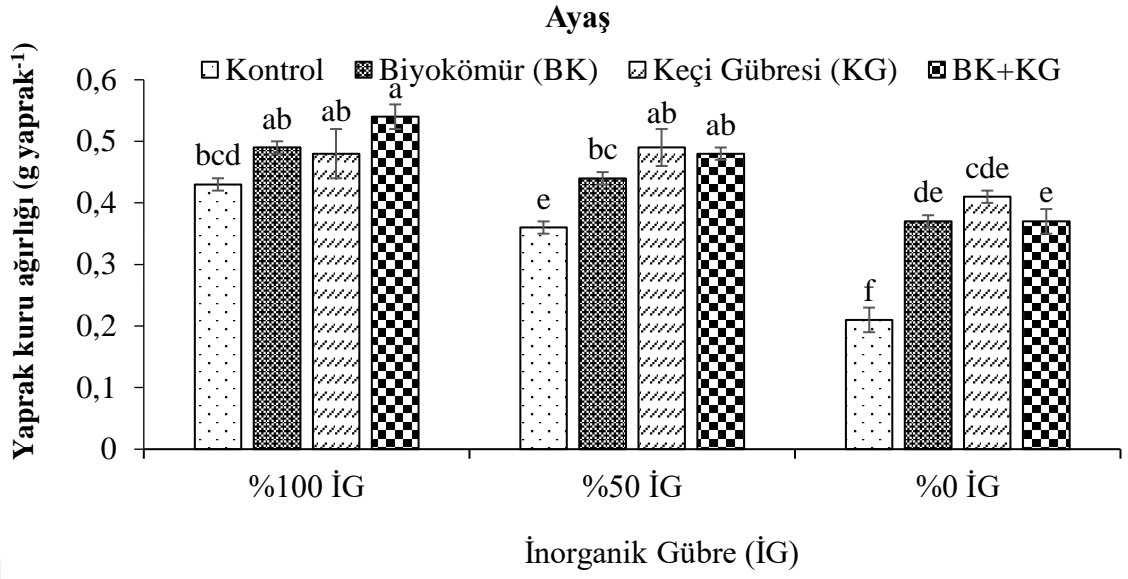
Ankara deneme alanında çizelge 4.9 ve şekil 4.19'dan görüldüğü üzere kıvırcık salata bitkisinin yaprak yaş ağırlığına uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur. Yaprak yaş ağırlığı 13.1-16.0 g yaprak⁻¹ arasında değişmiştir.

Ayaş deneme alanında yaprak kuru ağırlığına inorganik ve organik gübre uygulamaları ile İGxOG interaksiyonunun etkisi önemli olmuştur. Şekil 4.20 ve çizelge 4.10'dan görüldüğü üzere hem inorganik gübre hem de organik gübre uygulamalarıyla yaprak kuru ağırlığı kontrole göre önemli düzeyde artış göstermiştir. BK, KG ve BK+KG uygulamalarında %50 ile %100 inorganik gübre uygulamalarının yaprak kuru ağırlığına etkileri aynı olmuştur. %100 İG uygulamasında yalnızca BK+KG uygulaması yaprak kuru ağırlığını artırmış, inorganik gübre uygulanmayan ve %50 inorganik gübre uygulanan bitkilerde ise tüm organik gübreler kontrole göre yaprak kuru ağırlığını önemli düzeyde artırmıştır.

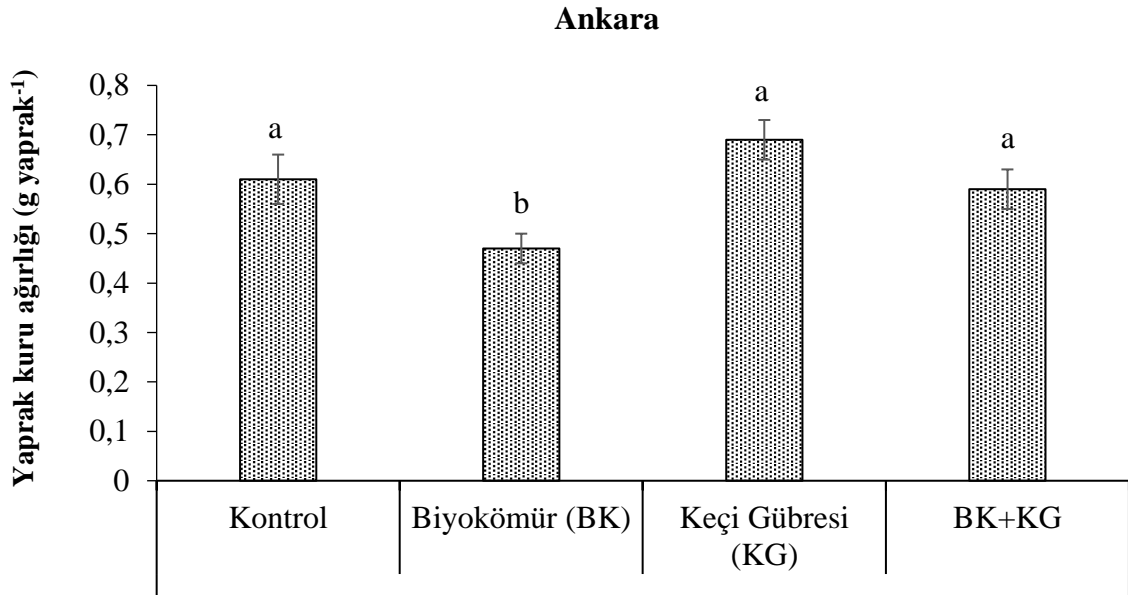
Çizelge 4.10 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi yaprak kuru ağırlığına (g yaprak⁻¹) etkileri

Ayaş				
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	0.43±0.01bcd	0.36±0.01 e	0.21±0.02 f	
Biyokömür (BK)	0.49±0.01 ab	0.44±0.01 bc	0.37±0.01 de	
Keçi Gübresi (KG)	0.48±0.04 ab	0.49±0.03 ab	0.41±0.01 cde	
BK+KG	0.54±0.02 a	0.48±0.01 ab	0.37±0.02 e	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		59.66**	
	Organik Gübre (OG)		29.47**	
	İG x OG		3.27*	
Ankara				
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)			Ortalama
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	0.63±0.09	0.62±0.03	0.58±0.13	0.61±0.05 a
Biyokömür (BK)	0.43±0.04	0.48±0.06	0.51±0.07	0.47±0.03 b
Keçi Gübresi (KG)	0.74±0.04	0.73±0.06	0.59±0.09	0.69±0.04 a
BK+KG	0.42±0.06	0.72±0.01	0.62±0.05	0.59±0.04 a
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		1.59 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)		5.20**	
	İG x OG		1.78 ^{öd}	

öd: önemli değil, *p<0.05, **p<0.01



Şekil 4.20 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvrıcık salata bitkisi yaprak kuru ağırlığına etkileri



Şekil 4.21 Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının kıvrıcık salata bitkisinin yaprak kuru ağırlığına etkileri

Yaprak kuru ağırlığına Ankara deneme alanında inorganik gübre uygulamaları ile İGxOG interaksyonunun etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuş ancak organik gübre uygulamalarının etkisi önemli olmuştur. Biyokömür uygulamasıyla kıvrıcık salata bitkisinin kuru ağırlığı kontrole göre istatistiki olarak önemli düzeyde azalırken, KG ve

KG+BK uygulamalarında bitki kuru ağırlığı kontrolle aynı olmuştur (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.21).

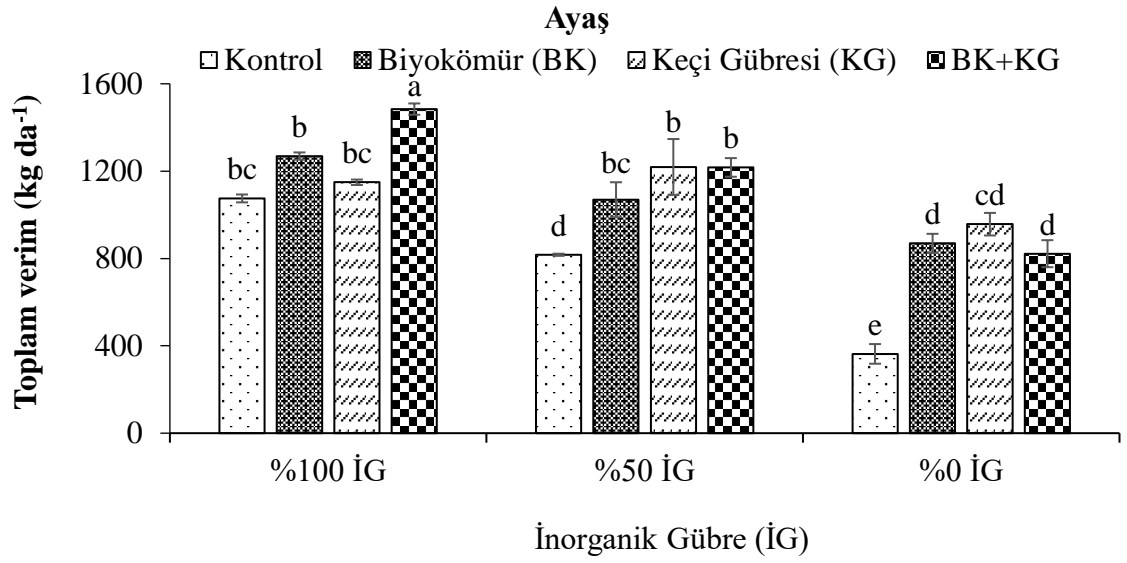
4.4.7 Kıvırcık salata bitkisinin toplam verimi

Çizelge 4.11’de Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelere kıvırcık salata bitkisinin toplam verimine etkileri verilmiştir.

Çizelge 4.11 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam verimine (kg da⁻¹) etkileri

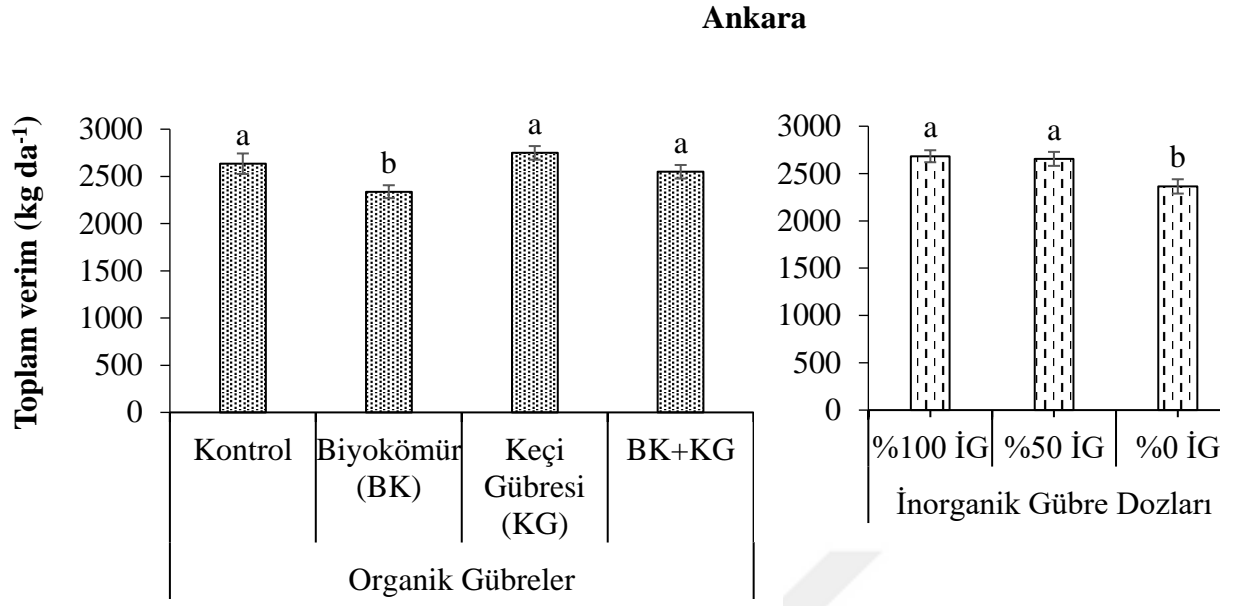
Organik Gübre	Ayaş			Ortalama
	%100 İG	İnorganik Gübre (İG)		
		%50 İG	%0 İG	
Kontrol	1075±18.1 bc	817±4.93 d	363±45.0 e	
Biyokömür (BK)	1269±16.6 b	1069±80.1 bc	869±43.9 d	
Keçi Gübresi (KG)	1149±12.5 bc	1219±128 b	957±51.7 cd	
BK+KG	1484±25.9 a	1217±42.6 b	822±61.9 d	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		57.85**	
	Organik Gübre (OG)		24.45**	
	İG x OG		3.76**	
Organik Gübre	Ankara			Ortalama
	%100 İG	İnorganik Gübre (İG)		
		%50 İG	%0 İG	
Kontrol	2731±222	2764±43.0	2406±231	2634±109 a
Biyokömür (BK)	2531±53.0	2250±89.5	2232±148	2338±68.4 b
Keçi Gübresi (KG)	2805±116	2904±63.5	2538±127	2749±72.3 a
BK+KG	2666±33.9	2700±123	2280±65.5	2549±72.0 a
Ortalama	2683±63.4 a	2655±73.9 a	2364±75.7 b	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		7.80**	
	Organik Gübre (OG)		5.66**	
	İG x OG		0.68 ^{öd}	

öd: önemli değil, **p<0.01



Şekil 4.22 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisi toplam verimine etkileri

Ayaş deneme alanında kıvırcık salata bitkisi toplam verimine inorganik ve organik gübre uygulamaları ile İGxOG interaksyonunun etkisi istatistik olarak önemli olmuştur. %100 inorganik gübre uygulamasında, BK+KG uygulaması toplam verimi artırmış olup diğer organik gübreler önemli bir artış sağlamamıştır. İnorganik gübre uygulanmayan ve %50 inorganik gübre uygulanan bitkilerde ise tüm organik gübreler kontrole göre toplam verimi artırmıştır. En yüksek toplam verim %100 inorganik gübre ile biyokömür ve keçi gübresinin birlikte uygulanmasıyla elde edilmiştir (Çizelge 4.11 ve Şekil 4.22). İnorganik gübrenin %50 azaltıldığı uygulamada herhangi bir organik gübre uygulaması %100 inorganik gübredeki toplam verim alınmasını sağlamıştır.



Şekil 4.23 Ankara deneme alanında organik gübreler ve inorganik gübre dozları uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam verimine etkileri

Ankara deneme alanında, kıvırcık salata bitkisi toplam verimine inorganik gübre ile organik gübre uygulamalarının interaksiyon etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur. Ancak organik gübre uygulamaları ile inorganik gübre uygulamalarının bireysel etkileri önemli olmuştur. İnorganik gübre verilmemesi toplam verimi önemli düzeyde azaltırken, inorganik gübrenin %50 azaltılması toplam verimde önemli bir değişiklik yaratmamıştır. Organik gübre uygulamalarına bakıldığında ise biyokömürün tek başına uygulanmasıyla toplam verim önemli düzeyde azalmıştır. Tek başına keçi gübresi ile biyokömür ve keçi gübresinin birlikte uygulandığı bitkilerde toplam verim kontroldeki toplam verimle aynı olmuştur (Çizelge 4.11 ve Şekil 4.23).

4.4.8 Kıvırcık salata bitkisinin askorbik asit (vitamin C) içeriği

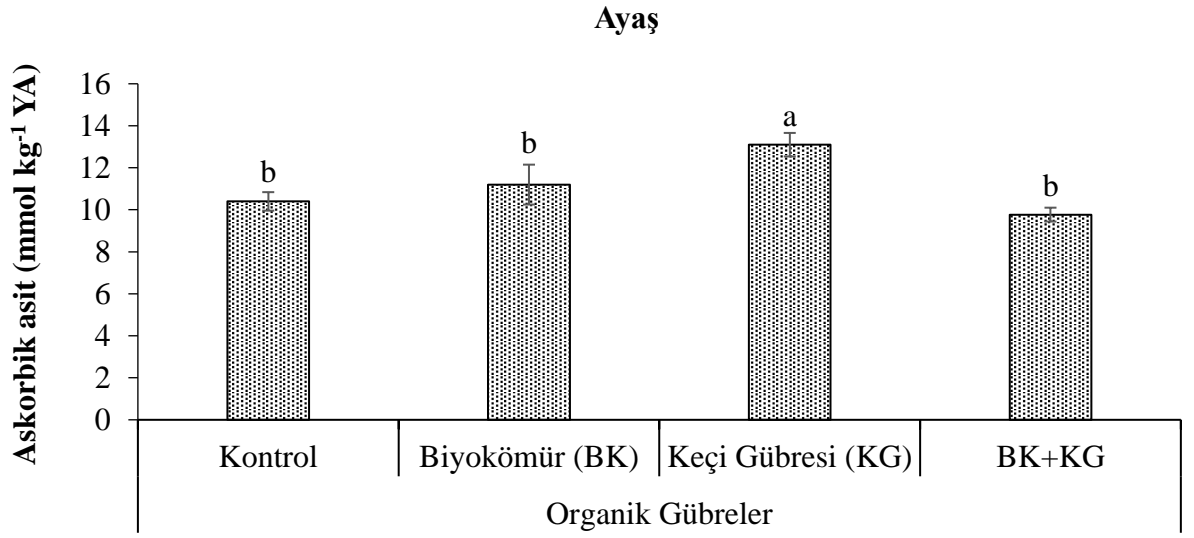
Çizelge 4.12’de Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin kıvırcık salata bitkisinin askorbik asit içeriğine etkileri verilmiştir.

Çizelge 4.12 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin askorbik asit içeriğine (mmol kg⁻¹ YA) etkileri

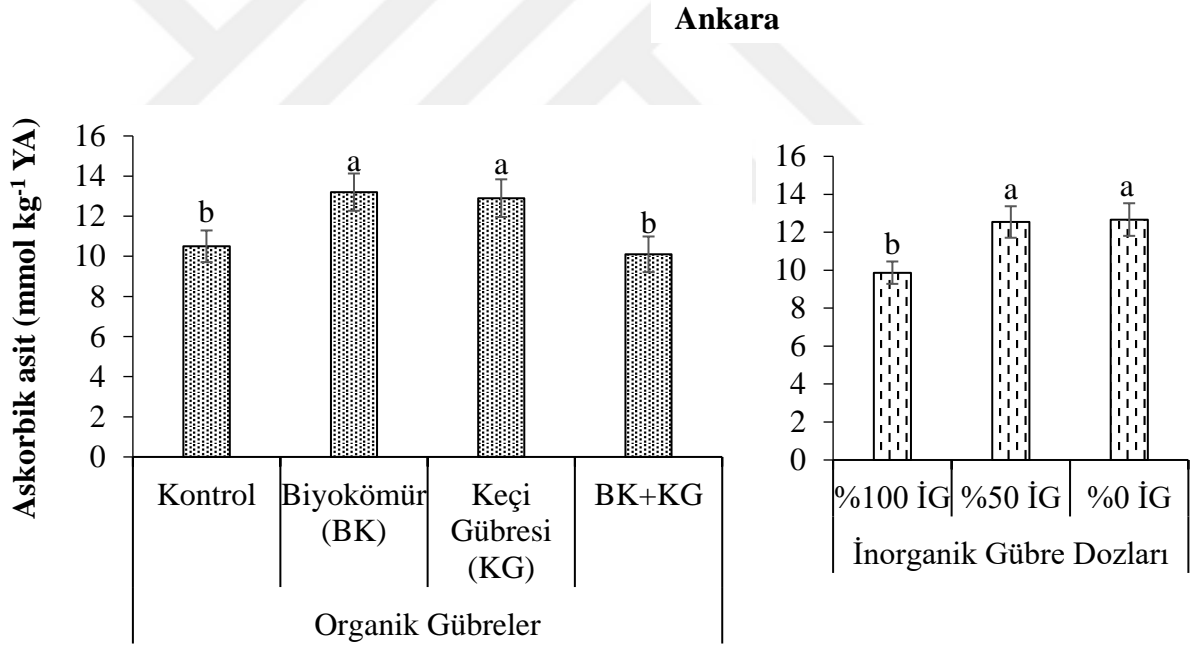
Ayaş				
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)			Ortalama
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	10.3±0.86	10.1±0.57	10.9±0.97	10.4±0.44 b
Biyokömür (BK)	13.0±0.53	12.7±1.03	13.6±1.42	11.2±0.95 b
Keçi Gübresi (KG)	10.2±0.06	9.95±0.47	13.3±2.74	13.1±0.56 a
BK+KG	10.1±0.08	9.32±0.53	9.88±0.88	9.77±0.33 b
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		1.70 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)		5.26**	
	İG x OG		0.54 ^{öd}	
Ankara				
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)			Ortalama
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	9.02±0.49	13.1±1.50	9.48±0.96	10.5±0.79 b
Biyokömür (BK)	12.2±1.62	11.9±0.17	15.4±2.10	13.2±0.93 a
Keçi Gübresi (KG)	9.29±0.52	15.3±1.03	14.1±1.30	12.9±0.94 a
BK+KG	8.94±1.16	9.76±2.23	11.7±0.99	10.1±0.89 b
Ortalama	9.87±0.59 b	12.54±0.83 a	12.67±0.86 a	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		5.74**	
	Organik Gübre (OG)		4.31*	
	İG x OG		2.12 ^{öd}	

öd: önemli değil, *p<0.05, **p<0.01

Ayaş deneme alanında sadece organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata askorbik asit içeriğine etkisi istatistiki olarak önemli olmuş ve keçi gübresi uygulamasıyla askorbik asit içeriği kontrole göre ve diğer uygulamalara önemli düzeyde artış göstermiştir (Çizelge 4.12 ve Şekil 4.24)



Şekil 4.24 Ayaş deneme alanında organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin askorbik asit içeriğine etkileri



Şekil 4.25 Ankara deneme alanında organik gübre ve inorganik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin askorbik asit içeriğine etkileri

Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının askorbik asit içeriğine etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. Askorbik asit içeriği, %100 inorganik gübre uygulamasında önemli düzeyde azalırken ya da diğer bir ifadeyle inorganik gübrenin yarı yarıya azaltılması ya da hiç uygulanmaması askorbik asit içeriğini artırırken

organik gübrelerden BK ve KG'nin tek başlarına uygulanması da askorbik asit içeriğini artırmıştır (Çizelge 4.12 ve Şekil 4.25).

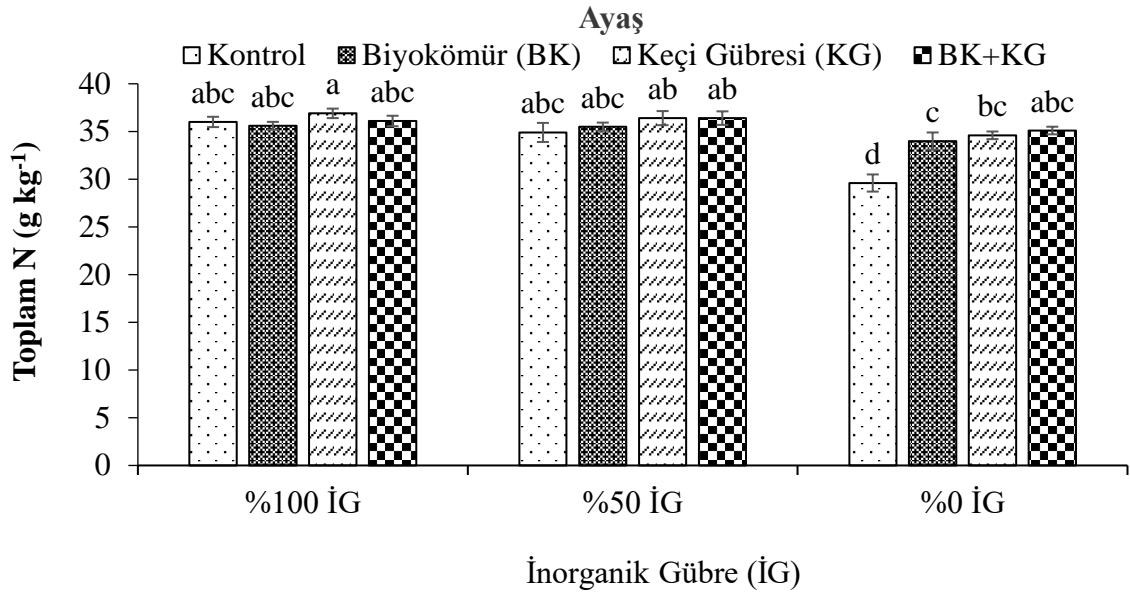
4.4.9 Kıvırcık salata bitkisinin toplam azot (N) içeriği

İnorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salatanın toplam N içeriğine etkisi Ayaş ve Ankara deneme alanları için çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam azot içeriğine (g kg^{-1}) etkileri

Organik Gübre	Ayaş		
	%100 İG	İnorganik Gübre (İG) %50 İG	%0 İG
Kontrol	36.0±0.54 abc	34.9±1.00 abc	29.6±0.93 d
Biyokömür (BK)	35.6±0.41 abc	35.5±0.43 abc	34.0±0.94 c
Keçi Gübresi (KG)	36.9±0.50 a	36.4±0.74 ab	34.6±0.43 bc
BK+KG	36.1±0.55 abc	36.4±0.71 ab	35.1±0.47 abc
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	20.52**	
	Organik Gübre (OG)	8.59**	
	İG x OG	3.64*	
Organik Gübre	Ankara		
	%100 İG	İnorganik Gübre (İG) %50 İG	%0 İG
Kontrol	38.8±0.70	39.8±0.81	38.0±0.91
Biyokömür (BK)	37.9±0.75	41.7±1.14	40.2±0.33
Keçi Gübresi (KG)	40.6±1.67	40.2±0.53	41.7±0.78
BK+KG	39.2±2.01	40.7±1.37	41.9±1.70
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	1.91 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)	1.74 ^{öd}	
	İG x OG	1.07 ^{öd}	

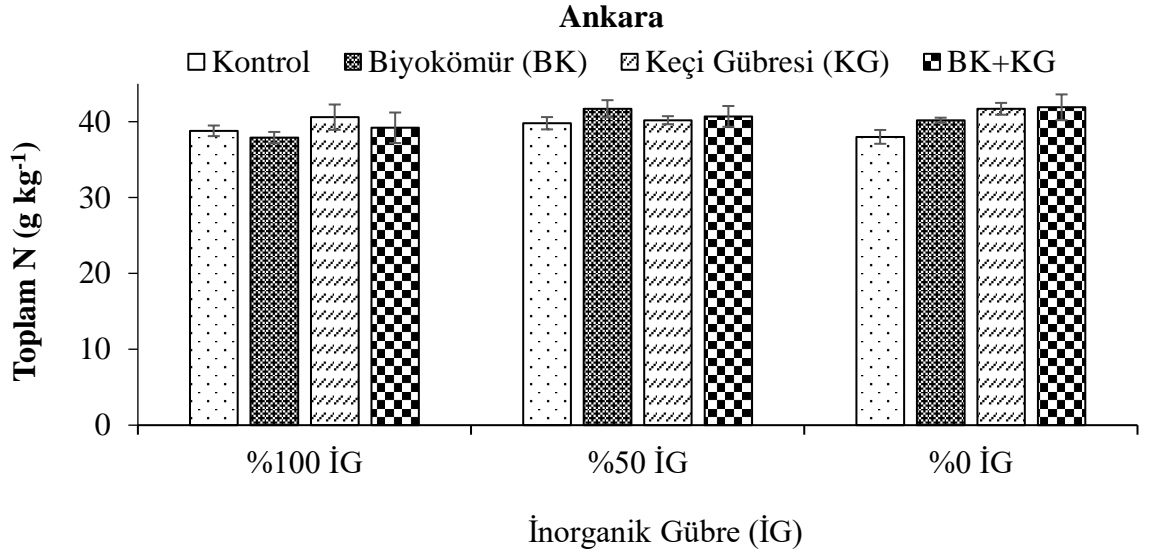
öd: önemli değil, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$



Şekil 4.26 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam azot içeriğine etkileri

Çizelge 4.13’de görüldüğü üzere Ayaş’da kıvırcık salata bitkisinin toplam N içeriğine inorganik ve organik gübre uygulamaları interaksiyonu etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. %100 ve %50 inorganik gübre uygulamalarında, organik gübre uygulamaları toplam N içeriğini etkilememiş, inorganik gübre uygulanmayan bitkilerde ise organik gübreler kontrole göre toplam N içeriğini artırmıştır (Çizelge 4.13 ve Şekil 4.26).

Ankara deneme alanında kıvırcık salata bitkisinin toplam N içeriğine tüm uygulamaların etkisi önemsiz olmuş ve toplam N içeriği 38.0-41.9 g kg⁻¹ arasında değişmiştir (Çizelge 4.13, Şekil 4.27).



Şekil 4.27 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam azot içeriğine etkileri

4.4.10 Kıvırcık salata bitkisinin toplam fosfor (P) içeriği

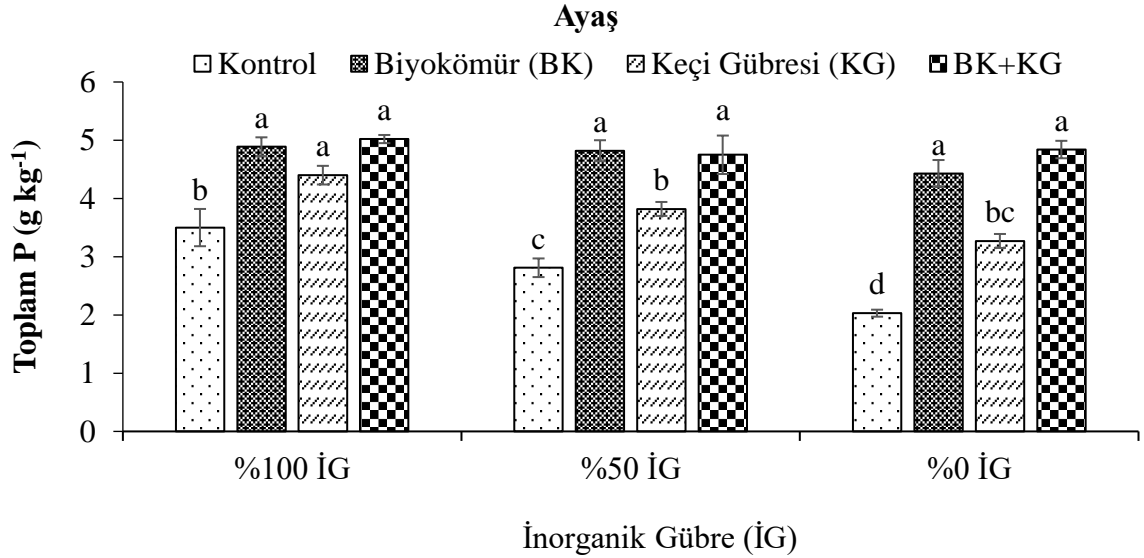
İnorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salatanın toplam P içeriğine etkisi Ayaş ve Ankara deneme alanları için çizelge 4.14’de verilmiştir.

Ayaş’da kıvırcık salata bitkisinin toplam P içeriğine inorganik ve organik gübre uygulamaları interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. Herbir inorganik gübre dozu kendi içerisinde incelendiğinde, tüm organik gübre uygulamalarının P içeriğini istatistiki olarak önemli düzeyde artırdığı anlaşılmıştır. İnorganik gübre azaltıldığında ya da hiç uygulanmadığında bitki P içeriği azalırken organik gübre uygulamaları bu azalışları telafi etmiştir (Çizelge 4.14 ve Şekil 4.28).

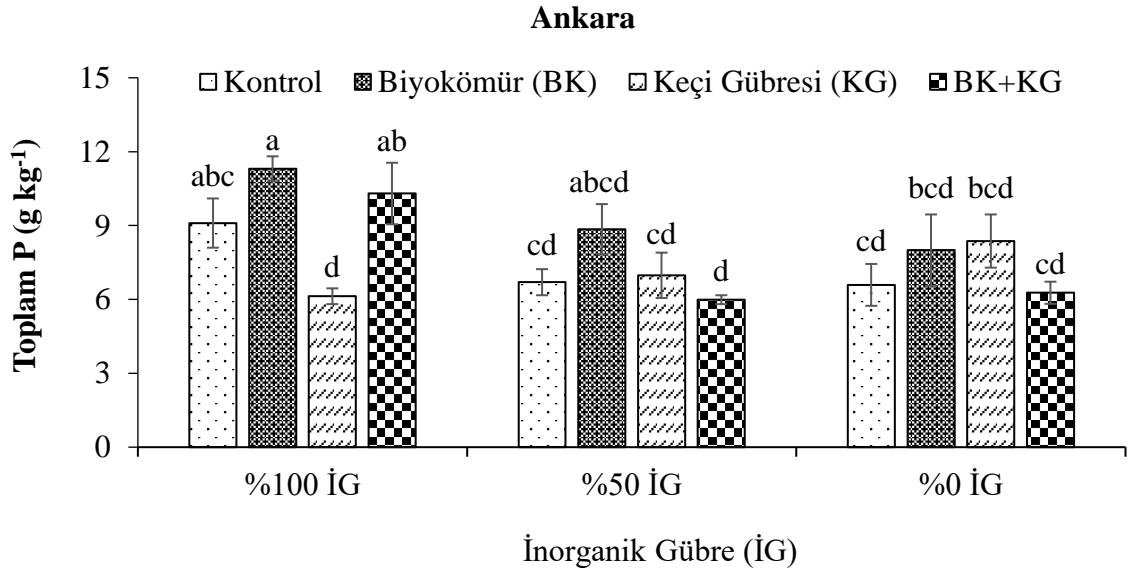
Çizelge 4.14 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam fosfor içeriğine (g kg⁻¹) etkileri

Ayaş			
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	3.50±0.32 b	2.81±0.16 c	2.03±0.06 d
Biyokömür (BK)	4.89±0.16 a	4.82±0.18 a	4.43±0.23 a
Keçi Gübresi (KG)	4.40±0.16 a	3.82±0.12 b	3.27±0.12 bc
BK+KG	5.02±0.07 a	4.75±0.33 a	4.84±0.15 a
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	18.22**	
	Organik Gübre (OG)	77.55**	
	İG x OG	2.64*	
Ankara			
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	9.10±1.00 abc	6.70±0.53 cd	6.59±0.85 cd
Biyokömür (BK)	11.3±0.51 a	8.85±1.02 abcd	8.00±1.45 bcd
Keçi Gübresi (KG)	6.13±0.32 d	6.98±0.92 cd	8.37±1.08 bcd
BK+KG	10.3±1.25 ab	5.99±0.18 d	6.27±0.45 cd
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	6.93**	
	Organik Gübre (OG)	4.04*	
	İG x OG	2.92*	

*p<0.05, **p<0.01



Şekil 4.28 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam fosfor içeriğine etkileri



Şekil 4.29 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam fosfor içeriğine etkileri

Ankara’da kıvırcık salata bitkisinin toplam P içeriğine inorganik ve organik gübre uygulamaları interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. %100 inorganik gübre ile beraber BK ve BK+KG uygulaması bitki P içeriğinde önemli bir değişiklik yaratmazken KG uygulaması bitki P içeriğini kontrole göre önemli düzeyde azaltmıştır. Diğer inorganik gübre düzeylerinde organik gübre uygulamaları bitki P içeriğinde önemli bir değişiklik yaratmamıştır (Çizelge 4.14 ve Şekil 4.29).

