

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



FARKLI ORGANİK KAYNAKLI GÜBRE
UYGULAMALARININ İSPANAKTA (*Spinacia oleracea* L.)
BİTKİ GELİŞİMİ, VERİM, KALİTE ÖZELLİKLERİ VE
BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZGÜL YAMAN

BOLU, EYLÜL - 2019

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI



FARKLI ORGANİK KAYNAKLI GÜBRE
UYGULAMALARININ İSPANAKTA (*Spinacia oleracea* L.)
BİTKİ GELİŞİMİ, VERİM, KALİTE ÖZELLİKLERİ VE
BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZGÜL YAMAN

BOLU, EYLÜL - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Özgül YAMAN tarafından hazırlanan “FARKLI ORGANİK KAYNAKLI GÜBRE UYGULAMALARININ İSPANAKTA (*Spinacia oleracea* L.) BİTKİ GELİŞİMİ, VERİM, KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ” adlı tez çalışması Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda 29/08/2019 tarihinde Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Doç. Dr. Beyhan KİBAR
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi


.....

Üye
Prof. Dr. Aysun PEKŞEN
Ondokuz Mayıs Üniversitesi


.....

Üye
Doç. Dr. Muttalip GÜNDOĞDU
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi


.....

Prof. Dr. Ömer ÖZYURT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü


.....

ETİK BEYAN

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Özgül YAMAN

ÖZET

FARKLI ORGANİK KAYNAKLI GÜBRE UYGULAMALARININ ISPANAKTA (*Spinacia oleracea* L.) BİTKİ GELİŞİMİ, VERİM, KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZGÜL YAMAN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. BEYHAN KİBAR)

BOLU, EYLÜL - 2019

Bu çalışma, farklı organik kaynaklı gübre uygulamalarının Bolu ili ekolojik koşullarında yetiştirilen ıspanakta bitki gelişimi, verim, kalite özellikleri ve bitki besin elementi içeriği üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırma, 2017 yılı sonbahar yetiştirme döneminde açık arazide yürütülmüş ve Matador ıspanak çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada 1) Kontrol, 2) Tavuk gübresi, 3) Hindi gübresi, 4) Koyun gübresi, 5) Sığır gübresi, 6) Vermikompost ve 7) Kimyasal gübre olmak üzere 7 farklı uygulama ele alınmıştır. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada 26 adet bitki gelişimi, verim ve kalite ile ilgili özellik ve 24 adet element incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre uygulamalar arasında önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Farklı gübre uygulamalarının kullanıldığı ıspanakta; bitki boyu 9.66-11.18 cm, bitki yaş ağırlığı 8.88-11.07 g, pazarlanabilir yaprak sayısı 7.81-8.57 adet, klorofil miktarı 54.71-68.93 spad, nitrat içeriği 518.71-1182.62 mg/kg, azot içeriği %3.43-5.91, fosfor içeriği 489.26-518.82 mg/kg ve potasyum içeriği 20724.30-25066.64 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. Kontrol ve kimyasal gübre ile karşılaştırıldığında bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı, pazarlanabilir yaprak sayısı, kuru madde oranı ve verim bakımından organik gübre uygulamalarının hepsinden daha yüksek değerler elde edilmiştir. En yüksek verim sığır gübresi uygulamasında belirlenmiş olup, sığır gübresinin verimi kontrole göre %88.08 oranında, kimyasal gübreye göre ise %41.16 oranında artırdığı gözlenmiştir. Genel olarak organik gübre uygulamalarının bitkideki azot, fosfor, kükürt ve selenyum içeriğini kontrol ve kimyasal gübreye göre önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. Organik gübrelerin uygulandığı bitkilerdeki arsenik, kobalt, krom ve nikel gibi ağır metallerin içeriği kontrolden daha düşük; alüminyum ve kadmiyum içeriği ise kimyasal gübreden daha düşük bulunmuştur. Tüm gübre uygulamaları bitkideki nitrat içeriğini artırmıştır. Organik gübre uygulamalarının ıspanağın renk özelliklerine belirgin bir etkisi görülmemiştir. Çalışmanın sonucunda ele alınan organik gübrelerin ıspanakta bitki gelişimi, verim, kalite özellikleri ve bitki besin elementi içeriği üzerine olumlu etkilerinin olduğu ve ıspanak yetiştiriciliğinde başarılı bir şekilde kullanılabilecekleri saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Ispanak, Organik gübreler, Bitki gelişimi, Verim, Kalite özellikleri, Elementler

ABSTRACT

EFFECTS OF DIFFERENT ORGANIC FERTILIZER APPLICATIONS ON PLANT GROWTH, YIELD, QUALITY PROPERTIES AND NUTRIENT CONTENT IN SPINACH (*Spinacia oleracea* L.)

MSC THESIS

ÖZGÜL YAMAN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF
NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF HORTICULTURE

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. BEYHAN KİBAR)

BOLU, SEPTEMBER 2019

This study was conducted to determine the effects of different organic fertilizer applications on plant growth, yield, quality properties and nutrient content in spinach grown in ecological conditions of Bolu province. The research was carried out in the open field during the autumn growing season of 2017 and Matador spinach variety was used. Seven different applications were examined in the study. The applications was as follows: 1) Control, 2) Chicken manure, 3) Turkey manure, 4) Sheep manure, 5) Cattle manure, 6) Vermicompost and 7) Chemical fertilizer. The study was established in randomized complete block design with 3 replications. In the study, 26 properties related to plant growth, yield, quality and 24 elements were examined. According to the research findings, significant differences were found among the applications. The plant height, plant wet weight, number of marketable leaves, chlorophyll content, nitrate content, nitrogen content, phosphorus content and potassium content in spinach used different fertilizer applications ranged from 9.66 to 11.18 cm, 8.88 to 11.07 g, 7.81 to 8.57, 54.71 to 68.93 spad, 518.71 to 1182.62 mg/kg, 3.43 to 5.91%, 489.26 to 518.82 mg/kg and 20724.30 to 25066.64 mg/kg, respectively. Compared with control and chemical fertilizer, the higher values in terms of plant height, plant wet weight, plant dry weight, number of marketable leaves, dry matter content and yield were obtained from all organic fertilizer applications. The highest yield was determined in cattle manure. It was observed that cattle manure increased the yield by 88.08% compared to the control and increased the yield by 41.16% compared to the chemical fertilizer. In general, organic fertilizer applications significantly increased the nitrogen, phosphorus, sulphur and selenium content of the plant compared to control and chemical fertilizer. In the plants which organic fertilizers were applied the contents of heavy metals such as arsenic, cobalt, chromium and nickel were lower than the control and contents of aluminum and cadmium were lower than chemical fertilizer. All fertilizer applications increased nitrate content in the plant. Organic fertilizer applications did not have a significant effect on the color properties of spinach. As a result of the study, it was determined that organic fertilizers examined have positive effects on plant growth, yield, quality properties and nutrient content in spinach and organic fertilizers can be used successfully in spinach cultivation.

KEYWORDS: Spinach, Organic fertilizers, Plant growth, Yield, Quality properties, Elements

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xii
TEŞEKKÜR	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM	30
3.1 MATERYAL	30
3.1.1 Bitki Materyali.....	30
3.1.2 Toprak Materyali	31
3.1.3 Gübre Materyali.....	31
3.2 YÖNTEM	31
3.2.1 Denemenin Kurulması, Tohum Ekimi ve Bitkilerin Yetiştiriciliği	31
3.2.2 Toprak Analizleri.....	37
3.2.3 Organik Kaynaklı Gübre Materyallerin (Tavuk Gübresi, Hindi Gübresi, Koyun Gübresi, Sığır Gübresi ve Vermikompost) Analizleri	38
3.2.4 Deneme Sırasında Bitkilerde Yapılan Ölçüm, Gözlem ve Analizler ...	39
3.2.5 Verilerin Değerlendirilmesi	511
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	52
4.1 Çalışmada Kullanılan Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	52
4.2 Çalışmada Kullanılan Organik Gübrelerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	52
4.3 Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Ispanakta Bitki Özellikleri (Bitki Boyu, Bitki Eni, Bitki Yaş Ağırlığı ve Bitki Kuru Ağırlığı) Üzerine Etkileri	54
4.4 Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Ispanakta Kök Özellikleri (Kök Uzunluğu, Kök Boğazı Çapı, Kök Yaş Ağırlığı ve Kök Kuru Ağırlığı) Üzerine Etkileri.....	58
4.5 Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Ispanakta Yaprak Özellikleri (Yaprak Ayası Boyu, Yaprak Ayası Eni, Yaprak Ayası Kalınlığı, Yaprak Sapı Uzunluğu, Yaprak Sapı Kalınlığı, Pazarlanabilir Yaprak Sayısı ve Iskarta Yaprak Sayısı) Üzerine Etkileri	60

4.6	Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Ispanakta Bazı Kimyasal Özellikler (Klorofil, Kuru Madde Oranı, pH, Suda Çözünebilir Kuru Madde ve Nitrat İçeriği) Üzerine Etkileri	66
4.7	Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Ispanakta Renk Özellikleri (L*, a*, b*, C* ve h°) Üzerine Etkileri	71
4.8	Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Ispanakta Verim Üzerine Etkileri ...	73
4.9	Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Ispanakta Element İçerikleri Üzerine Etkileri.....	75
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	91
6.	KAYNAKLAR.....	95
7.	ÖZGEÇMİŞ.....	105



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1.	Matador ıspanak çeşidi.....	30
Şekil 3.2.	Parsellerin hazırlanması.....	33
Şekil 3.3.	Parsellere gübrelerin uygulanması.....	33
Şekil 3.4.	Tohum ekimi.....	34
Şekil 3.5.	Bitkilerin çıkış döneminden görünüm.....	34
Şekil 3.6.	Bitkilerin yetiştirilmesi ve arazide bitkilerin genel görünümü...	35
Şekil 3.7.	Çalışmada kullanılan sıcaklık ve nem kayıt cihazı.....	37
Şekil 3.8.	Bitki boyunun ölçümü.....	39
Şekil 3.9.	Bitki eninin ölçümü.....	39
Şekil 3.10.	Bitki yaş ağırlığının ölçümü.....	40
Şekil 3.11.	Bitki örneklerinin etüvde kurutulması	40
Şekil 3.12.	Kök uzunluğunun ölçümü.....	41
Şekil 3.13.	Kök boğazı çapının ölçümü.....	41
Şekil 3.14.	Yaprak ayası boyunun ölçümü.....	42
Şekil 3.15.	Yaprak ayası eninin ölçümü.....	42
Şekil 3.16.	Yaprak ayası kalınlığının ölçümü.....	43
Şekil 3.17.	Yaprak sapı uzunluğunun ölçümü.....	43
Şekil 3.18.	Yaprak sapı kalınlığının ölçümü.....	44
Şekil 3.19.	Pazarlanabilir yaprak sayısının belirlenmesi.....	44
Şekil 3.20.	Kuru madde oranını belirlemek amacıyla örneklerin etüvde kurutulması.....	45
Şekil 3.21.	pH ölçümü.....	46
Şekil 3.22.	Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ölçümü.....	46
Şekil 3.23.	Yaprak renginin ölçümü.....	47
Şekil 3.24.	CIE L*, a*, b* renk sistemi.....	47
Şekil 3.25.	Klorofil miktarının ölçümü.....	48
Şekil 3.26.	Nitrat tayini için kullanılan UV-visible spektrofotometre cihazı.....	48
Şekil 3.27.	Element tayini için bitki örneklerinin etüvde kurutulması.....	49
Şekil 3.28.	Element tayini için bitki örneklerinin öğütülmesi.....	49
Şekil 3.29.	Element tayini için kullanılan ICP-MS cihazı.....	50
Şekil 3.30.	Fosfor tayini için kullanılan UV-visible spektrofotometre cihazı.....	50
Şekil 3.31.	Toplam azot ve toplam kükürt tayini için kullanılan elemental analiz cihazı.....	51
Şekil 4.1.	Deneme süresince deneme alanında ölçülen sıcaklık ve nispi nem değerleri.....	53
Şekil 4.2.	Çalışmada ele alınan uygulamaların a) bitki boyu, b) bitki eni, c) bitki yaş ağırlığı ve d) bitki kuru ağırlığı üzerine etkisi.....	57
Şekil 4.3.	Çalışmada ele alınan uygulamaların a) kök uzunluğu, b) kök boğazı çapı, c) kök yaş ağırlığı ve d) kök kuru ağırlığı üzerine etkisi.....	60
Şekil 4.4.	Çalışmada ele alınan uygulamaların a) yaprak ayası boyu, b) yaprak ayası eni, c) yaprak ayası kalınlığı, d) yaprak sapı	65

	uzunluğu, e) yaprak sapı kalınlığı, f) pazarlanabilir yaprak sayısı ve g) ıskarta yaprak sayısı üzerine etkisi.....	
Şekil 4.5.	Çalışmada ele alınan uygulamaların a) klorofil, b) kuru madde oranı, c) pH, d) suda çözünebilir kuru madde ve e) nitrat içeriği üzerine etkisi.....	70
Şekil 4.6.	Çalışmada ele alınan uygulamaların a) L*, b) a*, c) b*, d) C* ve e) h° renk özellikleri üzerine etkisi.....	72
Şekil 4.7.	Çalışmada ele alınan uygulamaların verim üzerine etkisi.....	74
Şekil 4.8.	Çalışmada ele alınan uygulamaların a) azot, b) fosfor, c) potasyum, d) kalsiyum, e) magnezyum, f) sodyum ve g) kükürt içeriği üzerine etkisi.....	87
Şekil 4.9.	Çalışmada ele alınan uygulamaların a) demir, b) mangan, c) çinko, d) bakır, e) bor ve f) selenyum içeriği üzerine etkisi.....	88
Şekil 4.10.	Çalışmada ele alınan uygulamaların a) alüminyum, b) arsenik, c) baryum, d) kadmiyum, e) kobalt, f) krom, g) nikel, h) kurşun ve ı) kalay içeriği üzerine etkisi.....	90

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	52
Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan organik gübrelerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	53
Çizelge 4.3. Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta bitki özellikleri (bitki boyu, bitki eni, bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı) üzerine etkileri.....	57
Çizelge 4.4. Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta kök özellikleri (kök uzunluğu, kök boğazı çapı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı) üzerine etkileri.....	59
Çizelge 4.5. Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta yaprak özellikleri (yaprak ayası boyu, yaprak ayası eni, yaprak ayası kalınlığı, yaprak sapı uzunluğu, yaprak sapı kalınlığı, pazarlanabilir yaprak sayısı ve ıskarta yaprak sayısı) üzerine etkileri.....	64
Çizelge 4.6. Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta bazı kimyasal özellikler (klorofil, kuru madde oranı, pH, suda çözünebilir kuru madde ve nitrat içeriği) üzerine etkileri.....	69
Çizelge 4.7. Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta renk özellikleri (L*, a*, b*, C* ve h°) üzerine etkileri.....	72
Çizelge 4.8. Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta verim üzerine etkileri.....	74
Çizelge 4.9. Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta element içerikleri üzerine etkileri.....	86

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

a*	: Kırmızıdan (pozitif) yeşile (negatif) renk değişimi
Al	: Alüminyum
As	: Arsenik
AS	: Amonyum sülfat
b*	: Sarıdan (pozitif) maviye (negatif) renk değişimi
C*	: Kroma, rengin doygunluğu
Ca	: Kalsiyum
CAN	: Kalsiyum amonyum nitrat
Ca(NO₃)₂	: Kalsiyum nitrat
Cd	: Kadmiyum
cm	: Santimetre
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
da	: Dekar
dS/m	: DesiSiemens/metre
EC	: Elektriksel iletkenlik
Fe	: Demir
g	: Gram
h°	: Hue açısı, rengin niteliği
ha	: Hektar
ICP-MS	: İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
L*	: Parlaklık, rengin açıklık veya koyuluğu
m²	: Metrekare
Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
mg/kg	: Miligram/kilogram
mm	: Milimetre
Mn	: Mangan
N	: Azot

Na	: Sodyum
NH₄NO₃	: Amonyum nitrat
Ni	: Nikel
öd	: Önemli değil
P	: Fosfor
Pb	: Kurşun
pH	: Power of hydrogen (Hidrojenin gücü)
ppm	: Milyonda bir birim (parts per million)
S	: Kükürt
SÇKM	: Suda çözünebilir kuru madde
Sn	: Kalay
TSP	: Triple süper fosfat
Ni	: Nikel
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UV	: Ultraviyole (morötesi)
VC	: Vermikompost
v/v	: Hacim/Hacim
Zn	: Çinko
%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece

TEŞEKKÜR

Tez danışmanlığımı yapan ve tez çalışmam süresince yardımlarını ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Beyhan KİBAR'a, yüksek lisans ders ve tez aşamasında desteklerini aldığım Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyelerine teşekkür ederim.

Tez çalışmamın kimyasal analiz kısmında benden yardımlarını esirgemeyen Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tohum Bilimi ve Teknolojisi Bölümünden, Sayın Doç. Dr. Hakan KİBAR ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ferit SÖNMEZ'e teşekkür ederim.

Bu çalışmaya 2017.10.05.1195 nolu proje kapsamında destek sağlayan Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Tez çalışmamda deneme alanını sağlayan, arazi safhasında yardımlarını ve bilgi birikimlerini esirgemeyen Orhan YILDIRIMER ve ailesine gönülden teşekkür ederim.

Toprak analizlerinde Bolu İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Toprak Yaprak Analizi Laboratuvarı personellerine ve mesai arkadaşım Ziraat Mühendisi İrem ÇOŞAR'a, deneme alanını fotoğraflayan arkadaşım Veteriner Hekim Eren DİLER'e, tez çalışmamın bitmesi konusunda beni samimiyetle motive eden yanımda olan nice değerli arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın kurulumunda ve yetiştirme sürecinden hasadına kadar yardımlarını esirgemeyen, tüm eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğiyle yanımda olan, hakkını asla ödeyemeyeceğim, babam Hikmet YAMAN, annem Nuran YAMAN, kardeşlerim Özlem YAMAN ve Özge YAMAN'a saygı ve sonsuz minnetlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusunun yeterli ve dengeli beslenebilmesini sağlamak, tarımsal üretimi ve verimliliği artırmakla mümkündür. Tarımda gübreleme ile verimlilik arasında sıkı bir ilişki olduğu ortadadır. Bitki yetiştiriciliğinde daha verimli ve daha kaliteli ürün elde etmenin en önemli yollarından birisi gübrelemedir. Gübre, tarımsal üretimde en önemli girdilerden biri olup, tek başına verimi %50'ye yakın artırabilmektedir. Yeterli ve kaliteli ürün alabilmek için, toprakta yeterli ve dengeli düzeyde bitki besin elementi bulunması gerekmektedir. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de tarımsal verimliliği artırmak amacıyla çoğunlukla kimyasal (inorganik) gübreler kullanılmaktadır (Karaman ve Turan, 2012). Ülkemizde petrolden sonra en çok dövizin tahsis edildiği tarımsal girdi, kimyasal gübrelerdir. Gübre yeterli uygulanmadığında verim ve kalitede önemli kayıplar meydana gelmektedir. Buna karşılık, aşırı miktarda ve bilinçsizce yapılan kimyasal gübrelemenin toprak tuzluluğu, ağır metal birikimi, su kirliliği, nitrat birikimi ve topraktaki mikroorganizma faaliyetlerinin azalmasına sebep olduğu ve bunun sonucunda da insan ve çevre sağlığını olumsuz etkilediği ve mevcut biyolojik dengenin bozulmasına neden olduğu bildirilmektedir (Ngouajio vd., 2003; Güler, 2004; Savcı, 2012). Dolayısıyla, tarımda sürdürülebilirlik sağlanamamakta, tarım topraklarımız hızla kirlenmekte, topraklardaki faydalı mikroorganizmalar tahrip edilmekte ve toprak verimliliği azalmaktadır (Çakmakçı ve Erdoğan, 2008).

Artan dünya nüfusunun beslenme ihtiyacının karşılanmasında, tarımsal faaliyetler içerisinde yer alan bitkisel üretim ve onun bir kolu olan sebze tarımının gün geçtikçe önemi artmaktadır. Sebzeler, insan sağlığı açısından çok önemli olan vitaminler, mineral maddeler ve antioksidan maddeleri içermekte olup, tarımsal sanayide ve farklı sektörlerde hammadde olarak da kullanılmaktadır. Ülkemiz, oldukça değişik ekolojik koşullara sahip olduğundan, pek çok sebze türünün yetiştiriciliğine olanak sağlar. Çin, Hindistan ve ABD'den sonra Türkiye dünyada dördüncü büyük sebze üreticisi ülke konumundadır (FAO, 2019). Sebze üretimi, ülkemiz ekonomisinde önemli bir yere sahiptir. Türkiye 2018 yılında 820.668 ha alanda toplam 30.032.827 tonluk sebze üretimi ile önemli bir üreticidir (TÜİK, 2019).

Türkiye sebze üretimi bakımından kendi kendine yeten ülkeler arasındadır (Abak, 2012; Yanmaz vd., 2015).

Sebzeler diğer bitkilere göre daha fazla besin maddesine ihtiyaç duyduğu için sebze yetiştiriciliğinde gübrelemenin ayrı bir önemi vardır. Besin maddeleri, yeterince sağlanamazsa ya da bilinçsizce fazla uygulanırsa verim ve kalite olumsuz yönde etkilenmektedir. Sebze yetiştiriciliğinde gübre kullanım oranının yüksek olduğu bilinmektedir. Türkiye’de uygulanan gübre miktarı Avrupa ülkelerinin bir hayli gerisinde olmasına karşın; özellikle sebze yetiştiriciliğinde gübre kullanım oranının yüksek olduğu bilinmektedir. Kimyasal gübre kullanımının gereğinden fazla olduğu sebze yetiştiriciliğinde uzun vadeli olarak insan sağlığını, çevreyi ve doğal kaynakları koruyan sürdürülebilir bir tarım sistemi sağlamak için kimyasal gübreler yerine organik gübrelerin kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Bu nedenle, günümüzde insan ve çevre sağlığı ile azalan tarım topraklarının geleceğinin olumlu yönde etkilenmesi için tarımda sürdürülebilirliğin sağlanmasına odaklı olan yeni anlayış ile birlikte organik gübreler oldukça önem kazanmıştır. Organik gübreler ise tüm dünyada önemi ve kullanımı gittikçe artan ve organik tarıma katkıda bulunan gübrelerdir. Bozulan doğal dengeyi yeniden sağlamak ve korumak için kimyasal gübre kullanımından mümkün olduğunca kaçınılarak bitkisel ve hayvansal kökenli materyallerden oluşan organik gübrelerin tercih edilmesi gerekmektedir. Çevre ve toprak kirliliğini önleme ve gübreleme için harcanan aşırı kimyasal gübre giderlerini azaltma açısından bu konu son derece önemlidir. Yapılan çalışmalar organik gübrelerin bitki, toprak, çevre ve ekonomiye yararlı olduğunu göstermiştir. Organik gübreler kullanılarak tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması, tarım topraklarının iyileştirilmesi ve birim alandan daha az maliyetle verimin artırılması amaçlanmaktadır.

Organik gübreler, bitki besin elementleri yanında organik madde ve fazla miktarda da çeşitli mikroorganizmaları içerirler. Bu nedenle, organik gübreler tarım topraklarının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerinde olumlu ve önemli etkilere sahiptirler (Kacar ve Katkat, 2007). Organik gübreler; bitkiler için besin maddesi kaynağı oluşturmakta, toprağın katyon değiştirme kapasitesini artırmakta, toprağın kolay tava gelmesini sağlamakta, toprağın su tutma kapasitesini artırmakta,

toprağın havalanmasını ve ısınmasını kolaylaştırmakta, toprakta bulunan bitki besin elementlerinin bitki tarafından alınabilir forma dönüşmesine yardımcı olmakta, toprak yapısını iyileştirmekte, iyi bir tekstür ve strüktür kazandırmakta, toprak reaksiyonunu düzenlemekte ve bitki gelişimini teşvik etmektedir (Soyergin, 2003; Mercik ve Stepien, 2006; Olesen vd., 2007; Adiloğlu ve Eraslan, 2012). Türkiye topraklarındaki organik maddenin %2'nin altında olması ve besin elementleri eksikliği, organik gübrelerin topraklara verilmesi gerektiğinin önemini açıkça ortaya koymaktadır.

Organik gübreler, bitkisel ve hayvansal kökenli materyallerden oluşmuş gübrelerdir. Organik gübre olarak kullanılan kaynaklar arasında en başta ahır gübresi (çiftlik gübresi) gelmektedir. Ahır gübresi en eski ve en yaygın olarak kullanılan organik gübredir (Lampkin, 2002). Ahır gübresi üreticiler tarafından uzun yıllardır başarı ile kullanılan bir materyaldir. Ahır gübresi, büyük ve küçükbaş çiftlik hayvanlarının dışkıları ile ahırlarda hayvanların altına serilen yataklardan oluşmaktadır. Ahır gübresi bitki gelişimi için gerekli olan çeşitli bitki besin elementlerini sağlamakta, toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemekte ve aynı zamanda toprakta organik madde kaynağı olarak görev yapmaktadır (Lampkin, 2002; Watson vd., 2002; Schoenau, 2006). Ahır gübresinin bu etkileri şu şekilde sıralanabilir: 1) Toprağın su tutma kapasitesini artırır. 2) Suyun toprak yüzeyinde bağımsızca akmasına, buharlaşmasına ve tarıma elverişli toprakların taşınıp götürülmesine engel olur. 3) Toprağın kolay tava gelmesini sağlar. 4) Toprak ısınımsını bitki gelişmesi için uygun duruma getirir. 5) Toprakların pH'sı üzerinde etkili olmaktadır. 6) Ahır gübresi, organik yapısı nedeniyle toprağın havalanma özelliğini artırır. 7) Ahır gübresiyle toprağa fazla miktarda mikroorganizma verilir. Böylece topraktaki mikroorganizma faaliyetini hızlandırır (Soyergin, 2003).

Ahır gübresinde bulunan bitki besin elementlerinin büyük bir bölümü suda çözünebilir haldedir. Bitkiler için ahır gübresindeki fosfor, kimyasal gübrelerdeki fosfora göre çok daha yararlıdır. Ahır gübresinin kalitesi ve içeriği hayvanın cinsi, yaşı, cinsiyeti, beslenme durumu, kullanılan yataklık materyali, saklama koşulları ve araziye uygulama şekli olmak üzere pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Lampkin, 2002). Koyun ve tavuktan elde edilen ahır gübrelerinin besin maddesi kapsamı, sığırdan elde edilen gübreye oranla daha yüksektir. Genç hayvanlar aldıkları

besin maddelerinin bir kısmını büyüme ve gelişmelerinde kullandıkları için gübrelere göre daha düşüktür. Dişi hayvanlar aldıkları besin elementlerinin bir kısmını yavrularını beslemede, bir kısmını sütlerinin oluşmasında kullandıklarından besin değeri erkeklerle oranla daha fakirdir. Ayrıca hayvan beslenmesinde kullanılan materyalin protein içeriği ne kadar yüksek ise, gübrenin azot içeriği de o kadar yüksek olmakta, ayrıca beslenmede yüksek fosfor ve potasyum verilmesi ahır gübresinin bu besinler bakımından daha zengin olmasını sağlamaktadır (Lampkin, 2002; Watson vd., 2002).

Tavuk gübresi; azot içeriği yönünden diğer çiftlik gübrelere oranla daha değerlidir, nem içeriği az ve kuru madde miktarı yüksektir. Tavuk gübresi, içerdiği azot yanında diğer bitki besinlerince zengin iyi bir besin maddesi kaynağı hem de toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirici iyi bir ıslah materyalidir. Tavuk gübresindeki azotun %65'i, fosforun %50'si ve potasyumun %75'i gübre uygulamasının ilk yılında bitki tarafından kullanılmaktadır (Aydeniz ve Brohi, 1991). Ancak doğrudan kullanılması durumunda bitkide yanmalara neden olabilir. Bu nedenle ya toprağa az miktarda uygulanarak veya sap, saman, turba ve yosun ile karıştırılarak bitki besin düzeyi seyreltilip kullanılabilir (Soyergin, 2003). Genellikle sebze yetiştiriciliğinde kullanılan tavuk gübresi, mevcudun çok küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Tavuk ve hindi gibi kanatlı hayvanların yetiştiriciliği Bolu ili'nin ekonomisinde önemli bir yer tutmaktadır. Dolayısıyla, üretimin yoğun olmasına bağlı olarak ilde tavuk ve hindi gübresi üretimi de fazladır. Bu yüzden, ucuz olması ve kolay elde edilmesi nedeniyle bu gübreler yöre tarımında üreticiler tarafından tercih edilmektedir. Ancak bu gübrelerin fazlaca ve denetimsiz olarak kullanılması bazı sorunları da beraberinde getirmektedir.

Organik gübreler arasında son yıllarda üretimi ve kullanımı gittikçe artan vermikompost (solucan gübresi) ise organik atıkların solucanlar tarafından sindirilmeleri sırasında kompostlaştırılması sonucunda elde edilen yüksek ekonomik değere sahip humus benzeri organik bir üründür (Garg ve Gupta, 2009; Erşahin, 2010). Ayrıca vermikest, kest veya biohumus olarak da adlandırılmaktadır (Edwards ve Bohlen, 1996; Şimşek Erşahin, 2007). Vermikompost, organik atıkların kullanımına yani onların geri dönüşümüne katkısı olan bir gübre çeşididir (Bellitürk ve Görres, 2012). Solucanlar tarafından elde edilen vermikompost başka hiçbir işlem

uygulanmadan doğrudan toprağa verilebilmektedir. Vermikompost; çok yüksek gözeneklilik, havalanma, drenaj, su tutma kapasitesi ve mikrobiyal aktiviteye sahiptir (Garg ve Gupta, 2009; Boran, 2015). Vermikompost bitki besin elementleri, faydalı toprak mikroorganizmaları, humus, organik madde, çeşitli enzimler ve büyüme hormonları bakımından oldukça zengindir (Özkan vd., 2016). Vermikompostun içerisindeki bitki besin elementlerinin %97'si (özellikle N, P ve K) bitki tarafından doğrudan alınabilir formdadır (Şimşek Erşahin, 2007). Vermikompost uygulamasının bitkinin gereksinim duyduğu bitki besin maddelerini elverişli bir biçimde sağladığı ve bu besinlerin bitki tarafından alınımını artırdığı bildirilmektedir (Peyvast vd., 2008). Vermikompost kullanımının bitki büyümesi, verim, kalite, besin elementi içeriği ve bitki sağlığı üzerinde çok sayıda olumlu etkisinin olduğu gösterilmiştir (Durak vd., 2017; Köksal vd., 2017; Adiloğlu vd., 2018). Vermikompostun yavaş salınımlı olması ve kullanıldığı toprakta sağladığı fiziksel, kimyasal ve biyolojik iyileşmeler sebebiyle son yılların en gözde organik gübresi olduğu bildirilmektedir (Yağmur ve Eşiyok, 2013). Vermikompost hem organik hem de konvansiyonel olarak yapılan tarımsal üretimde organik gübre ve toprak düzenleyicisi olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu nedenle vermikompost tarımda kullanılan inorganik gübreler için umut verici bir alternatif olarak kabul edilmektedir (Lazcano ve Dominguez, 2011). Ülkemizde sebze yetiştiriciliğinde vermikompost gübresi kullanımı, son yıllarda giderek popülaritesi artan bir tarımsal faaliyettir ve hızla yaygınlaşmaktadır. Ekonomik ve çevreci materyal olan vermikompostun ülkemizde daha da fazla tanınması ve kullanılmasının yaygınlaştırılması için farklı sebze türlerinde bitki verimliliği üzerine etkileri, yapılacak çalışmalarla daha net bir şekilde ortaya konulmalıdır.

İnsan bünyesine alınan nitratın kaynağının %70'ini sebzeler oluşturmaktadır. Özellikle insanlar tarafından doğrudan tüketilen sebzelerde yüksek nitrat içerikleri istenmez. Aşırı ve bilinçsiz kullanılan azotlu kimyasal gübreler özellikle de nitrat formunda azotlu gübre uygulamaları bitki bünyesinde insan sağlığına zararlı olan nitrat birikimini artırmaktadır (Şensoy vd., 1996). Bitkilerin inorganik formda azot ile gübrelendiğinde, kompost veya organik gübrelemeden daha fazla miktarda nitrat biriktirdiği belirtilmektedir. Nitrat insanlarda kanser oluşumuna yol açabilen zararlı maddelere dönüşebilmektedir. Özellikle yaprağı yenen ıspanak, marul gibi sebzelerde nitrat konsantrasyonu insan sağlığını tehdit edecek yüksek düzeylere kadar

çıkabilmektedir. Santamaria (2006) ıspanağın çok yüksek seviyede (>2500 mg/kg) nitrat içerebilen sebzeler grubuna girdiğini bildirmiştir.

En önemli çevre kirleticiler arasında yer alan ağır metaller, birçok çevre ve insan sağlığı probleminin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Sebzelerde aşırı ve bilinçsizce yapılan kimyasal gübrelemenin ağır metal birikimine neden olduğu belirtilmektedir. Ağır metaller genetik, yaş, maruz kalınan doz, kişinin bağışıklık direnci ve beslenme düzeyi gibi faktörlere bağlı olarak insanlarda en başta kanser olmak üzere çeşitli hastalıklara sebep olmaktadır. Özellikle kurşun, kadmiyum, arsenik, nikel gibi metaller kanserojen etkiye sahiptir (Benavides vd., 2005).

Ispanak (*Spinacia oleracea* L.), Chenopodiaceae familyasında yer alan, tohumla üretilen tek yıllık bir serin iklim sebzesidir. Ispanağın anavatanının Batı Asya (Güney Türkistan, Kafkasya ve Nepal), İran ve Çin olduğu bilinmektedir (Kallo ve Bergh, 1993). Üretimi 2000 m yüksekliğe kadar olan yerlerde yapılabilmektedir.

Kışlık sebzeler arasında tüketiciler tarafından en çok tercih edilen ve yetiştiriciliği yapılan sebzelerin başında ıspanak yer almaktadır. Kış aylarında halkımızın yeşil sebze gereksinimlerini karşılayabilen sınırlı sayıdaki sebze türlerinden birisidir. Ispanak, ülkemizde sadece aşırı yağış alan Doğu Karadeniz Bölgesi'nde sınırlı olmak üzere, bütün bölgelerimizde yetiştirilebilen ve büyük miktarlarda üretimi yapılan bir sebzedir. Sıcak bölgelerimizde yaz sonlarında ve kışın, soğuk bölgelerimizde ise kış ve ilkbahar döneminde üretilmektedir. Yetiştirilmesinin kolaylığı ve hasada geliş süresinin kısalığı nedeniyle ıspanak üretimi ülkemizde yaygın olarak yapılmaktadır. Ülkemizde 2018 yılı verilerine göre 163.910 da alanda 225.174 ton ıspanak üretimi gerçekleştirilmiştir. Bolu ilinde ise 607 da alanda 505 ton ıspanak üretimi yapılmıştır (TÜİK, 2019).

Ispanak, vitamin ve mineral maddeler yönünden oldukça zengin sebzelerden birisi olup, 100 g ıspanakta 25 kcal enerji, 3 g protein, 3.6 g karbonhidrat, 0 kolesterol, 0.3 g yağ, 2.1 g lif, 38 mg P, 170 mg Ca, 2.2 mg Fe, 50 mg Na, 500 mg K, 8.100 IU A vitamini, 0.07 mg B1 vitamini, 0.14 mg B2 vitamini, 0.5 mg B3 vitamini, 150 mcg folik asit, 28 mg C vitamini ve 1.7 mg E vitamini bulunmaktadır. Bu özellikler, ıspanağın insan sağlığı ve beslenmesindeki önemini artırmaktadır. A ve C vitaminleri bakımından zengindir ve ihtiva ettiği folik asit sebebiyle de kansızlık tedavisinde iyi

bir destektir ve kalbin çok iyi bir dostudur. Bununla birlikte, bileşiminde fazla bulunan oksalik asit, nitrit ve nitrat nedeniyle hasat zamanı geçmiş, hasattan sonra ya da pişirildikten sonra çok bekletilmiş ıspanakların tüketilmesi doğru değildir (Sağlam, 2005).