4.4.11 Kıvırcık salata bitkisinin toplam potasyum (K) içeriği

İnorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salatanın toplam K içeriğine etkisi Ayaş ve Ankara deneme alanları için çizelge 4.15’de verilmiştir.

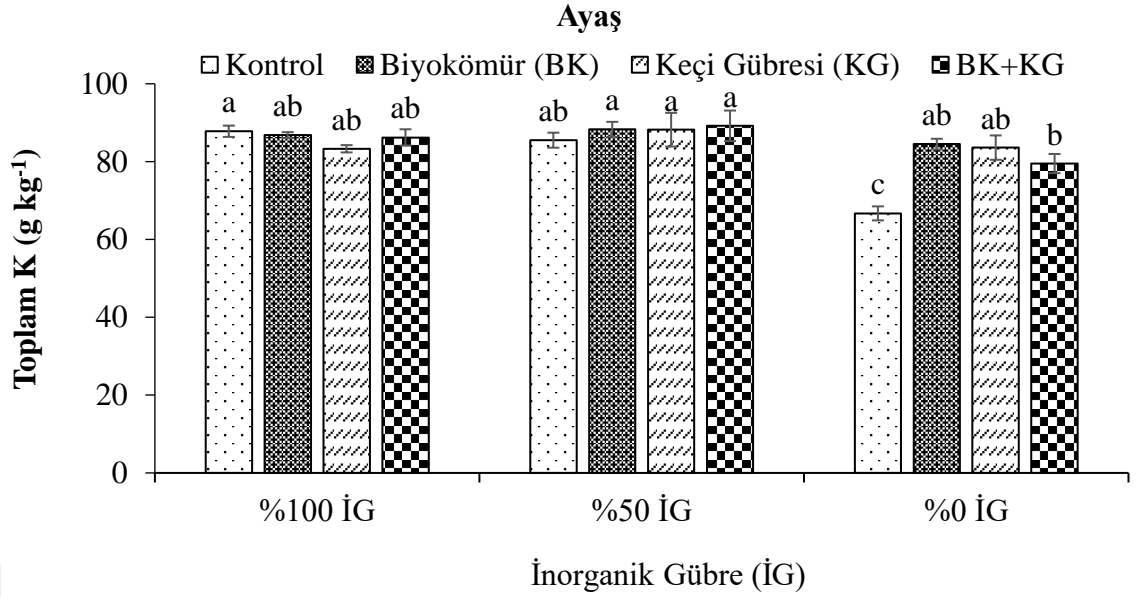
Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamaları ile bu uygulamaların interaksiyonunun toplam K içeriğine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuştur. İnorganik gübrenin hiç uygulanmaması bitki toplam K içeriğinin azalmasına neden olurken bu uygulamada organik gübre verilmesi bu azalışı telafi etmiştir. %100 ve %50 inorganik gübre uygulamalarında, organik gübre uygulamalarına bağlı olarak toplam K içeriği istatistiki olarak aynı olmuştur (Çizelge 4.15, Şekil 4.30).

Çizelge 4.15 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam potasyum içeriğine (g kg⁻¹) etkileri

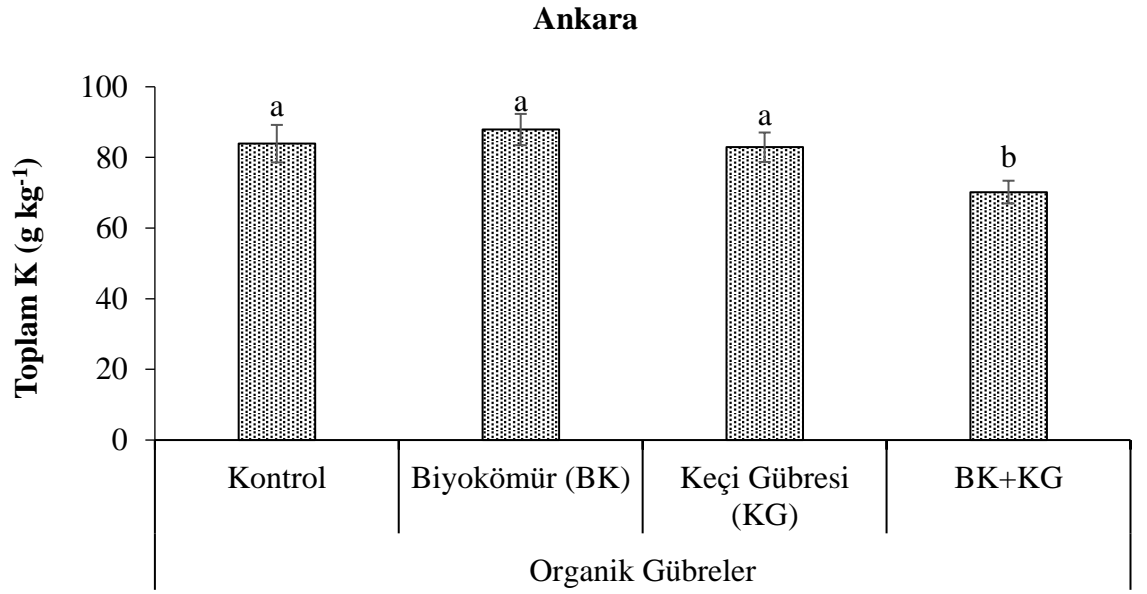
Ayaş				
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	87.8±1.45 a	85.5±1.93 ab	66.7±1.80 c	
Biyokömür (BK)	86.8±0.77 ab	88.3±1.92 a	84.5±1.37 ab	
Keçi Gübresi (KG)	83.3±0.94 ab	88.2±4.34 a	83.6±3.13 ab	
BK+KG	86.2±2.11 ab	89.2±3.92 a	79.5±2.46 b	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		16.48**	
	Organik Gübre (OG)		4.16*	
	İG x OG		4.21**	
Ankara				
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)			Ortalama
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	94.3±11.0	90.6±6.11	66.8±1.88	83.9±5.31 a
Biyokömür (BK)	87.8±6.34	90.9±11.0	84.9±6.87	87.9±4.42 a
Keçi Gübresi (KG)	69.9±4.19	91.8±6.51	87.0±6.51	82.9±4.16 a
BK+KG	77.4±7.23	66.4±5.18	66.9±2.87	70.2±3.21 b
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		1.65 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)		3.76*	
	İG x OG		2.33 ^{öd}	

öd: önemli değil, *p<0.05, **p<0.01

Kıvırcık salata bitkisinin toplam K içeriğine, organik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli olmuş ancak inorganik ve organik gübre uygulamaları interaksyonunun etkisi önemsiz olmuştur. Biyokömür ve keçi gübresinin birlikte uygulanmasıyla toplam K içeriği önemli düzeyde azalmıştır (Çizelge 4.15 ve Şekil 4.31).



Şekil 4.30 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam potasyum içeriğine etkileri



Şekil 4.31 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam potasyum içeriğine etkileri

4.4.12 Kıvırcık salata bitkisinin toplam kalsiyum (Ca) içeriği

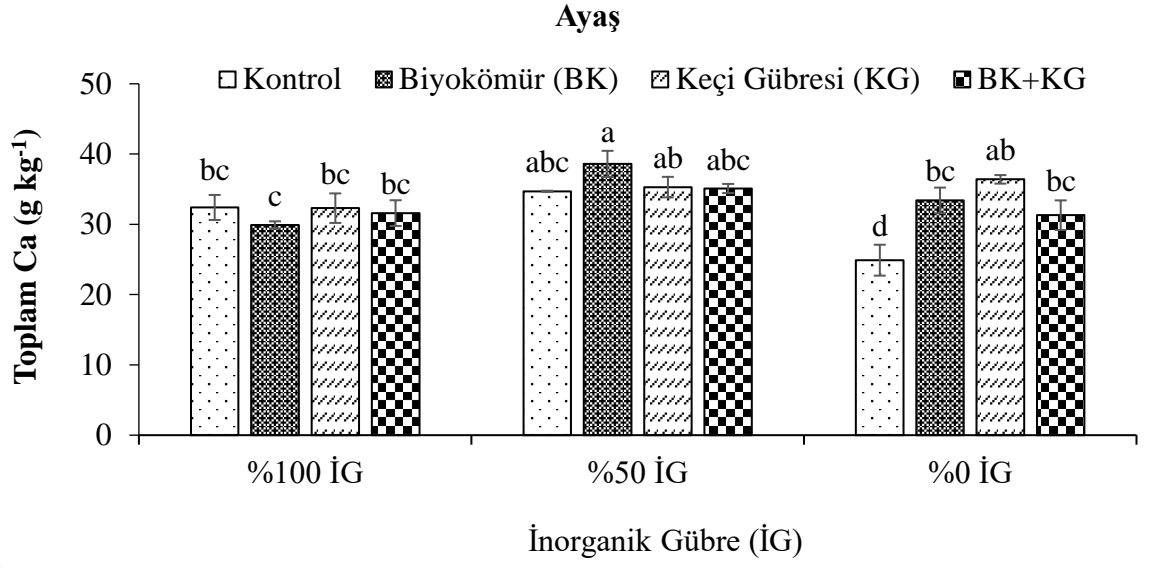
İnorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salatanın toplam Ca içeriğine etkisi Ayaş ve Ankara deneme alanları için çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam kalsiyum içeriğine (g kg⁻¹) etkileri

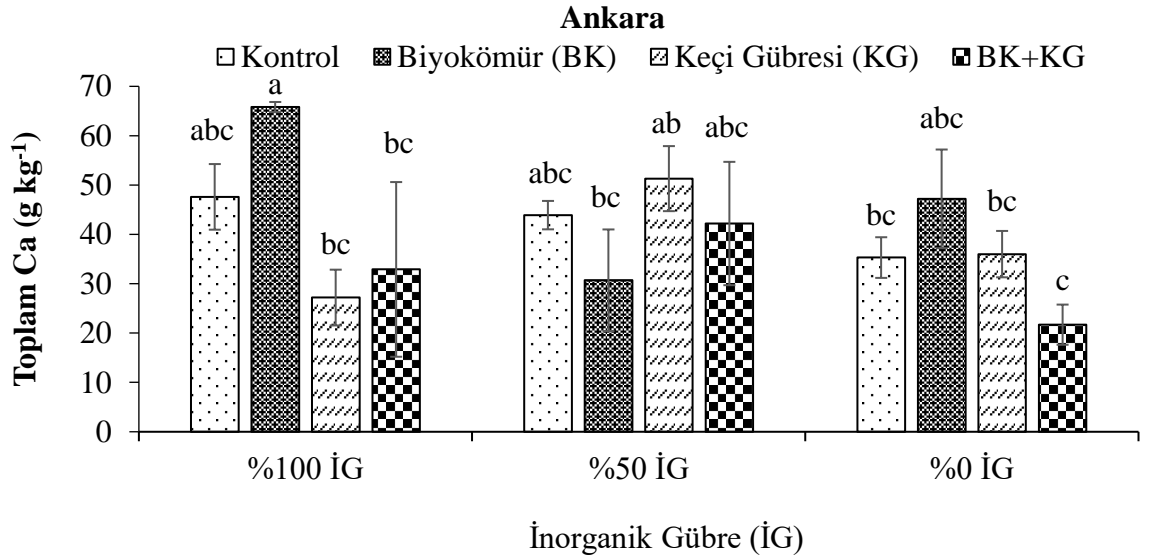
Organik Gübre	Ayaş		
	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	32.4±1.78 bc	34.7±0.08 abc	24.9±2.20 d
Biyokömür (BK)	29.9±0.53 c	38.6±1.86 a	33.4±1.83 bc
Keçi Gübresi (KG)	32.3±2.10 bc	35.3±1.46 ab	36.4±0.61 ab
BK+KG	31.6±1.83 bc	35.1±0.65 abc	31.3±2.11 bc
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	10.2**	
	Organik Gübre (OG)	3.70*	
	İG x OG	3.74**	
Organik Gübre	Ankara		
	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	47.6±6.65 abc	43.9±2.88 abc	35.3±4.12 bc
Biyokömür (BK)	65.8±1.03 a	30.7±10.3 bc	47.2±10.0 abc
Keçi Gübresi (KG)	27.2±5.65 bc	51.3±6.59 ab	36.0±4.70 bc
BK+KG	32.9±17.7 bc	42.2±12.5 abc	21.7±4.07 c
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	1.10 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)	1.82 ^{öd}	
	İG x OG	2.42*	

öd: önemli değil, *p<0.05, **p<0.01

Ayaş'da kıvırcık salata bitkisinin toplam Ca içeriğine inorganik ve organik gübre uygulamalarının interaksiyon etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. Sadece biyokömür uygulanan bitkilerde %50 inorganik gübre uygulaması bitki Ca içeriğini %100 inorganik gübrelemeye göre artırmıştır. İnorganik gübre uygulanmaması bitki Ca içeriğinin azalmasına neden olmuştur. İnorganik gübre uygulanmayan bitkilerde, uygulanan tüm organik gübreler toplam Ca içeriğini kontrole göre önemli düzeyde artırmıştır (Çizelge 4.16 ve Şekil 4.32).



Şekil 4.32 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam kalsiyum içeriğine etkileri



Şekil 4.33 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam kalsiyum içeriğine etkileri

Ankara deneme alanında kıvırcık salata bitkisinin toplam Ca içeriğine inorganik ve organik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuş ancak interaksiyonun etkisi önemli olmuştur. Tüm inorganik gübre düzeylerinde organik gübre

uygulamaları bitki Ca içeriğinde kendi kontrollerine göre önemli bir fark yaratmamıştır (Çizelge 4.16, şekil 4.33).

4.4.13 Kıvırcık salata bitkisinin toplam magnezyum (Mg) içeriği

İnorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salatanın toplam Mg içeriğine etkisi Ayaş ve Ankara deneme alanları için çizelge 4.17’de verilmiştir.

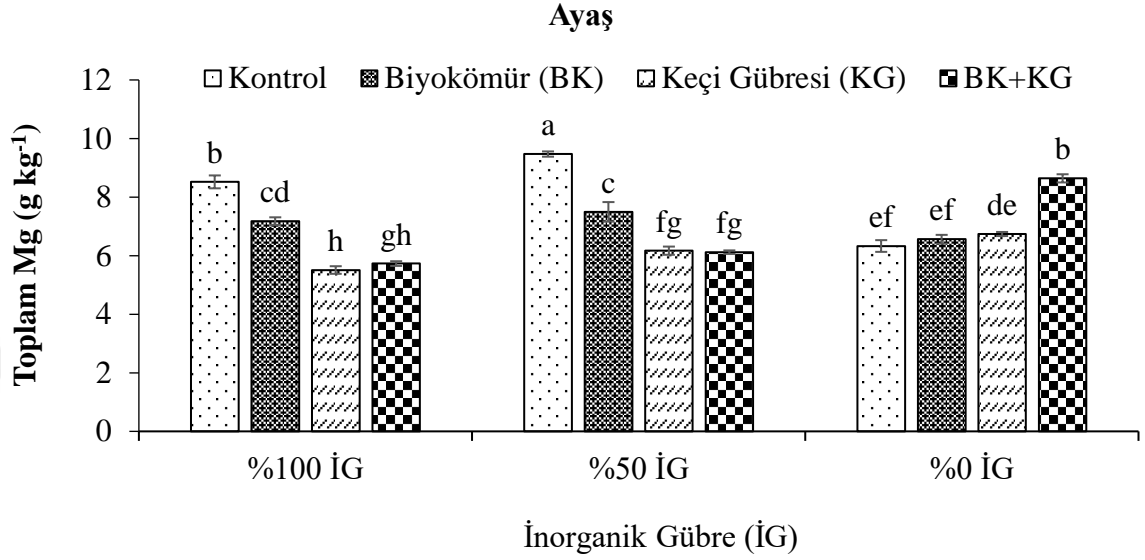
Çizelge 4.17 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam magnezyum içeriğine (g kg^{-1}) etkileri

Organik Gübre	Ayaş		
	%100 İG	İnorganik Gübre (İG) %50 İG	%0 İG
Kontrol	8.52±0.22 b	9.47±0.09 a	6.33±0.20 ef
Biyokömür (BK)	7.18±0.13 cd	7.50±0.33 c	6.56±0.15 ef
Keçi Gübresi (KG)	5.51±0.13 h	6.17±0.14 fg	6.74±0.07 de
BK+KG	5.73±0.08 gh	6.12±0.06 fg	8.64±0.14 b
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	12.9**	
	Organik Gübre (OG)	77.7 **	
	İG x OG	68.5***	
Organik Gübre	Ankara		
	%100 İG	İnorganik Gübre (İG) %50 İG	%0 İG
Kontrol	5.91±0.35 bcd	5.40±0.10 cd	5.31±0.38 cd
Biyokömür (BK)	4.73±0.35 d	6.16±0.89 bcd	5.79±0.58 bcd
Keçi Gübresi (KG)	4.51±0.39 d	7.41±0.55 b	7.31±0.85 b
BK+KG	7.02±0.90 bc	4.43±0.76 d	9.32±0.26 a
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	6.18 **	
	Organik Gübre (OG)	3.99*	
	İG x OG	6.97**	

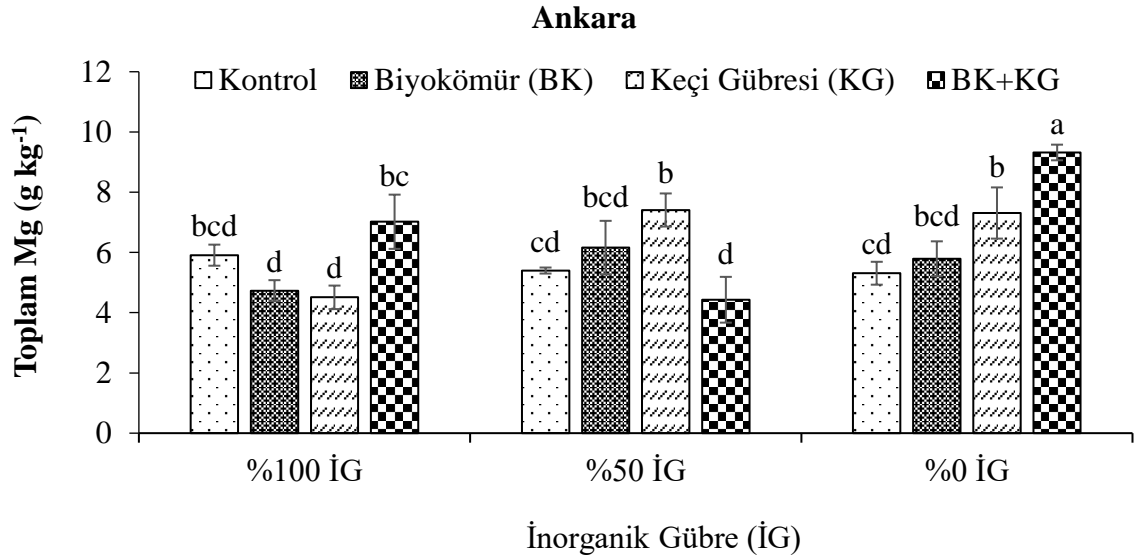
* $p<0.05$, ** $p<0.01$

Çizelge 4.17’de görüldüğü üzere Ayaş’da kıvırcık salata bitkisinin toplam Mg içeriğine inorganik ve organik gübre interaksyonunun etkisi istatistik olarak önemli olmuştur. %100 ile %50 inorganik gübre uygulamalarında, organik gübre uygulamaları toplam Mg’u kendi kontrollerine göre önemli düzeyde azaltmıştır. İnorganik gübre

uygulanmayan bitkilerde biyokömür ve keçi gübresinin birlikte uygulamasıyla toplam Mg içeriği önemli düzeyde artış göstermiştir (Çizelge 4.17 ve Şekil 4.34).



Şekil 4.34 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvrıcık salata bitkisinin toplam magnezyum içeriğine etkileri



Şekil 4.35 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvrıcık salata bitkisinin toplam magnezyum içeriğine etkileri

Ankara’da inorganik ve organik gübre uygulamaları ile bu uygulamaların interaksiyonunun kıvırcık salata bitkisinin toplam Mg içeriğine etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. %50 inorganik gübre uygulamasında keçi gübresi uygulaması toplam Mg’u artırmıştır. İnorganik gübre uygulanmayan bitkilerde, KG ve BK+KG uygulamaları kontrole göre toplam Mg’u önemli düzeyde artırmıştır (Çizelge 4.17 ve Şekil 4.35).

4.4.14 Kıvırcık salata bitkisinin toplam demir (Fe) içeriği

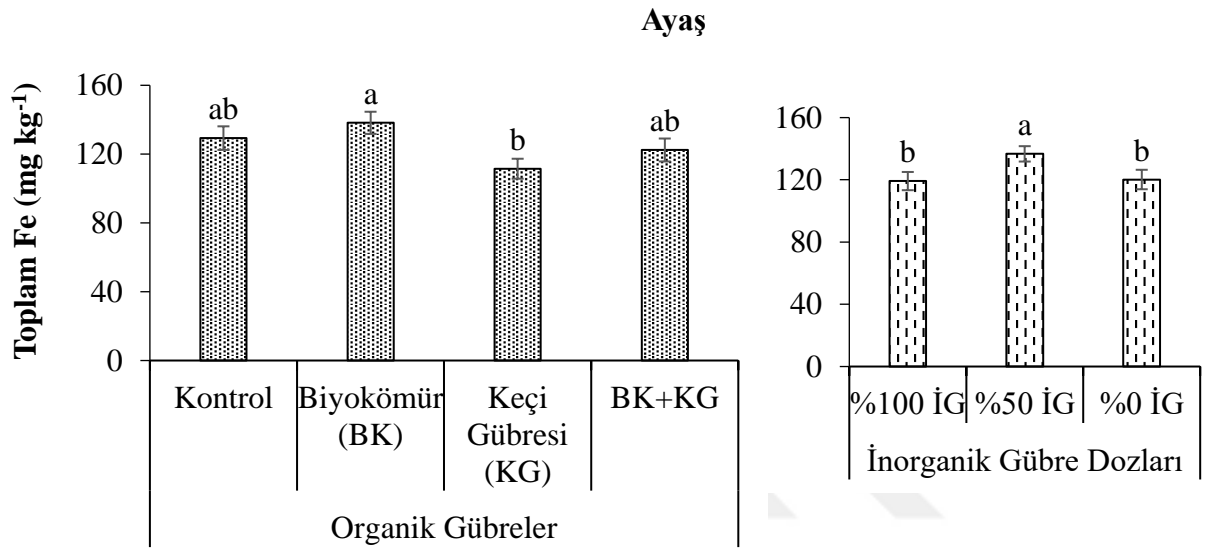
Çizelge 4.18’de Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrenin kıvırcık salata bitkisinin demir içeriğine etkileri verilmiştir.

Çizelge 4.18 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salatanın toplam demir içeriğine (mg kg^{-1}) etkileri

Organik Gübre	Ayaş			Ortalama
	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	122.6±10.5	126.6±3.52	138.6±18.7	129.3±6.85 ab
Biyokömür (BK)	134.1±15.1	153.1±4.12	127.4±9.55	138.2±6.44 a
Keçi Gübresi (KG)	101.4±3.84	125.6±15.0	107.6±5.12	111.5±5.81 b
BK+KG	118.6±12.2	141.4±7.88	107.4±8.83	122.4 ±6.67 ab
Ortalama	119.2±5.85 b	136.7±4.94 a	120.2±6.26 b	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		3.39*	
	Organik Gübre (OG)		3.34*	
	İG x OG		0.94 ^{öd}	
Organik Gübre	Ankara			
	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	237±25.0 abc	224±15.0 abc	199±11.9 cd	
Biyokömür (BK)	274±1.44 ab	232±29.0 abc	211±26.6 bcd	
Keçi Gübresi (KG)	176±15.8 cd	205±17.4 cd	184±12.5 cd	
BK+KG	286±24.5 a	175±28.5 cd	156±8.33 d	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		7.98**	
	Organik Gübre (OG)		3.51*	
	İG x OG		2.86*	

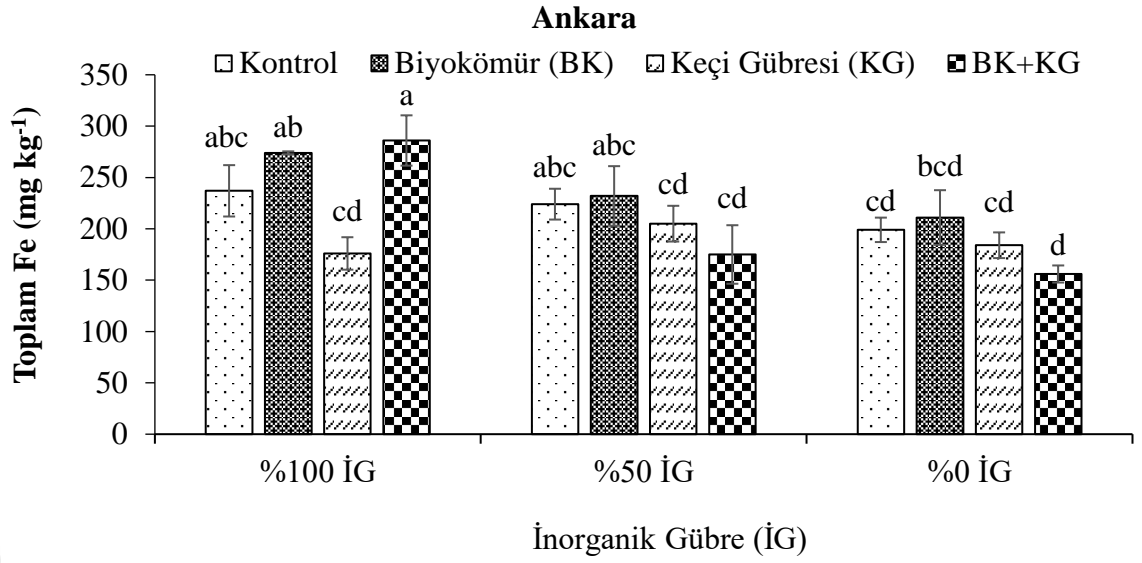
öd: önemli değil, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Ayaş deneme alanında kıvrıcık salata bitkisinin toplam demir içeriğine inorganik gübre ile organik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli olmuş ancak interaksiyonun etkisi önemsiz olmuştur. Toplam demir %50 inorganik gübre uygulamasıyla önemli düzeyde artış göstermiştir. Organik gübre uygulamalarına bakıldığında ise hiçbir uygulamada kontrole göre istatistiki olarak önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Ancak keçi gübresi uygulanan bitkilerde Fe içeriği biyokömür uygulanan bitkilere göre daha düşük olmuştur (Çizelge 4.18 ve Şekil 4.36).



Şekil 4.36 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvrıcık salata bitkisinin toplam demir içeriğine etkileri

Ankara deneme alanında bitkilerin toplam demir içeriğine inorganik ve organik gübre uygulamaları interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. %100 inorganik gübre uygulamasında organik gübreler kontrole göre bir fark oluşturmazken keçi gübresi hem biyokömür hem de biyokömürle birlikte keçi gübresi uygulamasına göre bitki Fe içeriğini azaltmıştır (Çizelge 4.18 ve Şekil 4.37).



Şekil 4.37 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam demir içeriğine etkileri

4.4.15 Kıvırcık salata bitkisinin toplam çinko (Zn) içeriği

Çizelge 4.19’da Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin kıvırcık salata bitkisinin toplam çinko içeriğine etkileri verilmiştir.

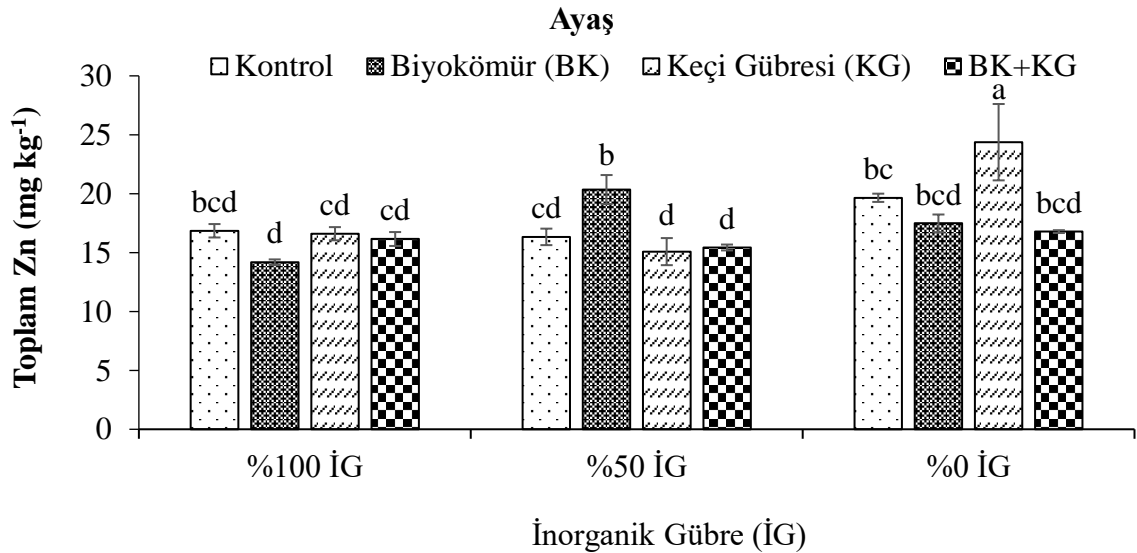
Çizelge 4.19’da görüldüğü üzere Ayaş deneme alanında kıvırcık salata bitkisinin toplam çinko içeriğine inorganik ve organik gübre uygulamaları interaksyonunun etkisi önemli olmuştur. %50 inorganik gübre uygulamasında yalnızca BK bitki Zn içeriğini kendi kontrolüne göre artırmıştır. İnorganik gübre uygulanmayan bitkilerde ise sadece KG uygulaması bitki Zn içeriğini artırmış ve bu uygulamadaki Zn içeriği tüm uygulamalar arasındaki en yüksek değer olmuştur (Çizelge 4.19 ve Şekil 4.38).

Çizelge 4.19 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salatanın toplam çinko içeriğine (mg kg^{-1}) etkileri

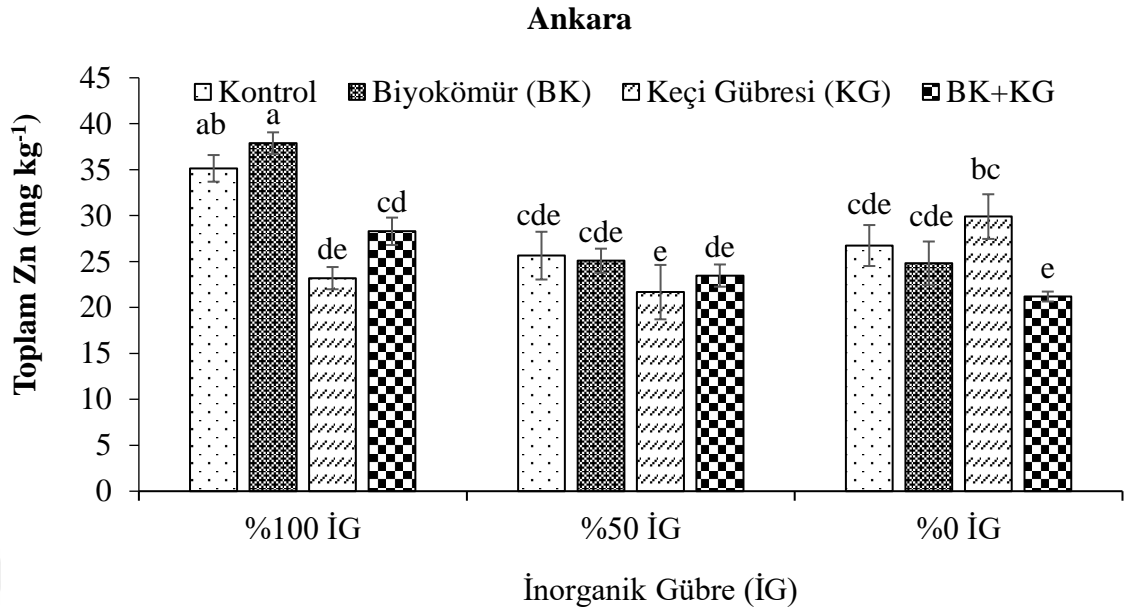
Ayaş			
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	16.85±0.57 bcd	16.33±0.70 cd	19.65±0.35 bc
Biyokömür (BK)	14.18±0.24 d	20.35±1.23 b	17.48±0.75 bcd
Keçi Gübresi (KG)	16.60±0.56 cd	15.08±1.15 d	24.37±3.24 a
BK+KG	16.15±0.59 cd	15.43±0.25 d	16.78±0.12 bcd
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	10.99***	
	Organik Gübre (OG)	2.54 ^{öd}	
	İG x OG	6.04**	

Ankara			
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	35.14±1.45 ab	25.64±2.60 cde	26.74±2.23 cde
Biyokömür (BK)	37.89±1.17 a	25.09±1.31 cde	24.82±2.36 cde
Keçi Gübresi (KG)	23.19±1.21 de	21.67±2.96 e	29.89±2.43 bc
BK+KG	28.29±1.49 cd	23.47±1.21 de	21.19±0.54 e
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	15.78**	
	Organik Gübre (OG)	6.02**	
	İG x OG	5.54**	

öd: önemli değil, **p<0.01



Şekil 4.38 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam çinko içeriğine etkileri



Şekil 4.39 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam çinko içeriğine etkileri

Ankara’da kıvırcık salata bitkisinin toplam çinko içeriğine inorganik ve organik gübre uygulamaları interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. %100 inorganik gübre dozunda, organik gübre uygulanmayan bitkiler ile BK uygulanan bitkilerin Zn içeriği daha yüksek olmuştur (Çizelge 4.19 ve Şekil 4.3.9).

4.4.16 Kıvırcık salata bitkisinin toplam bakır (Cu) içeriği

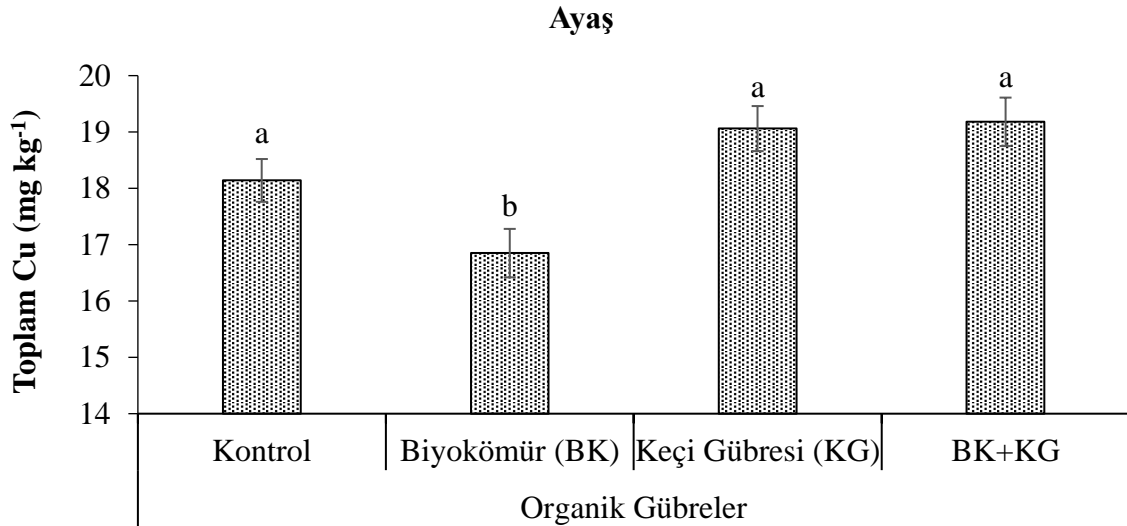
Çizelge 4.20’de Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin kıvırcık salata bitkisinin toplam bakır içeriğine etkileri verilmiştir.

Ayaş deneme alanında kıvırcık salata bitkisinin toplam Cu içeriğine inorganik ve organik gübre uygulamalarının interaksiyonunun etkisi önemsiz olmuş ancak organik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. Biyokömürün tek başına uygulanmasıyla, kıvırcık salata bitkisinin toplam Cu içeriği kontrole göre azalmıştır (Çizelge 4.20 ve Şekil 4.40).

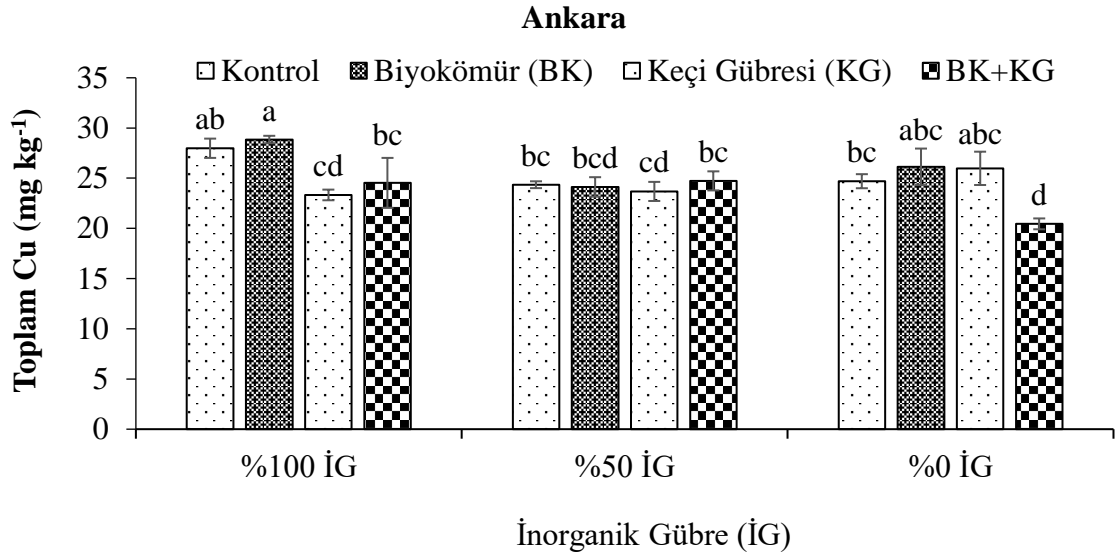
Çizelge 4.20 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salatanın toplam bakır içeriğine (mg kg^{-1}) etkileri

Ayaş				
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)			Ortalama İG
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	18.15±0.67	17.93±0.66	18.33±0.80	18.14±0.38 a
Biyokömür (BK)	17.23±0.25	17.83±0.76	15.50±0.65	16.85±0.43 b
Keçi Gübresi (KG)	20.20±0.40	18.08±0.73	18.90±0.53	19.06±0.40 a
BK+KG	19.88±0.41	18.65±0.75	19.00±1.02	19.18±0.43 a
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		2.18 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)		7.81 ^{**}	
	İG x OG		1.55 ^{öd}	
Ankara				
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)			Ortalama İG
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	27.98±0.96 ab	24.35±0.34 bc	24.70±0.70 bc	
Biyokömür (BK)	28.85±0.37 a	24.13±0.97 bcd	26.13±1.82 abc	
Keçi Gübresi (KG)	23.33±0.53 cd	23.68±0.95 cd	25.98±1.66 abc	
BK+KG	24.53±2.49 bc	24.73±0.95 bc	20.45±0.54 d	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		3.37 [*]	
	Organik Gübre (OG)		4.08 [*]	
	İG x OG		2.94 [*]	

öd: önemli değil, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$



Şekil 4.40 Ayaş deneme alanında organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam bakır içeriğine etkileri



Şekil 4.41 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam bakır içeriğine etkileri

Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamaları ile bu uygulamaların interaksiyonunun toplam Cu içeriğine etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. %100 inorganik gübre uygulamasında KG uygulamaları bitkinin toplam Cu içeriğini azaltmıştır. %50 inorganik gübre uygulamasında ise organik gübre uygulamaları toplam Cu içeriğinde önemli bir değişiklik yaratmamıştır. İnorganik gübre uygulanmayan bitkilerde, BK+KG uygulaması kendi kontrolüne göre toplam Cu içeriğini önemli düzeyde azaltmıştır (Çizelge 4.20 ve Şekil 4.41).

4.4.17 Kıvırcık salata bitkisinin toplam mangan (Mn) içeriği

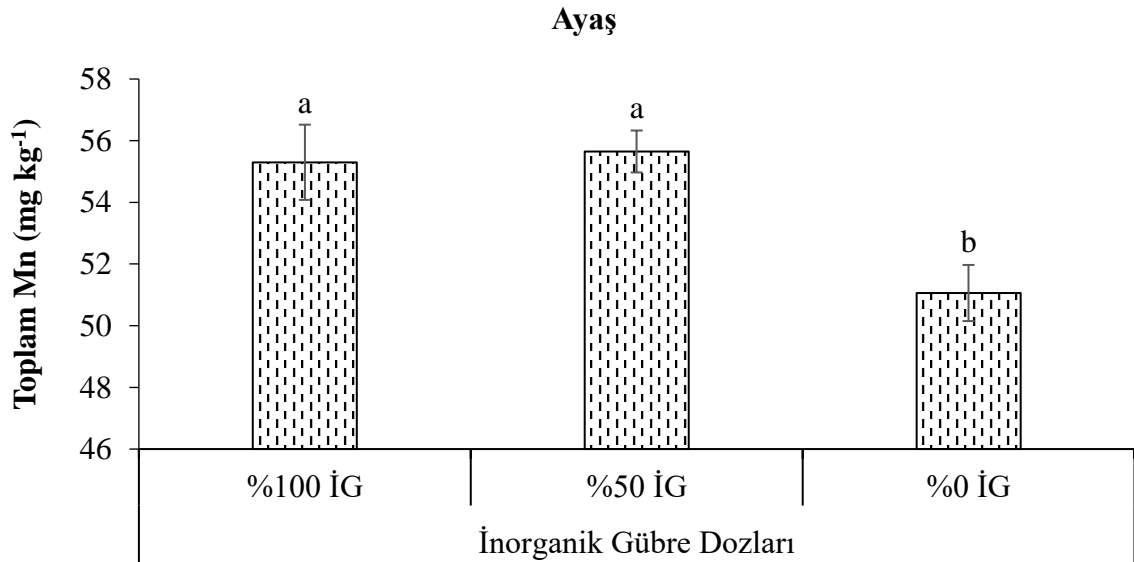
Çizelge 4.21’de Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin kıvırcık salata bitkisinin toplam mangan içeriğine etkileri verilmiştir.

Çizelge 4.21’de görüldüğü üzere Ayaş deneme alanında kıvırcık salatanın toplam Mn içeriğine yalnızca inorganik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. İnorganik gübre uygulanmaması bitkinin toplam Mn içeriğinin azalmasına yol açarken inorganik gübrenin yarı yarıya azaltılması bitkinin toplam Mn içeriğinde önemli bir değişiklik yaratmamıştır (Çizelge 4.21 ve Şekil 4.42).

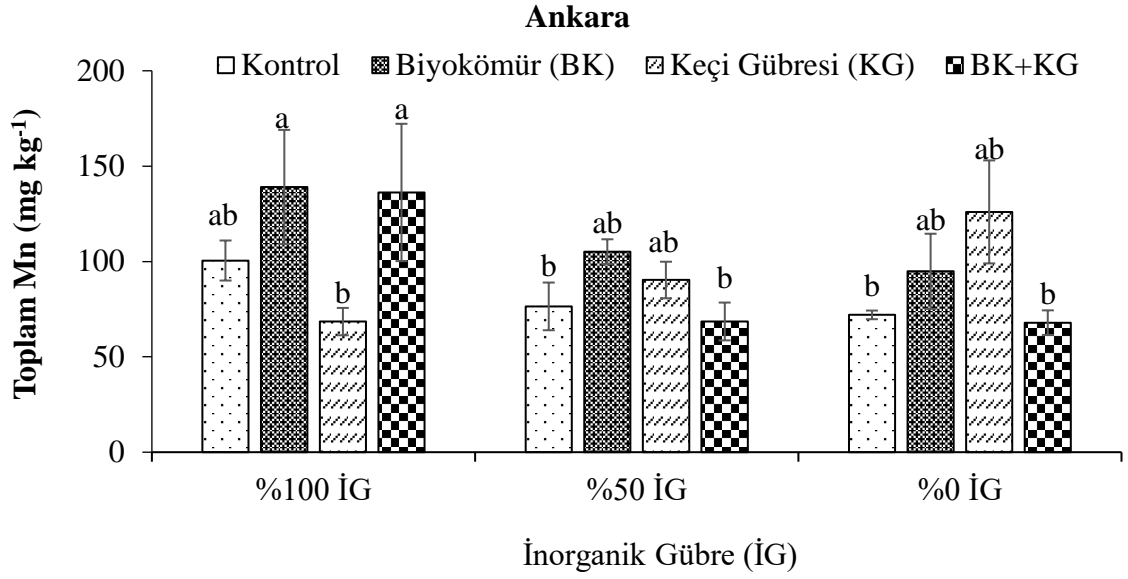
Çizelge 4.21 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının kıvırcık salatanın toplam mangan içeriğine (mg kg^{-1}) etkileri

Ayaş			
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	53.83±0.97	54.35±0.57	48.15±2.81
Biyokömür (BK)	54.10±1.62	53.35±1.41	51.18±1.84
Keçi Gübresi (KG)	56.40±1.65	57.15±1.41	53.78±2.20
BK+KG	56.88±2.78	57.75±0.66	51.13±2.93
Ortalama	55.30±1.22 a	55.65±0.68 a	51.06±0.91 b
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	7.23**	
	Organik Gübre (OG)	2.64 ^{öd}	
	İG x OG	0.37 ^{öd}	
Ankara			
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	100.5±10.5 ab	76.45±12.5 b	72.00±2.27 b
Biyokömür (BK)	139.1±29.9 a	105.2±6.45 ab	94.85±19.7 ab
Keçi Gübresi (KG)	68.48±7.17 b	90.30±9.58 ab	126.0±27.0 ab
BK+KG	136.2±36.0 a	68.55±9.92 b	67.93±6.45 b
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	2.33 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)	1.50 ^{öd}	
	İG x OG	2.46*	

öd: önemli değil, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$



Şekil 4.42 Ayaş deneme alanında inorganik gübre dozları uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam mangan içeriğine etkileri



Şekil 4.43 Ankara deneme alanında inorganik gübre dozları uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam mangan içeriğine etkileri

Ankara’da ise kıvırcık salata toplam Mn içeriğine inorganik ve organik gübre uygulamaları interaksiyonunun etkisi önemli olmuştur. Tüm inorganik gübre uygulama düzeylerinde organik gübre uygulamaları bitkinin toplam Mn içeriğinde kontrole göre önemli bir değişiklik yaratmamış ancak organik gübre uygulamaları birbirine göre bitki Mn içeriğine farklı etkilerde bulunmuştur (Çizelge 4.21 ve Şekil 4.43).

4.5 Soğan Bitkisine Ait Bulgular

Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin soğan bitkisinin verim ve bazı kalite özellikleri ile vitamin C ve besin maddesi içeriklerine etkileri yapılan ölçümler ve analizlerle belirlenmiştir. Bu ölçümler ve analizler aşağıda verilmiştir.

4.5.1 Soğan bitkisinin bitki boyu

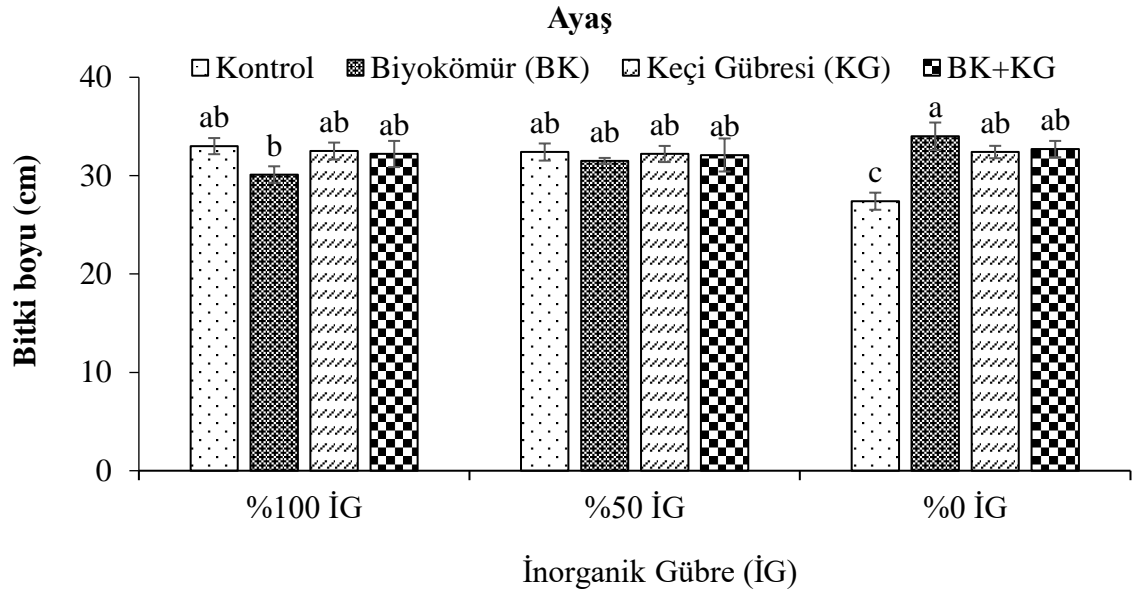
Çizelge 4.22’de Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin soğan bitkisinin bitki boyuna etkileri verilmiştir.

Çizelge 4.22 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinde bitki boyuna (cm) etkileri

Organik Gübre	Ayaş		
	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	33.0±0.82 ab	32.4±0.87 ab	27.4±0.87 c
Biyokömür (BK)	30.1±0.85 b	31.5±0.30 ab	34.0±1.40 a
Keçi Gübresi (KG)	32.5±0.86 ab	32.2±0.82 ab	32.4±0.63 ab
BK+KG	32.2±1.33 ab	32.1±1.68 ab	32.7±0.83 ab
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		0.16 ^{öd}
	Organik Gübre (OG)		1.33 ^{öd}
	İG x OG		4.41**

Organik Gübre	Ankara			
	İnorganik Gübre (İG)			Ortalama
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	36.2±2.11	34.8±1.74	29.3±2.43	33.4±1.42 c
Biyokömür (BK)	39.1±1.83	36.4±1.98	36.6±1.36	37.4±0.98 b
Keçi Gübresi (KG)	37.4±1.17	36.4±1.54	37.3±1.00	37.1±0.67 b
BK+KG	42.7±2.03	42.6±1.29	39.0±1.61	41.4±1.01 a
Ortalama	38.8±1.03 a	37.5±1.07 ab	35.6±1.22 b	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		3.76*	
	Organik Gübre (OG)		10.78**	
	İG x OG		1.03 ^{öd}	

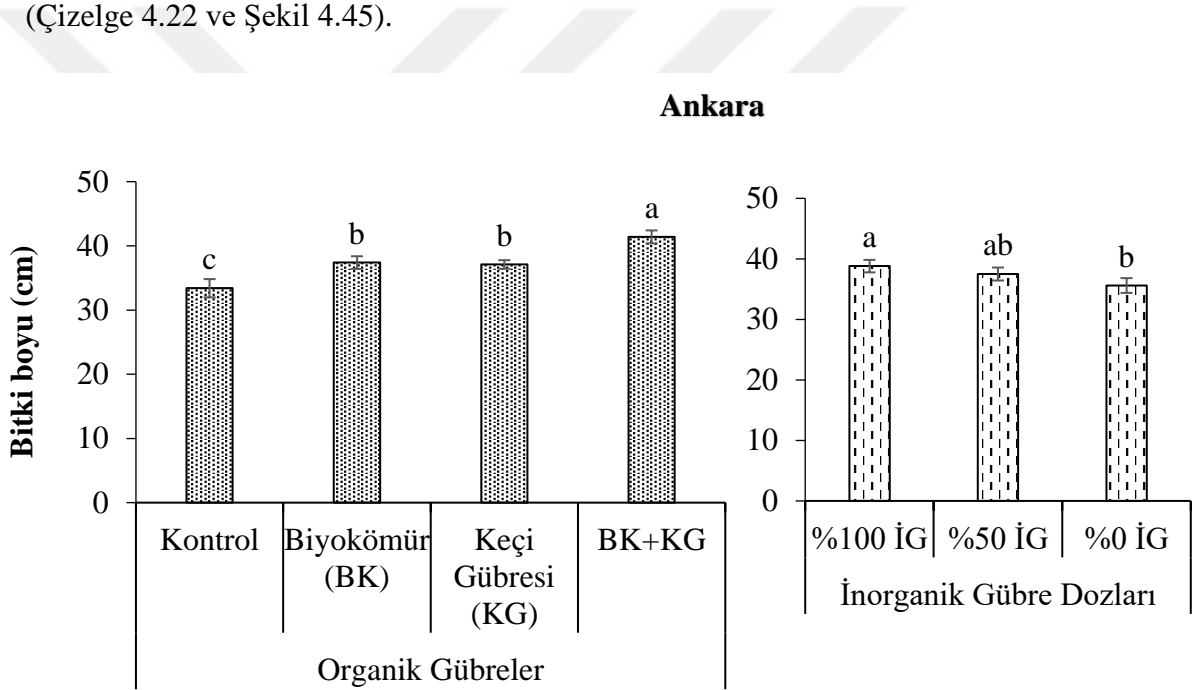
öd: önemli değil, *p<0.05, **p<0.01



Şekil 4.44 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinde bitki boyuna etkileri

Ayaş deneme alanında bitki boyuna inorganik ve organik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuş ancak İGxOG interaksiyonunun etkisi önemli olmuştur. %100 ve %50 inorganik gübre uygulamalarında, organik gübre uygulamalarının bitki boyuna etkisi önemsiz olmuş ancak inorganik gübre uygulanmayan bitkilerde, uygulanan tüm organik gübreler kontrole göre bitki boyunu artırmıştır (Çizelge 4.22 ve Şekil 4.44).

Ankara deneme alanında ise inorganik ve organik gübre uygulamalarının bitki boyuna etkisi istatistiki olarak önemli olmuş ancak İGxOG interaksiyonunun etkisi önemsiz olmuştur. Yapılan tüm organik gübre uygulamaları, soğanın bitki boyunu kontrole göre artırmıştır. İnorganik gübre uygulanmaması bitki boyunun azalmasına yol açmıştır (Çizelge 4.22 ve Şekil 4.45).



Şekil 4.45 Ankara deneme alanında organik ve inorganik gübre uygulamalarının soğan bitkisinde bitki boyuna etkileri

4.5.2 Soğan bitkisinin toplam yaprak sayısı

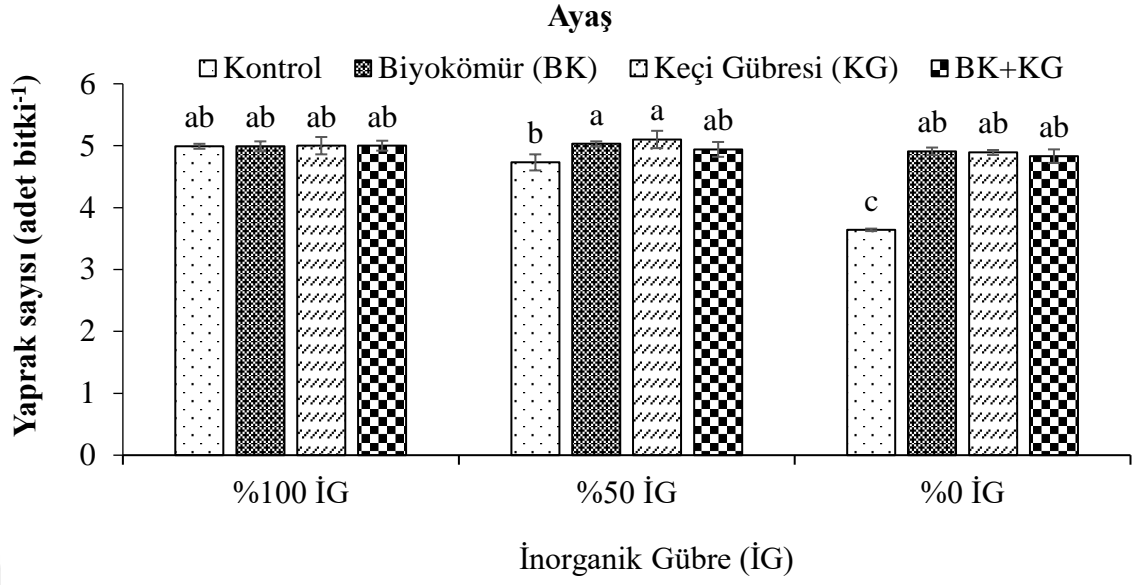
Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin soğan bitkisinin toplam yaprak sayısına etkileri çizelge 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.23 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisi toplam yaprak sayısına (adet bitki⁻¹) etkileri

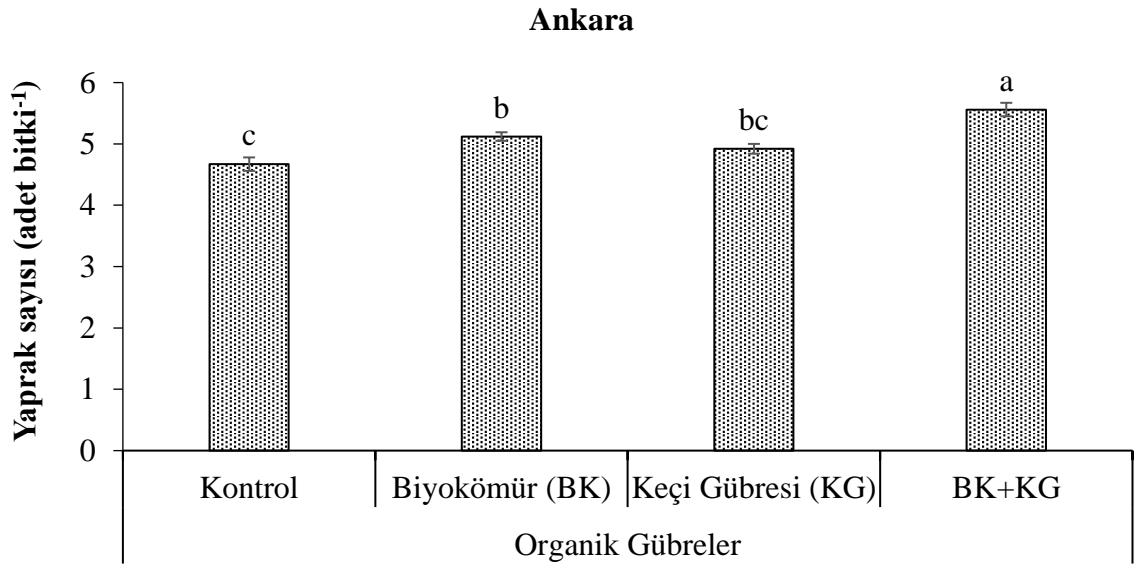
Ayaş				
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	4.99±0.04 ab	4.73±0.13 b	3.64±0.02 c	
Biyokömür (BK)	4.99±0.08 ab	5.03±0.04 a	4.91±0.06 ab	
Keçi Gübresi (KG)	5.00±0.14 ab	5.10±0.14 a	4.89±0.04 ab	
BK+KG	5.00±0.08 ab	4.94±0.12 ab	4.83±0.11 ab	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		25.23**	
	Organik Gübre (OG)		23.00**	
	İG x OG		11.98**	
Ankara				
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)			Ortalama
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	4.80±0.11	4.64±0.15	4.56±0.31	4.67±0.11 c
Biyokömür (BK)	4.91±0.16	5.24±0.09	5.20±0.08	5.12±0.07 b
Keçi Gübresi(KG)	4.95±0.15	4.85±0.14	4.96±0.17	4.92±0.08 bc
BK+KG	5.58±0.29	5.76±0.02	5.33±0.11	5.56±0.11 a
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		0.44 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)		15.34**	
	İG x OG		1.05 ^{öd}	

öd: önemli değil, **p<0.01

Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamaları ile bu uygulamaların interaksiyonunun soğan bitkisinin toplam yaprak sayısına etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. %100 inorganik gübre uygulamalarında, organik gübre uygulamaları toplam yaprak sayısını etkilememiş, %50 inorganik gübre uygulamalarında ise biyokömür ve keçi gübre uygulamaları yaprak sayısını artırmıştır. İnorganik gübre uygulanmayan bitkilerde, uygulanan tüm organik gübreler kontrole göre yaprak sayısını önemli düzeyde artırmıştır. İnorganik gübre uygulanmaması da yaprak sayısını azaltmıştır. İnorganik gübrenin yarı yarıya azaltılması yaprak sayısında önemli bir değişikliğe neden olmazken hiç uygulanmaması yaprak sayısının azalmasına yol açmış ancak organik gübre uygulamaları %100 inorganik gübre uygulamasındakine eşit yaprak sayısına ulaşılmasını sağlamıştır (Çizelge 4.23 ve Şekil 4.46).



Şekil 4.46 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam yaprak sayısına etkileri



Şekil 4.47 Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam yaprak sayısına etkileri

Ankara deneme alanında ise soğan bitkisinin yaprak sayısı üzerine inorganik gübre uygulamaları ile İGxOG interaksiyonunun etkisi önemsiz olmuş ancak organik gübre uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur. BK ve BK+KG uygulamalarıyla soğan bitkisinde yaprak sayısı kontrole göre önemli düzeyde artmıştır. En yüksek yaprak

sayısına biyokömür ve keçi gübresinin birlikte uygulandığı bitkilerde ulaşılmıştır (Çizelge 4.23 ve Şekil 4.47).

4.5.3 Soğan bitkisinin nispi klorofil miktarı

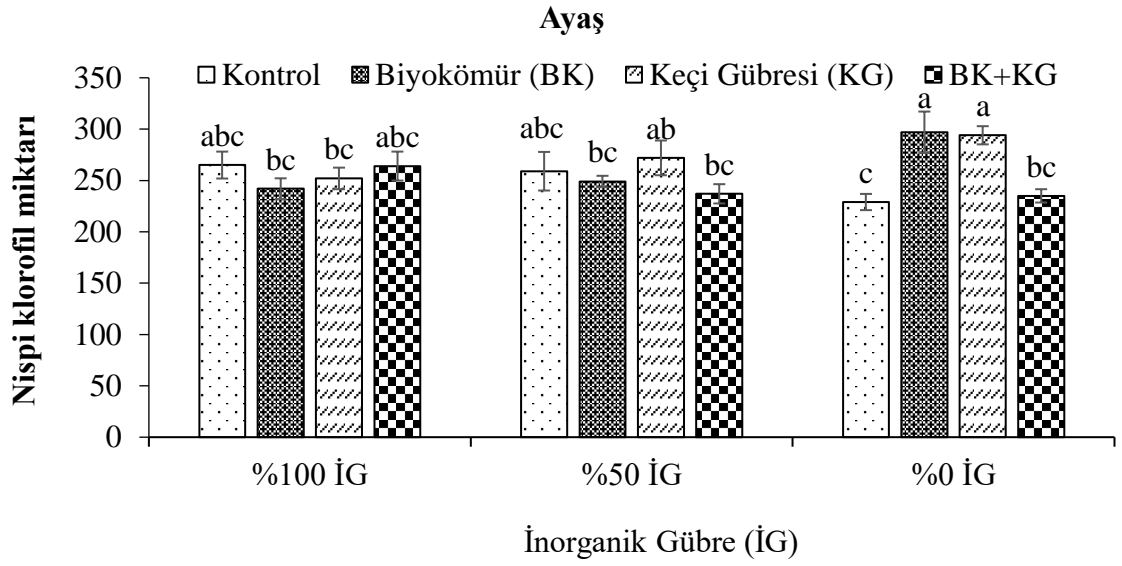
Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin soğan bitkisinin nispi klorofil miktarına etkileri çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.24 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin nispi klorofil miktarına etkileri

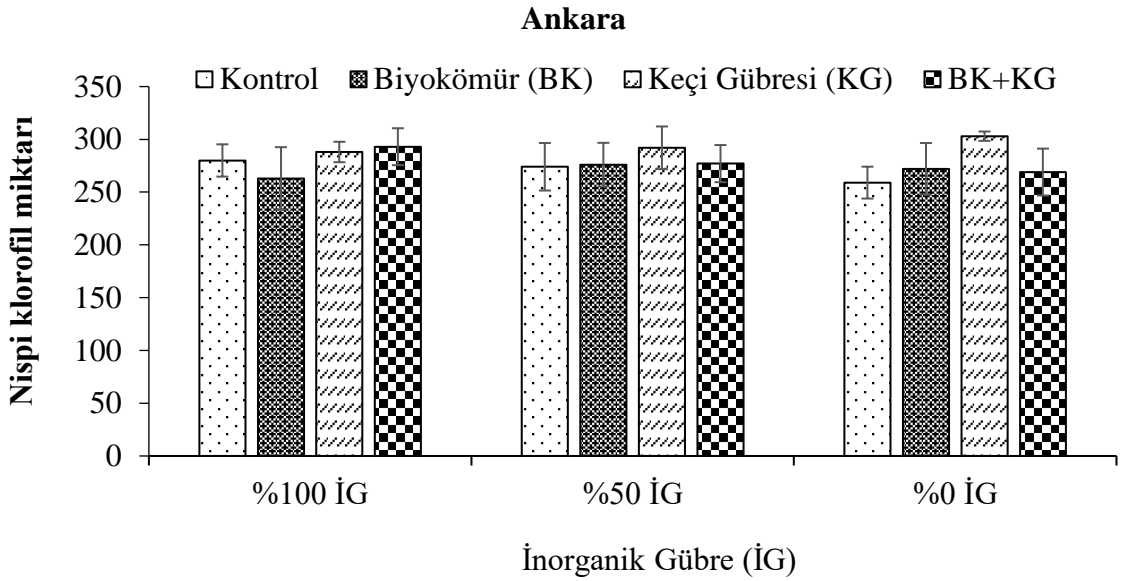
Ayaş			
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	265±13.1 abc	259±18.8 abc	229±7.90 c
Biyokömür (BK)	242±10.1 bc	249±5.54 bc	297±20.1 a
Keçi Gübresi (KG)	252±10.5 bc	272±16.9 ab	294±8.86 a
BK+KG	264±14.1 abc	237±9.39 bc	235±6.49 bc
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	0.65 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)	2.83 ^{öd}	
	İG x OG	3.91 ^{**}	
Ankara			
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	280±15.3	274±22.5	259±15.1
Biyokömür (BK)	263±29.6	276±20.7	272±24.5
Keçi Gübresi (KG)	288±9.70	292±20.2	303±4.44
BK+KG	293±17.5	277±17.6	269±22.2
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	0.08 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)	0.99 ^{öd}	
	İG x OG	0.30 ^{öd}	

öd: önemli değil, **, **p<0.01

Ayaş deneme alanında bitkilerin nispi klorofil miktarına inorganik ve organik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuş ancak İGxOG interaksiyonunun etkisi önemli olmuştur. %100 ve %50 inorganik gübre uygulamalarında, organik gübre uygulamaları nispi klorofil miktarını etkilememiş, inorganik gübre uygulanmayan bitkilerde ise BK ve KG kontrole göre nispi klorofil miktarını önemli düzeyde artırmıştır (Çizelge 4.24 ve Şekil 4.48).