Ispanak fazla su tutmayan ve fazla ağır olmayan her tip toprakta başarıyla yetiştirilebilmektedir. Organik maddece zengin topraklarda verim ve kalite artmaktadır. Ispanak güçlü bir kök yapısına sahiptir. Serin iklim sebzesi olup, 16-18 °C’de optimum gelişme göstermektedir. Soğuğa oldukça dayanıklıdır. Fakat sıcaklığın 20 °C’nin üzerine çıkmaya başlamasıyla birlikte, hızlı bir şekilde generatif döneme geçerek çiçek sapı oluşturmaya başlamaktadır. Genel olarak tohum ekiminden 2-2.5 ay sonra hasada başlanabilmektedir. Ispanakta verim; yetiştirme, hasat şekli ve çeşide bağlı olarak değişmektedir. Ispanaktan dekara 1-2 ton ürün alınabilmektedir (Sağlam, 2005).

Ispanak kısa bir vejetasyon döneminde yetişmektedir. Bu nedenle birim alandan kaliteli ve yüksek verim elde etmek için ıspanak yetiştiriciliğinde gübreleme önemlidir. Ispanakta özellikle azotlu gübrelere dayalı bir gübreleme yapılmaktadır. Bununla birlikte aşırı azot kullanımı durumunda, azot bitkinin yapraklarında nitrat halinde birikerek insan sağlığı için zararlı olabilmektedir. Dolayısıyla, bitkinin gelişmesine yetecek miktardan daha fazla azotun toprağa verilmemesi gerekmektedir (Şalk vd., 2008). Bu nedenle, ıspanak yetiştiriciliğinde kimyasal gübrelerin yanında organik gübrelerin kullanımı büyük önem taşımaktadır. Ispanak yetiştiriciliğinde verimlilik ve kalitenin artırılması, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısının iyileştirilmesi ve çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla organik kaynaklı gübrelerin kullanımı ile bitkide ve toprakta meydana gelen değişimleri incelemek oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, farklı organik kaynaklı gübre uygulamalarının (tavuk gübresi, hindi gübresi, sığır gübresi, koyun gübresi ve vermikompost) Bolu ili ekolojik koşullarında sonbahar döneminde açık tarla şartlarında yetiştirilen ıspanakta bitki gelişimi, verim, kalite özellikleri ve bitki besin elementi içeriği üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ayrıca organik kaynaklı gübreler ile inorganik gübre karşılaştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kütük vd. (1999) toprağa değişik düzeylerde uygulanan farklı organik materyallerin ıspanak bitkisinde verim, bazı kalite özellikleri ve mineral madde içerikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada organik materyal olarak çay atığı, mantar kompostu atığı ve ahır gübresi kullanılmış olup, organik materyaller 0, 2, 4 ve 6 ton/da olarak uygulanmıştır. Toprağa uygulanan çay atığı, mantar kompostu atığı ve ahır gübresinin ıspanak bitkisinde yaprak uzunluğu, sap ağırlığı, ortalama bitki ağırlığı ve verim üzerine olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır. Toprağa uygulanan organik maddelerle ilgili olarak ıspanakta azot, potasyum, kalsiyum ve nitrat içerikleri artmıştır. Toplam fosfor ve oksalik asit içerikleri bakımından toprağa uygulanan organik maddeler arasında farklılık belirlenmemiştir. Çalışmanın sonucunda, ıspanakta verim ve kalite özellikleri yönünden çay atığı ve mantar kompostu atığının ahır gübresine alternatif organik gübre olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Türkoğlu (1999) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada kalsiyum amonyum nitrat (CAN) ve amonyum sülfat (AS) gübrelerinin verim, toplam azot içeriği ve nitrat birikimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmada gübre çeşidinin (CAN ve AS) ıspanak verimi üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı, fakat CAN gübresinin AS gübresine göre nitrat içeriğinde bir artışa neden olduğu saptanmıştır. Hasat tarihinin gecikmesi, nitrat içeriğini azaltıcı yönde etki göstermiş, günün geç saatinde hasat edilen bitkilerin ise nitrat içeriğinde %35 oranında azalmalar tespit edilmiştir. Yaprak sapının nitrat içeriği daha yüksek bulunmuştur.

Acar vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada farklı seviyelerdeki (0, 5, 10, 15, 20 ve 25 kg N/da) çeşitli azotlu gübrelerin (üre, amonyum nitrat ve amonyum sülfat) ıspanak verimi ile bitki ve topraktaki nitrat birikimine etkileri araştırılmıştır. Amonyum nitratın 25 kg N/da uygulamasının yaprakta nitrat birikimine neden olan etkili uygulama olduğu belirlenmiştir. Bitki nitrat kapsamı, kritik nitrat düzeyinin (3500 ppm) üzerinde olmadığı için insan sağlığı açısından bir sorun oluşturmadığı saptanmıştır.

Karaman vd. (2000) Tokat'ta yetiştiriciliği yapılan ıspanak, pırasa, lahana ve marul gibi kışlık sebzelerde yöresel azotlu gübre uygulamalarının nitrat birikimine etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, ortalama nitrat düzeyleri taze

ağırlık esasına göre ıspanak için 910-2360 mg/kg, pırasa için 750-1947 mg/kg, lahana için 945-1785 mg/kg ve marul için 1401-2202 mg/kg arasında bulunmuştur. Sebzelerin nitrat kapsamı yöresel azotlu gübre uygulamaları ile özellikle nitrat formunda azotlu gübre uygulamaları ile artış göstermiş, ancak çoğu sebzede belirlenen nitrat miktarları insan sağlığı için tavsiye edilen kritik değerlerden daha düşük bulunmuştur.

Ayaş Çoban (2002) kireçli toprağa kükürt ve hümik asit uygulamasının ıspanak bitkisinin verim, verim kriterleri ve besin elementi içeriğine etkilerini incelemiştir. Çalışmada kükürdün (0,125, 250, 375 g/m²) ve hümik asidin (0, 10, 20, 30 g/m²) dört farklı dozu kullanılmıştır. Ayrıca bitki gelişmesini teşvik etmek için 40 kg N/da üre, 30 kg P₂O₅/da TSP ve 3.5 ton/da ahır gübresi verilmiştir. Hümik asit uygulamaları toplam verimi istatistiksel olarak önemli oranda artırmıştır. Kükürt ve hümik asit uygulamaları ile verim kriterleri arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Araştırma sonuçlarına göre artan kükürt ve hümik asit dozları bitkinin azot ve fosfor içeriğini artırmıştır. Hümik asit dozları ve bitkinin azot içeriği arasındaki ilişki önemli bulunmuştur. Çalışmada ele alınan uygulamalar bitkinin potasyum, magnezyum, ve kalsiyum içeriklerini istatistiksel olarak etkilememiştir.

Yüksel (2002) demir ve azotun, ıspanak bitkisinin gelişimi ile nitrat, oksalik asit ve klorofil içeriği üzerine etkisini araştırmıştır. Sera koşullarında yürütülen çalışmada azot kaynağı olarak amonyum nitrat, amonyum sülfat ve üre gübrelere artan dozları (0, 75, 150, 225 ppm) ile demir kaynağı olarak Fe-EDDHA'nın artan dozları (0, 10, 20, 30 ppm) kullanılmıştır. Araştırma sonucunda kuru ağırlık, yaş ağırlık, toplam N, toplam Fe, klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil, toplam oksalik asit ve nitrat içeriği üzerine azot dozu önemli etkide bulunurken, klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve toplam N üzerine demir dozunun, yaş ağırlık üzerine de azotlu gübre çeşidinin etkisi önemsiz bulunmuştur. Azot dozunun artmasıyla birlikte toplam N, yaş ağırlık, kuru ağırlık, nitrat, klorofil ve toplam oksalik asit içerikleri artarken, toplam demir içeriği ise genellikle azalmıştır. Demir dozunun artmasıyla birlikte yaş ve kuru ağırlık çoğunlukla olumlu etkilenmiş, toplam demir içeriği genellikle artmış, nitrat ve toplam oksalik asit içerikleri ise azalmıştır. Kura madde veriminde, amonyum nitrat ve üre gübrelere daha etkili olurken, toplam azot içeriğinde azotun ilk dozunda amonyum nitrat ve üre, azotun diğer iki dozunda üre gübresi daha etkili olmuştur.

Toplam demir içeriğinde üre ve amonyum sülfat, klorofil içeriğinde sırasıyla amonyum nitrat ve amonyum sülfat gübreleri en fazla etkiyi göstermiştir. Nitrat içeriği üre ve amonyum sülfat gübreleriyle, toplam oksalik asit içeriği ise amonyum sülfat gübresiyle azalmıştır.

Banu vd. (2003) gübrelerin ıspanakta biyokütle üretimi ve bazı biyokimyasal özellikler üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada 3 farklı uygulama ele alınmıştır. Bunlar; T1 = saf toprak (kontrol), T2 = toprak: ahır gübresi: keçi gübresi: yaprak artığı (2:1:1:1) ve T3 = üre: süper fosfat: potasyum (2:1:1). Organik gübrede kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, yaprak sayısı, bitki yaş ve kuru ağırlığı, protein ve karbonhidrat içeriği kontrol ve inorganik gübreden daha yüksek bulunmuştur.

Beşirli vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada Yalova koşullarında Matador ıspanak çeşidinin organik ve inorganik koşullarda yetiştirilmesinin verim ve bitki kalitesi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda; organik gübrelerden tavuk gübresi (1210 kg/da), sığır gübresi (1194 kg/da) ve koyun gübresi (1070 kg/da)'nin kullanımı ile inorganik gübre kullanımına yakın miktarda (1285 kg/da) verim elde edilebileceğini bildirmişlerdir.

Mahmoud vd. (2007) farklı organik ve inorganik gübrelerin killi ve kumlu topraklarda yetiştirilen ıspanak bitkisi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada organik gübre olarak bitki artığı kompostu (çeltik samanı, mısır sapı, börülce kabuğu, bakla kabuğu, lahana artıkları ve şeker pancarı yaprakları), hayvan artığı kompostu (koyun artıkları) ve bunların karışımından oluşan kompost kullanılmıştır. Çalışmada ele alınan uygulamalar; T1) %100 mineral gübre, T2) %75 mineral gübre + %25 kompost, T3) %50 mineral gübre + %50 kompost, T4) 25% mineral gübre + %75 kompost ve T5) %100 kompost olacak şekilde sıralanmıştır. En yüksek bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı ve bitki boyu %100 bitki kompostu uygulandığında tespit edilmiştir. %50 mineral gübre + %50 kompost uygulamasında ıspanak verimi hem killi hem de kumlu topraklarda diğer uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur. İnorganik gübre ile karşılaştırıldığında organik + inorganik gübre kombinasyonlarında daha yüksek nitrat birikimi gözlenmesine karşın, Dünya Sağlık Örgütü tarafından bildirilen kabul edilebilir sınırdan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. En yüksek azot ve klorofil içeriği %50 mineral gübre + %50 kompost uygulamasında saptanmıştır.

Organik ve inorganik gübrenin birlikte uygulandığı kombinasyonların bitki verimi ile toprak verimliliğini artırmada daha etkili olduğu bildirilmiştir.

Ansari (2008) tarafından yapılan çalışmada ıspanak, patates ve şalgamda vermikompost uygulamasının verim üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada vermikompost 4, 5 ve 6 ton/ha olacak şekilde uygulanmıştır. Araştırma sonucunda üç türde de verimin vermikompost uygulamalarında kontrole göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ispanakta en yüksek verim 4 ton/ha vermikompost uygulamasından elde edilmiştir.

Peyvast vd. (2008)'nin serada yaptıkları çalışmada farklı oranlarda vermikompostun (%0, 10, 20 ve 30) ıspanağın büyüme ve verimine etkisini incelemişlerdir. Vermikompost uygulamaların kontrole göre bitki boyu ve yaprak sayısını artırdığı saptanmıştır. Çalışmada en yüksek yaprak alanı, suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı, azot, potasyum, fosfor, magnezyum, kalsiyum, demir, manganez, bakır ve çinko içeriği toprağa %10 oranında vermikompost ilavesinde saptanmıştır.

Anjana vd. (2009) ıspanakta azot asimilasyon potansiyelini artırmada potasyum uygulamasının etkilerini araştırmışlardır. Sera koşullarında saksı denemesi olarak yürütülen çalışmada potasyum klorürün artan dozları (KCl; 0, 40, 80 ve 120 mg K/kg toprak) uygulanmıştır. Artan miktarlarda uygulanan potasyum klorürün bitkideki nitrat içeriğini, nitrat redüktaz (NR) ve nitrit redüktaz (NiR) enzim aktivitesini artırdığı belirlenmiştir. En yüksek nitrat içeriği potasyum klorürün 80 mg/kg toprak dozunda belirlenmiştir.

Farrag vd. (2009) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada tavuk gübresi, bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) ile aşılama ve biyo-uyarıcı püskürtmenin büyüme ve verim üzerine etkileri incelenmiştir. Arazi denemesi şeklinde yürütülen çalışmada tavuk gübresi, kimyasal NPK gübresi, PGPR ve biyo-uyarıcı püskürtme kullanılarak toplam 15 farklı uygulama ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; tavuk gübresinin 1/2'si + PGPR + biyo-uyarıcı püskürtme kullanılması ile en yüksek bitki ağırlığı, bitki boyu, bitkideki yaprak sayısı, toplam verim, azot ve toplam şeker içeriğinin elde edildiği saptanmıştır. Ayrıca tavuk gübresinin 1/2'si + tavsiye edilen kimyasal NPK gübresinin 1/2'si + biyo-uyarıcı püskürtme kullanılması

ile büyüme ve verim açısından iyi sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek fosfor ve potasyum içeriği kimyasal NPK gübresinin $\frac{3}{4}$ 'ü + PGPR + biyo-uyarıcı püskürtme kullanılması ile elde edilmiştir. Nitrat konsantrasyonu, tavsiye edilen kimyasal NPK gübresinin uygulandığı bitkilerde en yüksek düzeyde saptanırken, PGPR ve tavuk gübresinin uygulandığı bitkilerde en düşük düzeyde kaydedilmiştir. Yapraklardaki klorofil içeriği gübreleme türünden önemli ölçüde etkilenmemiştir.

Mirdad (2009) tarafından yapılan çalışmada ıspanakta sulama aralığı, mineral azot kaynakları ve seviyelerinin büyüme ve verim üzerine olan etkileri incelenmiştir. Arazi denemesi şeklinde yürütülen çalışmada 4 sulama aralığı (2, 4, 6 ve 8 günde bir), 2 azot kaynağı (üre ve amonyum sülfat) ve 3 azot seviyesi (0, 100 ve 200 kg N/ha) ele alınmıştır. Çalışmada 2 günde bir sulama yapılmasının bitki boyu, bitkideki yaprak sayısı, yaprak alanı, kök uzunluğu, bitki yaş ağırlığı ve verim bakımından en yüksek değerleri verdiği saptanmıştır. Azotun üre şeklinde verilmesinin büyüme ve verim yönünden daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca azotun en yüksek seviyesi olan 200 kg N/ha dozu, kuru madde içeriği ve verim hariç vejetatif büyümeyi önemli ölçüde artırmıştır. Çalışmanın sonucunda büyüme ve verim açısından en iyi uygulamanın iki günde bir sulama + azot kaynağı olarak üre formunun kullanılması + 200 kg N/ha kombinasyonu olduğu bildirilmiştir.

Roy vd. (2009) çeşitli organik gübre ve kimyasal gübre kombinasyonlarının ıspanakta büyüme, verim ve kalite üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Arazi denemesi şeklinde yürütülen çalışmada T1: kontrol, T2: 10 t/ha inek gübresi, T3: 5 t/ha tavuk gübresi, T4: tavsiye edilen kimyasal gübre dozunun tamamı, T5: 5 t/ha inek gübresi + tavsiye edilen kimyasal gübre dozunun yarısı, T6: 2 t/ha tavuk gübresi + tavsiye edilen kimyasal gübre dozunun yarısı, T7: 7.5 t/ha inek gübresi + tavsiye edilen kimyasal gübre dozunun $\frac{1}{3}$ 'ü ve T8: 3 t/ha tavuk gübresi + tavsiye edilen kimyasal gübre dozunun $\frac{1}{3}$ 'ü olacak şekilde 8 farklı uygulama ele alınmıştır. Çalışmada en yüksek bitki boyu, bitkideki yaprak sayısı, nem içeriği, verim, N, Fe ve protein içerikleri T7 uygulamasında saptanmıştır. En yüksek P, K, Ca ve Mg içerikleri ise T8 uygulamasında kaydedilmiştir. Çalışmanın sonucunda, ıspanaktan daha yüksek verim almak ve toprağın verimliliğini artırmak için inek gübresi ve tavuk gübresi ile kimyasal gübrenin birlikte uygulanmasının daha iyi sonuç verdiği bildirilmiştir.

Abubaker vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada farklı gübre tipleri ve uygulama oranlarının ıspanakta nitrat birikimine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada 1. Kontrol (gübresiz), 2. Kimyasal gübre (NPK gübresi, 150:150:150 kg/ha), 3. Organik gübre, 10 t/ha, 4. Organik gübre, 20 t/ha, 5. Organik gübre, 30 t/ha, 6. Organik gübre, 40 t/ha ve 7. Organik gübre, 50 t/ha olmak üzere 7 farklı uygulama ele alınmıştır. Uygulanan organik gübrenin %25 tavuk gübresi ve %75 inek gübresinden oluştuğu bildirilmiştir. En yüksek verim ve yaprak alanı sırasıyla kimyasal gübre ile 40 t/ha ve 50 t/ha organik gübre uygulamalarında saptanmıştır. Nitrat içeriği genellikle organik gübre oranı arttıkça düşmüştür. En yüksek nitrat içeriği kimyasal gübrede, en düşük nitrat içeriği ise 50 t/ha organik gübre uygulamasında kaydedilmiştir. Genel olarak yaprak saplarında nitrat içeriğinin yaprak ayasından daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Beşirli vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada organik ıspanak üretiminde farklı bitki besin maddesi uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Araştırmada bitki besin maddesi olarak deniz yosunu özü (DYÖ), bioenzim (BİO), sığır gübresi (SG), tavuk gübresi (TG), koyun gübresi (KG) ve ticari gübre (NPK) ele alınmıştır. Denemede ele alınan uygulamalar incelendiğinde, ortalama bitki ağırlığı bakımından TG, SG ve NP uygulamalarından en iri bitkiler elde edilmiş olup bu uygulamalarda bitki ağırlığı sırasıyla 34.28 g, 34.02 g ve 33.91 g olarak bulunmuştur. En yüksek verim NP, SG ve TG bitki besin materyali uygulamalarından elde edilmiştir. Bu uygulamalardan elde edilen verim sırasıyla 1150.29 kg/da, 1134.54 kg/da ve 1118.56 kg/da olarak saptanmıştır.

Citak ve Sonmez (2010) konvansiyonel ve organik gübrelemenin ıspanakta büyüme, verim, C vitamini ve nitrat içeriğine etkilerini incelemişlerdir. Matador ıspanak çeşidinin kullanıldığı çalışmada konvansiyonel uygulama olarak ticari kimyasal gübre kullanılmıştır. Organik gübre olarak ise tavuk gübresi (CM), ahır gübresi (FM) ve kan unu (BM) tek veya farklı karışımlar halinde kullanılmış olup çalışmada toplam 19 farklı uygulama ele alınmıştır. Çalışma geç sonbahar ve erken kış olarak 2 farklı yetiştirme döneminde yapılmıştır. Genel olarak geç sonbahar döneminde daha iyi büyüme, daha yüksek verim ve düşük nitrat içeriği nedeniyle daha iyi sonuçlar alınırken, C vitamini konsantrasyonunun erken kış döneminde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda tavsiye edilen uygulamalar; ıspanak büyümesi bakımından sonbahar döneminde 3.5 ton/ha CM ve kış döneminde

0.6 ton/ha BM + 0.85 ton/ha CM + 4.0 ton/ha FM, verim bakımından sonbahar döneminde 3.5 ton/ha CM ve kış döneminde 5.0 ton/ha FM + 1.2 ton/ha CM + 0.4 ton/ha BM, C vitamini ve nitrat içeriği bakımından sonbahar döneminde 5.0 ton/ha FM+ 2.5 ton/ha CM ve kış döneminde 15.0 ton/ha FM olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, tavuk gübresi ve ahır gübresinin özellikle sonbahar mevsiminde organik ıspanak yetiştiriciliğinde etkin bir şekilde kullanılabileceği bildirilmiştir. Yaprak sayısı, bitki boyu, yaprak sapı uzunluğu, yaprak sapı çapı, gövde çapı, verim ve nitrat içeriği yönünden en yüksek değerler kimyasal gübrede belirlenmiştir.

Dikinya ve Mufwanzala (2010) tavuk gübresinin farklı uygulama oranlarının, ıspanak verimi, besin elementi alımı ve toprağın kimyasal özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada Calcisol, Arenosol ve Luvisol toprak gruplarına %5, 10, 20 ve 40 oranında tavuk gübresi ilave edilmiştir. Tavuk gübresi ilavesiyle başlangıçta ıspanak verimi artmış ve daha sonra gübre dozu arttıkça verim azalmıştır. Tüm toprak gruplarında %40 oranında tavuk gübresi ilavesiyle verim neredeyse sıfıra yakın bulunmuştur. Luvisol toprak grubunda %10 gübre ilavesiyle bitkideki fosfor içeriği kontrole göre 5 kat artmıştır. Bitkideki azot içeriği tüm toprak gruplarında gübre oranı arttıkça önemli oranda azalmıştır.

Mufwanzala ve Dikinya (2010) tavuk gübresi ve tuzluluğun ıspanak ve havucun büyüme ve verimine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada Calcisol, Arenosol ve Luvisol olmak üzere 3 farklı toprak grubundan alınan örnekler ağırlık esasına göre %5, 10, 20 ve 40 oranında tavuk gübresi ile karıştırılmış ve saksılara doldurulmuştur. %20 oranında tavuk gübresi ilavesiyle her iki türde de sürgün uzunluğu önemli oranda azalmıştır ve %40 oranında tavuk gübresi ilavesiyle her iki türde de neredeyse hiçbir büyüme gözlenmemiştir. Ispanakta Calcisol toprak grubunda %10 gübre ilavesiyle bitki yaş ve kuru ağırlığı ile yaprak alanı kontrole göre önemli oranda artmış ve en yüksek değere ulaşmıştır. Artan dozlarda gübre ilavesi tuzluluğu önemli miktarda etkilemiştir. Havucun tuzluluğa yüksek duyarlılığından dolayı ıspanak havuçtan daha iyi performans göstermiştir.

Sato vd. (2010) ıspanakta hayvan atığı kompostu kullanımının kadmiyum alımını azaltıcı etkisi incelenmiştir. Arazi denemesi şeklinde 4 yıl boyunca yürütülen çalışmada 1) kontrol, 2) sığır gübresi kompostu, 3) domuz gübresi kompostu, 4) tavuk gübresi kompostu ve 5) kimyasal gübre olmak üzere 5 farklı uygulama ele alınmıştır.

Hayvan atığı kompostu kullanılan uygulamalardaki bitkilerin kadmiyum içeriği kimyasal gübre kullanılan uygulamadaki bitkilerdekenden %34-38 oranında daha düşük bulunmuştur. En yüksek kadmiyum içeriği kimyasal gübrede, en düşük kadmiyum içeriği sığır gübresi kompostunda belirlenmiştir. Topraklara domuz ve tavuk gübresi kompostu uygulanması önemli miktarda P birikmesine neden olmasına rağmen, sığır gübresi kompostu uygulanan topraklarda böyle bir durum söz konusu olmamıştır. En yüksek bakır, çinko, mangan ve demir içeriği domuz gübresi kompostunda saptanmıştır. Hayvan atığı kompostu kullanılan uygulamalardaki bitki yaş ağırlığı, yaprak uzunluğu, bitkideki yaprak sayısı ve verim değerleri kontrol ve kimyasal gübreden daha yüksek bulunmuştur. En yüksek bitki yaş ağırlığı, yaprak uzunluğu ve verim sığır gübresi kompostunda belirlenmiştir. Araştırma sonucunda sığır gübresi kompostunun toprak iyileştirici olarak ıspanak tarafından kadmiyum alımını azaltmak için kullanılabileceği bildirilmiştir.

Uzun (2010) tarafından yapılan çalışmada farklı ortamlarda yetiştirilen ıspanağın bazı gelişme dönemlerindeki makro-mikro besin elementleri ile fenolik madde içerikleri araştırılmıştır. Çalışmada deneme arazisi, ısıtmasız cam sera ve iklim odası koşullarında yetiştirilen ıspanağın kotiledon, 5 gerçek yaprak ve hasat olgunluğu olmak üzere 3 farklı gelişme döneminde meydana gelen bitki gelişimi, makro mikro besin elementleri ile toplam fenolik madde ve klorofil değişimleri belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, incelenen tüm kriterlerde erken ilkbahar döneminde ıspanak yetiştiriciliğinde sera ortamı en yüksek ortalama verim vermiş, bunu açıkta arazi ve iklim odası izlemiştir. ıspanağın gelişme dönemleri kıyaslandığında ise magnezyum, fosfor, mangan, demir ve bakır gibi besin elementlerinin yapraklarda birikimi bitki olgunlaşmasına paralel olarak artmış, en yüksek birikime hasat olgunluğu döneminde ulaşılmıştır. Bununla birlikte, toplam azot, kalsiyum, potasyum ve çinko bakımından en üst seviyelere beş yapraklı dönemde ulaşılmış, en düşük seviye ise potasyum hariç hasat döneminde oluşmuştur. Toplam fenolik madde, klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil oranlarında ise bitki gelişimine paralel olarak birikim gerçekleşmiş olup, bitkinin en olgun ve yaşlı dönemi olan hasat dönemine gidildikçe bu maddelerin miktarı artmıştır.

Akkuş (2011) mikrobiyal ve inorganik gübre uygulamalarının farklı tuz stresi altında yetiştirilen ıspanak ve kök kerevizinde bitki gelişimi ve verim üzerine etkisini

araştırmıştır. Sera şartlarında saksılarda yürütülen denemede 4 farklı EC değeri (1, 4, 8 ve 12 dS/m), 3 farklı silisyum dozu (0, 2 ve 4 mM), 3 farklı KNO₃ dozu (0, 20 ve 40 mM) ve 1 mikrobiyal gübre *Staphylococcus kloosii* EY 37 ele alınmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, EY 37 bakterisi ile birlikte Si'un 2 mM ve KNO₃'ün 40 mM olarak uygulandığı muamelelerde bitkilerin besin elementi içerikleri, kök kuru ağırlığı, klorofil içeriği ve kuru madde miktarlarında kontrol uygulamasına göre önemli düzeyde artışlar meydana gelmiş ve tuzluluk stresinin bitkide yarattığı olumsuz etkilerin önemli düzeylerde azaldığı belirlenmiştir. KNO₃, Si ve mikroorganizma uygulamalarının kurak ve yarı kurak bölgelerde tuzluluk stresinin azaltılmasında önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir.

Çıtak vd. (2011) tarafından kış döneminde açık tarla koşullarında yapılan çalışmada, farklı dozlarda ahır gübresi (AG₁=1500 kg/da; AG₂=3000 kg/da), vermikompost (VC₁=100 kg/da; VC₂=200 kg/da) ve hiçbir muamele yapılmayan kontrol uygulamalarının ıspanak bitkisinin gelişimi, verimi, mineral madde içeriği ve toprak verimliliğine etkileri incelenmiştir. Yaprak sayısı, bitki boyu, yaprak sapı uzunluğu, yaprak sapı kalınlığı, gövde kalınlığı ve verim üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışma sonucunda bitki gelişimi, mineral madde kapsamı ve toprak verimliliği üzerine AG'li uygulamaların VC'li uygulamalara göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Genel olarak bitki gelişimi, verim, mineral madde içeriği ve toprak verimliliği bakımından AG₂ uygulamasının daha iyi sonuçlar verdiği, VC'li uygulamaların da kontrole göre önemli artışlar sağladığı belirlenmiştir. Özellikle bitkinin Fe içeriği ile toprağın Ca içeriği üzerine VC₂ uygulaması en iyi sonucu vermiştir.

Gökmen Yılmaz vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada farklı demir bileşikleri ve tki-hümas uygulamalarının ıspanak bitkisinde demir alımı, bitki gelişimi ve bazı kimyasal özelliklerine etkileri incelenmiştir. Serada yürütülen denemede 1- Kontrol, 2- FeSO₄. 7H₂O (%19 Fe), 3- FeEDDHA (%6 Fe) , 4- 250 ppm hümic + fulvik asit sağlayan TKİ-Hümas ile, 5- 500 ppm hümic + fulvik asit sağlayan TKİ-Hümas, 6- FeSO₄. 7H₂O + 250 ppm hümic + fulvik asit sağlayan TKİ-Hümas, 7- FeSO₄. 7H₂O + 500 ppm hümic + fulvik asit sağlayan TKİ-Hümas ve 8- %0.96 Fe içeren TKİ-Hümas olmak üzere 8 farklı uygulama ele alınmıştır. Araştırma sonucunda, değişik demir bileşikleri ve hümic + fulvik asit kaynağı olarak farklı dozlarda TKİ-

Hümas uygulamaları kullanılarak bitki yaş ve kuru ağırlığı, klorofil içeriği, yaprakların makro ve mikro besin elementi kapsamlarının kontrole göre önemli oranda arttığı belirlenmiştir. En yüksek demir içeriği, klorofil b içeriği, bitki yaş ve kuru ağırlığı 7 no'lu uygulamada tespit edilmiştir. En yüksek klorofil a+b, K, Ca ve S içeriği 5 no'lu uygulamadan elde edilmiştir. Ekonomik olması, bitkilerin beslenmesi ve verimin artırılması bakımından 6 nolu $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ + 250 ppm hümic + fulvik asit sağlayan TKİ-Hümas uygulamasının FeEDDHA'ya alternatif olarak tercih edilebileceği bildirilmiştir.

Kardeş (2012) tarafından yapılan çalışmada Beypazarı yöresinde çiftçi koşullarında yetiştiriciliği yapılan ıspanak, marul ve havuç türlerinde yöresel azotlu gübre ve organik tavuk gübresi uygulamalarının nitrat birikimine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, ortalama nitrat düzeyleri taze ağırlık esasına göre ıspanakta 966-1540 mg/kg, marulda 1280-1811 mg/kg ve havuçta 1004-1398 mg/kg arasında bulunmuştur. Farklı günlerde yapılan nitrat analizleri sonucunda bekleme süresince sebzelerin nitrat içeriğinin artış gösterdiği saptanmıştır. Sebzelerin nitrat kapsamı, yöresel azotlu gübre uygulamalarından özellikle nitrat formunda azotlu gübre uygulamaları ile tavuk gübresi uygulamalarında artış göstermiş, ancak sebzelerde belirlenen nitrat miktarları insan sağlığı için tavsiye edilen kritik seviyeden düşük bulunmuştur.

Sajirani vd. (2012) üre ve ahır gübrenin ıspanak verimi, besin alımı ve nitrat birikimi üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Ahır gübresi 0, 25 ve 45 ton/ha ve üre 0, 100, 200 ve 300 kg/ha olacak şekilde uygulanmıştır. Üre ve ahır gübresi uygulama oranlarının artmasıyla birlikte verimin de arttığı belirlenmiştir. En yüksek verim ve nitrat içeriği 300 kg/ha üre ve 45 ton/ha ahır gübresi kullanıldığında elde edilmiştir. 300 kg/ha üre ve 45 ton/ha ahır gübresi kullanıldığında verimin kontrole göre yaklaşık %54 oranında arttığı saptanmıştır. Sabah saatlerinde hasat edilen bitkilerdeki nitrat birikiminin akşam saatlerinde hasat edilen bitkilerdekine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Sheikhi ve Ronaghi (2012) farklı tuzluluk seviyeleri ve azot (N) oranlarının ıspanakta büyüme ile makro ve mikro besin konsantrasyonları üzerine etkilerini araştırmışlardır. Serada yürütülen çalışmada 4 farklı tuzluluk seviyesi 0 (S0), 1000 (S1), 2000 (S2) ve 3000 (S3) mg NaCl/kg toprak olarak ve 5 farklı N oranı 0, 75, 150,

225 and 300 mg N/kg toprak olarak ele alınmıştır. Ispanağın sürgün kuru madde verimi (DMY) S0, S1 ve S2 ile karşılaştırıldığında S3 uygulamasında azalmıştır. N oranlarının 225 mg/kg'a kadar artırılması, DMY'yi önemli ölçüde arttırmıştır. Artan N konsantrasyonlarında NaCl ilavesi, ıspanaktaki fosfor (P), çinko (Zn), bakır (Cu), sodyum (Na) ve klor (Cl) konsantrasyonlarını arttırmış, fakat potasyum (K), demir (Fe) ve magnezyum (Mg) konsantrasyonlarını azaltmıştır. 300 mg N oranında artan NaCl seviyeleri, ıspanakta kalsiyum (Ca) konsantrasyonunun artmasına, buna karşılık manganezin (Mn) azalmasına neden olmuştur. N uygulaması ıspanakta N, Ca, Mg, Cu ve Na konsantrasyonlarını arttırmıştır. Kontrol ile karşılaştırıldığında, 75 mg N seviyesinde demir konsantrasyonu azalmıştır. Ispanakta 150 mg'a kadar N uygulaması, Mn konsantrasyonunu önemli ölçüde artırırken, Cl konsantrasyonunu azaltmıştır. S3 uygulamasında tuzluluğun zararlı etkileri, yüksek N oranlarında daha da artmıştır. Çalışmanın sonucunda, aşırı N'lu gübremenin tuzluluğun ıspanak büyümesi üzerindeki zararlı etkisini ağırlaştırdığı bildirilmiştir.

Vigardt (2012) tarafından yapılan çalışmada vermikompostun ıspanakta büyüme ve besin içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır. Denemede kum:toprak:torf (1:1:1) ortamına %0, 25, 50 ve 75 oranında vermikompost ilave edilmiştir. Bitki boyu, taze yaprak ağırlığı, yaprak sayısı, yaprak alanı, nitrat içeriği ve askorbik asit içeriği yönünden en yüksek değerler %50 ve %75 vermikompost uygulamalarında tespit edilmiştir.

Aisha vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada biyo gübre (piogen) ve kimyasal gübrenin farklı dozlarının ıspanak bitkisinin büyüme, verim ve kimyasal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Biyo gübre 0, 1 ve 2 kg/fed olacak şekilde 3 dozda, kimyasal gübre ise tavsiye edilen NPK kimyasal gübre dozunun %30, 50 ve 70'i olacak şekilde 3 dozda uygulanmıştır. En yüksek dozda biyo gübrenin uygulanması bitkideki yaprak sayısı, bitki yaş ve kuru ağırlığı, yaprak alanı, toplam verim ve klorofil içeriğinin önemli ölçüde artmasına neden olmuştur. Ayrıca en yüksek protein, N, P, K ve nitrat içeriği biyo gübrenin en yüksek dozunda elde edilmiştir. Tavsiye edilen NPK kimyasal gübre dozunun %70'inin uygulanması bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı, toplam verim, protein, N, P, K ve nitrat içeriğini arttırmıştır. Ispanak bitkisinin büyüme, verim ve kimyasal özellikleri bakımından en iyi sonuçlar biyo

gübrenin 2 kg/fed dozu ile tavsiye edilen NPK kimyasal gübre dozunun %70'inin birlikte uygulanması ile elde edilmiştir.