Şekil 4.48 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin bitki nispi klorofil miktarına etkileri



Şekil 4.49 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin nispi klorofil miktarına etkileri

Ankara deneme alanında soğan bitkisi nispi klorofil miktarına uygulamaların etkisi önemsiz olmuş ve nispi klorofil miktarı uygulamalara göre 259-303 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.24 ve Şekil 4.49).

4.5.4 Soğan bitkisinin yaş ve kuru ağırlığı

Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin soğan bitkisinin yaş ve kuru ağırlığına etkileri sırasıyla çizelge 4.25 ve çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.25 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin yaş ağırlığına (g bitki⁻¹) etkileri

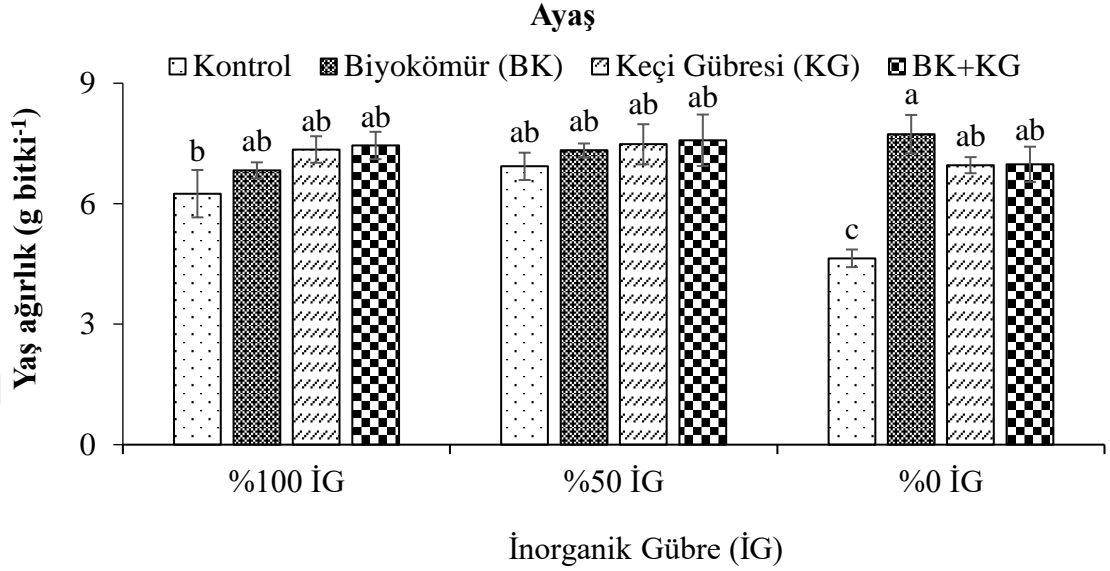
Organik Gübre	Ayaş		
	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	6.25±0.59 b	6.93±0.34 ab	4.64±0.22 c
Biyokömür (BK)	6.83±0.20 ab	7.33±0.17 ab	7.73±0.48 a
Keçi Gübresi (KG)	7.35±0.33 ab	7.48±0.50 ab	6.96±0.20 ab
BK+KG	7.45±0.34 ab	7.58±0.64 ab	6.98±0.44 ab
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		3.52*
	Organik Gübre (OG)		8.67**
	İG x OG		2.49*

Organik Gübre	Ankara			
	İnorganik Gübre (İG)			Ortalama
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	11.2±1.23	12.1 ±1.44	7.85±1.59	10.4±0.93 c
Biyokömür (BK)	12.2±0.86	13.8±1.26	13.4±1.10	13.1±0.60 b
Keçi Gübresi (KG)	12.7±0.94	13.5±1.48	14.1±0.86	13.4±0.61 b
BK+KG	19.3±2.85	20.3±1.39	16.5±2.03	18.7±1.24 a
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		1.68 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)		15.62**	
	İG x OG		0.88 ^{öd}	

öd: önemli değil, *p<0.05, **p<0.01

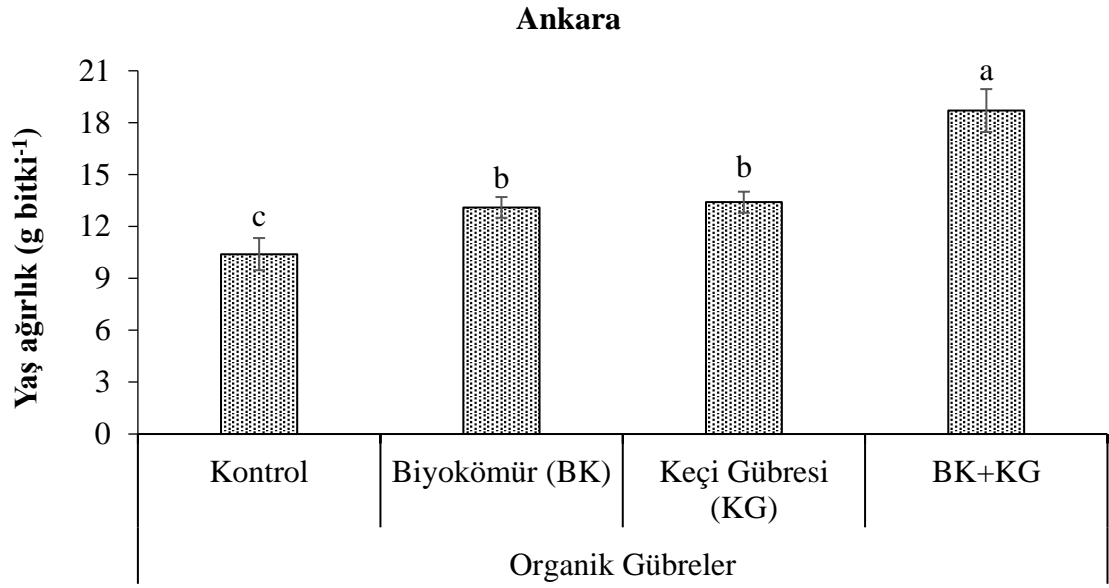
Ayaş deneme alanında soğan bitkisinin yaş ağırlığına inorganik ve organik gübre uygulamaları ile İGxOG interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. %100 ve %50 inorganik gübre uygulamalarında, organik gübre uygulamaları soğanın bitki yaş ağırlığını etkilememiş ya da aynı olmuş ancak inorganik gübre uygulanmayan bitkilerde, uygulanan tüm organik gübreler kontrole göre bitki yaş ağırlığını önemli düzeyde artırmış ve azaltılmış ya da tam inorganik gübre uygulanmış bitkilere özdeş bitki yaş ağırlığına ulaşılmasını sağlamıştır. Bitki yaş ağırlığını, inorganik gübrenin azaltılması etkilemezken hiç uygulanmaması azaltmıştır. İnorganik gübrenin azaltılması bitki yaş ağırlığını

değiştirmezken uygulanmaması bitki yaş ağırlığını azaltmıştır (Çizelge 4.25 ve Şekil 4.50).



Şekil 4.50 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin yaş ağırlığına etkileri

Çizelge 4.25’de görüldüğü üzere Ankara deneme alanında bitki yaş ağırlığına organik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli olmuş ancak inorganik gübre uygulamaları ve İGxOG interaksiyonunun etkisi önemsiz olmuştur. Yapılan tüm organik gübre uygulamaları, soğanın bitki yaş ağırlığını kontrole göre artırmıştır. En yüksek yaş ağırlığın biyokömür ve keçi gübresinin birlikte uygulandığı bitkilerden elde edildiği görülmüştür (Çizelge 4.25 ve Şekil 4.51).



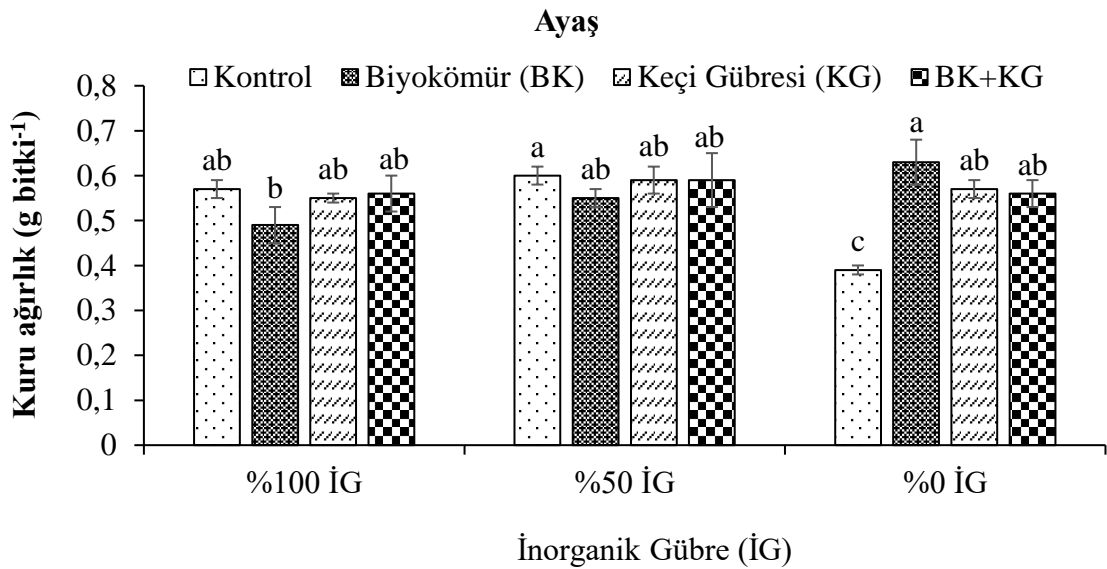
Şekil 4.51 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin yaş ağırlığına etkileri

Çizelge 4.26 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin kuru ağırlığına (g bitki⁻¹) etkileri

Ayaş				
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	0.57±0.02 ab	0.60±0.02 a	0.39±0.01 c	
Biyokömür (BK)	0.49±0.04 b	0.55±0.02 ab	0.63±0.05 a	
Keçi Gübresi (KG)	0.55±0.01 ab	0.59±0.03 ab	0.57±0.02 ab	
BK+KG	0.56±0.04 ab	0.59±0.06 ab	0.56±0.03 ab	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		2.52 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)		1.53 ^{öd}	
	İG x OG		5.08 ^{**}	
Ankara				
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)			Ortalama
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	1.01±0.08	1.11±0.11	0.71±0.12	0.94±0.08 c
Biyokömür (BK)	1.15±0.07	1.23±0.09	1.23±0.09	1.20±0.05 b
Keçi Gübresi (KG)	1.23±0.10	1.30±0.09	1.28±0.07	1.27±0.05 b
BK+KG	1.54±0.23	1.78±0.11	1.34±0.12	1.55±0.10 a
Ortalama	1.23±0.08 ab	1.36±0.08 a	1.14±0.08 b	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		3.60 [*]	
	Organik Gübre (OG)		14.56 ^{**}	
	İG x OG		1.27 ^{öd}	

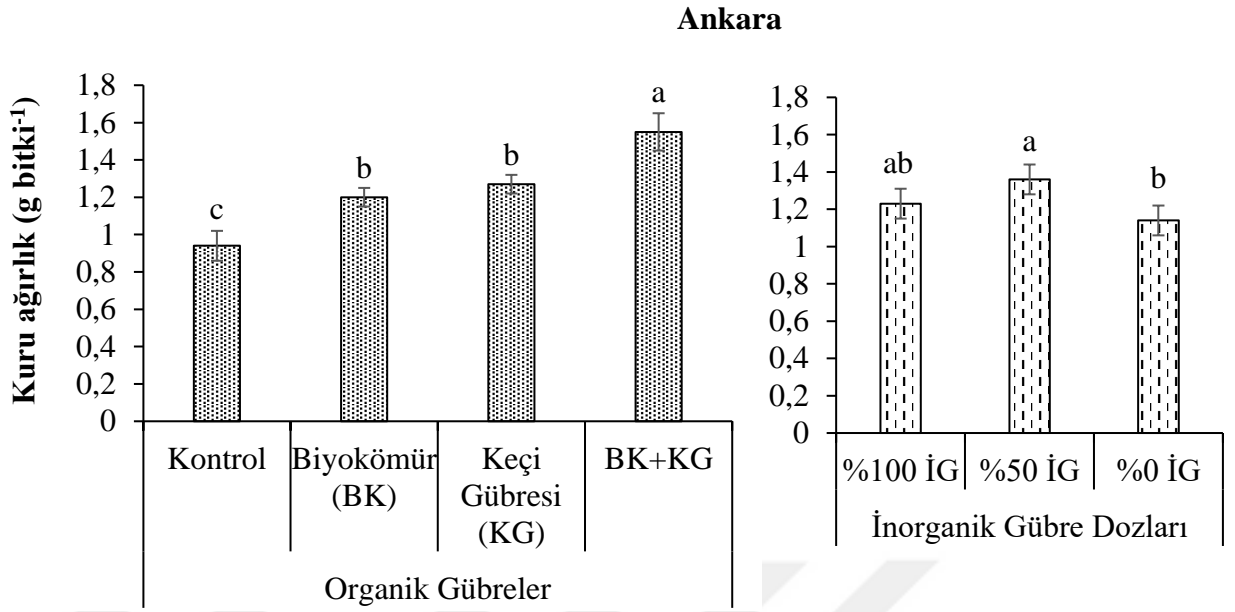
öd: önemli değil, *p<0.05, **p<0.01

Çizelge 4.26’da görüldüğü üzere Ayaş deneme alanında soğan bitkisinin kuru ağırlığı üzerine inorganik gübre uygulamaları ile organik gübre uygulamalarının etkisi önemsiz olmuş ancak İGxOG interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur. %100 ve %50 inorganik gübre uygulamalarında, organik gübre uygulamaları soğan bitkisinin kuru ağırlığını etkilememiş ancak inorganik gübre uygulanmayan bitkilerde, uygulanan tüm organik gübreler kontrole göre bitki kuru ağırlığını önemli düzeyde artırmıştır. İnorganik gübrenin azaltılması bitkinin kuru ağırlığında önemli sayılabilecek bir değişikliğe neden olmamış ancak inorganik gübrenin hiç uygulanmaması bitki kuru ağırlığının azalmasına yol açmıştır (Çizelge 4.26, Şekil 4.52).



Şekil 4.52 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin kuru ağırlığına etkileri

Ankara deneme alanında soğan bitkisinin kuru ağırlığı üzerine inorganik gübre uygulamaları ile organik gübre uygulamalarının etkisi önemli olmuş ancak İGxOG interaksiyonunun etkisi önemsiz olmuştur. Uygulanan tüm organik gübreler bitki kuru ağırlığını kontrole göre önemli düzeyde artırmıştır. En yüksek bitki kuru ağırlığına keçi gübresi ile biyokömürün birlikte uygulanmasıyla ulaşılmıştır. İnorganik gübre uygulamalarına bakıldığında ise inorganik gübreyi %50 azaltmanın bitki kuru ağırlığını etkilemediği ancak hiç inorganik gübre uygulanmamasının bitki kuru ağırlığını azalttığı görülmüştür (Çizelge 4.26 ve Şekil 4.53).



Şekil 4.53 Ankara deneme alanında organik ve inorganik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin kuru ağırlığına etkileri

4.5.5 Soğan bitkisinin toplam verimi

Çizelge 4.27’de Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin soğan bitkisinin toplam verimine etkileri verilmiştir.

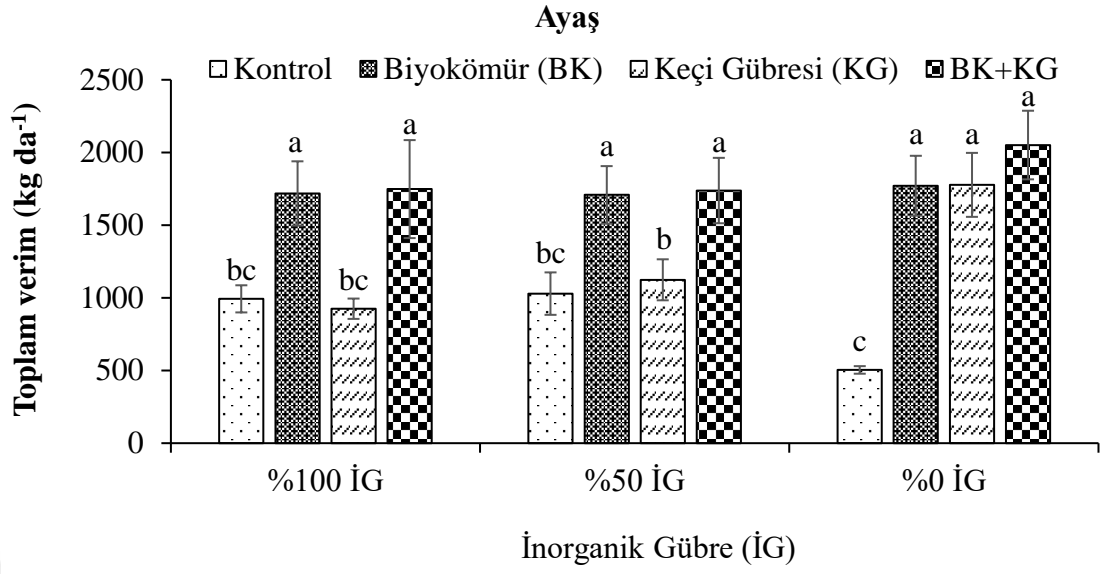
Çizelge 4.27’de görüldüğü üzere Ayaş deneme alanında toplam verime organik gübre uygulamaları ile İGxOG interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemli olmuş ancak inorganik gübre uygulamalarının etkisi önemsiz olmuştur. Tam inorganik gübre (%100 İG) ve yarı yarıya azaltılmış (%50 İG) inorganik gübre uygulamalarında, BK ve BK+KG uygulamaları toplam verimi önemli düzeyde artırmıştır. İnorganik gübre uygulanmayan bitkilerde ise tüm organik gübreler kontrole göre toplam verimi artırmıştır. İnorganik gübrenin kısılması ya da hiç uygulanmaması tam inorganik gübre uygulamasına göre toplam verimde önemli sayılabilecek bir değişiklik yaratmamıştır (Çizelge 4.27 ve Şekil 4.54).

Çizelge 4.27 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisi toplam verimine (kg da⁻¹) etkileri

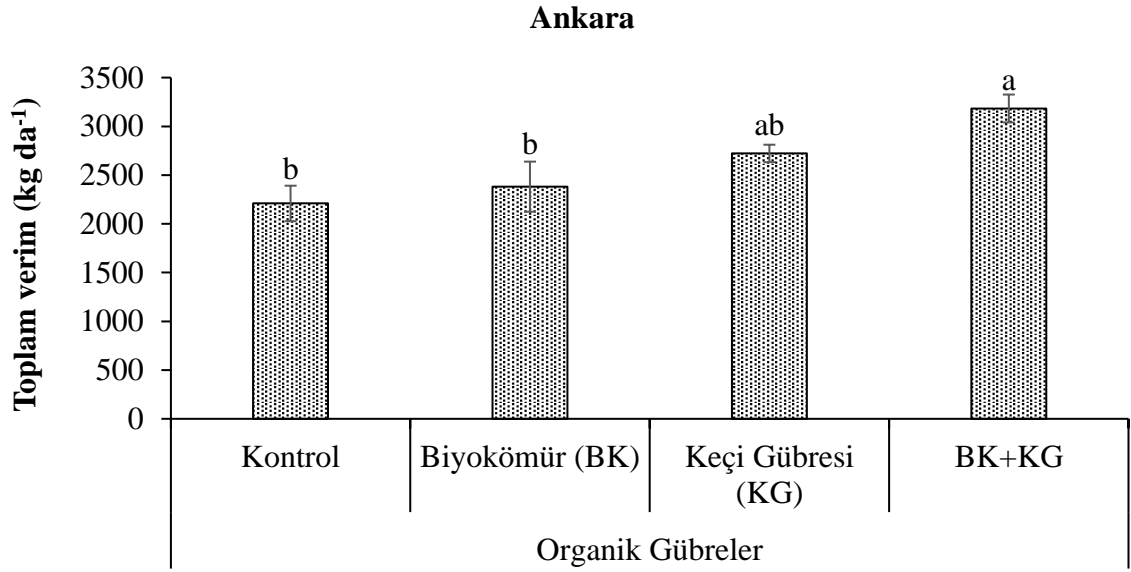
Organik Gübre	Ayaş			Ortalama
	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	993±93.3 bc	1029±146 bc	504±26.1 c	
Biyokömür (BK)	1718±221 a	1708±198 a	1771±206 a	
Keçi Gübresi (KG)	925±69.9 bc	1124±141 b	1777±220 a	
BK+KG	1748±337 a	1738±225 a	2051±236 a	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		0.90 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)		16.77**	
	İG x OG		2.50*	
Organik Gübre	Ankara			Ortalama
	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	2448±255	2530±249	1649±284	2209±182 b
Biyokömür (BK)	2645±495	2251±415	2247±508	2381±257 b
Keçi Gübresi (KG)	2939±219	2595±77.3	2633±103	2722±89.5 ab
BK+KG	2963±224	3321±203	3265±330	3183±143 a
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		1.02 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)		5.78**	
	İG x OG		0.92 ^{öd}	

öd: önemli değil, *p<0.05, **p<0.01

Ankara deneme alanında, inorganik gübre uygulamaları ile İGxOG interaksyonunun toplam verime etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur. Organik gübre uygulamalarının etkisi ise istatistiki olarak önemli olmuştur. Biyokömür ve keçi gübresinin birlikte uygulanmasıyla toplam verim önemli düzeyde artış göstermiştir. Tek başına biyokömür ve keçi gübresi uygulamalarında ise toplam verim kontrolle aynı olmuştur (Çizelge 4.27 ve Şekil 4.55).



Şekil 4.54 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam verimine etkileri



Şekil 4.55 Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam verimine etkileri

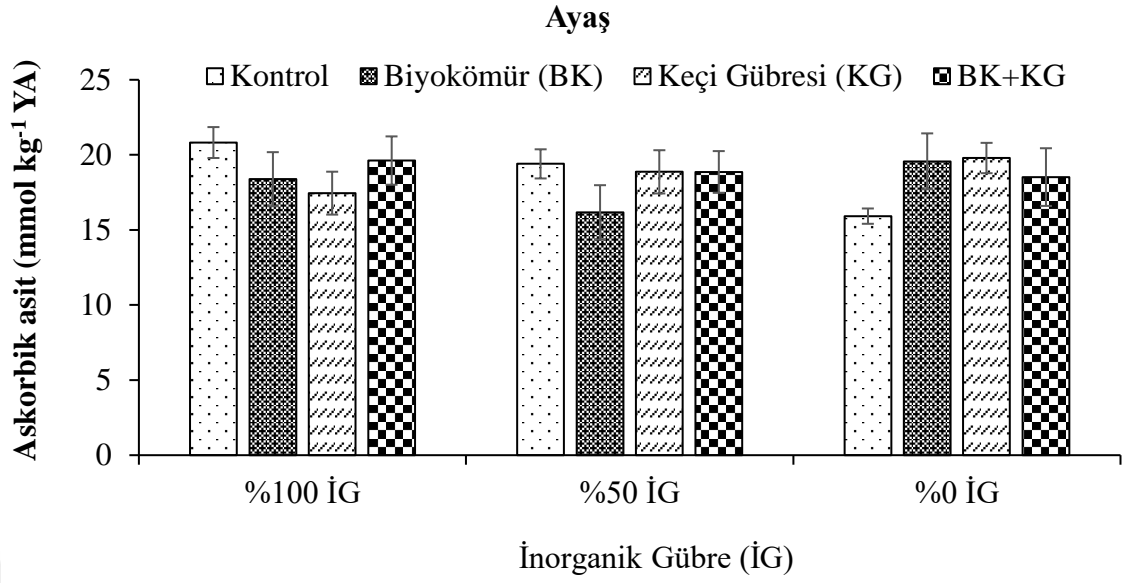
4.5.6 Soğan bitkisinin askorbik asit (vitamin C) içeriği

Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin soğan bitkisinin askorbik asit içeriğine etkileri çizelge 4.28, şekil 4.56 ve şekil 4.57’de verilmiştir.

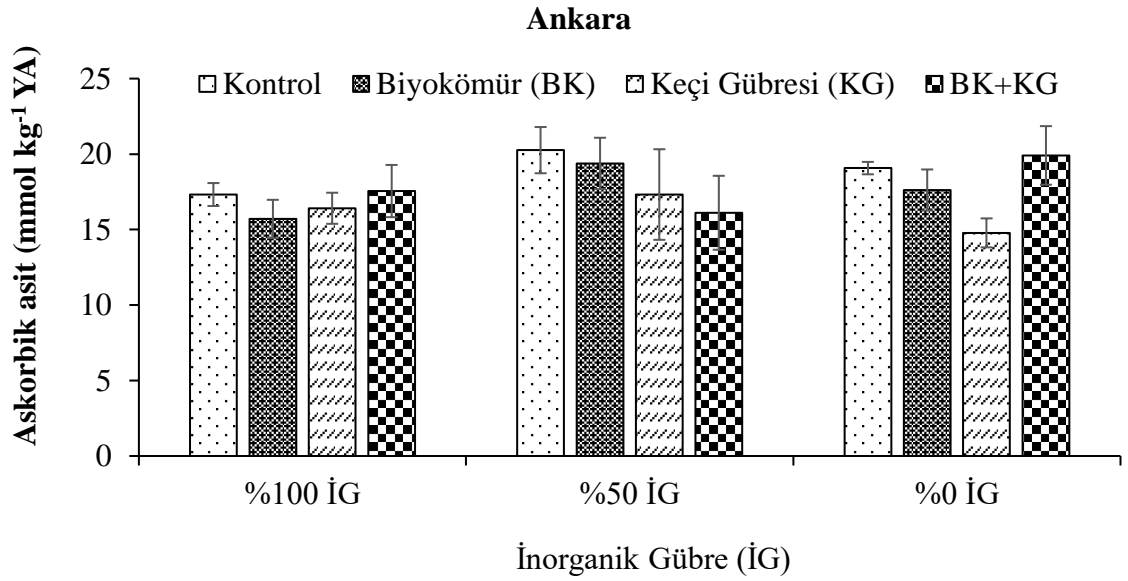
Çizelge 4.28 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin askorbik asit içeriğine (mmol kg^{-1} YA) etkileri

Ayaş			
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	20.82±1.03	19.40±0.97	15.92±0.51
Biyokömür (BK)	18.38±1.80	16.17±1.81	19.57±1.86
Keçi Gübresi (KG)	17.45±1.43	18.87±1.44	19.79±1.01
BK+KG	19.62±1.61	18.86±1.39	18.52±1.92
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	0.30 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)	0.23 ^{öd}	
	İG x OG	1.63 ^{öd}	
Ankara			
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	17.32±0.76	20.26±1.53	19.07±0.41
Biyokömür (BK)	15.70±1.27	19.38±1.70	17.62±1.36
Keçi Gübresi (KG)	16.41±1.03	17.32±3.00	14.78±0.96
BK+KG	17.55±1.73	16.11±2.45	19.91±1.94
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	0.90 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)	1.36 ^{öd}	
	İG x OG	1.02 ^{öd}	

öd: önemli değil



Şekil 4.56 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin askorbik asit içeriğine etkileri



Şekil 4.57 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin askorbik asit içeriğine etkileri

Ayaş ve Ankara deneme alanlarında çizelge 4.28'den görüldüğü üzere soğan bitkisi askorbik asit içeriğine uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur. Soğan bitkisi askorbik asit içeriği Ayaş'da 15.92-20.82 mmol kg⁻¹ YA arasında (Çizelge 4.28 ve

Şekil 4.56) ve Ankara’da ise 15.70-20.26 mmol kg⁻¹ YA arasında (Çizelge 4.28 ve Şekil 4.57) değişim göstermiştir.

4.5.7 Soğan bitkisinin toplam azot (N) içeriği

İnorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam N içeriğine etkisi Ayaş ve Ankara deneme alanları için çizelge 4.29’da verilmiştir.

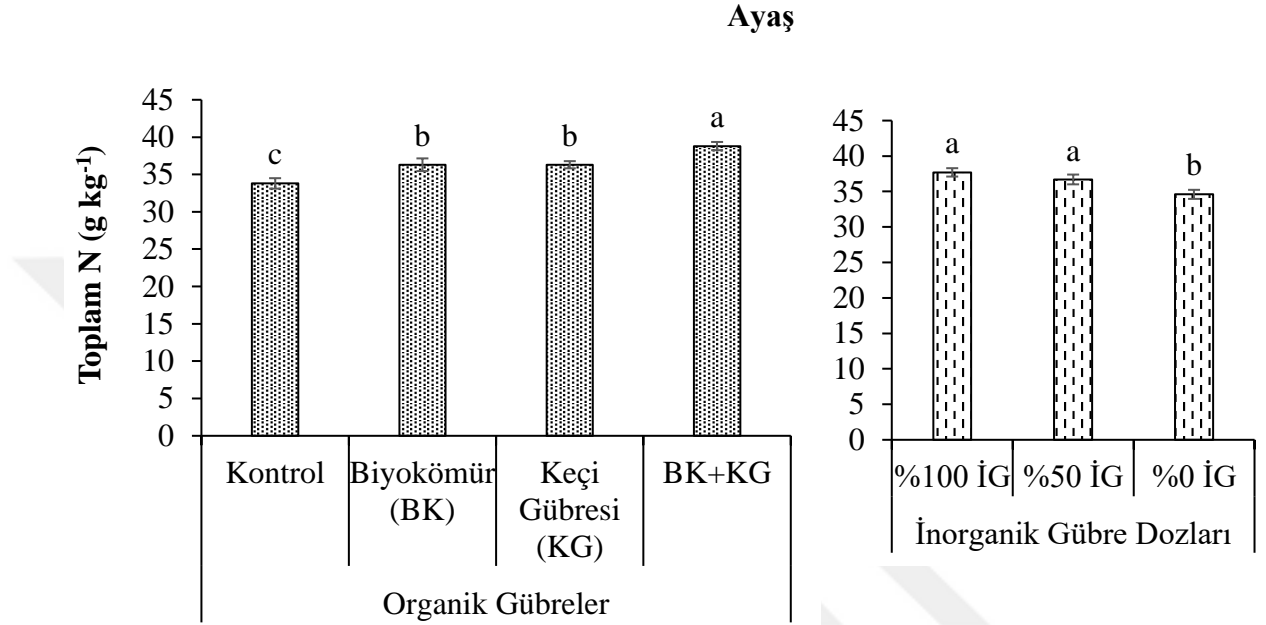
Çizelge 4.29 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam azot içeriğine (g kg⁻¹) etkileri

Organik Gübre	Ayaş			Ortalama
	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	35.5±1.38	33.2±1.37	32.8±0.30	33.8±0.70 c
Biyokömür (BK)	38.1±0.54	37.9±0.62	32.8±1.16	36.3±0.85 b
Keçi Gübresi (KG)	37.2±0.70	37.3±0.24	34.5±0.51	36.3±0.48 b
BK+KG	40.0±0.91	38.2±1.30	38.3±0.38	38.8±0.55 a
Ortalama	37.7±0.59 a	36.7±0.69 a	34.6±0.64 b	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		12.81**	
	Organik Gübre (OG)		15.98**	
	İG x OG		2.03 ^{öd}	
Organik Gübre	Ankara			Ortalama
	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	27.0±1.57	23.2±1.57	21.5±0.72	23.9±0.99 c
Biyokömür (BK)	27.0±0.72	25.8±0.90	25.7±0.56	26.2±0.42 b
Keçi Gübresi (KG)	26.4±1.07	23.0±0.70	23.3±0.86	24.2±0.66 bc
BK+KG	35.3±1.35	34.4±3.03	30.9±0.26	33.5±1.15 a
Ortalama	28.9±1.10 a	26.6±1.44 b	25.4±0.95 b	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		7.67**	
	Organik Gübre (OG)		35.24**	
	İG x OG		0.83 ^{öd}	

öd: önemli değil, *p<0.05, **p<0.01

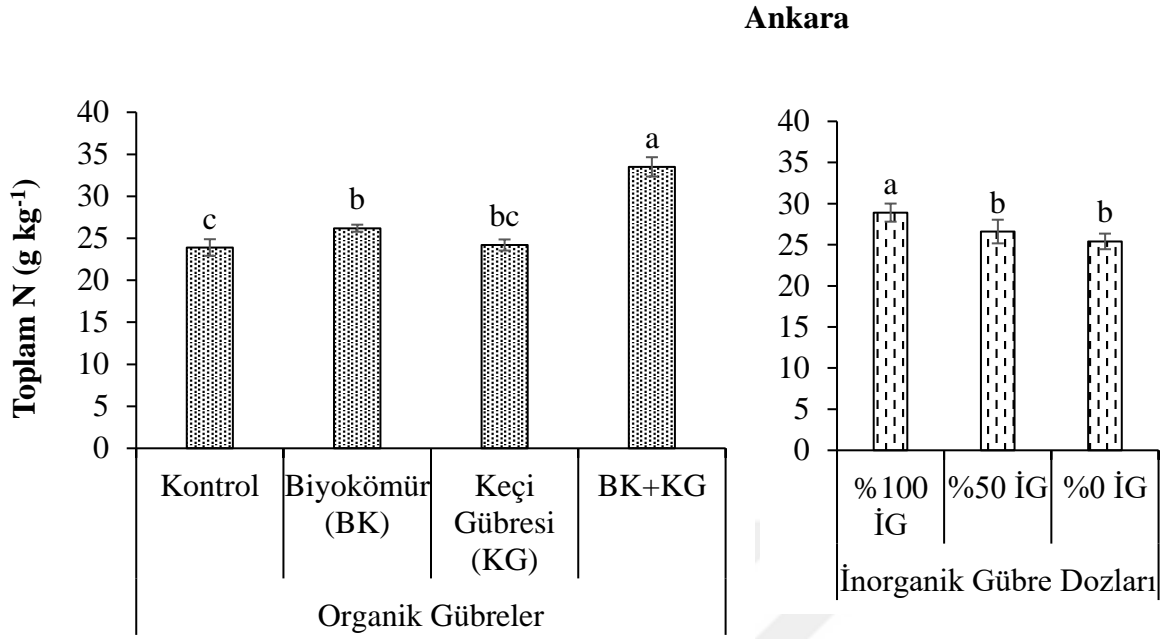
Ayaş deneme alanında soğan bitkisinin toplam N içeriğine inorganik gübre uygulamaları ile organik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli olmuş ancak interaksyonun etkisi önemsiz olmuştur. Toplam N içeriği inorganik gübrenin

azaltılmasından etkilenmemiş ancak inorganik gübre hiç uygulanmadığında azalış göstermiştir. Organik gübre uygulamalarına bakıldığında ise bütün uygulamaların N içeriğini önemli düzeyde artırdığı ve en yüksek N içeriğinin BK+KG uygulamasında olduğu görülmüştür (Çizelge 4.29 ve Şekil 4.58).



Şekil 4.58 Ayaş deneme alanında organik ve inorganik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam azot içeriğine etkileri

Ankara deneme alanında soğan bitkisinin toplam N içeriğine inorganik gübre ve organik gübre uygulamalarının bireysel etkileri istatistiki olarak önemli olmuştur. İnorganik gübrenin azaltılması ya da hiç uygulanmamasının bitki toplam N içeriğini azalttığı görülmüştür. Organik gübre uygulamalarına bakıldığında ise BK ve BK+KG uygulamaları ile soğan bitkisi toplam N içeriğinin kontrole göre arttığı görülmüştür (Çizelge 4.29 ve Şekil 4.59).



Şekil 4.59 Ankara deneme alanında organik ve inorganik gübre dozları uygulamalarının soğan bitkisinin toplam azot içeriğine etkileri

4.5.8 Soğan bitkisinin toplam fosfor (P) içeriği

İnorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam P içeriğine etkisi Ayaş ve Ankara deneme alanları için çizelge 4.30'da verilmiştir.

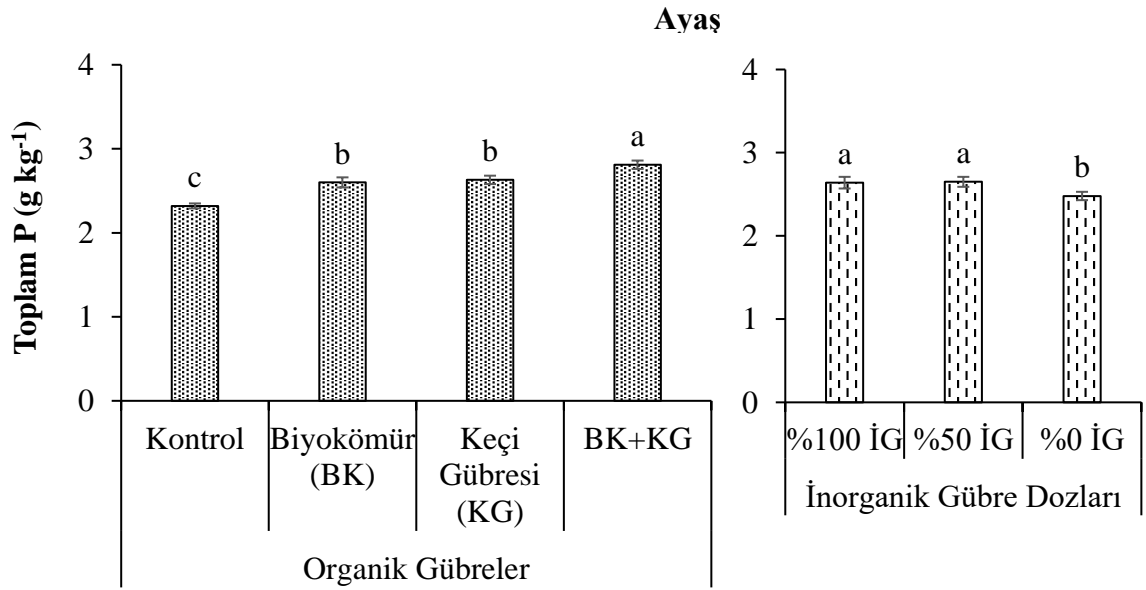
Ayaş'da soğan bitkisinin toplam P içeriğine inorganik gübre uygulamaları ile organik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli olmuş ancak interaksyonun etkisi önemsiz olmuştur. İnorganik gübrenin azaltılması bitki P içeriğinde önemli bir değişiklik yaratmazken hiç uygulanmaması bitki toplam P içeriğini azaltmıştır. Tüm organik gübre uygulamaları toplam P'ü kontrole göre önemli düzeyde artırmıştır. En yüksek bitki toplam P içeriğinin BK+KG uygulamasında gerçekleştiği görülmüştür (Çizelge 4.30 ve Şekil 4.60).

Çizelge 4.30 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam fosfor içeriğine (g kg⁻¹) etkileri

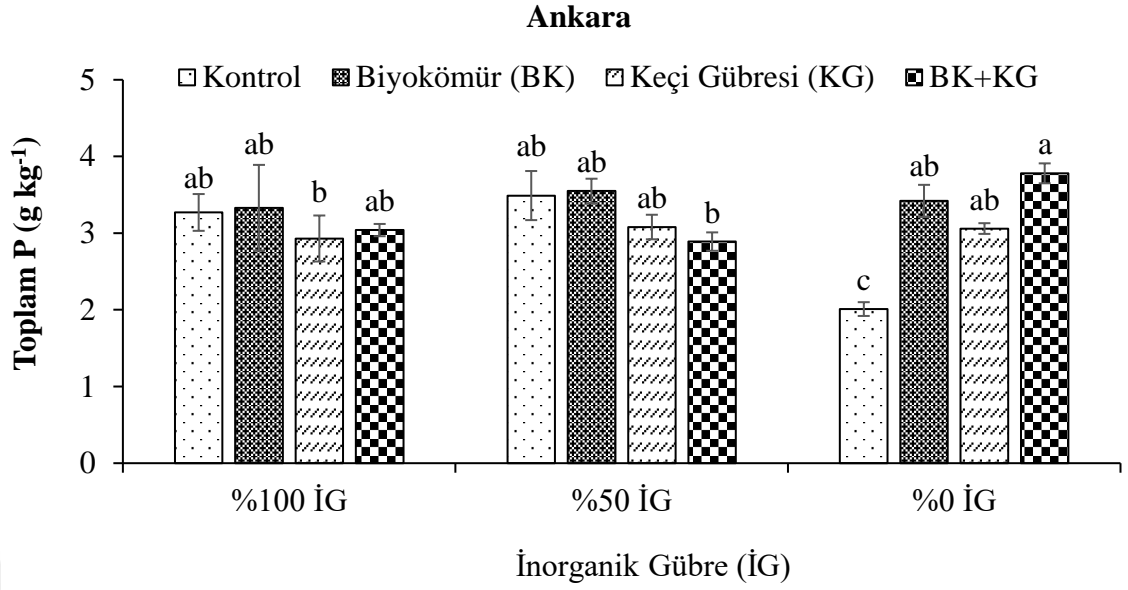
Organik Gübre	Ayaş			Ortalama
	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	2.34±0.08	2.36±0.06	2.25±0.02	2.32±0.03 c
Biyokömür (BK)	2.59±0.08	2.72±0.12	2.48±0.08	2.60±0.06 b
Keçi Gübresi (KG)	2.70±0.11	2.63±0.08	2.55±0.04	2.63±0.05 b
BK+KG	2.91±0.09	2.87±0.05	2.65±0.07	2.81±0.05 a
Ortalama	2.64±0.07 a	2.65±0.06 a	2.48±0.05 b	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		5.42 **	
	Organik Gübre (OG)		19.41**	
	İG x OG		0.55 öd	

Organik Gübre	Ankara			Ortalama
	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	3.27±0.24 ab	3.49±0.32 ab	2.01±0.09 c	
Biyokömür (BK)	3.33±0.56 ab	3.55±0.16 ab	3.42±0.21 ab	
Keçi Gübresi (KG)	2.93±0.30 b	3.08±0.16 ab	3.06±0.07 ab	
BK+KG	3.04±0.08 ab	2.89±0.12 b	3.78±0.13 a	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		1.07 öd	
	Organik Gübre (OG)		2.15 öd	
	İG x OG		3.10 *	

öd: önemli değil, *p<0.05, **p<0.01



Şekil 4.60 Ayaş deneme alanında organik ve inorganik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam fosfor içeriğine etkileri



Şekil 4.61 Ankara deneme alanında organik ve inorganik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam fosfor içeriğine etkileri

Ankara’da bitki toplam P içeriğine inorganik ve organik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemsiz olurken interaksiyon etkisi önemli olmuştur. İnorganik gübrenin azaltılması bitki P içeriğinde önemli bir değişiklik yaratmazken hiç uygulanmaması bitki P içeriğini azaltmıştır. Hiç inorganik gübre uygulanmayan bitkilere organik gübre uygulandığında bitki P içeriğinin arttığı gözlenmiştir (Çizelge 4.30 ve Şekil 4.61).

4.5.9 Soğan bitkisinin toplam potasyum (K) içeriği

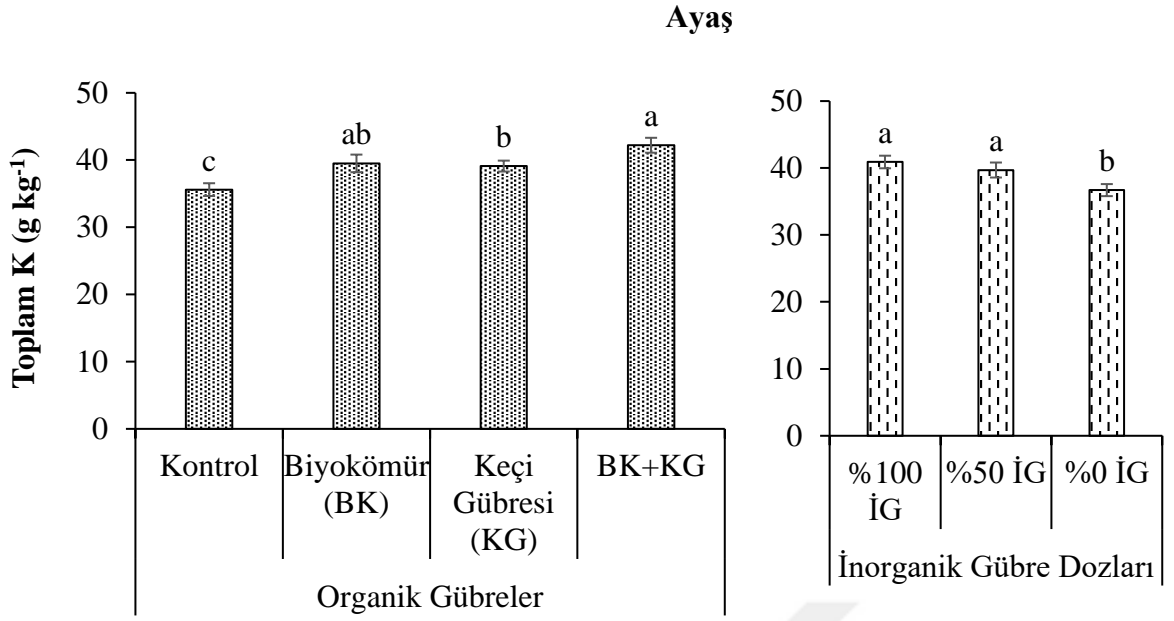
İnorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam K içeriğine etkisi Ayaş ve Ankara deneme alanları için çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam potasyum içeriğine (g kg⁻¹) etkileri

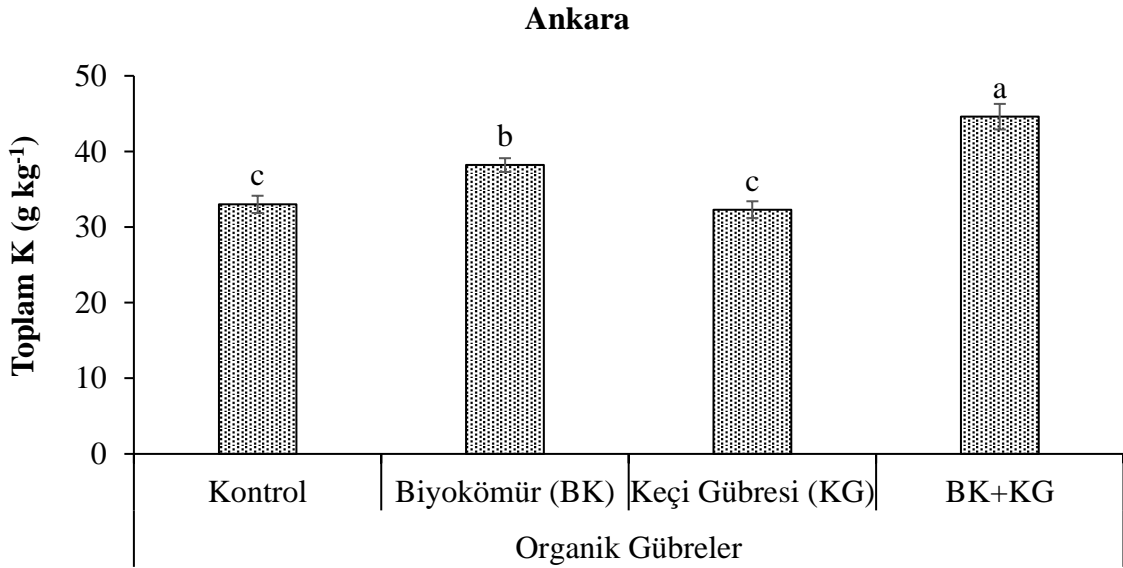
Organik Gübre	Ayaş			Ortalama
	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	37.8±1.25	34.9±1.76	34.1±1.63	35.6±0.95 c
Biyokömür (BK)	40.3±2.04	42.3±2.08	36.0±1.88	39.5±1.31 ab
Keçi Gübresi (KG)	40.8±0.87	40.3±1.04	36.1±0.95	39.1±0.81 b
BK+KG	44.8±1.67	41.2±2.42	40.6±1.23	42.2±1.11 a
Ortalama	40.9±0.94 a	39.7±1.12 a	36.7±0.90 b	
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		7.02 **	
	Organik Gübre (OG)		8.26 **	
	İG x OG		0.89 öd	
Organik Gübre	Ankara			Ortalama
	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	36.5±1.79	33.4±0.87	29.2±1.20	33.0±1.14 c
Biyokömür (BK)	36.9±0.95	38.5±2.52	39.3±0.89	38.2±0.91 b
Keçi Gübresi (KG)	34.8±2.85	31.2±1.11	31.0±1.04	32.3±1.11 c
BK+KG	45.3±3.05	45.7±3.33	42.9±3.06	44.6±1.69 a
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		1.72 öd	
	Organik Gübre (OG)		21.7 **	
	İG x OG		1.04 öd	

öd: önemli değil, **p<0.01

Ayaş deneme alanında bitki toplam K içeriğine inorganik gübre uygulamaları ile organik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli olmuş ancak interaksiyon etkisi önemsiz olmuştur. İnorganik gübrenin yarı yarıya azaltılması bitki toplam K içeriğinde önemli bir değişiklik yaratmazken hiç uygulanmaması bitki toplam K içeriğini azaltmıştır. Organik gübre uygulamaları ise bitki toplam K içeriğini önemli düzeyde artırmıştır (Çizelge 4.31 ve Şekil 62).



Şekil 4.62 Ayaş deneme alanında organik ve inorganik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam potasyum içeriğine etkileri



Şekil 4.63 Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam potasyum içeriğine etkileri

Çizelge 4.31’de görüldüğü üzere soğan bitkisinin toplam potasyum içeriğine inorganik gübre uygulamaları ile İGxOG interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz olmuş ancak organik gübre uygulamalarının etkisi önemli olmuştur. Uygulanan BK ve BK+KG, soğan bitkisinin toplam K içeriğini kontrole göre istatistiksel olarak önemli düzeyde

artırmıştır. En yüksek toplam K içeriğinin biyokömür ve keçi gübresinin birlikte uygulandığı bitkilerde gerçekleştiği görülmüştür (Çizelge 4.31 ve Şekil 4.63).

4.5.10 Soğan bitkisinin toplam kalsiyum (Ca) içeriği

İnorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam Ca içeriğine etkisi Ayaş ve Ankara deneme alanları için çizelge 4.32’de verilmiştir.

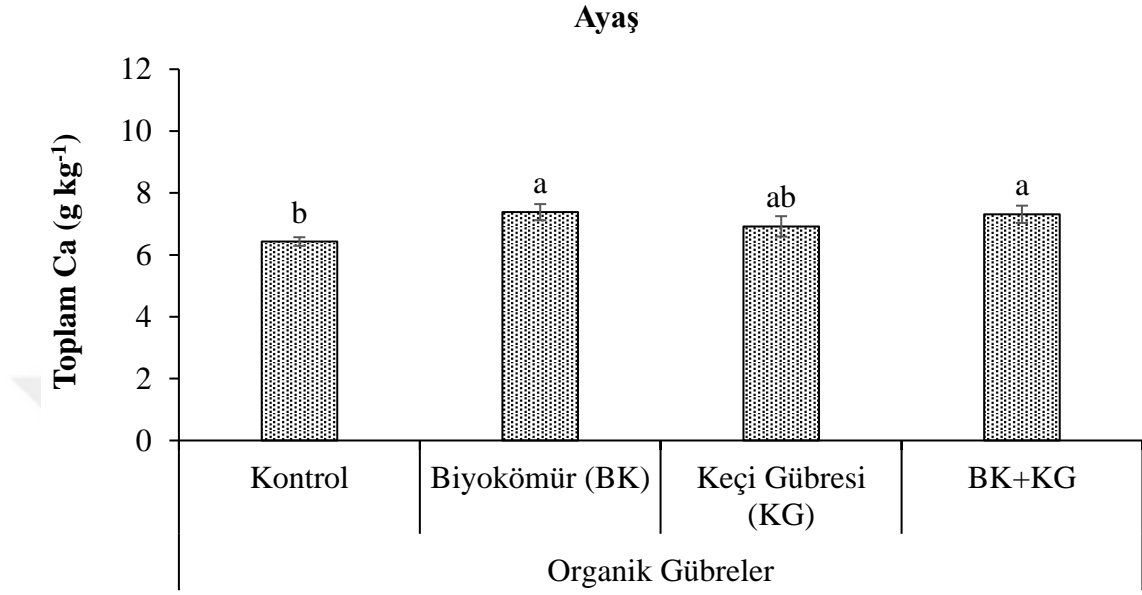
Çizelge 4.32 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam kalsiyum içeriğine (g kg^{-1}) etkileri

Organik Gübre	Ayaş			Ortalama
	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	6.35±0.19	6.74±0.36	6.19±0.09	6.43±0.14 b
Biyokömür (BK)	7.56±0.29	7.19±0.45	7.39±0.55	7.38±0.26 a
Keçi Gübresi (KG)	7.46±0.49	7.06±0.65	6.24±0.56	6.92±0.33 ab
BK+KG	7.17±0.35	6.74±0.69	8.02±0.07	7.31±0.28 a
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		0.25 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)		2.94*	
	İG x OG		1.50 ^{öd}	
Organik Gübre	Ankara			Ortalama
	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	7.94±0.45	8.21±0.89	5.25±0.47	7.13±0.52 c
Biyokömür (BK)	9.60±0.53	9.00±0.50	8.36±0.99	8.99±0.40 b
Keçi Gübresi (KG)	7.31±0.87	7.51±0.53	7.71±0.32	7.51±0.33 c
BK+KG	11.2±1.11	10.5±0.67	10.1±0.64	10.6±0.46 a
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		3.01 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)		15.16**	
	İG x OG		1.27 ^{öd}	

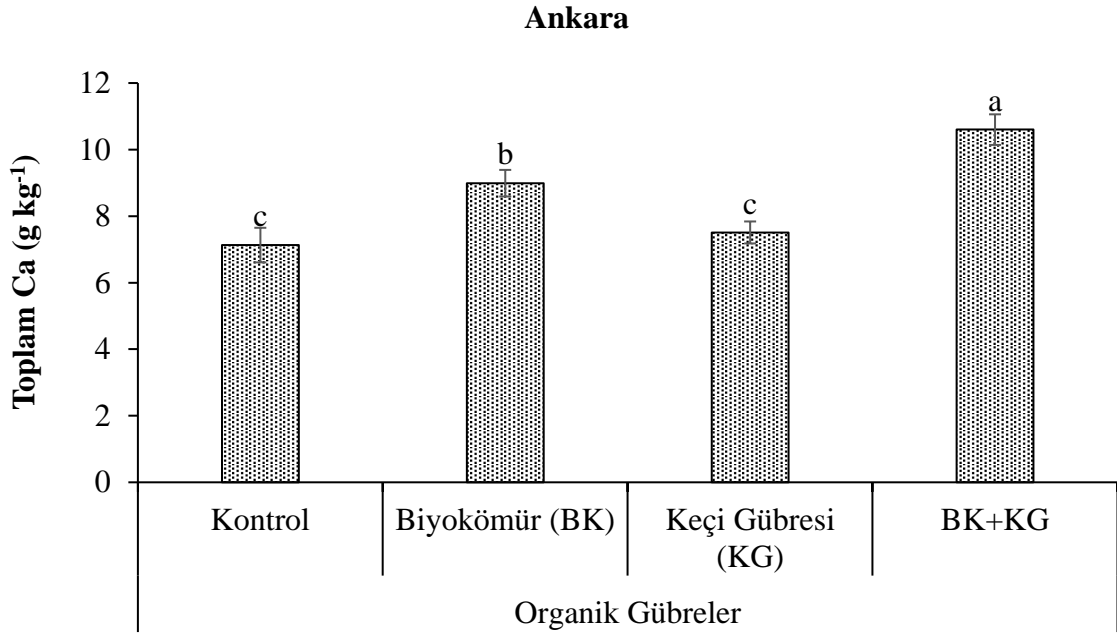
öd: önemli değil, *p<0.05, **p<0.01

Çizelge 4.32’de görüldüğü üzere hem Ayaş hem de Ankara deneme alanlarında soğan bitkisinin toplam Ca içeriğine organik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli olmuş ancak inorganik gübre uygulamaları ve İGxOG interaksyonunun etkisi önemsiz olmuştur. Hem Ayaş ve hem de Ankara’da biyokömürün yalnız ve keçi

gübresiyle birlikte uygulandığı bitkilerde bitki toplam Ca içeriğinin kontrolden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.32, Şekil 4.64 ve Şekil 4.65).



Şekil 4.64 Ayaş deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam kalsiyum içeriğine etkileri



Şekil 4.65 Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam kalsiyum içeriğine etkileri

4.5.11 Soğan bitkisinin toplam magnezyum (Mg) içeriği

İnorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam Mg içeriğine etkisi Ayaş ve Ankara deneme alanları için çizelge 4.33’de verilmiştir.

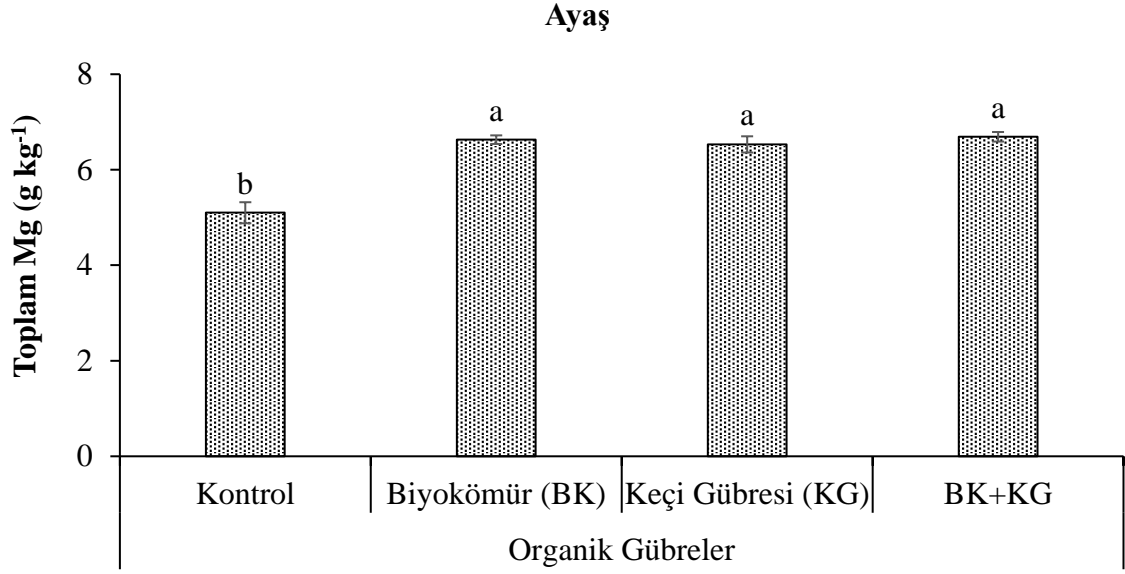
Çizelge 4.33 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam magnezyum içeriğine (g kg^{-1}) etkileri

Organik Gübre	Ayaş			Ortalama
	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	4.76±0.52	4.80±0.18	5.74±0.10	5.10±0.22 b
Biyokömür (BK)	6.75±0.11	6.40±0.14	6.75±0.20	6.63±0.09 a
Keçi Gübresi (KG)	6.68±0.26	6.46±0.14	6.44±0.23	6.53±0.17 a
BK+KG	6.70±0.14	6.83±0.24	6.52±0.15	6.69±0.10 a
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		1.15 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)		33.7**	
	İG x OG		2.15 ^{öd}	
Organik Gübre	Ankara			Ortalama
	İnorganik Gübre (İG)			
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	3.96±0.25	3.63±0.12	3.24±0.26	3.61±0.15 b
Biyokömür (BK)	3.84±0.12	3.92±0.09	3.77±0.07	3.84±0.05 b
Keçi Gübresi (KG)	3.01±0.12	3.10±0.25	3.11±0.16	3.08±0.10 c
BK+KG	4.26±0.23	4.24±0.30	4.12±0.25	4.21±0.14 a
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		1.12 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)		16.08**	
	İG x OG		0.76 ^{öd}	

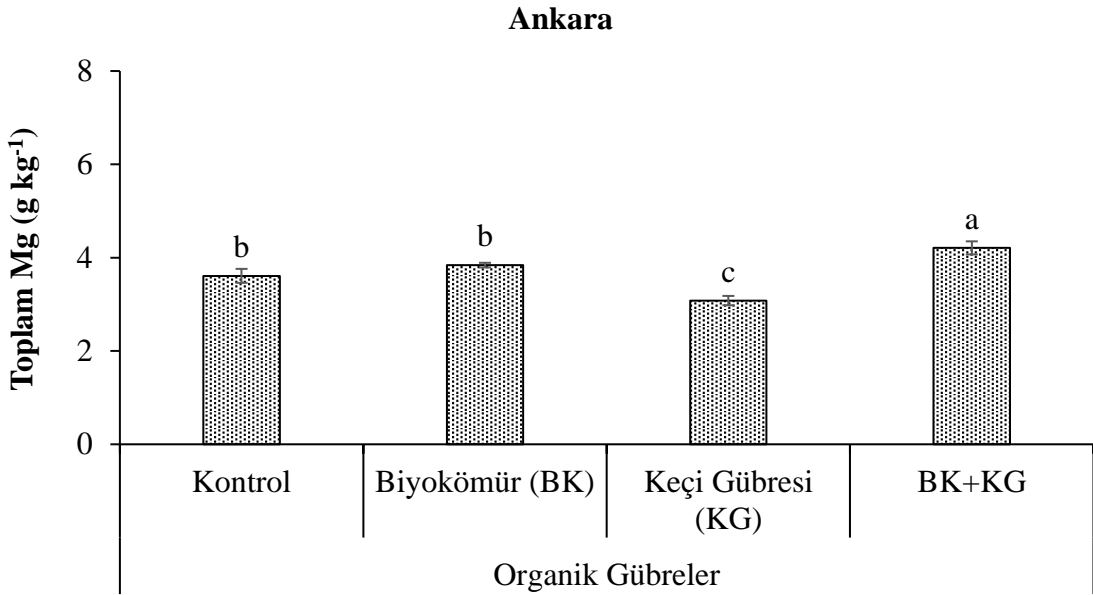
öd: önemli değil, **p<0.01

Çizelge 4.33’de görüldüğü üzere hem Ayaş hem de Ankara deneme alanlarında soğan bitkisinin toplam Mg içeriğine organik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli olmuş ancak inorganik gübre uygulamaları ve İGxOG interaksiyonunun etkisi önemsiz olmuştur. Ayaş’da tüm organik gübre uygulamaları toplam Mg’u kontrole göre önemli düzeyde artırmıştır (Çizelge 4.33, Şekil 4.66). Soğan bitkisi toplam Mg içeriğini

Ankara’da keçi gübresi uygulaması kontrole göre azaltırken keçi gübresi ile birlikte biyokömür uygulaması artırmıştır (Çizelge 4.33 ve Şekil 4.67).



Şekil 4.66 Ayaş deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam magnezyum içeriğine etkileri



Şekil 4.67 Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam magnezyum içeriğine etkileri

4.5.12 Soğan bitkisinin toplam demir (Fe) içeriği

Çizelge 4.34’de Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin soğan bitkisinin toplam demir içeriğine etkileri verilmiştir.