Zor (2013) tarafından yapılan çalışmada Marmara bölgesi'nde satılan ıspanak, marul ve maydanozun mineral ve ağır metal içerikleri analiz edilmiştir. Çalışmada söz konusu 3 sebze için ağır metallerin bulunma sırasının Cu>Pb>Cd>As>Sn>Hg şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Pb, Cd, Cu, As ve Sn'in en yüksek değerleri ıspanakta saptanmıştır. Analiz sonuçlarına göre; ıspanak numunelerinde Cu, Pb ve Cd içeriğinin en yüksek olduğu numunelerin sırasıyla Tekirdağ (5.1±0.3 mg/kg), Edirne (0.106±0.007 mg/kg) ve Tekirdağ (0.080±0.004 mg/kg)'dan alınan numuneler olduğu bildirilmiştir.

Irshad vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada taze çiftlik gübresi ve kompostlanmış çiftlik gübresinin ıspanakta bitki büyümesi ve ağır metallerin alımına etkileri incelenmiştir. Taze çiftlik gübresi ile karşılaştırıldığında, kompostlanmış çiftlik gübresinin ıspanak büyümesini artırdığı saptanmıştır. Ispanaktaki ağır metal konsantrasyonları, demir (Fe) > çinko (Zn) > manganez (Mn) > kadmiyum (Cd) > kurşun (Pb) > bakır (Cu) sırasına göre değişkenlik göstermiştir. Taze gübre uygulanan bitkilerdeki Zn, Cu ve Mn içerikleri kompostlanmış gübre uygulanan bitkilerdekinden daha yüksek bulunmuştur.

Shaheen vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada etkili mikroorganizma (EM) ile birlikte uygulanan organik ve inorganik gübrelerin ıspanak büyüme ve verimine etkileri araştırılmıştır. Bio-Aab adı verilen ticari bir ürün, EM kaynağı olarak kullanılmıştır. Organik gübre ilk önce Bio-Aab ile karıştırılmış ve daha sonra uygun saksılara uygulanmıştır. Çalışmada T1: kontrol, T2: ahır gübresi (10 ton/ha) + tavsiye edilen NPK gübre dozunun %50'si, T3: arıtma çamuru (20 ton/ha) + tavsiye edilen NPK gübre dozunun %50'si, T4: kompost (0.7 ton/ha) + tavsiye edilen NPK gübre dozunun %50'si ve T5: tavuk gübresi (5 t/ha) + tavsiye edilen NPK gübre dozunun %50'si olmak üzere 5 farklı uygulama ele alınmıştır. Arıtma çamuru ile birlikte EM uygulaması diğer uygulamalara göre bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı, bitkideki yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak alanını önemli oranda artırmıştır. Arıtma çamuru ile birlikte EM uygulaması ıspanak büyüme ve verimi bakımından en etkili uygulama olarak belirlenmiştir. Onu, ahır gübresi ve tavuk gübresi izlemiştir.

Yılmaz (2014) ıspanakta farklı hümik asit dozlarının bitki gelişimine ve kurşun alımına etkisini araştırmıştır. Sera koşullarında yürütülen çalışmada Matador ıspanak çeşidi kullanılmıştır. Tohum ekiminden önce toprağa 0 ve 1000 ppm humik asit ile 0, 2.5, 250, 500 ve 1000 ppm kurşun dozları uygulanmıştır. Humik asit uygulamasının bitki boyu, kök yaş ağırlığı, yaprak alanı ve yaprak sayısını etkilemediği belirlenmiştir. Yaprakta en yüksek Ca, K, S, Mn ve Cu içerikleri kontrol grubunda elde edilmiştir. Yaprakta en yüksek kurşun içeriği 1000 ppm hümik asit x 1000 ppm kurşun uygulamasında gözlenmiştir. Araştırma sonucunda humik asit uygulamasının yüksek miktarda uygulanan kurşun alımını azalttığı bildirilmiştir.

Ahmadi ve Jafarpour (2015) iki farklı organik materyalin (kompost ve vermikompost) ıspanağın büyüme özellikleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada at gübresi kompostu, at gübresi vermikompostu, talaş, parçalanmış ve parçalanmamış nar kabuğundan oluşan karışımların 2 farklı dozunun (%8 ve 12) kullanıldığı 16 farklı uygulama ele alınmıştır. At gübresi vermikompostu + talaş + parçalanmış ve parçalanmamış nar kabuğundan oluşan uygulamanın en yüksek C vitamini içeriğine ve suda çözünebilir kuru madde miktarına sahip olduğu gözlenmiştir. En yüksek organik asit miktarı ise parçalanmış nar kabuğu ve talaş içeren uygulamada saptanmıştır. En yüksek yaprak ayası uzunluğu at gübresi vermikompostunda gözlenmiştir. Araştırma sonucunda, ıspanağın büyüme ve kalite özellikleri üzerinde vermikompost uygulamasının kompost uygulamasından daha önemli olduğu bildirilmiştir.

Jafarpour ve Rahimzadeh (2015) organik ve kimyasal gübrelerin ıspanağın büyüme özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada mantar kompostu, mantar vermikompostu, koyun gübresi kompostu, koyun gübresi vermikompostu, inek gübresi kompostu ve inek gübresi vermikompostu gibi organik materyaller ile kimyasal gübre ele alınmıştır. Organik materyaller %8 ve %12 olmak üzere 2 farklı dozda uygulanmıştır. En yüksek bitki boyu kimyasal gübre ve %12 mantar kompostunda, en yüksek bitki yaş ağırlığı %12 mantar vermikompostu ve %12 inek gübresi vermikompostunda, en yüksek SÇKM %12 mantar vermikompostunda, en yüksek klorofil içeriği %8 mantar vermikompostunda elde edilmiştir. Buna karşılık en yüksek C vitamini içeriği kontrolde saptanmıştır. Çalışma sonucunda organik

gübrelerin hem ıspanak büyüme özellikleri, hem de toprak özellikleri üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu belirlenmiştir.

Montemurro vd. (2015) organik ıspanak yetiştiriciliğinde kompost ve organik gübrenin verim ve bitki gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada zeytin küspesinden oluşan 4 farklı kompost, kontrol ve ticari bir organik gübre ele alınmıştır. Kompost ve ticari organik gübre verimi kontrole göre önemli oranda artırmıştır. En yüksek klorofil ve nitrat içeriği ticari organik gübrede belirlenmiştir.

Nemadodzi (2015) mini ıspanakta azot (N), fosfor (P) ve potasyumun (K) büyüme ve gelişme üzerine etkilerini araştırmıştır. N ve P uygulamaları 0, 45, 75, 105 ve 120 kg/ha olarak ve K uygulamaları ise 0, 63, 85, 127 ve 148 kg/ha olarak kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda verim, kuru madde, klorofil içeriği ve yaprak alan indeksinin (LAI) artan N uygulaması ile birlikte önemli derecede arttığı belirlenmiştir. K uygulamasının LAI üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu, buna karşılık verim, kuru madde, klorofil içeriği ve stoma iletkenliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. N uygulamaları verim, kuru madde ve klorofil içeriğini 4 kat artırmış ve 75 kg/ha N dozunda en yüksek etkiye ulaşmıştır. Benzer şekilde, fosfor uygulaması da verim, kuru madde ve klorofil içeriğini önemli ölçüde artırmış ve 75 kg/ha P dozunda en yüksek etkiye ulaşmıştır. Dolayısıyla, optimum bitki büyümesini sağlamak için tavsiye edilen N ve P dozunun 75 kg/ha olduğu bildirilmiştir. Çalışmada daha sonra N, P ve K'nın farklı oranları (0, 30:30:40, 45:45:60, 60:60:70, 75:75:90 kg/ha) kullanılarak optimum NPK oranı araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda verim, klorofil içeriği, yaş ağırlık ve kuru madde yönünden en uygun NPK oranının 45:45:60 olduğu bildirilmiştir.

Rachel vd. (2015) iki farklı biyo gübrenin ıspanakta büyüme ve besin içeriği üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Saksı denemesi şeklinde yürütülen çalışmada T0: kontrol, T1: biyo gübre (Annapurna) ve T2: biyo gübre (Navajeevan) olmak üzere 3 farklı uygulama ele alınmıştır. En yüksek sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, yaprak alanı, karbonhidrat, yağ, azot, demir ve çinko içeriği Annapurna biyo gübresinin uygulandığı bitkilerde tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda Annapurna biyo gübresinin ıspanakta çimlenme, bitki büyümesi, sürgün biyokütlesi ve mineral besin içeriğini artırdığı bildirilmiştir.

Solangi vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada azot ve fosforlu gübrelerin farklı dozlarının ıspanakta büyüme ve verim üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada farklı N-P seviyeleri denenmiş olup, T1=kontrol, T2=25-50 kg/ha, T3=50-60 kg/ha, T4=75-70 kg/ha, T5=100-80 kg/ha, T6=125-90 kg/ha and T7=150-100 kg/ha olmak üzere 7 farklı uygulama ele alınmıştır. Sonuçlar, değişik azot ve fosfor seviyelerinin bitki boyu, bitkideki yaprak sayısı, yaprak uzunluğu, yaprak yaş ağırlığı, hasat süresi ve verim üzerinde önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir. Çalışmada en yüksek bitki boyu, yaprak yaş ağırlığı, yaprak uzunluğu ve verim en yüksek N-P dozu olan 150-100 kg/ha'dan elde edilmiştir. Bununla birlikte, 125-90 kg/ha N-P dozundan 150-100 kg/ha N-P dozuna yakın değerler elde edilmiştir. Genel olarak, gübre dozu arttıkça büyüme özellikleri ve verim artmış, en düşük değerler kontrolde tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda ıspanakta büyüme ve verim yönünden en uygun N-P dozunun 125-90 kg/ha olduğu ve bu dozdan daha yüksek dozların ekonomik olmadığı bildirilmiştir.

Şenlikoğlu (2015) tarafından yapılan çalışmada sera koşullarında farklı organik materyal ilavesi ve azotlu gübre uygulamalarının ıspanak bitkisinin gelişimi ve nitrat birikimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Denemede 2 azotlu gübre uygulaması (gübreli, gübresiz), 3 farklı organik materyal (findık zuruf kompostu, hayvan gübresi ve zenginleştirilmiş kompost) ve dört farklı doz (%0, 2, 4 ve 8, hacimsel olarak) ele alınmıştır. Toprağa azotlu gübre uygulaması ve farklı oranlarda organik materyal karıştırılması ıspanak bitkisinin gelişimini desteklemiştir. Organik materyallerden zenginleştirilmiş kompostun %8 oranında karıştırılması ile ortalama yaprak sayısı 23.45 adet, sap uzunluğu 5.70 cm, yaprak aya eni 4.38 cm, yaprak aya boyu 5.21 cm, yaş ağırlık 36.17 g ve kuru ağırlık 5.47 g ile en yüksek değerleri vermiştir. Azotlu gübre uygulaması bitkinin azot ve fosfor içeriği üzerine bir etki oluşturmazken, nitrat ve potasyum kapsamını artırmıştır. Ayrıca, toprağa organik madde kaynağı olarak karıştırılan organik materyaller özelliklerine ve dozlarına bağlı olarak yapraktaki besin içeriklerini artırmıştır. Azot, nitrat ve potasyum içeriği, %8 oranında zenginleştirilmiş kompost ortamında (sırasıyla %4.96, 1752 mg kg⁻¹, %7.95), fosfor içeriği ise %8 hayvan gübresi ortamında (%0.52) daha yüksek bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda, azotlu gübre uygulanan toprağa %8 oranında zenginleştirilmiş kompost karıştırılmasının bitkinin gelişimini ve aynı zamanda bitkide nitrat birikimini artırdığı tespit edilmiştir. Kompost uygulamalarının bitki beslenmesi üzerine hayvan gübresi

ile rekabet edecek düzeyde etkili olduğu ve nitrat birikiminin kabul edilebilir değerlerde kaldığı belirlenmiştir.

Abdelraouf (2016) tarafından yapılan çalışmada azotlu gübrelemenin yüksek tünellerde yetiştirilen ıspanağın büyüme, verim ve kalitesine etkisi incelenmiştir. Çalışmada 4 farklı azotlu gübre dozu (üre olarak 56, 112, 168 ve 224 kg N/ha) kullanılmıştır. Ekimden sekiz hafta sonra ıspanak hasat edilmiştir. Çalışmada 224 kg N/ha'a kadar artan azotlu gübre dozlarının bitki büyümesini (bitki yaş ve kuru ağırlığı, yaprak alanı ve yaprak alanı indeksi) ve verimini (ton/ha) artırdığı saptanmıştır. Artan azotlu gübre oranları ıspanak kalite parametrelerini (kuru madde içeriğı ve nitrat içeriğı) önemli derecede azaltmıştır. Azotlu gübre oranlarının artması genellikle ıspanağın N, P, K, Fe ve Cu içeriğini artırmış, Mn içeriğini düşürmüş ve S, Ca, Mg ve Zn içeriğini etkilememiştir. Araştırma sonucunda, yüksek tünel koşullarında 224 kg N/ha'a kadar artan azotlu gübre dozlarının ıspanak verimi üzerinde olumlu etkilere, ıspanak kalitesi üzerinde ise olumsuz etkilere sahip olduğu bildirilmiştir.

Kovacs vd. (2016)'nin yürüttüğü çalışmada farklı organik gübrelerin ıspanak gelişimine etkisi incelenmiştir. Deneme serada saksı denemesi şeklinde yapılmıştır. Çalışmada 2 farklı organik gübre (at gübresi, sığır gübresi), 2 farklı altlık materyali (saman, talaş), 2 farklı gübre dozu (30 t/ha, 60 t/ha) ve gıda atık kompostu kullanılarak 9 farklı uygulama ele alınmıştır. Bunlar; 1. Kontrol; 2. Samanlı at gübresi (30 t/ha); 3. Talaşlı at gübresi (30 t/ha); 4. Sığır gübresi (30 t/ha); 5. Gıda atık kompostu (30 t/ha); 6. Samanlı at gübresi (60 t/ha); 7. Talaşlı at gübresi (60 t/ha); 8. Sığır gübresi (60 t/ha); 9. Gıda atık kompostu (60 t/ha) olarak sıralanmıştır. En yüksek yaprak ağırlığı, kök ağırlığı ve toplam bitki biyokütle samanlı at gübresinde (60 t/ha) belirlenmiştir. Diğer uygulamalar ile karşılaştırıldığında samanlı at gübresinin ıspanak büyümesini ve hasat sonrası toprağın azot ve fosfor içeriğini önemli oranda artırdığı saptanmıştır. Düşük dozda talaşlı at gübresi (30 t/ha) yaprak ve kök ağırlığını değiştirmemiş, ancak yüksek dozda talaşlı at gübresi (60 t/ha) bitki biyokütlesini önemli ölçüde azaltmıştır. Düşük veya yüksek dozda uygulanan sığır gübresi ve gıda atık kompostu bitki büyümesini artırmıştır.

Mugivhisa ve Olowoyo (2016) tarafından yapılan çalışmada yaygın olarak kullanılan organik ve inorganik toprak iyileştiricileriyle karşılaştırıldığında insan idrarının ıspanağın büyüme ve besin kompozisyonuna etkileri incelenmiştir.

Çalışmada; kontrol, insan idrarı, NPK kimyasal gübresi ve arıtma çamuru olmak üzere 4 farklı uygulama ele alınmıştır. En yüksek yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, yaprak alanı ve biyokütle NPK uygulamasında belirlenmiş ve onu insan idrarının kullanıldığı uygulama izlemiştir. Yapraklardaki toplam N konsantrasyonları, NPK > idrar > kontrol > arıtma çamuru olarak sıralanmıştır. Yaprakların P içeriği idrar ve NPK'da eşit bulunmuş olup, onları arıtma çamuru izlemiştir. En düşük P içeriği ise kontrolde tespit edilmiştir. Yapraklarda kaydedilen Ca seviyeleri ise arıtma çamuru > idrar > NPK > kontrol olarak sıralanmıştır. Çalışmanın sonucunda, genellikle insan idrarının bir toprak iyileştirici olarak diğer toprak iyileştiricileriyle olumlu bir şekilde rekabet edebildiği bildirilmiştir.

Özkan vd. (2016)'nin yürüttükleri çalışmada vermikompostun ıspanakta bitki büyümesi, verim ve toprak özellikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Çalışmada bitki materyali olarak Catrina F1 çeşidi kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı toprak ile vermikompostun 6 dozu (0, 1, 2, 3, 4 ve 5 ton/da) karıştırılarak elde edilmiştir. Araştırma sonucunda, uygulanan vermikompost miktarı arttıkça; bitki özelliklerinden verim, bitki boyu, yaprak eni, yaprak boyu, kök ağırlığı ve bitki ağırlığı değerlerinin arttığı ve değişimin istatistiksel anlamda önemli olduğu saptanmıştır. Vermikompost miktarı arttıkça yaprak sayısı da artış göstermiş, ancak istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır. Verim/kök ağırlığı oranı verilen vermikompost miktarı ile genellikle azalmış ancak istatistiksel anlamda bir fark olmadığı belirlenmiştir. Toprak özelliklerinden; toprak reaksiyonu ve fosfor değerleri arasındaki farklar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Vermikompost uygulaması ile suda çözünebilir tuz, organik madde ve kireç miktarlarında değişim olmuş, fakat istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

Xu ve Mou (2016) yaptıkları çalışmada vermikompostun ıspanakta büyüme özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Serada saksılarda yürütülen çalışmada 1) kontrol, 2) sıvı vermikompost (40 mL), 3) %5 oranında katı vermikompost (vermikompost/toprak, v/v) ve 4) %10 oranında katı vermikompost (vermikompost/toprak, v/v) olmak üzere 4 farklı uygulama denenmiştir. Araştırma sonucunda vermikompost uygulamalarının hepsinin özellikle de %10 oranında katı vermikompost kullanımının bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, bitkideki yaprak sayısı, yaprak alanı, protein içeriği ve aminoasit içeriğini artırdığı bildirilmiştir.

Wahocho vd. (2016) ıspanakta büyüme ve verim üzerine azotun etkisini araştırmışlardır. Tarla denemesi şeklinde yürütülen çalışmada 0, 35, 70, 105 ve 140 kg/ha olmak üzere 5 farklı azot dozu uygulanmıştır. Farklı azot seviyelerinin ıspanağın büyüme ve verimi üzerinde önemli etkilere sahip olduğu saptanmıştır. En yüksek azot dozu olan 140 kg/ha uygulamasının çalışmada incelenen tüm özellikler üzerinde olumlu etkiler gösterdiği (bitki boyu, bitkideki yaprak sayısı, yaprak uzunluğu, bitki yaş ağırlığı ve verim) ve en yüksek değerlerin bu dozda elde edildiği belirlenmiştir. 105 kg/ha azot dozu onu yakından takip etmiş olup incelenen büyüme ve verim ile ilgili tüm parametreler için 140 ve 105 kg/ha azot dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir. Buna karşılık, azotun uygulanmadığı kontrol grubu bitkilerinde, tüm büyüme ve verim ile ilgili özelliklerde önemli bir azalma olmuştur. Araştırma sonucunda, 105 kg/ha azot dozunun ıspanağın daha iyi büyümesi ve yüksek verim için en uygun doz olduğu bildirilmiştir.

Anwar vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada kavak yaprağı ile birlikte kompost edilen inek gübresinin ıspanağın besin elementi alımı ve büyümesi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. İnek gübresi 1:0, 1:1, 1:2 ve 1:3 oranında kavak yaprağı ile kompost edilmiş ve kompost 20 t/ha oranında kumlu tınlı ve siltli tınlı toprağa uygulanmıştır. Ispanak 8 hafta sonra hasat edilmiş, bitki sürgün biyokütlesi ve besin elementi içeriği belirlenmiştir. Kavak yaprağı ile birlikte kompost edilen inek gübresi ıspanağın büyüme ve besin elementi alımını önemli ölçüde artırmıştır. Bitki sürgün biyokütlesi, P ve K içerikleri kompost içerisindeki kavak yaprağı oranının artmasıyla birlikte artmış ve en yüksek değerler 1:3 inek gübresi:kavak yaprağı uygulamasında tespit edilmiştir. Tam tersine, bitkideki N, Zn, Fe, Cu ve Cd içerikleri ise kompost içerisindeki kavak yaprağı oranının artmasıyla birlikte azalmıştır.

Ghaly vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada azotlu gübreleme seviyeleri ve demir uygulamalarının ıspanakta nitrat birikimi ve oksalat oluşumuna etkisi araştırılmıştır. Arazi denemesi şeklinde yürütülen çalışmada toplam 10 uygulama ele alınmıştır. Amonyum nitrat formunda azotlu gübrenin tavsiye edilen dozunun %50, 75, 100, 125 ve 150'si kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca demir sülfat formunda 300 ppm oranında bir Fe kaynağının varlığında ve yokluğunda bitki gelişimi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; tavsiye edilen dozun %100'ü oranında azotlu gübre uygulaması ile bitki kuru ağırlığı, klorofil içeriği, N, P, K, Fe ve C vitamini içerikleri önemli oranda

arttığı, azotlu gübre dozunun %125 ve %150'ye çıkarılması ile bahsedilen bu özelliklerin önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir. En yüksek bitki yaş ağırlığı ise azotlu gübre dozunun %125 olduğu durumda saptanmıştır. Tavsiye edilen azotlu gübre dozunun %50'den %150'ye çıkmasıyla birlikte nitrat ve nitrit içeriği önemli oranda artmış, en yüksek nitrat ve nitrit içeriği tavsiye edilen azotlu gübre dozunun %150'si uygulandığında belirlenmiştir. Fe uygulaması incelenen tüm özelliklerde artışa neden olmuştur. Ayrıca Fe uygulamasının oksalat oluşumu üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.

Jakhro vd. (2017) organik ve inorganik gübrelerin değişken seviyelerinde ıspanağın büyüme ve verimini incelemiştir. Arazi denemesi şeklinde yürütülen çalışmada T1 = Kontrol, T2 = 50 kg N/ha, T3 = 50 kg N/ha + 4 ton çiftlik gübresi/ha, T4 = 50 kg N/ha + 6 ton çiftlik gübresi/ha, T5 = 75 kg N/ha, T6 = 75 kg N/ha + 4 ton çiftlik gübresi/ha ve T7 = 75 kg N/ha + 6 ton çiftlik gübresi/ha olacak şekilde 7 farklı uygulama ele alınmıştır. Çalışmada en yüksek bitki boyu, bitkideki yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve verim T7 uygulamasında saptanmıştır. Azot ve çiftlik gübresi seviyelerinin azalmasıyla birlikte incelenen özelliklerin hemen hemen hepsi azalmıştır. Çalışmada T7 uygulamasında optimum ürün performansı elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda inorganik gübrenin yanı sıra organik gübrelerin birlikte uygulanması halinde ıspanak büyüme ve veriminin önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Kumarpandit vd. (2017) ıspanakta organik gübre ve kirecin kadmiyum ve klorofil içeriğine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada 3 farklı kireç seviyesi 0 (L₀), %50 (L₅₀), and %100 (L₁₀₀) olacak şekilde ve 3 farklı organik madde seviyesi çiftlik gübresi kullanılarak 0 (OM₀), %0.5 (OM_{0.5}) ve %1 (OM_{1.0}) olacak şekilde toplam 9 uygulama kombinasyonu incelenmiştir. Kireç ve organik madde seviyesinin artmasıyla birlikte bitkideki kadmiyum içeriği kontrole göre önemli oranda azalmış, klorofil içeriği ise artmıştır. Kireç ve organik maddenin birlikte uygulanması halinde bitkideki kadmiyum içeriği kontrole göre %61.3 oranında azalmış, klorofil içeriği ise %29.4 oranında artmıştır.

Maila ve Mulaudzi (2017) kum, toprak ve keçi gübresi karışımlarının ıspanağın büyüme ve verimine etkilerini araştırmışlardır. Serada saksı denemesi şeklinde yapılan çalışmada farklı kum: toprak: keçi gübresi oranlarından oluşan toplam 6 uygulama

incelenmiştir. Bunlar; 1:3:0 (kontrol), 1:2:1, 1:1:1, 1:1:2, 2:1:2 ve 2:3:2 olarak sıralanmıştır. Bitki büyümesi ve verim açısından, 1:1:2 karışım oranından diğer uygulamalara ve kontrole göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek bitki boyu, yaprak sayısı, kök uzunluğu ve klorofil içeriği 1:1:2 karışım oranında saptanmıştır. İncelenen tüm özellikler keçi gübresinin kullanıldığı uygulamalarda kontrolden daha yüksek bulunmuştur.

Shaheen vd. (2017) yaptıkları çalışmada organik atıklar ve NPK kimyasal gübresi ile birlikte uygulanan etkili mikroorganizmaların (EM) ıspanağın büyüme, verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Saksı denemesi şeklinde yürütülen çalışmada T0: kontrol, T1: ahır gübresi (10 ton/ha), T2: arıtma çamuru (20 ton/ha), T3: kompost (0.7 ton/ha), T4: tavuk gübresi (5 t/ha) ve T5: NPK kimyasal gübresi (100 : 40 : 56 kg/ha) olmak üzere 6 farklı uygulama ele alınmıştır. Her bir uygulama tek başına ve EM ile birlikte uygulanmıştır. Sonuçlar, EM + arıtma çamuru kombinasyonunun diğer gübrelere göre ıspanak büyüme ve verimini önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. EM + arıtma çamuru birlikte uygulandığında bitki boyunda (%11), yaprak sayısında (%124), taze yaprak veriminde (%136), kuru yaprak veriminde (%16.4), yaprak boyunda (%20.2) ve yaprak alanında (%77.4) EM'nin olmadığı uygulamaya göre önemli artışlar kaydedilmiştir. En yüksek diyet lifi, C vitamini, ham protein, Zn, Fe, Cu ve Mn içerikleri de EM + arıtma çamuru birlikte uygulandığında elde edilmiştir.

Tawfiq ve Al-Sahaf (2017) lahana ve ıspanağın kantitatif ve kalitatif özellikleri üzerine farklı gübre kaynakları ve seviyelerinin etkilerini araştırmışlardır. Arazi denemesi şeklinde yürütülen çalışmada kimyasal gübre, sığır gübresi, koyun gübresi ve tavuk gübresi kullanılarak 10 farklı uygulama incelenmiştir. Bunlar; T0: kontrol, T1: tavsiye edilen kimyasal gübre (400 kg/ha diamonyum fosfat (DAP) + 60 kg/ha üre), T2: koyun gübresi (%5), T3: koyun gübresi (%10), T4: koyun gübresi (%15), T5: sığır gübresi (%5), T6: sığır gübresi (%10), T7: sığır gübresi (%15), T8: sığır gübresi (%4), T9: sığır gübresi (%8) ve T10: sığır gübresi (%12) olarak sıralanmıştır. Organik gübreler hacim esasına göre uygulanmıştır. Organik gübreler tohum ekiminden 10 gün önce toprağa karıştırılmıştır. En yüksek ıspanak verimi, T9 uygulamasından elde edilmiş olup, organik gübre miktarı arttıkça verim de artmıştır. En yüksek nitrat içeriği birinci yetiştirme döneminde T6 ve ikinci yetiştirme döneminde T5 uygulamalarında

saptanmıştır. En yüksek C vitamini içeriği birinci yetiştirme döneminde T9 ve ikinci yetiştirme döneminde T3 uygulamalarında belirlenmiştir. En yüksek oksalik asit içeriği ise birinci yetiştirme döneminde T3 ve ikinci yetiştirme döneminde T9 uygulamalarında gözlenmiştir.

Altuntas vd. (2018) kimyasal gübreleme ve farklı oranlarda vermikompost uygulamalarının ıspanakta büyüme özellikleri, verim ve besin elementi içeriği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Denemede 1) kontrol, 2) 1 ton vermikompost/ha, 3) 2 ton vermikompost/ha, 4) 3 ton vermikompost/ha ve 5) kimyasal gübreleme olmak üzere 5 farklı uygulama ele alınmıştır. En yüksek bitki boyu ve verim 3 t/ha vermikompost uygulamasında belirlenmiştir. Tüm vermikompost uygulamalarından kontrol ve kimyasal gübreye göre daha yüksek verim değerleri elde edilmiştir. Vermikompost uygulamasındaki bitkilerin N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri kimyasal gübrenin uygulandığı bitkilerdekine yakın bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda vermikompostun hem toprak ve hem de bitki üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu ve en iyi vermikompost uygulama oranının 3 t/ha olduğu bildirilmiştir. Bu vermikompost uygulama oranının, kimyasal gübreye göre %149 verim artışı sağladığı tespit edilmiştir.

Ouedraogo (2018) ıspanak bitkisinde biyokömürün kadmiyum toksisitesini önleme ve mineral element konsantrasyonları üzerine etkisini araştırmıştır. Sera koşullarında saksılarda yürütülen çalışmada, toprağa kadmiyum $CdSO_4$ 'tan 0 mg/kg (kontrol), 25 mg/kg, 50 mg/kg ve 100 mg/kg olacak şekilde, tavuk gübresinden elde edilen biyokömür ise 0 g/kg, 5 g/kg ve 10 g/kg dozlarında uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda ıspanak bitkisinin gelişimi üzerine uygulanan kadmiyumun olumsuz etki gösterdiği ve bitkinin toprak üstü aksamı ile kök kuru madde miktarını önemli oranda azalttığı saptanmıştır. Biyokömür uygulaması ise ıspanak bitkisinin toprak üstü aksam ve kök gelişimini olumlu yönde etkilemiş ve toprak üstü aksamı ile kök kuru madde miktarını önemli oranda artırmıştır. Ispanak bitkisinin toprak üstü aksam ve kök kadmiyum konsantrasyonları uygulanan kadmiyuma bağlı olarak artarken, uygulanan biyokömüre bağlı olarak azalmıştır. Kadmiyum uygulaması ıspanak bitkisi toprak üstü aksamının potasyum, fosfor, çinko, bakır, mangan ve bor konsantrasyonlarını azaltmış, magnezyum ve kalsiyum konsantrasyonlarını ise artırmıştır. Demir konsantrasyonunda ise artış ve azalışlara neden olmuştur. Kadmiyum uygulaması

ıspanak bitkisi kökünün fosfor, potasyum, çinko ve mangan konsantrasyonlarını azaltırken, kalsiyum ve bakır konsantrasyonlarını artırmıştır. Biyokömür uygulaması ıspanak bitkisi toprak üstü aksamının mangan ve bor konsantrasyonlarını azaltırken, fosfor, potasyum ve çinko konsantrasyonlarını artırmıştır. Demir ve bakır konsantrasyonunda ise artış ve azalışlara neden olmuştur. Biyokömür uygulaması ıspanak bitkisi kökünün fosfor, potasyum ve çinko konsantrasyonlarını artırmıştır. Araştırma sonunda biyokömürün ıspanak bitkisi üzerine kadmiyumun olumsuz etkisini önemli oranda azalttığı tespit edilmiştir.

Singh vd. (2018) ıspanakta organik gübre ve inorganik iyot gübrelemesinin mineral içeriği üzerine etkisini incelemiştir. Serada saksı denemesi şeklinde yapılan çalışmada kimyasal NPK gübresi ve kimyasal NPK gübresi + çiftlik gübresi uygulanmıştır. İyot kaynakları olarak potasyum iyodür ve potasyum iyodat 1.0, 2.5 ve 5.0 mg/kg dozlarında kullanılmıştır. Tavsiye edilen kimyasal NPK gübresi veya kimyasal NPK gübresi + çiftlik gübresi uygulaması ile beraber iyot uygulamasının Ca ve Mg alımını artırdığı saptanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, 2017 yılı sonbahar yetiştirme döneminde Bolu ili Yeniakçakavak köyündeki açık arazide ve Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi laboratuvarlarında yürütülmüştür.

3.1 MATERYAL

3.1.1 Bitki Materyali

Araştırmada bitkisel materyal olarak Türkiye’de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan Matador ıspanak çeşidi (*Spinacia oleracea* L. cv. Matador) kullanılmıştır. Bu çeşidin yaprakları geniş, oval, yuvarlak, koyu yeşil ve kısa saplıdır. Bitki yapısı güçlüdür ve yapraklar dik olarak büyür. Erken bir çeşit olup, sonbahar ve erken ilkbahar yetiştiriciliği için tavsiye edilmektedir. Tohumları oldukça büyük, hafif yassı ve üzeri pürüzlüdür. Ayrıca tohuma geç kalkar ve hızlı bir gelişme gösterir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Matador ıspanak çeşidi.

3.1.2 Toprak Materyali

Deneme kurulmadan önce arazinin farklı yerlerinden toprak örnekleri alınarak toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri yapılan analizler ile belirlenmiştir.

3.1.3 Gübre Materyali

Denemede kullanılan organik kaynaklı gübrelere tavuk, hindi, koyun ve sığır gübrelere yanmış olarak Bolu İli Yeniakçakavak köyünden temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan vermikompost gübresi özel bir firmadan, ticari gübreler (amonyum sülfat, triple süper fosfat ve potasyum sülfat) ise piyasadan satın alınmıştır. Denemede kullanılan organik kaynaklı gübrelere deneme öncesi bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri yapılan analizler ile belirlenmiştir.

3.2 YÖNTEM

3.2.1 Denemenin Kurulması, Tohum Ekimi ve Bitkilerin Yetiştiriciliği

Çalışmada 1) Kontrol (Gübresiz), 2) Tavuk gübresi, 3) Hindi gübresi, 4) Koyun gübresi, 5) Sığır gübresi, 6) Vermikompost (Solucan gübresi) ve 7) Kimyasal gübre (İnorganik gübre) olmak üzere 7 farklı uygulama ele alınmıştır. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup her tekerrürde 7 parsel bulundurulmuştur. Deneme arazisi Eylül ayında ekime hazır hale getirilerek 1.60 m²'lik (1.45 m X 1.1 m) parseller (7 X 3=21 parsel) oluşturulmuştur.

Kontrol uygulamasına herhangi bir gübre ilavesi yapılmamıştır. Organik kaynaklı gübreler dekara 1.5 ton hesabıyla her parsele (1.60 m²) 2.4 kg olarak ekimden önce toprağa karıştırılmak suretiyle uygulanmıştır. Çalışmada 7 no'lu uygulamada kimyasal gübre olarak amonyum sülfat, triple süper fosfat ve potasyum sülfat gübrelere sırasıyla 12 kg N/da, 10 kg P₂O₅/da ve 12 kg K₂O/da hesabıyla, her parsele (1.60 m²) 90.9 g amonyum sülfat, 36.4 g triple süper fosfat ve 39.0 g potasyum sülfat olarak toprağa karıştırılmak suretiyle uygulanmıştır. Fosfor ve potasyumlu gübreler ekimden

önce uygulanmıştır. Kullanılan azotlu gübrenin yarısı ekimden önce, diğer yarısı da tohum ekiminden 2 hafta sonra verilmiştir.

Tohum ekimleri 27.09.2017 tarihinde yapılmıştır. Tohumlar 1.1 m genişliğindeki parsellere 30 cm aralıklarla 3 sıra halinde ekilmiştir. Parseller arasına gübre karışımlarını önlemek için 1 m boşluk bırakılmıştır. Çıkışlardan sonra bitkiler 3-4 yapraklı döneme geldiğinde sıra üzeri mesafe 10-15 cm olacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Tohum ekiminden itibaren günlük gözlemlerle ilk çıkışlar 05.10.2017 tarihinde tespit edilmiştir. Yetiştirme periyodu boyunca sulama, çapalama gibi gerekli kültürel işlemler düzenli olarak uygulanmıştır (Vural vd., 2000). Deneme süresince herhangi bir bitki koruma ürünü kullanılmamıştır.