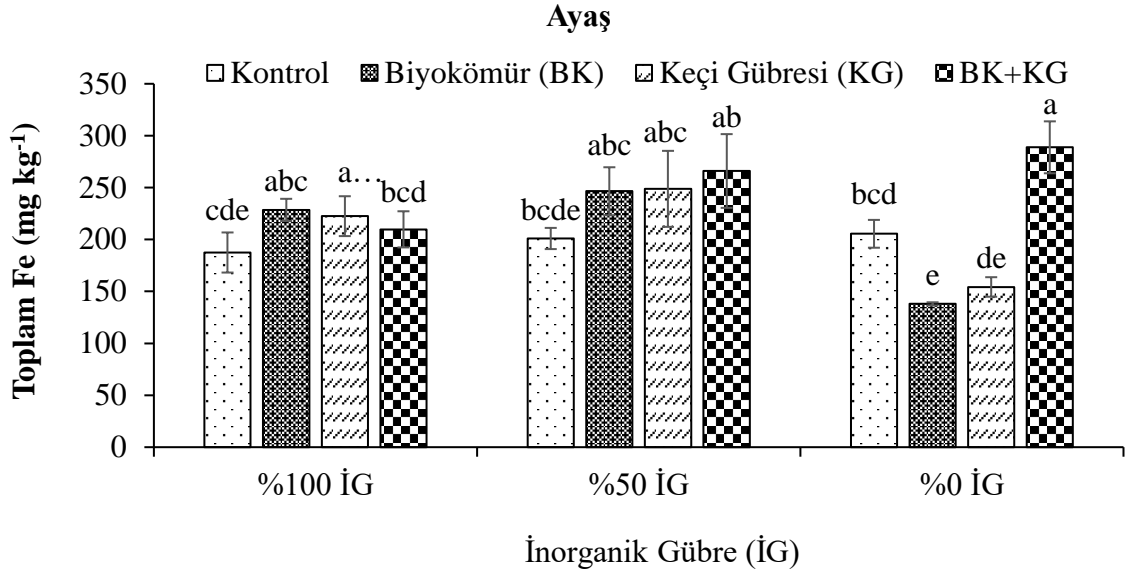
Çizelge 4.34 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam demir içeriğine (mg kg⁻¹) etkileri

Organik Gübre	Ayaş		
	%100 İG	İnorganik Gübre (İG) %50 İG	%0 İG
Kontrol	187.5±19.3 cde	201.0±10.2 bcde	205.5±13.4 bcd
Biyokömür (BK)	228.5±10.7 abc	246.5±23.1 abc	138.0±1.55 e
Keçi Gübresi (KG)	222.5±19.2 abc	248.8±36.6 abc	154.3±9.41 de
BK+KG	209.8±17.4 bcd	266.0±35.5 ab	288.8±25.0 a
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	4.52 *	
	Organik Gübre (OG)	4.60 *	
	İG x OG	4.18**	

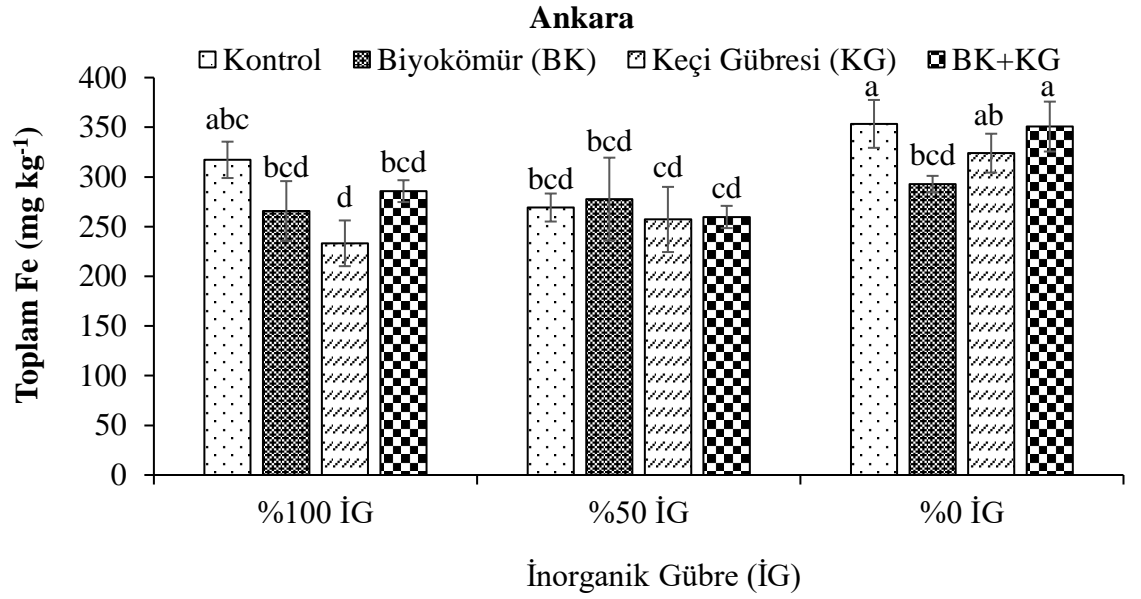
Organik Gübre	Ankara		
	%100 İG	İnorganik Gübre (İG) %50 İG	%0 İG
Kontrol	317.2±18.3 abc	269.2±14.1 bcd	353.4±24.1 a
Biyokömür (BK)	265.7±30.1 bcd	277.7±41.7 bcd	292.9±8.19 bcd
Keçi Gübresi (KG)	233.2±23.0 d	257.2±32.8 cd	323.9±19.6 ab
BK+KG	285.7±11.0 bcd	259.7±11.2 cd	350.7±25.1 a
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	9.71 **	
	Organik Gübre (OG)	7.49 **	
	İG x OG	2.66*	

*p<0.05, **p<0.01

Ayaş deneme alanında soğan bitkisinin toplam Fe içeriğine inorganik ve organik gübre uygulamalarının interaksiyonunun etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. İnorganik gübre uygulanmayan bitkilere biyokömür uygulanması soğan bitkisinin toplam Fe içeriğini kontrole göre önemli düzeyde azaltırken biyokömürle keçi gübresinin birlikte uygulanması artırmıştır (Çizelge 4.34 ve Şekil 4.68).



Şekil 4.68 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam demir içeriğine etkileri



Şekil 4.69 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam demir içeriğine etkileri

Çizelge 4.34’de görüldüğü üzere Ankara’da soğan bitkisinin toplam Fe içeriğine inorganik ve organik gübre uygulamaları interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. Keçi gübresi uygulaması %100 ve biyokömür uygulaması ise hiç inorganik

gübre uygulanmamış bitkilerde Fe içeriğini kontrole göre azaltmıştır (Çizelge 4.34 ve Şekil 4.69).

4.5.13 Soğan bitkisinin toplam çinko (Zn) içeriği

Çizelge 4.35’de Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin soğan bitkisinin toplam çinko içeriğine etkileri verilmiştir.

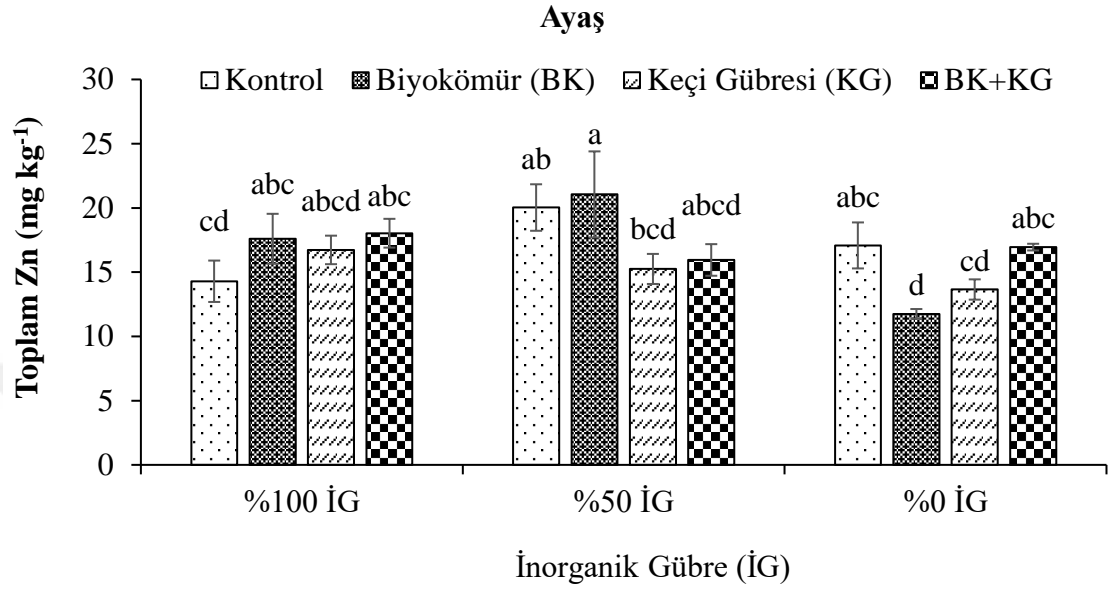
Çizelge 4.35 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam çinko içeriğine (mg kg^{-1}) etkileri

Organik Gübre	Ayaş		
	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	14.29±1.61 cd	20.03±1.81 ab	17.08±1.79 abc
Biyokömür (BK)	17.60±1.94 abc	21.05±3.35 a	11.75±0.38 d
Keçi Gübresi (KG)	16.73±1.11 abcd	15.25±1.17 bcd	13.65±0.79 cd
BK+KG	18.03±1.12 abc	15.95±1.23 abcd	16.95±0.25 abc
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	4.12 *	
	Organik Gübre (OG)	0.94 öd	
	İG x OG	3.10 *	
Organik Gübre	Ankara		
	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	22.97±0.64	29.50±3.46	26.05±0.78
Biyokömür (BK)	21.60±1.72	27.75±1.65	23.85±1.64
Keçi Gübresi (KG)	21.60±0.89	24.85±3.22	23.63±1.04
BK+KG	26.50±1.34	23.38±0.64	27.08±1.08
Ortalama	25.15±0.65 ab	26.37±1.29 a	23.17±0.78 b
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	3.32*	
	Organik Gübre (OG)	1.53 ^{öd}	
	İG x OG	1.76 ^{öd}	

öd: önemli değil, * $p < 0.05$

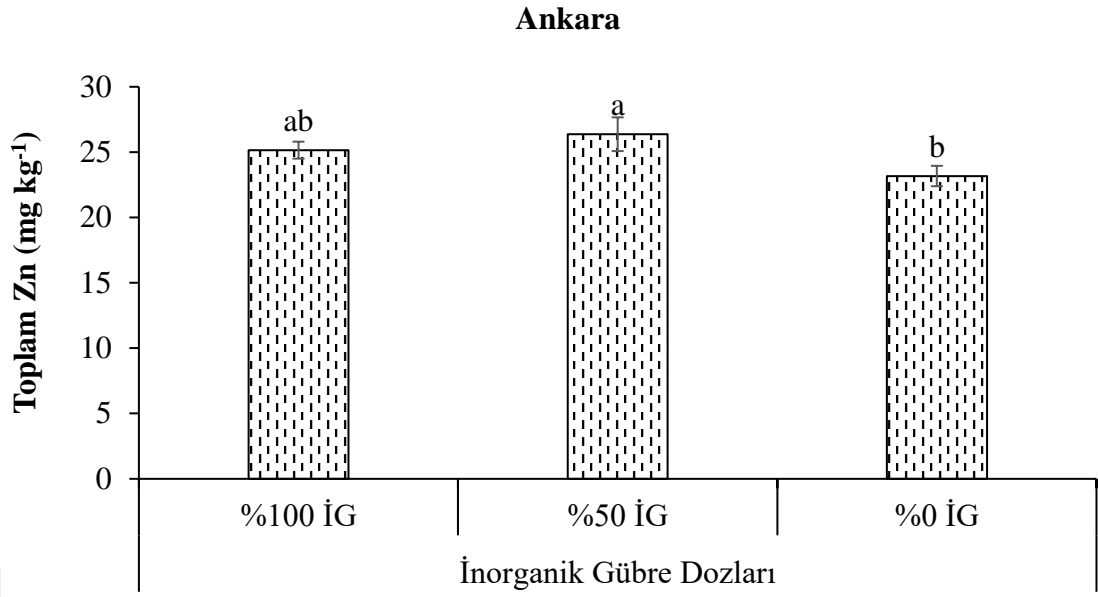
Ayaş’da toplam çinko içeriği üzerine inorganik ve organik gübre uygulamaları interaksyonunun etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. Hem inorganik gübrenin yarı yarıya azaltılması hem de burada biyokömür uygulanması bitkinin Zn içeriğini %100 inorganik gübre uygulamasına göre artırmıştır. Azaltılmış inorganik gübre

uygulamasında keçi gübresi biyokömüre göre bitki Zn içeriğini azaltmıştır. İnorganik gübre uygulanmamış ancak biyokömür uygulanmış olan soğan bitkisinin toplam Zn içeriği kontrole göre azalmıştır (Çizelge 4.35 ve Şekil 4.70).



Şekil 4.70 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam çinko içeriğine etkileri

Ankara deneme alanında soğan bitkisinin toplam Zn içeriğine inorganik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli olmuş ancak organik gübre uygulamaları ile İGxOG interaksiyonunun etkisi önemsiz olmuştur. Yarı yarıya azaltılmış inorganik gübre uygulamasına göre hiç inorganik gübre uygulanmaması bitki Zn içeriğini azaltmıştır (Çizelge 4.35 ve Şekil 4.71).



Şekil 4.71 Ankara deneme alanında inorganik gübre dozları uygulamalarının soğan bitkisinin toplam çinko içeriğine etkileri

4.5.14 Soğan bitkisinin toplam bakır (Cu) içeriği

Çizelge 4.36'da Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin soğan bitkisinin toplam bakır içeriğine etkileri verilmiştir.

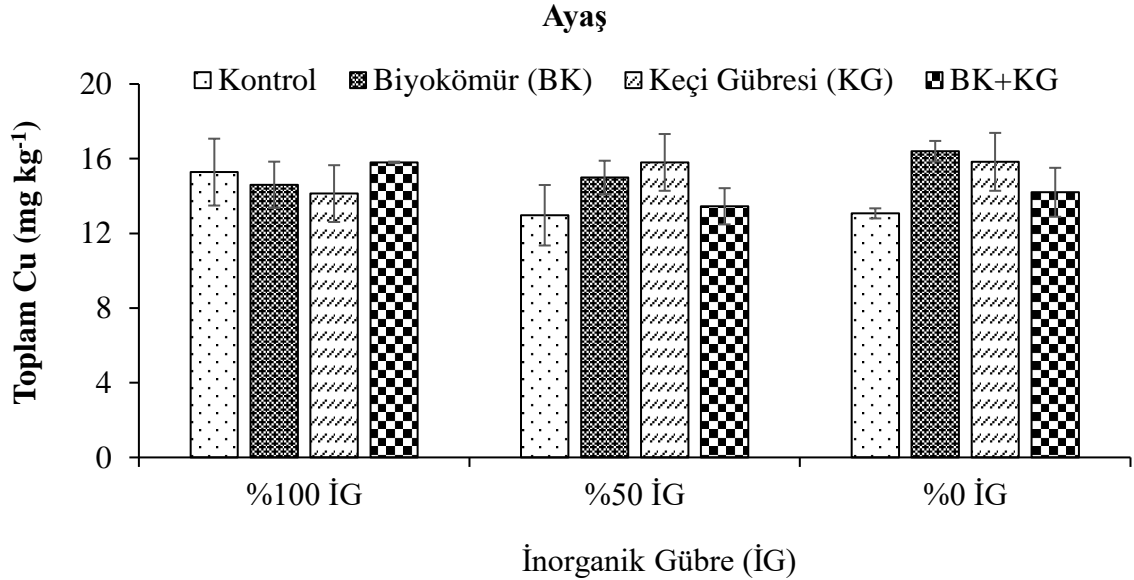
Ayaş deneme alanında, çizelge 4.36'dan görüldüğü üzere, soğan bitkisinin toplam Cu içeriği üzerine uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuştur. Ayaş koşullarında soğan bitkisinin toplam Cu içeriği uygulamalara bağlı olarak 12.97-16.40 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.36 ve Şekil 4.72).

Çizelge 4.36 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam bakır içeriğine (mg kg^{-1}) etkileri

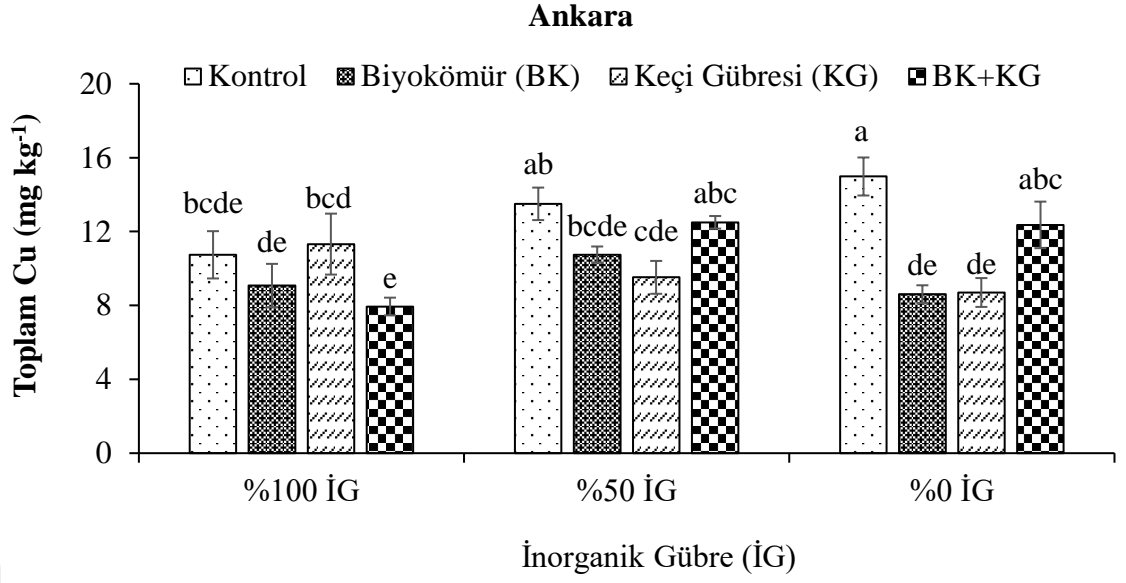
Ayaş			
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	15.28±1.79	12.97±1.62	13.07±0.27
Biyokömür (BK)	14.60±1.24	15.00±0.89	16.40±0.55
Keçi Gübresi (KG)	14.13±1.52	15.80±1.52	15.83±1.55
BK+KG	15.80±0.04	13.45±0.97	14.20±1.31
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	0.33 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)	1.07 ^{öd}	
	İG x OG	0.99 ^{öd}	

Ankara			
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)		
	%100 İG	%50 İG	%0 İG
Kontrol	10.74±1.28 bcde	13.50±0.88 ab	14.98±1.03 a
Biyokömür (BK)	9.08±1.17 de	10.75±0.44 bcde	8.61±0.48 de
Keçi Gübresi (KG)	11.32±1.65 bcd	9.52±0.89 cde	8.70±0.78 de
BK+KG	7.94±0.48 e	12.50±0.34 abc	12.36±1.26 abc
F değeri	İnorganik Gübre (İG)	3.77*	
	Organik Gübre (OG)	8.30**	
	İG x OG	3.84**	

öd: önemli değil, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$



Şekil 4.72 Ayaş deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam bakır içeriğine etkileri



Şekil 4.73 Ankara deneme alanında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam bakır içeriğine etkileri

Ankara deneme alanında soğan bitkisi toplam Cu içeriğine inorganik ve organik gübre uygulamaları ile interaksiyonun etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. Soğan bitkisi toplam Cu içeriği, %100 inorganik gübre uygulamasında keçi gübresi uygulamasına göre tek başına ya da biyokömürle birlikte keçi gübresi uygulamasına göre daha yüksek olmuştur. Tam inorganik gübre uygulaması (%100 İG) hiç inorganik gübre uygulanmamasına (%0 İG) göre bitki Cu içeriğinin daha az olmasına neden olmuştur. Hiç inorganik gübre uygulanmadığında keçi gübresi ve biyokömür uygulamaları da soğan bitkisinin toplam Cu içeriğinin azalmasına yol açmıştır (Çizelge 4.36 ve Şekil 4.73).

4.5.15 Soğan bitkisinin toplam mangan (Mn) içeriği

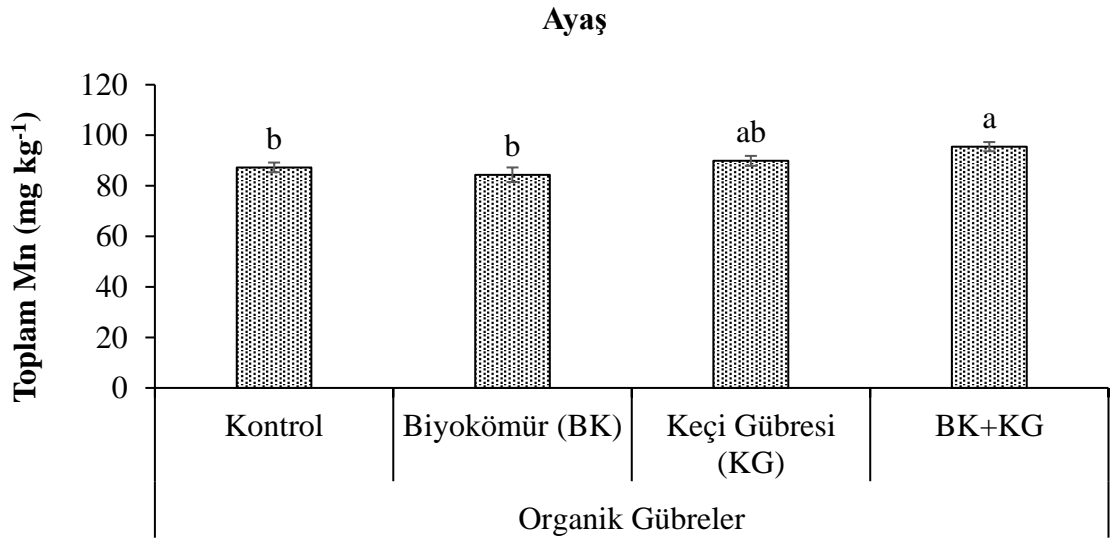
Çizelge 4.37'de Ayaş ve Ankara deneme alanlarında uygulanan inorganik ve organik gübrelerin soğan bitkisinin toplam mangan içeriğine etkileri verilmiştir.

Çizelge 4.37 Ayaş ve Ankara deneme alanlarında inorganik ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam mangan içeriğine (mg kg⁻¹) etkileri

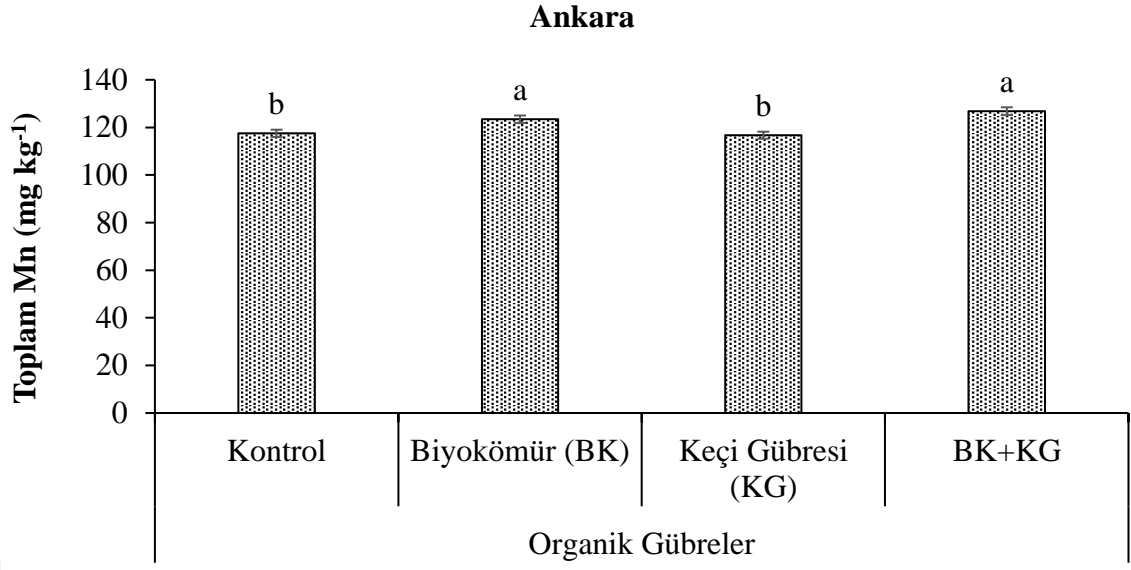
Ayaş				
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)			Ortalama
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	86.08±4.23	86.93±3.99	88.85±2.26	87.28±1.91 b
Biyokömür (BK)	84.60±5.26	84.88±6.71	83.63±4.32	84.37±2.89 b
Keçi Gübresi (KG)	91.58±3.97	90.68±3.02	87.33±3.80	89.86±1.97ab
BK+KG	101.0±2.64	95.33±1.64	90.18±2.92	95.48±1.85 a
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		0.71 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)		4.28*	
	İG x OG		0.54 ^{öd}	

Ankara				
Organik Gübre	İnorganik Gübre (İG)			Ortalama
	%100 İG	%50 İG	%0 İG	
Kontrol	120.0±1.08	114.8±2.87	117.8±3.35	117.5±1.52 b
Biyokömür (BK)	124.3±3.68	122.0±2.86	124.0±2.35	123.4±1.60 a
Keçi Gübresi (KG)	114.3±3.45	116.0±1.47	119.8±2.21	116.7±1.48 b
BK+KG	125.5±2.87	126.5±2.90	128.3±3.42	126.8±1.64 a
F değeri	İnorganik Gübre (İG)		0.87 ^{öd}	
	Organik Gübre (OG)		8.81**	
	İG x OG		0.48 ^{öd}	

öd: önemli değil, *p<0.05, **p<0.01



Şekil 4.74 Ayaş deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam mangan içeriğine etkileri



Şekil 4.75 Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin toplam mangan içeriğine etkileri

Çizelge 4.37’de görüldüğü üzere hem Ayaş hem de Ankara’da soğan bitkisinin toplam Mn içeriğine inorganik gübre uygulamaları ile İGxOG interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemsiz olmuş ancak organik gübre uygulamalarının etkisi önemli olmuştur. Ayaş koşullarında biyokömür ve keçi gübresinin birlikte uygulanması soğan bitkisinin toplam Mn içeriğini hem kontrole hem de biyokömür uygulamasına göre artırmıştır. Ankara koşullarında ise biyokömür ve biyokömürle birlikte keçi gübresi uygulaması hem kontrole hem de keçi gübresi uygulamasına göre soğan bitkisinin toplam Mn içeriğini artırmıştır (Çizelge 4.37, Şekil 4.74 ve Şekil 4.75).

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Çağdaş topluluklar aşırı kullanım ve iklim değişikliği nedeniyle toprak verimsizliği ile mücadele etmektedir. Eski Kolombiya'lılar, kömürleştirilmiş atıklarla birlikte dışkı ve evsel atıklar gibi organik ve inorganik atıkları toprağa ilave ederek geride kara toprak (terra preta, biyokömür) olarak bilinen bu günün sürdürülebilir tarımı için bir model olan organik madde ve bitki besinlerince zengin verimli bir toprak bırakmışlardır (Schulz ve Glaser 2012). Bu özellik son yıllarda biyokömürle ilgili yapılan yeni çalışmaların sayısındaki artışın nedenini oluşturmaktadır. Belli boyutta olumsuz etkileri de belirtilmiş olmakla birlikte, toprak düzenleyici olarak biyokömürün bitki gelişimi, toprakta besin maddelerinin tutulumu ve karbon depolanması gibi önemli faydalarının olduğu bilinmektedir. Organik gübre ve kimyasal gübre ile birlikte uygulanmasının biyokömürün yararları üzerinde geniş çaplı bir fikir birliği yoktur. Bu nedenle bu çalışma biyokömürle birlikte organik ve inorganik gübre uygulamasının bitki gelişimi ve mineral içeriğine etkisini belirlemek suretiyle bu konuya katkı sağlamak amacıyla yürütülmüştür. Öte yandan, bu çalışma ile organik ve inorganik gübrelerle biyokömürün etkisinin artırılıp artırılmayacağı da araştırılmıştır.

Bu amaçla keçi gübresi ve bundan elde edilen biyokömürün arazi koşullarında ayrı ayrı ve birlikte uygulanmasının kıvırcık salata ve soğan bitkilerinin gelişimi ile inorganik gübreden yararlanma düzeylerine etkisinin ortaya konulmasına çalışılmıştır. Amaca yönelik olarak farklı inorganik gübre (%100, %50 ve %0 İG) uygulama düzeylerinde organik gübre (keçi gübresi 5 t ha⁻¹ ve biyokömür 10 t ha⁻¹) uygulanarak Ankara ve Ayaş'da kıvırcık salata ve soğan yetiştirilmiştir. Kıvırcık salata bitkilerinde verim ve bazı vejetatif gelişme özelliklerini belirlemek üzere ortalama baş ağırlığı, baş çapı, yaprak boyu ve eni, yaprak sayısı, yaprak yaş ve kuru ağırlığı, nispi klorofil ve vitamin C ölçümleri yapılmıştır. Soğan bitkisinde de bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı, nispi klorofil ile vitamin C gibi verim ve kalite özellikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte kıvırcık salata ve soğan bitkilerinin her ikisinde N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonları belirlenmiştir.

Keçi gübresinin biyokömüre dönüşümü esnasında kütle kaybı ve fonksiyonel gruplardaki değişimler TGA ve FTIR analizleriyle belirlenmiştir (Şekil 4.3). Şekil 4.3’de görüldüğü gibi keçi gübresinin biyokömüre dönüştürülmesinin yapısında bulunan organik madde bileşimini önemli oranda değiştirmedeği anlaşılmıştır. Diğer bir ifadeyle biyokömüre dönüşüm sürecinde organik maddeler ısı işleme karşı yapılarını korumuşlardır. Bu durum keçi gübresinde aromatik grupların fazlalığı ile açıklanabilmektedir. Sadece organik fosfatların ortofosfatlara dönüştüğü sonucuna varılmıştır. Bu dönüşümün biyo yararlılığı ancak fosfor salınımının ölçülmesiyle anlaşılacaktır. Nitekim keçi gübresi ile karşılaştırıldığında biyokömürün suda çözünebilir fosfor konsantrasyonunun yaklaşık 10 kat azaldığı anlaşılmıştır (Çizelge 4.2). Bunun sebebi yüksek sıcaklıkta fosfatların pirofosfatlara dönüşmesiyle açıklanabilmektedir. Fosfora benzer şekilde, suda çözünebilir K dışında diğer bitki besinlerinin de (Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn) konsantrasyonu azalmıştır. Bu durum Gunes vd. (2015) tarafından açıklandığı üzere yüksek piroliz sıcaklığına bağlı olarak ortaya çıkan oksidasyonun söz konusu elementleri (Fe, Zn, Mg ve Ca) okside ve kristal forma dönüştürmesinden kaynaklanmaktadır. Piroliz esnasında Fe, Zn ve Cu sırasıyla Fe₂O₃, CuO ve ZnO’ye dönüşmektedir. Bu nedenle bu elementlerin suda çözünürlüğü azalmaktadır. Benzer şekilde Mg ve Ca ise yine yüksek sıcaklık ve pH’da Mg- veya Ca-hidroksit ya da Mg- veya Ca-karbonatlara dönüşeceği için suda çözünürlükleri azalmaktadır. Isıl işleme keçi gübresinin biyokömüre dönüşümü sonucu yaklaşık 350 °C’de %35 oranında kütle kaybı olduğu tespit edilmiş ve bunun depolama açısından bir avantaj olacağı varsayılmıştır. Ayrıca koku veren maddelerin de uzaklaştırılması ve uzun süreli depolama açısından da avantajlı olacağı düşünülmektedir.

Elde edilen sonuçlar önce genel olarak değerlendirildiğinde ilk dikkati çeken durum uygulamaların etkisinin bitkiye göre ve daha da önemlisi yere göre farklılık göstermesi olmuştur. Bitkiden bitkiye farklılık beklenen bir durum olarak değerlendirilmiştir. Ancak özellikle soğan ve kıvırcık salata bitkilerinin farklı sezonlarda yetiştirilmiş olmalarına karşın Ayaş’a göre Ankara’da incelenen verim ve verim öğeleri açısından kontrol parselinde bile daha iyi performans göstermesi ayrıca değerlendirmeyi gerektirmiştir.

Yapılan değerlendirmeler sonucu bu farkın yörelerin hem iklim hem de toprak özellikleriyle ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çünkü kıvırcık salatanın yetiştirildiği 3 aylık dönem olan Eylül, Ekim ve Kasım 2017’de Ankara’daki aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri Ayaş’daki değerlerden daha yüksek olmuştur (izelge 3.1 ve 3.2). Benzer Şekilde soğan bitkisinin yetiştirildiği 3 aylık dönem olan Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında Ankara’daki aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri Ayaş’daki değerlerden nispeten daha yüksek olmuştur (izelge 3.1 ve 3.2).

Öte yandan toprak özellikleri açısından değerlendirildiğinde Ankara deneme alanının kireç içeriğinin daha az olması yanında organik madde, toplam N, yarayışlı P, Fe, Zn, Cu ve Mn açısından da daha zengin olması dikkati çekmiş ve bu farklılıkların bu iki yöredeki bitki gelişimine yansdığı tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçları ayrıntılı olarak değerlendirildiğinde ise Ayaş deneme alanında inorganik gübre ve organik gübre (keçi gübresi ve biyokömür) uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin baş ağırlığına etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Schulz ve Glaser (2012)’de biyokömür uygulamasının bitki gelişimini olumlu yönde etkilediğini belirtmiştir. Ayaş’da inorganik gübre azaltılmaksızın keçi gübresi ve biyokömür (KG+BK) uygulaması baş ağırlığını artırmıştır. Schulz ve Glaser (2012)’de biyokömür uygulamasının bitki gelişimini olumlu yönde etkilediğini ve bu etkinin biyokömür ile birlikte inorganik gübre uygulaması yapıldığında daha iyi olduğunu belirtmiştir. Ayrıca biyokömür ile kompost uygulamasında benzer etki yaptığını belirtmiştir. Bu alışmada, Ayaş’da inorganik gübrenin azaltılmasının baş ağırlığını azalttığı ancak bu koşulda organik gübre uygulamalarının özellikle yarı yarıya azaltılan inorganik gübre koşulunda bu azalışı telafi ettiği tespit edilmiştir. Van Zwieten vd. (2010)’ göre, soya fasulyesinde biyokömür ve inorganik gübre uygulamasıyla bitki gelişimi artırmış ancak buğday ve turp bitkilerinde azalmıştır. Kibar vd. (2018) vermikompost uygulamalarının marulda bitki baş ağırlığı üzerine olumlu etkilerinin olduğunu saptamıştır. Ankara’da ise inorganik gübrenin hiç uygulanmaması ile organik gübre uygulamalarından biyokömür (BK) uygulamasının baş ağırlığını azalttığı tespit edilirken inorganik gübrenin yarı yarıya azaltılmasının baş ağırlığını azaltmadığı tespit edilmiştir. Chan vd. (2007) yeşil dokulu atıklardan elde edilen biyokömürün azottan

yararlanma oranını artırdığını belirtmiştir. Öz (2018)'e göre, biyokömür ve malçın birlikte uygulanması marul baş ağırlığında önemli bir fark oluşturmamıştır. Biyokömür ile birlikte inorganik gübre uygulamasını biyokömürle birlikte organik gübre uygulaması ile karşılaştıran Schulz ve Glaser (2012), biyokömürle birlikte organik gübre uygulamasının sinerjistik etki yaratarak bitki gelişimi için daha yararlı olduğunu belirtmiştir.