Hasat büyüklüğüne ulaşan bitkilerde tohum ekiminden 67 gün sonra 03.12.2017 tarihinde hasat gerçekleştirilmiştir. Bitkiler topraktan sökülerek hasat edilmiştir. Bitkiler ölçüm ve tartım işlemleri için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Bahçe Bitkileri laboratuvarına getirilmiştir.

Parsellerin hazırlanması, parsellere gübrelerin uygulanması, tohum ekimi, bitki çıkışları, bitkilerin yetiştirilmesi ve arazide bitkilerin genel görünümü ile ilgili fotoğraflar Şekil 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 ve 3.6'da verilmiştir. Çalışma süresince deneme alanının sıcaklık ve nem değerleri sıcaklık ve nem kayıt cihazı (ONSET HOB0 UX100-003 Data Logger) kullanılarak kaydedilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.2. Parsellerin hazırlanması.



Şekil 3.3. Parsellere gübrelerin uygulanması.



Şekil 3.4. Tohum ekimi.



Şekil 3.5. Bitkilerin çıkış döneminden görüntümler.



Şekil 3.6. Bitkilerin yetiştirilmesi ve arazide bitkilerin genel görünümü.



Şekil 3.6. Devamı.



Şekil 3.7. Çalışmada kullanılan sıcaklık ve nem kayıt cihazı.

3.2.2 Toprak Analizleri

Deneme öncesi toprak analizleri, Bolu İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Yaprak ve Toprak Analiz Laboratuvarında yapılmıştır. Toprak örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizlere ait yöntemler aşağıda belirtilmiştir.

Bünye: Toprak bünyesi hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir (Kurucu vd., 1990).

Elektriksel iletkenlik (EC) (dS/m): Elektriksel iletkenlik değeri 1:2.5 oranında saf su ile sulandırılmış toprak örneklerinde elektriksel iletkenlik aleti ile (EC metre ile) belirlenmiştir (Richards, 1954).

Toprak reaksiyonu (pH): Toprak pH'sı 1:2.5'lük toprak:su süspansiyonunda cam elektrotlu pH metre ile ölçülerek belirlenmiştir (McLean, 1982).

Organik madde miktarı (%): Toprak organik maddesi Walkey-Black yöntemi ile belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978).

Kireç (CaCO₃) (%): Scheibler kalsimetresi ile volümetrik olarak tayin edilmiştir (Ülgen ve Yurtsever, 1974).

Toplam Azot (N) (%): Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar, 1994).

Fosfor (P) (mg/kg): Kacar (1994)'a göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

Potasyum (K) (mg/kg): Kacar (1990)'a göre İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi (ICP-MS, Thermo Scientific X Series) ile belirlenmiştir.

3.2.3 Organik Kaynaklı Gübre Materyallerin (Tavuk Gübresi, Hindi Gübresi, Koyun Gübresi, Sığır Gübresi ve Vermikompost) Analizleri

Organik gübre analizleri, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi laboratuvarları ile Yenilikçi Gıda Teknolojileri Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (YENİGİDAM) laboratuvarında yapılmıştır. Gübre materyallerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizlere ait yöntemler aşağıda belirtilmiştir.

pH: McLean (1982)'e göre yapılmıştır.

Elektriksel iletkenlik (EC) (dS/m): Richards (1954)'a göre belirlenmiştir.

Organik madde miktarı (%): Kül fırınında 550 ± 70 °C'de 1 gece yakıldıktan sonra yanma kaybından (ağırlık azalmasından) hesaplanarak, kuru yakma metodu ile belirlenmiştir (Kacar, 1990).

Toplam Azot (N) (%): Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar, 1994).

Fosfor (P) (%): Kacar ve İnal (2008)'a göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

Potasyum (K) (%): İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi (ICP-MS, Thermo Scientific X Series) ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

3.2.4 Deneme Sırasında Bitkilerde Yapılan Ölçüm, Gözlem ve Analizler

Hasat olgunluğuna gelen ıspanak bitkileri hasat edilerek aşağıdaki özellikler belirlenmiştir. Morfolojik özellikler ile ilgili ölçümler her parselde 10 adet bitkide yapılmıştır. Kimyasal analizler 3 tekrarlamalı olarak yapılmıştır.

Bitki boyu (cm): Hasat edilen bitkilerin kök boğazı ile tepe noktası arasındaki mesafe cetvel yardımıyla ölçölüp, elde edilen rakamların ortalaması alınarak bitki boyu belirlenmiştir (şekil 3.8).



şekil 3.8. Bitki boyunun ölçümü.

Bitki eni (cm): Hasat edilen bitkilerin genişliği (çapı) cetvel yardımıyla ölçölüp, elde edilen rakamların ortalaması alınarak bitki eni tespit edilmiştir (şekil 3.9).



şekil 3.9. Bitki eninin ölçümü.

Bitki yaş ağırlığı (g/bitki): Hasat edilen bitkiler kökleri ve sararmış yaprakları uzaklaştırıldıktan sonra hassas terazide tartılmış ve bunların ortalamaları hesaplanarak bitki yaş ağırlığı belirlenmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Bitki yaş ağırlığının ölçümü.

Bitki kuru ağırlığı (g/bitki): Yaş ağırlıkları belirlenen bitkiler kese kâğıtlarına konularak etüvde yaklaşık 65 °C’de sabit ağırlığa ulaşincaya kadar kurutulup (Şekil 3.11) hassas terazide tartılmış ve ortalamaları alınmıştır.



Şekil 3.11. Bitki örneklerinin etüvde kurutulması.

Kök uzunluğu (cm): Toprakta çıkarılıp kökleri yıkanıp temizlenen bitkilerde kökün gövde ile birleştiği yer ile saçak köklerin uç kısmı arasındaki mesafe bir cetvel yardımıyla ölçülüp, elde edilen sonuçların ortalaması alınarak kök uzunluğu tespit edilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Kök uzunluğunun ölçümü.

Kök boğazı çapı (mm): Toprakta çıkarılıp kökleri yıkanıp temizlenen bitkilerin kök boğazı çapları dijital kumpas yardımıyla ölçülüp, elde edilen rakamların ortalaması alınarak kök boğazı çapı belirlenmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Kök boğazı çapının ölçümü.

Kök yaş ağırlığı (g/bitki): Kök boğazından düzgün bir şekilde kesilen kökler, yıkanıp temizlendikten ve nemi alındıktan sonra hassas terazide tartılmış ve elde edilen rakamların ortalaması alınarak kök yaş ağırlığı belirlenmiştir.

Kök kuru ağırlığı (g/bitki): Bitki köklerinin yaş ağırlıkları hesaplandıktan sonra kese kâğıtlarına konularak etüvde yaklaşık 65 °C’de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulup hassas terazide tartılmıştır. Elde edilen rakamların ortalaması alınarak kök kuru ağırlığı tespit edilmiştir.

Yaprak ayası boyu (cm): Yaprak sapının yaprak ayasına bağlandığı nokta ile yaprak ucuna kadar olan kısmın bir cetvel yardımıyla ölçülüp, elde edilen sonuçların ortalaması alınarak yaprak ayası boyu belirlenmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Yaprak ayası boyunun ölçümü.

Yaprak ayası eni (cm): Yaprak ayasının en geniş kısmı bir cetvel yardımıyla ölçülüp, elde edilen sonuçların ortalaması alınarak yaprak ayası eni belirlenmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Yaprak ayası eninin ölçümü.

Yaprak ayası kalınlığı (mm): Yaprak ayası kalınlığı dijital kumpas yardımıyla ölçölüp, elde edilen rakamların ortalaması alınarak yaprak ayası kalınlığı belirlenmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Yaprak ayası kalınlığının ölçümü.

Yaprak sapı uzunluğu (cm): Yaprığın sap boğumundan sap ucuna kadar olan kısmının bir cetvel yardımıyla ölçölüp, elde edilen sonuçların ortalaması alınarak yaprak sapı uzunluğu belirlenmiştir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Yaprak sapı uzunluğunun ölçümü.

Yaprak sapı kalınlığı (mm): Yaprakın sap kısmının dijital kumpas yardımıyla ölçölüp, elde edilen rakamların ortalaması alınarak yaprak sapı kalınlığı belirlenmiştir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Yaprak sapı kalınlığının ölçümü.

Pazarlanabilir yaprak sayısı (adet/bitki): Hasat edilen bitkilerde ıskarta yapraklar koparıldıktan sonra, yenilebilir özellikte olan 2 cm'den daha fazla uzunluğa sahip pazarlanabilir yapraklar sayılarak belirlenmiştir (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Pazarlanabilir yaprak sayısının belirlenmesi.

İskarta yaprak sayısı (adet/bitki): Hasat edilen bitkilerde pazarlanabilir özellikte olmayan en dıştaki sararmış, çürümüş ve yenilebilme özelliğini kaybetmiş yapraklar koparılıp sayılarak belirlenmiştir.

Verim (g/m²): Her parselde bitkilerin tümü kökleri kesilerek hasat edilmiş ve hassas terazide tartıldıktan sonra m² üzerinden hesaplanarak bulunmuştur.

Kuru madde oranı (%): Hasattan sonra ıspanak bitkisinden alınan örnekler yaş ağırlıkları belirlendikten sonra etüvde 105 °C’de sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuş (Şekil 3.20) ve hassas terazide tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Belirlenen yaş ve kuru ağırlıklardan faydalanılarak, aşağıdaki eşitlik yardımıyla kuru madde oranı tespit edilmiştir (Kılıç vd., 1991).

$$\text{Kuru Madde Oranı (\%)} = [\text{Kuru ağırlık (g)}/\text{Yaş ağırlık (g)}] \times 100$$



Şekil 3.20. Kuru madde oranını belirlemek amacıyla örneklerin etüvde kurutulması.

pH: Bitki yaprakları robotta çekildikten sonra yapraklardan elde edilen suların pH’ları pH metre (Thermo Scientific, Orion Star A111) ile ölçülmüştür (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. pH ölçümü.

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) (%): Bitki örneklerinin suyu çıkarıldıktan sonra el refraktometresi (ATC 0-32) ile belirlenmiştir (Şekil 3.22).



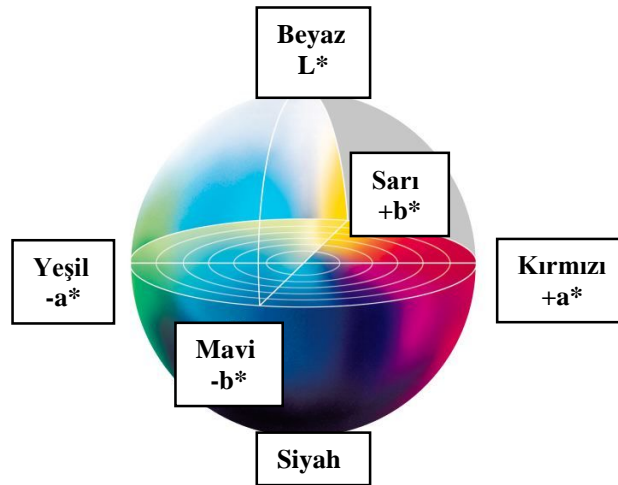
Şekil 3.22. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ölçümü.

Yaprak rengi: Hasat edilen bitkilerin yaprak rengi renk ölçer cihazı (3NH NR60CP) ile L^* , a^* , b^* , C^* ve h° renk değerleri okunarak belirlenmiştir (Batu vd., 1997) (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Yaprak renginin ölçümü.

CIE sisteminde L* (parlaklık) değeri ölçüm yapılan yüzeyin, ışığı ne kadar yansıttığını, yani siyahtan beyaza rengin açıklık veya koyuluğunu (0=Siyah, 100=Beyaz), a* değeri kırmızıdan (pozitif) yeşile (negatif); b* değeri ise sarıdan (pozitif) maviye (negatif) renk değişimlerini belirtmektedir (Şekil 3.24). Hue açısı (h°), rengin niteliğini belirtir ve 0° =kırmızı-pembe, 90° =sarı, 180° =yeşil, 270° =mavi rengi ifade etmektedir. Kroma değeri (C*) ise, rengin doygunluğunu ifade etmekte olup; 0 değeri gri rengi gösterirken, değer büyüdükçe rengin doygunluğu artmaktadır (0=Gri, 100=Tam doygun) (McGuire, 1992).



Şekil 3.24. CIE L*, a*, b* renk sistemi.

Klorofil miktarı (SPAD): Yapraklardaki klorofil içeriği klorofil ölçer (Apogee Chlorophyll Concentration Meter, MC-100) ile belirlenmiştir (Şekil 3.25). SPAD değeri attıkça yapraklar koyu yeşil renk almaktadır.



Şekil 3.25. Klorofil miktarının ölçümü.

Nitrat Tayini (mg/kg): Taze bitki örneklerinde nitrat analizi UV-Visible Spektrofotometre (UV 1800) (Şekil 3.26) kullanılarak yapılmıştır (Anonim, 1988).



Şekil 3.26. Nitrat tayini için kullanılan UV-visible spektrofotometre cihazı.

Makro ve Mikro Elementler (mg/kg): Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, Sn, Tl ve Zn element analizleri için bitki örnekleri etüvde 65 °C'de sabit ağırlığa ulaşincaya kadar kurutulmuştur (Şekil 3.27). Kurutulup öğütülen örnekler (Şekil 3.28) daha sonra mikrodalga yaş yakma yöntemine göre analize hazır hale getirilmiştir. Örnekler yaş yakıldıktan sonra element içerikleri

İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi (ICP-MS, Thermo Scientific X Series) cihazında (Şekil 3.29) belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).



Şekil 3.27. Element tayini için bitki örneklerinin etüvde kurutulması.



Şekil 3.28. Element tayini için bitki örneklerinin öğütülmesi.



Şekil 3.29. Element tayini için kullanılan ICP-MS cihazı.

Toplam fosfor (P) (mg/kg): Fosfor tayini UV-Visible Spektrofotometre (UV 1800) kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.30).



Şekil 3.30. Fosfor tayini için kullanılan UV-visible spektrofotometre cihazı.

Toplam azot (N) ve toplam kükürt (S) (%): Kurutulup öğütülen bitki örneklerinin azot ve kükürt içeriği Elemental Analizör CHNS-O (Thermo Scientific Flash 2000) kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 3.31).



Şekil 3.31. Toplam azot ve toplam kükürt tayini için kullanılan elemental analiz cihazı.

3.2.5 Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada elde edilen veriler SPSS 23.0 istatistik programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar ise Duncan Çoklu Karşılaştırma testi kullanılarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Çalışmada Kullanılan Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.1’de verilmektedir. Toprak analizi sonuçlarına göre toprak yapısının; killi, nötr pH’ya sahip, kireçli, tuzsuz ve yüksek derecede organik maddeye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca toprağın potasyum ve azot içeriği bakımından yeterli ve fosfor içeriği bakımından yetersiz düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

İncelenen Özellikler	Belirlenen Değerler
Bünye	Killi
pH	7.28
Kireç (%)	15.30
EC (dS/m)	0.82
Organik Madde (%)	4.81
Azot (N) (%)	0.18
Fosfor (P) (mg/kg)	4.50
Potasyum (K) (mg/kg)	257.79

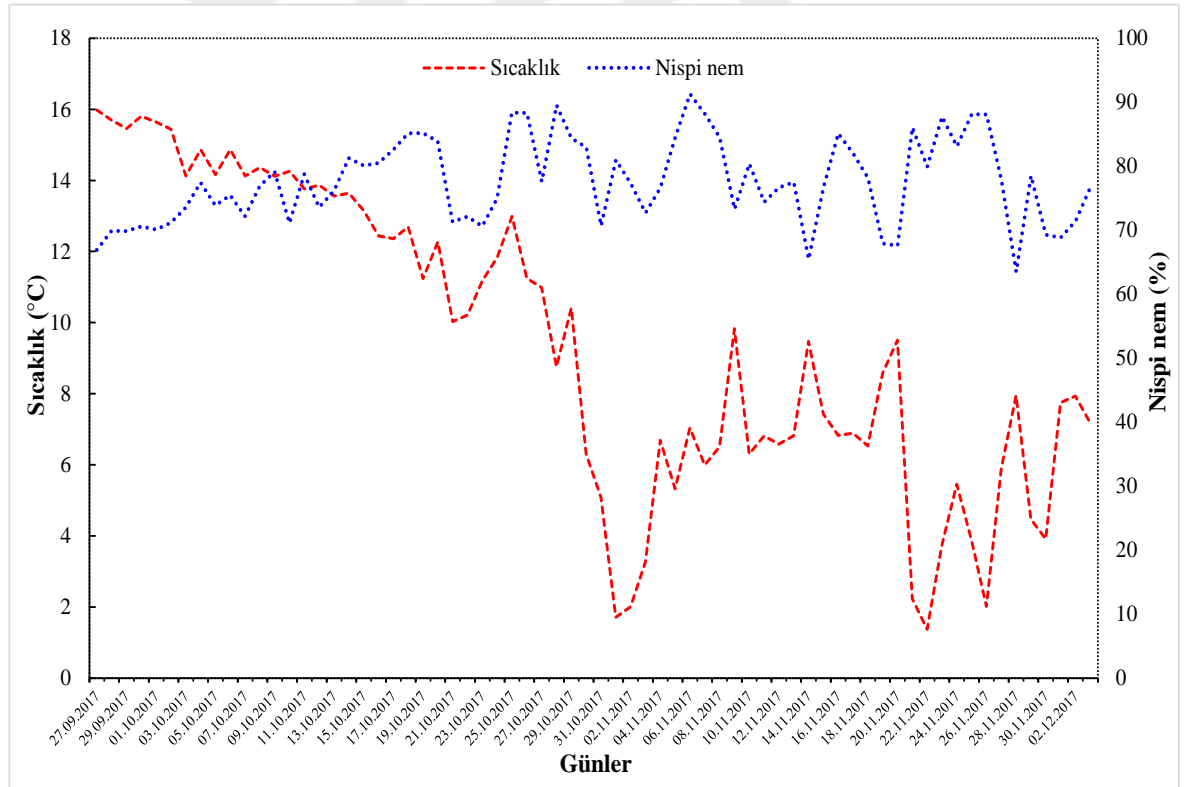
4.2 Çalışmada Kullanılan Organik Gübrelerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemede kullanılan organik gübrelerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.2’de verilmektedir. Analiz sonuçlarına göre organik gübrelerin organik madde, azot, fosfor ve potasyum bakımından zengin olduğu tespit edilmiştir. Organik gübrelerin pH değeri 6.8-8.1 arasında değişmiş ve genel olarak tuz içeriklerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan organik gübrelerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

İncelenen Özellikler	Organik Gübreler				
	Tavuk	Hindi	Koyun	Sığır	Vermikompost
pH	7.6	7.7	7.9	8.1	6.8
EC (dS/m)	9.06	7.13	3.85	4.17	4.39
Organik Madde (%)	59.33	55.24	53.48	50.17	31.28
Azot (N) (%)	2.67	2.43	1.57	1.12	1.89
Fosfor (P) (%)	2.70	2.42	1.41	1.02	1.78
Potasyum (K) (%)	3.05	2.72	1.69	1.25	1.98

Deneme süresince deneme alanında günlük olarak ölçülen ortalama sıcaklık ve nispi nem değerlerine ait grafik Şekil 4.1’de sunulmuştur. Şekil 4.1 incelendiğinde 29 Ekim’den sonra sıcaklıkta belirgin düşüşlerin olduğu görülmektedir. Nispi nem değerleri ise %65-91 arasında değişiklik göstermiştir.



Şekil 4.1. Deneme süresince deneme alanında ölçülen sıcaklık ve nispi nem değerleri.

4.3 Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların İspanakta Bitki Özellikleri (Bitki Boyu, Bitki Eni, Bitki Yaş Ağırlığı ve Bitki Kuru Ağırlığı) Üzerine Etkileri

Çalışmada ele alınan uygulamalarının ıspanakta bitki boyu, bitki eni, bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.2’de verilmiştir. Bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı bakımından uygulamalar arasındaki farklılık $P<0.05$ düzeyinde önemli; bitki eni ve bitki boyu bakımından ise $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Uygulamalar arasında en yüksek bitki boyu 11.18 cm ile hindi ve sığır gübresi uygulamalarında tespit edilmiş olup, onu sırasıyla aralarında istatistiksel olarak fark olmayan tavuk, vermikompost, koyun ve kimyasal gübre uygulamaları izlemiştir. Bitki boyu bakımından en düşük boylu bitkiler ise 9.66 cm ile kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Tüm organik gübre uygulamalarından kontrol ve kimyasal gübreye göre daha yüksek bitki boyu değerleri elde edilmiştir. Hindi ve sığır gübresi uygulamalarının kontrol uygulamasına göre bitki boyunu %15.73 oranında artırdığı saptanmıştır (Çizelge 4.3). Farklı araştırmacılar tarafından ıspanakta yapılan çalışmalarda bitki boyu 5.1-29.79 cm arasında değişmiştir (Roy vd., 2009; Citak ve Sonmez, 2010; Çıtak vd., 2011; Solangi vd., 2015; Wahocho vd., 2016; Altuntas vd., 2018). Bizim çalışmamızda elde edilen bitki boyu değerleri bahsedilen araştırmacıların bildirdiği sınırlar içerisindedir. Roy vd. (2009) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada en yüksek bitki boyu inek gübresi ve kimyasal gübre birlikte kullanıldığında elde edilmiştir. Citak ve Sonmez (2010)’in kimyasal gübre ve organik gübrelerin (tavuk gübresi, ahır gübresi ve kan unu) ıspanakta bitki büyümesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada en yüksek bitki boyu kimyasal gübrede saptanmıştır. Çıtak vd. (2011) ahır gübresi ve vermikompostun ıspanakta bitki gelişimine etkilerini inceledikleri çalışmada ahır gübresi ve vermikompostun kontrole göre bitki boyunu önemli oranda artırdığını ve en yüksek bitki boyunun ahır gübresinde tespit edildiğini bildirmişlerdir. Jakhro vd. (2017) inorganik ve organik gübrelerin ıspanağın büyüme ve verimine etkilerini inceledikleri çalışmada en yüksek bitki boyu inorganik gübre ve çiftlik gübresi birlikte uygulandığında elde edilmiştir. Shaheen vd. (2017) tarafından NPK kimyasal gübresi ve organik gübrelerin (ahır gübresi, tavuk gübresi, arıtma çamuru ve kompost) ıspanakta büyüme, verim ve kalite üzerine etkilerinin araştırıldığı

çalışmada en yüksek bitki boyu arıtma çamurunda tespit edilmiştir. Altuntas vd. (2018)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamasından kontrol ve kimyasal gübrelemeye göre daha yüksek bitki boyu değerleri elde edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda, vermikompost uygulamalarının ıspanakta kontrole göre bitki boyunu artırdığı belirlenmiştir (Peyvast vd., 2008; Vigardt, 2012; Özkan vd., 2016).

Bitki boyunda olduğu gibi bitki eni bakımından da en yüksek değer sığır gübresi uygulamasında (18.27 cm) belirlenmiş, onu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan hindi, tavuk, kimyasal, koyun ve vermikompost gübresi uygulamaları takip etmiştir. Kontrol uygulaması bitki eni bakımından da en düşük değere sahip bulunmuştur. Sığır gübresi uygulamasının kontrole göre bitki enini %15.48 oranında artırdığı gözlenmiştir (Çizelge 4.3). Çalışmada ele alınan tüm organik gübre uygulamalarından kontrole göre daha yüksek bitki eni değerleri elde edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda marulda (Durak vd., 2017; Adiloğlu vd., 2018) ve karnabaharda (Amresh, 2009) vermikompostun kontrole göre bitki enini artırdığı bildirilmiştir.

En önemli verim parametresi olan bitki yaş ağırlığı yönünden farklı gübre uygulamaları incelendiğinde, en yüksek değer hindi gübresi uygulamasında (11.07 g) belirlenmiştir. Hindi gübresi uygulamasını aralarında istatistiksel olarak fark bulunmayan sığır ve tavuk gübresi uygulamaları yakından takip etmiştir. Aynı şekilde koyun, vermikompost ve kimyasal gübre uygulamaları hindi, sığır ve tavuk gübresi ile aynı grupta yer almıştır. En düşük bitki yaş ağırlığı kontrol uygulamasında (8.88 g) belirlenmiştir. Çalışmada ele alınan tüm organik gübre uygulamalarından kontrol ve kimyasal gübreye göre bitki yaş ağırlığı bakımından daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Hindi gübresi uygulamasının yapıldığı bitkilerin kontrol uygulamasındaki bitkilere göre bitki yaş ağırlığı bakımından %24.66 oranında artış sağladığı belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Ispanakta bitki yaş ağırlığının 1.01-36.17 g arasında değiştiği bildirilmiştir (Sato vd., 2010; Uzun, 2010; Yılmaz, 2014; Şenlikoğlu, 2015; Kovacs vd., 2016; Wahocho vd., 2016). Bizim sonuçlarımız bahsedilen bu çalışmaların sonuçları ile uyumludur. Sato vd. (2010)'nin ıspanakta hayvan atığı kompostu kullanımının etkilerini inceledikleri çalışmada en yüksek bitki yaş ağırlığı sığır gübresi kompostunda belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca hayvan atığı kompostu

kullanılan uygulamalardaki bitki yaş ağırlığının kontrol ve kimyasal gübreden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ghaly vd. (2017) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada amonyum nitrat formunda azotlu gübre uygulaması ile bitki yaş ağırlığının kontrole göre önemli oranda arttığı saptanmıştır. Değişik araştırmacılar vermikompostun ıspanakta bitki yaş ağırlığını kontrole göre artırdığını bildirmişlerdir (Vigardt, 2012; Özkan vd., 2016; Xu ve Mou, 2016). Chatterjee (2015) tarafından marulda yapılan çalışmada vermikompost uygulamasında bitki yaş ağırlığı ahır gübresine göre daha yüksek bulunmuştur.

Farklı uygulamaların ıspanakta bitki kuru ağırlığı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek değer vermikompost gübresi uygulamasından (1.00 g) elde edilmiştir. Vermikompost gübresi uygulamasını istatistiksel olarak aynı grupta yer alan tavuk ve hindi gübresi uygulamaları (sırasıyla 0.95 ve 0.86 g) izlemiştir. Diğer taraftan, en düşük bitki kuru ağırlığı ise kimyasal gübre uygulamasında (0.79 g) belirlenmiştir. Koyun ve sığır gübresi ile kontrol uygulamaları da kimyasal gübre ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Vermikompost gübresi uygulamasının kontrole göre bitki kuru ağırlığını %20.48 oranında artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca, kimyasal gübre ile karşılaştırıldığında organik gübre uygulamalarında daha yüksek bitki kuru ağırlığı belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Şenlikoğlu (2015) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada bitki kuru ağırlığı 1.00-5.47 g arasında değişmiştir. Bizim sonuçlarımız Şenlikoğlu (2015) tarafından bildirilen değerlerden daha düşük bulunmuştur. Mufwanzala ve Dikinya (2010) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada tavuk gübresinin bitki kuru ağırlığını kontrole göre önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. Xu ve Mou (2016) vermikompost uygulamalarının ıspanakta bitki kuru ağırlığını kontrole göre artırdığını bildirmişlerdir. Ghaly vd.(2017) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada amonyum nitrat formunda azotlu gübre uygulaması ile bitki kuru ağırlığının önemli oranda arttığı saptanmıştır.

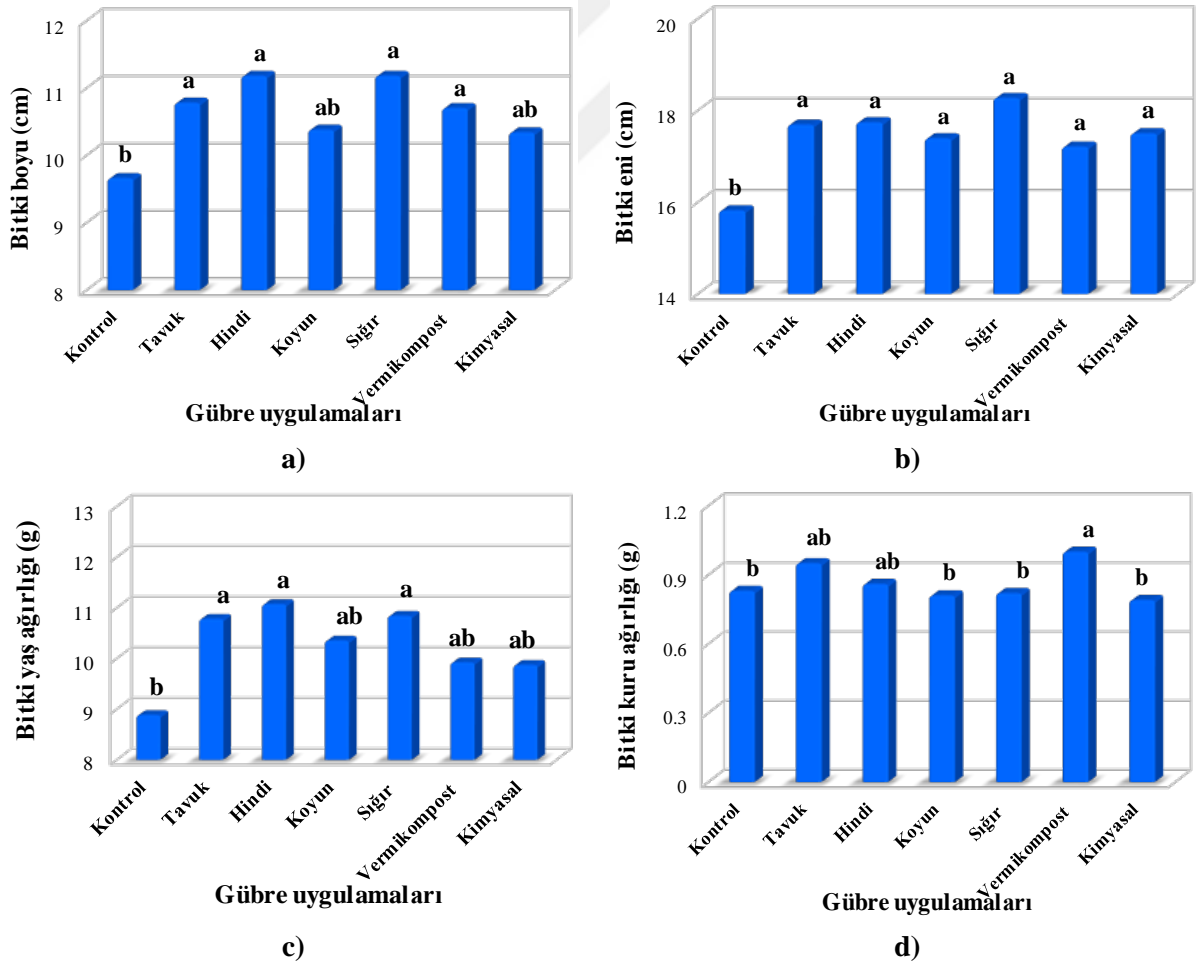
Çalışmada organik gübre uygulamalarının kontrole göre bitki büyümesini önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. Organik gübre uygulaması sonucunda bitkilerin daha iyi büyümesi, organik gübrelerin toprak verimliliği üzerindeki olumlu etkisine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Ispanakta bitki boyu, bitki eni, bitki yaş ve kuru ağırlığı gibi bitkisel özellikler çeşit, ekoloji, kültürel uygulamalar, yetiştirme dönemi

ve yetiştirme şekline (açıkta veya örtü altında) bağlı olarak önemli farklılıklar gösterebilmektedir.

Çizelge 4.3. Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta bitki özellikleri (bitki boyu, bitki eni, bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı) üzerine etkileri

Gübre Uygulamaları	Bitki boyu (cm)	Bitki eni (cm)	Bitki yaş ağırlığı (g)	Bitki kuru ağırlığı (g)
Kontrol	9.66b**	15.82b**	8.88b*	0.83b*
Tavuk	10.78a	17.69a	10.78a	0.95ab
Hindi	11.18a	17.74a	11.07a	0.86ab
Koyun	10.38ab	17.39a	10.35ab	0.81b
Sığır	11.18a	18.27a	10.84a	0.82b
Vermikompost	10.70a	17.21a	9.92ab	1.00a
Kimyasal	10.34ab	17.50a	9.87ab	0.79b

*: P<0.05 düzeyinde önemli, **: P<0.01 düzeyinde önemli, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



Şekil 4.2. Çalışmada ele alınan uygulamaların a) bitki boyu, b) bitki eni, c) bitki yaş ağırlığı ve d) bitki kuru ağırlığı üzerine etkisi.

4.4 Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Ispanakta Kök Özellikleri (Kök Uzunluğu, Kök Boğazı Çapı, Kök Yaş Ağırlığı ve Kök Kuru Ağırlığı) Üzerine Etkileri

Çizelge 4.4 ve Şekil 4.3'te görüldüğü gibi çalışmaya konu olan uygulamaların ıspanakta kök kuru ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) iken, kök uzunluğu, kök boğazı çapı ve kök yaş ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0.05$) bulunmuştur.

Çalışmada ele alınan uygulamalara bağlı olarak ıspanakta kök uzunluğu 10.16-11.69 cm, kök boğazı çapı 3.06-3.80 mm ve kök yaş ağırlığı 2.75-3.68 g arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.4). Ispanakta kök yaş ağırlığı Dama (2009) tarafından yapılan çalışmada 0.37-8.34 g ve Yılmaz (2014) tarafından yapılan çalışmada 2.81-7.50 g arasında bulunmuştur. Kovacs vd. (2016) tarafından farklı organik gübrelerin (sığır gübresi, at gübresi ve gıda atık kompostu) ıspanak büyümesine etkilerinin incelendiği çalışmada kök yaş ağırlığı 1.85-2.68 g arasında tespit edilmiştir. Özkan vd. (2016)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarında kök yaş ağırlığı kontrole göre önemli oranda daha yüksek bulunmuştur. Özbay vd. (2018)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada kök uzunluğu 12.67-14.26 cm ve kök yaş ağırlığı 3.49-4.08 g arasında bulunmuştur. Çıtak (2014) tarafından havuçta yapılan çalışmada kök uzunluğunun ahır gübresi, vermikompost ve leonardit uygulamalarında kontrolden yüksek, fakat kimyasal gübreden düşük olduğu belirlenmiştir. Adiloğlu vd. (2018)'nin marulda yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamaları ve kontrol arasında kök uzunluğu bakımından önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Bizim çalışmamızda elde edilen kök özellikleri ile ilgili değerler literatürde belirtilen bulgular ile uyumludur.

Çalışmada ele alınan uygulamalara bağlı olarak ıspanak bitkilerinde kök kuru ağırlığı değerleri 0.29-0.45 g arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek kök kuru ağırlığı hindi gübresi uygulamasında bulunmuştur. Vermikompost, kimyasal, tavuk ve koyun gübresi uygulamaları hindi gübresini izlemiş ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. En düşük kök kuru ağırlığı ise kontrol ve sığır gübresi uygulamalarında elde edilmiştir (Çizelge 4.4). Akkuş (2011) ıspanakta mikrobiyal ve inorganik gübre uygulamalarının etkisini araştırdığı çalışmada kök kuru ağırlığını 0.13-0.58 g olarak

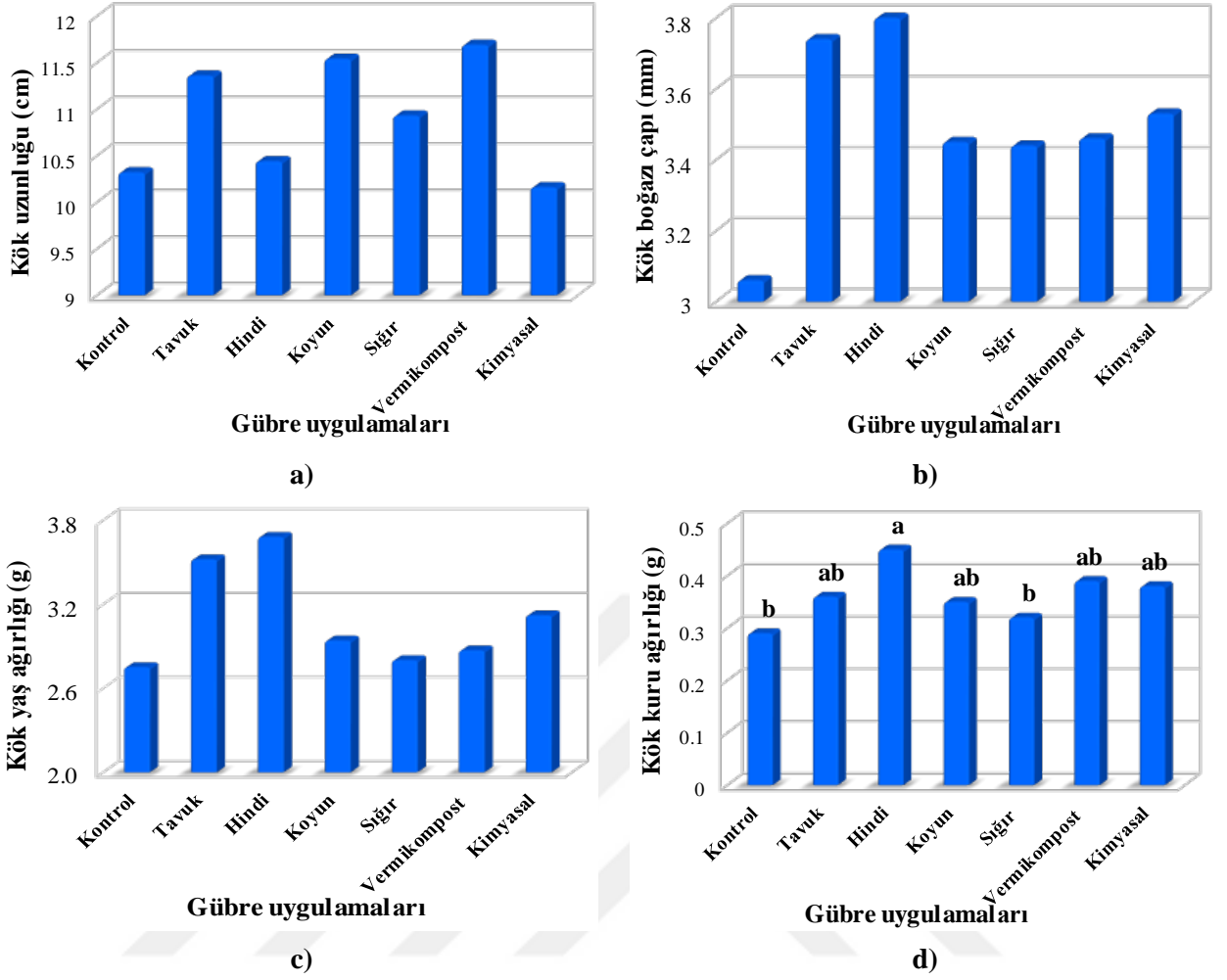
belirlemiştir. Özbay vd. (2018)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada kök kuru ağırlığı 0.42-0.57 mg arasında bulunmuştur. Bu çalışmada belirlenen kök kuru ağırlığı değerleri Akkuş (2011) ile uyumlu, Özbay vd. (2018)'nin bildirdiği sonuçlardan daha düşüktür. Kashem vd. (2015) tarafından domateste ve Kumari vd. (2017) tarafından patlıcanda yapılan çalışmalarda vermikompost uygulamalarının kök kuru ağırlığını kontrole göre önemli oranda artırdığı bildirilmiştir.

Bitkinin çevre koşullarına adaptasyon kabiliyeti, genotip, ekoloji, yetiştirme ortamında bitki besin elementlerinin durumu, kültür koşulları, yetiştirme dönemi ve yetiştirme ortamının havalanma kapasitesi bitki kök gelişiminde belirleyici rol oynayan faktörlerdir.

Çizelge 4.4 Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta kök özellikleri (kök uzunluğu, kök boğazı çapı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı) üzerine etkileri

Gübre Uygulamaları	Kök uzunluğu (cm)	Kök boğazı çapı (mm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)
Kontrol	10.32öd	3.06öd	2.75öd	0.29b*
Tavuk	11.36	3.74	3.52	0.36ab
Hindi	10.44	3.80	3.68	0.45a
Koyun	11.54	3.45	2.94	0.35ab
Sığır	10.93	3.44	2.80	0.32b
Vermikompost	11.69	3.46	2.87	0.39ab
Kimyasal	10.16	3.53	3.12	0.38ab

*: P<0.05 düzeyinde önemli, öd: önemli değil P>0.05, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



Şekil 4.3. Çalışmada ele alınan uygulamaların a) kök uzunluğu, b) kök boğazı çapı, c) kök yaş ağırlığı ve d) kök kuru ağırlığı üzerine etkisi.

4.5 Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Ispanakta Yaprak Özellikleri (Yaprak Ayası Boyu, Yaprak Ayası Eni, Yaprak Ayası Kalınlığı, Yaprak Sapı Uzunluğu, Yaprak Sapı Kalınlığı, Pazarlanabilir Yaprak Sayısı ve Iskarta Yaprak Sayısı) Üzerine Etkileri

Yaprak sapı kalınlığı ve pazarlanabilir yaprak sayısı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar $P < 0.05$ düzeyinde önemli; yaprak ayası boyu, yaprak ayası eni, yaprak ayası kalınlığı ve yaprak sapı uzunluğu bakımından ise uygulamalar arasındaki farklılıklar $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Buna karşılık, ıskarta yaprak sayısı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıkların önemsiz ($P > 0.05$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.4).

Çalışmada ele alınan uygulamalar arasında en yüksek yaprak ayası boyu 6.41 cm ile hindi gübresi uygulamasında belirlenmiş, hindi gübresini sırasıyla onunla istatistiksel olarak aynı grupta yer alan tavuk, sığır ve kimyasal gübre uygulamaları izlemiştir. En düşük yaprak ayası boyu ise 5.02 cm ile kontrol uygulamasında gözlenmiştir. Çalışmada organik gübre uygulamalarının kontrole göre yaprak ayası boyunu önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. Hindi gübresinin kontrole göre yaprak ayası boyunu %27.69 oranında artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, kimyasal gübre ile karşılaştırıldığında hindi, tavuk ve sığır gübresi uygulamalarından daha yüksek yaprak ayası boyu değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.5). Şenlikoğlu (2015) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada yaprak ayası boyunun 2.13-7.35 cm arasında değiştiği bildirilmiştir. Sato vd. (2010)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada hayvan atığı kompostu kullanılan uygulamalardaki yaprak uzunluğunun kontrol ve kimyasal gübreden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Özkan vd. (2016)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarının kontrole göre yaprak uzunluğunu artırdığı bildirilmiştir. Jakhro vd. (2017) organik ve inorganik gübrelerin ıspanağın büyüme ve verimine etkilerini inceledikleri çalışmada en yüksek yaprak uzunluğunun inorganik gübre ve çiftlik gübresinin birlikte uygulandığında elde edildiğini bildirmişlerdir. Shaheen vd. (2017) tarafından NPK kimyasal gübresi ve organik gübrelerin (ahır gübresi, tavuk gübresi, arıtma çamuru ve kompost) ıspanakta büyüme, verim ve kalite üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada en yüksek yaprak uzunluğu arıtma çamurunda tespit edilmiştir. Özkan ve Müftüoğlu (2016) ve Adiloğlu vd. (2018) tarafından marulda yapılan çalışmalarda vermikompost uygulamasının kontrole göre yaprak uzunluğunu artırdığı belirlenmiştir. Bu çalışmada yaprak ayası boyu ile ilgili elde edilen sonuçlar literatürde belirtilen bulgular ile uyumludur.

Farklı uygulamalara ait yaprak ayası eni değerlerinin 4.14-5.28 cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Yaprak ayası eni bakımından en yüksek değer tavuk gübresi uygulamasında gözlemlenmiş, onu hindi ve sığır gübresi uygulamaları izlemiştir. Yaprak ayası eni bakımından da en düşük değer kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Organik gübre uygulamalarının kontrole göre yaprak ayası enini önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. Tavuk gübresi uygulamasının yapıldığı bitkilerin kontrol uygulamasındaki bitkilere göre yaprak ayası eni bakımından %27.54 oranında artış sağladığı saptanmıştır. Kimyasal gübre ile karşılaştırıldığında hindi, tavuk ve sığır gübresi uygulamalarından yaprak ayası eni bakımından daha yüksek sonuçlar elde

edilmiştir (Çizelge 4.5). Şenlikoğlu (2015) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada yaprak ayası eni 1.90-6.13 cm arasında değişmiştir. Özkan vd. (2016) ıspanakta yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarında yaprak eninin kontrole göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Adiloğlu vd. (2018) marulda ve Köksal vd. (2017) pazıda yaptıkları çalışmalarda vermikompost uygulamalarının kontrole göre yaprak enini artırdığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda elde edilen yaprak ayası eni değerleri literatürde belirtilen bulgular ile uyumludur.

Yaprak ayası kalınlığı incelendiğinde en yüksek değerler sırasıyla hindi (1.19 mm), tavuk (1.12 mm) ve koyun (1.08 mm) gübresi uygulamalarından elde edilirken, kontrol uygulaması 0.87 mm ile en düşük değere sahip bulunmuştur (Çizelge 4.5). Çalışmada yaprak ayası kalınlığı bakımından organik gübre uygulamalarının hepsinden kontrol uygulamasına göre daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Uzun (2010) açık arazi, sera ve iklim odasında yetiştirilen ıspanakta yaprak kalınlığını 0.19-0.42 mm olarak belirlemiştir. Bu çalışmada belirlenen yaprak ayası kalınlığı değerleri Uzun (2010) tarafından bildirilen sonuçlardan daha yüksek bulunmuştur.

Yaprak sapı uzunluğu 3.76-4.82 cm arasında değişmiş olup, en düşük yaprak sapı uzunluğu kontrol uygulamasında belirlenirken, en yüksek değerler istatistiksel olarak aynı grupta yer alan tüm gübre uygulamalarında gözlenmiştir. Farklı uygulamalara ait yaprak sapı kalınlığı değerlerinin 6.68-7.73 mm arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek yaprak sapı kalınlığı tavuk gübresi uygulamasında bulunurken, en düşük değer ise kontrol uygulamasında gözlenmiştir. Yaprak sapı uzunluğu ve kalınlığı bakımından organik gübre uygulamalarının hepsinden kontrol uygulamasına göre daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 4.5). Citak ve Sonmez (2010) kimyasal gübre ve organik gübrelerin (tavuk gübresi, ahır gübresi ve kan unu) ıspanakta bitki büyümesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada yaprak sapı uzunluğu 1.2-8.2 cm ve yaprak sapı çapı 1.4-4.7 mm arasında değişmiş olup, en yüksek yaprak sapı uzunluğu ve yaprak sapı çapı kimyasal gübrede saptanmıştır. Çıtak vd. (2011) ahır gübresi ve vermikompostun ıspanakta bitki gelişimine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada yaprak sapı uzunluğu 2.9-7.6 cm ve yaprak sapı kalınlığı 2.11-4.67 mm arasında değişiklik göstermiştir. Çalışmada ayrıca ahır gübresi ve vermikompostun kontrole göre yaprak sapı uzunluğunu ve yaprak sapı kalınlığını önemli oranda artırdığı ve en yüksek yaprak sapı uzunluğu ile yaprak sapı kalınlığının

ahır gübresinde tespit edildiği bildirilmiştir. Yılmaz (2014) ıspanakta hümik asit dozlarının etkisini araştırdığı çalışmada yaprak sap uzunluğunu 3.03-3.58 olarak belirlemiştir. şenlikoğlu (2015) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada yaprak sapı uzunluğunun 1.30-5.87 cm arasında değiştiği bildirilmiştir. Bizim alışmamızda elde edilen yaprak sapı uzunluğu ve yaprak sapı kalınlığı ile ilgili değerler literatürde belirtilen bulgular ile uyumludur.

Pazarlanabilir yaprak sayısı değerleri 7.81-8.57 adet arasında değişmiştir. Çalışmada ele alınan gübre uygulamalarının hepsi istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve en yüksek pazarlanabilir yaprak sayısı değerleri elde edilmiştir. Bununla birlikte, en düşük pazarlanabilir yaprak sayısı kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Pazarlanabilir yaprak sayısı bakımından tüm organik gübre uygulamalarından kontrol ve kimyasal gübreye göre daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Tavuk gübresinin pazarlanabilir yaprak sayısını kontrole göre %9.73 oranında artırdığı tespit edilmiştir (izelge 4.5). Değerliş araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda ıspanakta bitkideki yaprak sayısı 5.7-25.6 adet arasında bulunmuştur (Roy vd., 2009; Cıta ve Sonmez, 2010; Sato vd., 2010; çıta vd., 2011; Aisha vd., 2013; Shaheen vd., 2014; Yılmaz, 2014; şenlikoğlu, 2015, Wahocho vd., 2016; Jakhro vd., 2017). Çalışmada elde edilen yaprak sayısı değerleri literatürde belirtilen sınırlar içerisinde yer almıştır. Roy vd. (2009) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada bitkideki en yüksek yaprak sayısı inek gübresi ve kimyasal gübre birlikte kullanıldığında elde edilmiştir. Cıta ve Sonmez (2010)'in kimyasal gübre ve organik gübrelerin (tavuk gübresi, ahır gübresi ve kan unu) ıspanakta bitki büyümesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada en yüksek yaprak sayısı kimyasal gübrede saptanmıştır. Sato vd. (2010)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada hayvan atığı kompostu kullanılan uygulamalardaki bitkideki yaprak sayısının kontrol ve kimyasal gübreden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ıta vd. (2011) ahır gübresi ve vermikompostun ıspanakta bitki gelişimine etkilerini inceledikleri çalışmada ahır gübresi ve vermikompostun kontrole göre bitkideki yaprak sayısını önemli oranda artırdığını ve en fazla yaprak sayısının ahır gübresinde tespit edildiğini bildirmişleridir. Jakhro vd. (2017) organik ve inorganik gübrelerin ıspanağın büyüme ve verimine etkilerini inceledikleri çalışmada bitkideki en yüksek yaprak sayısının inorganik gübre ve çiftlik gübresinin birlikte uygulandığında elde edildiğini bildirmişlerdir. Daha önce yapılan çalışmalarda vermikompost

uygulamalarının ıspanakta yaprak sayısını artırdığı belirlenmiştir (Peyvast vd., 2008; Vigardt, 2012; Özkan vd., 2016; Xu ve Mou, 2016).

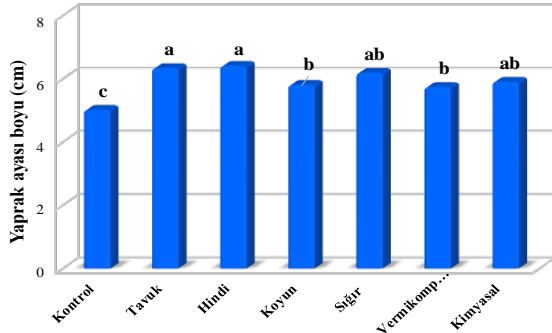
Farklı uygulamalara bağlı olarak ıspanakta ıskarta yaprak sayısı 0.81-1.38 adet arasında değişmiştir. Aralarında istatistiksel olarak fark olmamasına rağmen, organik gübre uygulamalarında ıskarta yaprak sayısı kimyasal gübreden daha düşük belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Daha az ıskarta yaprağın olması, pazar değeri yani kalite açısından oldukça önemlidir.

Ekoloji, yetiştirme dönemi ve genotip farklılıklarının yaprak özellikleri ile ilgili bu sonuçlarda etkili olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.5. Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta yaprak özellikleri (yaprak ayası boyu, yaprak ayası eni, yaprak ayası kalınlığı, yaprak sapı uzunluğu, yaprak sapı kalınlığı, pazarlanabilir yaprak sayısı ve ıskarta yaprak sayısı) üzerine etkileri

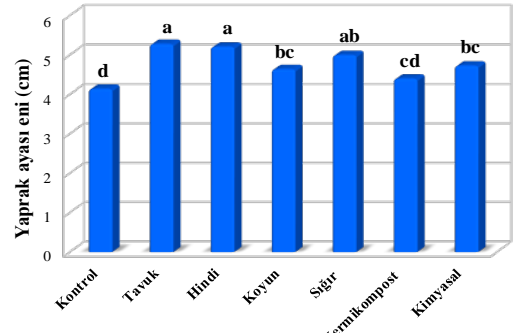
Gübre Uygulamaları	Yaprak ayası boyu (cm)	Yaprak ayası eni (cm)	Yaprak ayası kalınlığı (mm)	Yaprak sapı uzunluğu (cm)	Yaprak sapı kalınlığı (mm)	Pazarlanabilir yaprak sayısı (adet/bitki)	İskarta yaprak sayısı (adet/bitki)
Kontrol	5.02c**	4.14d**	0.87c**	3.76b**	6.68c*	7.81b*	1.14öd
Tavuk	6.34a	5.28a	1.12ab	4.49a	7.73a	8.57a	0.91
Hindi	6.41a	5.21a	1.19a	4.81a	7.49ab	8.52a	1.14
Koyun	5.81b	4.64bc	1.08abc	4.46a	6.85bc	8.52a	0.81
Sığır	6.19ab	5.00ab	0.98bc	4.82a	7.16abc	8.33a	0.95
Vermikompost	5.74b	4.40cd	0.93bc	4.32a	6.83bc	8.43a	1.19
Kimyasal	5.91ab	4.73bc	0.95bc	4.41a	7.11abc	8.14ab	1.38

*: P<0.05 düzeyinde önemli, **: P<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil P>0.05, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



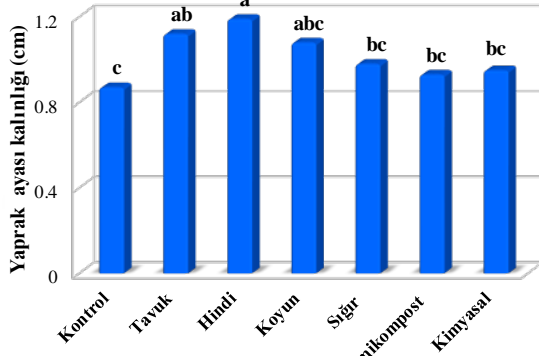
Gübre uygulamaları

a)



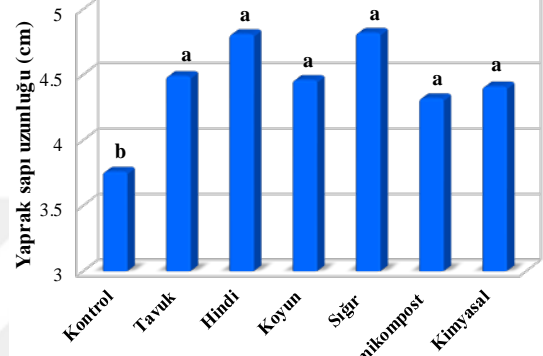
Gübre uygulamaları

b)



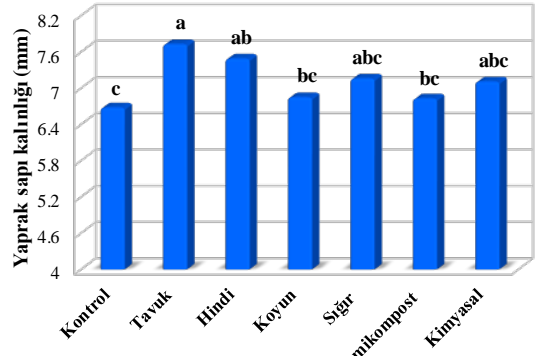
Gübre uygulamaları

c)



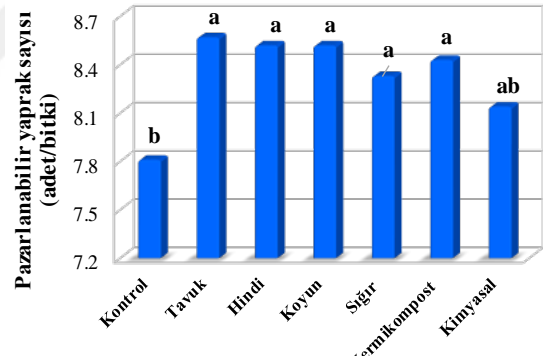
Gübre uygulamaları

d)



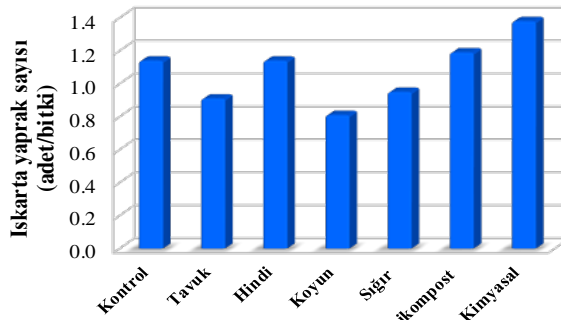
Gübre uygulamaları

e)



Gübre uygulamaları

f)



Gübre uygulamaları

g)

Şekil 4.4. Çalışmada ele alınan uygulamaların a) yaprak ayası boyu, b) yaprak ayası eni, c) yaprak ayası kalınlığı, d) yaprak sapı uzunluğu, e) yaprak sapı kalınlığı, f) pazarlanabilir yaprak sayısı ve g) ıskarta yaprak sayısı üzerine etkisi.

4.6 Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Ispanakta Bazı Kimyasal Özellikler (Klorofil, Kuru Madde Oranı, pH, Suda Çözünebilir Kuru Madde ve Nitrat İçeriği) Üzerine Etkileri

Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5'te görüldüğü gibi klorofil, kuru madde oranı, pH, suda çözünebilir kuru madde ve nitrat içeriği bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Bu çalışmada farklı uygulamalara ait ıspanak bitkilerinde klorofil içeriği 54.71-68.93 spad arasında değişmiştir. En yüksek klorofil miktarı tavuk gübresi uygulamasında gözlenmiş olup, onu koyun gübresi uygulaması izlemiştir. Bununla birlikte, en düşük klorofil içeriği kontrol uygulamasında saptanmıştır. Kontrol ile karşılaştırıldığında organik gübre uygulamalarının klorofil içeriği bakımından genel olarak bir artış sağladığı belirlenmiştir. Tavuk gübresi uygulamasının kontrol uygulamasına göre bitkideki klorofil değerini %25.99 oranında artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca tavuk ve koyun gübresi kimyasal gübre ile karşılaştırıldığında daha yüksek klorofil içeriğine sahip bulunmuştur (Çizelge 4.6). Yaprak klorofil içeriği, bitkiler tarafından azot alımının bir göstergesi olarak düşünülmektedir. Akkuş (2011) ıspanakta mikrobiyal ve inorganik gübre uygulamalarının etkisini araştırdığı çalışmada klorofil içeriğini 20.50-51.20 spad olarak belirlemiştir. Aisha vd. (2013) tarafından ıspanakta biyo gübre ve kimyasal gübrenin farklı dozlarının etkilerinin incelendiği çalışmada klorofil içeriği 31.83-42.28 spad arasında tespit edilmiştir. Montemurro vd. (2015)'nin ıspanakta kompost ve organik gübrenin verim ve bitki gelişimi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada klorofil içeriği 30-37 spad arasında değişmiş ve en yüksek klorofil içeriği ticari organik gübrede belirlenmiştir. Kumarpandit vd. (2017) ıspanakta çiftlik gübresi seviyesinin artmasıyla birlikte bitkideki klorofil içeriğinin kontrole göre önemli oranda arttığını bildirmişlerdir. Özbay vd. (2018)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada klorofil içeriği 43.89-48.72 spad arasında bulunmuştur. Vigardt (2012) tarafından biberde yapılan çalışmada vermikompost, kompost, standart NPK gübresi ve kontrol arasında klorofil içeriği bakımından önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Chatterjee (2015) tarafından marulda yapılan çalışmada vermikompost uygulamasında klorofil içeriği ahır gübresine göre daha yüksek bulunmuştur. Bizim çalışmamızda belirlenen klorofil değerleri bahsedilen araştırmacıların sonuçlarından daha yüksek bulunmuştur.

Kuru madde oranı incelendiğinde ise en yüksek değer sığır gübresi uygulamasında (%5.89) belirlenmiş, onu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan koyun gübresi ve vermikompost gübresi uygulamaları izlemiştir. En düşük kuru madde oranı ise kimyasal gübre (%4.05) ve kontrol (%4.32) uygulamalarında bulunmuştur. Kuru madde oranı bakımından tüm organik gübre uygulamalarından kontrol ve kimyasal gübreye göre daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 4.6). Marulda yapılan bir çalışmada kompost, vermikompost ve inorganik gübre uygulamaları arasında kuru madde içeriği bakımından önemli bir farklılık belirlenmemiştir (Premuzic vd., 2002). Mohanta vd. (2018) tarafından brokkolide yapılan çalışmada vermikompost uygulamasının kuru madde içeriğini kontrole göre artırdığı belirlenmiştir. Kenea ve Gedamu (2018) sarımsakta yaptıkları çalışmada kontrol, vermikompost ve mineral azot gübresi arasında en yüksek kuru madde içeriğini mineral azot gübresinde belirlemişlerdir.

Farklı uygulamalara ait ıspanak bitkilerinde pH içeriği 6.53-6.76 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek pH istatistiksel olarak aynı grupta yer alan hindi, kimyasal, koyun ve tavuk gübresi uygulamalarında belirlenmiştir. Diğer taraftan, en düşük pH vermikompost gübresi uygulanan bitkilerde saptanmıştır (Çizelge 4.6). Polat vd. (2001)'nin marulda yaptıkları çalışmada tavuk gübresi uygulamalarının pH'ya etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Kıvırcık yapraklı salatada yapılan bir çalışmada organik ve kimyasal gübre uygulamaları karşılaştırılmış ve organik gübrelemede pH'nın daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çakmak, 2011). Tavalı vd. (2013) ve Tavalı vd. (2014a) tarafından sırasıyla karnabahar ve beyaz baş lahanada yapılan çalışmalarda kontrol, vermikompost ve kimyasal gübre arasında pH değeri bakımından önemli bir farklılık belirlenmemiştir.

En yüksek suda çözünebilir kuru madde içeriği hindi gübresinde (%2.28) belirlenmiş olup, onu aralarında istatistiksel olarak fark olmayan kimyasal, koyun, kontrol ve sığır gübresi uygulamaları takip etmiştir. En düşük suda çözünebilir kuru madde içeriği ise vermikompost ve tavuk gübresi uygulamalarında (sırasıyla %1.51 ve 1.53) gözlenmiştir. Hindi ve koyun gübresinin uygulandığı bitkilerdeki çözünebilir kuru madde içeriği kontrolden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.6). Peyvast vd. (2008) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada vermikompost uygulamalarının kontrole göre SÇKM miktarını artırdığı saptanmıştır. Yılmaz (2014) ıspanakta hümik

asit dozlarının etkisini araştırdığı çalışmada SÇKM miktarını %3.75-6.10 olarak belirlemiştir. Özbay vd. (2018)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada SÇKM miktarı %2.77-3.13 arasında bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen SÇKM miktarları bu araştırmacıların sonuçlarından daha dūřuk bulunmuştur. Polat vd. (2001)'nin marulda yaptıkları çalışmada tavuk gūbresi uygulamalarının SÇKM üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Karnabahar ve beyaz bař lahanada SÇKM miktarı bakımından kontrol, vermikompost ve kimyasal gūbre uygulamaları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Tavalı vd., 2013; Tavalı vd., 2014a).

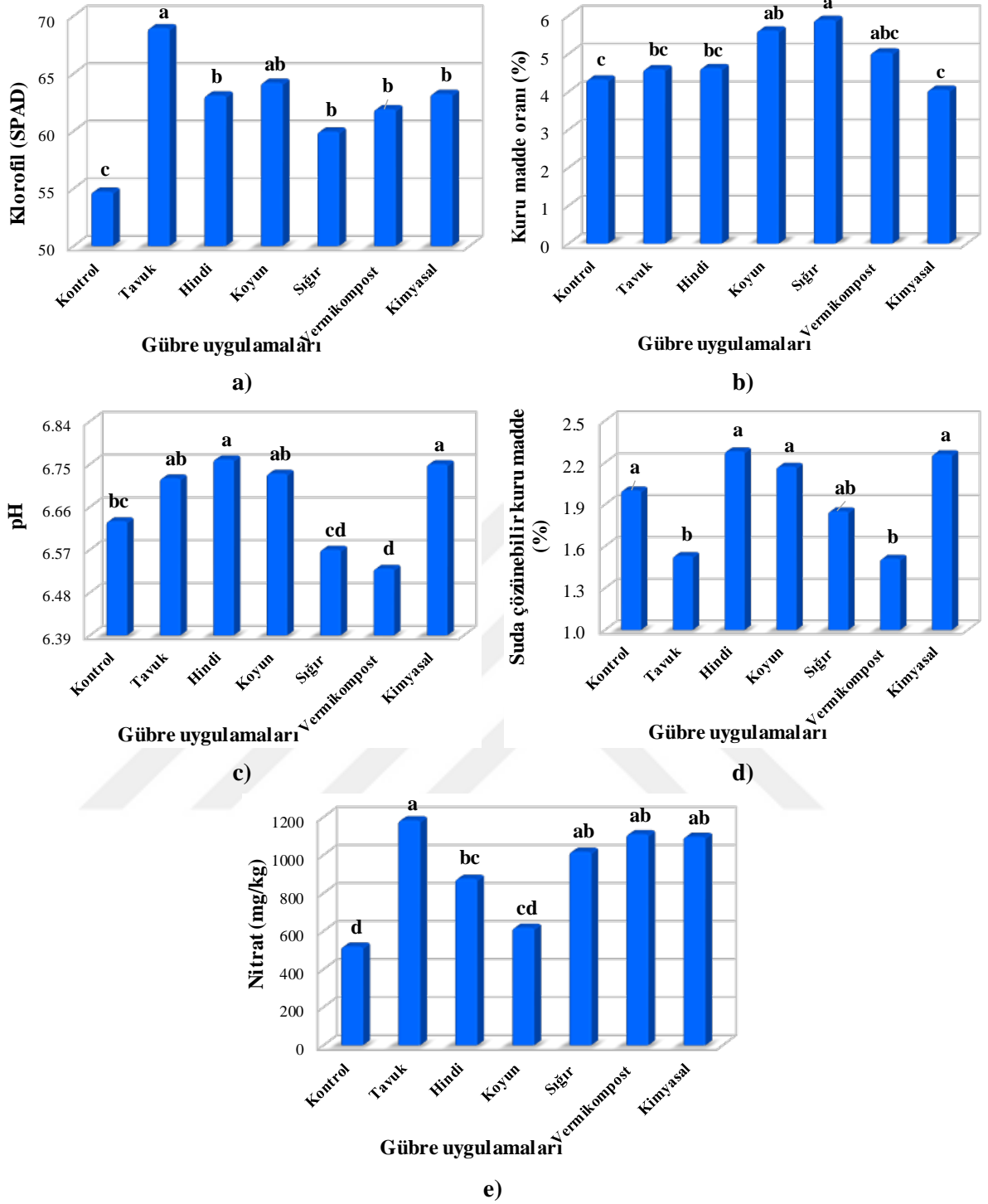
Farklı uygulamalara ait ıspanak bitkilerindeki nitrat içeriėi deėerleri 518.71-1182.62 mg/kg arasında deėiřiklik göstermiřtir. Tavuk, vermikompost, kimyasal ve sıėır gūbresi uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almıř ve en yūksək nitrat içeriėine sahip bulunmuřlardır. En dūřuk nitrat içeriėi ise kontrol uygulamasında belirlenmiřtir. Koyun gūbresi uygulanan bitkilerin nitrat içeriėi kimyasal gūbrenin uygulandıėı bitkilere göre %77.40 oranında daha dūřuk bulunmuřtur. Gūbre uygulamalarında kontrole göre nitrat içeriėinin yūksək olması bu bahsedilen gūbrelerin azot içeriėinin yūksək olmasından kaynaklanabilir (izelge 4.6). Daha önce yapılan çalıřmalarda ıspanakta nitrat içeriėi 220-2540 mg/kg (Karaman vd., 2000; Anjana vd., 2009; Kardeř, 2012; Aisha vd., 2013; řenlikoėlu, 2015; Ghaly vd., 2017) arasında tespit edilmiřtir. Tsai (2005) organik gūbrelerin artan dozlarında bitkideki nitrat içeriėinin yūksək olmasının azot alımının artması yūzünden olduėunu bildirmiřtir. Yusheng vd. (2005) organik gūbre uygulanan sebzelerde nitrat içeriėinin her zaman inorganik gūbre kullanılana göre dūřuk olmadıėını açıklamıřlardır. Mahmoud vd. (2007)'nin ıspanakta yaptıkları çalıřmada inorganik gūbre ile karřılařtırıldıėında organik + inorganik gūbre kombinasyonlarında daha yūksək nitrat birikimi gözlenmiřtir. Abubaker vd. (2010) tarafından ıspanakta yapılan çalıřmada en yūksək nitrat içeriėi kimyasal gūbrede, en dūřuk nitrat içeriėi ise tavuk gūbresi ve inek gūbresi karıřımından oluřan organik gūbrede kaydedilmiřtir. Citak ve Sonmez (2010)'in ıspanakta kimyasal gūbre ve organik gūbrelerin (tavuk gūbresi, ahır gūbresi ve kan unu) nitrat içeriėine etkilerini inceledikleri çalıřmada en yūksək nitrat içeriėi kimyasal gūbrede saptanmıřtır. Vigardt (2012) ıspanakta yaptıėı çalıřmada vermikompost uygulamalarında nitrat içeriėini kontrolden daha yūksək belirlemiřtir. Ghaly vd. (2017) tarafından ıspanakta yapılan çalıřmada amonyum nitrat formunda azotlu gūbre uygulaması ile bitkideki nitrat içeriėinin önemli oranda arttıėı

saptanmıştır. Çıtak (2014) brokkoli ve havuçta yaptığı çalışmada vermikompost, ahır gübresi, leonardit ve kimyasal gübre arasında en yüksek nitrat içeriğini kimyasal gübrede belirlemiştir. Marulda yapılan bir çalışmada kompost, vermikompost ve inorganik gübre uygulamaları arasında nitrat içeriği açısından önemli bir farklılık bulunmamıştır (Premuzic vd., 2002). Pavlou vd. (2007)'nin kıvırcık yapraklı salatada yaptıkları çalışmada organik ve kimyasal gübreler karşılaştırılmış ve nitrat birikiminin kimyasal gübrelemede daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Sebzelerin nitrat içerikleri tür, çeşit, toprak özellikleri, gübreleme, vejetasyon periyodu, yetiştiricilik sezonu, iklim koşulları, olgunluk, hasat zamanı, bitkilerin hasat edildikleri dönemdeki olgunluk durumları ve bitki kısımlarına göre farklılıklar göstermektedir (Artık vd. 2002, Santamaria, 2006). Gıda güvenliği açısından özellikle sebzelerin nitrat ve nitrit içeriği üzerinde durulan bir konudur. Nitrat doğrudan toksik etkiye sahip olmamasına rağmen, asıl tehlike nitratin nitrite indirgenmesinden kaynaklanmaktadır. Özellikle yapraklı sebzelerin içerdiği yüksek düzeydeki nitrat, uygun olmayan depolama şartlarında, ürün işleme ve tüketim sırasında kendisinden 10 kat daha toksik olan nitrite dönüşebilmektedir (Brown ve Smith, 1967). Genellikle yapraklı ve saplı sebzelerde nitrat birikiminin daha fazla olduğu, nitrat birikiminin yüksek olduğu bitkilerin ıspanak, kereviz, marul, turp, lahana, çin lahanası, havuç, patates ve bal kabağı olduğu belirtilmiştir (Zhou vd., 2000; Chung vd., 2003). Bu çalışmada belirlenen nitrat miktarları insan sağlığı için tavsiye edilen kritik değerlerden (WHO ve FAO'ya göre 60 kg ağırlığındaki bir insan için günlük vücuda alınan nitrat düzeyi 2000 mg'ın altında olmalıdır) düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta bazı kimyasal özellikler (klorofil, kuru madde oranı, pH, suda çözünebilir kuru madde ve nitrat içeriği) üzerine etkileri

Gübre Uygulamaları	Klorofil (SPAD)	Kuru madde oranı (%)	pH	Suda çözünebilir kuru madde (%)	Nitrat (mg/kg)
Kontrol	54.71c**	4.32c**	6.63bc**	2.00a**	518.71d**
Tavuk	68.93a	4.59bc	6.72ab	1.53b	1182.62a
Hindi	63.08b	4.62bc	6.76a	2.28a	875.25bc
Koyun	64.19ab	5.61ab	6.73ab	2.17a	617.77cd
Sığır	59.94b	5.89a	6.57cd	1.85ab	1017.29ab
Vermikompost	61.88b	5.03abc	6.53d	1.51b	1109.93ab
Kimyasal	63.22b	4.05c	6.75a	2.26a	1095.97ab

** : P<0.01 düzeyinde önemli, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



Şekil 4.5. Çalışmada ele alınan uygulamaların a) klorofil, b) kuru madde oranı, c) pH, d) suda çözünebilir kuru madde ve e) nitrat içeriği üzerine etkisi.