Ankara deneme alanında inorganik gübre ve keçi gübresi ile biyokömür uygulamaları kıvırcık salata baş çapında istatistik olarak önemli bir değişiklik yaratmamıştır. Ayaş deneme alanında ise kıvırcık salata bitkisinin baş çapı BK ve KG'nin birlikte uygulanmasıyla artış göstermiştir. Benzer şekilde %50 inorganik gübre uygulanan ve hiç inorganik gübre uygulanmayan durumlarda organik gübre ve biyokömür uygulamaları kontrole göre baş çapında önemli düzeyde artış sağlamıştır. İnorganik gübreyi %50 azaltıp veya hiç uygulamayıp bunun yerine organik gübre kullanmak suretiyle %100 inorganik gübreliye özdeş baş çapına ulaşılabildiği tespit edilmiştir. Schulz ve Glaser (2012)'e göre mineral gübre ile birlikte biyokömür uygulaması yulaf bitkisinin gelişimini tek başına mineral gübre uygulamasına göre daha fazla artırmıştır. Rondon vd. (2007) ise 60 t ha⁻¹ biyokömür uygulanması ile fasulyenin gelişiminin arttığını göstermiştir.

Ankara deneme alanında kıvırcık salata bitkisi toplam yaprak sayısı üzerine inorganik gübre ve keçi gübresi ile biyokömür uygulamalarının etkisi önemsiz olmuştur. Ayaş'da ise hem inorganik gübre hem de organik gübre uygulamalarının toplam yaprak sayısı üzerine etkisi önemli olmuştur. Hiç inorganik gübre uygulamamanın toplam yaprak sayısını azalttığı, ancak biyokömür ve organik gübre kullanmak suretiyle %100 inorganik gübreliye özdeş toplam yaprak sayısına ulaşılabildiği tespit edilmiştir. Azaltılmış ve hiç inorganik gübre uygulanmamış koşullarda organik gübre ve biyokömür uygulamasıyla soğan bitkisinin Ayaş deneme alanında toplam yaprak sayısı kontrole göre önemli düzeyde artış göstermiştir. Diğer bir ifadeyle, inorganik gübre uygulanmaması ya da azaltılması durumunda organik gübre ve biyokömür uygulamaları %100 inorganik gübre uygulamasındakine eşit yaprak sayısına ulaşılmasını sağlamıştır. Ankara deneme alanında ise soğan bitkisinin yaprak sayısı üzerine organik gübre uygulamalarının etkisi istatistik olarak önemli olmuştur. BK ve BK+KG uygulamalarıyla soğan bitkisinde

yaprak sayısı kontrole göre önemli düzeyde artmıştır. En yüksek yaprak sayısına biyokömür ve keçi gübresinin birlikte uygulandığı bitkilerde ulaşılmıştır. Hansen vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, çam odunu ve buğday samanından hazırlanan biyokömürler kumlu tın bünyeli bir toprağa uygulanarak arpa gelişimini üzerine etkisi araştırılmış, odun biyokömürünün etkisinin önemsiz olduğu, aynı topraklara uygulanan buğday samanı biyokömürünün ise hem kök hem de gövde gelişimini artırdığı ortaya konmuştur. Okalipütüs ağacından elde edilen biyokömür uygulamasının çeltik bitkisinde gelişim ve kuru madde birikimi üzerine önemli etkisi olmuştur (Petter vd. 2012). Namli (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, tarımsal atıklardan elde edilen biyokömürün buğday bitkisinin gelişimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri araştırılmış, biyokömürlerin tek başlarına uygulanmasından ziyade DAP gübresiyle birlikte uygulanması durumunda verim, bitki boyu ve başakta tane sayısı üzerinde en fazla etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Namgay vd. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, biyokömür uygulamasının mısırdaki kuru madde verimine etkili olmadığını göstermiştir. Üç yıl süren tarla denemesinde toprağa 0, 25 ve 50 t ha⁻¹ biyokömürün uygulanması 3. yılda çayır bitkisinin gelişimini artırmıştır (Jones vd. 2012). Glaser (2001) yapılan bir çalışmada düşük miktarlarda biyokömür uygulamasının bitkisel üretime etkisinin olumlu olduğunu, buna karşın daha yüksek oranlardaki uygulamaların bitkilerin gelişimini engellediğini belirtmiştir.

Ayaş deneme alanında kıvırcık salata bitkisinin hem inorganik gübre hem de organik gübre uygulamalarıyla yaprak eni ve boyunda kontrole göre önemli düzeyde artış sağlanmıştır. Ankara deneme alanında ise bütün uygulamalar önemsiz çıkmıştır. Ayaş deneme alanında soğan bitki boyuna yapılan uygulamaların interaksiyon etkisi önemli olmuş, inorganik gübre uygulanmaması bitki boyunu azaltırken bu konuya yapılan organik gübre uygulamaları soğan bitki boyunu kontrole göre artırarak tam (%100) inorganik gübredeki bitki boyuna ulaşılmasını sağlamıştır. Ankara deneme alanında ise inorganik gübre ve keçi gübresi ile biyokömürün uygulamalarının etkisi istatistik olarak önemli olmuştur. Yapılan tüm organik gübre uygulamaları, soğanın bitki boyunu kontrole göre artırmıştır. Schulz ve Glaser (2012), toprak kalitesi ve yulaf bitkisi gelişimi üzerine biyokömürün etkisini kompost ve NPK uygulamasıyla verimsiz kumlu bir toprakta yürütülen sera denemesinde karşılaştırmış ve genel toprak verimliliği ile bitki gelişiminin

kompost > biyokömür+kompost > NPK +biyokömür> NPK > kontrol sırasına göre azalış gösterdiğini belirtmiştir. Biyokömür uygulamasına bağlı olarak turp ve soya fasulyesi bitkilerinin de ürün miktarında artış sağlandığı gözlenmiştir (Van vd. 2010). Jaipaula vd. (2011) 2006 ve 2008 yılları arasında farklı organik gübrelerin kırmızı biber ve bezelye bitkilerinin büyüme, verim ve kalite özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, tavuk gübresi (5 ton ha⁻¹) ile uygulanan biyolojik gübrenin, biyokütle ve ürüne etkisinin entegre olarak uygulanan (NPK+ çiftlik gübresi 10 ton ha⁻¹ +biyolojik gübre) gübreye oranla daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Ankara deneme alanında kıvırcık salata bitkisi yaprak yaş ağırlığında uygulamalar istatistiki olarak önemli bir fark yaratmamış, Ayaş deneme alanında ise artırmıştır. Kıvırcık salata bitkisi kuru ağırlığına Ankara deneme alanında organik gübre uygulamalarının etkisi önemli olmuştur. Tam gübreli (%100 İG) koşulda biyokömür uygulamasıyla kıvırcık salata bitkisinin kuru ağırlığı kontrole göre istatistiki olarak önemli düzeyde azalmıştır. Öte yandan inorganik gübrenin azaltılması ya da hiç uygulanmaması da yaprak kuru ağırlığını azaltmış ancak bu durumda organik gübre uygulamaları bu azalışı telafi etmiştir. Ayaş'da hem inorganik gübre hem de organik gübre uygulamalarıyla yaprak kuru ağırlığı kontrole göre önemli düzeyde artış göstermiştir. Tavuk gübresi biyokömürü uygulamasıyla Gunes vd. (2014) marulda, Inal vd. (2015) mısır ve fasulyede, tavuk gübresi ile zeytin pirinası biyokömürleri uygulamalarıyla Kaya vd. (2019) mısır ve çeltik bitkisinde kuru ağırlığın önemli düzeyde arttığını tespit etmişlerdir. Ayaş'da soğan bitkisi yaş ve kuru ağırlığı inorganik gübre uygulanmaması durumunda azalmış ancak organik gübre uygulamaları bu azalışı telafi etmiştir. Ankara'da ise soğan bitkisi yaş ve kuru ağırlığına organik gübre uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. Yapılan tüm organik gübre uygulamaları, soğanın bitki yaş ağırlığını kontrole göre artırmıştır. Park vd. (2011) biyokömürün Hint hardalı bitkisinde toprak üstü bitki kuru ağırlığını %353 oranında artırdığını belirtmişlerdir. Sahin vd. (2016), tavuk gübresinden elde edilmiş biyokömür (BK) ve fosfor ile zenginleştirilmiş biyokömürün (BK+fosfor) marul bitkisinin birinci ve ikinci ürün verim ve mineral element konsantrasyonlarına etkisini incelemiş ve en yüksek bitki yaş ağırlığının her üründe BK+fosfor uygulamasından elde edildiğini belirtmiştir.

Ayaş ve Ankara deneme alanlarında soğan bitkisi askorbik asit içeriğine uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bir fark yaratmamıştır. Ankara deneme alanında kıvırcık salata bitkisi askorbik asit içeriği organik gübrelerden BK ve KG'nin tek başlarına uygulandığı bitkilerde artmış, birlikte uygulanması ise kontrole özdeş askorbik asit düzeyi oluşturmuştur. Ayaş deneme alanında sadece keçi gübresi uygulamasıyla askorbik asit içeriği kontrole göre artırmıştır. Antonious (2018) tarafından domates bitkisine biyokömür, tavuk gübresi, arıtma çamuru, at gübresi ve bahçe atıkları kompostu uygulanmış ve en yüksek askorbik asit içeriğine tavuk gübresi uygulanan bitkilerde ulaşılmıştır. Isuwan (2013), tavuk gübresi uygulamasının ananas meyvesinin %60 oranında C vitamini artırmıştır. Jaipaula vd. (2011) 2006 ve 2008 yılları arasında farklı organik gübrelerin kırmızı biber ve bezelye bitkilerinin askorbik asit içeriğine etkisini araştırmışlar ve en yüksek askorbik asit içeriğinin 25.23 mg 100 g⁻¹ çiftlik gübresi ile entegre uygulanan NPK gübresinde gerçekleştiğini ve bunu tavuk gübresi ile biyolojik gübre (19.26 mg 100 g⁻¹) ve çiftlik gübresi + tavuk gübresi + vermikompost + biyolojik gübre (18.83 mg 100 g⁻¹) uygulamalarının izlediğini belirtmişlerdir.

Ayaş deneme alanında kıvırcık salata bitkisinin nispi klorofil miktarı üzerine İG, OG ve İGxOG interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. İnorganik gübre uygulanmayan bitkilerde KG ve BK uygulamaları kontrole göre kıvırcık salata bitkisi nispi klorofil miktarını artırmıştır. Soğan bitkisinde ise BK ve KG uygulamaları nispi klorofil miktarını kontrole göre önemli düzeyde artırmıştır. Bitkilerin klorofil içerikleri fotosentez ve bitki gelişim durumunu iyi yansıtan bir özelliktir. Klorofil bitkinin N beslenmesi ile yakından ilişkilidir ve hem azotlu gübrelere bitkinin tepkisini hem de toprağın verimlilik durumunu da yansıtmaktadır. Minotta ve Pinzauti (1996) bitki klorofil içeriğinin verimli topraklarda verimsiz topraklara göre yaklaşık 2 kat daha fazla olduğunu belirtmiştir. Çeşitli çalışmalarda tek başına gübre uygulamak yerine biyokömür, gübre ile biyokömür veya biyokömür ile kompost uygulamasının bitki klorofil içeriğini artırdığı ve bu etkinin bitkinin N beslenmesinin düzenlenmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Hua vd. 2012, Agegnehu vd. 2015a, b). Ankara deneme alanına bakıldığında ise soğan bitkisi nispi klorofil miktarına uygulamaların etkisinin önemsiz olduğu, ancak yapılan tüm organik gübre uygulamalarıyla kıvırcık salata bitkisinin nispi klorofil miktarını istatistiki olarak önemli düzeyde azalttığı görülmüştür. Asai vd. (2009), biyokömür uygulamalarına

bağlı olarak çeltik bitkisinde nispi klorofilin azaldığını belirtmişlerdir. Fascella vd. (2018), artan biyokömür düzeylerine bağlı olarak Japon gülü'nde nispi klorofilin azaldığını belirtmişlerdir. Nispi klorofildeki azalmanın, biyokömür uygulamasına bağlı olarak mikro element konsantrasyonlarında meydana gelen azalmadan kaynaklandığı ve bu nedenle kloroz oluşumu gözlemlendiği belirtilmiştir.

Ayaş deneme alanında inorganik gübre ve keçi gübresi ile biyokömür uygulamalarının kıvırcık salata bitkisinin toplam verimine etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur. Bütün uygulamalarda toplam verim kontrole göre önemli düzeyde artış sağlamıştır. Zhang vd. (2016) mısır bitkisine dengeli gübreleme ve biyokömür ile kimyasal gübre uygulanmasının bitki toplam verimini önemli düzeyde artırdığını belirtmiştir. Albuquerque vd. (2013), ne göre biyokömür ve inorganik gübre birlikte uygulandığında buğday dane verimi %20-30 oranında daha yüksek olmuştur. Farrell vd. (2014)'e göre biyokömürle birlikte fosfor uygulamasıyla buğday verimi artmıştır. Chan vd. (2008) tarafından yapılan bir saksı denemesinde 0, 10, 25 ve 50 t ha⁻¹ biyokömür azotsuz ve 100 kg ha⁻¹ azotla birlikte uygulanmış, azotlu ve azotsuz biyokömür uygulamasının 10 t ha⁻¹ düşük uygulama düzeyinde turp veriminin %42, 50 t ha⁻¹ düzeyinde ise %96 oranında arttığı tespit edilmiştir. Bu ürün artışının biyokömürün N yarıyışlılığını artırmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Glaser (2001)'e göre, biyokömür ve NPK uygulamaları çeşitli bitki türlerinde toplam verimi artırmıştır. Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara benzer sonuçlar (Glaser 2001) tarafından da rapor edilmiştir. Ankara deneme alanında sadece organik gübre uygulamaları ile inorganik gübre uygulamalarının etkisi önemli olmuştur. İnorganik gübre verilmemesi toplam verimi azaltmıştır. Organik gübre uygulamalarından biyokömür tek başına uygulandığında toplam verim önemli düzeyde azalmıştır. Biyokömür uygulamalarının bitkisel üretimde verimi artırdığı (Chan vd. 2008, Yamato vd. 2006) ancak bazı çalışmalarda da azalttığına ilişkin bilgiler bulunmaktadır (Deenik vd. 2010, Schulz ve Glaser 2012). Yapılan bir sera denemesinde 3.0 t ha⁻¹ biyokömürün sorgum verimini etkilemediği belirtilmiştir (Schnell vd. 2012). Soğan verimini Ayaş'da, tam inorganik gübre (%100 İG) ve yarı yarıya azaltılmış (%50 İG) inorganik gübre uygulamalarında, BK ve BK+KG uygulamaları toplam verimi önemli düzeyde artırmıştır. İnorganik gübre uygulanmadığı durumda tüm organik gübre uygulamaları kontrole göre soğan verimini önemli düzeyde artırmıştır. Ankara deneme

alanında biyokömür ve keçi gübresinin birlikte uygulanmasıyla soğan bitkisi toplam verim önemli düzeyde artış göstermiştir. Organik gübre veya biyokömür uygulamasıyla bitki gelişiminin artması genellikle bitki besinlerinin yararlılığının uygun hale gelmesi (Glaser vd 2002, Lehman vd 2003, Gaskin vd 2010,), toprak mikrobiyolojisinin iyileşmesi (Biederman ve Harpole 2013, Thies ve Rillig 2009) ve kimi toksik elementlerin azalması (Glaser vd 2002, Steiner vd 2007) gibi nedenlere bağlanmaktadır. Mukherjee ve Lal (2014) biyokömürün verim üzerine etkisinin olumlu veya olumsuz olabileceği gibi hiç etkisinin olmayabileceğini belirtmişlerdir. Jones vd (2012) biyokömürün mısır verimini etkilemediğini ancak mısırdan sonra ekilen yem bitkisinin ot verimini artırdığını belirtmiştir. Bu durum biyokömür uygulamalarının etkisinin bitkiden bitkiye farklı olacağını göstermektedir. Demir vd. (2010) ve Sahin vd. (2014) yaptıkları çalışmada tavuk gübresi uygulanmasıyla domates ve biber bitkilerinin veriminin arttığını belirtmişlerdir. Zemanova vd. (2017) tarafından sera koşullarında yapılan bir çalışmada ıspanak (ilkbahar)-hardal-ıspanak (güz) ekim nöbetinde bitkilerin büyüme ve metabolizmaları üzerine biyokömürün etkisi incelenmiştir. Biyokömürün toprağa uygulanması sonucu ıspanak bitkisinde gelişmenin önemli ölçüde arttığı ve artışın kontrole göre ilkbaharda %102 ve sonbaharda ise %353 oranlarında olduğu belirlenmiştir. Kumlu ve düşük verimli topraklarda çeltik kavuzundan elde edilen biyokömür soya fasulyesi bitkisine 10 t ha⁻¹ olarak uygulandığında bitkinin gelişimi ve verimi artmıştır (Oka vd. 1993). Uzoma vd. (2011)'e göre, sığır gübresinden elde edilen biyokömürün kumlu bir toprağa 15 ve 20 t ha⁻¹ düzeyinde uygulanması mısır tane verimini sırasıyla %150 ve %98 oranında artırmıştır. Smith (1999)'e göre, biyokömür uygulaması düşük verimli topraklarda papaya ve mangonun verimini 3 kat artırmıştır.

Ayaş koşullarında organik gübre uygulamaları kıvrıcık salata bitkisinin N, P, K ve Ca içeriklerini önemli düzeyde artırmıştır. Ankara'da ise artış düzensiz olmakla birlikte artan inorganik gübre düzeyine bağlı olarak kıvrıcık salata P, K ve Ca içeriği artış göstermiştir. Kamman vd. (2011) tarafından yürütülen bir sera çalışmasında kumlu bir toprağa 0, 100 ve 200 t ha⁻¹ düzeyinde uygulanan biyokömürün bitki gelişimini ve yaprak N içeriğini artırdığı gösterilmiştir. Biyokömürün toprakta N tutucu olarak etki gösterdiği ve bitkilerin azottan yararlanma oranını artırdığı belirtilmiştir (Spokas vd. 2012). Jones vd (2012) biyokömür uygulamasının çayırın N içeriğini önemli oranda artırdığını göstermiştir. Farklı sıcaklıklarda elde edilen tavuk gübresi biyokömürünün uygulandığı marul ve mısır

bitkilerinde, verim ile birlikte P ve K konsantrasyonunun da arttığı, Ca ve Mg konsantrasyonunun ise azaldığı belirtilmiştir (Gunes vd. 2015). Tropikal alanlarda kullanılan biyokömür P, K, Ca, Zn ve Cu'nun bitkiler tarafından alımını artırmaktadır (Lehmann ve Rondon 2006). Van vd. (2010) tarafından biyokömür uygulamasının yer fıstığının N alımını kontrole göre %250'ye ulaşan oranlarda artırdığı belirtilmiştir. Ayaş deneme alanında bütün inorganik gübre uygulamaları bitki Mg içeriğini önemli düzeyde azaltmıştır. Ankara'da ise KG ve %50+KG uygulamaları bitki Mg içeriğini artırmıştır. Bitkilerin Fe, Zn, Cu ve Mn içeriklerinin uygulamalara göre değişmekle birlikte genellikle biyokömür uygulamalarında kısmen azalma eğilimi gösterdiği görülmüştür. Gunes vd. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada biyokömür ve fosfor ile zenginleştirilmiş biyokömür uygulanan marul bitkisinin N, P ve K konsantrasyonunun kontrole göre arttığı buna bağlı olarak bitki kuru ağırlığının da arttığı ancak Ca, Mg, Fe ve Zn konsantrasyonlarının azaldığı bildirilmiştir. İnal vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada 0, 2.5, 5, 10 ve 20 g kg⁻¹ biyokömür uygulamalarının fasulye ve mısır bitkilerine etkisi araştırılmış ve biyokömür uygulamasına bağlı olarak fasulyenin N, P, K, Ca, Fe, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonunun, mısırın ise N, P, K, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonunun arttığı, Ca ve Mg konsantrasyonunun ise azaldığı bildirilmiştir. Zolfi-Bavarian vd. (2016) biyokömürün kireçli toprakta bitki besin maddesi alımı üzerine olumlu etkisinin olduğunu göstermiştir. Biyokömür uygulamaları ile bitki kuru maddesi ve yaprak N, K, Ca ve Zn içeriğinde de artışlar olduğu saptanmıştır (Majeed 2014). Biyokömür, elde edildiği materyale göre toprak pH'sını artırarak bazı mikro elementlerin yararlılığını azaltmaktadır (Peng vd. 2011, Dong vd. 2011). Biyokömür uygulaması sonrasında toprak pH'sındaki artışın biyokömürün kül içeriğiyle ve pH'sıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir (Chirenje ve Lena 2002).

Ayaş'da tüm organik ve inorganik gübre uygulamaları soğan bitkilerinin N, P ve K içeriklerini önemli düzeyde artırmış, Ca ve Mg içeriklerini ise sadece organik gübre uygulamaları artırmıştır. Ankara deneme alanında, %100 inorganik gübre, BK ve BK+KG uygulamalarıyla N içeriği, inorganik gübre uygulanmayan bitkilerde ise tüm organik gübre uygulamalarıyla P içeriği, BK ve BK+KG uygulamalarıyla K, Ca ve Mg artış göstermiştir. Novak vd. (2009) toprağa uygulanan üzüm posası, yer fıstığı ve çeltik biyokömürlerinin yararlı P konsantrasyonlarını kontrol uygulamasına göre %65, %40

ve %28 düzeylerinde artırdığını saptanmışlardır. Deluca vd. (2009) organik maddenin biyokömüre dönüştürülmesi esnasında yüksek miktarda çözünebilir P içeriğine sahip olduğunu ve bu materyalinin toprağa ilave edilmesi ile bitkideki fosfor konsantrasyonunun önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir. Wang vd. (2018) toprak potasyum dinamikleri üzerine biyokömürün etkisini araştırdığı bir çalışmada, 450 °C sıcaklıkta hazırlanan bambu biyokömürünün farklı dozlarına (0, 5, 10 ve 25 g kg⁻¹) bağlı olarak kışlık buğday bitkisinin potasyum konsantrasyonunu artırdığını tespit etmiştir. Major vd. (2010) tarafından yapılan 4 yıllık tarla denemesinde 0, 8 ve 20 ton ha⁻¹ dozlarında uygulanan biyokömürün bitkinin kalsiyum alımını artırdığı tespit edilmiştir. Ayaş deneme alanında biyokömür tek başına bitki Fe ve Zn içeriklerini önemli düzeyde azaltmıştır. Rees vd. (2014) ile Zhou vd. (2017) asit karakterli topraklara, Gunes vd. (2014) ise hafif alkali karakterli topraklara biyokömür uygulamasıyla mikro elementlerin alımının azaldığını belirtmişlerdir. Mielki vd. (2016) uygulanan biyokömürün toprak pH'sını yükselterek yarayışlı Fe konsantrasyonunun azalmasına neden olduğunu ve bu nedenle bitkide demir konsantrasyonunun azaldığını rapor etmiştir. Gunes vd. (2015) yaptıkları çalışmada biyokömür uygulamasının marul bitkisinin demir konsantrasyonunda azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir. Bitki Mn içeriği, biyokömür ve keçi gübresinin birlikte uygulandığı bitkilerde artmıştır. Ankara deneme alanında, biyokömür tek başına bitki Fe ve Cu içeriklerini önemli düzeyde azaltırken inorganik gübre uygulamaları Zn içeriğini artırmıştır. BK ve BK+KG uygulamaları bitki Mn içeriğini önemli düzeyde artırmıştır. Salamai vd. (2014)'e göre biyokömür toprakta adsorpsiyon sonucu bitkinin bakır alımını azaltmaktadır. Karami vd. (2011) çayır otu bitkisiyle yaptıkları çalışmada biyokömür uygulamasının bakır konsantrasyonunu azalttığını belirlemişlerdir. Park vd. (2011) lahanaya bitkisine uygulanan biyokömürün bakır alımını azalttığını bildirmişleridir. Lentz ve Ippolito (2012) 42 t ha⁻¹ organik gübre ve sert odundan piroliz yoluyla elde edilmiş biyokömürü 22.4 t ha⁻¹ uygulayarak yürüttükleri çalışmalarında; biyokömür uygulamasının topraktaki alınabilir Mn miktarını 1.5 kat artırırken organik gübre uygulamasının Fe hariç diğer bitki besin elementlerinde 1.2-1.7 kat arasında artış sağladığını belirtmişlerdir. Zemanova vd. (2017) biyokömürün bitkilerin Ca, Mg ve Na içeriklerini azaltırken K içeriklerini artırdığı, P ve Fe içeriğine etkinin ise düzensiz olduğu belirlenmiştir. Güneş vd. (2015) farklı sıcaklıklarda elde edilen tavuk gübresi biyokömürünün marul bitkisinin gelişimi ve mineral element

konsantrasyonlarına etkisini araştırdıkları çalışmalarında, 300  C ve 350  C sıcaklıklarda elde edilen biyokömürün bitki Zn konsantrasyonu artırdığını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Mandal vd. (1988)'de mısır ve eltik bitkileri ile yaptıkları çalışmada, uygulanan biyokömürün toprak organik maddesini artırmassından dolayı bitkilerin Zn alımını artırdığını belirlemişlerdir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde; inorganik gübre ve keçi gübresi ile biyokömür uygulamalarının kıvırcık salata ve soğan bitkilerinde verim ve verim ögeleri ile bitki besin elementi içeriğinde genel olarak olumlu etki yarattığı saptanmıştır. Ayrıca gübreden yararlanma oranını artırdığı tespit edilmiştir. İnorganik gübrenin hiç uygulanmaması ya da azaltılması durumunda olumsuz etkilenen kimi verim ögelerinin organik gübre ve biyokömürün tek başına ya da birlikte uygulanması durumunda iyileştiği tespit edilmiştir. Bu hususlar çalışmanın başlatılmasındaki hipotezin doğrulandığını ve çalışmanın amacına ulaştığını göstermiştir.

Ayaş ve Ankara deneme alanlarında bitki gelişim parametrelerinde meydana gelen farklılıkların sıcaklık ve yağış ile toprak özellikleriyle ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayaş'daki toprak özellikleri incelendiğinde verimliliğin genel olarak iyi olmadığı, bu nedenle uygulamalara daha iyi cevap alındığı görülmüştür. Özellikle organik madde içeriği düşük olan topraklarda yapılan biyokömür veya keçi gübresi uygulamalarının, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzenlemek yoluyla daha etkin olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada kıvırcık salata için BK+KG+%50İG, soğan için ise BK ve KG'nin birlikte uygulamasının verim ve verim ögeleri açısından daha uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak bu uygulamalarla birlikte yapraktan ya da topraktan Fe, Zn ve Cu uygulamalarıyla verim ve kalitenin daha fazla artırılabilceği düşünülmektedir. Organik gübre ve biyokömür çalışmalarının farklı koşullarda, farklı bitkilerle ve hammadde, hazırlama yöntemi, önişlem görmüş vb farklı biyokömür çeşitleriyle devam ettirilmesinin de tarım ve evre açısından önemli veri kaynağı oluşturacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Acir, Y. 2014. Farklı dozlarda biochar uygulamasının ekmeçlik buğdayın kadmiyum alımına etkisinin sera koşullarında araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 64, Tokat.
- Adekiya, A.O., Agbede, T.M., Aboyeji, C.M., Dunsin, O., ve Simeon, V.T. 2019. Biochar and poultry manure effects on soil properties and radish (*Raphanus sativus* L.) yield, Biological Agriculture and Horticulture, 35(1), 33-45.
- Agegnehu, G., Bass, A.M., Nelson, P.N., Muirhead, B., Wright, G., Bird, M.I. 2015a. Biochar and biochar-compost as soil amendments: Effects on peanut yield, soil properties and greenhouse gas emissions in tropical North Queensland, Australia. Agriculture, Ecosystems and Environment 213, 72-85.
- Agegnehu, G., Bird, M., Nelson, P., Bass, A., 2015b. The ameliorating effects of biochar and compost on soil quality and plant growth on a Ferralsol. Soil Res., 53, 1-12.
- Agegnehu, G., Bass, A.M., Nelson, P.N. and Bird, M.I. 2016. Benefits of biochar, compost and biochar-compost for soil quality, maize yield and greenhouse gas emissions in a tropical agricultural soil. Science of the Total Environment, 543, 295-306.
- Akgül, G. 2017. Biyokömür: üretimi ve kullanım alanları. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(4), 485-499.
- Aksoy, U. 1999. Ekolojik tarımdaki gelişmeler. Ekolojik Tarım Organizasyon Derneği, Emre Basımevi, İzmir, 30-35.
- Albuquerque, J.A., Salazar, P., Barron, V., Torrent, J., Campillo, M.D.C.D., Gallardo, A. and Villar, R. 2013. Enhanced wheat yield by biochar addition under different mineral fertilization levels. Agronomy of Sustainable Development, 33, 475-84.
- Aller, D., Bakshi, S. and Laird, D.A. 2017. Modified method for proximate analysis of biochars. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 124, 335-342.
- Alpaslan, M., Güneş, A. ve İnal, A. 2013. Deneme Tekniğı. A.Ü.Z.F. Yay. No. 1614, 406, Ankara.
- Anonim. 2016. Websitesi: http://www.agtohum.com.tr/ekatalog/agtohum_marul_2016_2017/files/assets/common/downloads/publication.pdf. Erişim Tarihi: 23.08.2018.
- Anonim. 2017. Marul ve endivyen çeşit kataloğı. Agtohum yayını, 60, Antalya.
- Anonim. 2019. Meteorolojik iklim verileri. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.

- Anonim. 2019a. Websitesi: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>. Erişim Tarihi: 26.03.2019.
- Anonim. 2019b. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK). Bitkisel üretim istatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim Tarihi: 26.03.2019.
- Anonymous. 1951. Soil Survey Stuff, Soil Survey Manual. Agricultural Research Administration, United States Department of Agriculture Handbook, USA, 18, 340-377.
- Anonymous. 1990. Micronutrient, assessment at the country level an international study. FAO Soil Bulletin by Sillanpaa Rome.
- Anonymous. 2016. Standard test methods for determination of carbon, hydrogen and nitrogen in analysis samples of coal and carbon in analysis samples of coal and coke. ASTM D5373-16, 11, Pennsylvania.
- Anonymous. 2019. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Websitesi: <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>. Erişim Tarihi: 26.03.2019.
- Antonious, G.F. 2018. Biochar and Animal Manure Impact on Soil, Crop Yield and Quality. Books/ Agricultural Waste and Residues, Chap4, 45-67.
- Arif, M., Ali, A., Umair, M., Munsif, F., Ali, K., Inamullah, SM., Ayub, G. 2012. Effect of biochar, FYM and mineral nitrogen alone and in combination on yield and yield components of maize. Sarhad J Agric. 28(2), 191-195.
- Asai, H., Samson, B.K., Stephan, H.M., Songyikhangsuthord, K., Hommaa, K., Kiyono, Y., Inoue, Y., Shiraiwa, T., Horie, T. 2009. Biochar amendment techniques for upland rice production in northern Laos. Field Crops Research, 111, 81-84.
- Barton, C.J. 1948. Photometric analysis on phosphate rock. Industrial and Engineering Chemistry, Analytical Edition, 20, 1068-1073.
- Benkeblia, N. 2005. Free-radical scavenging capacity and antioxidant properties of some selected onions (*Allium cepa* L.) and garlic (*Allium sativum* L.) extracts. An International Journal, 48, 753-759.
- Beşirli, G., Sönmez, İ., Albayrak, B., Ruşen, M., Çakır, E., Maden, S., Barış, A., Kepenekçi, İ., Evlice, E. ve Karataş, S.E. 2007. Soğan Yetiştiriciliği, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Çiftçi Eğitim Serisi Yayın No.57.
- Biederman, L.A., Harpole, W.S. 2013. Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis. GCB Bioenergy 5, 202-214.
- Bilgi, A. 2009. Bazı humik, fulvik ve amino asit içerikli maddelerin sera marul (*Lactuca sativa* L. var. Longifolia cv. Bitez F1) üretiminde verim ve bitki gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam

Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 33, Kahramanmaraş.