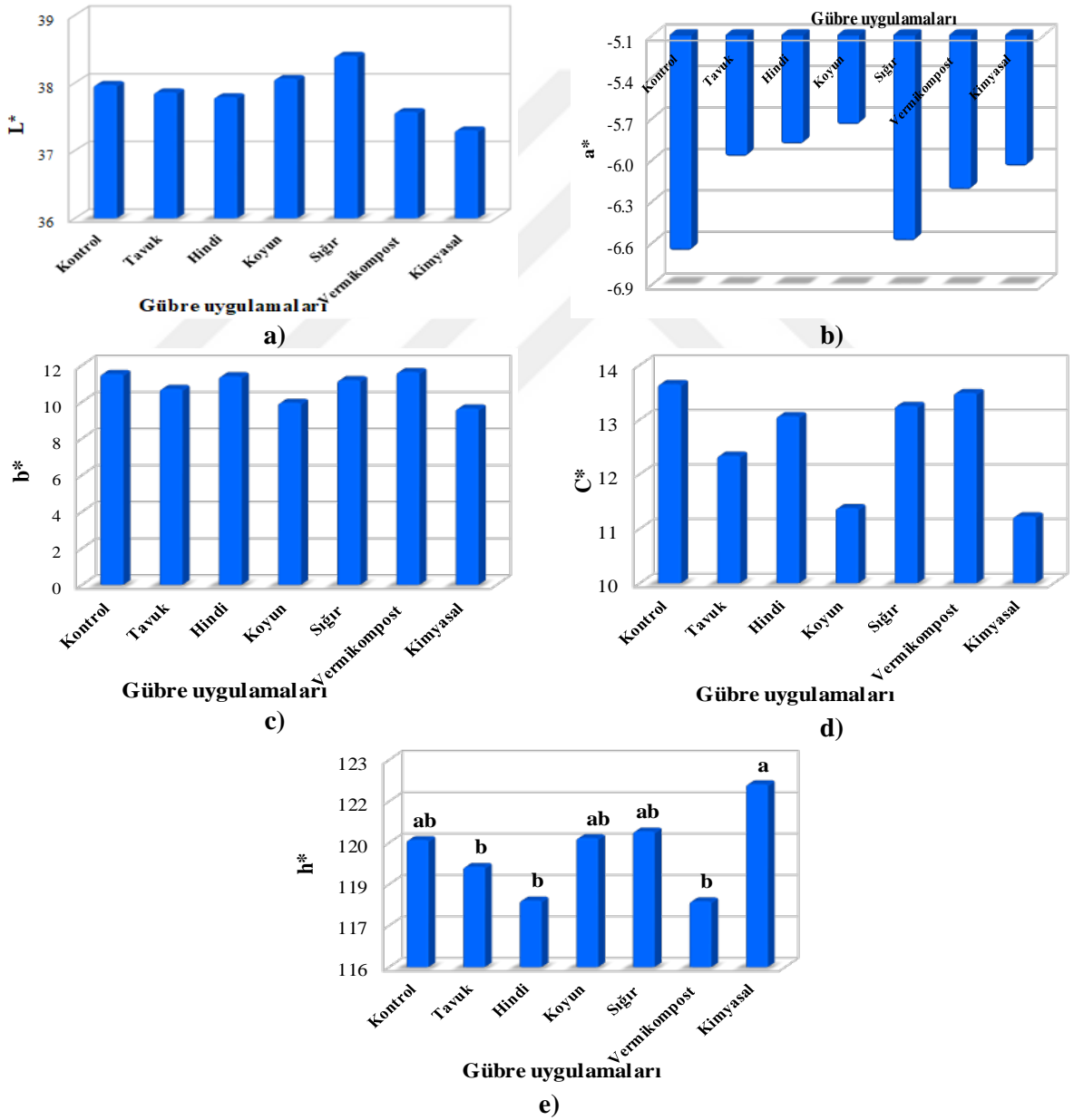
4.7 Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Ispanakta Renk Özellikleri (L*, a*, b*, C* ve h°) Üzerine Etkileri

Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta renk özellikleri (L*, a*, b*, C* ve h°) üzerine etkileri Çizelge 4.7 ve Şekil 4.6'da görülmektedir. Çalışmada yalnızca h° (Hue açısı) renk özelliği bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli (P<0.01) bulunmuş, buna karşılık L*, a*, b* ve C* renk özelliklerine uygulamaların etkisi ise önemsiz (P>0.05) bulunmuştur. Rengin açıklık ve koyuluğu ifade eden L* değerini incelediğimizde birbirine çok yakın değerler elde edilmiş olup, 37.30-38.40 arasında değişiklik göstermiştir. Renk parametrelerinden a* değeri kırmızıdan (pozitif) yeşile (negatif) renk değişimlerini ifade etmektedir. Çalışmada ele alınan uygulamalara bağlı olarak ıspanak bitkilerinde a* değeri (-6.66) - (-5.75) arasında bulunmuştur. Renk özelliklerinden b* değeri ise sarıdan (pozitif) maviye (negatif) renk değişimlerini belirtmektedir. En yüksek b* değeri vermikompost (11.63) uygulamasında belirlenirken, en düşük b* değeri kimyasal gübre (9.64) uygulamasında gözlenmiştir. Rengin doygunluğunu gösteren C* değerini incelediğimizde kontrolde (13.32) en yüksek olduğu, en düşük değer ise kimyasal gübre (11.38) uygulamasında olduğu tespit edilmiştir. C* değeri büyüdükçe rengin doygunluğu artmaktadır. Rengin niteliğini belirten h° değeri çalışmada ele alınan uygulamalara bağlı olarak 117.88 (vermikompost gübresi) - 122.12 (kimyasal gübre) arasında değişiklik göstermiştir. Çalışmada h° değerinin sarı (90°) ve yeşil (180°) renk arasında olduğu belirlenmiştir. Ispanakta renk kalite açısından önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Genotip, yetiştirme dönemi, ekoloji, beslenme durumu ve rengin okunduğu bölge gibi faktörler ıspanakta yaprak rengini etkileyebilmektedir. Şenlikoğlu (2015) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada C* değeri 33.15-38.74 ve h° değeri 171.20-173.60 arasında değişmiştir. Marulda yapılan bir çalışmada vermikompost, mantar kompostu ve leonarditin renk üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir (Özen, 2018).

Çizelge 4.7. Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta renk özellikleri (L*, a*, b*, C* ve h°) üzerine etkileri

Gübre Uygulamaları	L*	a*	b*	C*	h°
Kontrol	37.97öd	-6.66öd	11.53öd	13.32öd	120.10ab**
Tavuk	37.86	-5.98	10.71	12.27	119.13b
Hindi	37.79	-5.89	11.40	12.85	117.91b
Koyun	38.06	-5.75	9.95	11.50	120.17ab
Sığır	38.40	-6.59	11.19	13.00	120.41ab
Vermikompost	37.57	-6.22	11.63	13.19	117.88b
Kimyasal	37.30	-6.05	9.64	11.38	122.12a

** : P<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil P>0.05, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



Şekil 4.6. Çalışmada ele alınan uygulamaların a) L*, b) a*, c) b*, d) C* ve e) h° renk özellikleri üzerine etkisi.

4.8 Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Ispanakta Verim Üzerine Etkileri

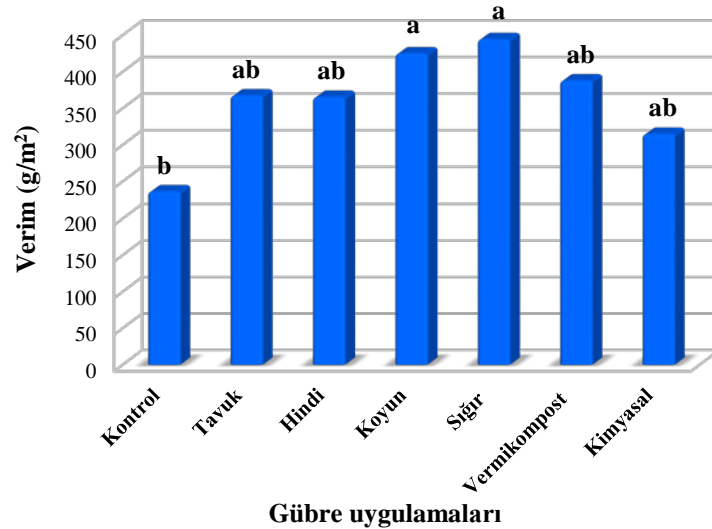
Çizelge 4.8 ve Şekil 4.7’de görülebileceği gibi çalışmaya konu olan uygulamaların ıspanakta verim üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Kontrol uygulamasında 236.36 g/m^2 ile en düşük verim elde edilirken, en yüksek verim sığır ve koyun gübresi (sırasıyla 444.54 ve 425.09 g/m^2) uygulamalarında belirlenmiştir. Sığır ve koyun gübrelerini istatistiksel olarak aynı grupta yer alan vermikompost, tavuk, hindi ve kimyasal gübre uygulamaları izlemiştir. Tüm organik gübre uygulamalarından kontrol ve kimyasal gübreye göre daha yüksek verim değerleri elde edilmiştir. Sığır gübresi uygulamasının verimi kontrole göre %88.08 oranında, kimyasal gübreye göre ise %41.16 oranında artırdığı gözlenmiştir. Mahmoud vd. (2007)’nin ıspanakta yaptıkları çalışmada organik ve inorganik gübrenin birlikte uygulandığı kombinasyonların bitki verimini artırmada daha etkili olduğu bildirilmiştir. Ansari (2008) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada vermikompost uygulamalarının kontrole göre verimi artırdığı ve en yüksek verimin 4 ton/ha vermikompost uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir. Roy vd. (2009) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada verim $8.83-15.17$ ton/ha arasında değişmiş olup, en yüksek verim inek gübresi ve kimyasal gübre birlikte kullanıldığında elde edilmiştir. Abubaker vd. (2010) tarafından ıspanakta organik (tavuk+inek gübresi karışımı) ve kimyasal gübrenin karşılaştırıldığı çalışmada en yüksek verim kimyasal gübrede saptanmıştır. Cıta ve Sonmez (2010) kimyasal gübre ve organik gübrelerin (tavuk gübresi, ahır gübresi ve kan unu) ıspanakta bitki büyümesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada verim $1.0-13.3$ ton/ha arasında değişmiş olup, en yüksek verim kimyasal gübrede saptanmıştır. Çıtak vd. (2011) ıspanakta verimin $76.5-852.2 \text{ kg/da}$ arasında değiştiğini, ahır gübresi ve vermikompostun kontrole göre verimi önemli oranda artırdığını ve en yüksek verimin ahır gübresinde tespit edildiğini bildirmişlerdir. Montemurro vd. (2015)’nin ıspanakta yaptıkları çalışmada kompost ve ticari organik gübrenin verimi kontrole göre önemli oranda artırdığı saptanmıştır. Wahocho vd. (2016)’nin ıspanakta büyüme ve verim üzerine farklı azot seviyelerinin etkisini araştırdıkları çalışmada verim $0.34-0.98 \text{ kg/m}^2$ arasında bulunmuştur. Jakhro vd. (2017) inorganik ve organik gübrelerin ıspanağın büyüme ve verimine etkilerini inceledikleri çalışmada en yüksek verim inorganik gübre ve çiftlik gübresi birlikte uygulandığında elde edilmiştir. Shaheen vd. (2017) tarafından ıspanakta NPK

kimyasal gübresi ve organik gübrelerin (ahır gübresi, tavuk gübresi, arıtma çamuru ve kompost) kullanıldığı çalışmada en yüksek verim arıtma çamurunda tespit edilmiştir. Altuntas vd. (2018)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarından kontrol ve kimyasal gübrelemeye göre daha yüksek verim değerleri elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda ıspanak için en iyi vermikompost uygulama oranının 3 t/ha olduğu ve kimyasal gübreye göre %149 verim artışı sağladığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8. Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta verim üzerine etkileri

Gübre Uygulamaları	Verim (g/m ²)
Kontrol	236.36b*
Tavuk	367.55ab
Hindi	365.50ab
Koyun	425.09a
Sığır	444.54a
Vermikompost	388.11ab
Kimyasal	314.93ab

*: P<0.05 düzeyinde önemli, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.



Şekil 4.7. Çalışmada ele alınan uygulamaların verim üzerine etkisi.

4.9 Çalışmada Ele Alınan Uygulamaların Ispanakta Element İçerikleri Üzerine Etkileri

Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta element içerikleri üzerine etkileri Çizelge 4.9, Şekil 4.8, Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da verilmiştir. Uygulamalar arasında bor (B), baryum (Ba), kalsiyum(Ca), krom (Cr), bakır (Cu), potasyum (K), magnezyum (Mg), mangan (Mn), azot (N), sodyum (Na), nikel (Ni), fosfor (P), kurşun (Pb), kükürt (S), selenyum (Se), kalay (Sn) ve çinko (Zn) içeriği bakımından istatistiksel olarak $P<0.01$ düzeyinde önemli; alüminyum (Al), arsenik (As), kadmiyum (Cd) ve demir (Fe) içeriği bakımından $P<0.05$ düzeyinde önemli fark bulunmuştur. Diğer taraftan, kobalt (Co) içeriği bakımından uygulamalar arasındaki farklılık ise istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Çalışmada ele alınan farklı uygulamalara ait ıspanak bitkilerinde cıva (Hg) ve talyum (Tl) içeriğinin tayin limitinin altında olduğu belirlenmiştir. Potasyumun bitkide en bol bulunan element olduğu tespit edilmiştir.

Bir ağır metal olan alüminyum (Al) içeriği incelendiğinde, kimyasal gübre uygulaması (125.55 mg/kg) ilk sırada yer alırken, koyun gübresi uygulaması (76.02 mg/kg) son sırada yer almıştır. Tüm organik gübre uygulamalarında alüminyum içeriği kimyasal gübreden daha düşük ve hindi gübresi hariç kontrolden daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.9).

En yüksek arsenik (As) içeriği kontrol uygulamasında (0.41 mg/kg) saptanırken, en düşük arsenik içeriği ise vermikompost (0.25 mg/kg) uygulamasında belirlenmiştir. Organik gübre uygulamalarının bir ağır metal olan arsenik içeriği kontrolden daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Farklı uygulamalara bağlı olarak ıspanak bitkilerinde bor (B) içeriği 44.72-52.09 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. En düşük bor içeriği tavuk gübresi uygulamasında, en yüksek bor içeriği ise hindi gübresi uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 4.9). Akkuş (2011) ıspanakta mikrobiyal ve inorganik gübre uygulamalarının etkisini araştırdığı çalışmada bor içeriğini 21-63 mg/kg olarak tespit etmiştir. Gökmen Yılmaz vd. (2012)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada bor içeriği 44.4-74.4 mg/kg %3.53-4.70 arasında bulunmuştur. Çıtak (2014) tarafından brokkolide yapılan çalışmada vermikompost, leonardit, ahır gübresi ve kimyasal gübre uygulamaları

arasında bitki bor içeriği bakımından önemli bir farklılık bulunmamıştır. Hınıslı (2014) marulda yaptığı çalışmada vermikompost, inek ve koyun gübrelere karşılaştırmış ve bitkideki en yüksek bor içeriğini vermikompostta belirlemiştir.

En düşük baryum (Ba) içeriği kimyasal gübre (13.85 mg/kg) uygulamasında bulunurken, en yüksek baryum içeriği hindi gübresi uygulamasında (24.81 mg/kg) tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Farklı uygulamalara ait ıspanak bitkilerinin kalsiyum (Ca) içeriği incelendiğinde, en yüksek kalsiyum miktarı 15640.77 mg/kg ile kimyasal gübre uygulamasında tespit edilmiş, onu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan hindi, vermikompost, sığır ve koyun gübresi uygulamaları izlemiştir. Buna karşılık, kontrol uygulamasına ait bitkilerin 11454.68 mg/kg ile en düşük kalsiyum içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Tüm organik gübre uygulamaları bitkideki kalsiyum içeriğini kontrole göre önemli oranda artırmıştır. Hindi gübresinin kontrole göre kalsiyum içeriğini %35.26 oranında artırdığı gözlenmiştir (Çizelge 4.9). Peyvast vd. (2008) ıspanakta yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarının kontrole göre bitkideki kalsiyum içeriğini artırdığını belirlemişlerdir. Roy vd. (2009) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada en yüksek kalsiyum içeriği tavuk gübresi ve kimyasal gübre birlikte kullanıldığında elde edilmiştir. Akkuş (2011) ıspanakta mikrobiyal ve inorganik gübre uygulamalarının etkisini araştırdığı çalışmada kalsiyum içeriğini 4615-7870 mg/kg olarak belirlemiştir. Çıtak vd. (2011) ıspanakta ahır gübresi ve vermikompostun bitkideki kalsiyum içeriğini artırdığını ve en yüksek kalsiyum içeriğinin vermikompost uygulamasında belirlendiğini bildirmişlerdir. Sheikhi ve Ronaghi (2012)'nin farklı tuzluluk seviyeleri ve azot oranlarının ıspanakta besin elementi içeriği üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada kalsiyum içeriği 12450-23910 mg/kg arasında bulunmuştur. Çıtak (2014) tarafından brokkolide yapılan çalışmada ahır gübresi, vermikompost, leonardit ve kimyasal gübre uygulamaları arasında bitkideki kalsiyum içeriği bakımından önemli bir farklılık bulunmamıştır. Hernandez vd. (2010) tarafından marulda yapılan çalışmada vermikompost, kompost ve inorganik gübre uygulamaları arasında bitkideki en yüksek kalsiyum içeriği vermikompostta belirlenmiştir.

Çalışmada en yüksek kadmiyum (Cd) içeriği kimyasal gübre (0.53 mg/kg) uygulamasında belirlenirken, en düşük kadmiyum içeriği vermikompost

uygulamasında (0.40 mg/kg) tespit edilmiştir. Kadmiyum içeriği bakımından tüm organik gübre uygulamalarında kimyasal gübreye göre daha düşük değerler belirlenmiştir. Bu durum kadmiyumun ağır metal olduğu düşünüldüğünde oldukça önemli bir özelliktir (Çizelge 4.9). Sato vd. (2010)'nin ıspanakta hayvan atığı kompostu kullanımının kadmiyum alımına etkisini inceledikleri çalışmada hayvan atığı kompostu kullanılan uygulamalardaki bitkilerin kadmiyum içeriği kimyasal gübre kullanılan uygulamadaki bitkilerdekenden %34-38 oranında daha düşük bulunmuştur. En yüksek kadmiyum içeriği kimyasal gübrede, en düşük kadmiyum içeriği sığır gübresi kompostunda belirlenmiştir. Irshad vd. (2014)'nin ıspanakta taze çiftlik gübresi ve kompostlanmış çiftlik gübresinin ağır metal alımına etkilerini inceledikleri çalışmada kadmiyum içeriği 0.2-0.4 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kumarpandit vd. (2017) ıspanakta kadmiyum içeriğinin 6.58-19.75 mg/kg arasında değiştiğini ve çiftlik gübresi seviyesinin artmasıyla birlikte bitkideki kadmiyum içeriğinin kontrole göre önemli oranda azaldığını bildirmişlerdir. Ouedraogo (2018) ıspanakta biyokömürün kadmiyum toksisitesini önleme üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmada kadmiyum içeriğini 0.44-111.0 mg/kg olarak belirlemiştir. Bu çalışmada belirlenen kadmiyum değerleri Kumarpandit vd. (2017) ve Ouedraogo (2018) tarafından bildirilen değerlerden daha düşük, Irshad vd. (2014)'nin sonuçlarından daha yüksek bulunmuştur.

Kobalt (Co) içeriği incelendiğinde, 0.25 (koyun gübresi) - 0.39 (kontrol) mg/kg arasında değiştiği görülmüştür. Aralarında istatistiksel olarak fark olmamasına rağmen, organik gübre uygulamalarının kobalt içeriği kontrolden daha düşük bulunmuştur. Kadmiyum içeriğinde olduğu gibi, bu durum kobaltın ağır metal olduğu düşünüldüğünde oldukça önemli bir özelliktir (Çizelge 4.9).

En yüksek krom (Cr) içeriği kontrol uygulamasında (0.49 mg/kg) belirlenmiştir. Buna karşılık, çalışmada ele alınan gübre uygulamalarında (tavuk, hindi, koyun, sığır, vermikompost ve kimyasal gübre) krom içeriği en düşük düzeyde gözlenmiştir. Tüm organik gübre uygulamalarının krom içeriği kontrolden daha düşük bulunmuştur. Kadmiyum ve kobalta benzer şekilde, bu durum kromun ağır metal olduğu düşünüldüğünde oldukça önemli bir özelliktir (Çizelge 4.9).

Bakır (Cu) içeriği bakımından en yüksek değer vermikompost gübresi uygulanan bitkilerde (29.21 mg/kg) tespit edilmiştir. En düşük bakır içeriği ise

kimyasal gübre uygulamasında (21.11 mg/kg) belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Farklı araştırmacılar tarafından ıspanakta yapılan çalışmalarda bakır miktarı 5.6-42.0 mg/kg arasında tespit edilmiştir (Dama, 2009; Uzun, 2010; Akkuş, 2011; Gökmen Yılmaz vd., 2012; Sheikhi ve Ronaghi, 2012; Yılmaz, 2014; Altuntas vd. 2018). Bizim sonuçlarımıza benzer şekilde ıspanakta yapılan bir çalışmada vermikompost uygulamasında kontrole göre daha yüksek bakır içeriği saptanmıştır (Peyvast vd. 2008). Çıtak vd. (2011) ıspanakta yaptıkları çalışmada vermikompost, ahır gübresi ve kontrol uygulamaları arasında bakır içeriği bakımından önemli farklılıkların olmadığını bildirmişlerdir. Shaheen vd. (2017) tarafından ıspanakta NPK kimyasal gübresi ve organik gübrelerin (ahır gübresi, tavuk gübresi, arıtma çamuru ve kompost) etkilerinin araştırıldığı çalışmada en yüksek bakır içeriği arıtma çamurunda tespit edilmiştir. Altuntas vd. (2018)'nin ıspanakta yaptığı çalışmada bakır içeriği yönünden kontrol, kimyasal gübre ve vermikompost uygulamaları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Hernandez vd. (2010) tarafından marulda yapılan çalışmada vermikompost, kompost ve inorganik gübre uygulamaları arasında bitkideki en yüksek bakır içeriği vermikompostta belirlenmiştir. Durak vd. (2017)'nin marulda yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamasının kontrole göre bitkideki bakır içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Bizim sonuçlarımız bu araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermektedir.

Demir (Fe) içeriği incelendiğinde, 107.78-170.96 mg/kg arasında bulunmuştur. En yüksek demir içeriği hindi gübresi uygulanan bitkilerde tespit edilmiştir. Tavuk, kimyasal ve sığır gübresi uygulamaları ile hindi gübresi arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı ve en yüksek demir içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Bununla birlikte, en düşük demir içeriği kontrol uygulamasında gözlenmiştir. Tüm organik gübre uygulamaları bitkideki demir içeriğini kontrole göre önemli oranda artırmıştır. Hindi gübresinin uygulandığı bitkilerin kontrol uygulamasındaki bitkilere göre demir içeriği bakımından %58.62 oranında artış sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca, hindi ve tavuk gübreleri kimyasal gübre ile karşılaştırıldığında daha yüksek demir içeriğine sahip bulunmuştur (Çizelge 4.9). Değişik araştırmacılar tarafından ıspanakta yapılan çalışmalarda demir miktarının 51.6-561.5 mg/kg (Uzun, 2010; Akkuş, 2011; Uyan, 2011; Sajirani vd., 2012; Sheikhi ve Ronaghi, 2012; Irshad vd., 2014; Ghaly vd., 2017; Altuntas vd., 2018) arasında değiştiği saptanmıştır. Peyvast vd. (2008) ıspanakta vermikompost uygulamalarının kontrole göre demir içeriğini artırdığını

bildirmişlerdir. Roy vd. (2009) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada en yüksek demir içeriği inek gübresi ve kimyasal gübre birlikte kullanıldığında elde edilmiştir. Çıtak vd. (2011) ıspanakta yaptıkları çalışmada ahır gübresi ve vermikompost uygulamalarında demir içeriğinin kontrolden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Altuntas vd. (2018)'nin ıspanakta kimyasal gübreleme ve farklı oranlarda vermikompost uygulamalarının besin elementi içeriği üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada vermikompost uygulamalarının kontrole göre demir içeriğini önemli oranda artırdığı ve en yüksek demir içeriğinin 2-3 ton/ha vermikompost uygulamalarında belirlendiği bildirilmiştir. Hernandez vd. (2010)'nin marulda yaptıkları çalışmada vermikompost, kompost ve inorganik gübre karşılaştırılmış ve en yüksek demir içeriği vermikompostta belirlenmiştir. Çıtak (2014) tarafından brokkolide yapılan çalışmada ahır gübresi ve vermikompost uygulamalarında bitkideki demir içeriği kimyasal gübreye göre daha yüksek bulunmuştur. Durak vd. (2017) marulda yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamasında demir içeriğinin kontrol ve geleneksel gübrelemeden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bizim sonuçlarımız bahsedilen bu çalışmaların sonuçları ile uyumludur.

Bu çalışmada bitkideki potasyum (K) içeriği 20724.30-25066.64 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. En düşük potasyum içeriği kontrol uygulamasında saptanmıştır. Diğer taraftan, vermikompost gübresi uygulanan bitkilerin en yüksek potasyum içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Vermikompost gübresini kimyasal ve sığır gübresi uygulamaları izlemiştir. Tüm organik gübre uygulamalarının kontrole göre bitkideki potasyum içeriğini önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. Vermikompost gübresinin kontrole göre bitkideki potasyum içeriğini %20.95 oranında artırdığı saptanmıştır (Çizelge 4.9). Organik gübre uygulamalarında potasyum miktarında artışların meydana gelmesinde kullanılan gübrelerin potasyum miktarının etkin olduğu düşünülmektedir. Ispanakta potasyum içeriği Akkuş (2011) tarafından yapılan çalışmada 22439-38000 mg/kg ve Sheikhi ve Ronaghi (2012) tarafından yapılan çalışmada 4080-7000 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada belirlenen potasyum değerleri Akkuş (2011)'un bulguları ile uyumlu, Sheikhi ve Ronaghi (2012) tarafından bildirilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Peyvast vd. (2008)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarının kontrole göre bitkideki potasyum içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Roy vd. (2009) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada en yüksek potasyum içeriği tavuk gübresi ve kimyasal gübre birlikte

kullanıldığında elde edilmiştir. Çıtak vd. (2011) ıspanakta yaptıkları çalışmada ahır gübresi ve vermikompost uygulamalarında potasyum içeriğinin kontrolden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Çıtak (2014) tarafından brokkolide yapılan çalışmada ahır gübresi ve vermikompost uygulamalarının kontrol ve kimyasal gübreye göre bitkideki potasyum içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Hernandez vd. (2010) tarafından marulda yapılan çalışmada vermikompost, kompost ve inorganik gübre uygulamaları arasında bitkideki en yüksek potasyum içeriği inorganik gübrede belirlenmiştir. Hınıslı (2014) marulda yaptığı çalışmada vermikompost, inek ve koyun gübreleri arasında en yüksek potasyum içeriğini vermikompost uygulamasında saptamıştır. Marulda yapılan başka bir çalışmada vermikompost, kontrol ve geleneksel gübreleme karşılaştırılmış ve en yüksek potasyum içeriği vermikompost uygulamasında saptanmıştır (Durak vd., 2017).

Çalışmada ele alınan uygulamaların magnezyum (Mg) içeriği 1908.73-2507.37 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. Hindi, sığır, koyun, kimyasal ve vermikompost gübresinin istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı ve en yüksek magnezyum içeriğine sahip oldukları bulunmuştur. En düşük magnezyum içeriği ise kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Magnezyum içeriği bakımından tüm organik gübre uygulamalarından kontrole göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Hindi gübresinin kontrole göre bitkideki magnezyum içeriğini %31.36 oranında artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca hindi, sığır ve koyun gübreleri kimyasal gübre ile karşılaştırıldığında daha yüksek magnezyum içeriğine sahip bulunmuştur (Çizelge 4.9). Peyvast vd. (2008)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarının kontrole göre bitkideki magnezyum içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Roy vd. (2009) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada en yüksek magnezyum içeriği tavuk gübresi ve kimyasal gübre birlikte kullanıldığında elde edilmiştir. Akkuş (2011) ıspanakta mikrobiyal ve inorganik gübre uygulamalarının etkisini araştırdığı çalışmada magnezyum içeriğini 1433-2750 mg/kg olarak tespit etmiştir. Çıtak vd. (2011) ıspanakta magnezyum içeriğinin ahır gübresi ve vermikompost uygulamalarında kontrolden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Sheikhi ve Ronaghi (2012) ıspanakta magnezyum içeriğini 4250-9330 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Hernandez vd. (2010)'nin marulda yaptıkları çalışmada vermikompost, kompost ve inorganik gübre uygulamaları arasında bitkideki en yüksek magnezyum içeriği vermikompostta belirlenmiştir. Benzer şekilde, Durak vd. (2017)'nin marulda yaptıkları çalışmada vermikompost

uygulamasında magnezyum içeriğinin kontrolden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bizim sonuçlarımız bu araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermektedir.

Çalışmada ele alınan uygulamalar arasında en yüksek mangan (Mn) içeriği 117.44 mg/kg ile kimyasal gübre uygulamasında belirlenmiş, onu sırasıyla istatistiksel olarak aynı grupta yer alan sığır, hindi, vermikompost ve koyun gübresi uygulamaları takip etmiştir. Kontrol uygulamasında ise 98.05 mg/kg en düşük mangan içeriği gözlenmiştir. Mangan içeriği bakımından tüm organik gübre uygulamalarından kontrole göre daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Sığır gübresi uygulamasının kontrol uygulamasına göre bitkideki mangan içeriğini %17.79 oranında artırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Değişik araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda ıspanakta mangan miktarının 24.4-204.9 mg/kg (Dama, 2009; Uzun, 2010; Akkuş, 2011; Uyan, 2011; Gökmen Yılmaz vd., 2012; Sajirani vd., 2012; Sheikhi ve Ronaghi, 2012; Yılmaz, 2014; Altuntas vd., 2018) arasında olduğu belirlenmiştir. Peyvast vd. (2008)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamasının kontrole göre bitkideki mangan içeriğini artırdığı saptanmıştır. Çıtak vd. (2011) ıspanakta yaptıkları çalışmada vermikompost, ahır gübresi ve kontrol uygulamaları arasında mangan içeriği bakımından önemli farklılıkların olmadığını bildirmişlerdir. Shaheen vd. (2017) tarafından ıspanakta NPK kimyasal gübresi ve organik gübrelerin (ahır gübresi, tavuk gübresi, arıtma çamuru ve kompost) etkilerinin araştırıldığı çalışmada en yüksek mangan içeriği arıtma çamurunda tespit edilmiştir. Altuntas vd. (2018)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada mangan içeriği yönünden kontrol, kimyasal gübre ve vermikompost uygulamaları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Hernandez vd. (2010)'nin marulda yaptıkları çalışmada vermikompost, kompost ve inorganik gübre karşılaştırılmış olup en yüksek mangan içeriği vermikompostta belirlenmiştir. Durak vd. (2017)'nin marulda yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamasında mangan içeriği kontrol ve geleneksel gübrelemeden daha yüksek bulunmuştur.

Çalışmada bitkideki azot (N) içeriğinin, ele alınan uygulamalara göre önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek azot içeriği vermikompost uygulamasında (%5.91) elde edilirken, en düşük azot içeriği kontrol uygulamasında (%3.43) tespit edilmiştir. Tüm organik gübre uygulamalarının kontrol ve kimyasal gübreye göre ıspanakta bitki azot içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Bitki azot içeriği bakımından vermikompost uygulanan bitkilerin kontrol uygulamasındaki bitkilere

göre %72.30 oranında, kimyasal gübreye göre ise %24.42 oranında artış sağladığı saptanmıştır (Çizelge 4.9). Denemede kullanılan organik gübrelerin azot içeriğinin ıspanağın azot konsantrasyonunu artırdığı düşünülmektedir. Değişik araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda ıspanakta azot içeriği %1.16-4.93 arasında bulunmuştur (El-Assiouty ve Abo-Sedera, 2005; Gökmen Yılmaz vd., 2012; Sheikhi ve Ronaghi, 2012; Aisha vd., 2013; Ghaly vd., 2017; Altuntas vd., 2018). Bu çalışmada belirlenen azot değerleri literatürde bildirilen sonuçlar ile uyumludur. Peyvast vd. (2008) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada vermikompost uygulamalarının kontrole göre bitkideki azot içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Roy vd. (2009) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada en yüksek azot içeriği inek gübresi ve kimyasal gübre birlikte kullanıldığında elde edilmiştir. Dikinya ve Mufwanzala (2010) ıspanakta tavuk gübresinin miktarı arttıkça bitkideki azot içeriğini kontrole göre önemli oranda azaldığını saptamışlardır. Çıtak vd. (2011) ıspanakta yaptıkları çalışmada ahır gübresi ve vermikompost uygulamalarında azot içeriğinin kontrolden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Ghaly vd. (2017) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada amonyum nitrat formunda azotlu gübre uygulaması ile azot içeriğinin önemli oranda arttığı saptanmıştır. Altuntas vd. (2018)'nin ıspanakta kimyasal gübreleme ve farklı oranlarda vermikompost uygulamalarının besin elementi içeriği üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada en yüksek azot içeriği kimyasal gübrelemede belirlenmiştir. Benzer şekilde, Hernandez vd. (2010)'nin marulda yaptıkları çalışmada vermikompost, kompost ve inorganik gübre uygulamaları arasında en yüksek azot içeriği inorganik gübrede belirlenmiştir.