- Borchard, N., Wolf, A., Laabs, V., Aeckersberg, R., Scherer, H.W., Moeller, A., Amelung, W. 2012. Physical activation of biochar and its meaning for soil fertility and nutrient leaching a greenhouse experiment. *Soil Use and Management*, 28, 177-184.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, 43, 434-438.
- Bremner, J.M. 1965. Total Nitrogen Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. C. A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series. No: 9, 1149-1178. Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Chan, K.Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., and Joseph, S. 2007. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. *Aust. J. Soil Res.*, 45, 629-634.
- Chan, K.Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., Joseph, S. 2008. Using poultry litter biochars as soil amendments. *Australian Journal of Soil Research*, 46, 437-444.
- Cheng, C.H., Lehmann, J., Thies, J.E., Burton, S.D., Engelhard, M.H. 2006. Oxidation of black carbon by biotic and abiotic processes. *Organic Geochemistry*, 37, 1477-1488.
- Chirenje, T., Ma, L.Q. 2002. Impact of high-volume wood-fired boiler ash amendment on soil properties and nutrients. *Commun Soil Sci Plant Anal.*, 33, 1-17.
- Codling, E.E., Chaney, R.L., Mulchi, C.L. 2008. Effects of broiler litter management practices on phosphorus, copper, zinc, manganese and arsenic concentrations in maryland coastal plain soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39, 1193-1205.
- Codling, E.E. 2013. Phosphorus and arsenic uptake by corn, wheat and soybean from broiler litter ash and egg layer manureash. *Journal of Plant Nutrition*, 36(7), 1083-1101.
- Çivit, B. 2010. Bazı doğal maddelerin (gidya, zeolit ve leonardit) marulda (*Lactuca sativa* L. var. *Longifolia*) verim ve büyüme üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 38, Kahramanmaraş.
- Deenik, J.L., McClellan, T., Uehara, G., Antal, M.J., Campbell, S. 2010. Charcoal volatile matter content influences plant growth and soil nitrogen transformations. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 74, 1259-1270.
- Deluca, T.H., MacKenzie, M.D., Gundale, M.J. 2009. Biochar effects on soil nutrient transformations. pp. 251-270. In Lehmann, J., Joseph, S. (eds.), *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. Earthscan, London, UK.

- Demir, K., Sahin, O., Kadioglu, Y.K., Pilbeam, D.J., Gunes, A. 2010. Essential and non-essential element composition of tomato plants fertilized with poultry manure. *Scientia Horticulturae*, 127, 16-22.
- Doan, T.T., Tureaux, T.H., Rumpel, C., Janeau, J.L., and Jouquet, P. 2015. Impact of compost, vermicompost and biochar on soil fertility, maize yield and soil erosion in Northern Vietnam: A three year mesocosm experiment. *Science of the Total Environment*, 514, 147-54.
- Dodor, D.E., Amanor, Y.J., Attor, F.T., Adjadeh, T.A., Neina, D., Miyittah, M. 2018. Co-application of biochar and cattle manure counteract positive priming of carbon mineralization in a sandy soil. *Environmental Systems Research*, 7(5), 1-9.
- Doorenbos, J., Kassam, A.H. 1979. *Yield Rewaponso to Water*. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 33, 1-193, Rome.
- Dong, X., Ma, L.Q., Li, Y. 2011. Characteristics and mechanisms of hexavalent chromium removal by biochar from sugar beet tailing. *Journal of Hazardous Materials*, 190, 909-915.
- Dorak, S., ve Aşık, B.B. 2019. Sıvı form biocharın toprak özellikleri ve marul bitkisi üzerine etkisi. 8. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 12-15 Mart 2019, Antalya.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. *Araştırma ve Deneme Metodları*. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 381, Ankara.
- Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A., Erdal, I., Coskan, A. 2010. Türkiye’de kimyasal gübre üretim ve tüketim durumu, sorunlar, çözüm önerileri ve yenilikler. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara.
- Ergün, Y.A. 2017. *Biyokömür ve ahır gübresi uygulamalarının topraktaki bazı enzim aktivitelerine, CO₂ üretimine, besin elementi içeriğine ve domates bitkisinin gelişimine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış). Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 78, Ordu.
- Eşiyok, D. 2012. *Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği*. Ege Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 404, İzmir.
- Farrell, M., Macdonald, L.M., Butler, G., Chirino-Valle, I., and Condron, L.M. 2014. Biochar and fertiliser applications influence phosphorus fractionation and wheat yield. *Biology and Fertility Soils*, 50, 169-178.
- Fascella, G., Mammano, M.M., D’Angiolillo, F., Roupael, Y. 2018. Effects of conifer wood biochar as a substrate component on ornamental performance, photosynthetic activity, and mineral composition of potted *Rosa rugosa*. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 93(5), 519-528.

- Fearnside, P.M. 2000. Global warming and tropical land-use change: Greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. *Climatic Change*, 46(1-2), 115-158.
- Follet, R.H. 1969. Zn, Fe, Mn and Cu in Colorado Soils. Ph. D. Dissertation. Colorado State University.
- Gaskin, J.W., Steiner, C., Harris, K., Das, K.C., Bibens, B. 2008. Effect of low-temperature pyrolysis conditions on biochar for agricultural use. *Transactions of the Asabe*, 51, 2061-2069.
- Gaskin, J.W., Speir, R.A., Harris, K., Das, K.C., Lee, R.D., Morris, L.A., Fisher, D.S. 2010. Effect of peanut hull and pine chip biochar on soil nutrient, corn nutrient status, and yield. *Agronomy Journal*, 102, 623-633.
- Glaser, B., Haumaier, L., Guggenberger, G., Zech, W. 2001. The Terra Preta phenomenon: A model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften*, 88, 37-41.
- Glaser, B., Lehmann, J., Zech, W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal—a review. *Biology and Fertility of Soils*, 35, 219-230.
- Gondek, K., Mierzwa-Hersztek, M., Kopec, M., and Mroz, T. 2018. The influence of biochar enriched with magnesium and sulfur on the amount of perennial ryegrass biomass and selected chemical properties and biological of sandy soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(11), 1257-1265.
- Gopinath, K.A., Saha, S., and Mina, B.L. 2011. Effects of organic amendments on productivity and profitability of bell pepper- french bean, garden pea system and on soil properties during transition to organic production. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42, 2572-2585.
- Gunes, A. 2012. Technical assistance for the implementation of nitrate directive. Task 6: Prepare an Action Plan for Nitrate Directive. Output 6.2. Draft Manure Management Plan. Vakakis International S.A. Athens, Greece.
- Gunes A., Inal A., Taskin, M.B., Sahin O., Kaya E.C., Atakol A. 2014. Effect of phosphorus enriched biochar and poultry manure on growth and mineral composition of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv.) grown in alkaline soil. *Soil Use and Management*, 30, 182-184.
- Gunes, A., Inal, A., Sahin, O., Taskin, M.B., Atakol, O., Yılmaz, N. 2015. Variations in mineral element concentrations of poultry manure biochar obtained at different pyrolysis temperatures, and their effects on crop growth and mineral nutrition. *Soil Use and Management*, 31, 429-437.
- Hansen, V., Hauggaard-Nielsen, H., Petersen, C.T., Mikkelsen, T.N. and Müller-Stöver, D. 2016. Effects of gasification biochar on plant-available water capacity and plant growth in two contrasting soil types. *Soil and Tillage Research*, 161, 1-9.

- Hızalan, E., ve Ünal, H. 1966. Topraklarda önemli kimyasal analizler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 278, Ankara.
- Hosseinpur, A.R., Kiani, S.H., Halvaei, M. 2011. Impact of municipal compost on soil phosphorus availability and mineral phosphorus fractions in some calcareous soils. *Environmental Earth Sciences*, 1-6.
- Hua, L., Chen, Y., Wu, W., 2012. Impacts upon soil quality and plant growth of bamboo charcoal addition to composted sludge. *Environ. Technol.* 33, 61-68.
- Husk, B., ve Major, J. 2012. Le biochar comme amendement du sol au Québec : résultats agronomiques de quatre ans d'essais terrain. *CRAAQ Journée d'information Scientifique, Grandes Cultures*, 45, 30-31.
- Inal, A., Gunes, A., Sahin, O., Taskin, M.B., Kaya, E.C. 2015. Impacts of biochar and processed poultry manure, applied to a calcareous soil on the growth of bean and maize. *Soil Use and Management* 31, 106-113.
- Ippolito, J.A., Ducey, T.F., Cantrell, K.B., Novak, J.M., Lentz, R.D. 2016. Designer, acidic biochar influences calcareous soil characteristics. *Chemosphere*, 142, 184-191.
- Isuwan, A. 2013. Agronomic traits and fruit quality of pineapple with different levels of chicken manure application. *Silpakorn Univ., Sci. And Tech. J.*, 8(1), 67-73.
- Isaac, R.A., and Kerber, J.D. 1971. Atomic Absorption and Flamephotometry: Techniques and uses in soil, plant and water analysis. In: *Instrumental methods for analysis of soils and plant tissue*. Walsh LM (eds), Soil Science Society of America, 34-37, Madison.
- Jackson, M.L. 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall, 498, New Jersey.
- Jaipaula, S.S., Dixit, A.K., Sharma, A., K., Growth and yield of capsicum (*Capsicum annum*) and garden pea (*Pisum sativum*) as influenced by organic manures and biofertilizers. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 81, 637-642.
- Jeffrey, S., Verheijen F.G.A., Van der Velde, M., Bastos A.C., 2011. A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems Environment*, 144(1), 175-187.
- Jones, Jr., J.B., Wolf, B., and Mills, H.A. 1991. *Plant Analysis Handbook*. Micro-macro publishing, Athens, GA, 23-26.
- Jones, D.L., Rousk, Edwards-Jones, G., DeLuca, T.H., Murphy, D.V. 2012. Biochar-mediated changes in soil quality and plant growth in a three year field trial. *Soil biology and Biochemistry*, 45, 113-124.
- Kacar, B. ve İnal, A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayınevi, 912, Ankara.
- Kacar, B. 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayınevi, 466, Ankara.

- Kamman, C.I., Linsel, S., Gossling, J.W., Koyro, H.W. 2011. Influence of biochar on drought tolerance of chenopodium quinoa wild and on soil-plant relations. *Plant and Soil*, 195-210.
- Karami, N., Clemente, R., Moreno-Jiménez, E., Lepp, N., and Beesley, L. 2011. Efficiency of green waste compost and biochar soil amendments for reducing lead and copper mobility and uptake to ryegrass (*Lolium perenne*). *J. Hazard. Mater.*, 191, 41-48.
- Kaya, E.C., Akça, H., Taşkın, M.B., Mounirou, M.M., Kaya, T. 2019. Biyokömür ve fosfor uygulamalarının mısır ve çeltik bitkilerinin gelişimi ve mineral element konsantrasyonlarına etkileri. *Toprak Su Dergisi*, 8(1), 46-54.
- Kibar, B. 2018. Marulda bitkisel özellikler, bazı kalite özellikleri ve elementler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD)*, 4(2), 149-160.
- Kim, H.Y., Feng, H., Toshkov, S.A. and Fan, X. 2005. Effect of sequential treatment of warm water dip and low-dose gamma irradiation on the quality of fresh-cut green onions. *Journal of Food Science*, 70(3), 179-185.
- Kimetu, J.M., Lehmann, J., Ngoze, S.O., Mugendi, D.N., Kinyangi, J.M., Riha, S., Verchot, L., Recha, J.W. and Pell, A.N. 2008. Reversibility of soil productivity decline with organic matter of differing quality along a degradation gradient. *Ecosystems*, 11(5), 726-739.
- Kolb, S.E., Fermanich, K.J., Dornbush, M.E., 2009. Effect of charcoal quantity on microbial biomass and activity in temperate soils. *Soil Science Society of America Journal*, 73(4), 1173-1181.
- Kozan, S. 1997. Bazı baş soğan çeşitlerinde (*Allium cepa* L.) tohumdan baş soğan elde edilmesinde tohum ekim zamanının etkileri üzerine araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 99, Konya.
- Kurt, S. 2016. Biyokömür ve vermikompostun mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) kök bölgesindeki enzim aktiviteleri üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bölümü ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 45, Ordu.
- Laird, D., Fleming, P., Wang, B.Q., Horton, R., Karlen, D. 2010. Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. *Geoderma*, 158, 436-442.
- Lehmann, J., Silva Jr, P.D., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W., Glaser, B. 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological anthrosol and a ferralsol of the central amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant Soil*, 249, 343-357.
- Lehmann, J., Gaunt, J., Rondon, M. 2006. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems - A review. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change*, 11(2), 403-427.

- Lehmann, J. 2007. Bio-Energy in the black. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5, 381-387.
- Lehmann, J., and Joseph, S. 2009. Biochar for environmental management: An introduction. In *Biochar for Environmental Management, Science and Technology*, Earthscan, London.
- Lehmann, J., Rilling M.C., Thies, J., Masiello, C.A., Hockaday, W.C., Crowley, D. 2011. Biochar effects on soil biota-A review. *Soil Biology and Biochemistry*, 43, 1812-1836.
- Lentz, R.D., and Ippolito, J.A. 2012. Biochar and manure affect calcareous soil and corn silage nutrient concentrations and uptake. *Journal of Environmental Quality*, 41(4), 1033-1043.
- Liang, B.L., Solomon, J., Kinyangi, D., Grossman, J.O., Neill, J. and Skjemstad, B. 2006. Black carbon increases cation Exchange capacity in soils. *Soil Science and Society of American Journal*, 70, 1719-1730.
- Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. 1969. Development of a DTPA micronutrient soil test. *Soil Sci. Am. Proc.*, 35, 600-602.
- Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42, 421-428.
- Liu, B., Cai, Z., Zhang, Y., Liu, G., Luo, X., Zheng, H. 2019. Comparison of efficacies of peanut shell biochar and biochar-based compost on two leafy vegetable productivity in an infertile land. *Chemosphere*, 224, 151-161.
- Majeed, A.J. 2014. Toprak verimliliğini arttırmak için bir toprak düzenleyici olarak biochar. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik ve Bilimleri Anabilim Dalı, 86, Kahramanmaraş.
- Major, J., Rondon, M., Molina, D., Riha, S.J., Lehmann, J. 2010. Maize yield and nutrition after 4 years of doing biochar application to a Colombian savanna oxisol. *Plant and Soil*, 333, 117-128.
- Mandal, B., Hazra, G.C. and Pal, A.K. 1988. Transformation of zinc in soils under submerged conditions and its relation with zinc nutrition of rice. *Plant and Soil*, 106, 121-126.
- Manolikaki, I., ve Diamadopoulou, E. 2019. Positive effects of biochar and biochar-compost on maize growth and nutrient availability in two agricultural soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(5), 512-526.
- Mayola, M.M., Leyoly, J., Komanda, J.L. 2017. Effet de l'application du biochar et de la litière d'*Acacia mangium* sur la culture du maïs en Alley cropping au plateau de Batéké / RDC. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 19, 897-907.

- Meyer, S., Glaser, B., Quicker, P. 2011. Technical, economical and climate related aspects of biochar production technologies: A literature review. *Environmental Science and Technology*, 45(22), 9473-9483.
- Mielki, G.F., Novais, R.F., Ker C., Vergütz, L. and Castro, G.F. 2016. Iron availability in tropical soils and iron uptake by plants. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 40, 1-14.
- Minotta, G., Pinzauti, S., 1996. Effects of light and soil fertility on growth, leaf chlorophyll content and nutrient use efficiency of beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings. *For. Ecol. Manag.* 86, 61-71.
- Mokherjee, S.P., and Choudhuri, M.A. 1983. Implications of water stress-induced changes in the leaves of endogenous ascorbic acid and hydrogen peroxide in vigna seedlings. *Physiologia Plantarum*, 58, 166-170
- Mukherjee, A., Lal R. 2014. The biochar dilemma. *Soil Research*, 52, 217-230.
- Mullen, C.A., Boateng A.A., Goldberg N.M., Lima I.M., Laird D.A., Hicks K.B. 2010. Bio-oil and bio-char production from corn cobs and stover by fast pyrolysis. *Biomass and bioenergy*, 34(1), 67-74.
- Namlı, A., Akça, M.O., Akça, H. 2017. Tarımsal atıklardan elde edilen biyokömürün buğday bitkisinin gelişimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 5(1), 39-47.
- Naeem, M.A., Khalid, M., Aon, M., Abbas, G., Amjad, M., Murtaza, B., Khan, W.U.D., Ahmad, N. 2018. Combined application of biochar with compost and fertilizer improves soil properties and grain yield of maize. *Journal of Plant Nutrition*, 41(1), 112-122.
- Najafi, N., Abbasi, M. 2013. Effects of soil water conditions, sewage sludge, poultry manure and chemical fertilizers on macronutrients concentrations in rice plant. *International journal of Agronomy and Plant Production*, 4(5), 1066-1077.
- Namgay, T., Singh, B., Singh, B.P. 2010. Influence of biochar application to soil on the availability of As, Cd, Cu, Pb and Zn to maize (*Zea mays* L.). *Australian Journal of Soil Research*, 48, 638-647.
- Novak, J.M., Lima, I.M., Xing, B., Gaskin, J.W., Steiner, C., Das, K.C., Ahmedna, M., Rehrh, D., Watts, W.D., Busscher, W.J., Shomberg, H. 2009. Characterization of designer biochar produced at different temperatures and their effects on a loamy sand. *Annals of Environmental Science*, 3, 195-206.
- Ogawa, M., Okimori, Y., and Takahashi, F. 2006. Carbon sequestration by carbonization of biomass and forestation: Three case studies. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change* 11, 429-444.

- Oka, H., Rungtananakasin, W., Arroratana, U., Idthipong, S. 1993. Improvement of sandy soil in the northeast by using carbonized rice husks. JICA Technical Report, 13, 40-42.
- Oldfield, T.L., Sikirica, N., Mondini, C., Lopez, G., Kuikman, P.J., Holden, N.M. 2018. Biochar, compost and biochar-compost blend as options to recover nutrients and sequester carbon. *Journal of Environmental Management*, 218, 465-476.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, N.C. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture Circular, 939, 1-18.
- Öz, H. 2018. A new approach to soil solarization: Addition of biochar to the effect of soil temperature and quality and yield parameters of lettuce (*Lactuca Sativa* L. Duna). *Scientia Horticulturae* 228, 153-161.
- Özenç, D.B., ve Şenlikoğlu, G. 2017. Organik ve kimyasal azot kaynağının ıspanak bitkisinin bazı besin içeriği ve nitrat birikimi üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilim. Derg./ Anadolu J. Agr. Sci.* 32, 398-406.
- Park, J.H., Choppala, G.K., Bolan, N.S., Chung, J.W., Chuasavathi, T. 2011. Biochar reduces the bioavailability and phytotoxicity of heavy metals. *Plant and Soil*, 348, 439-451.
- Partey, S.T., Preziosi, R.F., Robson, G.D. 2014. Short-term interactive effects of biochar, green manure, and inorganic fertilizer on soil properties and agronomic characteristics of maize. *Agric Res.*, 3(2), 128-136.
- Peng, X., Ye, L.L., Wang, C.H., Zhou, H., Sun, B., 2011. Temperature- and duration-dependent rice straw-derived biochar: characteristics and its effects on soil properties of an Ultisol in southern China. *Soil Tillage Research*, 112, 159-166.
- Pereira, E.I.P., Conz, R.F., Six, J. 2017. Nitrogen utilization and environmental losses in organic greenhouse lettuce amended with two distinct biochars. *Science of the Total Environment*, 598, 1169-1176.
- Petter, F.A., Madari, B.E., Da Silva, M.A.S., Carneiro, M.A.C., Carvalho, M.T.D., Marimon, B., Pacheco, L.P. 2012. Soil fertility and upland rice yield after biochar application in the cerradopesquisa agropecuaria Brasileira, 47(5), 699-706.
- Pierce, L.C. 1987. *Vegetables: Characteristics, Production And Marketing*. John Wiley and Sons, 433, USA.
- Pietikainen, J., Kiiikkilä, O., Fritze, H. 2000. Charcoal as a habitat for microbes and its effect on the microbial community of the underlying humus. *Oikos*, 89, 231-242.
- Pratt, P.F. 1965. *Methods of soil analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties*. Black, C.A. (eds), American Society of Agronomy, 771-1572, Madison.

- Qayyum, M.F., Liaquat, F., Abdur Rehman, R. Gul, M., Hye, M.Z, Rizwan, M., Rehaman, M.Z. 2017. Effects of co-composting of farm manure and biochar on plant growth and carbon mineralization in an alkaline soil. *Environ Sci Pollut Res*, 24, 26060-26068.
- Rageendrathas, T., and De Silva, C.S. 2017. Effect of bio-char on growth and yield of onion (*Allium cepa*) and soil properties of calcic red yellow latasols in Jaffna district. *JET-OUSL, Journal of Engineering and Technology of the Open University of Sri Lanka*, 5(1), 21-35.
- Rees F., Simonnot, M.O., Morel, J.L. 2014. Short-term effects of biochar on soil heavy metal mobility are controlled by intra-particle diffusion and soil pH increase. *European Journal of Soil Science*, 65, 149-161.
- Revell, K.T., Maguire, R.O., Agarblevor, F.A. 2012. Influence of poultry litter biochar on soil properties and plant growth. *Soil Science*, 177, 402-408.
- Riahi, A., Hdider, C., Sanaa, M., Tarchoun, N., Ben Kheder, M., Guezal, I. 2009. The influence of different organic fertilizers on yield and physico-chemical properties of organically grown tomato. *Journal of Sustainable Agriculture*, 33, 658-673.
- Richards, L.A. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils*. United States Department of Agriculture Handbook, 1070, USA.
- Rondon, M. A., Lehmann, J., Ramirez, J., and Hurtado, M. 2007. Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with bio-char additions. *Biol. Fertil. Soils*, 43, 699-708.
- Sadegh-Zadeh, F., Tolekolai, S.F., M. Bahmanyar, A., Emadi, M. 2018. Application of biochar and compost for enhancement of rice (*Oryza sativa* L.) grain yield in calcareous sandy soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(5), 552-566.
- Sahin, O., Taskin, M.B., Kadioglu, Y.K., Pilbeam, D.J., Inal, A., Gunes, A. 2014. Elementel composition of pepper plants fertilized with pellettized poultry manure. *Journal of Plant Nutrition*, 37, 458-468.
- Sahin, O., Taskin, M.B., Kaya, E.C., Taşkın, H. 2016. Fosfor ile zenginleştirilmiş biyokömürün marul bitkisinin (*Lactuca sativa* L. cv. Maritima) gelişimi ve mineral element konsantrasyonu üzerine etkisi. *Çukurova Tarım Gıda Bil. Der.*, 31(3), 101-107.
- Saito, M. 1990. Charcoal as micro habitat for VA mycorrhizal fungi, and its practical application. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 29, 341-344.
- Salmani, M.S., Khorsandi, F., Yasrebi, J., Karimian, N. 2014. Biochar effects on copper availability and uptake by sunflower in a copper contaminated calcareous soil. *International journal of plant, Animal and Environmental Sciences*, 4, 389-294.

- Sarmiento, J.J.A., Costa, C.C., Dantas, M.V., Lopes, K.P., De Macedo, I.C., Bomfim, S.M.P., Barbosa Da, W.S. 2019. Productivity of lettuce under organic fertilization. *Journal of Agricultural Science*, 11(1), 333-343.
- Soba, M.R. 2012. Topraktan ve yapraktan uygulanan yarasa gübresinin domates ve biber bitkilerinde beslenme ile ürün miktarı ve meyvede bazı kalite özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 133, Ankara.
- Si, L.L., Xie, Y.N., Ma, Q.X., Wu, L.H. 2018. The short-term effects of rice straw biochar, nitrogen and phosphorus fertilizer on rice yield and soil properties in a cold waterlogged paddy field. *Sustainability*, 10(2), 537.
- Schnell, R.W., Vietor, D.M., Provin, T.L., Munster, C.L., Capareda, S. 2012. Capacity of biochar application to maintain energy crop productivity: soil chemistry, sorghum growth, and runoff water quality effects. *Journal of Environmental Quality*, 41, 1044-1051.
- Schomberg, H.H., Gaskin, J.W., Harris, K., Das, K.C., Novak, J.M., Busscher, W.J., Watts, D.W., Woodroof, R.H., Lima, I.M., Ahmedna, M., Rehrh, D., Xing, B.S., 2012. Influence of biochar on nitrogen fractions in a coastal plain soil. *Journal of Environmental Quality*, 41(4), 1087-1095.
- Schulz, H., Glaser, B. 2012. Effects of biochar compared to organic and inorganic fertilizers on soil quality and plant growth in a greenhouse experiment. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 175, 410-422.
- Skoog, D.A., Holler, F.J., Crouch, S.R. 2007. *Principles of Instrumental Analysis*. Sixth Edition, Thomson Brooks/Cole, Belmont, 1039, California.
- Smith, N.J.H., 1999. *The Amazon River Forest: A Natural History of Plants, Animals and People*. Oxford University Press, New york.
- Spokas, K.A., Novak, J.M., Venterea, R.T. 2012. Biochar's role as an alternative N-fertilizer: ammonia capture. *Plant and Soil*, 350, 35-42.
- Steiner, C., Teixeira, W.G., Lehmann, J., Nehls, T., de Macedo, J.L.V., Blum, W.E., Zech, W. 2007. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant and Soil*, 291(1-2), 275-290.
- Sümer, S.K., Kavdır, Y., Çiçek, G. 2016. Türkiye’de tarımsal ve hayvansal atıklardan biyokömür üretim potansiyelinin belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 19(4), 379-387.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci M., Polat S. 2008. Özel Sebzeçilik. 485, Tekirdağ.
- Şener, M. 1999. Soğanın (*Allium cepa* L.) sulama zamanı planlaması. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 60, Tekirdağ.

- Toy, D., ve Ünlü, H. 2015. Çiftlik gübresi ve yeşil gübre kullanımının taze ve kuru bürülce yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(2), 110-117.
- Thies, J., Rillig, M. 2009. Characteristics of biochar: Biological properties. In 'Biochar for environmental management'. (Eds J Lehmann, S Joseph) pp. 85-102. Earthscan, London.
- Trupiano, D., Coccozza, C., Baronti, S., Amendola, C., Vaccari, F.P, Lustrato, G., Lanardo, S.D., Fantasma, F., Tognetti, R., Scippa, G.S. 2017. The Effects of biochar and its combination with compost on lettuce (*Lactuca sativa* L.) growth, soil properties, and soil microbial activity and abundance. International Journal of Agronomy, 1-12.
- Upadhyay, K.P., George, D., Swift, R.S., Galea, V. 2014. The influence of biochar on growth of lettuce and potato. Journal of Integrative Agriculture 13(3), 541-546.
- Uzoma, K. C., Inoue, M., Andry, H., Fujimaki, H., Zahoor, A., Nishihara, E. 2011. Effect of cow manure biochar on maize productivity under sandy soil condition. Soil Use and Management, 27, 205-212.
- Ünlü, H., Padem, H. 2009. Organik domates yetiştiriciliğinde çiftlik gübresi, mikrobiyal gübre ve bitki aktivatörü kullanımının verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. Ekoloji, 19(73), 1-9.
- Van Zwieten, L., Kimber, S.W.R., Morris, S.G, Chan, K.Y., Downie, A.L., Rust, J., Joseph, S.H., Cowie, A.L. 2010. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. Plant Soil, 327, 235-246.
- Verheijen, F.G.A., Jefferey, S., Bastos, A.C., Velde, V.D.M., Diafas, I. 2009. Biochar application to soils - A critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions. EUR 24099 EN. Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Vural, H., Eşiyok D., Duman İ. 2000. Kültür sebzeleri; sebze yetiştirme. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 440, Bornova-İzmir.
- Wang, T., Arbestan, M.C., Hedley, M., Bishop, P. 2012. Predicting phosphorus bioavailability from high-ash biochars. Plant and Soil, 357, 173-187.
- Wang, L., Xue C., Nie, X., Liu, Y., Chen F. 2018. Effects of biochar application on soil potassium dynamics and crop uptake. J. Plant Nutr. Soil Sci., 181, 635-643.
- Warnock, D.D., Lehmann, J., Kuyper, T.W., Rillig, M.C. 2007. Mycorrhizal responses to biochar in soil concepts and mechanisms. Plant and Soil, 300, 9-20.
- Wolf, B. 1971. The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. Soil Science and Plant Analysis, 2(5), 363-374.

- Yaban, H. 2015. Biochar uygulamalarının tütün (*Nicotiana tabacum*) bitkisinin kadmiyum alımı ve mineral beslenmesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Bilim Dalı, 56, Tokat.
- Yamaguchi, M. 1983. World Vegetables, Department of Vegetables Crops University of California at Davis, California, 184-195.
- Yamato, M., Okimori, Y., Wibowo, I. F., Anshori, S., Ogawa, M. 2006. Effects of the application of charred bark of *Acacia mangium* on the yield of maize, cowpea and peanut, and soil chemical properties in South Sumatra, Indonesia. Soil Sci. Plant Nutr., 52, 489-495.
- Yelverton, F.H., Weber, J.B., Peedin, G., Smith, W.D. 1996. Using activated charcoal to inactivate agricultural chemical spills. North Carolina Cooperative Extension Service Pub., 1-4.
- Yünlü, S., ve Kır, E. 2016. Soğan (*Allium cepa* L.) ve sarımsaktaki (*Allium sativum* L.) fenolik bileşiklerin HPLC yöntemiyle tayin edilmesi. Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences, 20(3), 566-574.
- Yoldas, F., Ceylan, S., Mordogan, N., Esetlili, B.C. 2011. Effect of organic and inorganic fertilizers on yield and mineral content of onion (*Allium cepa* L.). African Journal of Biotechnology, 10(55), 11488-11492.
- Zemanova, V., Brendova, K., Pavlikova, D., Kuvatova, P., Tlustos, P. 2017. Effect of biochar application on the content of nutrients (Ca, Fe, K, Mg, Na, P) and amino acids in subsequently growing spinach and mustard. Plant, Soil and Environment, 7, 322-327.
- Zolfi-Bavariani, M., Ronagh, A., Ghasemi- Fasaiei, R., Yasrebi, J. 2016. Influence of poultry manurderived biochars on nutrients bioavailability and chemical properties of a calcareous soil. Archives of Agronomy and Soil Science, 62, 1578-1591.
- Zhang, D., Pan, G., Wu, G., Kibue, G.W., Li, L., Zhang, X., Zheng, J., Zheng, J., Cheng, K., Joseph, S., Liu, X. 2016. Biochar helps enhance maize productivity and reduce greenhouse gas emissions under balanced fertilization in a rainfed low fertility inceptisol. Chemosphere, 142, 106-113.
- Zhou, D., Liu, D., Gao, F., Li, M., Luo, X. 2017. Effects of biochar-derived sewage sludge on heavy metal adsorption and immobilization in soils. International Journal of Environmental Research and Public Health, 14(7), 681-696.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Moustapha Maman MOUNIROU
Doğum Yeri : Zinder (Nijer Cumhuriyeti)
Doğum Tarihi : 17/01/1985
Uyruk : Nijer
Medeni Durumu : Evli

EĞİTİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans, 2013. Abdou Moumouni Üniversitesi Niamey-Nijer Ziraat Fakültesi Bitki Üretimi Bölümü. Danışman : Doç. Dr. Tidjani Adamou DİDİER

Tez Konusu : Nijer Kültür Sisteminde Marul Üretimi Üzerine Guano (Yarasa Gübresi) Uygulamalarının Etkileri

http://www.bibliotheque uam.net/pmb/opac_css/index.php?lvl=author_see&id=14148

Lisans, 2011. Abdou Moumouni Üniversitesi Niamey-Nijer Ziraat Fakültesi Zirai Bilimler Bölümü. Danışman : Doç. Dr. Tidjani Adamou DİDİER

Tez Konusu : Gouré-Nijer İklim Değişikliği ve Nüfus Artışı Tahıllar Bitkileri Alanlarında Toprak Verimliliği Yönetiminin Analizleri

http://www.bibliotheque uam.net/pmb/opac_css/index.php?lvl=author_see&id=14148

Lise, 2003. Franco-Arap Zinder Lisesi Nijer

ÇALIŞMA VE ARAŞTIRMA ALANLARI

Ulusal Halk Servisi 2013-2014 Tarım Genel Müdürlüğü Niamey-Nijer

Staj : devlet dışı organizasyonu Mart 2014 ONG KARKARA Bozulmuş Topraklarda İyileştirilmesi Gothèye-Tillabéry Nijer.

DİLLER

Dil	Okuma	Konuşma	Yazma
Fransızca	Pekiyi	İyi	İyi
Haoussaca	Pekiyi	Pekiyi	Pekiyi
Arapça	İyi	Orta	İyi
Türkçe	İyi	İyi	İyi
İngilizce	Orta	Orta	Orta

C1 : Türkçe Dil Diploması, 2015. Türkçe ve Yabancı Dil Araştırma ve Uygulama Merkezi **TÖMER**, Ankara Üniversitesi.

Uluslararası Kongre

Mounirou, M.M., Harouna, K.A., Tidjani, A.D. 2018. Nijer'in Balla İlçesi Tarım Havzasında Marul Üretimi Üzerine Yarasa Gübresi Uygulamalarının Etkileri. 2. Uluslararası Öğrenciler Fen Bilimleri Kongresi, 04-05 Mayıs 2018, Bildiriler Kitabı, İlk Baskı, 1-4, 293s İzmir. <https://sciencecon.org>

Mounirou, M.M. 2019. Nijer Tarımının Karakteristik Özellikleri. 3. Uluslararası Öğrenciler Fen Bilimleri Kongresi, 03-04 Mayıs 2019, Bildiriler Kitabı, İkinci Baskı, 5-11, 256s İzmir. <https://sciencecon.org>

Hakemli Dergiler

Kaya, E.C., Akça, H., Taşkın, M.B., **Mounirou, M.M.**, Kaya, T. 2019. Biyokömür ve Fosfor Uygulamalarının Mısır ve Çeltik Bitkilerinin Gelişimi ve Mineral Element Konsantrasyonlarına Etkileri. Toprak Su Dergisi, 8 (1), 46-54.

BRANŞ DIŞI BİLGİSİ

Kuran-ı Kerim Bitirmenin Diploması, 2003. Cheikh Mamadou Adji Enstitüsü Zinder Nijer. Danışman : Malam Hadi Cheikh Mamadou Adji