Sodyum (Na) içeriği bakımından en yüksek değer sığır gübresi uygulamasında (770.18 mg/kg) elde edilmiş olup, onu sırasıyla istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan vermikompost, kontrol ve tavuk gübresi uygulamaları izlemiştir. En düşük sodyum içeriği koyun gübresinin uygulandığı bitkilerde (397.61 mg/kg) belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Akkuş (2011) ıspanakta mikrobiyal ve inorganik gübre uygulamalarının etkisini araştırdığı çalışmada sodyum içeriğini 926-2628 mg/kg olarak tespit etmiştir. Sheikhi ve Ronaghi (2012) farklı tuzluluk seviyeleri ve azot oranlarının ıspanakta besin elementi içeriği üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada sodyum içeriği 850-25170 mg/kg arasında bulunmuştur. Bizim çalışmamızda elde edilen sodyum değerleri Akkuş (2011) ve Sheikhi ve Ronaghi (2012)'den daha düşük bulunmuştur.

Çalışmada nikel (Ni) içeriği 1.07-2.28 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek nikel içeriği kontrolde belirlenmiştir. Tüm organik gübre uygulamaları kontrole istatistiksel olarak aynı grupta yer almalarına rağmen, kontrole göre daha düşük nikel içeriğine sahip bulunmuşlardır. En düşük nikel içeriği ise kimyasal gübre uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çalışmada ele alınan farklı uygulamalar arasında en yüksek fosfor (P) içeriği 518.82 mg/kg ile vermikompost uygulamasında belirlenirken, en düşük fosfor içeriği ise 489.26 mg/kg ile kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Tüm organik gübre uygulamalarının kontrol ve kimyasal gübreye göre bitkideki fosfor içeriğini önemli oranda artırdığı saptanmıştır (Çizelge 4.9). Organik maddenin toprakta fosforun yarayışsız hale dönüşmesini engellediği ve böylece bitkilerin fosforu daha kolay alabildiği bilinmektedir (Kacar ve Kovancı, 1982). Peyvast vd. (2008) tarafından ıspanakta yapılan çalışmada vermikompost uygulamalarının kontrole göre bitkideki fosfor içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Roy vd. (2009) tarafından ıspanakta yapılan en yüksek fosfor içeriği tavuk gübresi ve kimyasal gübre birlikte kullanıldığında elde edilmiştir. Dikinya ve Mufwanzala (2010) ıspanakta tavuk gübresinin bitkideki fosfor içeriğini kontrole göre önemli oranda artırdığını saptamışlardır. Çıtak vd. (2011) ıspanakta ahır gübresi ve vermikompostun etkilerini inceledikleri çalışmada, bitkideki fosfor içeriğinin en yüksek ahır gübresinde olduğunu bildirmişlerdir. Sheikhi ve Ronaghi (2012) farklı tuzluluk seviyeleri ve azot oranlarının ıspanakta besin elementi içeriği üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada fosfor içeriği 2530-9410 mg/kg arasında bulunmuştur. Bizim çalışmamızda elde edilen fosfor değerleri literatürde belirtilen sonuçlardan daha düşüktür. Hınıslı (2014) tarafından marulda yapılan çalışmada vermikompost, koyun ve inek gübreleri karşılaştırılmış ve bitkideki en yüksek fosfor içeriği vermikompost uygulamasında belirlenmiştir. Marulda yapılan başka bir çalışmada fosfor içeriği vermikompost uygulamasında kontrolden daha yüksek bulunmuştur (Durak vd., 2017).

Bir ağır metal olan kurşun (Pb) içeriği 0.11-0.75 mg/kg arasında bulunmuştur. Kurşun içeriği yönünden en düşük değerler kontrol, kimyasal ve hindi gübresi uygulamalarında elde edilirken, en yüksek değerler istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan tavuk, koyun, vermikompost ve sığır gübresi uygulamalarında bulunmuştur (Çizelge 4.9). Yüksel (2011) ıspanakta yaptığı çalışmada kurşun

miktarını 18.75-48.48 mg/kg olarak belirlemiştir. Irshad vd. (2014)'nin ıspanakta taze çiftlik gübresi ve kompostlanmış çiftlik gübresinin ağır metal alımına etkilerini inceledikleri çalışmada kurşun içeriği 0.3-0.5 mg/kg olarak belirlenmiştir. Yılmaz (2014) ıspanakta hümitik asit dozlarının etkisini araştırdığı çalışmada kurşun miktarının 3.24-26.67 mg/kg arasında değiştiğini saptamıştır. Bizim çalışmamızda elde edilen kurşun değerleri Irshad vd. (2014) ile uyumlu olup, Yüksel (2011) ve Yılmaz (2014)'in sonuçlarından çok daha düşük bulunmuştur.

En yüksek kükürt (S) içeriği vermikompost gübresi uygulamasında (%7.21), en düşük kükürt içeriği ise kontrolde (%2.18) bulunmuştur. Tüm organik gübre uygulamalarından kontrol ve kimyasal gübreye göre kükürt içeriği bakımından daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Vermikompost gübresi uygulamasının kontrole göre bitkideki kükürt içeriğini yaklaşık 3 kat artırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Bizim sonuçlarımıza benzer şekilde, Çıtak (2014) tarafından havuçta yapılan çalışmada ahır gübresi ve vermikompost uygulamalarının kontrol ve kimyasal gübreye göre bitkideki kükürt içeriğini artırdığı belirlenmiştir.

Farklı uygulamalara ait ıspanak bitkilerinde selenyum (Se) içeriğinin 0.10-0.16 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. En düşük selenyum içeriği kontrolde belirlenirken, en yüksek selenyum içeriği sığır gübresinin uygulandığı bitkilerden elde edilmiştir. Sığır gübresini istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan koyun, hindi ve vermikompost gübreleri izlemiştir. Tüm organik gübre uygulamalarından kontrol ve kimyasal gübreye göre selenyum içeriği bakımından daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Sığır gübresinin kontrole göre bitkideki selenyum içeriğini %60 oranında artırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çalışmada bir ağır metal olan kalay (Sn) içeriği incelendiğinde, sığır gübresi uygulamasında (1.83 mg/kg) en yüksek bulunurken, en düşük ise koyun gübresi uygulamasında (1.22 mg/kg) belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çinko (Zn) içeriği 74.06-97.06 mg/kg arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek çinko içeriği sığır gübresi uygulamasında bulunurken, en düşük çinko içeriği ise kontrol uygulamasında gözlenmiştir. Tüm organik gübre uygulamalarından kontrole göre çinko içeriği bakımından daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Sığır gübresinin kontrole göre bitkideki çinko içeriğini %31.06 oranında artırdığı

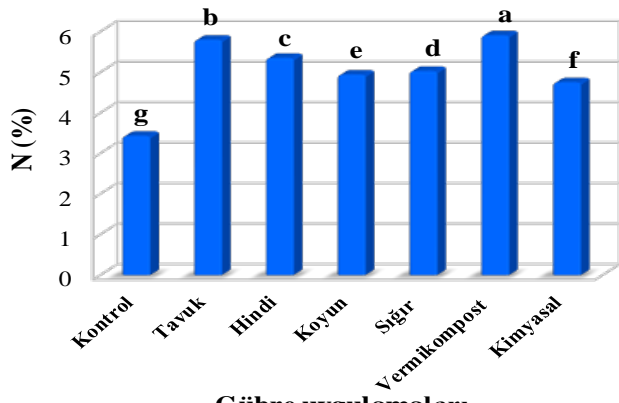
belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Değişik araştırcılar tarafından ıspanakta yapılan çalışmalarda çinko miktarının 34.98-295.66 mg/kg (Dama, 2009), 44.50-104.00 mg/kg (Uyan, 2011) ve 71.03-132.8 mg/kg (Sheikhi ve Ronaghi, 2012) arasında olduğu saptanmıştır. Bizim alışmamızda elde edilen çinko değerleri bahsedilen araştırcıların bildirdiği sınırlar içerisinde dir. Ispanakta yapılan bir çalışmada çinko içeriği vermikompost uygulamalarında kontrolden daha yüksek bulunmuştur (Peyvast vd., 2008). ıtak vd. (2011) ıspanakta yaptıkları çalışmada ahır gübresi ve vermikompost uygulamalarında çinko içeriğinin kontrolden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Shaheen vd. (2017) tarafından ıspanakta NPK kimyasal gübresi ve organik gübrelerin (ahır gübresi, tavuk gübresi, arıtma çamuru ve kompost) etkilerinin araştırıldığı çalışmada en yüksek çinko içeriği arıtma çamurunda tespit edilmiştir. Altuntas vd. (2018)'nin ıspanakta yaptıkları çalışmada çinko içeriği bakımından kontrol, kimyasal gübre ve vermikompost uygulamaları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Hernandez vd. (2010) tarafından marulda yapılan çalışmada vermikompost, kompost ve inorganik gübre karşılaştırılmış ve en yüksek çinko içeriği inorganik gübrede belirlenmiştir. Tavalı vd. (2014a) tarafından beyaz baş lahanada yapılan çalışmada vermikompost, kimyasal gübre ve kontrol arasında çinko içeriği bakımından önemli bir farklılık bulunmadığı belirlenmiştir.

Genel olarak organik gübrelerin bitkideki azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt, demir, mangan, çinko ve selenyum içeriğini kontrole göre önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. Bizim çalışmamız ile literatür arasında oluşan element içeriklerindeki farklılıkların çeşit, genetik faktörler, yetişme koşulları, iklim ve toprak özelliklerindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.9. Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta element içerikleri üzerine etkileri

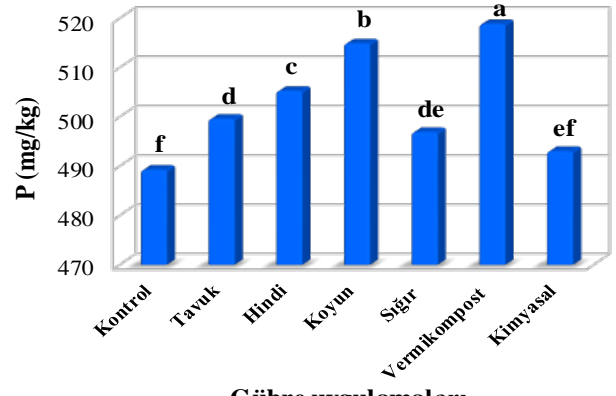
Gübre Uygulamaları	Al (mg/kg)	As (mg/kg)	B (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cr (mg/kg)
Kontrol	116.14abc*	0.41a*	44.83b**	19.94b**	11454.68c**	0.43b*	0.39öd	0.49a**
Tavuk	105.30abc	0.35abc	44.72b	19.95b	12763.02bc	0.47ab	0.27	0.37b
Hindi	117.86ab	0.37ab	52.09a	24.81a	15493.95a	0.46ab	0.38	0.39b
Koyun	76.02c	0.33abc	51.44a	17.84b	13908.37ab	0.45b	0.25	0.30b
Sığır	99.78abc	0.36ab	49.92a	19.17b	14342.42ab	0.46b	0.33	0.38b
Vermikompost	81.99bc	0.25c	50.47a	19.95b	14626.95a	0.40b	0.26	0.32b
Kimyasal	125.55a	0.29bc	47.73ab	13.85c	15640.77a	0.53a	0.32	0.36b
Gübre Uygulamaları	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Hg (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Mn (mg/kg)	N (%)	Na (mg/kg)
Kontrol	24.63b**	107.78b*	TLA	20724.30d**	1908.73c**	98.05c**	3.43g**	597.26abc**
Tavuk	23.25bc	157.56ab	TLA	22584.11c	2134.72b	102.78bc	5.80b	575.11abc
Hindi	24.06b	170.96a	TLA	23593.84bc	2507.37a	114.79ab	5.35c	521.87bc
Koyun	24.47b	109.51b	TLA	23476.75bc	2399.99a	105.27abc	4.94e	397.61c
Sığır	24.80b	125.32ab	TLA	23904.89abc	2444.98a	115.49a	5.03d	770.18a
Vermikompost	29.21a	113.77b	TLA	25066.64a	2350.73a	106.47abc	5.91a	650.92ab
Kimyasal	21.11c	141.32ab	TLA	24863.64ab	2387.91a	117.44a	4.75f	543.10bc
Gübre Uygulamaları	Ni (mg/kg)	P (mg/kg)	Pb (mg/kg)	S (%)	Se (mg/kg)	Sn (mg/kg)	Tl (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Kontrol	2.28a**	489.26f**	0.11b**	2.18g**	0.10c**	1.32cd**	TLA	74.06c**
Tavuk	1.98a	499.61d	0.75a	6.25b	0.12bc	1.40c	TLA	82.92bc
Hindi	2.01a	505.27c	0.16b	5.48c	0.14ab	1.59b	TLA	77.03bc
Koyun	1.61ab	514.88b	0.56a	3.64e	0.15a	1.22d	TLA	75.89bc
Sığır	1.65ab	496.91de	0.50a	5.05d	0.16a	1.83a	TLA	97.06a
Vermikompost	1.70ab	518.82a	0.54a	7.21a	0.14ab	1.54b	TLA	76.30bc
Kimyasal	1.07b	493.06ef	0.13b	2.29f	0.11bc	1.41c	TLA	84.63b

*: P<0.05 düzeyinde önemli, **: P<0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil P>0.05, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir, TLA: tayin limitinin altında.



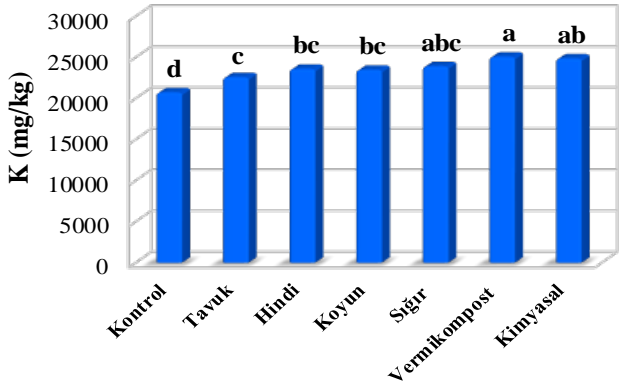
Gübre uygulamaları

a)



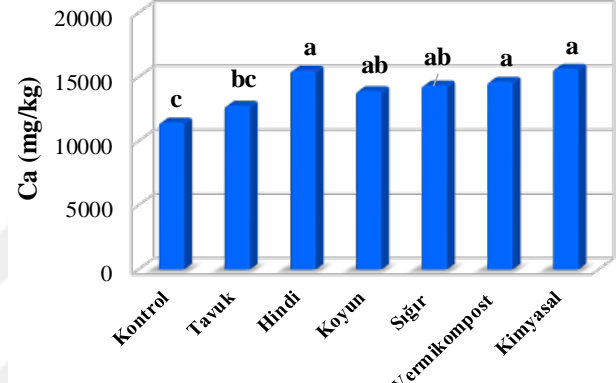
Gübre uygulamaları

b)



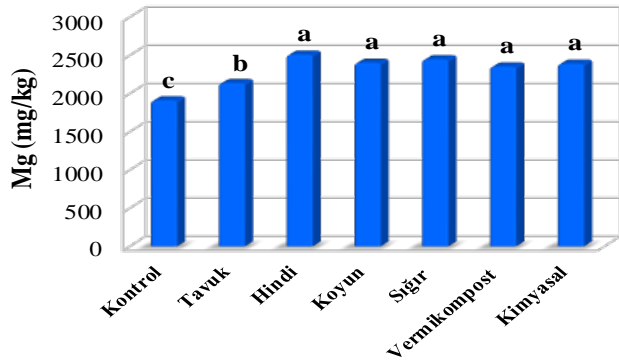
Gübre uygulamaları

c)



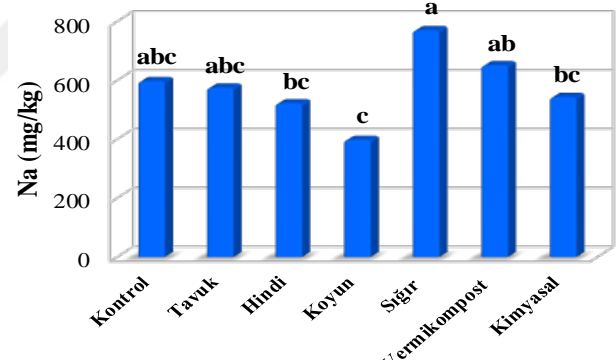
Gübre uygulamaları

d)



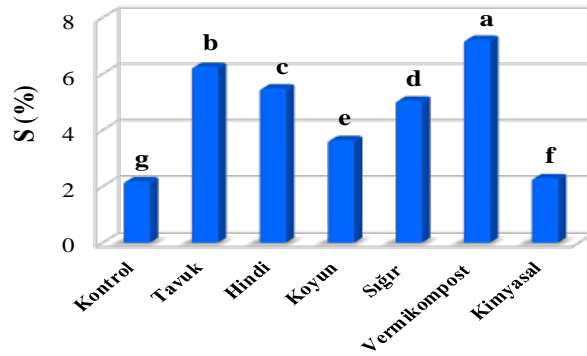
Gübre uygulamaları

e)



Gübre uygulamaları

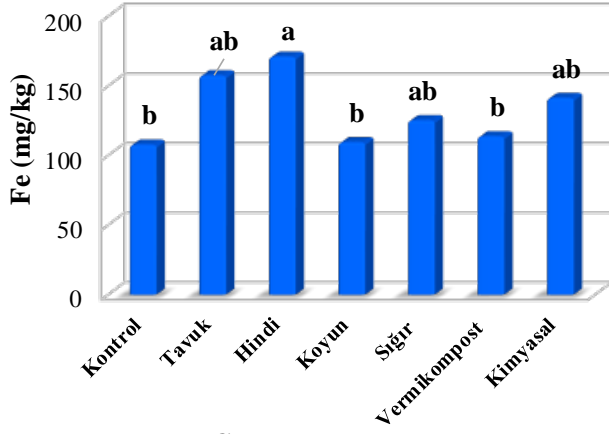
f)



Gübre uygulamaları

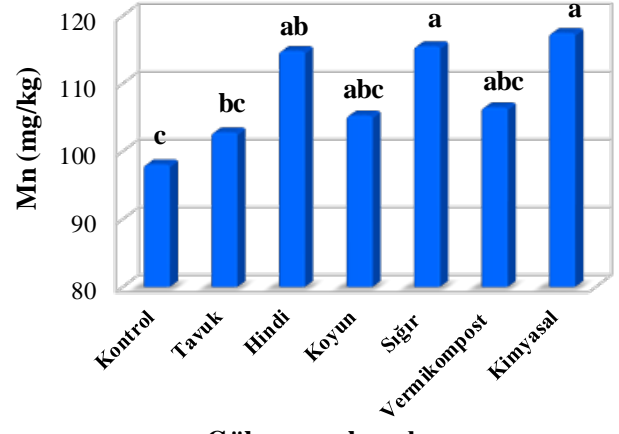
g)

Şekil 4.8. Çalışmada ele alınan uygulamaların a) azot, b) fosfor, c) potasyum, d) kalsiyum, e) magnezyum, f) sodyum ve g) kükürt içeriği üzerine etkisi.



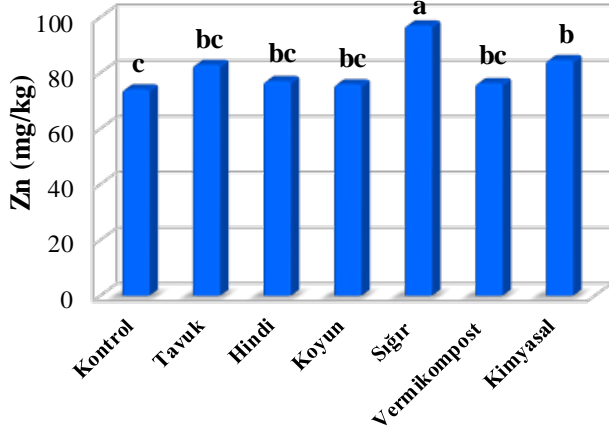
Gübre uygulamaları

a)



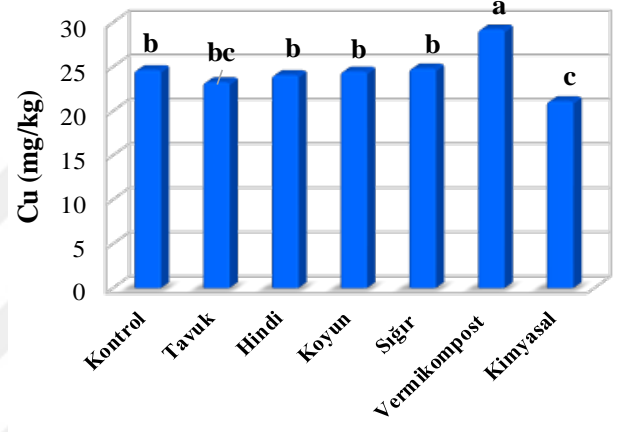
Gübre uygulamaları

b)



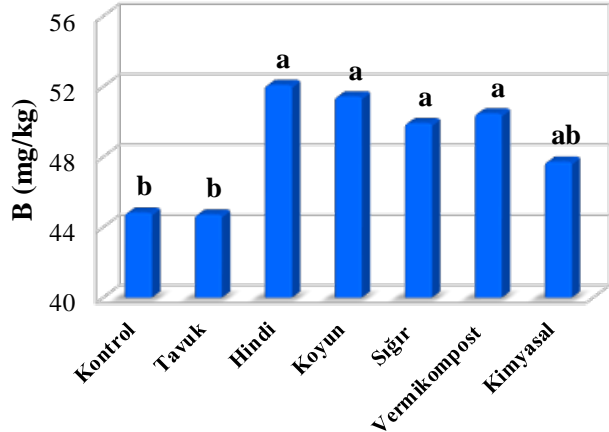
Gübre uygulamaları

c)



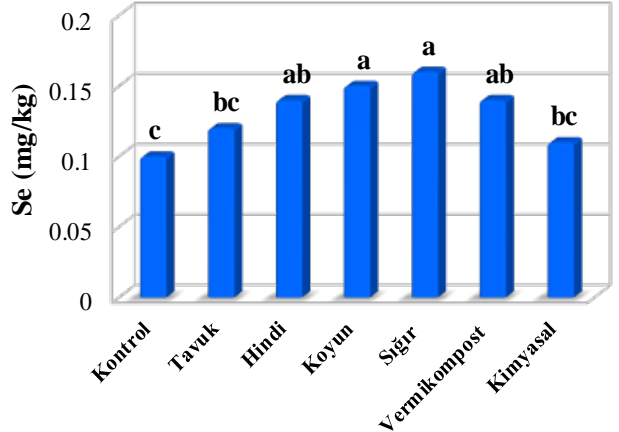
Gübre uygulamaları

d)



Gübre uygulamaları

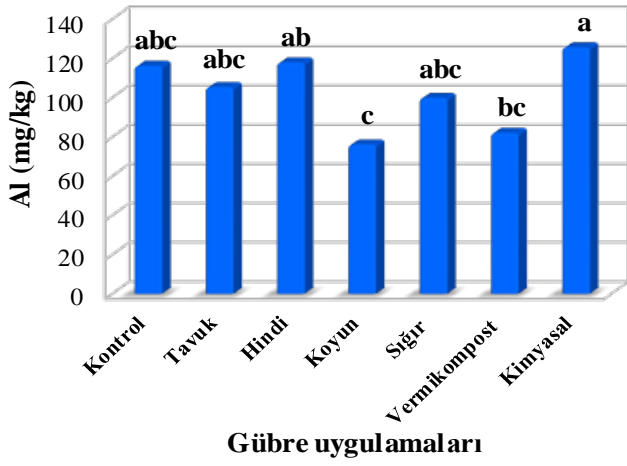
e)



Gübre uygulamaları

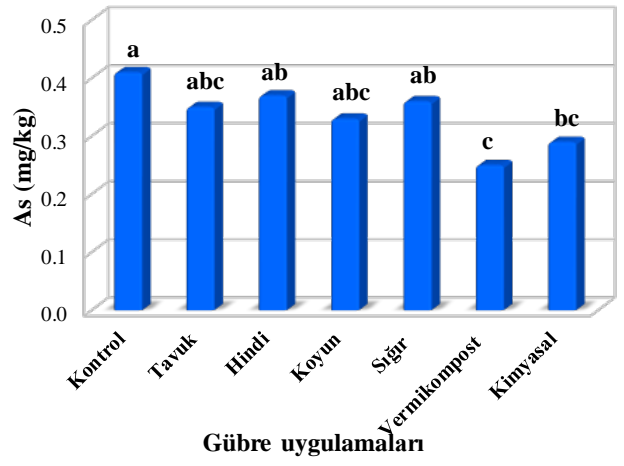
f)

Şekil 4.9. Çalışmada ele alınan uygulamaların a) demir, b) mangan, c) çinko, d) bakır, e) bor ve f) selenyum içeriği üzerine etkisi.



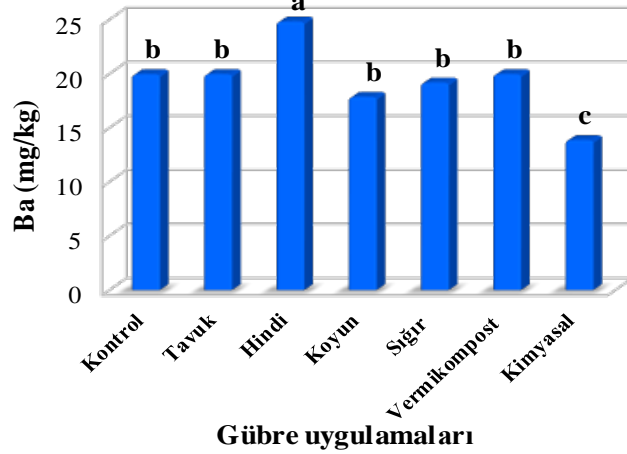
Gübre uygulamaları

a)



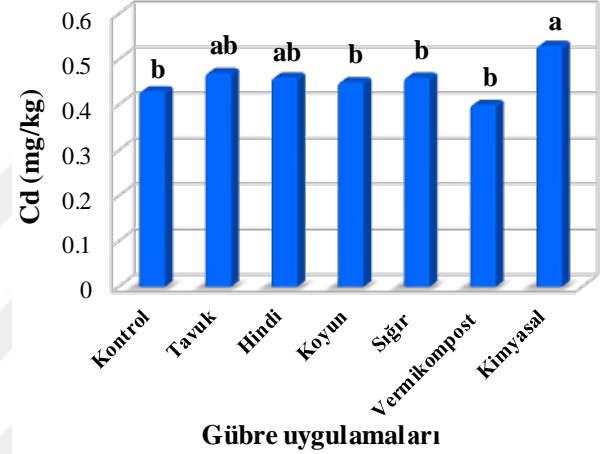
Gübre uygulamaları

b)



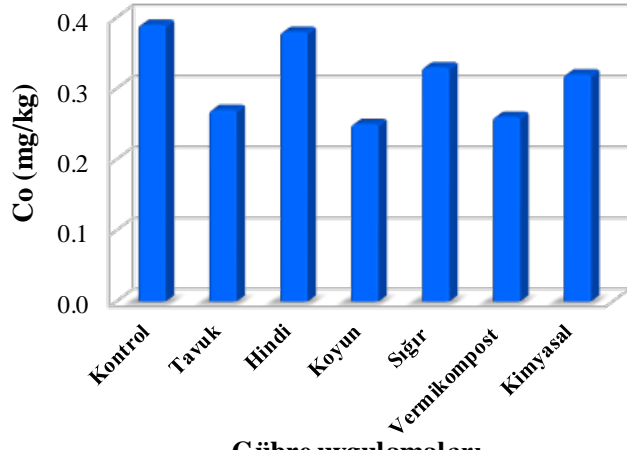
Gübre uygulamaları

c)



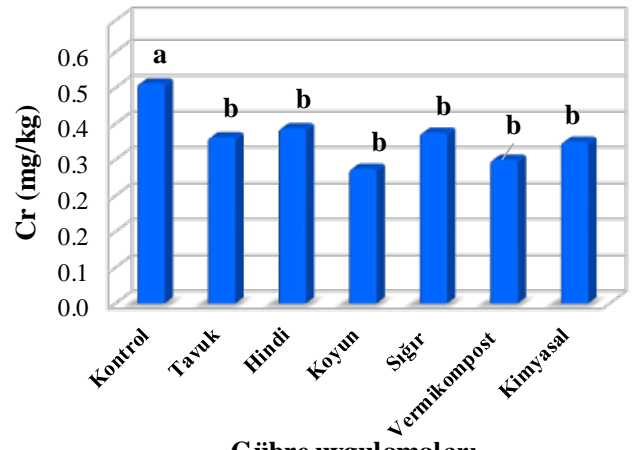
Gübre uygulamaları

d)



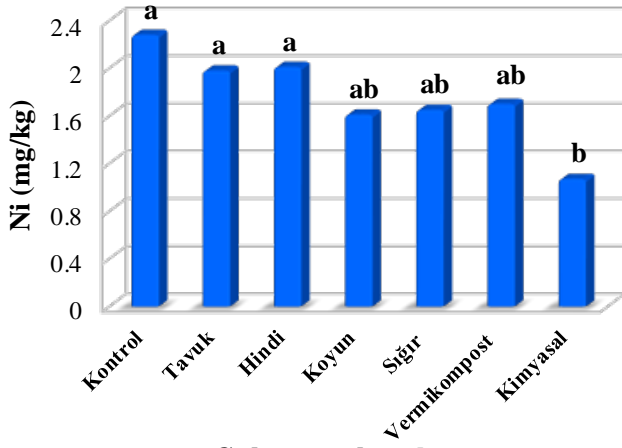
Gübre uygulamaları

e)



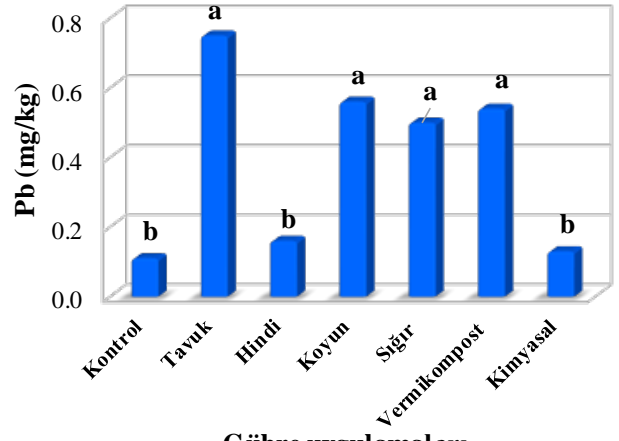
Gübre uygulamaları

f)



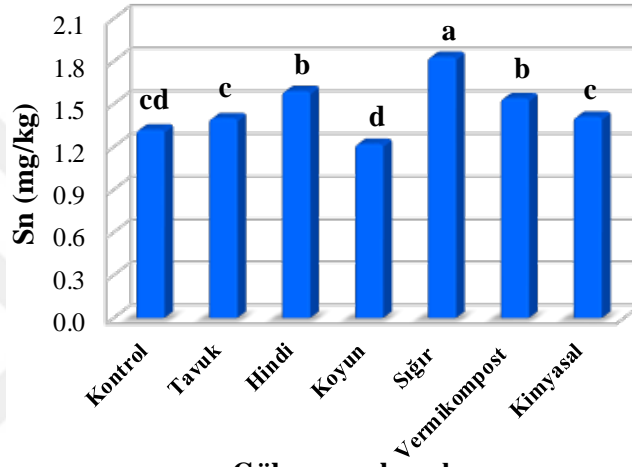
Gübre uygulamaları

g)



Gübre uygulamaları

h)



Gübre uygulamaları

i)

Şekil 4.10. Çalışmada ele alınan uygulamaların a) alüminyum, b) arsenik, c) baryum, d) kadmiyum, e) kobalt, f) krom, g) nikel, h) kurşun ve i) kalay içeriği üzerine etkisi.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sebzeler, insan sağlığı açısından çok önemli olan vitaminler, mineral maddeler ve antioksidan maddeleri içermekte olup, tarımsal sanayide ve farklı sektörlerde hammadde olarak da kullanılmaktadırlar. Sebzeler diğer bitkilerle kıyaslandığında çok daha fazla besin maddesine ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden, sebze yetiştiriciliğinde gübrelemenin ayrı bir önemi vardır. Sağlıklı bir bitki gelişimi için toprakta yeterli ve dengeli miktarda bitki besin elementi bulunması gerekmektedir. Ürünle topraktan kaldırılan ya da çeşitli yollarla uzaklaşan besin maddeleri yeterince sağlanamazsa ya da bilinçsiz bir şekilde fazla uygulanırsa verim ve kalite olumsuz etkilenmektedir.

Günümüzde sebzelerden yüksek verim almak için aşırı ve bilinçsizce yapılan kimyasal gübreleme sonucunda, insan sağlığı ve topraklarımızın sürdürülebilirliğinin olumsuz yönde etkilendiği görülmektedir. Son yıllarda dünyada ve ülkemizde kaliteli ürün tüketiminin benimsenmesi ve çevresel duyarlılığın artmasıyla organik gbrelelere olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Dolayısıyla, günümüzde hem insan ve evre sağlığı, hem de azalan tarım topraklarının geleceğinin olumlu yönde etkilenerek tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması için sebze yetiştiriciliğinde organik gübrelerin kullanımı oldukça önem kazanmıştır. Genellikle organik gübrelerin toprağa uygulanması sonucunda bitki gelişiminin ve toprak özelliklerinin olumlu yönde etkilendiği bilinmektedir. Organik kaynaklı gübrelemede bitkinin topraktan makro ve mikro besin elementlerinden daha iyi yararlanabildiği bilinen bir gerçektir. Buna bağlı olarak da ürün kalitesi, dayanıklılığı, bitkinin hastalık ve zararlılara karşı direnci artmaktadır. Gerek topraktaki besin dengesinin sağlanmasında gerekse tarımsal ürünlerdeki miktar ve kalitenin artırılmasında organik gübreler önemli bir etken oluşturmaktadır. Organik gübreler kullanılarak tarım topraklarının iyileştirilmesi, tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması ve birim alandan daha az maliyetle verimin artırılması hedeflenmektedir.

Ispanak yetiştiriciliğinde verimlilik ve kalitenin artırılması, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının iyileştirilmesi ve evre kirliliğinin önlenmesi amacıyla organik gübrelerin kullanımı ile bitkide ve toprakta meydana gelen değişimleri incelemek oldukça önemlidir. Bu çalışmada, farklı organik kaynaklı gübre uygulamalarının (tavuk gübresi, hindi gübresi, sığır gübresi, koyun gübresi ve vermikompost) Bolu ili'nde sonbahar yetiştirme döneminde açık tarla koşullarında ıspanak yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim, kalite özellikleri ve bitki besin elementi içeriği üzerine etkileri incelenmiştir. Organik gübrelerin sebze yetiştiriciliğinde kullanılmasının teşvik edilmesi ve artırılması için bu tip çalışmalar son derece önemlidir.

Çalışmaya konu olan uygulamaların ıspanakta bitki özellikleri üzerine etkileri incelendiğinde; bitki eni, bitki boyu, bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı bakımından uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışmada bitki boyu, bitki eni ve bitki yaş ağırlığı bakımından organik gübre uygulamalarından kontrol uygulamasına göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Ayrıca, kimyasal gübre ile karşılaştırıldığında organik gübre uygulamalarında daha yüksek bitki boyu, bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı belirlenmiştir. Bitki boyu ve bitki yaş ağırlığı bakımından tüm organik gübre uygulamaları (tavuk, hindi, koyun, sığır ve vermikompost); bitki eni bakımından tavuk ve hindi gübreleri; bitki kuru ağırlığı bakımından vermikompost, tavuk ve hindi gübreleri en başarılı organik gübre uygulamaları olarak belirlenmiştir.

Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta kök özellikleri üzerine etkileri incelendiğinde, uygulamaların yalnızca kök kuru ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna karşılık, farklı uygulamaların kök uzunluğu, kök boğazı çapı ve kök yaş ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Farklı uygulamaların marulda yaprak özellikleri üzerine etkilerine bakıldığında; yaprak ayası boyu, yaprak ayası eni, yaprak ayası kalınlığı, yaprak sapı uzunluğu, yaprak sapı kalınlığı ve pazarlanabilir yaprak sayısı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Diğer taraftan, ıskarta yaprak sayısı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada tüm organik gübre uygulamalarının kontrole göre yaprak ayası boyu, yaprak ayası eni, yaprak ayası kalınlığı, yaprak sapı uzunluğu, yaprak sapı kalınlığı ve pazarlanabilir yaprak sayısını önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. Pazarlanabilir yaprak sayısı bakımından tüm organik gübre uygulamalarından kimyasal gübreye göre daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, kimyasal gübre ile karşılaştırıldığında hindi, tavuk ve sığır gübresi uygulamalarında daha yüksek yaprak ayası boyu, yaprak ayası eni, yaprak ayası kalınlığı, yaprak sapı uzunluğu ve yaprak sapı kalınlığı değerleri elde edilmiştir. Yaprak ayası boyu, yaprak ayası eni ve yaprak sapı kalınlığında tavuk, hindi ve sığır gübreleri; yaprak ayası kalınlığı ve yaprak sapı uzunluğunda tavuk, hindi, koyun ve sığır gübreleri; pazarlanabilir yaprak sayısında tüm organik gübre uygulamaları (tavuk, hindi, koyun, sığır ve vermikompost) en başarılı uygulamalar olmuştur.

Klorofil, kuru madde oranı, pH, suda çözünebilir kuru madde ve nitrat içeriği bakımından da uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol ile karşılaştırıldığında organik gübrelerin klorofil içeriği bakımından genel olarak bir

artış sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca tavuk ve koyun gübreleri kimyasal gübre ile karşılaştırıldığında daha yüksek klorofil içeriğine sahip bulunmuştur. Kuru madde oranı bakımından organik gübre uygulamalarından kontrol ve kimyasal gübreye göre daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Hindi ve koyun gübresi uygulanan bitkilerin suda çözünebilir kuru madde içeriği kontrolden daha yüksek bulunmuştur. Tüm gübre uygulamaları bitkideki nitrat içeriğini artırmıştır. Bununla birlikte, koyun, hindi ve sığır gübresi uygulanan bitkilerin nitrat içeriği kimyasal gübreden daha düşük bulunmuştur. Klorofil içeriği bakımından tavuk, hindi ve koyun gübreleri; kuru madde oranı bakımından tüm organik gübre uygulamaları (tavuk, hindi, koyun, sığır ve vermikompost); suda çözünebilir kuru madde miktarı ve nitrat içeriği bakımından ise hindi ve koyun gübreleri en iyi organik gübre uygulamaları olarak bulunmuştur.

Çalışmaya konu olan uygulamaların ıspanakta renk özellikleri (L^* , a^* , b^* , C^* ve h°) üzerine etkileri incelendiğinde, yalnızca h° (Hue açısı) renk özelliği bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuş, buna karşılık L^* , a^* , b^* ve C^* renk özelliklerine uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur. Ispanakta renk kalite açısından önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Organik gübre uygulamalarının ıspanağın renk özelliklerine belirgin bir etkisi görülmemiştir.

Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta verim üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tüm organik gübre uygulamalarından kontrol ve kimyasal gübreye göre daha yüksek verim değerleri elde edilmiştir. Dolayısıyla, verim yönünden organik gübrelerin hepsi oldukça başarılı bulunmuştur.

Çalışmada ele alınan uygulamaların ıspanakta element içerikleri üzerine etkileri incelendiğinde; uygulamalar arasında kobalt hariç incelenen tüm elementler bakımından istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur. Çalışmada ele alınan farklı uygulamalara ait ıspanak bitkilerinde cıva ve talyum içeriğinin tayin limitinin altında olduğu, potasyumun ise bitkide en bol bulunan element olduğu belirlenmiştir. Genel olarak organik gübrelerin bitkideki azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt, demir, mangan, çinko ve selenyum içeriğini kontrole göre önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, kimyasal gübre ile karşılaştırıldığında azot, fosfor, kükürt ve selenyum içeriği yönünden tüm organik gübre uygulamalarından; magnezyum içeriği yönünden hindi, sığır ve koyun gübrelerinden; demir içeriği yönünden hindi ve tavuk gübrelerinden daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Azot, fosfor, kükürt ve selenyum içeriğinde tüm organik gübre uygulamaları (tavuk, hindi, koyun, sığır ve vermikompost); potasyum içeriğinde vermikompost gübresi; kalsiyum, magnezyum ve mangan içeriğinde hindi, vermikompost, sığır ve koyun gübreleri; demir içeriğinde hindi, tavuk

ve sığır gübreleri; çinko içeriğinde sığır ve tavuk gübreleri en başarılı organik gübre uygulamaları olarak tespit edilmiştir. Organik gübre uygulamalarında arsenik, kobalt, krom ve nikel gibi ağır metallerin içeriği kontrolden daha düşük bulunmuştur. Alüminyum ve kadmiyum ağır metallerinin içeriği bakımından ise organik gübre uygulamalarında kimyasal gübreye göre daha düşük değerler belirlenmiştir. Buna karşılık, organik gübre uygulamalarında ağır metal olan kurşun içeriğinin kontrol ve kimyasal gübreden önemli oranda daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çalışmanın sonucunda organik gübre uygulamalarının ıspanakta bitki gelişimi, kalite, verim ve bitki besin elementi içeriği üzerine olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır. Bu durum organik tarım ve iyi tarım uygulamaları gibi sürdürülebilir tarım sistemleri için oldukça ümitvar bulunmuştur.

Ülkemizde organik gübrelerin faydaları, insan ve çevre sağlığına olumlu etkileri konusunda üreticiler daha fazla bilinçlendirilmelidir. Özellikle aşırı azotlu gübrelemenin nitrat birikimine neden olduğu ıspanak yetiştiriciliğinde organik kaynaklı gübrelerin kullanılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular üreticilerin bilinçlendirilmesi, tarımsal üretimde kimyasal gübre kullanımını azaltmak, organik gübrelerin kullanımının yaygınlaştırılmasına katkı sağlamak, daha sağlıklı ve kaliteli ürünler elde etmek açısından faydalı olacaktır. Sonuç olarak, insan ve çevre sağlığına olumsuz etkileri olmayan organik gübrelerin sebze yetiştiriciliğinde kullanılmasının yaygınlaştırılması tarımsal verim açısından oldukça faydalı olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abak K (2012) “Türkiye’de Sebze Tarımının Kırk Yılı”, 9. Sebze Tarımı Sempozyumu, 12-14 Eylül 2012, Konya.
- Abdelraouf EAA (2016) “The Effects of Nitrogen Fertilization on Yield and Quality of Spinach Grown in High Tunnels”, Alexandria Science Exchange Journal, 37(3): 488-496.
- Abubaker SM, Abu-Zahra TR, Alzu’bi YA and Tahboub AB (2010) “Nitrate Accumulation in Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Tissues Under Different Fertilization Regimes”, Journal of Food, Agriculture & Environment, 8(2): 778-780.
- Acar A, Alluşoğlu S, Tomul F, Oruç S ve Güçer A (2000) Ankara Koşullarında Çeşitli Azotlu Gübrelerin Ispanak Verimine ve Nitrat Birikimine Etkileri. Ankara Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 115, Ankara.
- Ahmadi F and Jafarpour M (2015) “The Functional Effect of Different Organic Matter on Spinach (*Spinacia oleracea*)”, 1(1): 1-4.
- Adiloğlu A ve Eraslan F (2012) Gübreler ve Gübreleme Tekniği, Bitki Besleme “Sağlıklı Bitki, Sağlıklı Üretim”, Ed: M.R. Karaman, Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2, s. 420-421, Ankara.
- Adiloğlu S, Eryılmaz Açıkgöz F, Solmaz Y, Çaktü E and Adiloğlu A (2018) “Effect of Vermicompost on the Growth and Yield of Lettuce Plant (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*)”, International Journal of Plant & Soil Science, 21(1): 1-5.
- Aisha, HA, Magda MH, Asmaa RM, and Shafeek MR (2013) “Effect of Bio and Chemical Fertilizers on Growth, Yield and Chemical Properties of Spinach Plant (*Spinacia oleracea* L.)”, Middle East Journal of Agriculture Research, 2(1): 16-20.
- Akkuş F (2011) “ Mikrobiyal ve İnorganik Gübre Uygulamalarının Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Ispanak (*Spinacia oleracea*) ve Kök Kerevizde (*Apium graveolens*) Bitki Gelişimi ve Verim Üzerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Altuntas O, Durak A ve Kucuk R (2018) “Optimization and Comparison of the Effects of Vermicompost and Conventional Fertilization on Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Growth”, Applied Ecology and Environmental Research, 16(5): 7001-7016.
- Amresh H (2009) “Effect of NPK and Vermicompost on Growth and Yield of Cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.)”, Master Thesis Department of Horticulture College of Agriculture, Gwalior, India.
- Anonim, 1988. Meyve, Sebze ve Mamulleri - Nitrit ve Nitrat Tayini - Moleküler Absorpsiyon Spektrofotometrik Metot. Türk Standartı, ICS 67.080, TS 6183/Aralık 1988.
- Anjana A, Umar S and Iqbal M (2009) “Effect of Applied Potassium in Increasing the Potential for Nitrogen Assimilation in Spinach (*Spinacia oleracea* L.)”, Optimizing Crop Nutrition, 20: 8-10.

- Ansari AA (2008) “Effect of Vermicompost on the Productivity of Potato (*Solanum tuberosum*), Spinach (*Spinacia oleracea*) and turnip (*Brassica campestris*)”, World Journal of Agricultural Sciences, 4(3): 333-336.
- Anwar Z, Irshad M, Mahmood Q, Hafeez F and Bilal M (2017) “Nutrient Uptake and Growth of Spinach as Affected by Cow Manure Co-Composted with Poplar Leaf Litter”, International Journal Recycl Organic Waste Agriculture, 6: 79-88.
- Artık N, Poyrazoğlu ES, Şimşek A, Kadakal  ve Karkaer M (2002) “Enzimatik Yöntemle Bazı Sebze ve Meyvelerde Nitrat Düzeyinin Belirlenmesi”, Gıda, 27(1): 5-13.
- Ayaş oban H (2002) Kireçli Bir Toprağa Kükürt ve Hümik Asit Uygulamasının Ispanak (*Spinacea oleracea* var. Spinoza) Bitkisinin Verim Kriterleri ve Verim ile Besin Elementi İçeriğine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Aydeniz A ve Brohi AR (1991) Gübreler ve Gübreleme, 10 (3), C.Ü. Ziraat Fak. Yay, Tokat.
- Banu SN, Siwakumar A and Subramanian MS (2003) “Effect of Manures on Biomass Production and Pharmacobiochemical Properties of Some Greens”, Ancient Science of Life, 23(2): 123-130.
- Batu A, Thompson AK, Ghafir SAM ve Rahman NAA (1997) “Minolta ve Hunter Renk Ölüm Aletleri ile Domates, Elma ve Muzun Renk Değerlerinin Karşılaştırılması”, Gıda, 22(4): 301-307.
- Bellitürk K and Görres JH (2012) “Balancing Vermicomposting Benefits with Conservation of Soil and Ecosystems at Risk of Earworm Invasions”, VIII. International Soil Science Congress on Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management, 15-17 May 2012, eŐme, İzmir.
- Benavides MP, Gallego SM and Tomaro ML (2005) “Cadmium Toxicity in Plants”, Brazilian Journal of Plant Physiology, 17: 21-34.
- Beşirli G, Sürmeli N, Sönmez İ, Kasım MU, BaŐay S, Pezikoğlu F, Karık Ü, etin K, Erdoğan S, elikel F, Efe E, Cebel N, Güdemir İH, Keçeci M, Güçlü D, Tuncer AN, Aksoy U (2004) “Organik Olarak Yetiştirilen Ispanakta Verim, Kalite Özellikleri ve Nitrat İçeriğinin Belirlenmesi”, V. Sebze Tarımı Sempozyumu, 21-24 Eylül 2004, Çanakkale.
- Beşirli G, Sönmez İ, Keçeci M ve Güçdemir İ (2010) “Organik Ispanak Üretiminde Farklı Bitki Besin Maddesi Uygulamalarının Toprak Yapısı Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi”, Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran-1 Temmuz 2010, Erzurum.
- Boran D (2015) “Farklı Isıl Teknikleri UygulanmıŐ Solucan Gübresinin Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Brown JR and Smith GE (1967) “Nitrate Accumulation in Vegetable Crops as Influenced by Soil Fertility Practices”, Missouri Agricultural Experiment Station, Research Bulletin, 920: 43.

- Chatterjee R (2015) "Influence of Nutrient Sources on Growth, Yield and Economics of Organic Lettuce Production Under Foothills of Eastern Himalayan Region", Emirates Journal of Food and Agriculture, 27(5): 460-462.
- Chung SY, Kim JS, Hong MK, Lee JO, Kim CM and Song S (2003) "Survey of Nitrate and Nitrite Contents of Vegetables Grown in Korea", Food Additives and Contaminants, 20(7): 621-628.
- Citak S and Sonmez S (2010) "Effects of Conventional and Organic Fertilization on Spinach (*Spinacea oleracea* L.) Growth, Yield, Vitamin C and Nitrate Concentration During Two Successive Seasons", Scientia Horticulturae, 126: 415-420.
- Çakmak P (2011) Farklı Dikim Zamanları ve Organik Gübrelerin Topraksız Tarım Koşullarında Kıvırcık Yapraklı Salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*) Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Çakmakçı R ve Erdoğan G (2008) Organik Tarım, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, 236, Erzurum.
- Çıtak S, Sönmez S, Koçak F ve Yaşın S (2011) "Vermikompost ve Ahır Gübresi Uygulamalarının Ispanak (*Spinacia oleracea* var. L.) Bitkisinin Gelişimi ve Toprak Verimliliği Üzerine Etkileri", Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 28(1): 56-69.
- Çıtak S (2014) Farklı Organik Gübreler ile Toprak Düzenleyicinin Brokoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) ve Havuç (*Daucus corata* L.) Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Dama YA (2009) Farklı Kil Mineralleri İçeriğine Sahip Topraklarda Yetiştirilen Ispanak Bitkisinin Gelişimine Bazalt Tüfün Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Dikinya O and Mufwanzala N (2010) "Chicken Manure-Enhanced Soil Fertility and Productivity: Effects of Application Rates", Journal of Soil Science and Environmental Management, 1(3): 46-54.
- Durak A, Altuntaş Ö, Kutsal İK, Işık R and Karaat FE (2017) "The Effects of Vermicompost on Yield and Some Growth Parameters of Lettuce", Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 5(12): 1566-1570.
- Edwards CA and Bohlen PJ (1996) "Biology and Ecology of Earthworms", 3rd. Ed. Chapman and Hall, New York.
- El-Assiouty FMM and Abo-Sedera SA (2005), "Effect of Bio and Chemical Fertilizers on Seed Production and Quality of Spinach (*Spinacia oleracea* L.)", International Journal of Agriculture & Biology, 7(6): 947-952.
- Erşahin S (2010) "Vermikompost Ürünleri Organik Üretime Ne Sunabilir", Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran-1 Temmuz 2010, Erzurum.

- FAO (2019) Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://faostat.fao.org> (12.03.2019)
- Farrag AM, Taha SS, Ahmed HF and Ragab AA (2009) “Responses of Spinach Plants to Poultry Manure, Inoculation with Plant Growth – Promoting Rhizobacteria and Bio-Stimulant Spraying”, *Journal of Agricultural Science, Mansoura University*, 34(4): 3495-3518.
- Garg VK and Gupta R (2009) Vermicomposting of Agro-Industrial Processing Waste. In: *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation, Part V*. Springer, Netherlands.
- Ghaly FM, Baddour GA and El-Azazy HM (2017) “Nitrate Accumulation and Oxalate Formation in Spinach Plants (*Spinacia oleracea*, L.) as Affected by Nitrogen Fertilization Levels and Iron Foliar Application”, *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering Mansoura University*, 8(11): 571-576.
- Gökmen Yılmaz F, Harmankaya M ve Gezgin S (2012) “Farklı Demir Bileşikleri ve Tki-Hümas Uygulamalarının Ispanak Bitkisinin Demir Alımı ve Gelişimine Etkileri”, *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 1: 217-231.
- Güler S (2004) “Dünyada ve Türkiye'de Gübre Tüketiminde Yaşanan Gelişmeler”, *Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi: Tarım-Sanayi-Çevre*, 11-13 Ekim 2004, Tokat.
- Hernandez A, Castillo H, Ojeda D, Arras A, Lopez J and Sanchez E (2010) “Effect of Vermicompost and Compost on Lettuce Production”, *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(4): 583-589.
- Hınıslı N (2014) Vermikompost Gübresinin Kıvrıkcık Bitkisinin Gelişmesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi ve Diğer Bazı Organik Kaynaklı Gübrelerle Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Irshad M, Gul S, Eneji AE, Anwar Z and Ashraf M (2014) “Extraction of Heavy Metals from Manure and their Bioavailability to Spinach (*Spinacia oleracea* L.) After Composting”, *Journal of Plant Nutrition*, 37: 1661-1675.
- Jafarpour MJ and Rahimzadeh S (2015) “An Exploration into the Effects of Organic and Chemical Compounds on Spinach (*Spinacia oleraceae*) Growth Attributes”, *International Journal of Earth, Environment and Health*, 1(1): 11-15.
- Jakhro MI, Shah SI, Zehri MY, Rahujo ZA, Ahmed S, Ahmed S and Jakhro MA (2017) “Growth and Yield of Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Under Fluctuating Levels of Organic and Inorganic Fertilizers”, *International Journal of Development Research*, 7(2): 11454-11460.
- Kacar B (1990) *Gübre Analizleri*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Kacar B (1994) *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III.*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 3, Ankara.
- Kacar B ve Kovancı İ (1982) *Bitki, Toprak ve Gübrelerde Kimyasal Fosfor Analizleri ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi*, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 354, İzmir.

- Kacar B, Katkat VA (2007) Gübreleme ve Gübreleme Tekniği, Nobel Basımevi, Ankara, 65 s.
- Kacar B ve İnal A (2008) Bitki Analizleri, Nobel Yayınları, Yayın No: 1241, Ankara.
- Kallo G and Bergh BO (1993) Genetic Improvement of Vegetable Crop. Percamon Press, p. 883.
- Karaman MR, Brohi AR, Güneş A, İnal A and Alpaslan M (2000) “Yöresel Değişik Azotlu Gübre Uygulamalarının Tokat Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Kışlık Sebzelerin Nitrat Akümülyasyonuna Etkisi”, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24: 1-9.
- Karaman MR ve Turan M (2012) “Bitki Beslemede Sürdürülebilir Yönetim Stratejisi ve Gübre Etkinlik Parametreleri”, Toprak Su Dergisi 1(1): 15-21.
- Kardeş TA (2012) Azotlu ve Organik Gübrelemenin Beypazarı Yöresinde Yetiştirilen Bazı Sebzelerin Nitrat Kapsamına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kashem MA, Sarker A, Hossain I and Islam MS (2015) “Comparison of the Effect of Vermicompost and Inorganic Fertilizers on Vegetative Growth and Fruit Production of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.)”, Open Journal of Soil Science, 5: 53-58.
- Kenea FT and Gedamu F (2018) “Response of Garlic (*Allium sativum* L.) to Vermicompost and Mineral N Fertilizer Application at Haramaya, Eastern Ethiopia”, African Journal of Agricultural Research, 13(2): 27-35.
- Kılıç O, Çapur U ve Görtay Ş (1991) Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Uygulama Kılavuzu, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, Bursa.
- Kovacs AB, Kremper R, Kincses I and Leviczky A (2016) “Influences of Different Organic Fertilizers on Nutrients of Humic Sandy Soil and on the Growth of Spinach (*Spinacia oleracea* L.)”, Agrártudományi Közlemények, 70: 23-28.
- Köksal SB, Aksu G ve Altay H (2017) “Vermikompostun Bazı Toprak Özellikleri ve Pazı Bitkisinde Verim Üzerine Etkisi”, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(2): 123-128.
- Kumari N, Yadav BS and Peter JK (2017) “Synergistic Effect of Vermicompost, Vermiwash, Bioaugmentation and Carrier Based Biofertilizer on Growth of *Solanum melongena* L. var. Silligudi 111 (Brinjal)”, International Journal of Multidisciplinary Research and Development, 4(3): 64-70.
- Kumarpandit T, Kumarnaik S, Patra PK, Dey N, Patra PK and Das DK (2017) “Influence of Organic Manure and Lime on Cadmium Mobility in Soil and Uptake by Spinach (*Spinacia oleracea* L.)” Communications in Soil Science and Plant Analysis, 48(4): 357-369.
- Kurucu N, Gedikoğlu İ ve Eyüpoğlu F (1990) Toprakların Verimlilik Yönünden Kimyasal Analiz Yöntemleri, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

- Kütük C, Topcuoğlu B ve Demir K (1999) “Toprağa Uygulanan Farklı Organik Materyallerin Ispanak Bitkisinde Verim ile Bazı Kalite Ögeleri ve Mineral Madde İçerikleri Üzerine Etkileri”, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,12: 31-36.
- Lampkin, N (2002) Organic Farming. Old Pond Publishing, 104 Valley Road Ipswich, IPI 4PA, U.K.
- Lazcano C and Dominguez J (2011) The Use of Vermicompost in Sustainable Agriculture: Impact on Plant Growth and Soil Fertility, In: Soil Nutrients, Ed. Mohammad Miransari, Nova Science Publishers, Inc. Chapter 10: 211-234, New York.
- Lindsay WL and Norvell WA (1978) “Development of a DTPA Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper”, Soil Science Society of American Journal, 42: 421-428.
- Mahmoud E, El-Kader N, Elbaroudy A and Rahman LA (2007) “Residual Effects of Different Organic and Inorganic Fertilizers on Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Plant Grown on Clay and Sandy Soils”, Journal of Agriculture and Environmental Sciences, 6(3): 49-65.
- Maila MY and Mulaudzi C (2017) “Growth and Yield Responses of Spinach (*Spinacia oleracea*) to Media Mixture Ratios of Sand, Hutton Soil and Goat Manure”, Combined Congress, Bela Bela, South Africa.
- McGuire GR (1992) “Reporting of Objective Color Measurements”, HortScience, 27(12): 1254-1255.
- McLean EO (1982) Soil pH and Lime Requirement in Methods of Soil Analysis: Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 2nd Ed. Madison, Wisconsin.
- Mercik S and Stepiesn W (2006) “Crop Yields and Selected Soil Properties on Manured and not Manured Fields at the Period of Many Years”, Nawozy Nawozenie (Fertilisers and Fertilization), 8(4): 141-149.
- Mirdad ZM (2009) “Spinach (*Spinacia oleracea*, L.) Growth and Yield Responses to Irrigation Dates, Mineral Nitrogen - Sources and Levels – Application”, Journal of Agriculture and Environmental Sciences, 8(1): 43-68.
- Mohanta R, Nandi AK, Mishra SP, Pattnaik A, Hossain MM and Padhiary AK (2018) “Effects of Integrated Nutrient Management on Growth, Yield, Quality and Economics of Sprouting Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) cv. Shayali”, Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(1): 2229-2232.
- Montemurro F, Tittarelli F, Lopodota O, Verrastro V and Diacono M (2015) “Agronomic Performance of Experimental Fertilizers on Spinach (*Spinacia oleracea* L.) in Organic Farming”, Nutrient Cycling Agroecosystems, 102: 227-241.
- Mufwanzala N and Dikinya O (2010) “Impact of Poultry Manure and its Associated Salinity on the Growth and Yield of Spinach (*Spinacea oleracea*) and Carrot (*Daucus carota*)”, International Journal of Agricullture & Biology, 12(4): 489-494.
- Mugivhisa LL and Olowoyo JO (2016) “Growth and Nutritional Composition of *Spinacia oleracea* L. Harvested From Soil Treated with Urine in Comparison with Other Organic

- and Inorganic Soil Amendments”, West African Journal of Applied Ecology, 24(2): 19-30.
- Nemadodzi LE (2015) “Growth and Development of Baby Spinach (*Spinacia oleracea* L.) with Reference to Mineral Nutrition”, Masters of Science, University of South Africa.
- Ngouajio M, McGiffen ME, Hutchinson CM (2003) “Effect of Cover Crop and Management System on Weed Populations in Lettuce”, Crop Protection, 22: 57-64.
- Olesen JE, Berntsen J, Petersen BM, Kristensen IS (2007) “Nitrate Leaching from Organic and Conventional Crop Production Farms” NJF Seminars, p.19.
- Ouedraogo AR (2018) Ispanak (*Spinacia oleracea* L.) Bitkisinde Biyokömürün Kadmiyum Toksikitesini Önleme ve Mineral Element Konsantrasyonları Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özbay N, Ergun M, Demirkıran AR (2018) “Ticari Mikrobiyal Gübre Sim Derma (*Trichoderma harzianum*, Kuen 1585) Uygulamasının Ispanakta Çimlenme, Gelişme ve Verim Üzerine Etkisi”, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 5(4): 482-491.
- Özen N (2018) Marul Bitkisinin Verim ve Kalitesi Üzerine Farklı Mineralizasyon Oranlarına Sahip Organik Uygulamaların Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Özkan N ve Müftüoğlu NM (2016) “Farklı Dozlardaki Vermikompostun Marul Verimi ve Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi”, Bahçe Dergisi, 45: 121-124.
- Özkan N, Dağlıoğlu M, Ünser E ve Müftüoğlu NM (2016) “Vermikompostun Ispanak (*Spinacia oleracea* L.) Verimi ve Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi”, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1): 1-5.
- Pavlou GC, Ehalotis CD and Kavvadias VA (2007) “Effect of Organic and Inorganic Fertilizers Applied During Successive Crop Seasons on Growth and Nitrate Accumulation in Lettuce”, Scientia Horticulturae, 111(4): 319-325.
- Peyvast G, Olfati JA, Madeni S and Forghani A (2008) “Effect of Vermicompost on the Growth and Yield of Spinach (*Spinacia oleracea* L.)”, Journal of Food, Agriculture & Environment, 6(1): 110-113.
- Polat E, Sönmez S, Demir H ve Kaplan M (2001) “Farklı Organik Gübre Uygulamalarının Marulda Verim, Kalite ve Bitki Besin Maddeleri Alımına Etkileri”, Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 14-16 Kasım 2001, Antalya.
- Premuzic Z, Garate A and Bonilla I (2002) “Production of Lettuce Under Different Fertilisation Treatments, Yield and Quality”, Acta Horticulturae, 571: 65-72.
- Rachel KV, Kiranmayi P and Sirisha GVD (2015) “Quality Enhancement Studies of Growth and Nutrient Content in *Phaseolus aureus*, *Spinacia oleracea* and *Ocimum sanctum* using Local Bio-Fertilizers”, Journal of Natural Sciences, 3(2): 17-32.
- Richards LA (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, United States Department of Agriculture Handbook, Washington (USA).

- Roy OMP, Saha BK and Chowdhury MAH (2009) "Integrated Nutrient Management of Spinach", *Journal of Agroforestry and Environment*, 3(1): 57-60.
- Sağlam F, (2005) Ispanak Yetiştiriciliği, T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü, No: S/6.
- Sajirani EB, Shakouri MJ and Mafakheri S (2012) "Response of Spinach (*Spinacia oleracea*) Yield and Nutrient Uptake to Urea and Manure", *Indian Journal of Science and Technology*, 5(1): 1953-1955.
- Santamaria P (2006) "Nitrate in Vegetables: Toxicity, Content, Intake and EC Regulation", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(1): 10-17.
- Sato A, Takeda H, Oyanagi W, Nishihara E and Murakami M (2010) "Reduction of Cadmium Uptake in Spinach (*Spinacia oleracea* L.) by Soil Amendment with Animal Waste Compost", *Journal of Hazardous Materials*, 181: 298-304.
- Savcı S (2012) "An Agricultural Pollutant: Chemical Fertilizer", *International Journal of Environmental Science and Development*, 3(1): 77-80.
- Schoenau JJ (2006) "Benefits of Long-Term Application of Manure. Advances in Pork Production", 17: p.153.
- Shaheen S, Khan MJ and Jilani S (2014) "Effect of Organic and Inorganic Fertilizers Co-Applied with Effective Microorganism (EM) on Growth and Yield of Spinach (*Spinachia olerace*)", *Sarhad Journal of Agriculture*, 30(4): 411-418.
- Shaheen S, Khan M, Khan MJ, Jilani S, Bibi Z, Munir M and Kiran M (2017) "Effective Microorganisms (EM) Co-applied with Organic Wastes and NPK Stimulate the Growth, Yield and Quality of Spinach (*Spinacia oleracea* L.)", *Sarhad Journal of Agriculture*, 33(1): 30-41.
- Sheikhi J and Ronaghi A (2012) "Growth and Macro and Micronutrients Concentration in Spinach (*Spinacia oleracea* L.) as Influenced by Salinity and Nitrogen Rates", *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3(4): 770-777.
- Singh SP, Kumawat N, Kumar V and Singh S (2018) "Response of Organic Manure and Inorganic Iodine Fertilization on Minerals Content in Spinach (*Spinacia oleracea* L.)", *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(1): 1899-1903.
- Solongi M, Suthar V, Wagan B, Siyal AG, Sarki A and Soothar RK (2015) "Evaluate the Effect of Nitrogen and Phosphorus Fertilizer Doses on Growth and Yield of Spinach (*Spinacia oleracea* L.)", *Science International (Lahore)*, 28(1): 379-383.
- Soyergin S (2003) Organik Tarımda Toprak Verimliliğinin Korunması, Gübreler ve Organik Toprak İyileştiricileri, Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova.
- Şalk A, Arın L, Deveci M ve Polat S (2008) Özel Sebzecilik, Tekirdağ.
- Şenlikoğlu G (2015) Organik Materyal İlavesi ve Azotlu Gübre Uygulamalarının Ispanak Bitkisinin (*Spinacia oleracea* L.) Gelişimi ve Nitrat Akümülyasyonuna Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 64 s.

- Şensoy S, Abak K ve Daşgan HY (1996) “Eşdeğer Miktarda Mineral ve Organik Gübre Uygulamalarının Marulda Nitrat Birikimi, Verim ve Kaliteye Etkileri”, GAP I. Sebze Tarımı Sempozyumu, 7-10 Mayıs 1996, Şanlıurfa.
- Şimşek Erşahin Y (2007) “Vermikompost Ürünlerinin Eldesi ve Tarımsal Üretimde Kullanım Alternatifleri”, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2): 99-107.
- Tavalı İE, Maltaş AŞ, Uz İ ve Kaplan M (2013) “Karnabaharın (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) Verim, Kalite ve Mineral Beslenme Durumu Üzerine Vermikompostun Etkisi”, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(2): 115-120.
- Tavalı İE, Maltaş AŞ, Uz İ ve Kaplan M (2014a) “Vermikompostun Beyaz Baş Lahananın (*Brassica oleracea* var. *alba*) Verim, Kalite ve Mineral Beslenme Durumu Üzerine Etkisi”, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1): 61-67.
- Tavalı İE, Uz İ ve Orman Ş (2014b) “Vermikompost ve Tavuk Gübresinin Yazlık Kabağın (*Cucurbita pepo* L. cv. Sakız) Verim ve Kalitesi ile Toprağın Bazı Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri”, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(2): 119-124.
- Tawfiq GK and Al-Sahaf FH (2017) “Role of Different Manure Source and Level on Quantitative and Qualitative Characteristics of Cabbage and Spinach Yield”, Kufa Journal For Agricultural Sciences, 1027: 127-132.
- Tsai YH, Hsu HM and Chung RS (2005) “The Effect of Application of Different Rates of Organic Fertilizer on the Soil Properties and Nitrogen Uptake of Vegetables Planted in Plastic House”, Journal of the Agricultural Association of China, 6(3): 229-244.
- TÜİK (2019) Bitkisel Üretim İstatistikleri, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>, (07.05.2019).
- Türkoğlu G (1999). Değişik Form ve Dozlarda Uygulanan Azotun Ispanak Bitkisinde Nitrat Birikimine Etkisi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Uyan B (2011) Değişen Vejetasyon Dönemlerinde Farklı Su Kısıtlarının Ispanakta Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişkenliklerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Uzun E (2010) Farklı Ortamlarda Yetiştirilen Ispanağın (*Spinacia oleracea* L.) Bazı Gelişme Dönemlerindeki Makro-Mikro Besin Elementleri ile Fenolik Madde İçeriklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Ülgen N ve Yurtsever N (1974) Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayınları, No: 28, Ankara.
- Vigardt A (2012) Influence of Coffee Vermicompost on Growth and Nutrient Quality of Greenhouse Spinach and Field Grown Green Bell Peppers, Master Thesis, Department of Plant, Soil, and Agricultural Systems in the College of Agricultural Sciences, Southern Illinois University Carbondale, USA.
- Vural H, Eşiyok D ve Duman İ (2000) Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme), Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova-İzmir.

- Wahocho NA, Memon N, Kandhro MN, Miano TF, Talpur KH and Wahocho SA (2016) "Response of Nitrogen on the Growth and Productivity of Spinach (*Spinacia oleracea* L.)" Sindh University Research Journal (Science Series), 48(2): 305-308.
- Watson CA, Atkinson D, Gosling P, Jackson LR and Rayns FW (2002) Managing Soil Fertility in Organic Farming Systems, Soil Use and Management, 18: 239-247.
- Xu C and Mou B (2016) "Vermicompost Affects Soil Properties and Spinach Growth, Physiology and Nutritional Value", Hortscience, 51(7): 847-855.
- Yağmur B, Eşiyok D (2013) "Solucan Gübresi: Vermikompost-III (Vermikompostun Kullanım Alanları)", Dünya Gıda Dergisi, 92-95.
- Yanmaz R, Duman İ, Yaralı F, Demir K, Sarıkamış G, Sarı N, Balkaya A, Kaymak HÇ, Akan S ve Özalp R (2015) "Sebze Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar", Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-1, 579-605, 12-16 Ocak 2015, Ankara.
- Yılmaz T (2014) Ispanakta Değişen Hümik Asit Dozlarının Kurşun Alımına ve Bitki Gelişimine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yusheng Q, Shihua T, Wenqiang F, Xifa S, Qingrui C (2005) "Effect of Organic and Inorganic Fertilizers on Yields and Nitrate Accumulation of Vegetables" Soil and Fertilizer Institute, Sichuan AAS, Plant Nutrition and Fertilizer Science, 11(5): 670-674.
- Yüksel B (2002) Demir ve Değişik Kaynaklardan Uygulanan Azotun, Ispanak Bitkisi (*Spinacia oleracea* L.)'nin Gelişimi ile Oksalik Asit, Nitrat ve Klorofil İçeriğine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yüksel Y (2011) Kurşun ve Çinko Toksisitesinin Giderilmesinde Zeolit Kullanımının Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Zhou ZY, Wang MJ, Wang JS (2000) "Nitrate and Nitrite Contamination in Vegetables in China", Food Rev., 16(1): 61-76.
- Zor M (2013) Marmara Bölgesi'nde Satılan Ispanak, Marul ve Maydanozun Metal İçeriğinin Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Özgül YAMAN

Doğum Yeri ve Tarihi : Mengen /BOLU / 28.04.1986

Lisans Üniversite : Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri
Bölümü

Elektronik Posta : ozgul.yaman14@gmail.com

İletişim Adresi : Aktaş Mahallesi, Şehit Selen Paşa Caddesi, Huzur
Apartmanı No: 1, Daire: 5 BOLU
Cep Tel: 05533566602